2.05 | RICERCHE

Ammodernamento e innovazione tecnologica nelle reti irrigue e delle opere di bonifica

Consorzio per la Bonifica della Capitanata
Quaderni

Quaderni
del Consorzio per la Bonifica
della Capitanata

2.05

CONSORZIO PER LA BONIFICA
DELLA CAPITANATA

Ammodernamento e innovazione tecnologica nelle reti irrigue e delle opere di bonifica

ATTI DEL CONVEGNO

55ª Fiera Internazionale
dell'Agricoltura e della Zootecnia
Foggia 5 maggio 2004

Claudio Grenzi Editore

ISBN 88-8431-165-9

© 2005 Tutti i diritti riservati.
seconda edizione

Nessuna parte di questa pubblicazione
può essere tradotta, ristampata o riprodotta,
in tutto o in parte, con qualsiasi mezzo,
elettronico, meccanico, fotocopie, film, diapositive
o altro senza autorizzazione dell'Editore.

Printed in Italy

Claudio Grenzi sas
Via Le Maestre, 71 · 71100 Foggia
e-mail: info@claudiogrenzi.it

Indice

Prefazione 7

Introduzione 9

I comprensori irrigui 11
Ing. Dott. Giuseppe d'Arcangelo
Direttore Generale

Monitoraggio telematico delle dighe 21
Ing. Leonardo Procaccini
Vice direttore Servizi d'Ingegneria

Esperienze di gestione di aree irrigue con monitoraggio delle reti e telecontrollo 57
Ing. Dott. Giuseppe d'Arcangelo
Direttore Generale
Ing. Roberto Consiglio
Capo Settore

Sistema di telecontrollo, teleregolazione ed automazione dell'impianto irriguo del comprensorio Nord Fortore 71
relativamente alle opere di adduzione primaria dei distretti irrigui n. 9, n.10 e n.11 a servizio di 34.900 ettari
Dott. Ing. Giuseppe Di Nunzio
Capo Settore

Sistema di supervisione impianti monitoraggio e telecontrollo delle idrovore 79
Migliorare la conduzione e la funzionalità dell'impianto
Ing. Dott. Donato Santoro
Capo Settore Elettromeccanico

I sistemi elettronici nella gestione irrigua 103
Dott. Agr. Luigi Nardella
Capo Settore

Il servizio agrometeorologico consortile 123
Dott. Agr. Pietro Soldo
Capo Settore

Prefazione

Nel ringraziare ancora una volta il Commissario della Fiera di Foggia che, gentilmente, ha ospitato i nostri tecnici, ingegneri e agronomi, i quali, sotto la guida del direttore generale, ing. dott. Giuseppe d'Arcangelo, hanno posto le linee basi del programma, in fatto di tecnologia avanzata, perseguita tenacemente dal Consorzio, mi sia consentito di ringraziare, in uno con i relatori, il pubblico che, non solo ha partecipato con interesse, quanto ci ha sollecitati perché stampassimo, al più presto, gli atti che ora vedono la luce nella loro interezza.

Si tratta di un programma che, in un'altra parte abbiamo realizzato, e che andiamo finendo, ma d'un programma di sviluppo integrale che assorbe nel suo ambito la parte tecnica e la parte amministrativa. A quanto pare, l'integrazione fra questi due settori, oltre a fornire risultati efficienti, penetra nel sociale. Il nostro intento, infatti, è quello di sfruttare gli apporti ingegneristici-agronomici, al fine di modificare le condizioni di vita del comprensorio.

maggio 2004

Francesco Paolo Capaccio
Presidente · Consorzio
per la Bonifica della Capitanata

Introduzione

La bonifica è un'attività in perpetuo rinnovamento; e come tale, da ascrivere - a mio modesto avviso - nell'ambito dell'"educazione permanente".

Rinnovamento che non vuol dire, sia ben chiaro, opera straordinaria. Al contrario, proprio per la sua diuturna vigilanza sul territorio, deve essere immessa nel recupero dei suoi valori storici ordinari, dai quali deve trarre, e trae, a sua volta, la linfa vitale per la prosecuzione dei suoi studi e ricerche appropriati. In modo che possa essere agevole il passaggio della ipotesi - come teoria - al progetto, e dal progetto alla cantierizzazione e via di seguito lungo la percorrenza alla sicurezza impiantistico - tecnologica nel territorio.

Di qui il convegno, di cui oggi si stampano gli Atti, dal titolo a dir poco emblematico: "Ammodernamento e innovazione tecnologica delle reti irrigue e delle opere di bonifiche"; che, alla Fiera dell'Agricoltura di Foggia - 55ª Edizione - vide schierati in campo, col sottoscritto, che fece il punto su i "Comprensori irrigui", e loro valenza, l'ing. Leonardo Procaccini, che invece fece il funto sul "Monitoraggio telematico delle dighe"; gli ingegneri Roberto Consiglio e Giuseppe Di Nunzio, i quali - a loro volta - intrattenessero il folto uditorio, particolarmente interessato all'argomento, sul "Sistema di supervisione e telecontrollo relativamente agli impianti di sollevamento

acqua al servizio delle opere di irrigazione e degli impianti idrovori a servizio delle opere di bonifica"; l'ing. Donato Santoro, che fornì un'ampia ed esauriente spiegazione su "I sistemi elettronici nella gestione irrigua"; il dott. Agr. Luigi Nardella e il dott. Agr. Pietro Soldo, i quali - rispettivamente - trattarono: "I sistemi elettronici nella gestione irrigua" e "La rete ogrometereologica del Consorzio".

Se ne deduce, già dall'elenco delle comunicazioni tecnico-scientifiche riportate, che la crescente esigenza di conferire al vasto comprensorio di bonifica le informazioni di base, con i tipi della tecnologia avanzata, passa per la stima del fabbisogno idrico di ogni cultura, previa salvaguardia del suolo e tutela dell'ambiente. Operazione questa che un Ente di bonifica, come il nostro, associazione di proprietari inserita in un organismo pubblico-tecnico-amministrativo di decentramento delle funzioni statali, non può in alcun modo disattendere. Ove dovesse farlo, il che non è, verrebbe meno al dettato costituzionale e alla fiducia che i consorziati ripongono nell'Amministrazione nell'Ente e nel Personale tecnico-amministrativo che ne garantisce la funzionalità.

Ing. Dott. Giuseppe d'Arcangelo
Direttore Generale · Consorzio
per la Bonifica della Capitanata

I comprensori irrigui

Ing. Dott. Giuseppe d'Arcangelo
Direttore Generale

Il territorio storico 13
L'attività economica storica 14
La bonifica 14
L'irrigazione 15
L'innovazione tecnologica 16
I siti e le attività consorziali 16
Conclusioni 18

I comprensori irrigui

Ing. Dott. Giuseppe d'Arcangelo
Direttore Generale

Il territorio storico

I motivi e i contenuti di questo incontro sono illustrati idealmente nel manifesto di annuncio: una rappresentazione cartografica antica con l'aggiornamento grafico di uno dei simboli del progresso informatico che ha investito il territorio.

L'antica rappresentazione del territorio è rimasta immutata sino agli anni '30 del secolo passato.

In epoche storiche e protostoriche, il Tavoliere è stato sede di numerosi insediamenti umani, nel periodo neolitico, nelle età del bronzo e del ferro. Si conoscono con certezza i centri urbani in epoca Dauna e Romana: Passo di Corvo, Herdonia, Salpia Vetus, Salapia, Sipontum, Arpi, S. Giusta, Collatia Carmeia, Ergitium e Cupola.

A partire dall'alto medioevo VII e VIII secolo, tali centri urbani sono completamente scomparsi per il peggioramento della vivibilità territoriale. Il disordine idraulico si presentava diffuso allorché la maggior parte del Tavoliere con la formazione di estesi acquitrini, lagune e interramento di fiumi navigabili, in corrispondenza dei porti, divenne inospitale e insalubre. La barra dunale creatasi con l'apporto di torbide di fiumi e torrenti sfocianti nel Golfo di Manfredonia impediva all'acqua

scolante proveniente dal Preappennino di defluire a mare. Tale situazione si è perpetuata fino agli inizi del XIX secolo. L'estensione degli acquitrini e delle paludi fluttuavano con le stagioni, massima estensione durante l'inverno e minima durante le prolungate e caldissime stagioni estive e autunnali.

L'esteso territorio, idraulicamente disordinato, venne utilizzato economicamente nell'unico modo utile e redditizio: la pastorizia transumante.

L'attività economica storica

Il territorio, di proprietà regia, nella metà del XV secolo, dal primo Re aragonese fu trasformato in una perfetta macchina fiscale, con regole dure e precise che mutarono il Tavoliere in un deserto, soggetto a una pura economia di rapina e conseguente diffusione della cultura del pastore, che si sa, non mette mai radici e si appropria di tutto quello che trova sulla via.

Il puntuale prelievo fiscale avveniva all'ingresso delle greggi nel territorio della Dogana. L'amministrazione doganale non si preoccupò mai di programmare ed eseguire una seria ed efficace politica di bonifica e valorizzazione del territorio. Salvo qualche strada strategica, la mobilità territoriale era assicurata dalla rete tratturale con cui si muovevano le greggi di pecore.

Nel periodo invernale, un enorme numero di pecore svernava nel Tavoliere e tornava sulla montagne abruzzesi, campane e lucane durante il periodo estivo. Con l'Unità d'Italia, i piemontesi affrancarono al privato questa estesa proprietà pubblica e inizia una lentissima evoluzione dell'utilizzo agricolo del territorio in senso moderno. Si iniziarono a formare quelle classi di imprenditori necessarie allo sviluppo demografico e sociale del territorio, che a tutt'oggi non si è compiutamente formato.

La bonifica

Sta di fatto che sterminati pascoli venivano spazzolati sistematicamente da milioni di pecore. Ancora nel 1930, 65 anni dopo l'Affrancazione del territorio da parte dei privati, gli animali da pascolo ammontavano a circa 410.000. I pascoli erano estesi per poco meno di 120.000 ettari (27%), mentre le aree boscate erano poco più di 3500 ettari (0,8%). La situazione rimase tale fino all'epoca dei dissodamenti e della battaglia del grano del fascismo.

Il risanamento delle aree malsane, mediante il prosciugamento delle aree paludose e la regimazione idraulica delle acque meteoriche, ha comportato un muta-

mento del paesaggio e, al tempo stesso, effetti sulla demografia. Si è assistito ad un progressivo incremento della popolazione dei principali centri abitati di pianura. Questi, riassestati e rimessi dal punto di vista igienico e sanitario, offrivano agli abitanti delle cittadine situate nelle aree collinari e montane, fino allora preferite per la loro salubrità, maggiori prospettive di crescita economica e di sviluppo. Dal 1931 al 1998 la densità della popolazione all'interno del comprensorio di bonifica è passata da 55 abitanti per Km^2 a 155 abitanti per Km^2. Sono stati i centri abitati di pianura a crescere e tra questi, sorvolando sui comuni minori, Foggia che ha visto triplicare i suoi residenti, passati da 55.000 a 155.000, Lucera da 18.000 a 26.000, Manfredonia da 19.000 a 58.000, San Severo da 36.000 a 55.000 e Cerignola da 33.000 a 56.000.

L'irrigazione

A partire dalla metà degli anni '50, il Consorzio, parallelamente alla prosecuzione del Programma previsto dal Piano Generale di Bonifica, ha iniziato a realizzare le opere principali dei grandi comprensori irrigui a servizio della pianura di Capitanata.

Nel 1952 l'Ente irrigazione di Puglia e Lucania inizia la costruzione della Traversa di S. Venere sul fiume Ofanto, nel 1956 il Consorzio parte con la costruzione dello sbarramento sul torrente Osento affluente del fiume Ofanto negli agri di Monteverde e Aquilonia in Alta Irpinia. Nel 1958 il Consorzio avvia la costruzione della diga di Occhito in agro di Carlantino nel Preappennino Dauno. Nel 1969 iniziano i lavori della diga sulla Marana Capacciotti in agro di Cerignola e Ascoli Satriano. Nel 1989 si iniziano i lavori di realizzazione della diga sul torrente Celone in agro di Lucera e nel 2001 si è realizzata la traversa sul torrente Vulgano in agro di Lucera.

Alla fine degli anni '60 si incomincia la costruzione delle reti irrigue del Comprensorio Fortore, nel 1976 quelle del Comprensorio in sinistra Ofanto. Il primo impianto irriguo è stato del tipo a canalette nei territori comunali di Lesina e Sannicandro Garganico nella piana di Sagri. Il malfunzionamento, lo spreco della risorsa e l'antieconomicità determinarono la chiusura e la dismissione dell'impianto a metà degli anni '90.

Allo stato sono state attrezzate aree irrigue per 105.000 ha nel Fortore e 39.000 ha nella sinistra Ofanto. Le reti entrate in esercizio regolare a partire dal 1975 nel Fortore e dal 1983 nella sinistra Ofanto hanno assolto e assolvono alla funzione di supporto strategico allo sviluppo dell'agricoltura in particolare, e a quello economico della Capitanata.

L'innovazione tecnologica

L'esigenza di contenere i costi di gestione manutenzione delle opere irrigue e di bonifica ha indotto il Consorzio a cercare sistemi innovativi di gestione e manutenzione degli impianti sia essi dighe, impianti di sollevamento, idrovore, reti irrigue.

Nella gestione delle reti irrigue fin dagli anni '80 si è pensato di automatizzare alcuni segmenti dei processi di trasporto e distribuzione delle acque irrigue. Infatti, si sono realizzati impianti di teleregolazione e telecomando sulla rete di trasporto, funzioni che permettono di monitorare e tenere sotto controllo tutte le strutture idrauliche e relativi apparecchi di intercettazione di un unico centro di controllo telematico per la maggior parte dei distretti del nord Fortore 9-10A-10B-10C-10D e 11 a partire dal nodo idraulico di Finocchito, su circa 36000 ettari.

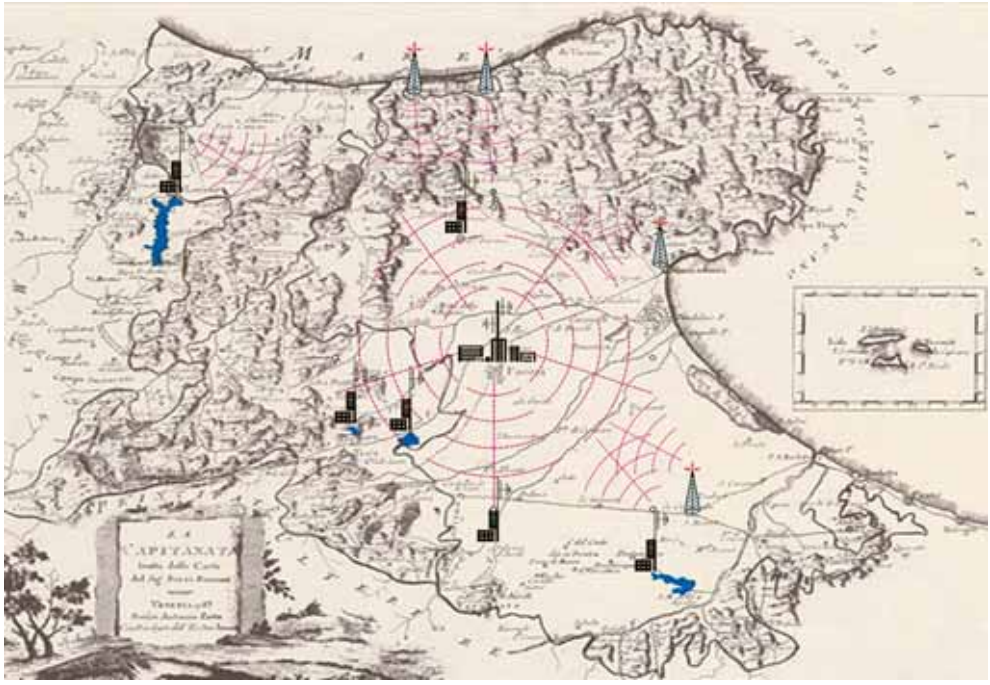
Analoghe innovazioni tecnologiche sono state realizzate nel sud Fortore sulle reti chiuse ad anello, a partire dalle torri piezometriche P1-P2-P3 e dei distretti 6B-12 e 13 su una superficie di circa 30.000 ettari. Per svincolare la lettura dall'operatività manuale dell'operaio letturista, il Consorzio ha promosso la sperimentazione di messa a punto di un dispositivo elettronico che abilita alla chiusura, all'apertura delle erogazioni di acqua ai consorziati e di registrare la lettura in maniera elettronica e rilevare automaticamente i consumi irregolari. Il Consorzio ha già in normale esercizio con questa tecnologia tutta l'area della sinistra Ofanto. Contestualmente nei distretti irrigui del Fortore 6B e 12 si sta sperimentando anche la lettura e la trasmissione telematica delle letture: ciò permetterà di realizzare notevoli economie di scala.

Infine, l'innovazione tecnologica ha anche interessato manufatti complessi: gli sbarramenti, gli impianti di sollevamento irriguo e le idrovore che dominano i polder di bonifica, inoltre il rilevamento e la diffusione in tempo reale dei dati agrometeorologici provenienti dalla rete delle capannine completamente automatizzate.

Di tutte queste sperimentazioni, installazioni, utilizzo e gestione di tutti gli approfondimenti informatici parleranno i protagonisti di queste iniziative: ovvero i tecnici del Consorzio siano essi tecnici in senso stretto o amministrativi. Non vi sono relatori esterni perché, nella realtà della Capitanata non sono presenti società o tecnici esterni che possano relazionare in merito alla sperimentazione effettuata e alla gestione della stessa, esclusiva iniziativa del Consorzio sia in termini di know-how, sia di risorse umane e finanziarie.

I siti e le attività consorziali

Numerosissimi sono i siti su cui sono dislocate le opere e su cui l'organizzazione consortile svolge le sue attività:



· Opere di bonifica: 1800 Km di corsi d'acqua e canali, 15 idrovore, 84 valvole fluviali, 10 polder, 3 acquedotti rurali;
· Opere di irrigazione: 4 dighe, 2 Traverse, 24 Km di galleria, 41 Km di canali artificiali, 1010 Km di adduttori di grande diametro, 8000 Km di rete distributiva irrigua, 140.000 ha attrezzati all'irrigazione, 13 centri di irrigazione, 35 distretti irrigui, 8 impianti di sollevamento, 6 grandi torri piezometriche.
Nel comprensorio di bonifica, comprendente gli agri di 39 comuni, il Consorzio assicura la presenza continua e puntuale sul territorio.

Tale presenza e l'intensa attività istituzionale sono quasi sconosciute e sottostimate dalla società civile. Ci si accorge del Consorzio solo in occasione di disastri naturali, quando comunque e senza ragioni o motivazioni oggettive si cercano colpevoli o, in ogni caso, capri espiatori a giustificazione di inerzia e inadempienze delle istituzioni territoriali che hanno la responsabilità del governo territoriale.

In questo incontro corre l'obbligo di rimediare a questa disfunzione mediatica affermando, senza timore di smentita, che a partire dal 1928, questa lungimirante istituzione ha recuperato alla vivibilità e alla utilizzazione economica oltre mezzo milione di ettari nel territorio della Capitanata, portando l'ordine idraulico, eliminando la insalubrità territoriale costruendo una moderna rete stradale e una rete elettrica rurale, affrancandoli da un agricoltura agro-zootecnica di stampo medie-

vale. In breve, il Consorzio ha trasformato estese plaghe di acquitrini in fiorenti campi coltivabili e realizzando, infine, grandi strutture irrigue che hanno permesso alle aziende agricole di inserirsi nel moderno mercato.

Conclusioni

Lo sforzo attuale del Consorzio è quello di porsi come obiettivo la gestione delle opere consortili, di bonifica, di irrigazione, dell'ambiente, in maniera massimamente economica con l'aiuto dell'innovazione tecnologica. Pertanto, riconoscenza va alle generazioni di operatori consortili che hanno prestato la loro opera, siano essi amministratori o dipendenti.

Non senza qualche punta di orgoglio constatiamo che il Consorzio è oggetto di alta attenzione di Istituzioni di ricerca internazionali, nazionali e locali per i compiti che svolge, per le iniziative che attiva e per la vasta collaborazione con le Istituzioni che coinvolgono l'Ente per la competenza, l'affidabilità e la disponibilità e soprattutto per la preparazione delle risorse umane di cui dispone.

Queste sono le motivazioni della partecipazione come partner a numerosi progetti internazionali finanziati dalla Comunità Europea, partecipazione sostenuta dalla notevole esperienza acquisita in 80 anni di attività internazionali sia nel campo strettamente tecnico della bonifica, dell'irrigazione, dell'ambiente, e sia come modello di gestione diretta da parte dei beneficiari finali delle attività consortili: gli agricoltori

Si è ritenuto di non fare relazioni di carattere generale ma di parlare delle effettive esperienze maturate per informare e partecipare l'importanza della presenza nel territorio della Capitanata; del Consorzio; e, in particolare, evidenziare quelle risorse di capacità per l'aggiornamento tecnologico che altrimenti rimarrebbe nascosto e non darebbe il giusto rilievo al personale artefice di queste innovazioni che non hanno niente da invidiare ad altre aree che sembrano essere molto più avanti della realtà in cui viviamo.

Bibliografia

Giuliano Volpe, *la Daunia nell'età della romanizzazione, Paesaggio agrario, produzione, scambi*, Edipuglia s.r.l., Bari 1990.

Catherine Delano Smith, *Daunia Vetus,- Terra, vita e mutamento sulle coste del Tavoliere*, Amministrazione Provinciale di Capitanata, Foggia 1978.

P. Di Cicco, *Censuazione ed affrancazione del Tavoliere di Puglia (1769-1865)*, Quaderni della Rassegna degli Archivi di Stato, Roma 1964.

Consorzio Bonifica Capitanata, *Piano Generale di Bonifica*, Curato 1934.

Consorzio Bonifica Capitanata, *Piano Generale di Bonifica*, Carrante, Medici, Perdisa 1938.

Consorzio Bonifica Capitanata, *Piano Generale di Bonifica*, Mazzocchi-Alemanni 1946.

Consorzio Bonifica Capitanata, *Cinquant'anni di bonifica nel Tavoliere*, Bastogi 1984.

Giuseppe d'Arcangelo, *Gestione tecnica ed amministrativa, in autogoverno, di estesi comprensori irrigui pubblici*. Atti della conferenza internazionale Acqua e Irrigazione, Cremona 2001.

Checco, L. D'Antone, F. Mercurio, V. Pizzini, *Il Tavoliere di Puglia Bonifica e Trasformazione tra XIX e XX secolo*, Laterza 1988.

N. Lamaddalena, *Analysis of the behavoir of collective irrigation system operating on demand*, in "Bonifica", n. 1-2/95.

Monitoraggio telematico delle dighe

Ing. Leonardo Procaccini
Vice direttore Servizi d'Ingegneria

1. Premessa 23

2. Evoluzione del monitoraggio 25

3. Un'applicazione in Capitanata: la Diga di Occhito 29

3.1. Il sistema di monitoraggio della strumentazione installata alla Diga di Occhito sul Fortore 32

3.1.1. Architettura del sistema 32

3.1.2. Sensori 33

3.1.3. Stazioni periferiche 33

3.1.4. Rete di telecomunicazione 34

3.1.5. Centro di supervisione 34

3.1.6. Centro di supervisione remoto 34

3.1.7. Software di gestione 35

3.1.8. Modello matematico 38

3.1.9. Software per la gestione dei profili di saturazione 39

3.2. Il sistema di telecontrollo degli organi di scarico della diga di Occhito sul Fortore 42

3.2.1. Architettura e configurazione del sistema 44

3.2.2. Software applicativo per la supervisione della diga 45

4. Utilizzo del monitoraggio: bilancio idrico. Gestione delle piene 49

5. Scenari futuri 54

Monitoraggio telematico delle dighe

Ing. Leonardo Procaccini
Vice direttore Servizi d'Ingegneria

1. Premessa

In questa relazione si espongono le esperienze del Consorzio per la bonifica della Capitanata relative al monitoraggio in rapporto alle dighe.

È opportuno, comunque, fare alcune considerazioni preliminari, tanto ovvie, quanto sistematicamente ignorate:

· *L'acqua è una risorsa ed una minaccia.* Sta alla capacità dell'uomo di utilizzare al massimo ed al meglio la risorsa, e di ridurre al minimo i danni che il suo eccesso o il suo deficit hanno sempre provocato.

· *L'acqua è una risorsa variabile nello spazio e nel tempo*. Spesso non se ne ha disponibilità per quando e quanto se ne vuole. È perciò necessario avere la capacità di trattenere gli eccessi naturali per metterli a disposizione dei consumi nei periodi successivi. Ed è questo l'equilibrio che le dighe, con la creazione di invasi artificiali possono migliorare.

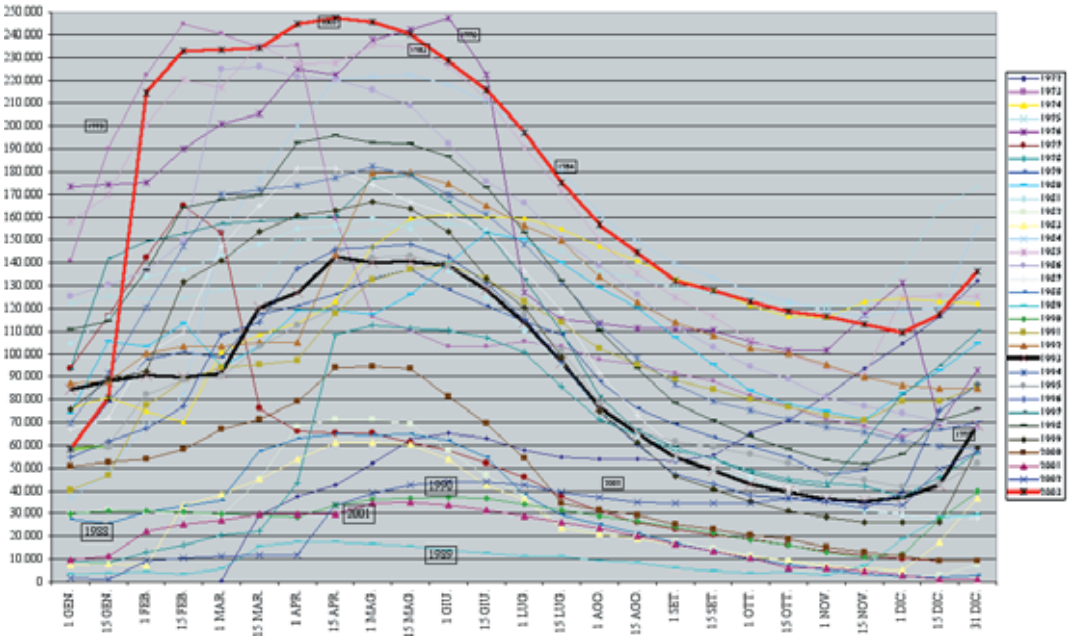
Si tratta di opere imponenti con cui attualmente sono accumulabili nel mondo 15 miliardi di mc, a fronte di una necessità globale stimata dagli esperti di 24 miliardi di mc. In Italia le grandi dighe, con altezza superiore ai 15 m e con capacità di invaso di un milione di mc, sono 560 e ricadono sotto il controllo del R.I.D. (Registro Italiano Dighe) ex S.N.D.

La funzione di regolazione è particolarmente rilevante nel territorio della Capitanata. I monti del Sub-Appennino Dauno hanno sempre inondato con piene copiose e improvvise la piana del Tavoliere nel periodo invernale - primaverile, abbandonandola alla sua aridità quasi totale nei periodi estivi/autunnali.

La particolare disponibilità di risorsa nel Sub-Appennino ha consentito di realizzare *spazialmente*, subito a ridosso della piana, gli sbarramenti di ritenuta delle piene, che, *temporalmente*, appena finita la fase di accumulo, sono utilizzate per le esigenze potabili, irrigue ed industriali della provincia di Foggia. Si realizza così una laminazione di fatto, come può evincersi dal diagramma dei volumi di invaso della diga di Occhito dal 1972 al 2003.

M mc

Diga di Occhito · Diagramma dei volumi di invaso



Né va sottovalutato che la risorsa è invasata a quota adeguata per dare il carico idrico necessario per le reti di valle senza i costi economici e ambientali del consumo di energia elettrica.

È una felicissima situazione che così ha reso naturale alimentare i rubinetti di casa e le bocchette irrigue da far quasi credere che l'acqua sorga lì dove la prendiamo, quasi inopinatamente.

È invece una risorsa che si fonda su uno studio attento del territorio, sulla realizzazione di un complesso idrico tra i più importanti d'Europa, imperniato su n. 4 invasi con una capacità di accumulo di 326 milioni di mc e su migliaia di Km di rete adduttrice e distributiva e relative apparecchiature. In tale contesto la gestione deve tendere alla migliore utilizzazione e conservazione di tutto il sistema.

D'altro canto, la particolare importanza che gli invasi artificiali rivestono sotto molteplici aspetti: economici, tecnici, sociali, ambientali etc. hanno imposto una specifica normativa a cui attenersi, che, tra l'altro, prevede per il gestore l'obbligo del monitoraggio degli stessi.

2. Evoluzione del monitoraggio

La norma non ha imposto il tipo di monitoraggio: se manuale, semiautomatico o automatico, ma è evidente che tali elementi hanno subito la naturale evoluzione della tecnica e della sensibilità degli operatori. È comunque chiara la tendenza che emerge da atti di convegni specialistici di un adeguamento della norma con precisi orientamenti verso il monitoraggio automatico. Le tabelle di seguito riportate, riprese da bollettini ITCOLD (Comitato Nazionale Italiano Grandi Dighe) rappresentano schematicamente il processo di evoluzione del settore, che ha riguardato sia la sensoristica, quanto i metodi di acquisizione dei dati e la loro elaborazione e interpretazione.

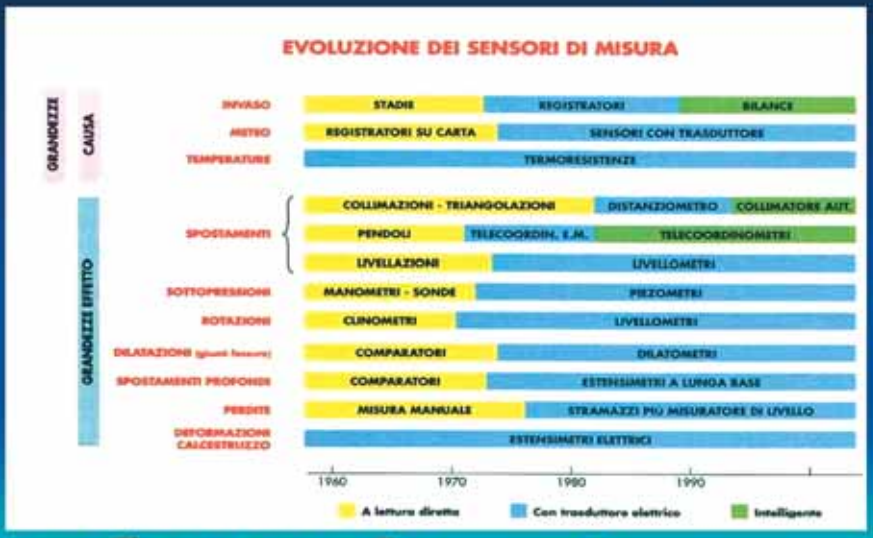
Al fine di conseguire la migliore conservazione possibile di tali manufatti, la elevazione della sicurezza e dell'efficienza, la riduzione dei costi di gestione e manutenzione a parità di qualità di servizio, la ottimizzazione dell'impiego delle risorse umane, pur senza alcuna prescrizione, il Consorzio ha ritenuto opportuno dotarsi di un sistema di acquisizione e gestione automatica dei principali parametri idrici, geotecnici, nonché dei principali impianti.

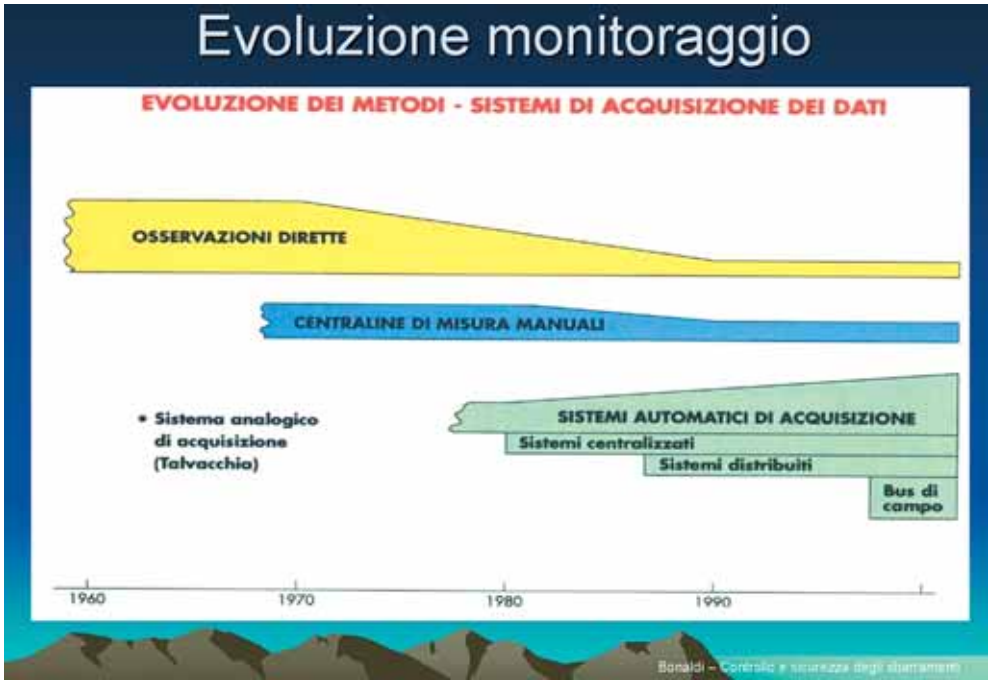
Si è ricercato un sistema che consentisse solidità, affidabilità, modularità, flessibilità con possibilità per l'utente di personalizzarlo ed espanderlo al variare delle esigenze.

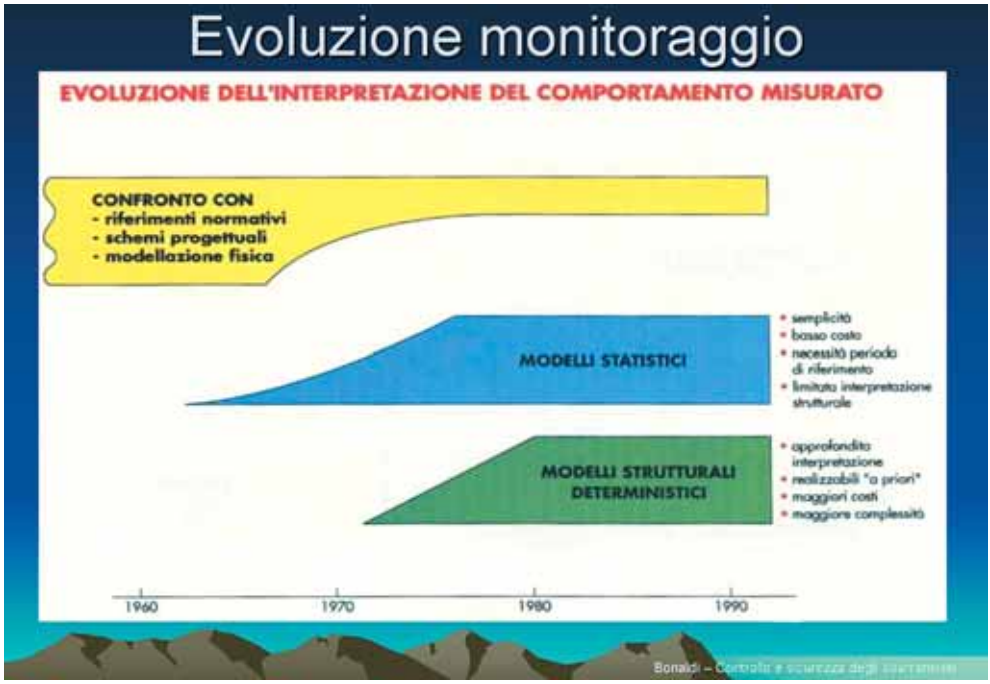
Evoluzione del monitoraggio

Anni	Dighe	Sensoristica	Elaborazione
1900 - 1960	66 %	attenzione rivolta alla progettazione ed alla esecuzione dell'opera con poche indicazioni per il controllo dell'opera, che avveniva con osservazioni di tipo diretto, stadie , misure di portate con stramazzi rilievi topografici	Confronto con progetto
1960 - 1980	25 %	Trasduttori di tipo elettrico, in cui l'uscita analogica del sensore è proporzionale alla grandezza rilevata:corde vibranti, potenziometri estensimetri etc	aggiornamernto della normativa modelli matematici di comportamento
Dal 1980	9 %	Evoluzione tecnologia con elevazione della sensibilità a precisione bilance di pressione	Maggiore rapporto con l'ambiente (studio onde di piena) estendimento di modelli matematici deterministici (elementi finiti)

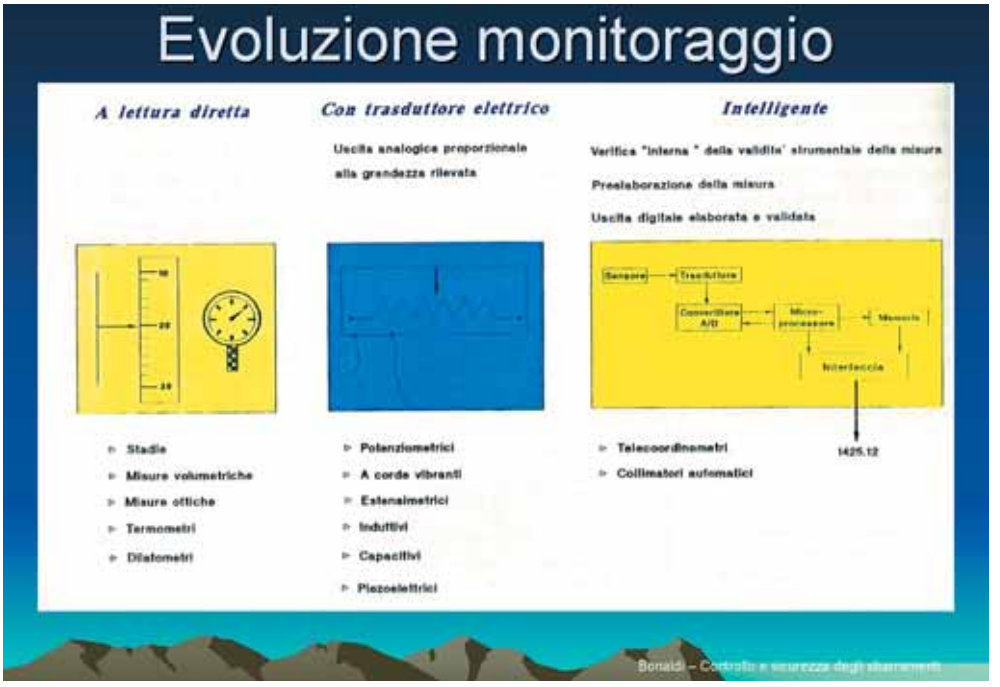
Evoluzione monitoraggio

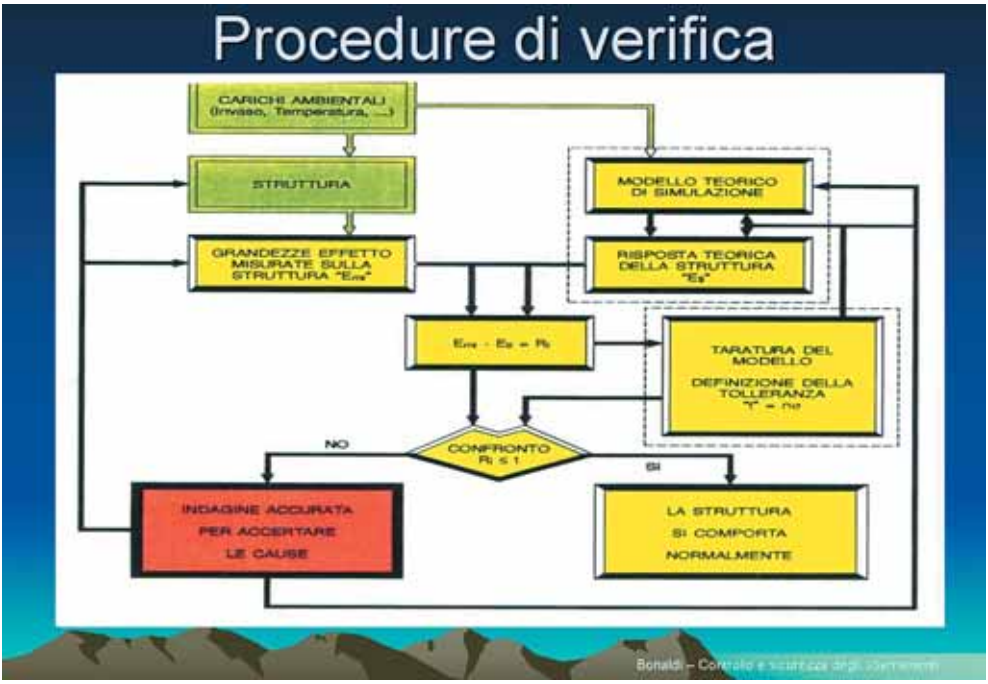



Evoluzione monitoraggio
EVOLUZIONE DEI METODI - SISTEMI DI ACQUISIZIONE DEI DATI
OSSERVAZIONI DIRETTE
CENTRALINE DI MISURA MANUALI
• Sistema analogico di acquisizione (Talvacchia)
SISTEMI AUTOMATICI DI ACQUISIZIONE
Sistemi centralizzati
Sistemi distribuiti
Bus di campo
1960
1970
1980
1990
Bonaldi – Controllo e sicurezza degli sbarramenti


Evoluzione monitoraggio
EVOLUZIONE DELL'INTERPRETAZIONE DEL COMPORTAMENTO MISURATO
CONFRONTO CON
- riferimenti normativi
- schemi progettuali
- modellazione fisica
MODELLI STATISTICI
• semplicità
• basso costo
• necessità periodo di riferimento
• limitata interpretazione strutturale
MODELLI STRUTTURALI DETERMINISTICI
• approfondita interpretazione
• realizzabili "a priori"
• maggiori costi
• maggiore complessità
1960
1970
1980
1990
Bonaldi – Controllo e sicurezza degli sbarramenti

Evoluzione monitoraggio
EVOLUZIONE DELLA GESTIONE - ELABORAZIONE DATI
TRASCRIZIONE E DIAGRAMMAZIONE MANUALI
SISTEMI COMPUTERIZZATI
- gestione
- elaborazione
- diagrammazione
60
70
80
90
RECUPERO IN B. D. INFORMATICA DELLE MISURE PREGRESSE
ABBINAMENTO CON SISTEMI AUTOMATICI DI MONITORAGGIO (ENORME AUMENTO DATI DI MISURA)
BASE DATI IDONEA PER APPROFONDIMENTI INTERPRETATIVI (MODELLI PREVISIONALI)
SISTEMI INFORMATIVI PER LA GESTIONE COMPLESSIVA DEI DATI INERENTI LA SICUREZZA (RISCONTRI VISIVI, MISURE, DATI DA INDAGINI SPECIALISTICHE, ETC.
Bonaldi – Controllo e sicurezza degli sbarramenti


Evoluzione monitoraggio
A lettura diretta
Con trasduttore elettrico
Intelligente
Uscita analogica proporzionale alla grandezza rilevata
Verifica "interna " della validita' strumentale della misura
Preelaborazione della misura
Uscita digitale elaborata e validata
Sensore
Trasduttore
Convertitore A/D
Micro-processore
Memoria
Interfaccia
1425.12
Stadie
Misure volumetriche
Misure ottiche
Termometri
Dilatometri
Potenziometrici
A corde vibranti
Estensimetrici
Induttivi
Capacitivi
Piezoelettrici
Telecoordinometri
Collimatori automatici
Bonaldi – Controllo e sicurezza degli sbarramenti



3. Un'applicazione in Capitanata: la Diga di Occhito

Si riportano di seguito le esperienze al riguardo acquisite per la diga di Occhito. Essa è situata nel Comune di Carlantino, provincia di Foggia ed intercetta le acque del fiume Fortore. La struttura è a gravità in materiali sciolti, con nucleo centrale inclinato impermeabile.

I dati più significativi sono:

anno di ultimazione	1966
quota del piano di coronamento	200,40 m slm
altezza della diga	60 m
sviluppo del coronamento	432 m
quota di massima regolazione	195 m slm
quota di massimo invaso	198 m slm
volume invaso a quota di massima regolazione	292x10^6 mc
volume invaso a quota di massimo invaso	333x10^6 mc
superficie a quota di massima regolazione	14,3 km^2
volume utile dell'invaso	247,7*10^6mc

La diga è in materiali sciolti e non può pertanto, essere tracimabile (overtopping). Particolare importanza rivestono gli organi di scarico, i quali devono far defluire verso valle gli afflussi che dovessero pervenire, una volta raggiunta la quota di massima regolazione (195 m slm).

La diga è fornita dei seguenti organi di scarico:
· *Sfioratore di superficie a soglia libera* quota 195 m slm con uno sviluppo di 112,4 m;
· *Sfioratore con 3 paratie a ventola*, con altezza di 3 m e sviluppo di ciascuna luce di 12,7 m, ad azionamento automatico e/o oleodinamico, le quali, allorché il livello dell'invaso supera la quota di massima ritenuta (195 m slm), regolano la quota della soglia di sfioro da 195 a 192 m slm, al crescere del livello dell'invaso. La portata complessiva degli sfioratori alla quota di massimo invaso è di 2100 mc/s.

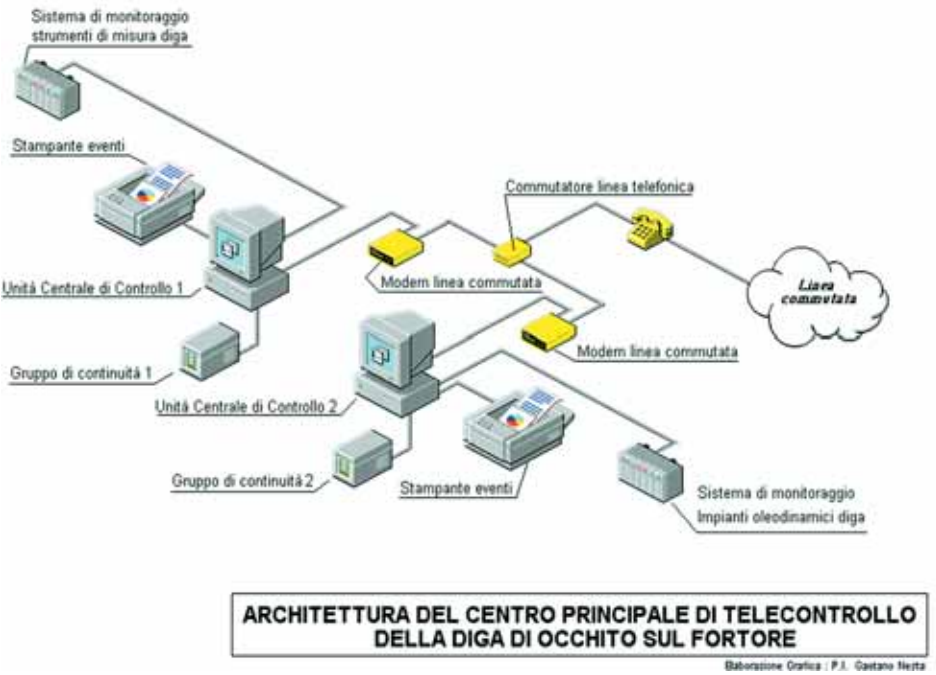
· Scarico di fondo in galleria (n. 2 paratoie piane)

Quota della soglia	141,87 m slm
Diametro della galleria	8,5 m
Lunghezza della galleria	370 m slm
Dimensioni della singola paratoia	4,3 x 5 m
Portata complessiva alla quota di massimo invaso	700 mc/s

Si riporta nella figura che segue l'architettura del sistema installato presso la diga di Occhito, che ha interessato:

· il monitoraggio degli strumenti di misura geotecnici idraulici e meteo;

· il monitoraggio, controllo e comando degli impianti oleodinamici della diga.



ARCHITETTURA DEL CENTRO PRINCIPALE DI TELECONTROLLO DELLA DIGA DI OCCHITO SUL FORTORE

Elaborazione Grafica : P.I. Gaetano Nezza

3.1. Il sistema di monitoraggio della strumentazione installata alla Diga di Occhito sul Fortore

Gli interventi hanno riguardato la acquisizione automatica di tutti gli strumenti geotecnici, idraulici e meteo esistenti e la installazione e acquisizione di ulteriori sensoristica. I lavori si sono svolti negli anni 1998-1999 a mezzo dell'impresa Carlo Gavazzi Idross di Milano.

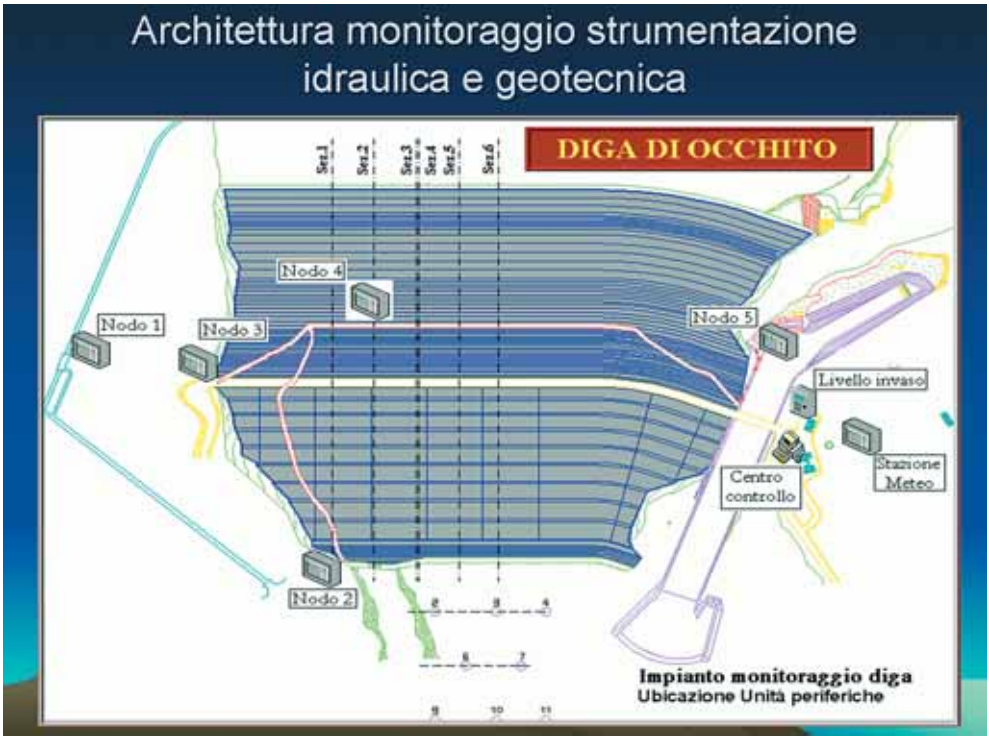
3.1.1. Architettura del sistema

Il sistema prevede:

· n. 1 centro di controllo presso la casa di guardia;
· n. 5 unità periferiche o nodi;
· n. 1 stazione meteo;
· n. 1 una unità periferica per la misura del livello dell'invaso;
· il collegamento a mezzo cavo a fibra ottica.

Si è cioè trattato di interventi che hanno interessato:

· Sensori di misura;



· Sistemi di acquisizione delle misure;
· Elaborazione dei dati di misura;
· Interpretazione del comportamento dell'opera.

3.1.2. Sensori

I sensori di nuova installazione sono:
· n. 1 misuratore livello dell'invaso.

Per avere una misurazione di precisione in grado di registrare le piccole variazioni del livello, per poter così, di conseguenza, impostare il bilancio dell'invaso anche ad intervalli di ora, si è installato un trasduttore di pressione ad alta precisione a monte della paratoie di scarico di fondo. Il principio di funzionamento del sensore è basato su un quarzo oscillante.

È stato, inoltre, recentemente installato un misuratore di livello a cella piezoresistiva immersa nel lago in posizione tale da non esser influenzato durante gli eventuali passaggi di acqua attraverso gli organi di scarico.
· n. 3 misuratori di portata con bocche a stramazzo, in cui il carico sul vertice viene dato da un trasduttore di livello lineare del tipo a guida d'onda meccanica e magnete mobile (LVDT);
· n. 8 misure del livello della falda mediante installazione in tubi piezometrici esistenti a valle della diga di trasduttori di pressione del tipo a corde vibranti;
· n. 15 misuratori elettrici di giunti nel cunicolo centrale della diga;
· n. 1 trasduttore di pressione di tipo ceramico sensibilizzato mediante circuito elettronico fotoinciso sulla superficie (ponte Wheatsone) installato nella presa di pressione esistente nella galleria di derivazione Occhito-Finocchito;
· n. 1 centralina meteo di acquisizione ed elaborazione dei dati rilevati da trasduttori per: velocità del vento; temperatura aria e umidità relativa; precipitazioni meteoriche; radiazione solare; pressione atmosferica; evaporazione.

Vengono inoltre acquisiti in automatico i segnali dei trasduttori a corde vibranti esistenti per la misurazione delle pressioni totali e delle pressioni interstiziali nel corpo diga e quelli per la misurazione delle deformazioni con estensimetri del muro di sfioro con estensimetri.

3.1.3. Stazioni periferiche

Sono state realizzate n. 5 stazioni periferiche per l'acquisizione, la scansione e la digitalizzazione dei segnali provenienti dai trasduttori ubicati in prossimità di ciascuna delle stazioni.

Ciascuna stazione è dotata di:
· gruppo trasformatore; gruppo di alimentazione con batteria tampone caricabatteria;
· gruppo di selezione per canali a due vie;

· gruppo di misura per segnali analogici 4-20 MA (ADM);
· gruppo di misura per sensori a corde vibranti (DEC);
· unità di controllo e memorizzazione CUM;
· gruppo tastiera e display;
· modulo stand-by;
· morsettiera per misure manuali;
· barriera di soppressione delle sovratensioni.

3.1.4. Rete di telecomunicazione

Le comunicazioni avvengono mediante rete realizzata con cavo a fibra ottica (2 fibre con protezione antiroditore) opportunamente interfacciato tramite moduli link con le centraline periferiche e il Centro di Supervisione.

3.1.5. Centro di supervisione

Ubicato nell'ufficio della casa di guardia, questo Centro ha la funzione di acquisire i dati, elaborarli nonché provvedere al controllo e alla gestione delle 5 Unità Periferiche Remote, della centralina per microclima e della centralina per misura livello dell'invaso.

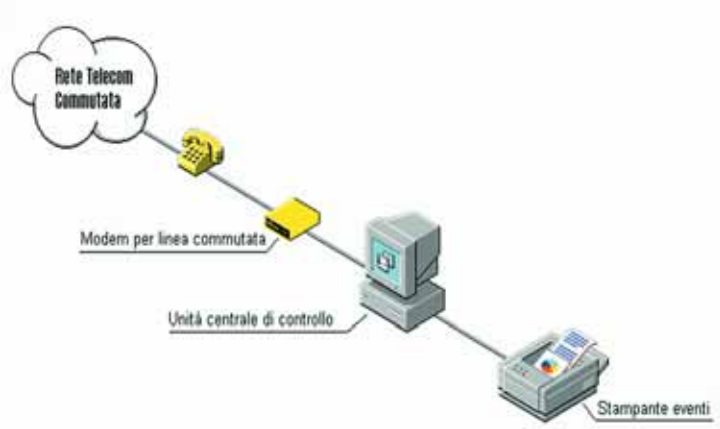
Il centro di supervisione è largamente ampliabile per acquisizione di eventuali periferiche future.

In particolare le funzioni caratteristiche eseguite dai centri di supervisione sono:
· Interrogazione automatica ciclica delle "Unità Periferiche Remote" (UPR);
· Acquisizione dei segnali e delle misure provenienti dalle UPR;
· Ricezione in tempo reale di allarmi provenienti dalle UPR indipendentemente dalla interrogazione ciclica delle stesse;
· Collegamento istantaneo secondo richiesta dell'Utente con qualsiasi delle UPR con conseguente aggiornamento dei dati riferiti alla stessa;
· Elaborazione dei dati acquisiti;
· Esportazione dei dati su altri sistemi informatici.

Il Centro è inoltre dotato di gruppo di continuità (UPS) di potenza nominale di 3000 VA dimensionato per garantire al centro di Monitoraggio, in caso di assenza di alimentazione da rete, una autonomia superiore ai 30 minuti primi.

3.1.6. Centro di supervisione remoto

Attraverso un collegamento "*modem*" tutte le informazioni acquisiti nel centro di controllo in diga vengono trasmesse verso un centro di supervisione esterno installato presso la sede del Consorzio, o su personal computer portatile, a disposizione della struttura tecnica preposta, per i controlli in tempo reale del comportamento dell'opera per i provvedimenti eventuali da adottare.



ARCHITETTURA DEL CENTRO DI TELECONTROLLO REMOTO
Sede Consorzio per la Bonifica della Capitanata - Foggia
Elaborazione Grafica: P.I. Gaetano Nesta

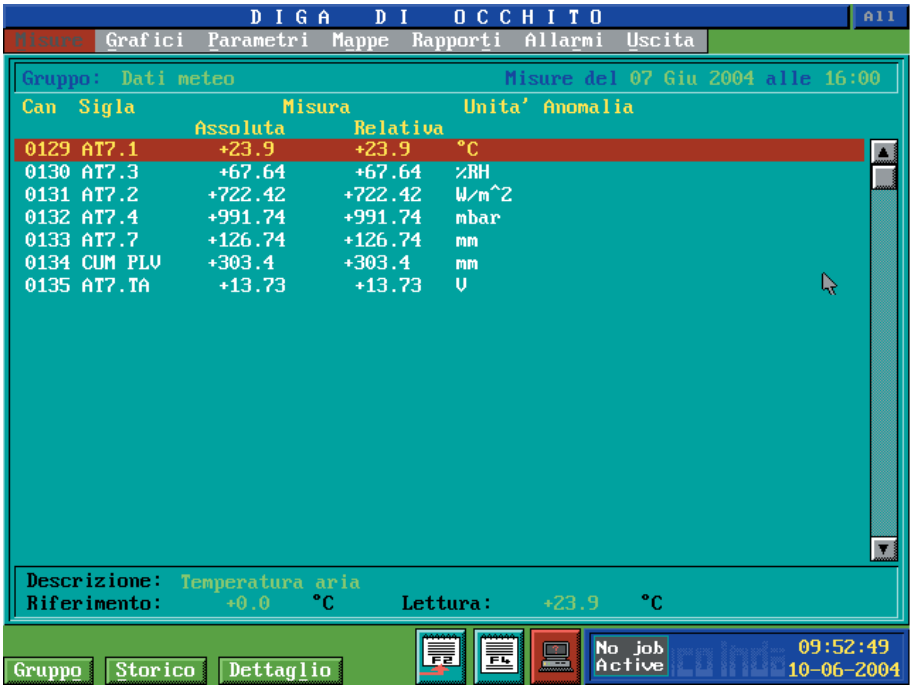
3.1.7. Software di gestione

Il sistema si avvale del software "Indaco" in grado di svolgere le seguenti funzioni:

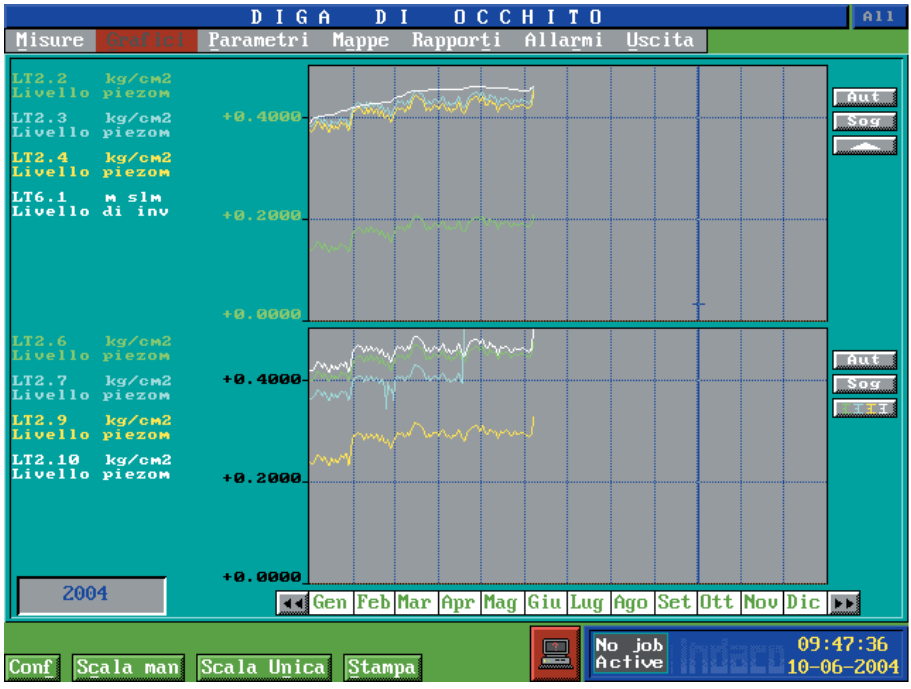
· gestione delle comunicazioni tra elaboratore e apparati front end;
· gestione delle comunicazioni in rete locale Ethernet;
· progettazione, realizzazione e parametrizzazione delle maschere video da parte dell'operatore;
· progettazione, realizzazione e parametrizzazione della base dati da parte dell'operatore;
· presentazione globale in forma sinottica dello stato di funzionamento delle varie stazioni periferiche;
· presentazione in forma sinottica dello stato degli impianti. Per ogni impianto gestito da una stazione periferica viene associata una pagina video, e vengono fornite completamente sviluppate circa 80 pagine video e configurati gli I/0 relativi alle stesse pagine;
· gestione della diagnostica dell'intero sistema;
· elaborazione delle segnalazioni e allarmi in entrata, secondo sequenze predefinite in sede di progetto esecutivo (scelte salvo casi eccezionali tra le standard ISA);
· attivazione in caso di allarme di segnali luminosi e/o acustici, in modo che la

gestione dell'allarme non dipenda dalla attenzione visiva dell'operatore;
· possibilità di visualizzazione e stampa degli eventi e degli allarmi secondo criteri di selezione e formati configurabili dall'operatore;
· gestione della memorizzazione degli allarmi in archivi di l/O con possibilità di ricerca, consultazione, stampa ed esportazione verso altri sistemi;
· acquisizione e presentazione di valori di misure in forma tabellare ed in forma grafica;
· elaborazione di valori di misure e/o di variabili calcolate secondo formule predefinite;
· creazione di archivi storici dei dati acquisiti;
· produzione di report a tempi programmati, su evento o su richiesta dell'operatore. I report potranno essere sia stampati che inviati sul video operatore. I formati dei reports potranno essere definiti e salvati su files di configurazione;
· predisposizione e verifica di attuabilità di comandi operatore da inviare al campo;
· costruzione di sequenze di automazione da attuare su comando manuale o automaticamente al verificarsi di determinati eventi;
· definizione dei livelli di accesso per gli utenti del sistema e loro gestione.

Nelle pagine che seguono vengono riprodotte le principali pagine acquisibili con il software installato.



DIGA DI OCCHITO
All
Misure Grafici Parametri Mappe Rapporti Allarmi Uscita
Canale: 0139 Sigla: LT6.1 Descrizione: Livello di invaso
Data Ora Lettura psi Misura m slm Anomalia
Assoluta Relativa
06/06/2004 22:00 +59.45 +41.80 +194.97
06/06/2004 23:00 +59.48 +41.82 +194.99
07/06/2004 00:00 +59.51 +41.84 +195.01
07/06/2004 01:00 +59.53 +41.85 +195.02
07/06/2004 02:00 +59.55 +41.87 +195.04
07/06/2004 03:00 +59.56 +41.87 +195.04
07/06/2004 04:00 +59.57 +41.88 +195.05
07/06/2004 05:00 +59.58 +41.89 +195.06
07/06/2004 06:00 +59.59 +41.89 +195.06
07/06/2004 07:00 +59.59 +41.89 +195.06
07/06/2004 08:00 +59.60 +41.90 +195.07
07/06/2004 09:00 +59.61 +41.91 +195.08
07/06/2004 10:00 +59.62 +41.92 +195.09
07/06/2004 11:00 +59.62 +41.92 +195.09
07/06/2004 12:00 +59.62 +41.92 +195.09
07/06/2004 13:00 +59.62 +41.92 +195.09
07/06/2004 14:00 +59.63 +41.92 +195.09
07/06/2004 15:00 +59.63 +41.92 +195.09
07/06/2004 16:00 +59.63 +41.92 +195.09
Riferimento: -153.17 m slm Dato storico: Visibile
Modifica Stampa Calcola
No job Active
09:47:02
10-06-2004

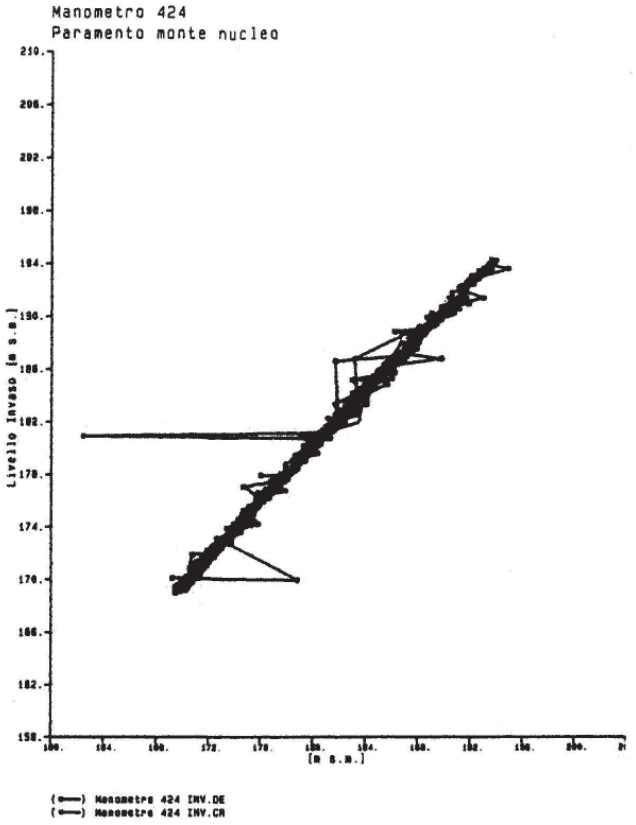

DIGA DI OCCHITO
All
Misure Grafici Parametri Mappe Rapporti Allarmi Uscita
LT2.2 kg/cm2 Livello piezom
LT2.3 kg/cm2 Livello piezom
LT2.4 kg/cm2 Livello piezom
LT6.1 m slm Livello di inv
+0.4000
+0.2000
+0.0000
LT2.6 kg/cm2 Livello piezom
LT2.7 kg/cm2 Livello piezom
LT2.9 kg/cm2 Livello piezom
LT2.10 kg/cm2 Livello piezom
+0.4000
+0.2000
+0.0000
Aut
Sog
2004
Gen Feb Mar Apr Mag Giu Lug Ago Set Ott Nov Dic
Conf Scala man Scala Unica Stampa
No job Active
09:47:36
10-06-2004

3.1.8. Modello matematico

È stato inoltre elaborato il *modello di simulazione* del comportamento strutturale da confrontare con il comportamento misurato sull'opera. Si tratta di un modello statistico fondato sulla correlazione tra grandezze causa e grandezze effetto attraverso l'esame delle misure storiche registrate sullo sbarramento.

È un modello applicabile solo in quanto il Consorzio ha sistematicamente effettuato e conservato le misurazioni costituendo un archivio sufficientemente esteso e completo. Questo è, cioè, il risultato di un processo di attività lungo e continuo.

D'altra parte, un modello matematico di tipo deterministico, con elaborazione agli elementi finiti, trova scarse applicazioni e modesta attendibilità nelle dighe in materiali sciolti, mentre trova sempre più diffusa applicazione nelle dighe in calcestruzzo.



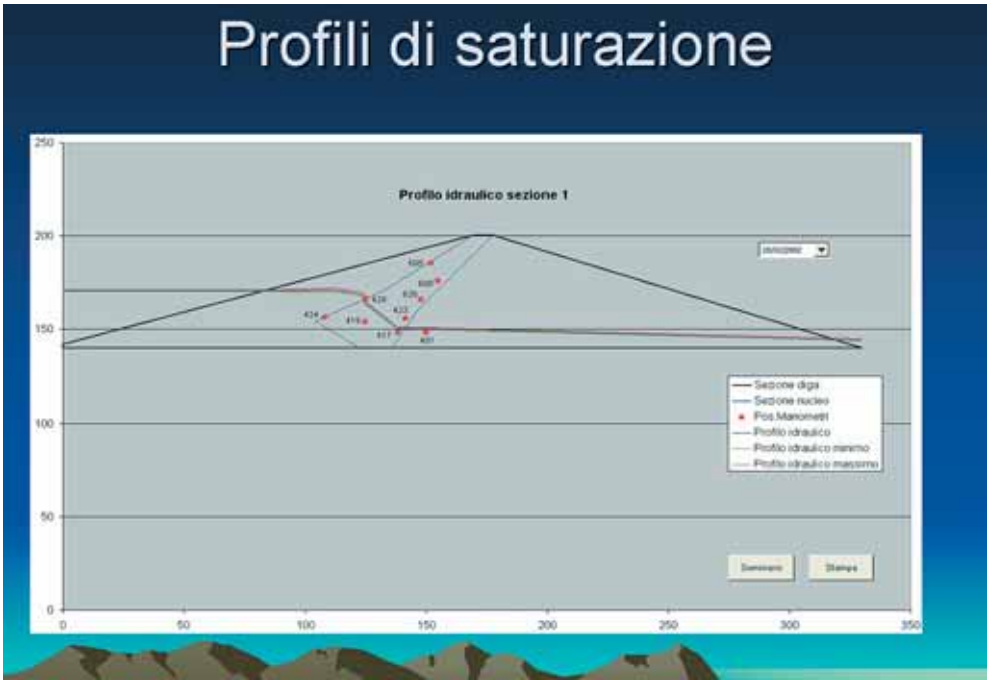
3.1.9. Software per la gestione dei profili di saturazione

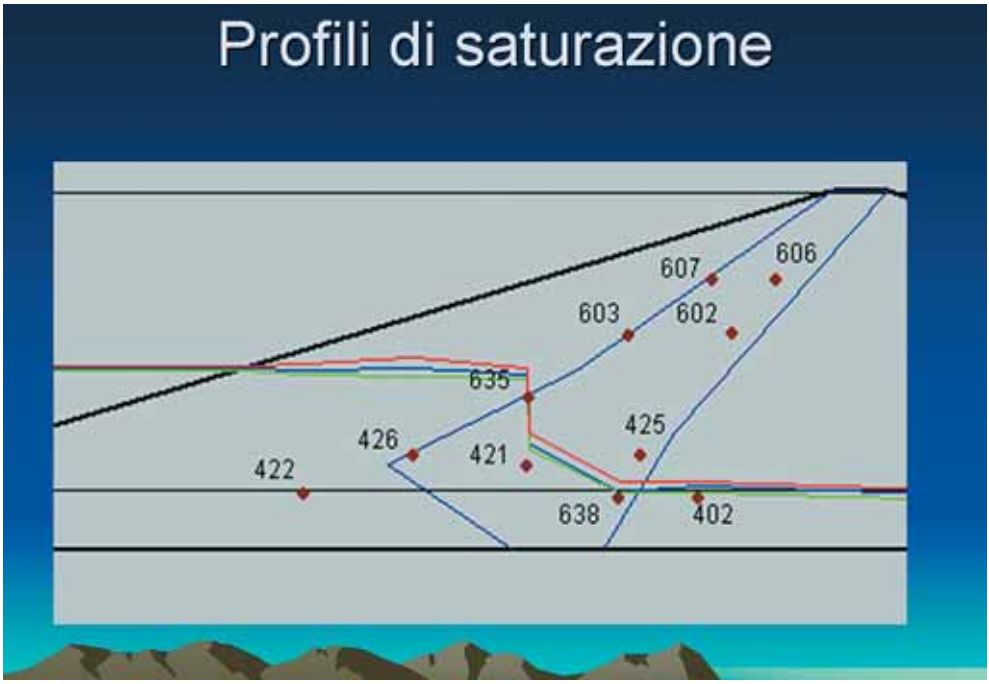
La rappresentazione grafica in tempo reale costituisce il mezzo per un primo controllo diretto presso il centro della diga, in quanto consente facilmente di verificare in rapporto ad una causa il variare delle misure.

Per aumentare la possibilità di controllo dell'opera, il Consorzio ha elaborato con i propri collaboratori la rappresentazione diretta delle misurazioni utili per individuare il profilo di saturazione nel rilevato verificando l'andamento e nello stesso tempo confrontandolo con i valori registrati nella storia tutte le volte in cui si è avuto un livello di invaso pressoché equivalente.

Inserendo il livello di invaso interessato si ottiene contemporaneamente la rappresentazione dei profili idrici nel corpo diga e le curve dei valori massimi e minimi registrati tutte le volte in cui vi è stato un livello di invaso equivalente a quello in esame e contenuto in un range +/-, a scelta del tecnico.

Non si tratta di un monitoraggio aggiuntivo, ma di *un arricchimento dell'uso* dei dati acquisiti, visto che il monitoraggio non è un solo archivio più o meno utile da consultare quando si ritiene opportuno, ma è soprattutto il mezzo per realizzare una gestione degli impianti che elevi il grado di sicurezza, riducendo i costi di gestione a parità di qualità del servizio.


Profili di saturazione
Profilo idraulico sezione 1
Sezione diga
Sezione nucleo
Pos.Manometri
Profilo idraulico
Profilo idraulico minimo
Profilo idraulico massimo
0
50
100
150
200
250
300
350


Profili di saturazione
607
606
603
602
635
425
426
421
422
638
402

L'automazione dell'acquisizione non ha determinato l'abbandono dei rilevamenti tradizionali con le relative cadenze. La coesistenza dei due sistemi ha consentito la taratura e la verifica dell'automazione introdotta.

Nelle figure seguenti si rappresenta il software predisposto dal Consorzio per la gestione dei dati con acquisizione tradizionale manuale.

3.2. Il sistema di telecontrollo degli organi di scarico della diga di Occhito sul Fortore

Al fine di elevare il grado di sicurezza dell'opera si è ritenuto opportuno realizzare un monitoraggio e controllo degli organi di scarico in modo che qualsiasi operatore, anche in situazioni di emergenza, potesse avere facilmente, visivamente, sotto controllo il processo in corso durante le manovre degli organi di scarico della diga, che, è bene ricordare, sono particolarmente delicate, e che soprattutto devono potere essere effettuate in emergenza, al verificarsi di eventi improvvisi ed inattesi.

Gli organi controllati sono:

· lo scarico di superficie, costituito da tre paratoie a ventola Magrini-Galileo, a funzionamento sia automatico che con comando a mezzo di impianto oleodinamico ubicato nell'apposita camera di manovra;

· lo scarico di fondo, costituito da due paratoie piane A.T.B. azionate dalla centralina oleodinamica ubicata nella apposita camera di manovra denominata "centrale operativa";

· l'opera di derivazione in cui avviene la regolazione delle portate a mezzo di tre paratoie piane Riva-Calzoni (di cui una a monte di intercettazione e due a valle di regolazione) e con una saracinesca ed una valvola a spillo sulle due tubazioni di bypass per la regolazione delle portate ridotte;

Il sistema di telecontrollo è stato dimensionato e configurato in sincronia con gli interventi effettuati nel contesto del progetto di revisione elettromeccanica, di seguito sintetizzati:

· rifacimento dei circuiti oleodinamici per l'azionamento dello scarico di fondo e sostituzione del quadro di comando elettrico con installazione di una nuova consolle di comando nella "centrale operativa";

· rifacimento dei circuiti oleodinamici per l'azionamento dello sfioratore di superficie con revisione e/o sostituzione del quadro di comando elettrico nella camera di manovra dello scarico di superficie;

· realizzazione, nella consolle ubicata nella "centrale operativa", di una sezione dedicata al controllo delle segnalazioni provenienti dalla opera di presa.

In tale contesto impiantistico il sistema di telecontrollo garantisce le seguenti *prestazioni funzionali*:

· acquisizione di tutte le segnalazioni analogiche e digitali rivenienti dagli organi di scarico della diga (superficie e fondo);

· apertura, arresto e chiusura delle singole paratoie;

· avviamento ed arresto delle singole elettropompe;

· controllo dei servomotori e dei salvamotori delle elettropompe;

· controllo continuo di posizione delle singole paratoie attraverso le relative segnalazioni analogiche provenienti dai trasduttori.

Il sistema esercita il controllo degli organi elettromeccanici della diga in conduzione AUTOMATICA (ovvero con tutti i commutatori predisposti nei quadri elettrici di comando in posizione REMOTO), mentre la conduzione MANUALE consente all'operatore di eseguire il controllo direttamente dalla consolle di comando ubicata nella "centrale operativa" oppure dal quadro elettrico locale.

In conduzione AUTOMATICA il sistema di telecontrollo garantisce altresì la possibilità di azionare tutti gli organi elettromeccanici controllati da due postazioni operative:

1. attraverso una interfaccia operatore (P.O.) con display 10" grafico a colori alfanumerica ubicata nella camera di manovra delle paratoie dello scarico di fondo;
2. attraverso il Personal Computer ubicato nella casa di guardia.

Ciò conferisce al sistema di telecontrollo un grado di affidabilità superiore (nel senso che il controllo degli organi elettromeccanici di sicurezza può avvenire anche in condizioni di Fuori Servizio del Personal Computer) ed una duplice modalità di gestione operativa degli organi (nel senso che l'operatore può esercitare il controllo da due postazioni, dalla casa di guardia oppure dalla camera di manovra).

I dati acquisiti, elaborati e memorizzati nel P.C. di controllo ubicato nella casa di guardia, vengono trasferiti su richiesta al PC SCADA ubicato presso la sede centrale del Consorzio di Foggia, attraverso modem operanti su linea telefonica commutata.

Di seguito viene illustrata l'architettura e la configurazione del sistema di telecontrollo della diga di Occhito.

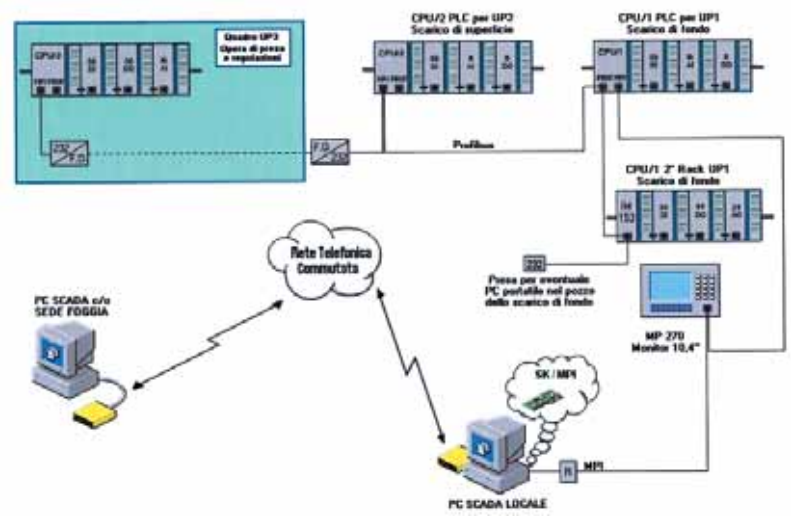


Fig. 1. Architettura del Sistema di monitoraggio e controllo per la Diga di Occhito.

3.2.1. Architettura e configurazione del sistema

L'architettura del sistema di monitoraggio e controllo degli organi elettromeccanici della Diga sul Fortore, illustrata in figura 1, si compone sostanzialmente di:
1. Un sistema di acquisizione dati costituito da due controllori a logica programmabili (PLC), montati e cablati in due appositi quadri di acquisizione, ubicati presso le camere di manovra dello scarico di fondo (UP1 a due rack) e dello scarico di superficie (UP2) ed interconnessi ai sensori analogici e digitali attraverso apposite morsettiere di interfaccia campo predisposte nei due quadri di acquisizione;
2. Un pannello operatore con display 10" grafico a colori, configurato con apposito Software di interfaccia per la gestione operativa degli organi elettromeccanici dalla camera di manovra dello scarico di fondo che rappresenta la postazione operativa per l'esecuzione delle manovre;
3. Un Personal Computer, ubicato nella casa di guardia, equipaggiato e configurato con sistema operativo WINDOWS 2000 ed apposito Software SCADA applicativo, per esercitare la supervisone ed il controllo locale degli organi di scarico (in alternativa al pannello operatore di cui al punto 2), gestire la base dati real-time e storica e trasmetterle al PC SCADA remoto ubicato presso la sede centrale del Consorzio a Foggia;
4. Un Personal Computer, ubicato presso la sede centrale del Consorzio a Foggia, per esercitare la supervisone ed il controllo remoto degli organi di scarico attraverso sessioni telematiche di interconnessione via modem, supportate dalla rete telefonica pubblica commutata.

L'architettura di campo, come illustrato in figura 1, è basata sulla interconnessione PROFI-BUS/MPI, dei due PLC (UP1 ed UP2) con il pannello operatore MP270 e con il PC SCADA locale; la scheda MPI installata nel PC garantisce la migliore prestazione del SW SCADA di supervisone e controllo in termini di velocità di aggiornamento delle pagine video.

La piattaforma tecnologica è basata sulla tecnologia SIEMENS con i PLC SIMATIC S7-300 in connessione PROFIBUS/MPI che garantisce fin d'ora la possibilità di ampliare il sistema con un terzo PLC (UP3) per la gestione dell'opera di presa e delle relative regolazioni a circa 2000mt dalla UP2 e che potrà essere collegato tramite fibra ottica e convertitori 232/FO al sistema esistente.

Infine, una ulteriore presa 232/485 nel pozzo di fondo garantisce la possibilità di attivare un'ulteriore interfaccia (pannello operatore /PC portatile) per la gestione operativa dello scarico di fondo proprio sulle due paratoie ubicate nel pozzo di fondo.

Il sistema di monitoraggio e controllo, illustrato in Fig. 1, offre una soluzione integrata alla problematica della supervisione e del controllo degli organi elettromeccanici della diga, garantendo al tempo stesso una elevata affidabilità.

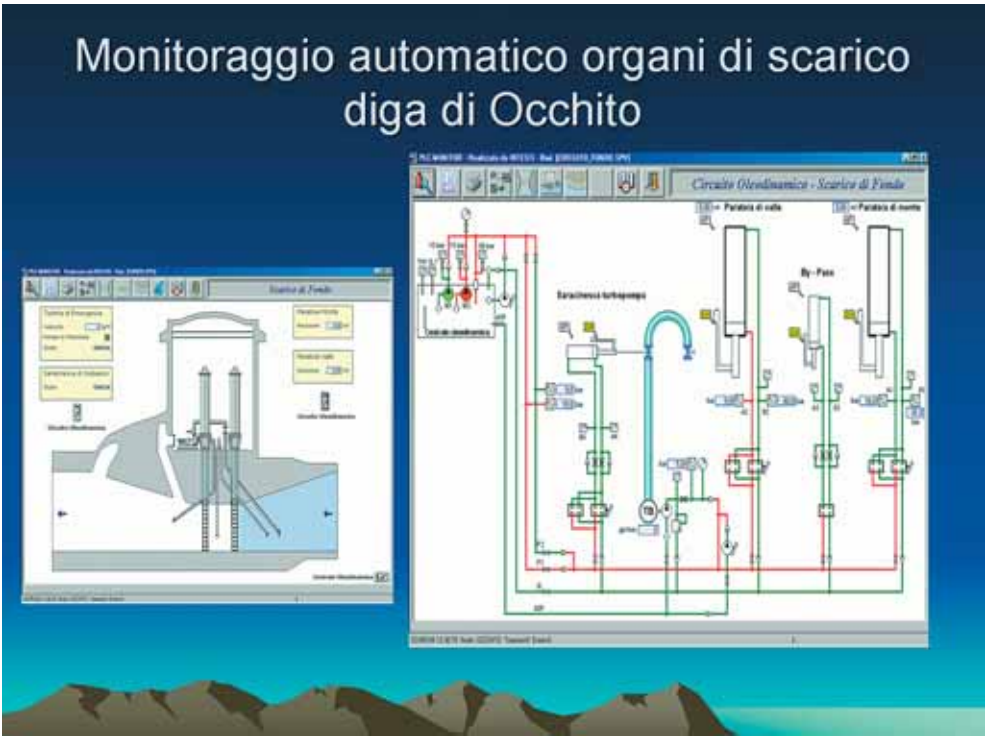
Infatti, anche in caso di fuori servizio del PC SCADA, il sistema rende comunque possibile la gestione operativa degli organi elettromeccanici di sicurezza della diga attraverso il pannello operatore interconnesso alla UP1 ubicata presso la camera di manovra dello scarico di fondo.

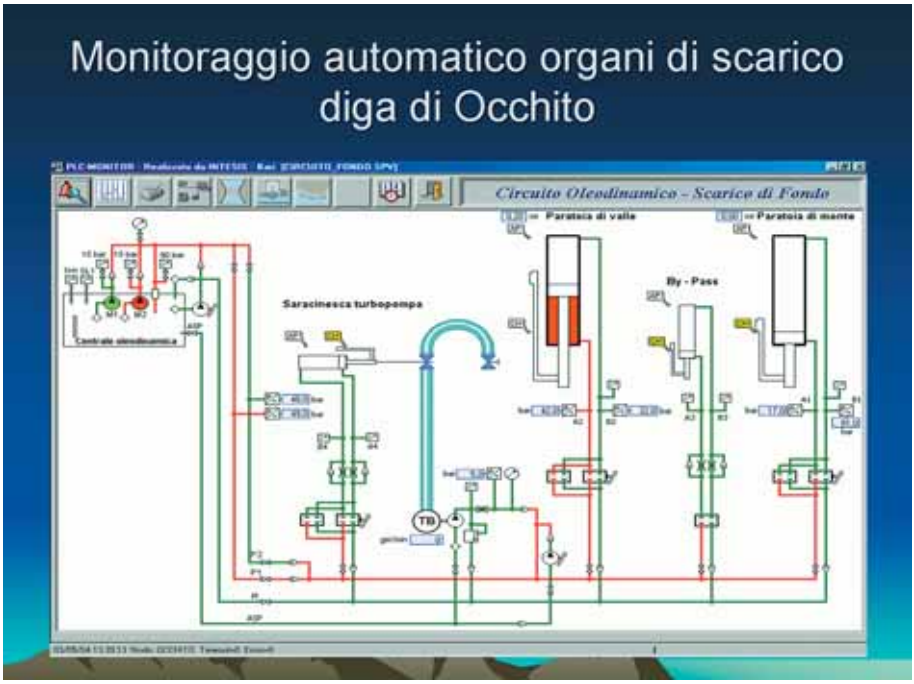
3.2.2. Software applicativo per la supervisione della diga

Il pacchetto SW applicativo configurato nel PC SCADA per la supervisione della diga concretizza il risultato di tutte le prestazioni di ingegneria e sviluppo software necessarie per la realizzazione dell'interfaccia operatore del sistema di monitoraggio e controllo.

Il software applicativo, implementato nell'ambiente WINDOWS 2000, è stato personalizzato in rapporto alle esigenze di monitoraggio, controllo e gestione di tutte le grandezze analogiche e digitali acquisite nella diga.

Il SW applicativo supportato dal software di base PLC-Monitor della INTESIS di Bari gestisce i processi di acquisizione, registrazione dei dati acquisiti, visualizzazione alfanumerica e grafica, stampa di tutte le informazioni aggiornate nel database della diga, visualizzazione del trend relativo alle segnalazioni analogiche acquisite,





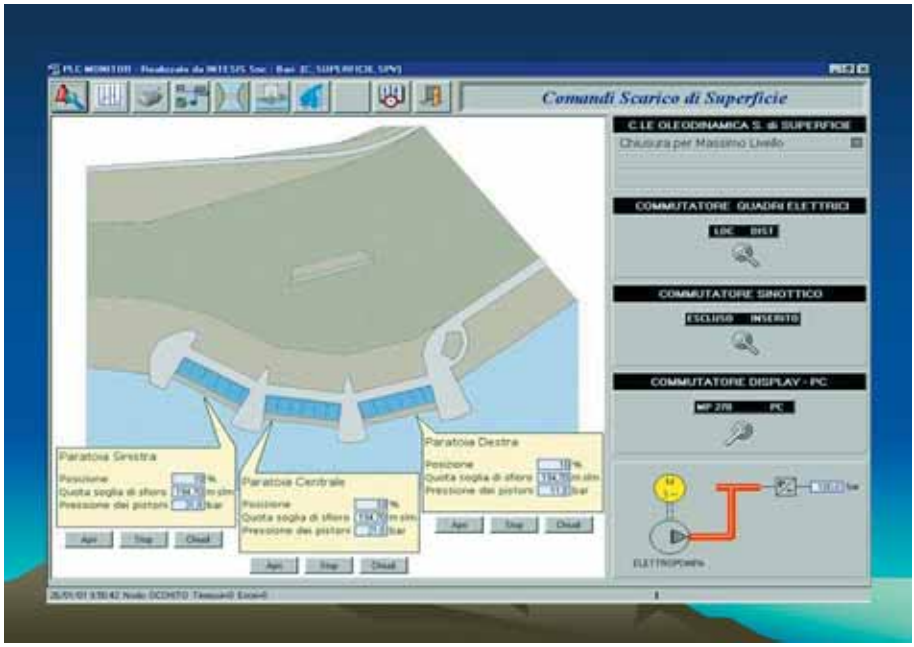
rendendo disponibili tali funzionalità attraverso l'interfaccia operatore grafica a icone integrata nel sistema WINDOWS 2000.

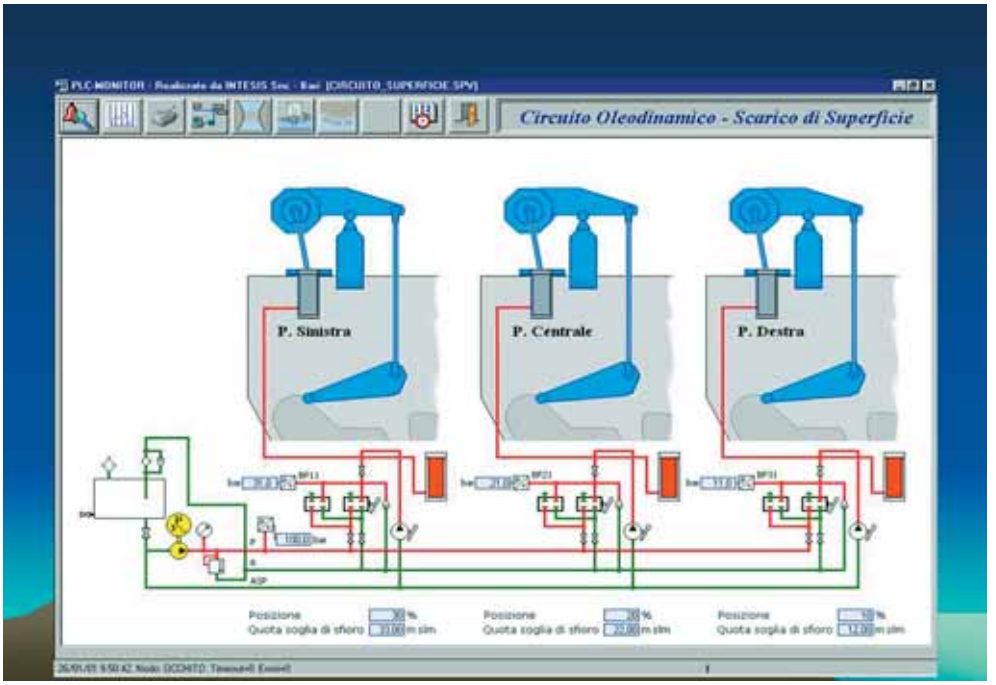
L'operatività multitasking del pacchetto SW garantisce l'esecuzione simultanea delle funzioni di interrogazione con quelle di monitoraggio e con le funzioni di gestione locale dei dati.

Il pacchetto software è in grado anche di attivare, senza alcun intervento da parte dell'operatore, la partenza automatica del sistema e di effettuare la sua regolare messa in esercizio all'atto di ogni riaccensione conseguente all'assenza di alimentazione.

In sintesi, l'interfaccia operatore del centro di controllo sviluppato in ambiente WINDOWS per la supervisione della diga supporta le prestazioni funzionali di seguito indicate: monitoraggio dei dati relativi allo scarico di fondo e di superficie attraverso una serie di pagine video con grafica a colori, così ripartite: N.1 per la rappresentazione planimetrica della diga sul Fortore con la segnalazione di stato e/o di allarme cumulativo riveniente dalla tre sezioni controllate; N.1 per la rappresentazione dell'architettura del sistema con la segnalazione degli allarmi cumulativi rivenienti dalla tre sezioni controllate; N.2 per la rappresentazione dinamica degli organi operanti nello scarico di fondo e di superficie (rispettivamente le paratoie

Monitoraggio automatico organi di scarico
diga di Occhito


Comandi Scarico di Superficie
C.LE OLEODINAMICA S. di SUPERFICIE
Chiusura per Massimo Livello
COMMUTATORE QUADRI ELETTRICI
COMMUTATORE SINOTTICO
ESCLUSO INSERITO
COMMUTATORE DISPLAY - PC
Paratoia Sinistra
Paratoia Centrale
Paratoia Destra



piane e quelle a ventola); N.2 per la rappresentazione dinamica dei circuiti oleodinamici delle paratoie di fondo e di superficie; gestione allarmi/eventi con rappresentazioni a video, attraverso link di colore e/o variazioni simboliche di stato, e con rappresentazione cartacea in stampe giornaliere a richiesta; diagrammi temporali di rappresentazioni delle grandezze analogiche e digitali più significative tra quelle acquisite con possibilità di definire ed operare confronti tra grandezze visualizzabili in un unico diagramma temporale e con la possibilità di stampare a colori il diagramma stesso, utilizzando l'apposita stampante ink-jet a colori.

Per rappresentare più in dettaglio gli standard grafici attraverso i quali l'interfaccia operatore sviluppata in ambiente WINDOWS rende disponibile le funzionalità descritte, vengono di seguito allegate alcune pagine video illustrate a colori, ovvero così come si presenteranno sul monitor 21" del centro di supervisione.

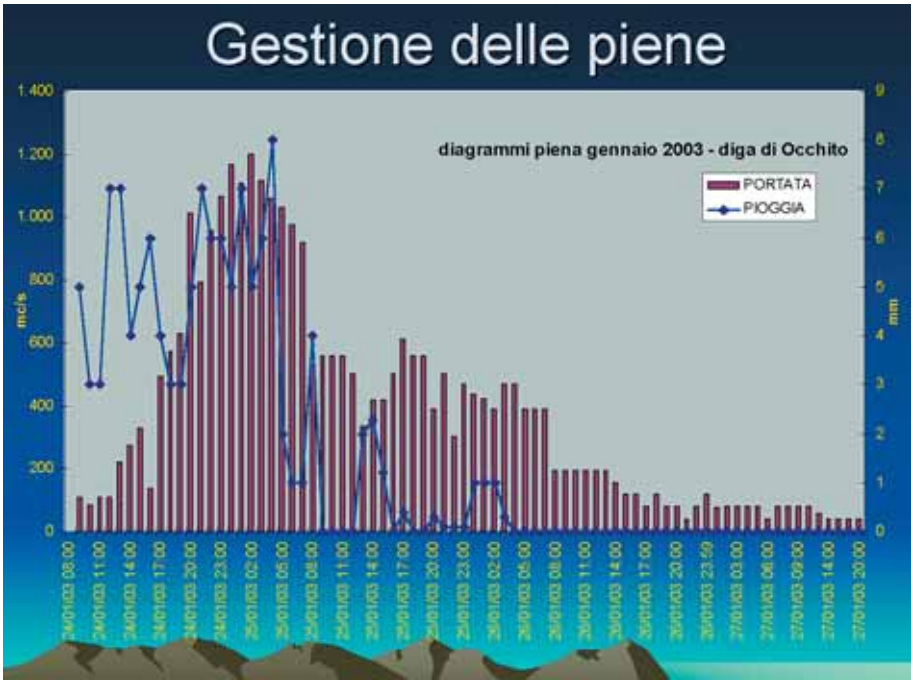
4. Utilizzo del monitoraggio: bilancio idrico - Gestione delle piene

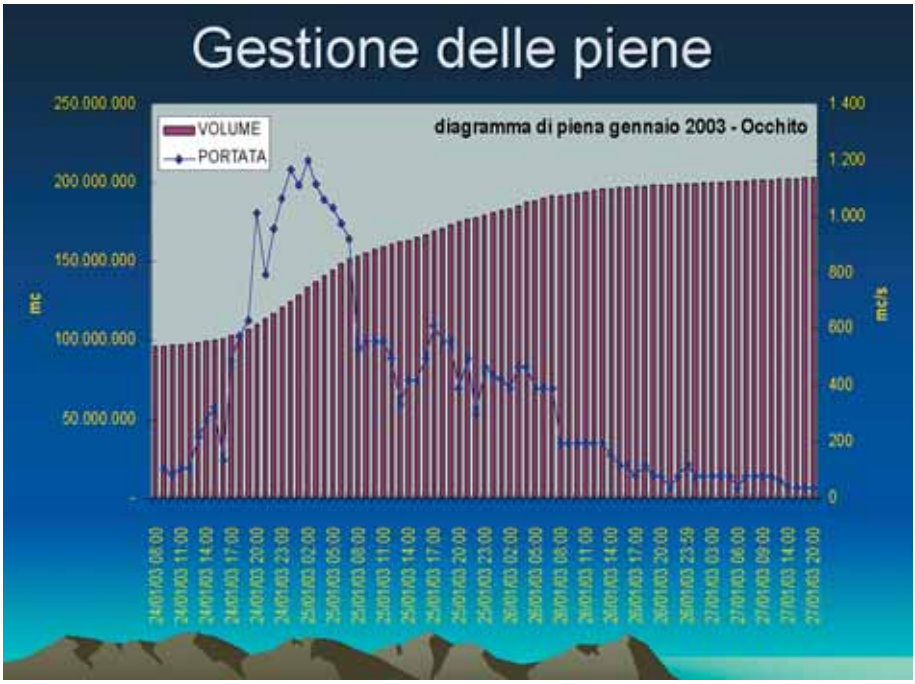
Passerei ora a valutare l'utilità, ma direi piuttosto la necessità del monitoraggio per la gestione del bilancio idrico dell'invaso.

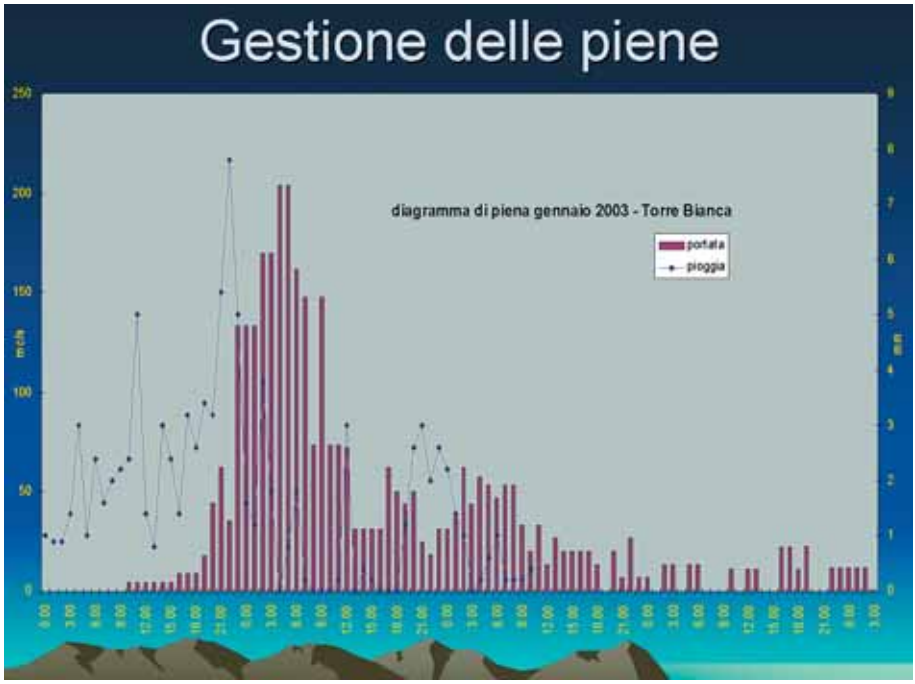
· La disponibilità di dati giornalieri, e da quando è attuato il monitoraggio automatico, dei dati orari, consente non solo di valutare la entità degli afflussi idrici che si sono registrati in tutti gli anni esercizio della diga, ma anche l'andamento delle piene durante il loro manifestarsi.

· Si tratta di elementi che hanno consentito di effettuare una rielaborazione dei bilanci idrologici sull'invaso di Occhito, e da cui emerge un deficit reale dei volumi annui realmente disponibili, di cui occorre prendere atto per porvi rimedio, con la ricerca nei tempi brevi di ulteriori risorse idriche per la Capitanata. Il monitoraggio diventa così strumento per consentire agli organismi preposti di effettuare le scelte tecniche ed economiche più giuste per lo sviluppo del territorio e la salvaguardia dell'ambiente.

Una diretta applicazione del monitoraggio è stata la predisposizione di una procedura di calcolo che consente all'operatore, avendo la registrazione, a cadenza determinata (30 o 60 minuti) del livello di invaso e delle portate in uscita di determinare in tempo reale il valore medio della portata media affluita nell'intervallo di


Gestione delle piene
diagrammi piena gennaio 2003 - diga di Occhito
PORTATA
PIOGGIA
mc/s
mm


Gestione delle piene
diagramma di piena gennaio 2003 - Occhito
VOLUME
PORTATA
mc
mc/s



tempo scelto, il che consente, avendo predisposto opportuni diagrammi, di decidere, con la necessaria tempestività, di quanto, ad esempio, alzare le paratoie dello scarico di fondo, mantenendo le prescrizioni del R.I.D. che impone di non immettere a valle una portata superiore a quella che vi affluisce.

L'importanza di questo monitoraggio acquista più evidenza se si considera che gli eventi di piena esplicano i loro effetti nel giro di poche ore e che una informazione non immediata, rischia di vederci inerti spettatori di quanto sta avvenendo.

Ci pare utile mostrare il diagramma di piena registrato nel gennaio dello scorso anno allorché nell'invaso di Occhito sopraggiunse una piena con una portata di punta di 1200 mc/sec, la quale, se non fosse stata realizzata la diga, avrebbe inondato migliaia di ettari ed avrebbe messo in crisi tutta la viabilità adriatica che attraversa il fiume Fortore.

Ad evidenziare che non si è trattato di un evento localizzato, si riporta il diagramma di piena registrato negli stessi giorni alla diga di Torrebianca sul Celone, ove la portata di punta ha raggiunto i 200 mc/s, valore di gran lunga superiore alla piena massima storica riportata dal Servizio Idrografico Nazionale nei propri annali.

Cioè probabilmente avremmo assistito alle esondazioni, che le cronache dei giornali hanno più volte riportato per la città di Foggia.

Per una migliore percezione dell'importanza degli invasi si fa presente che sono stati registrati almeno 12 eventi che hanno determinato afflussi di almeno 12 milioni di mc in un giorno, pressoché totalmente invasati nel lago di Occhito, con evidente protezione per l'asta valliva del Fortore.

Sono questi esempi dell'azione di tutela del territorio che gli invasi, laddove realizzati, hanno potuto svolgere.

È evidente che in idraulica i termini non sono mai assoluti, ma solo probabilistici; il che significa che vengono ridotti in numero ed entità gli eventi che non possono essere contenuti negli invasi. È perciò necessario che la presenza dell'azione protettiva delle dighe non faccia trascurare l'attività di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua da parte degli organismi competenti.

Piene storiche
L MEZZOGIORNO
scev salvato da Ciu En Lai
ezzo di ampie concessioni
Bulganin discorso forte la situazione internazionale
gli uffici
d Algeri
Situazione drammatica
in quasi tutta la Penisola
05.05.2004

Piene storiche
BARI, MARTEDI 4 DICEMBRE 1956
Il Tavoliere riemerge dalle acque
mentre il maltempo si sposta in Lucania
Truppe turche nell'Irak
per domare una rivolta contro il Governo?
05.05.2004

5. Scenari futuri

Quanto abbiamo rappresentato è solo un passo nello sviluppo della gestione di tali impianti. La evoluzione della tecnica e dei tempi vedono il Consorzio impegnato:
· nella realizzazione di un sistema di rilevazione sismica;
· nella sperimentazione di rilevazione delle deformazioni con tecnica di telerilevamento radar;
· nella creazione di una stazione totale di rilevamento automatico topografico;
· nell'impiego di strumentazione GPS di cui il Consorzio si è dotato per effettuare sia rilievi tradizionali di terra che rilievi batimetrici per il controllo degli interrimenti;
· nel controllo di qualità delle acque.

Il monitoraggio realizzato e da realizzare sarà una risorsa preziosa per tutte le elaborazioni che il servizio protezione civile dovrà attuare per la tutela del territorio.

Al riguardo la nuova direttiva ha previsto una articolata organizzazione con: unità centrali; unità periferiche; comitati di controllo; ha fissato chi e come deve dare le informazioni, chi deve assumere le decisioni, chi deve curare la conservazione dei corsi d'acqua etc.

Si tratta di un articolato sistema che, nel mentre prende consapevolezza della delicatezza delle decisioni da adottare per la gestione degli invasi in presenza di piene, prevede una procedura troppo lunga, probabilmente non compatibile con i tempi che le piene possono concederci.

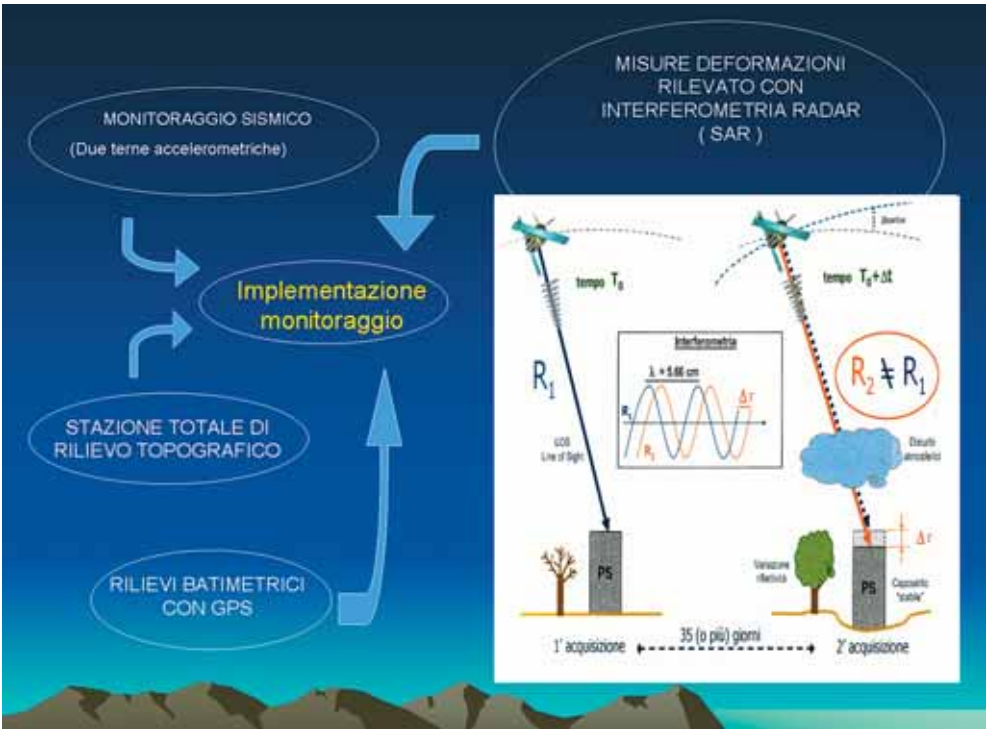
Si è del parere che gli scenari possibili e le conseguenti operazioni debbano essere:
· preventivamente studiati da un adeguato gruppo di esperti;
· esplicitati in un documento ufficiale, regolarmente approvato dagli organismi preposti, che consenta alla protezione civile provinciale di attuare le decisioni del caso d'intesa con il gestore.

Un ultimo aspetto che pare necessario esaminare è quello economico:

L'intero intervento di implementazione e di automatizzazione del monitoraggio ha impegnato risorse per 330.000 euro: un importo che è stato possibile contenere grazie alla azione di collaboratori che hanno potuto mettere a frutto la propria esperienza nel settore impiantistico elettronico.

Questo ha consentito non solo di ridurre i costi, ma soprattutto di formare, all'interno del Consorzio personale in grado di:
· gestire gli impianti soprattutto per le fasi di emergenza;
· di implementare il software di utilizzazione dei dati ogni qualvolta si è manifestata l'opportunità di una integrazione o di una modifica all'esistente.

Tutto questo è nella convinzione che un monitoraggio più o meno automatico ha una funzione se realizza le tre condizioni che ormai rimbalzano in tutti i conve-



gni tecnici ed anche negli orientamenti legislativi (183/89): economicità; efficienza; efficacia; deve cioè impegnare le giuste risorse economiche nei limiti in cui si è in grado di tenerlo in efficienza e nei limiti in cui si è in grado di utilizzarlo proficuamente.

La mancanza di queste condizioni rischia di trasformare il monitoraggio automatico in una esercitazione tecnica, tanto costosa, quanto infruttuosa.

Bibliografia

Atti del colloquio su: *Controllo e sicurezza degli sbarramenti*, Seriate (BG)1992

ING. P. BONALDI, *evoluzione applicativa del controllo degli sbarramenti.*

ITCOLD Nineteenth congress on large dams - Firenze 1997

ING. G. GIUSEPPETTI, *fifteen years of acoustic emission (AE) and microsismic actvity.*

PROF. R. IAPPELLI, *Anaslysis of seepage limit states in enbankment dams.*

Giornata di informazione dei gruppi di lavoro Itcold, Roma aprile 2004.

ING. RUGGERI, *Classificazione delle dighe.*

PROF. M. FANELLI, *Analisi di rischio.*

K.TERZAGHI, R. B. PECK, *Geotecnica,* UTET.

F. ARREDI, *Costruzioni idrauliche,* UTET Bulletin du Comité Francais des Grands Barrages - FRCOLD NEWS n.6/1997.

Esperienze di gestione di aree irrigue con monitoraggio delle reti e telecontrollo

Ing. Giuseppe d'Arcangelo, Ing. Roberto Consiglio
Direttore Generale, Capo Settore

1. Introduzione 59
2. Schemi idrici: loro complessità 60
3. Ammodernamento delle reti 61
4. Telecomando e Telecontrollo degli impianti 62
5. Sistema di telecontrollo "Nord Fortore" 65
6. Sistema di telecontrollo "Sud Fortore" 66
Conclusioni 70

Esperienze di gestione di aree irrigue con monitoraggio delle reti e telecontrollo

Ing. Giuseppe d'Arcangelo, Ing. Roberto Consiglio
Direttore Generale - Capo Settore

1. Introduzione

I comprensori oggetto della relazione, si sviluppano entro i limiti amministrativi della provincia di Foggia; essi sono collocati nella parte settentrionale della regione Puglia, tra il 41° e 42° parallelo di latitudine Nord e sono gestiti dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata. Comprendono la maggior parte del Tavoliere di Foggia e una parte del Sub-Appennino Dauno. L'area interessata è prevalentemente pianeggiante con la presenza di una parte collinare, la cui quota altimetrica massima non supera i 350 m s.l.m., con una media intorno ai 100m s.l.m.; il Consorzio per la Bonifica della Capitanata è esteso su un'area di circa 441.500 Ha e comprende il territorio di 39 comuni.

Le particolari caratteristiche morfologiche, orografiche e climatiche del territorio fanno sì che il Tavoliere sia la sede di significativi deflussi stagionali superficiali, con una scarsa dotazione d'acque sotterranee. La rete idrografica superficiale ha origine da cinque bacini imbriferi principali: il Fortore, il Candelaro, il Cervaro, il Carapelle e l'Ofanto; quindici idrovore sottendono aree costiere basse, sotto il livello del mare e/o di alvei di corsi d'acqua arginati.

Dagli inizi degli anni '50 il Consorzio, con il finan-

ziamento della Cassa del Mezzogiorno, ha programmato gli schemi idrici per l'irrigazione del territorio consortile.In attuazione dei programmi per trasformare l'agricoltura e renderla irrigua, dagli inizi degli anni 60, esso ha in gran parte realizzato sia le grandi infrastrutture di approvvigionamento, di adduzione e regolazione sia le opere di distribuzione i tre schemi idrici in gran parte realizzati e gestiti dal Consorzio che così vengono identificati: Fortore, Sinistra Ofanto e Carapelle, estesi su una superficie catastale di 200.000 ha; inoltre il Consorzio fa fronte a richieste di utilizzo della risorsa idrica gestita per il potabile e per usi industriali, domanda in continuo aumento.

La superficie irrigua servita ha una estensione di 140.000 ha suddivisi tra il comprensorio del Fortore, ca. 100.000 ha, e il comprensorio della Sinistra Ofanto per ca. 40.000 ha. I due comprensori irrigui sono serviti da due sistemi di approvvigionamento, d'adduzione e di distribuzione tra loro indipendenti. Per il comprensorio irriguo del Carapelle sono stati presentati i progetti definitivi per l'utilizzo di 37.000.000 mc di acqua da distribuire su un comprensorio di 20.000 ha incuneato tra il comprensorio del Fortore e quello della sinistra Ofanto.

2. Schemi idrici: loro complessità

La vastità del comprensorio del Consorzio ed i dati sotto indicati fanno appena intravedere le grandi problematiche derivanti dalla gestione della risorsa e dalla sua distribuzione.

I dati riportati di seguito sottolineano le difficoltà gestionali e il conseguente grande sforzo economico necessario per l'ottimizzazione dell'utilizzo dello sfruttamento di un bene che negli ultimi anni, a fronte di una drammatica diminuzione della risorsa immagazzinata, ha visto un costante e continuo aumento della richiesta in ognuno dei campi di utilizzo.

Dati generali	
Superficie servita	ha 140.000
Comprensori	n. 2
Utenti irrigui	n. 37.100
Dighe	n. 4
Traverse	n. 1

Reti irrigue	
Gallerie	km. 23,5
Canali	km. 40,4

Vasche	n.52
Adduzione primaria	km. 1.007
Distribuzione	km.8.000
Punti di consegna	n. 40.000
Impianti di sollevamento	n.7

I grandi numeri che rappresentano le reti irrigue, la vastità del comprensorio su cui le stesse sono polverizzate ed il continuo invecchiamento delle strutture danno sicuramente l'idea dell'impegno a cui sono continuamente sottoposte le strutture del Consorzio.

3. Ammodernamento delle reti

Il completamento degli impianti, avvenuto nel tempo ed il loro utilizzo si confronta spesso con realtà diverse da quelle che hanno determinato i parametri utilizzati in fase di progetto; e ciò ne comporta un uso ai limiti. Inoltre il pratico utilizzo di tutti gli impianti necessita di immediate conoscenze dei parametri che ne definiscono il profilo funzionale.

La vastità del comprensorio servito, la complessità progettuale ed i grandi numeri che da questa ne derivano non facilitano il lavoro degli addetti e rendono difficile il raggiungimento di un ottimale rapporto tra costi e benefici: requisito che è certamente alla base di ogni buona gestione.

Difficoltà di non trascurabile entità si incontrano inoltre nella attribuzione dei consumi al termine di ciascun esercizio irriguo, allorquando ciascun consorziato è tenuto, in caso di utenza multipla, a dichiarare il consumo relativo all'esercizio trascorso. La maggior parte delle dichiarazioni non sono, purtroppo, veritiere ed è indispensabile convocare gli utenti di uno stesso gruppo di consegna per pervenire, in contraddittorio, ad un accordo sui consumi. Tutto ciò con costi non indifferenti per l'Ente e con un impegno di personale che potrebbe essere destinato ad altre mansioni.

Ponendo come obiettivo primario l'ottimizzazione del servizio di irrigazione pubblica, adeguando la fornitura di acqua alla esigenza specifica dei metodi irrigui adottati dagli operatori agricoli, senza per questo compromettere la efficienza e la funzionalità degli impinti pubblici realizzati con schemi ben definiti, il Consorzio ha testato numerose apparecchiature di nuova concezione; ciò per consentire una equa ripartizione dei volumi idrici tra gli agricoltori e tra i coutenti dello stesso gruppo di consegna e per individuare strumenti che inducano gli utenti ad un prelievo di acqua compatibile alle risorse disponibili.

Si è verificata la funzionalità prima su scala ridotta e successivamente, dopo aver confermato l'esito delle prove effettuate, su scala allargata, è stato dotato di efficaci gruppi di consegna a contabilizzazione elettronica il Comprensorio irriguo della Sinistra Ofanto. Tali dotazioni hanno annullato quasi del tutto il contenzioso sui consumi ed i risultati già ottenuti sono eccellenti in quanto sono stati risolti i problemi innanzi riportati.

Attualmente è in piena fase sperimentale, nel Comprensorio del Fortore, un gruppo di consegna che migliora ulteriormente lo sforzo organizzativo dell'Ente nella gestione del servizio di irrigazione pubblica, consentendo significativi risparmi nella gestione del personale; infatti la trasmissione dei dati al centro gestionale di telecontrollo dei volumi erogati per singolo coutente di bocchette multiple o, in generale, per singola bocchetta di presa, elimina completamente il costo del personale adibito alla rilevazione dei dati di consumo con hardware specializzato.

L'attuale sperimentazione, che prevede l'ammodernamento degli impianti con la semplice sostituzione di gruppi di consegna meccanici con gruppi elettronici inseriti in aree irrigue gestite da sistemi di Telecomando e Telecontrollo, fanno intravedere ulteriori successi nel processo di miglioramento della gestione, e questo non solo per la significativa economicità della stessa ma anche per il sistematico rilievo giornaliero del comportamento dell'utenza che consentirà migliore impostazione nella strategia della distribuzione delle risorse.

In conclusione, il grande sforzo economico nella gestione di così estesi complessi idrici e la necessità di migliorare il servizio reso ha pertanto come riflesso la continua ricerca di ammodernamento degli impianti con l'utilizzo di tecnologie aggiornate per consentire:

· una immediata risposta alle necessità gestionali derivanti dall'utilizzo delle reti;
· una alta efficienza nella reazione all'interruzione del servizio;
· la conoscenza immediata e continua dei parametri derivanti dall'utilizzo delle reti;
· la possibilità di utilizzare le banche dati derivanti dal continuo monitoraggio delle reti per studi statistici, necessari a soddisfare al meglio la richiesta di servizio da parte dell'utenza.

4. Telecomando e Telecontrollo degli impianti

Il raggiungimento degli scopi precedentemente evidenziati necessita della conoscenza in tempo reale di tutti quei parametri che definiscono il funzionamento di reti complesse e pertanto porta a scelte obbligate verso la realizzazione di impianti di Telecomando e Telecontrollo.

Tali impianti non hanno la presunzione di dare una soluzione a tutte le proble-

matiche che derivano dalla gestione di reti complesse; non possono, infatti, garantire soddisfacenti risposte di funzionalità a reti progettate con parametri oramai superati, ma determinano certamente un aggravio gestionale in quanto esse stesse debbono essere inserite in programmi di manutenzione. Nonostante tutto ciò rappresentano l'unico strumento utile per affrontare la gestione di complesse reti e per diminuirne i costi.

Il Consorzio per la bonifica della Capitanata sin dalla fine degli anni 80 si è cimentato nella realizzazione di impianti di telecomando e telecontrollo spingendo, ultimamente, gli interventi anche fino alla bocchetta di utilizzo. Si sono dovuti affrontare problemi riguardanti:

· la scelta dei vettori per la trasmissione dei dati;
· la semplificazione degli apparati in termini operativi e di assistenza;
· la energizzazione delle RTU, dei dispositivi di trasmissione e degli organi elettroidraulici principali telecontrollati;
· la manutenzione e l'assistenza.

Le esperienze a tutt'oggi acquisite in merito, riguardano gli interventi realizzati nei due comprensori principali che per la loro posizione rispetto al fiume Fortore

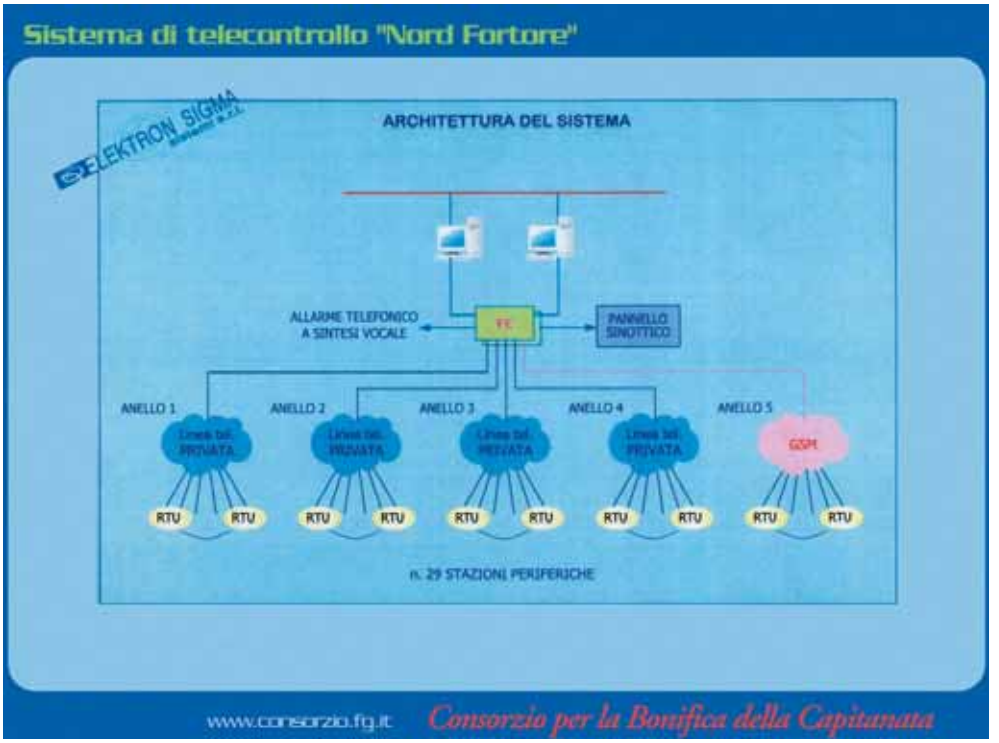
vengono identificati come
· Comprensorio del Nord - Fortore
· Comprensorio del Sud - Fortore

Il baricentro operativo principale del primo è ubicato presso la postazione di Finocchito, nel Comune di Castelvecchio di Puglia, mentre quello del secondo presso la vasca Celone nel Comune di Foggia.

Nel comprensorio Sud-Fortore è incluso anche il "Sistema dei Torrini", che realizzato negli anni 80, costituisce il nucleo principale della distribuzione irrigua di questo comprensorio, caratterizzato dal fatto che idraulicamente (tramite le torri) regola la pressione nella distribuzione su i distretti di competenza di ciascuna torre.

Le torri, tutte realizzate in acciaio "corten", sono visibili nella loro forma originale e caratteristica lungo la circonvallazione ed il tratto autostradale intorno alla città di Foggia.

Nella cartografia è possibile vedere tutta l'area interessata e la suddivisione dei due comprensori.



5. Sistema di telecontrollo "Nord Fortore"

Il sistema, messo in servizio nel 1995, è basato su un'architettura classica con ridondanze al Centro Generale di Telecontrollo, sia a livello di host SCADA, che di front-end.

Le 29 stazioni periferiche comunicano con il Centro Generale di Telecontrollo -CGT- tramite n. 4 multipoint in linea telefonica dedicata privata e n.1 canale di scambio dati su rete telefonica cellulare.

Particolari problematiche sono state affrontate per la messa in opera del vettore di trasmissione, costituito da un cavo telefonico armato e tamponato a 20 coppie completamente interrato in terreno agricolo, senza cavedio.

Le problematiche, spesso, oltre che tecniche anche di natura civile e legali amministrative, hanno riguardato l'attraversamento di colture, autostrade, ferrovie, condotte, strade ecc. La lunghezza del cavo è di circa 95 km.

Sono state realizzate circa 120 giunzioni (una pezzatura standard di cavo era circa 1000 mt), con muffole e resina, tutte inserite in pozzetti ispezionabili.

Nel periodo di esercizio del sistema, dalla sua realizzazione ad oggi, ormai circa 8 anni, con trasmissioni 24h/24h ore, non si sono mai rilevati problemi di trasmissione causati da fenomeni elettrici tipo attenuazioni e/o diafonie, ma soltanto ‚interruzioni' casuali ed occasionali del cavo dovute ad attività sul territorio di varia natura e genere da parte di operatori che tramite mezzi meccanici hanno dato origine a tali disservizi.

Per n° 3 postazioni il cui collegamento avrebbe dato luogo alla messa in opera di una quantità di cavo telefonico tale da richiedere investimenti ‚esuberanti' si provvide ad effettuare un collegamento tramite ‚allora' moduli radio Etacs, successivamente trasformati in GSM. Tale vettore era giustificato anche dal fatto che per le attività di queste stazioni non era necessario un collegamento continuo in tempo reale.

Le stazioni periferiche di trasmissione dati (n° 29 RTU) furono costituite in concomitanza degli elementi più significativi ed importanti della rete di adduzione quali:

· nodi idraulici di sezionamento e/o derivazione (valvole motorizzate di regolazione-intercettazione, misuratori di pressione e portata);
· vasche di carico (valvole motorizzate di regolazione-intercettazione, misuratori di portata e livello);
· manufatti di sezionamento e derivazione (paratoie motorizzate di intercettazione-regolazione, misuratori di portata e livello);
· centrali di sollevamento (elettropompe, cabine di trasformazione, valvole motorizzate, misuratori di pressione, portata, livello).

Tutte le stazioni periferiche sono state energizzate tramite linee Enel con collegamento diretto oppure derivate da punti di consegna a distanza ravvicinata.

Particolare importanza fu assegnata alla continuità di esercizio della rete idraulica e quindi della funzionalità di alcuni organi elettro idraulici di particolare importanza per l'intercettazione, in caso di assenza di energia elettrica.

La problematica era legata ad un'eventuale rottura dell'adduttore che avrebbe comportato una immediata intercettazione a monte, pena una fuoriuscita, estremamente voluminosa e soprattutto pericolosa, delle acque irrigue.

L'importanza di un'eventuale incidente del genere è facilmente comprensibile se si tiene conto che si è in presenza di condotte fino a DN 2000 spesso collocate ‚a vista' sul territorio; con pressioni anche di 6 bar.

L'obbiettivo fu raggiunto con la messa in opera di gruppi di continuità opportunamente dimensionati allo scopo.

La struttura iniziale prevedeva oltre al C.G.T. di Finocchito anche la costituzione di n° 4 sotto centri ubicati nei presidi principali del comprensorio e precisamente: Centrale di Bellantuono; Manufatto di Apricena; Centro di manutenzione S. Severo; Centro di supervisione di Foggia.

Ad ogni sottocentro il CGT ritrasmetteva le informazioni relative alle stazioni periferiche di competenza dello stesso, utilizzando coppie telefoniche libere sulla dorsale.

Le informazioni venivano monitorate localmente attraverso un elaboratore con terminale video e stampante.

L'eccezione era costituita dal centro di supervisione di Foggia che risultava collegato tramite una linea Telecom commutata.

Nel tempo, per evoluzioni interne del Consorzio, il Centro di Foggia è cresciuto di importanza fino a consentire anche una gestione totale di tutto il sistema. Il sistema in oggetto fino ad oggi ha dimostrato una sufficiente affidabilità di funzionamento. Alla luce dell' esperienza operativa maturata in questi anni di esercizio, il Consorzio sta mettendo a punto le specifiche tecniche e funzionali per impostare il revamping dell'impianto, con un adeguamento alle più moderne tecnologie hardware e software.

6. Sistema di telecontrollo "Sud Fortore"

Il sistema in oggetto, messo in servizio nel 1998, è basato anch'esso su un'architettura classica, ma articolata su più livelli con gruppi periferici master-slave che consentono, utilizzando vettori diversi, di poter gestire, in forma centralizzata, anche i consumi di utenza.

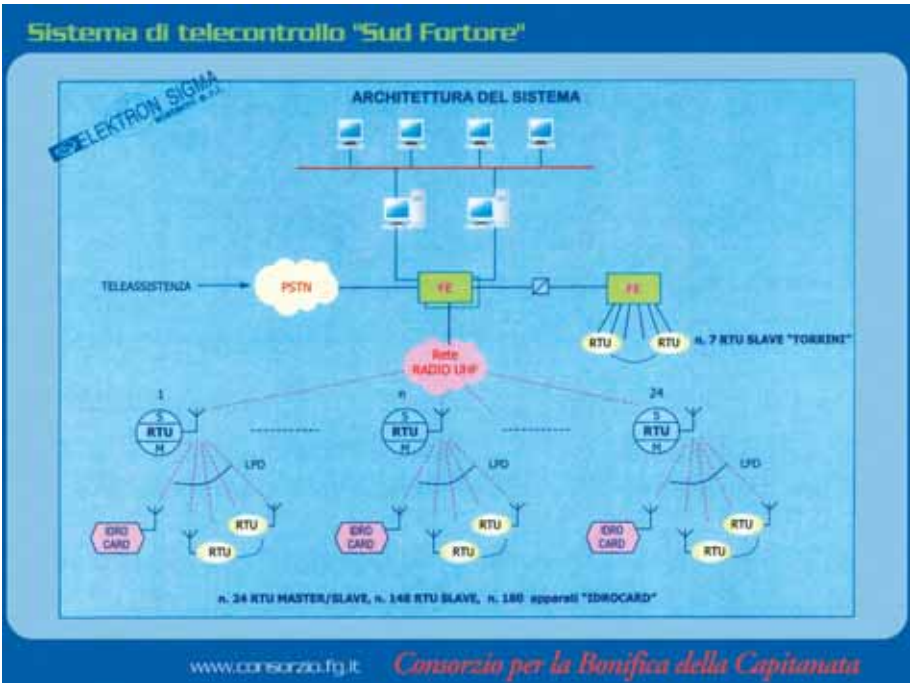
Le apparecchiature idrauliche che vengono telecontrollate risiedono principalmente nei distretti 6B e 12.

La struttura del centro generale di telecontrollo ubicato presso l'impianto della vasca Celone, nella immediata periferia di Foggia, può essere governata in remoto da due terminali diversi ubicati in posti diversi, sia a livello di host SCADA con applicativo iFIX/GE Intellution, che di front-end.

Il sistema originale è stato ampliato nel tempo ed allo stato attuale integra tre sottoinsiemi che per la loro specifica attività sono così identificabili: n. 7 stazioni periferiche di regolazione e controllo dei Torrini Piezometrici; (Adduzione primaria e regolazione delle portate e pressioni); n.148 stazioni periferiche di telecontrollo, di cui n.24 asservite ai Distretti (Centri di Dominio) e n.124 asservite ai Settori; (Rete di distribuzione primaria); n.180 apparati Idrocard con funzione di telelettura, dedicati alla gestione dell'irrigazione a domanda presso i comizi irrigui (utenza).

Il centro Generale di Telecontrollo è basato su una rete mista PC WINDOWS e MAC, sulla quale sono implementati sia i server SCADA in hot-backup, che le workstation SCADA client, con applicazioni di CAD e di calcolo.

La trasmissione dati è affidata ad una rete radio master/slave strutturata nel



seguente modo:
· rete radio master di tipo UHF per il polling delle stazioni periferiche "Torrini" e degli apparati RTU master/slave dei "Distretti" (Centri di Dominio);
· rete radio slave di tipo LPD per il polling degli apparati RTU slave e degli apparati Idrocard da parte delle RTU master/slave.

Tutte le stazioni periferiche, eccezion fatta per quelle dei Torrini e qualche altra che risultano energizzate ENEL, sono equipaggiate di un sistema di alimentazione fotovoltaica dimensionato per il fabbisogno energetico de,gli strumenti idraulici ed apparecchiature elettriche ed elettroniche presenti presso la stazione periferica.

I pannelli fotovoltaici sono stati strutturalmente diversificati secondo due tipologie che corrispondono alle stazioni periferiche di tipo master ed a quelle di tipo slave che presentano sensibili differenze di assorbimento anche in conseguenza delle diverse tipologie di strumentazione ed apparecchiature idrauliche presenti.

Per l'impianto in esame, l'adozione di una rete radio privata per la trasmissione dati tra stazioni periferiche e Centro Generale di Telecontrollo ha consentito di ottenere delle soddisfacenti economie di gestione ed un'ottima flessibilità di installazione.

Non si sono rilevati nel periodo effetti significativi circa la possibilità di interferenze radio elettriche.

Particolare menzione deve essere fatta per i gruppi Idrocard in quanto costituiscono uno dei pochi esempi di realizzazione, nel campo irriguo, di telecontrollo dei consumi di utenza. I gruppi Idrocard sono assimilabili ad altre strutture presenti sul mercato, preposte alla gestione dei consumi di utenza.

Sono costituiti da una struttura monolitica che associa prestazioni e funzioni idrauliche a prestazioni e funzioni elettroniche; il tutto combinato in modo da poter da un lato garantire all'utenza agricola il massimo della flessibilità e programmazione dall'altro garantire al Consorzio una efficiente e corretta contabilità dei consumi.

I gruppi utilizzati avevano, come prerogativa funzionale, quella di effettuare lo scambio delle informazioni con l'utente, relative a tutte le operazioni di routine e di conteggio dei consumi, attraverso un badge in tecnologia trasponder.

Questo requisito garantisce una salvaguardia efficace di tutti i dati ed elimina qualsiasi problematica inerente l'interfaccia nell'approccio fra gruppo di consegna e programmazione-lettura delle funzioni.

Il gruppo è auto alimentato in funzione combinata batteria fissa-pannello fotovoltaico che garantiscono un autonomia di funzionamento di almeno 10 anni.

Il pannello fotovoltaico è stato studiato in modo da essere solidalmente integrato al gruppo di consegna così da eliminare effetti di particolare ,vistosità, che talvolta per esperienze analoghe, quando installato a palo, hanno dato adito a spiacevoli

episodi di manomissione e talvolta anche di asportazione.

Ma la particolarità dell'intervento è stata quella di centralizzare i dati acquisiti (volumi erogati) con frequenza giornaliera o su richiesta e contemporaneamente consentire la possibilità di intercettazione, direttamente dal CGT, del prelievo di utenza.

Due sono gli aspetti principali che tale sistema affronta e risolve:

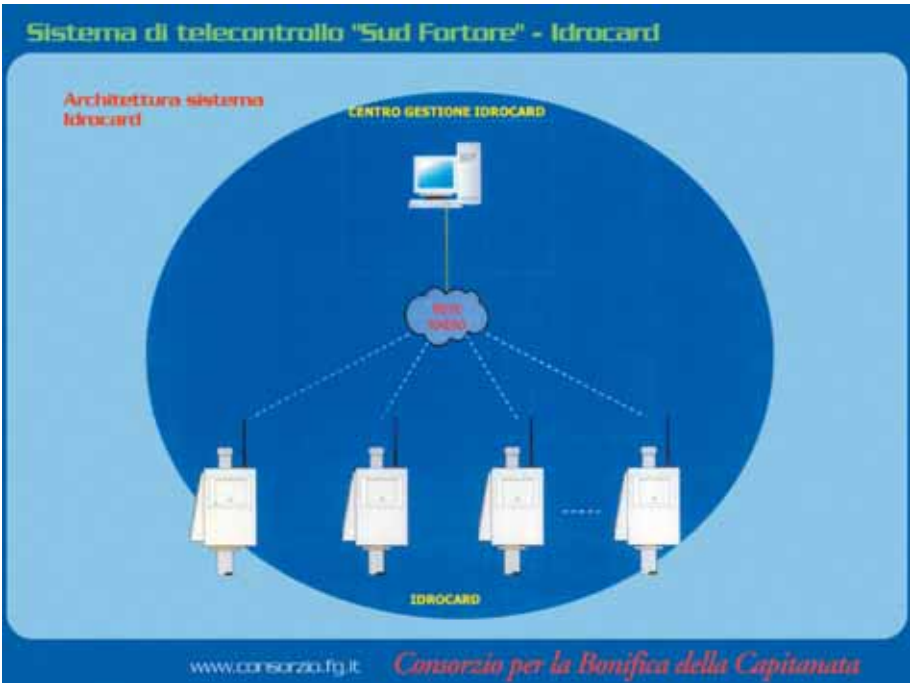
· l'eliminazione di qualsiasi intervento dell'operatore in campo se non per motivi mirati, tipo la conoscenza automatica al centro dell'avaria di un gruppo;

· la possibilità di conoscere in tempi brevi e con precisione i volumi prelevati.

Fatto questo che comporta di conseguenza sia la tenuta di una contabilità efficiente sia l'opportunità di poter esercire attraverso la rete di telecontrollo un bilancio idraulico dinamico.

La cosa più importante è quella inerente i costi di esercizio che, grazie all'utilizzo della tecnologia radio LPD, sono stati praticamente ridotti a zero.

Deve essere tenuto in considerazione comunque una minima quota assistenziale che risulta comunque molto contenuta grazie alla standardizzazione della struttura dei componenti che consente facili sostituzioni.



Conclusioni

Le esperienze acquisite hanno consentito di apprezzare i sistemi di telecontrollo come uno strumento ormai insostituibile.

Si associano vantaggi economici immediati alla conoscenza di informazioni in tempo reale, che consentono di aprire in maniera dinamica finestre di gestione capaci di consentire, a loro volta, che, operazioni, specie nel caso della struttura idrica del Consorzio, fino ad un decennio potevano solo realizzarsi a prezzo di grandi sacrifici e costi.

In considerazione dell'evoluzione degli orientamenti mondiali, che vedono la tutela delle acque sempre più al centro delle attenzioni, tenendo conto che ormai si impone un allineamento con i canoni europei, si dovrà ad divenire in tempi brevi ad una gestione ancora più attenta ed efficiente.

In tale prospettiva, i sistemi di telecontrollo sono certamente proiettati a costituire uno degli strumenti principali preposti all'esercizio ed è in questa dimensione che il Consorzio si sta ormai muovendo a pieno titolo.

Bibliografia

BIANCHI C. (1990), *La gestione automatizzata delle grandi reti consortili di distribuzione irrigua*, C.S.E.I. Taormina 9 novembre.

DEGAN A., CASNA A., ZUOLO G. (1990), *Caratteristiche di un sistema informativo territoriale computerizzato per una moderna gestione idraulica*, "Agraria - Irrigazione - Drenaggio", n. 1 Gennaio - Marzo.

ULLMAN J. D. (1991), *Basi di dati - Basi di Consegna*, Jackson, Napoli.

Telecontrollo reti acqua, gas ed elettriche, Convegno Firenze 2 - 3 ottobre 2003.

Sistema di telecontrollo, teleregolazione ed automazione dell'impianto irriguo del comprensorio Nord Fortore

relativamente alle opere di adduzione primaria dei distretti irrigui n. 9, n.10 e n.11 a servizio di 34.900 ettari

Dott. Ing. Giuseppe Di Nunzio
Capo settore

Generalità	73
Sistema irriguo	74
Sistema di telecontrollo	74
Problematiche dell'esercizio	74
Scopo e funzionamento del sistema di telecontrollo, teleregolazione e automazione nel comprensorio Nord-Fortore	75
Articolazione della rete di telecontrollo, teleregolazione e automazione del sistema idraulico	76
Conclusioni	78

Sistema di telecontrollo, teleregolazione ed automazione dell'impianto irriguo del comprensorio Nord Fortore

relativamente alle opere di adduzione primaria dei distretti irrigui n. 9, n.10 e n.11 a servizio di 34.900 ettari

Dott. Ing. Giuseppe Di Nunzio
Capo settore

Generalità

È ormai nel sentire comune, l'acqua come bene limitato e prezioso. La sua disponibilità disuniforme nel tempo e nello spazio non coincide con le esigenze dell'utilizzazione, pertanto tramite le opere di approvvigionamento, adduzione e distribuzione - la cui realizzazione richiede l'impegno di ingenti capitali - detta risorsa è resa disponibile per i diversi usi, in funzione delle variabili esigenze.

Proprio in considerazione del valore delle opere e del valore della risorsa acqua, diventa fondamentale la capacità di assicurare la corretta e ottimale distribuzione, condizione tanto meglio realizzabile quanto più i sistemi di approvvigionamento, adduzione e distribuzione risultano "flessibili" in fase di gestione.

Un adeguato adattamento al variare delle esigenze di uso nel tempo e nello spazio, anche per le opere esistenti realizzate nei decenni trascorsi, si può ottenere asservendo le opere idrauliche ad un sistema di telecontrollo, teleregolazione ed automazione.

Sistema irriguo

L'impianto irriguo in esame è stato realizzato ed è entrato gradualmente in esercizio tra la fine degli anni '70 e la prima metà degli anni '80.

Il SISTEMA idraulico è "a rete aperta" del tipo "misto" canale-tubazione, lo SCHEMA idraulico è costituito da: la rete di adduzione (che ha una logica di regolazione da monte), le vasche di disconnessione/compenso, la rete dei ripartitori, la rete di distribuzione "alla domanda" (con una logica di regolazione da valle).

L'impianto è alimentato dalle acque invasate nel lago artificiale formato dalla Diga di Occhito, per mezzo della galleria principale che adduce l'acqua al ripartitore di Finocchito; da qui, tramite il Sifone dello Staina, sono alimentati il Canale-sifone di Apricena a servizio dei distretti n.10 di 15.000 Ha e n.9 di 6.800 Ha ed il Sifone di San Severo, che serve il distretto n.11 di 13.000 Ha.

Sistema di telecontrollo

Il sistema di telecontrollo, teleregolazione ed automazione della rete - già in esercizio - di adduzione primaria del comprensorio irriguo Nord-Fortore (distretti n.9 - n.10 e n.11), è stato realizzato nella seconda metà degli anni '90, introducendo la ristrutturazione delle opere idrauliche, necessaria per predisporre le stesse alla "regolazione" ed inserendo la sensoristica utile per la rilevazione dei dati significativi per la gestione del sistema irriguo, il tutto asservito al sistema di acquisizione, trasmissione ed elaborazione dati.

Problematiche dell'esercizio

La realtà dell'esercizio presenta situazioni molto più variegate rispetto a quella che può essere la schematizzazione di progetto; a titolo esemplificativo si possono distinguere le seguenti diverse condizioni:

Stagione con disponibilità di risorsa: fase di riempimento, fase di avvio della stagione irrigua, condizione a regime, periodo di punta, fine esercizio/ svuotamento condotte.

Stagione con scarsità di risorsa (siccità): insufficiente disponibilità di acqua, mantenimento dei volumi erogati dalla rete nei limiti dei volumi disponibili secondo un predefinito programma di erogazione, disciplina nell'uso dell'acqua.

Affrontare con la necessaria elasticità le diverse situazioni prospettate, contestualmente alla scelta di spostare verso valle il livello di controllo della rete, è possi-

bile a condizione di disporre in maniera continuativa di un numero congruo di informazioni e di potere eseguire tempestivamente un numero elevato di manovre; esigenze tutte difficilmente affrontabili con un controllo e una regolazione manuale, invece gestibili disponendo di un sistema di telecontrollo, teleregolazione e automazione.

Telecontrollare, teleregolare e automatizzare un sistema irriguo, non significa renderne indipendente il funzionamento dalla decisione umana ma, al contrario, rendere assolutamente più efficace l'ATTIVITÀ DECISIONALE, rientrando ciò nell'ottica di una corretta gestione delle acque e costituendo l'infrastruttura telematica il naturale completamento di un sistema acquedottistico.

Scopo e funzionamento del sistema di telecontrollo, teleregolazione e automazione nel comprensorio Nord-Fortore

La disponibilità del sistema di telecontrollo, teleregolazione e automazione, consente di *progettare ed esercire la gestione* consistente in:

· Fase di esercizio: individuare il livello gerarchico decisionale più opportuno in relazione alle diverse problematiche e fasi gestionali; regolare le portate in transito nelle condotte alimentatrici in funzione delle richieste e delle disponibilità nell'ottica di una equa distribuzione dell'acqua (chi è in posizione svantaggiata non deve subire un peggioramento del servizio per le eccessive richieste di chi è favorito altimetricamente) e della riduzione degli sprechi e delle perdite in rete; assicurare il corretto funzionamento delle condotte evitando flussi a canaletta o svuotamento per deficienza delle portate disponibili rispetto alle richieste; consentire interventi tempestivi in caso di eventi particolari quali cattivo funzionamento o rotture; dirottare volumi dove si rende disponibile l'accumulo, nelle fasi di transitorio al passaggio a diversa condizione di regime, evitando sprechi; assicurare il regolare funzionamento dell'impianto, tenendo sotto controllo le pressioni nella rete e i livelli di carico nei bacini di accumulo.

· Fase di bilancio: migliorare la gestione tecnico-amministrativa dell'impianto, con l'ausilio dell'elaborazione centralizzata; valutare e controllare i volumi erogati nel corso della stagione irrigua; valutare e controllare gli andamenti dei parametri stagionali, mensili, settimanali e giornalieri più significativi, disponendo dei dati diagrammati, conducendo analisi ed individuando le cause di eventuali disfunzioni, programmando la tempistica delle manovre, storicizzando eventi e attività.

Articolazione della rete di telecontrollo, teleregolazione e automazione del sistema idraulico

La rete di telecontrollo e automazione del sistema idraulico è costituita da n.33 OS (Out Station) disposte a servizio di n. 54 nodi idraulici, da un CRD (Centro Raccolta Dati) presso il ripartitore di Finocchito, da n.2 controlli zonali dove sono situati i centri operativi addetti alla gestione, da un centro di supervisione presso la sede centrale di Foggia.

I punti periferici telegestiti sono individuati presso i nodi principali di diramazione, le vasche di disconnessione e compenso, gli impianti di sollevamento, attrezzati con:

Apparecchiature idrauliche (per la effettuazione di manovre)

Valvole motorizzate di regolazione con attuatori (a fuso, a farfalla, saracinesche); valvole motorizzate di sezionamento con attuatori (a fuso, a farfalla, saracinesche)

Sensori (per la rilevazione dello stato di funzionamento)

Misuratori di livello (piezoresistivi, ad ultrasuoni, a galleggiante); venturimetri (idraulici con d.d.p., ad ultrasuoni, magnetici, a risalto); misuratori di pressione (piezoresistivi); grado apertura valvole; stato funzionamento pompe; sforzo max attuatori; sistema antiintrusione; presenza acqua in camera di manovra; stato alimentazione elettrica; stato funzionamento periferica.

La realizzazione del sistema di telecontrollo comporta la introduzione di nuove infrastrutture tecnologiche, a loro volta oggetto di gestione specialistica: le Stazioni periferiche di acquisizione dati (PLC con operatività locale); il sistema di energizzazione dei nodi (fornitura del gestore elettrico, pannelli fotovoltaici); i Vettori di trasmissione dati (cavo telefonico dedicato, telefonia di rete fissa e/o mobile, radio,Wi-Fi, LPD).

Il sistema di telecontrollo, predisposto come brevemente descritto, consente di acquisire e trasmettere, per ogni nodo controllato:

· Informazioni analogiche
  Livelli dei serbatoi; Portate nei nodi; Pressioni nei nodi; Grado di apertura delle valvole di regolazione;

· Informazioni di stato
  Stato valvole (aperta/chiusa/pos.intermedia); Comando valvole (locale/remoto); Portata: massima; Pressione: massima/minima; Alimentazione (rete/batteria);

· Informazioni di allarme
  Sfioro vasche; Svuotamento vasche; Sovrapressioni; Corrente massima motori elettrici; Mancanza di alimentazione elettrica; Blocco periferica;

· Informazioni di comando
Regolazione grado apertura valvole; Apertura/chiusura valvole di sezionamento e by-pass;

Informazioni che consentono di svolgere funzione:

· Informativa, per conoscere
le richieste idriche delle diverse aree servite; lo stato di invaso delle acque; lo stato di funzionamento degli impianti di sollevamento; le portate e le pressioni in punti notevoli della rete; eventuali stati di emergenza del sistema; allarmi;

· di comando, per
deviare l'alimentazione da un punto ad un altro del comprensorio; sezionare la rete ed interrompere l'erogazione in caso di emergenza; regolare il sistema.

Conclusioni

L'impianto di Telecontrollo va considerato come struttura dinamica, oggetto di continui adeguamenti alle esigenze dell'esercizio irriguo e degli operatori. La messa in esercizio dell'impianto è stata graduale, prevedendo contestualmente l'innalzamento del livello e della qualità degli operatori, con una adeguata formazione degli addetti alla gestione del sistema idraulico e con l'introduzione di nuove figure professionali per la gestione della parte strettamente telematica.

L'aspetto senz'altro confortante, è stato la naturalezza con cui il nuovo strumento è stato immediatamente utilizzato dagli operatori, con immediati vantaggi sia per la gestione dell'esercizio irriguo che per la fase tecnico-amministrativa in sede di predisposizione dei programmi e dei budget di manutenzione e gestione.

Bibliografia

Utilizzazione irrigua delle acque del Fortore, automazione e telecontrollo del sistema irriguo del comprensorio Nord Fortore, Consorzio per la Bonifica della Capitanata, relazione aggiuntiva ing. Lucio Santovito, Maggio 1985.

Attuali livelli di automazione e telecontrollo delle reti irrigue consortili in Italia, "Irrigazione" n. 4 1992.

Programma integrato di formazione sulla gestione delle acque e dell'ambiente, C.S.E.I. Catania Centro studi di economia applicata all'ingegneria, Dicembre 1991.

ANIE - AMES Associazione Nazionale Automazione Misure e Sicurezza, *Sistemi di telecontrollo di reti di pubblica utilità linee guida*, a cura di Furio Cascetta, Università di Napoli "Federico II", Franco Angeli Editore.

Sistema di supervisione impianti monitoraggio e telecontrollo delle idrovore

Migliorare la conduzione e la funzionalità dell'impianto

Ing. Dott. Donato Santoro
Capo settore Elettromeccanico

Sistema di supervisione e telecontrollo con acquisizione e raccolta dati 82

1. automazione del processo di pompaggio: Costruzione del nuovo quadro di comando pompe e introduzione di un sistema di controllo a logica programmabile (PLC) 82

2. Riduzione dei consumi energetici: Adozione e funzionamento degli inverter 83

3. Supervisione e monitoraggio dell'impianto 83

4. Trasmissione a distanza dei dati dell'impianto per la gestione e il telecomando 84

Conclusioni 100

Sistema di supervisione impianti monitoraggio e telecontrollo delle idrovore

Migliorare la conduzione e la funzionalità dell'impianto

Ing. Dott. Donato Santoro
Capo settore Elettromeccanico

Lo scopo di questa breve relazione è quella di illustrare una serie di interventi tecnologici a carattere innovativo riguardanti gli impianti di sollevamento delle acque, destinati sia all'irrigazione dei campi che al prosciugamento dei canali per la bonifica del territorio.

Il fine principale di questi interventi, e la realizzazione degli interventi stessi ha permesso il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

· Automazione completa del processo di pompaggio

· Riduzione dei consumi dell'energia elettrica

· Supervisione e monitoraggio dell'impianto con la raccolta dati

· Trasferimento a distanza dei dati presso la sede consortile.

Sistema di supervisione e telecontrollo con acquisizione e raccolta dati

· Impianti di sollevamento a servizio delle opere di irrigazione
· Impianti idrovori a servizio delle opere di bonifica

1. automazione del processo di pompaggio: Costruzione del nuovo quadro di comando pompe e introduzione di un sistema di controllo a logica programmabile (PLC)

Il miglioramento è consistito soprattutto nel passaggio della conduzione dell'impianto dalla modalità manuale o semiautomatica alla modalità completamente in automatico.

In questa modalità l'impianto è governato da un controllore a logica programmabile (PLC) che, acquisisce una serie di segnali provenienti dal campo (es. livello di una vasca di accumulo), e attraverso lo sviluppo di in software di

programmazione permette l'attacco, lo stacco e la regolazione delle pompe senza l'intervento di un operatore.

Il vantaggio di tale operazione è fondamentale: l'impianto si attiva e si autogestisce in relazione all'effettivo prelievo dell'acqua da parte dell'utenza e si ottiene una rotazione ciclica delle pompe.

2. Riduzione dei consumi energetici: Adozione e funzionamento degli inverter

Si osserva che la spesa dell'energia elettrica rappresenta una voce rilevante per una stazione di pompaggio, per ridurre tale spesa ed evitare l'attacco e stacco continuo delle pompe si è adottato un sistema di avviamento a mezzo di *inverter*.
L'inverter è una apparecchiatura elettronica caratterizzata da tre grandi vantaggi:

a. effettua l'avviamento e lo spegnimento graduale del motore collegato alla pompa evitando così le correnti elettriche di spunto, e quindi i picchi di assorbimento della potenza impegnata;
b. modula il numero di giri del motore, con la possibilità di ridurre la portata di mandata della pompa senza necessariamente fermarla quando si riduce la richiesta di prelievo;
c. attenua il fenomeno del colpo d'ariete dovuto allo stacco improvviso delle pompe, il che si traduce in una riduzione delle sollecitazioni di sovrapressione che coinvolgono le tubazioni e la struttura dell'impianto.

3. Supervisione e monitoraggio dell'impianto

Il processo automatico dell'impianto è implementato con un sistema di supervisione e di monitoraggio.
Tale sistema permette di:

a. tenere sotto controllo l'impianto attraverso una consolle di comando provvista di un PC Pannell costituito da un monitor grafico con simboli animati che visualizza in tempo reale lo stato dell'impianto;
b. acquisire tutti i dati dell'impianto (livello, portata, pressioni, assorbimenti elettrici, azionamento degli inverter, numero di giri delle pompe,ecc.) per farne una raccolta dati.

4. Trasmissione a distanza dei dati dell'impianto per la gestione e il telecomando

Tutti i dati acquisiti e memorizzati possono essere trasmessi a distanza.
I sistemi di trasmissione previsti sono stati:
· per gli impianti di sollevamento ad uso irriguo: sistema attraverso rete HDSL a larga banda per dati e immagini
· per gli impianti idrovori: sistema attraverso rete GSM - per trasmissione dei solo dati e degli eventuali comandi.

Sistema di supervisione

Configurazione del sistema di controllo della stazione di pompaggio
1° Livello

Fig. 1. Architettura tipica sistema di automazione e supervisione di una centrale di pompaggio.

Sistema di supervisione

Asservimento del sistema di supervisione locale alla rete di teleoperazioni consortile 2° Livello

Fig. 2. Asservimento del sistema di supervisione locale alla rete di teleoperazioni Consortile.

Sistema di supervisione

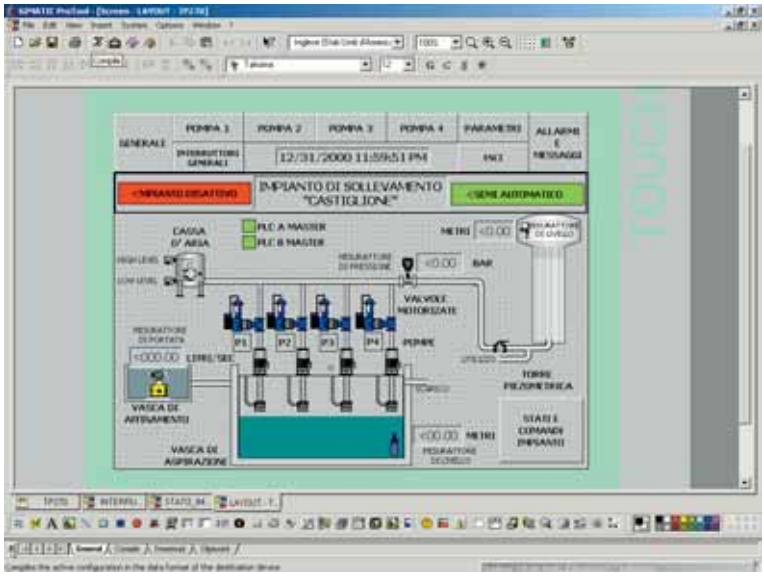
Livello 1 - Presso Impianto
· Avviamento e spegnimento pompe a mezzo inverter
· Comunicazione tra inverter e plc
· Acquisizione dati da plc
· Monitoraggio dati attraverso pagine grafiche
· Comandi a distanza impianto da consolle
· Trend e report di misure acquisite: Livelli - portate - consumi elettrici ecc.
· Gestione allarmi ed inoltro sms e fax via rete “gsm” verso operatori reperibili

Livello 2 - Presso Sede consortile
· Raccolta ed elaborazione dati
· Monitoraggio a distanza impianto attraverso pagine grafiche
· Report mensile e trend delle misure acquisite
· Gestione allarmi

Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione*

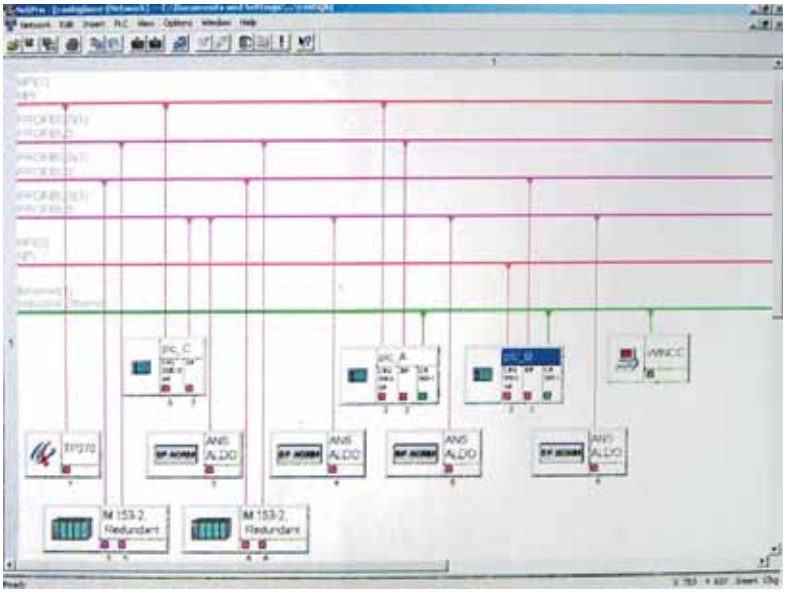
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione. Sala pompe*

Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione. Nuovo quadro di comando*



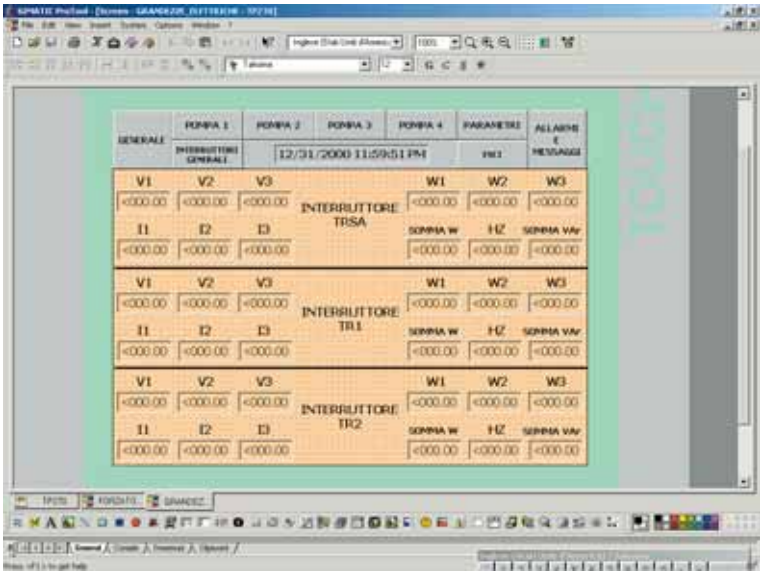
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione. Sala pompe*

Monitoraggio a distanza dell'impianto avviene tramite un pannello operatore ed un "pc" di supervisione. Dal pannello si possono settare dei parametri. Visualizzare lo stato dell'impianto e gli allarmi. Comandare le pompe azionando degli inverter. Abilitare e disabilitare le pompe. Inserire la modalità in automatico



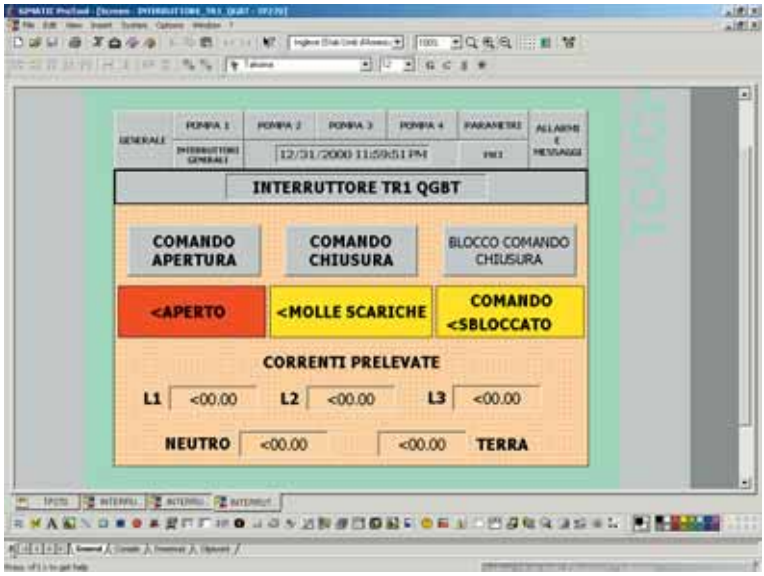
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Per garantire la funzionalità sono stati utilizzati due plc (a e b) con periferia decentralizzata indipendente in modalità di backup caldo. Un terzo "plc" viene utilizzato come interfaccia tra le "cpu" di gestione e gli inverter



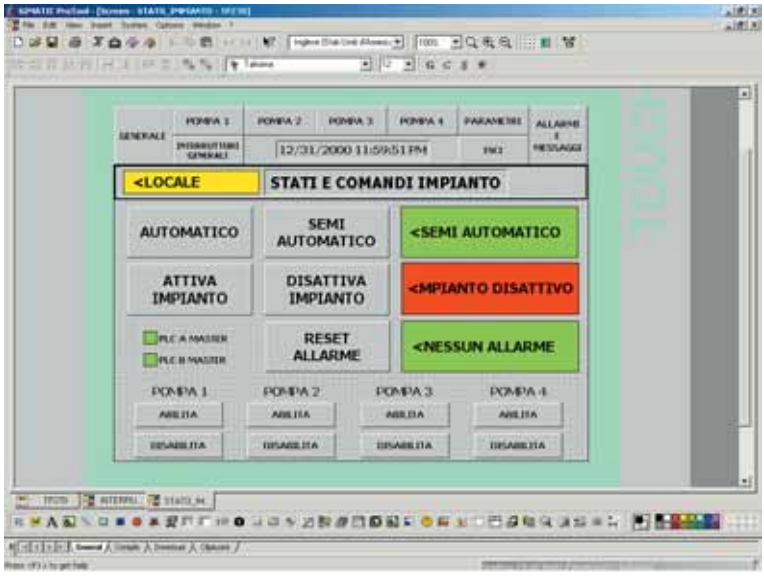
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Il quadro di potenza del sistema viene monitorato dal "plc" per rilevare i parametri di tensione e corrente assorbita



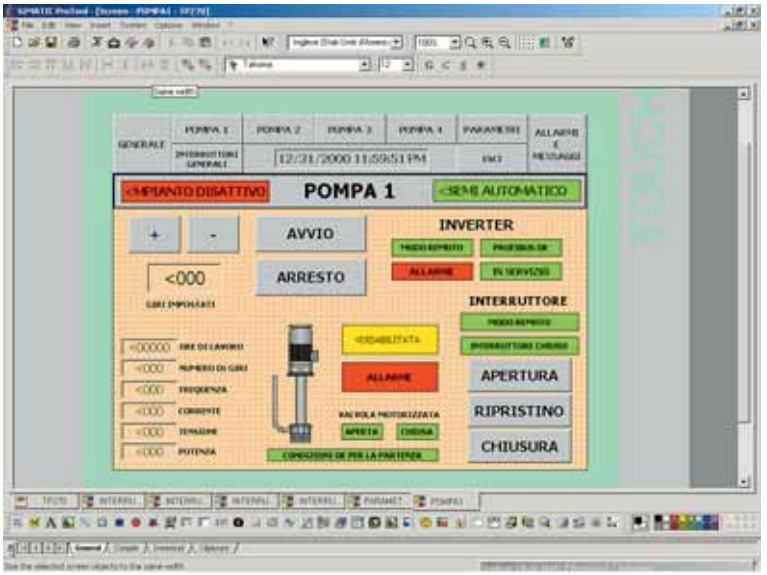
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Dal pannello operatore si possono comandare l'apertura e chiusura degli interruttori posti sul quadro di comando principale



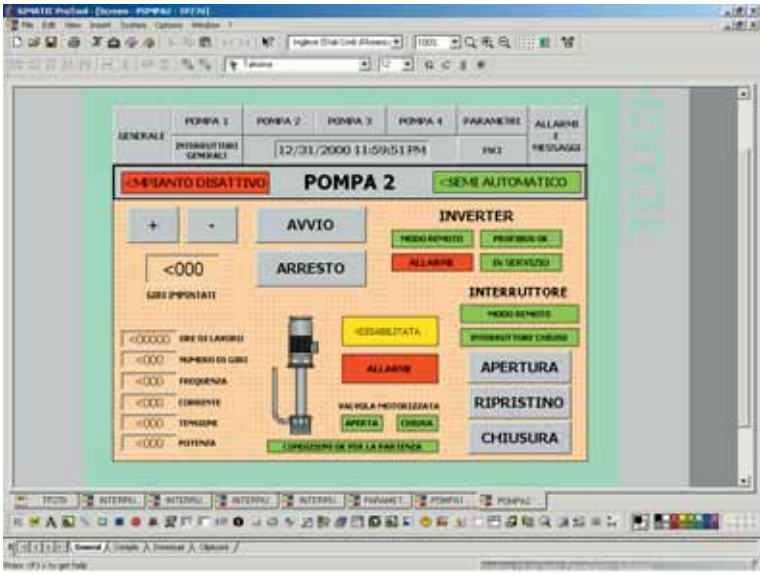
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Stato impianto - si visualizza lo stato dell'impianto e le condizioni di funzionamento



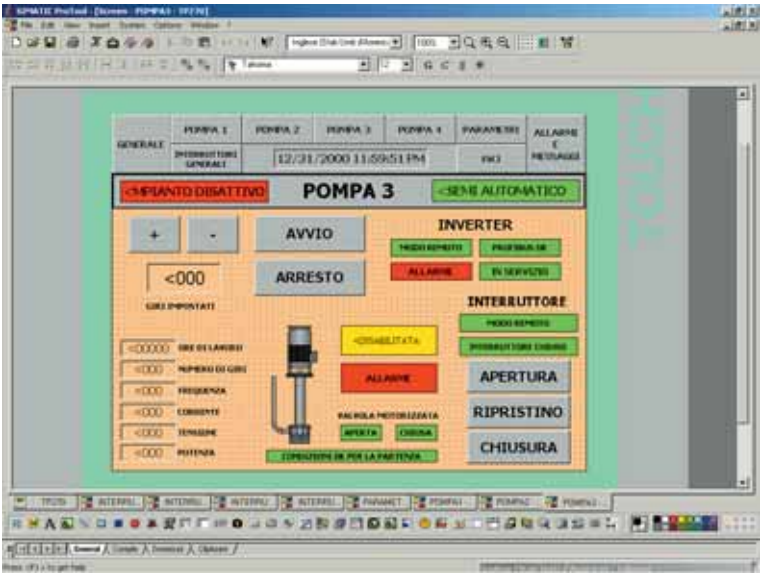
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Stato delle pompe - si visualizza lo stato delle pompe e le condizioni di funzionamento



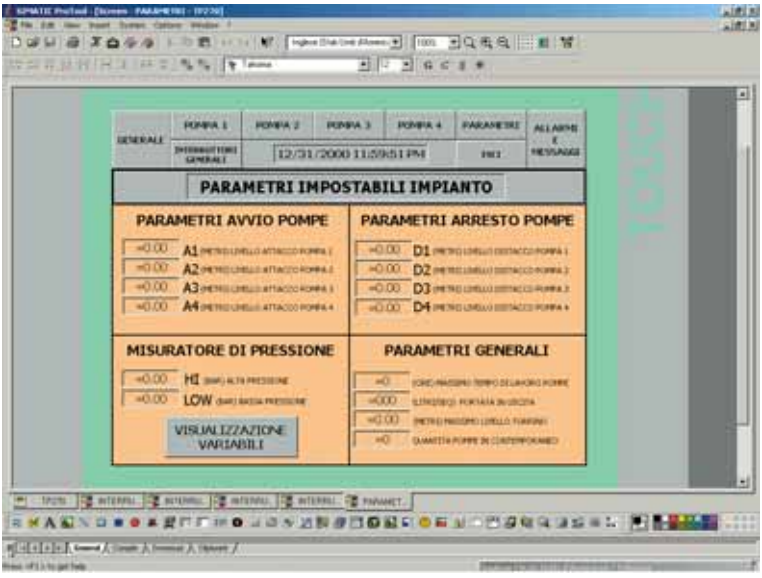
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Stato inverter - si visualizza lo stato degli inverter e le condizioni di funzionamento



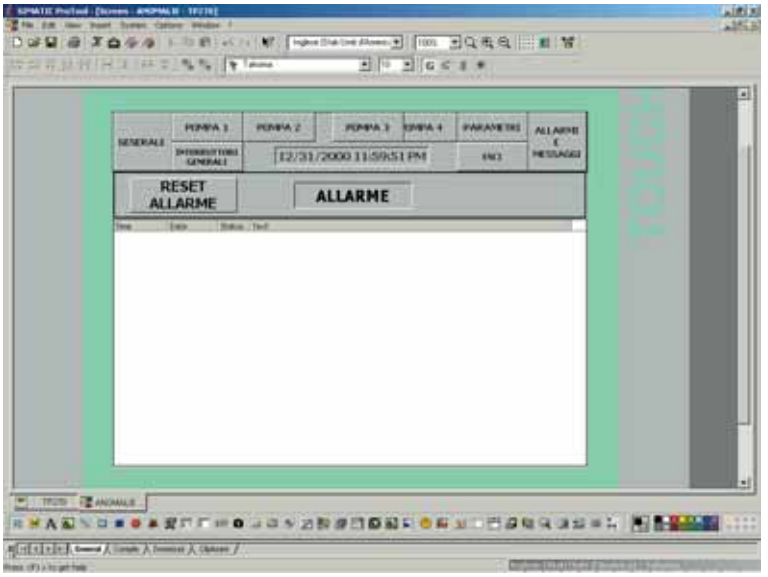
Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Comando pompe: in modalità semiautomatico si ha la possibilità di comandare le pompe da consolle. L'avvio avviene solo in certe condizioni



Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Parametri impianto: in questa pagina si possono modificare e reimpostare i parametri dell'impianto - es. livello di attacco e stacco pompe



Impianto di sollevamento acque reflue *di Castiglione.*

Allarmi. In questa pagina vengono visualizzati gli allarmi dell'impianto e il reset degli stessi se una pompa viene disabilitata i rispettivi allarmi sono inibiti

Impianto di sollevamento acque di Montagna Spaccata, sx Ofanto

Impianto di sollevamento acque di Montagna Spaccata, sx Ofanto. Sala pompe

Impianto di sollevamento acque di Montagna Spaccata, sx Ofanto. Nuovo quadro di comando

Impianto di sollevamento acque di Monachelle, sud Fortore

Impianto di sollevamento acque di Monachelle, sud Fortore. Sala pompe

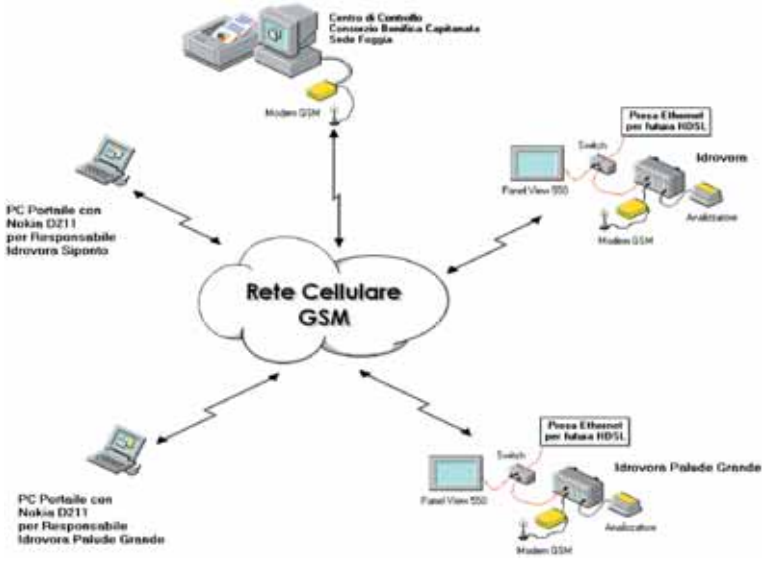
Impianto di sollevamento acque di Monachelle, sud Fortore. Nuovo quadro di comando

Impianto di sollevamento acque di Monachelle, sud Fortore. Scomparto inverter

Impianto idrovoro Palude Grande. Agro di Lesina

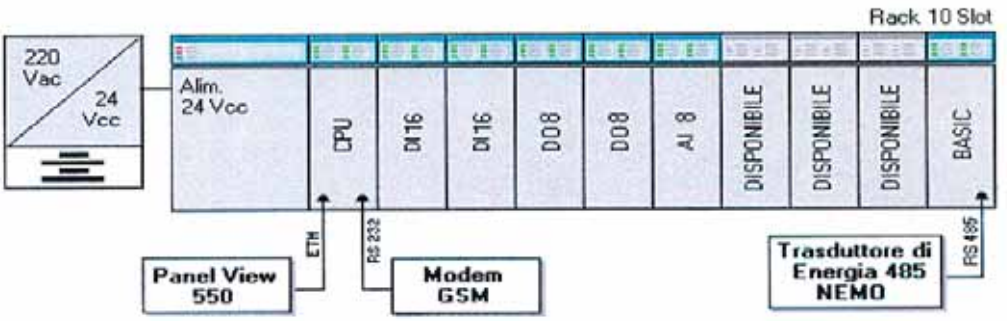
Impianto idrovoro Palude Grande. Agro di Lesina. Sala pompe

Impianto idrovoro palude grande. Agro di Lesina. Quadro di comando



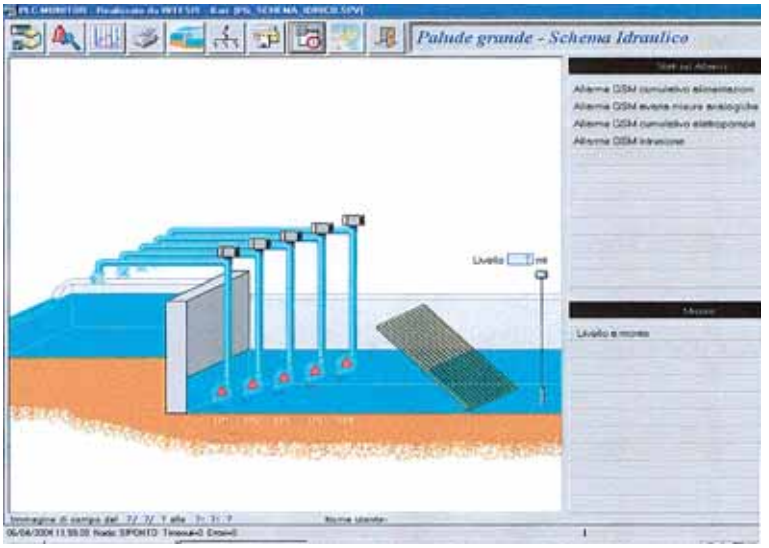
Impianto idrovoro Palude Grande. Agro di Lesina

Sistema di monitoraggio e telecontrollo dell'impianto - configurazione sistema



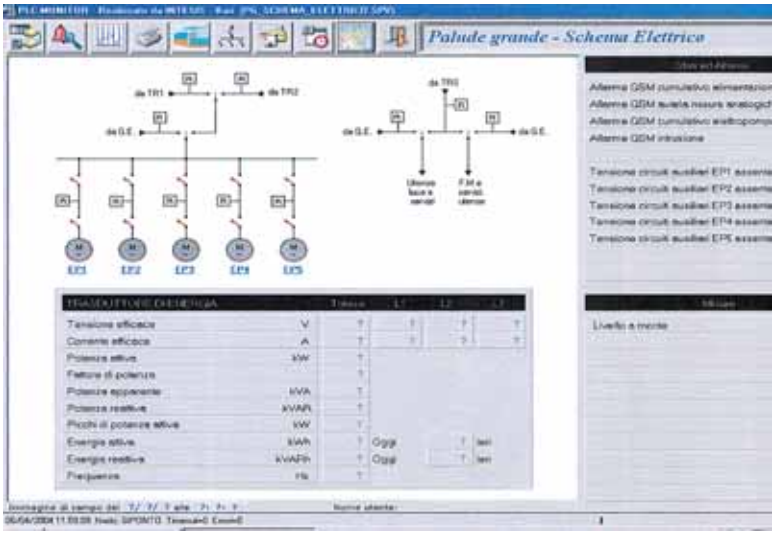
Impianto idrovoro Palude Grande. Agro di Lesina

Sistema di monitoraggio e telecontrollo dell'impianto - configurazione plc



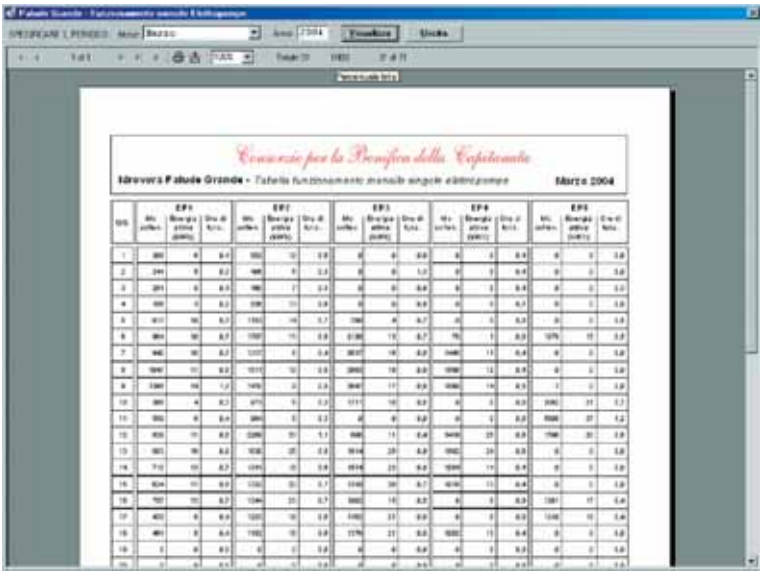
Impianto idrovoro Palude Grande. Agro di Lesina

Sistema di monitoraggio e telecontrollo dell'impianto - schema idrico



Impianto idrovoro Palude Grande. Agro di Lesina

Sistema di monitoraggio e telecontrollo dell'impianto - schema elettrico



Impianto idrovoro Palude Grande. Agro di Lesina

Sistema di monitoraggio e telecontrollo dell'impianto - raccolta dati

Conclusioni

A carattere generale i vantaggi della supervisione e monitoraggio dell'impianto in definitiva possono essere così riassunti:

· Possibilità del controllo remoto - miglioramento delle attività legate all'esercizio, alla manutenzione ordinaria e straordinaria;

· Pianificazione della manutenzione delle macchine conoscendo, ad esempio il numero delle ore di funzionalità delle stesse;

· Controllo dei parametri ed elettrici

· Monitoraggio di eventi per situazioni di emergenza, quali:
  Repentini abbassamenti di pressione (ipotetica perdita)
  Sovraccarichi dovuti a cattivo funzionamento del gruppo motore-pompa
  Svuotamenti rapidi, controllo delle vasche oltre la loro capacità (eliminazione degli sfiori)

· Possibilità di realizzare bilanci idrici settimanali e mensili e trend storici delle misure acquisite;

· Valutazione del rendimento globale dell'impianto confrontando i consumi energetici e quantità di acqua pompata;

· Centralizzazione presso la sede si Foggia dei dati provenienti dagli impianti.

Bibliografia

Perizia Manutenzione ordinaria e straordinaria Impianti Eletromeccanici Anno 2003, Approvazione della Deputazione Amministrativa n° 807 del 03.12.2002.

Progetto P.O.R. - Puglia 2000/2006, Asse I, Risorse Naturali, FEOGA Misura 1.2, Azione C, *Installazione di quadri di comando pompe ad avviamento a mezzo di inverter comprensivo di un sistema di supervisione e telecontrollo - Impianti di sollevamento acque di Monachelle e Montagana Spaccata.*

Progetto utilizzazione delle acque reflue del Comune di Foggia, Lavori di adeguamento, ristrutturazione dell'impianto di sollevamento a sevizio della Torre Piezometrica n° 3, Decreto della Regione Puglia n°183 del 13.06.2002

ASI Robicon, *Drives and Power Control*, Viale Sarca, 336 Milano

SIEI, *Drives & Systems*, Via Carducci, 24 Gerenzano (VA)

Siemens AG, *Cominucazione Industriale per Automation and Drives*, Postfach, 48 48 Nurnberg Federal Republic of Germany

INTESIS, *I sistemi di monitoraggio e controllo dell'acqua*, Via Don Guanella, 15/g Bari

DANFOSS, *Convertiori di frequenza*, Pubblicazione 2^ Edizione 2002

"FIRE. Federazione Italiana per l'uso razionale dell'Energia", Periodico di informazione tecnica.

"ENEA. Energia - Ambiente - Innovazione", Rivista bimestrale Marzo - Aprile 2004.

"POWER Techonology", Rivista bimestrale Marzo 2004.

"Elettrificazione", Rivista Generale di Elettrotecnicca ed Elettronica.

I sistemi elettronici nella gestione irrigua

Dott. Agr. Luigi Nardella
Capo Settore

1. Premessa 105

2. Problemi 106
a. Disponibilità idriche 106
b. Nuovi scenari produttivi 107
c. Struttura aziendale 107
d. Effetti sulla gestione 108

3. strumenti e apparecchiature 109
a. Il gruppo di consegna 111
b. Le tessere elettroniche di prelievo (singole e multiple) 112
c. La tessera elettronica di supervisione 113
d. L'interfaccia di programmazione 114
e. Il software di gestione 115
Teletrasmissione e telerilevamento 115

4. benefici 118
a. per l'utenza 118
b. per gli impianti 119
c. per i costi di gestione 119

5. conclusioni 120

I sistemi elettronici nella gestione irrigua

Dott. Agr. Luigi Nardella
Capo Settore

1. Premessa

Il Consorzio per la Bonifica della Capitanata opera su un comprensorio di 441.000 ettari. Per trasformare l'agricoltura e renderla irrigua agli inizi degli anni '60, l'Ente, con il sostegno finanziario della Cassa per il Mezzogiorno, ha programmato tre schemi idrici: Fortore, Sinistra Ofanto e Carapelle su una superficie di 200.000 ettari. Nei decenni successivi ha realizzato parzialmente i primi due:

· *Il comprensorio Fortore* che interessa gli agri di 16 comuni della provincia di Foggia e richiede un fabbisogno di acqua per usi irrigui stimato in 280 milioni di mc (in ragione di 2.000 mc/ha irrigabile), da derivare dall'invaso di Occhito e da quelli sulle aste dei corsi d'acqua a regime torrentizio (Celone, Vulgano, Salsola e Triolo), che attraversano la piana del Tavoliere e si riversano nel torrente Candelaro; in esecuzione dello schema sono state realizzate la diga di Occhito, la diga del Celone e la traversa sul torrente Vulgano, unitamente alle reti di adduzione e di distribuzione su circa 110.000 ettari di superficie;

· *Il comprensorio Sinistra Ofanto* che utilizza le fluenze del fiume Ofanto e di alcuni suoi affluenti, distribuendo l'acqua sugli agri di 10 comuni a sud di Foggia. Le

risorse disponibili per il Comprensorio sono state stimate in 76 milioni di mc che, con una dotazione di 2.000 mc/ha, hanno permesso di perimetrare una superficie irrigabile di 38.000 ettari.

Nei decenni successivi, per rispondere alle esigenze ed alle richieste di acqua per usi potabili, civili e industriali, le dotazioni e le ripartizioni intersettoriali sono state riviste ed adeguate alla domanda, penalizzando, inevitabilmente, il settore primario unico e originario destinatario delle risorse immagazzinate.

In trenta anni di esperienza gestionale nel governo di grandi comprensori irrigui, nei quali la consegna di acqua all'utenza avviene in pressione ed alla domanda, sono emersi problemi e difficoltà in ordine all'approvvigionamento ed alla distribuzione. Le complicazioni e gli inconvenienti sono sempre stati affrontati con serietà e competenza ricercando soluzioni e tecnologie adeguate prestando la dovuta attenzione ai costi d'investimento ed alle spese di gestione.

Nel prosieguo la relazione sarà articolata in tre parti; nella prima saranno trattati i problemi ed i loro effetti sulla gestione, nella seconda le soluzioni tecnologiche adottate e nella terza i benefici derivanti dall'adozione delle tecnologie descritte: problemi; soluzioni tecnologiche; benefici.

2. Problemi

a. Disponibilità idriche

Nel 1975 si è dato corso al primo esercizio irriguo su 9.000 ettari dell'appena ultimato distretto 9 del comprensorio irriguo Fortore. Nel frattempo il Consorzio aveva realizzato e messo in esercizio la diga di Occhito che intercetta le acque del fiume Fortore per alimentare, con la sua ingente capacità di accumulo (250 Mmc), l'imponente rete irrigua in corso di realizzazione. Si partiva pertanto con una rilevante eccedenza dell'offerta di acqua rispetto alla modesta domanda. Nei decenni successivi mentre, come da programma, il comprensorio irriguo si ampliava fino a raggiungere l'attuale ragguardevole superficie di 110.000 ettari in regolare esercizio, gli schemi idrici di approvvigionamento subivano un preoccupante arresto. Di più la risorsa idrica di buona qualità ed idraulicamente pregiata ha suscitato gli appetiti dell'*Ente Autonomo Acquedotto Pugliese,* che attualmente come *AQP spa,* preleva oltre 60 Mmc di acqua all'anno e degli esigui stabilimenti industriali insediati sul territorio provinciale. Nel tempo pertanto, anche per la minore piovosità ed i conseguenti minori accumuli nell'invaso artificiale, la disponibilità di acqua è diventata del tutto insufficiente ai fabbisogni e la forbice tra domanda ed offerta è stata solo attenuata dalla costruzione della diga del Celone e della traversa sul torrente Vulgano. Il Consorzio e l'agricoltura hanno vissuto con difficoltà le avversità

degli ultimi dieci anni, durante i quali, complice anche una siccità prolungatasi per quasi tre anni, a causa dell'insufficiente disponibilità di acqua, la dotazione per unità di superficie è stata drasticamente ridotta fino all'interruzione dell'erogazione per due anni consecutivi. Sorte non diversa è toccata al comprensorio irriguo Sinistra Ofanto che, con l'aumento delle superfici irrigue dei contermini impianti realizzati dai Consorzi di Bonifica "Vulture Alto Bradano" e "Terra d'Apuliae", con i problemi manifestati dalla diga del Rendina, con il cospicuo aumento di domanda di acqua del polo industriale di San Nicola di Melfi e con i conflitti politici tra la Regione Puglia e la Regione Basilicata, ha visto sensibilmente ridimensionati i volumi disponibili per i propri comprensori irrigui.

b. Nuovi scenari produttivi

Alla cronica mancanza di acqua di cui soffre il comprensorio sono associati anche i problemi gestionali e tecnici legati all'intensificazione ed alla specializzazione colturale. In particolare la trasformazione irrigua ha interessato tutto il territorio in maniera massiccia, raggiungendo nella zona bassa del comprensorio Sinistra Ofanto e nei pressi di tutti i centri abitati elevatissimi livelli di investimento in colture irrigue. In alcuni distretti l'intera superficie attrezzata con pubblici impianti è sottoposta ad irrigazione, con alterazione di ogni previsione progettuale in base alla quale e con riferimento alle *parzializzazioni* ipotizzate sono state dimensionate le condotte. A complicare ulteriormente la gestione tecnica degli impianti di distribuzione si aggiunge l'estrema specializzazione colturale affermatasi: distese di vigneti nel comprensorio Ofanto, di pomodoro nel sud Fortore e di barbabietola nel nord fortore.

c. Struttura aziendale

L'elemento che maggiormente complica la gestione del servizio pubblico è la ridotta superficie aziendale, associata, nella maggior parte dei casi ed in alcuni distretti, ad uno spinto frazionamento se non ad una vera e propria polverizzazione della proprietà. Nella tabella che segue è riportato il numero di ditte presenti nel comprensorio irriguo Sinistra Ofanto, disaggregate per classe di ampiezza. Da essa si evince che la superficie media aziendale è poco superiore ad un ettaro, e quasi il 70% delle ditte iscritte nel catasto irriguo possiedono una superficie inferiore ad un ettaro. A tal proposito, ricordando l'ulteriore frazionamento delle singole proprietà, è appena il caso di precisare che sugli impianti di distribuzione è installato un

gruppo di consegna ogni quattro ettari di superficie.

Comprensorio irriguo Sinistra Ofanto (ditte per classe di superficie)

Classi di superficie (ha)	Ditte		Dati percentuali	
	Nr	Sup. ha	Ditte	Superficie
da 0 ad 1	19.144	8.037	68,6	21,1
da 1 a 3	6.237	10.051	22,4	26,4
da 3 a 5	1.107	4.279	4,0	11,2
da 5 a 20	1.250	10.386	4,5	27,3
da 20 a 50	123	3.625	0,4	9,5
oltre i 50	21	1.721	0,1	4,5
Totale	27.882	38.499	100,0	100,0

d. Effetti sulla gestione

Inconvenienti idraulici. A causa della specializzazione colturale e dell'elevata intensità di coltivazione la richiesta di acqua si concentra nello spazio e nel tempo manifestando livelli di domanda così elevati da imporre l'adozione di strategie d'emergenza per la gestione idraulica degli impianti. Difatti l'improvvisa ed elevata richiesta di acqua dal 15 giugno al 15 agosto è superiore alla capacità di trasporto delle condotte. In mancanza di immediati interventi correttivi si assiste prima alla caduta di pressione poi allo svuotamento rapido delle vasche di compenso con ingresso di aria nella rete e sistematica rottura delle condotte in pressione.

Turnazione della domanda. La specializzazione colturale, infatti, poco si presta alla logica degli impianti consortili; pur tuttavia, nonostante lo scadimento qualitativo dei servizio offerto, per assicurare un regolare esercizio si fa ricorso alla turnazione della domanda attraverso la chiusura periodica di una parte dei settori tra i quali è suddiviso il comprensorio irriguo. La turnazione nei confronti della domanda è l'unico espediente a disposizione dei tecnici per minimizzare rischi e danni garantendo comunque la distribuzione di acqua all'utenza, anche se i consorziati mal si adattano a questa forma di gestione, estremo rimedio idraulico, nonché male necessario sgradito all'utenza e costoso per l'Ente.

Inconvenienti gestionali. Come sopra riportato sugli impianti di distribuzione è stato installato un gruppo di erogazione ogni quattro ettari e nella maggior parte dei casi il gruppo è a servizio di più utenti. A causa di questo tipo di servizio la ripartizione dei volumi di acqua alle singole utenze spesso non è equa, con disservizi che si manifestano, nei periodi di punta e di massima richiesta di acqua, quasi sempre a carico degli utenti più sfavorevolmente collocati sul territorio, con conse-

guenti danni alle colture ed ai redditi. Difficoltà di non trascurabile entità si incontrano inoltre nell'attribuzione dei consumi al termine di ciascun esercizio irriguo, allorquando ciascun consorziato è tenuto, in caso di utenza multipla, a dichiarare il consumo relativo all'esercizio trascorso. La maggior parte delle dichiarazioni, purtroppo, non sono veritiere ed è indispensabile convocare gli utenti di uno stesso gruppo di consegna presso gli uffici periferici dell'Ente e pervenire, in contraddittorio tra di loro, ad un accordo sui volumi prelevati. Tutto ciò con costi non indifferenti e con impegno di personale che potrebbe essere destinato ad altre mansioni.

3. strumenti e apparecchiature

Uno degli obiettivi principali nella gestione degli impianti è l'ottimizzazione del servizio di irrigazione pubblica; assicurare che le caratteristiche della domanda siano soddisfatte dall'offerta a costi compatibili con la redditività delle colture.

A tal proposito, al fine di risolvere i problemi connessi: ad un'equa ripartizione dei volumi idrici tra gli agricoltori in generale e soprattutto coutenti dello stesso gruppo di consegna; all'individuazione di strumenti che inducano gli utenti ad un prelievo di acqua compatibile con le risorse disponibili; all'individuazione di strumenti che migliorino l'efficienza della distribuzione scongiurando il ricorso alla turnazione tra i settori e, di conseguenza, disservizi e danni per l'utenza, i tecnici dell'Ente hanno ispirato la realizzazione di nuove apparecchiature rendendosi poi disponibili alle verifiche della funzionalità in campo.

Alla fine degli anni '80 sono state testate le prime campionature che associavano alla componente idraulica, anch'essa innovativa, una componente elettronica.

Alcuni gruppi di consegna tradizionali, come quello raffigurato nell'immagine, costituiti da una saracinesca a ghigliottina e da un contatore volumetrico woltmann, sono stati sostituiti con le prime campionature (CVA prodotti dalla SIGMA).

Sono poi state messe a confronto le offerte proposte da altre ditte del settore suggerendo, di volta in volta, gli adeguamenti funzionali necessari a rendere i prodotti più appropriati alla filosofia gestionale del Consorzio.

I risultati ottenuti in un decennio di prove hanno consentito, ai tecnici del Consorzio, di accertare affidabilità e funzionalità delle apparecchiature prima di estendere su larga scala, con un primo progetto nel 1998 ed uno successivo nel 2000, l'adozione della tecnologia proposta.

L'ammodernamento degli impianti mediante la semplice sostituzione di gruppi di consegna meccanici con gruppi elettronici ha permesso di risolvere, in maniera concreta, i problemi gestionali innanzi riportati e di rilevare, altresì, il comporta-

Gruppo di consegna tradizionale

Primo campione in prova (CVA)

Gruppo di consegna acquacard (Nicotra)

mento dell'utenza in tutte le 24 ore della giornata e, soprattutto, durante i periodi in cui gli impianti sono sottoposti a turnazione forzata.

Elementi di conoscenza estremamente utili nella impostazione delle strategie di distribuzione adottate dall'Ente in ogni periodo dell'anno e nel controllo dei consumi del singolo consorziato.

Tuttavia l'innovazione principale va individuata nell'accoppiamento dell'elettronica alla componente idrualica.

Il gruppo di consegna è diventato sistema di consegna ed è composto da: un gruppo di consegna aziendale; n. 1 o più tessere elettroniche di prelievo (singole o multiple); n. 1 tessera elettronica di supervisione; un'interfaccia di programmazione; un software gestionale.

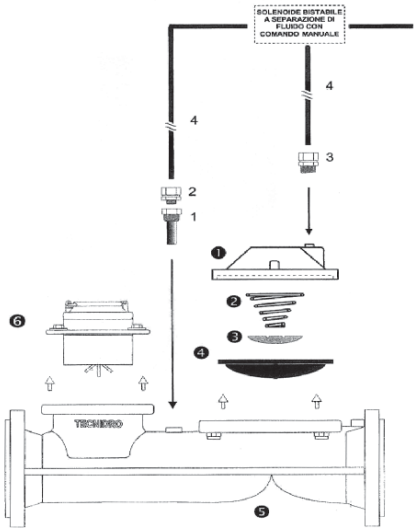
a. Il gruppo di consegna

è costituito da una componente idraulica e da una componente elettronica.

La componente idraulica incorpora in un monoblocco in ghisa un contatore a trasmissione magnetica con mulinello tangenziale dotato di emettitore di impulsi e un'idrovalvola comandata da un'elettrovalvola (solenoide bistabile a separazione di fluido) munita di comando manuale.

L'innovazione della componente idraulica è consistita nella sostituzione della saracinesca a ghigliottina con una valvola a membrana e nell'adozione di un contatore a mulinello tangenziale al posto di un contatore woltmann.

Nello spaccato sottostante sono riportati i dettagli della parte idraulica



IDROCONTATORE

❶ - Coperchio valvola
❷ - Molla di contrasto
❸ - Supporto molla
❹ - Membrana
❺ - Corpo idrocontatore
❻ - Meccanismo contatore

CIRCUITO PILOTA

1 - Filtro a sigaretta 1/4"
2 - Raccordo 1/8" M tubo rilsan
3 - Raccordo 1/4" M tubo rilsan
4 - Tubo rilsan 4 x 6

Elementi di dettaglio della componente idraulica

La *componente elettronica* è una scheda a microprocessore dotata di memoria non volatile. La stessa, mediante il solenoide, gestisce l'apertura dell'idrovalvola e nel contempo raccoglie gli impulsi emessi dal contatore.

Componente elettronica di campo non resinata

L'alimentazione è assicurata da una batteria al Litio a lunga durata (10-15 anni).

Le soluzioni con pannelli solari sono state tralasciate per la loro suscettibilità agli atti vandalici ed il conseguente impiego di batterie tampone comunque necessitanti di manutenzione/sostituzione periodica.

Il gruppo di consegna e comunque i componenti suscettibili di manomissioni sono opportunamente protetti e posti sotto chiave in un contenitore in acciaio inox AISI 304 munito di sensore antintrusione collegato alla scheda elettronica del gruppo.

Il gruppo di consegna, idoneo a servire fino a 10 utenti, è attivato dai medesimi mediante inserimento, in apposita sede, di una tessera elettronica.

b. Le tessere elettroniche di prelievo (singole e multiple)

consistono in un contenitore di ridotte dimensioni in materiale resistente agli urti e IP65, nel quale trovano collocazione una unità a microprocessore dotato di memoria non volatile, un display alfanumerico e due o più pulsanti rispettivamente per la selezione e visualizzazione dei parametri operativi. Possono essere singole -

in grado di attivare uno o più gruppi di consegna, anche contemporaneamente, ma dotate di un'unica disponibilità e di uguali parametri di programmazione - o multiple - *in grado di attivare più gruppi di consegna, anche contemporaneamente, ma con disponibilità e parametri di programmazione diversi per ciascuno dei medesimi.*

c. La tessera elettronica di supervisione

è una tessera analoga alla precedente ma in dotazione esclusiva al personale dell'Ente, che permette di accedere a tutti i gruppi di consegna della rete distributiva, indipendentemente dal codice, consentendo di effettuare operazioni di manutenzione, controllo e verifica delle unità medesime.

Le tessere elettroniche di prelievo sono fornite in dotazione a ciascun utente, previa programmazione presso la sede del Consorzio, utilizzando il software di seguito descritto.

Quest'ultima operazione si effettua collegando le tessere ad un Personal Computer, tramite l'interfaccia di programmazione.

La programmazione delle tessere elettroniche ha luogo esclusivamente nell'ambito del Consorzio.

In questa fase la tessera dell'utente viene personalizzata con l'inserimento del nome e cognome del medesimo e codificata per uno o più gruppi di consegna sul/i quale/i si intende abilitarla al prelievo.

L'Ente gestore può implementare le seguenti funzioni: caricare il volume di acqua richiesto dall'utente o compatibile con le disponibilità della risorsa; fissare

parametri limitativi in ordine al massimo volume/tempo per ciascuna irrigazione, valori che l'utente può successivamente variare, solo riduttivamente, in occasione di ogni intervento irriguo, per evitare di ritornare in campo per por fine al medesimo; stabilire turni ed orari di prelievo, anche diversificati nel corso della stagione irrigua.

Ciascuna tessera viene abilitata a funzionare su un ben definito gruppo di consegna o più gruppi assegnati allo stesso utente. Il display, del quale è munita, consente di rilevare, in qualsiasi momento, la disponibilità di acqua residua - nel caso in cui il volume sia stato limitato - ed i valori degli altri parametri di programmazione (volume e/o tempo massimo previsto per ciascun intervento irriguo, la successione dei turni e l'orario relativo per l'intera stagione irrigua. ecc.).

L'attivazione del flusso idrico ha luogo introducendo la tessera elettronica di prelievo nell'apposita sede prevista sul gruppo di consegna.

Durante l'erogazione la tessera può essere estratta dal gruppo di consegna.

L'arresto del flusso idrico è ottenibile tramite la reintroduzione della tessera elettronica di prelievo nella sede del gruppo di consegna, per esaurimento del volume e/o tempo previsto per l'intervento irriguo, per esaurimento della disponibilità.

È prerogativa essenziale del sistema escludere qualsiasi intervento di programmazione delle tessere di prelievo direttamente in campo (fatte salve le funzioni abilitate all'utente).

Ove tuttavia si rendesse necessario conoscere i dati di prelievo relativi ad uno o più utenti, ad es. in caso di smarrimento di una tessera, sarà possibile trasferire su un personal computer i dati registrati sulla memoria di cui è dotata la scheda elettronica del gruppo di consegna interessato. Per questa finalità, sempre allo scopo di prevenire illeciti interventi, sarà necessario interporre l'interfaccia di programmazione fra gruppo di consegna e computer portatile.

La semplice lettura della memoria è possibile con l'impiego della tessera elettronica di supervisione.

Tale tessera è prevista ad uso esclusivo del Consorzio ed oltre a consentire l'accesso alla memoria della scheda elettronica del gruppo di consegna, permette tutta una serie di controlli relativi alla regolare funzionalità del gruppo di consegna.

La stessa tessera, a cura del Consorzio, potrà disabilitare al prelievo le tessere di utenti ai quali l'Ente vuol sospendere l'erogazione per morosità o altro.

d. L'interfaccia di programmazione

Tale componente collega apparati elettronici che devono colloquiare tra di loro col linguaggio utilizzato per la programmazione. Essa si interpone tra PC e compo-

nente elettronica di campo, tra PC e tessere di prelievo e tra PC e tessera di supervisione. In mancanza di detta interfaccia è impossibile colloquiare con le tessere e le schede e quindi modificare i parametri operativi impostati e memorizzati dall'Ente.

La stessa apparecchiatura interfaccia il gruppo di consegna per acquisire i dati memorizzati (riguardanti volumi, tempi e modalità di prelievo di ciascun utente) sulla scheda elettronica.

e. Il software di gestione

è parte integrante dell'intero sistema di consegna, di cui ne consente la programmazione e gestione. Inoltre può consentire la gestione di un archivio di informazioni amministrative, contabili, tecniche, statistiche relative all'utenza.

Con l'impiego di questo sistema di consegna sono stati risolti molti dei problemi evidenziati all'inizio di questa nota, in particolare: l'addebito dei volumi di acqua ai singoli utenti in esatto accordo con i prelievi effettuati; la possibilità di assegnare a ciascun utente, in condizioni di carenza idrica, definiti volumi di acqua a valere per l'intera stagione irrigua. *A tal proposito negli anni 2001 e nel 2002 è stato possibile dar corso all'esercizio irriguo in Sinistra Ofanto pur disponendo di poche centinaia di mc/ha, assicurando assenza di conflitti e un'equa ripartizione della risorsa tra gli utenti*.

La turnazione dei prelievi così da determinare una rispondenza fra dotazione idrica e numero di utenti abilitati al prelievo in occasione di ciascun turno; la gestione di tutto il sistema nell'ambito della sede del Consorzio senza necessità di interventi di programmazione, lettura od altro in campagna; la possibilità di adottare, ove si ravvisasse opportuno, un sistema di pagamento anticipato dell'acqua irrigua, da effettuarsi al momento in cui le tessere vengono caricate del volume di acqua assegnato; la sospensione dell'erogazione all'utente moroso o che non si sia attenuto alle disposizioni del regolamento irriguo; la programmazione del gruppo di consegna con turni ed orari scongiurando la turnazione tra settori.

Teletrasmissione e telerilevamento

La ricerca di sistemi finalizzati a migliorare i controlli di gestione e snellire le procedure ripetitive, svincolando personale ausiliario da destinare ad altre mansioni, hanno stimolato i tecnici nella sperimentazione di nuovi dispositivi in cui la programmazione, la lettura dei consumi e i tentativi di intrusione siano gestibili

telematicamente.

Nella foto sottostante è riportato uno dei campioni installati sul comprensorio Fortore su cui è in corso la sperimentazione.

La sperimentazione in corso ha evidenziato problemi che meritano ulteriore approfondimento in ordine all'alimentazione energetica ed alle modalità di trasmissione dei dati e delle informazioni. Problemi, questi, correlati tra di loro.

È opinione di chi scrive che i gruppi di consegna devono essere semplici e di basso costo giacché l'atto vandalico, il furto o la manomissione non possono essere accompagnati da elevate spese di ripristino dal momento ché questi vanno posti a carico del consorziato.

Gruppo di consegna idrocard

In ordine ai metodi per la trasmissione di dati e informazioni, l'alternativa va individuata tra le seguenti soluzioni.

· Soluzione LPD (Low Power Device)

Questi dispositivi, caratterizzati da un costo contenuto e senza richiesta di concessione, operano su bande di frequenza liberalizzate (non protette) di 433 MHz e 868 MHz, e prevedono una potenza massima irradiata di 10 mW a 433 MHz e 25 mW a 868 MHz.

· Soluzione radio su frequenza in concessione

· Soluzione Radio 500mW in banda liberalizzata

Nell'ultimo "Codice delle comunicazioni elettroniche" è stata introdotta la possibilità di utilizzare, espressamente per scopi di telemetria, telecontrollo e telemisure, la banda liberalizzata di 436,0-436,1 MHz utilizzando apparati radio con potenza di trasmissione sino a 500 mW.

· Soluzione GSM

Con una verifica preliminare di un'adeguata copertura del territorio interessato al progetto da parte dei vari operatori nazionali (TIM, VODAFONE, WIND). Ciascuna delle soluzioni ipotizzate presenta vantaggi e svantaggi sia sul piano tecnico sia sul piano dei costi di gestione. La sperimentazione in atto e l'impegno delle ditte nello sviluppo di sistemi elettronici innovativi ed a basso costo permetteranno di individuare la soluzione più vantaggiosa per gli enti gestori.

Ad ogni buon conto qualsiasi sistema di consegna deve possedere le seguenti caratteristiche:

Semplicità

Deve gestire le funzioni essenziali e ciascuna operazione deve essere facilmente eseguibile dagli operatori agricoli. Percorsi obbligati e/o funzioni vincolate complicano l'utilizzo indisponendo gli utenti in età avanzata, già maldisposti alle innovazioni tecnologiche.

Affidabilità

Deve essere affidabile sia nella componente idraulica che nella componente elettronica. Hardware e software devono essere perfetti poiché ogni pur piccolo malfunzionamento e/o errata programmazione possono arrecare danni, disservizi e disagi gestionali. Anche perché i tempi di intervento su migliaia di gruppi dislocati sul territorio sono molto lunghi.

Robustezza

Le apparecchiature dopo essere state installate restano alle intemperie e non sono protette da alcun ricovero; esse devono resistere alla corrosione, a violenti sbalzi termici, a insulti idraulici ed elettrici, nonché ad atti vandalici e manomissioni.

Durata

Tanto la componente idraulica che la componente elettronica deve garantire un regolare funzionamento per almeno 10 anni, trascorsi i quali la semplice sostituzione della batteria deve assicurare il ripristino della funzionalità.

Flessibilità

Capacità di poter supportare eventuali cambiamenti nella filosofia gestionale dell'Ente.

4. benefici

a. per l'utenza

Equa ripartizione dell'acqua tra tutti gli utenti. Si è detto che nei periodi di punta (la cui durata raggiunge in alcuni anni anche 60 giorni) si esegue la turnazione dei settori all'interno del distretto. Per eseguire tale operazione si procede intercettando l'acqua mediante chiusura del 50 % dei comizi, adottando turni di 3 giorni circa. Durante i tre giorni in cui il settore è aperto l'utenza preleva tutta l'acqua che può transitare dal limitatore di portata in testa allo stesso comizio. In tale situazione, data la eterogeneità topografica ed altimetrica del territorio, tutti gli utenti serviti da gruppi di consegna collocati a quote altimetriche più elevate sono penalizzati in quanto, per carenza di pressione indotta da eccessivi prelievi, oltre a poter prendere acqua solo quando gli utenti più a valle hanno già soddisfatto pienamente le proprie esigenze, questa è disponibile con pressione e portata ridotta. La possibilità di imporre un turno interno al settore, in relazione alle caratteristiche topografiche del territorio ed idrauliche dell'impianto di distribuzione, ha consentito di ovviare ai problemi innescati dalla imposizione dei turni (settoriali).

Inoltre, come risulta dalle ricerche svolte nel distretto 4 del comprensorio irriguo Sinistra Ofanto (S. Altieri, Nicola Lamaddalena), la turnazione gestita a livello settoriale, benché limiti i picchi di prelievo, consentendo comunque la gestione della rete nel suo insieme, induce ad un maggiore consumo unitario di acqua da parte dell'utenza, in quanto si genera una sorta di panico tra gli utilizzatori i quali, temendo che nel momento di massimo fabbisogno possano rimanere senz'acqua, anticipano le irrigazioni ed aumentano i volumi erogati alle colture, con spreco di acqua e disservizio per altri utenti.

In relazione alla equa ripartizione dell'acqua tra l'utenza un altro elemento da porre in rilievo riguarda la possibilità di contenere la prepotenza di quegli utenti che limitano il prelievo (specie durante il periodo di punta) ai coutenti, meno facinorosi, dello stesso gruppo di consegna. La possibilità di limitare, direttamente sulla tessera dell'utente, tempi e volumi di prelievo, permette di evitare conflitti garantendo a tutti quanto previsto dal regolamento. A questo si associa la possibilità di assegnare a ciascun consorziato l'esatto consumo di acqua prelevato, senza incorrere nei frequentissimi ed esasperanti contraddittori che impegnano a lungo il personale d'ufficio dell'Ente a causa delle dichiarazioni errate di gran parte degli utenti, al termine della stagione irrigua.

Minori rischi d'interruzione del servizio a seguito di improvvisa sospensione dell'erogazione per far fronte ad emergenze gestionali, dipendenti da una domanda di acqua superiore all'offerta o da consumi eccessivi rispetto alle dotazioni previste

e riportate sui manifesti.

Durante i turni si opera sempre in condizione di emergenza, in quanto, da un lato gli impianti sono sottoposti a maggiori sollecitazioni a causa di continui riempimenti e svuotamenti delle condotte, e dall'altro, come già più avanti anticipato, perché l'utenza consuma, quasi sempre, più acqua di quanto non ne necessiti effettivamente.

Tutto ciò si riflette poi sulla qualità del servizio poiché al turno ordinario si associa la sospensione forzata dell'erogazione imposta dalla necessità di procedere alle riparazioni delle condotte che si rompono con maggiore frequenza.

Da un lato quindi danni alle colture per forzata, anche se momentanea, sospensione dell'esercizio irriguo, dall'altro sprechi di acqua per maggiori consumi ed infine perdite di acqua, talvolta di rilevante entità, per fuoriuscita della stessa dalle condotte rotte.

b. per gli impianti

Le condotte di distribuzione settoriale subiscono, durante le procedure di riempimento, pesanti insulti per la formazione di aria, treni di acqua ed aria, depressioni e colpi d'ariete. Benché si operi con molta cautela le rottuure sono frequenti e avvengono scoppi nelle zone basse e fessurazioni (specie nelle condotte in PVC) nelle zone a quote più elevate. Gli interventi di riparazione sono immediati e risolutivi sulla condotta, ma col tempo gli impianti diventano sempre più vulnerabili alle sollecitazioni ed agli insulti, con rotture sempre più frequenti. L'eliminazione delle operazioni di riempimento e svuotamento della rete e la tenuta in carico delle condotte dal momento ché la turnazione settoriale è stata sostituita dalla turnazione sui gruppi di consegna automatizzati, ha permesso un significativo contenimento del numero di rotture che annualmente si verificano sulle tubazioni. Non sono, inoltre, da trascurare i benefici di una maggiore durata degli impianti irrigui collettivi.

c. per i costi di gestione

Ricorso ad una turnazione più facilmente ed economicamente gestibile;
La periodica turnazione impegna risorse umane per gestire con la necessaria cautela le operazioni di apertura e chiusura delle saracinesche di intercettazione in testa ad ogni settore. Numerose anche le manovre sulle saracinesche di tronco per garantire, all'interno dei settori, il prelievo di acqua ai gruppi di consegna posti a quota più

elevata.
La possibilità di gestire la turnazione direttamente sulla tessera dell'utente o, in alternativa, sul gruppo di consegna consente, in un solo passaggio, di programmare la turnazione per tutto il tempo occorrente, liberando il personale per eseguire i controlli e le manutenzioni con più accortezza.

Minori interventi di riparazione;
Nel comprensorio irriguo Sinistra Ofanto, si eseguono un migliaio di interventi di riparazione sulle condotte nel corso dell'esercizio irriguo, La maggior parte delle rotture si verificano durante le operazioni di apertura degli impianti sia all'avvio dell'esercizio irriguo che nei periodi di punta (turni); tuttavia è da ribadire che le sollecitazioni imposte durante i periodi di massimo prelievo - quando le portate di transito sono al limite -, a causa dei turni, si riflettono direttamente sulla capacità degli impianti di sopportare insulti in altri periodi dell'anno.
Ingenti i costi per materiali, mezzi e manodopera impegnati nelle riparazioni.

Danni provocati all'utenza dalle rotture
Ad ogni rottura la fuoriuscita di acqua provoca, in mancanza di corsi d'acqua naturali o canali di bonifica immediatamente vicini alle condotte, allagamenti e danni sia al terreno, per fenomeni di erosione e trasporto, che alle colture sovrastanti. Il contenimento del numero di rotture si ripercuote direttamente sui costi di gestione per minori spese di risarcimento danni a favore degli stessi consorziati.

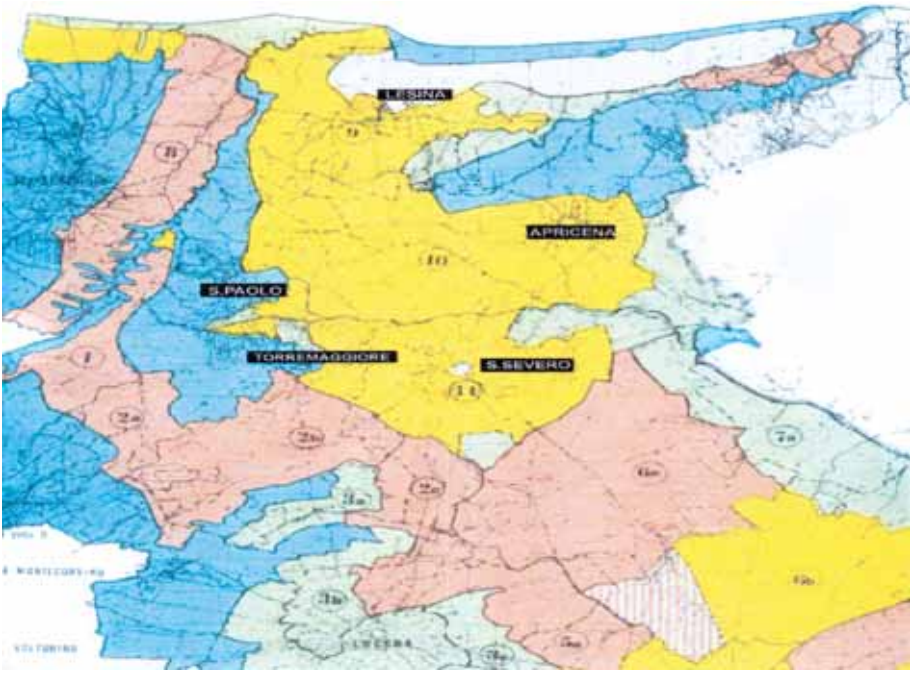
5. conclusioni

In questa breve disamina sono stati affrontati i problemi legati alla gestione degli impianti irrigui e sono state illustrate alcune soluzioni tecnologiche, di pronto ed immediato impiego sulle reti di distribuzione, adottate dal Consorzio o in corso di sperimentazione. Al termine di questa analisi bisogna trarre le considerazioni più importanti:

a. La trasformazione e l'ammodernamento degli impianti irrigui con sistemi elettronici automatizzati *conserva nel tempo la funzionalità degli impianti* ripristinando e migliorando l'efficienza di gestione a livello di rete di distribuzione, di rapporto con l'utenza e di equa ripartizione delle risorse idriche.
b. I benefici generali a favore della collettività sono rilevanti; l'analisi costi benefici elaborata per l'ammodernamento della zona bassa del comprensorio irriguo Sinistra Ofanto (24.000 ettari) ha messo in evidenza un "*saggio di rendimento interno*" dell'investimento superiore al 20%. Le verifiche a posteriori delle stime elaborate, nei quattro anni di esercizio successivi all'installazione del sistema, ne

hanno confermato i valori.

c. Nel biennio 2001 e 2002, durante i quali per scarsità di risorse disponibili l'acqua era appena sufficiente ad un esercizio irriguo di soccorso, è stato possibile assicurare l'equa ripartizione della poca acqua disponibile tra gli tutti gli utenti, tutelando, senza conflitti, l'interesse dei consorziati. A tal proposito, anche in situazioni di emergenza, l'imprenditore si è autoregolato nei calendari irrigui, sicuro di poter contare sul modesto volume di acqua assegnato anche in fase avanzata della stagione irrigua.



Bibliografia

Giornate Bieticole 1994-95, edito a cura del gruppo SFIR.

ALTIERI S., NARDELLA L., *Utilizzazione integrata intersettoriale delle risorse idriche del bacino dell'Alento* in "Bonifica", n. 3-4 1997.

NARDELLA L., *Completamento funzionale del distretto 10 nel comprensorio irriguo Sinistra Ofanto* in "Bonifica", n. 1, 1999.

NARDELLA L., *Dal recupero al riutilizzo agricolo dei reflui civili: esigenze degli utilizzatori e problemi di distribuzione* in "Bonifica", n. 1-2 2001.

Il servizio agrometeorologico consortile

Dott. Agr. Pietro Soldo
Capo Settore

Il servizio agrometeorologico consortile

Dott. Agr. Pietro Soldo
Capo Settore

L'agrometeorologia è quella branca della climatologia agraria che studia l'insieme degli eventi meteorologici (l'insolazione, la temperatura, l'umidità, la direzione e la velocità del vento e le precipitazioni) che si manifestano negli strati inferiori dell'atmosfera, dove si sviluppano le specie vegetali e animali d'interesse agrario, allo scopo di caratterizzare il microclima delle diverse aree per valutare le loro potenzialità produttive.

Nel campo dell'irrigazione l'agrometeorologia è importante perché simula un *"evento meteorologico"*. In tal senso si rileva una stretta connessione tra lo studio del tempo meteorologico e la pratica irrigua.

A livello comprensoriale tutti i progetti e le realizzazioni irrigue devono basarsi su analisi climatologiche (banche dati storiche) per:

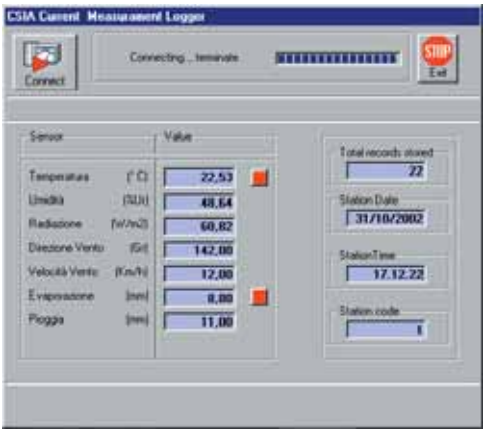
· poter pianificare gli ordinamenti colturali e le specie da coltivare, oltre ad eventuali opere di tecnica di difesa del suolo;

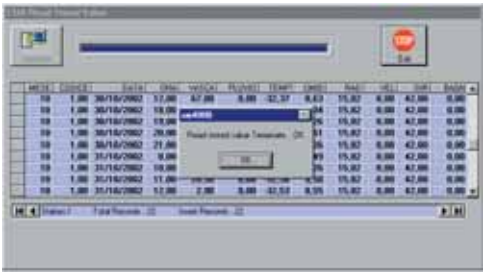
· stimare i fabbisogni irrigue delle colture agrarie.

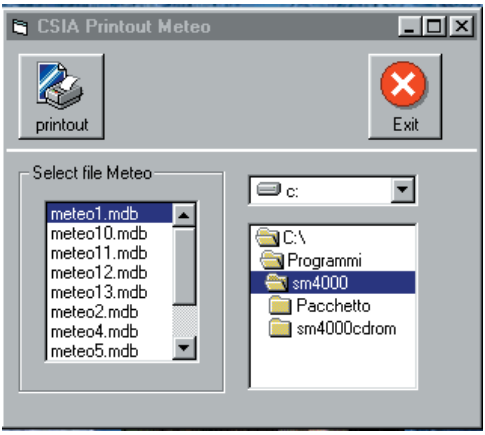
Il Consorzio gestisce una rete di n. 13 stazioni agrometeorologiche elettroniche, collegate via modem con la sede centrale, opportunamente dislocate nei comprensori irrigui del Sud e Nord Fortore, Sinistra Ofanto e in alcune aree non irrigue. Il modello attualmente in dotazione al Consorzio è l'SM4000 della dit-

Coordinate delle stazioni Meteorologiche

Stazione Meteo	Agro	Quota s.l.m.	Contrada	Longitudine Est Roma (M. Mario)	Latitudine Nord	Distretti Irrigui
Degno	Trinitapoli	17	Finocchio	3° 40' 30"	41° 19' 11"	9 Sx Ofanto
Assodaunia	Stornara	101	Brocchi	3° 19' 14"	41° 17' 51"	14 Sx Ofanto
Di Stefano	Candela	207	Canestrello	3° 10' 39"	41° 06' 28"	2 Sx Ofanto
Lucera	Lucera	102	Di Giovine	2° 53' 11"	41° 32' 52"	5A Sud Fortore
CEARS	Apricena	55	Morrica	2° 55' 32"	41° 46' 03"	10 Nord Fortore
Bevere	Lesina	13	Pedicone	2° 48' 31"	41° 52' 17"	8 Nord Fortore
Galli	Foggia	21	Polluce	3° 10' 02"	41° 35' 30"	6B Sud Fortore
Torricelli	Cerignola	126	Torricelli	3° 23' 05"	41° 15' 44"	7 Sx Ofanto
Trotta	Castelnuovo d. D.	177	Trotta	2° 43' 32"	41° 36' 37"	2A Nord Fortore
Tozzi	Biccari	219	D'Agnone	2° 50' 04"	41° 26' 55"	-
Noviello	Ascoli S.	160	Posticciola	3° 05' 38"	41° 15' 55"	Comp. Carapelle
Di Ianni	Torremaggiore	110	Cisterna	2° 52' 02"	41° 40' 53"	11 Nord Fortore
Borrelli	Foggia	36	Tavernola	3° 13' 38"	41° 28' 23"	12 Sud Fortore







ta CSIA (Industrie Apparecchiature Elettroniche) di Cerignola. Il software ad esso collegato è composto da due moduli rispettivamente di gestione e di rilevamento dati rivenienti dalle stazioni meteo. La stazione climatica è completamente autonoma poichè alimentata per mezzo di un pannello solare e di una batteria tampone. L'elaboratore SM4000 acquisisce grandezze microclimatiche ed è costituito da memoria interna non volatile e trasferisce i dati rilevati su personal computer. Inoltre, l'acquisizione dei dati avviene tramite sensori ad essa collegati e il trasferimento attraverso collegamento diretto oppure tramite modem.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche dei sensori meteo che costituiscono la stazione agrometeorologica.

Sensore velocità del vento

Modello:	VV001
Trasduttore:	Reed (impulsivo)
Campo di misura:	0 a 45 m/s
Precisione:	1% f.s.
Soglia:	0,3 m/s
Alimentazione:	no

Sensore direzione del vento

Modello:	VD001
Trasduttore:	Potenziometrico
Campo di misura:	0 a 360°
Precisione:	2,8°
Soglia:	0,3 m/s
Alimentazione:	5Vcc

Sensore temperatura - umidità ambiente

Modello:	TA001	UA001 HONEYWELL
Trasduttore:	LM35 - PT100	capacitivo
Campo di misura:	-40° + 60° C	0° a 100% UR
Precisione:	0,3° LM35 0,1 PT100	+- 2% UR
Alimentazione:	9Vcc - 12Vcc	9Vcc - 12Vcc

Sensore radiazione solare

Modello:	RV001 - PV001
Trasduttore:	fotocellula al silicio
Campo di misura:	0-1000 w/mq
Precisione:	+-5 w/mq
Uscita:	0-100 mV
Banda di sensibilità:	400 -1100 nm (R.globale) 400 - 700 nm (P.A.R.)
Alimentazione:	no

Sensore livello vasca

Modello:	VE001
Vasca:	1,142 mq
Trasduttore:	potenziometrico
Campo di misura:	25 mm
Uscita:	0 - 5Vcc
Alimentazione:	5Vcc

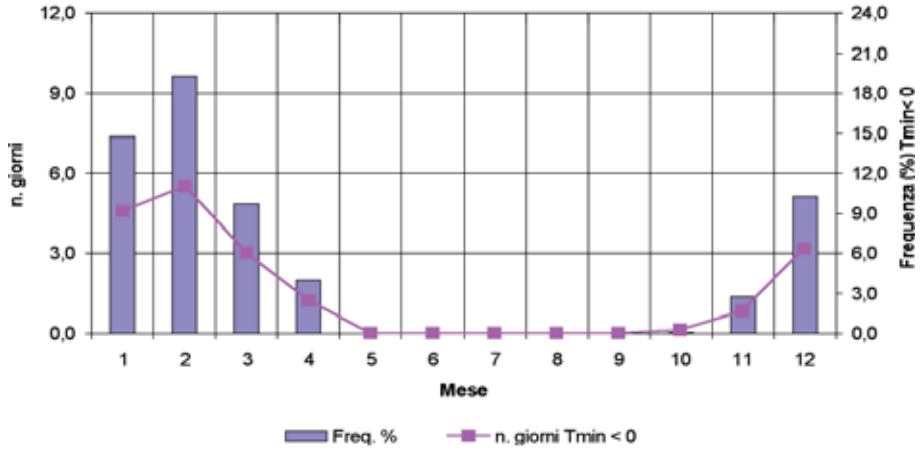
Sensore pluviometrico

Modello:	PG001
Trasduttore:	Reed (impulsivo)
risoluzione:	0,1 oppure 0,2 mm/imp
Uscita:	impulso
Alimentazione:	no

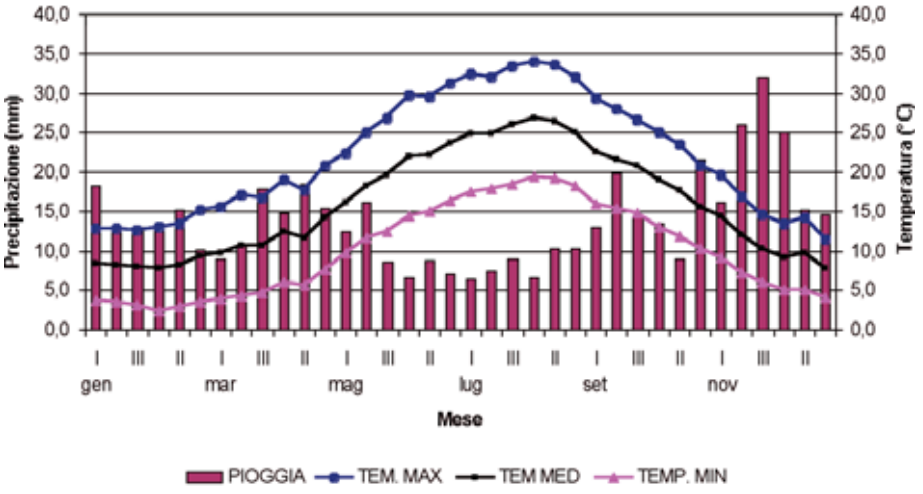
I dati rilevati da ogni stazione, ipotizzando una situazione di generale omogeneità, si presentano sufficientemente attendibili per un raggio di circa 5 Km, possono fornire informazioni utili per il nostro lavoro partendo proprio dalla conoscenza d'alcuni parametri meteorologici quali la temperatura, le precipitazioni e l'evapotraspirato giornaliero di riferimento (Eto) determinato sia con la vasca evaporimetrica di classe "A" che con la formula di Penman-Monteith.

Dalla *temperatura* dipendono pressoché tutti i processi biochimici e fisici che avvengono all'interno delle piante, determinando direttamente l'intensità con cui si svolgono le varie funzioni vegetali: germinazione dei semi, fotosintesi, assorbimento, umificazione, attività di nitrificazione e ammonizzazione da parte dei batteri del terreno, ecc. Inoltre le temperature influenzano anche alcuni processi attinenti allo sviluppo: fioritura, espressione del sesso, dormienza dei semi, bulbi e gemme ecc. Lo studio della *temperatura minima* è di fondamentale importanza anche per prevenire i rischi di gelate, soprattutto in quelle aree in cui sono diffuse colture agrarie sensibili agli abbassamenti di temperatura. È stato determinato per ogni singola stazione l'incidenza mensile delle gelate, in altre parole, quante volte la temperatura minima è scesa sotto lo 0°. Dall'analisi dei dati riportati sotto forma grafica si evince che in provincia di Foggia i mesi più critici sono risultati, in ordine decrescente, febbraio (19,3 %), gennaio (14,7%), dicembre (10,2%) e marzo (9,7 %.).

Frequenza (%) media mensile delle gelate per la provincia di Foggia



Andamento termopluviometrico medio decadale della provincia di Foggia



Analizzando i dati pluviometrici è possibile rilevare un andamento non uniforme delle precipitazioni durante l'anno, con una maggiore variabilità nella rappresentazione per decade. Infatti, quelle più piovose sono la seconda e terza decade di novembre e la prima decade di dicembre. Al contrario le minori precipitazioni si riscontrano nei mesi estivi, nei quali, di solito, si osserva un livello di pioggia cumulata, per decade, inferiore a 10 mm. L'analisi delle precipitazioni mensili conferma che il mese più piovoso è novembre (media provinciale pari a 74,8 mm), seguito da dicembre e aprile.

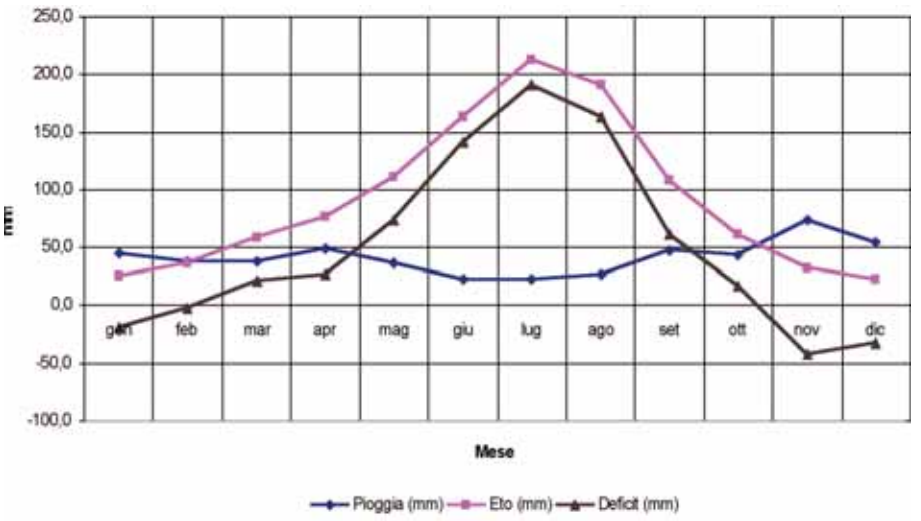
La pioggia è la principale sorgente d'acqua del terreno e quindi fattore decisivo del clima e delle rese.

L'acqua è un elemento fondamentale delle produzioni vegetali, in quanto si combina con l'anidride carbonica per sintetizzare i principali prodotti della fotosintesi, è il reagente dei processi idrolitici, rende possibile l'assorbimento da parte delle radici delle sostanze nutritive presenti nel terreno, funge da veicolo dei nutritivi al loro interno, dalle radici agli organi d'utilizzazione, ecc. Al fine di poter stimare i fabbisogni irrigui necessari all'ottenimento delle produzioni agrarie è importante disporre del valore d'evaporazione e traspirazione della coltura, dato dalla *somma dell'acqua traspirata da parte degli organi vegetali e dell'acqua evaporata dalla superficie del terreno*.

Tale parametro è convenzionalmente definito "*Evapotraspirazione di riferimento (Eto)*". Essendo svincolato dalla coltura, dipende in buona parte dalle condizioni ambientali (radiazione, vento, temperatura e umidità). Esso è riferito ad una coltura di riferimento, coltivata in condizioni nutrizionali e idriche ottimali e che copra interamente il terreno su cui insiste, determinato con l'evaporimetro di classe "A" (costituito da un recipiente cilindrico d'acciaio inossidabile profondo 25 cm e di 121 cm di diametro, riempito con acqua fino a 5 cm dal bordo superiore, corredato di un sensore a galleggiante in grado di misurare le variazioni di livello della superficie evaporante) oppure stimato con la formula di Penman-Montheit.

Alla luce di quanto esplicitato in precedenza, un altro elemento "determinato", di fondamentale importanza per la stima dei fabbisogni irrigui è il *deficit idrico medio mensile*. Quest'ultimo parametro può essere considerato anche come indice di aridità del territorio preso in esame ed è distinto in "*Deficit idrico potenziale*" e "*Deficit idrico reale*". Il primo parametro è calcolato per differenza tra la media cumulata della pioggia mensile e quella dell'evapotraspirato di riferimento (Eto), mentre il secondo per differenza tra l'evapotraspirazione massima della coltura (Etc) e la pioggia. Analizzando il grafico seguente s'evidenzia un surplus di pioggia nei mesi di gennaio, febbraio, novembre e dicembre, mentre negli altri mesi i valori evapotraspirativi sono sempre superiore alle precipitazioni, con estremi molto accentuati nei mesi estivi. La somma cumulata media annua provinciale del deficit idrico è pari a 601,2 mm.

Deficit idrico medio mensile della provincia di Foggia

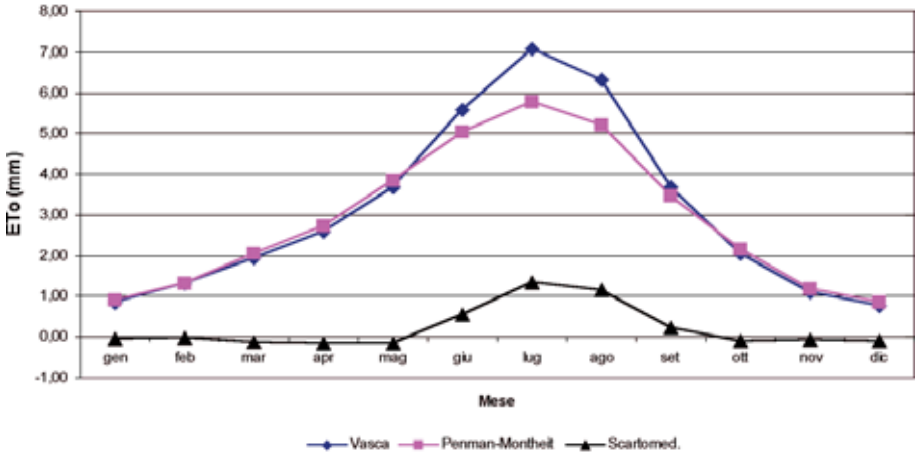


Premesso che il massimo deficit si accumula soprattutto nei mesi estivi, si capisce come, nei nostri ambienti, la pratica irrigua sia di fondamentale importanza per la sopravvivenza delle colture agrarie, soprattutto quelle a ciclo primaverile-estivo. Solo con gli interventi irrigui, eseguiti nei momenti opportuni, è possibile colmare questa deficienza idrica che altrimenti non consentirebbe un'agricoltura intensiva e allo stesso tempo competitiva.

Per la determinazione dell'Etc (Evapotraspirato effettivo della coltura) è necessario conoscere, per ogni singola coltura agraria, il coefficiente colturale (Kc) nelle varie fasi fenologiche, il quale non è altro che il rapporto tra evapotraspirazione ed evaporazione, ed è in funzione dello stato di sviluppo della coltura. La determinazione di quest'ultimo viene, di norma, fatta per via sperimentale, da centri di ricerca attrezzati. Per cui, conoscendo l'evapotraspirazione di riferimento (Eto), lo stato fenologico della coltura, e di conseguenza il Coefficiente colturale (Kc), si può conoscere il consumo idrico complessivo della coltura (Etc).

In assenza di Vasca evaporimetrica di classe "A" (*il consorzio da alcuni anni ha rimosso le vasche di classe "A" per gli eccessivi costi di gestione*) l'evaporato giornaliero di riferimento (Eto) è stato calcolato con la formula di Penman-Monteith, la quale prende in considerazione i dati climatici rilevati dalle capannine meteo (Temperatura, umidità, radiazione e velocità del vento), quelli astronomici e quelli colturali. Interessante è stato il confronto di questi ultimi con i valori rilevati con l'evaporimetro

Confronto tra ETo di vasca e ETo di Penman-Montheit su dati medi della provincia di Foggia



di classe "A". Il grafico manifesta nei mesi autunno-invernali e primaverili valori di ETo di vasca leggermente inferiori a quelli calcolati con la formula di Penman-Monteith, mentre nei mesi estivi questa tendenza s'inverte. Infatti, nel mese di luglio si riscontra il massimo scarto medio provinciale pari a 1,33 mm.

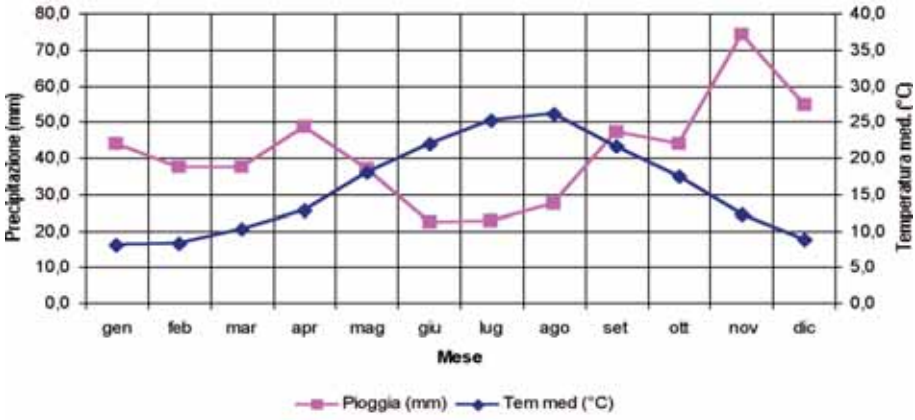
Una prima classificazione climatologia del Comprensorio di Capitanata è dato dall'esame dei dati mensili di temperatura media e di precipitazione, dal quale è stato possibile elaborare il grafico di Bagnouls e Gaussen. Il grafico è stato realizzato facendo in modo che a valori di X gradi centigradi di temperatura, corrispondessero 2X di millimetri di precipitazione. Il grafico che ne deriva è in grado di delimitare il periodo d'aridità, in altre parole, si considerano siccitosi quei mesi in cui il valore della pioggia, espressa in millimetri, risulta inferiore al doppio del valore della temperatura media, espressa in gradi centigradi.

Osservando il grafico ottenuto con l'applicazione della metodologia sopracitata, utilizzando i dati termopluvionmetrici medi mensili della provincia di Foggia, si evince che il periodo d'aridità nei nostri ambienti è mediamente di circa 4 mesi.

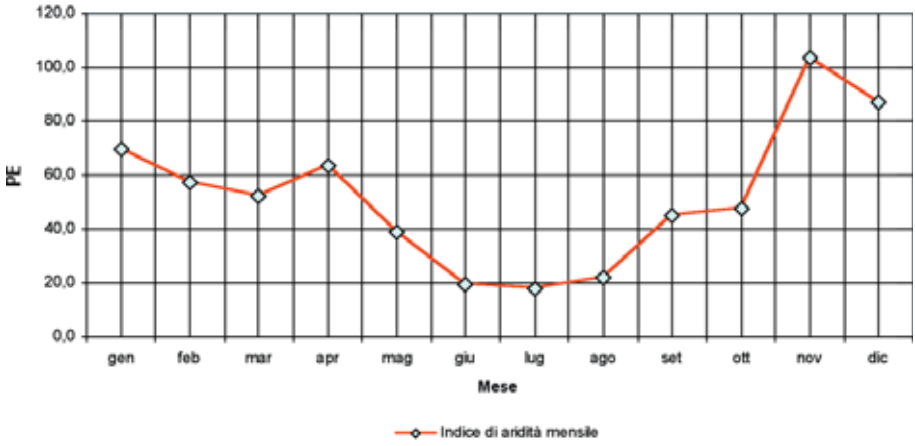
Il grafico conferma come il clima sia tipicamente mediterraneo, caratterizzato, come già menzionato in precedenza, da periodi abbastanza lunghi di siccità.

Infine, l'ultimo elemento preso in considerazione, per un'ulteriore caratterizzazione dei nostri microclimi, è stato l'indice di Thornthwaite, meglio noto come indice d'aridità mensile (PE) che utilizza la precipitazione media mensile, espressa

Diagramma di Bagnouls e Gaussen su dati medi della provincia di Foggia



Indice di aridità mensile o di Thornthwaite



in millimetri (mm), e la temperatura media mensile, espressa in gradi Centigradi (°C). Attraverso la formula PE = 12*115 (0,03937.Pmed/22+1,8*Tmed, è stato possibile effettuare la seguente classificazione:

· Clima arido per valori di PE < 16;
· Clima semi-arido per valori di compresi tra 16 e 31;
· Clima sub-umido per valori di PE compresi tra 32 e 63
· Clima umido per valori di PE > di 63.

Sulla base degli indici così determinati, per ciascun mese, s'evince che in quelli estivi i valori medi di PE sono compresi tra 19,7 e 21,9. Inoltre, analizzando l'indice d'aridità mensile ottenuto nelle singole aree climatiche si nota che in circa la metà delle stazioni di rilevamento, nei mesi di Luglio e agosto, i valori sono, addirittura, inferiori a 16.

Bibliografia

LAMB. H. H., *Climate present, past and future,* Vol 1, Methuen, London e New Jork.

PUGLISI S., ZANFRAMUNDO P., *Osservazioni idrologiche in piccoli Bacini del Sub Appennino Dauno,* da: "Giornale del genio Civile", Roma 1978.

BONCIARELLI F., *Trattato di Agronomia Generale,* Edizione Edagricole, 1978.

Elementi di Agroclimatologia e valutazione della produttività ambientale, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma 1992.

DE NINNO G. R., DE CESARE S., PAOLETTA G., GALLO A., CODIANNI P., MAURANTONIO G., DE NINNO M., DI FONZO N., *Analisi delle precipitazioni e temperature rilevate a Foggia dal 1955 al 1994,* Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, Sezione di Foggia, 1996.

LARICCHIA N., MARINO V., RUGGIERO F., SCOGNAMIGLIO G., *La Divulgazione agrometeorologica in Puglia, riflessioni e proposte.* Misura 1, P.O. "Sviluppo della Divulgazione Agricola e delle attività connesse". Obiettivo 1, Reg.CEE2052/88.FORMEZ, Corsi di specializzazione in agrometeorologia.

BAGNOULS F., GAUSSEN H., *Les climats biologiques et leur classification. Ann.* De Geog. LXVI année, 1957.

THORNTHWAITE C. W., *An approach toward a rational classification of climate.* Georg. Revue, 38, 1958.

TOMBESI M., *Indagine sulle principali formule per la stima dell'evaporato di classe "A" Pan* Ann. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Vol. X, Pubbl. N. 2, Roma 1980.

CAVAZZA L., *Irrigation Sheduling in the field,* Tratto dalla Conferenza Internazionale INRA, Parigi 1985.

MAROCCHI G., BENINCASA P., ZIPOLI G., *Elementi di agrometeorologia,* Centro 2 P, Firenze 1984.

Federazione Nazionale Dottori in Scienze Agrarie e Forestali, *Corso di aggiornamento sull'agrometeorologia,* Roma 1984.

Federazione Nazionale Dottori in Scienze Agrarie e Forestali, *Corso di aggiornamento sui problemi irrigui del Mezzogiorno,* Roma, 1984.

FRANCESCO FIUME, *Il clima in agricoltura e difesa da situazioni climatiche avverse in relazione alla biologia e fisiologia delle piante,* dalla rivista mensile "Agricoltura" n. 191/192 e 193/194, 1989.

SIAN (Sistema Informativo Agricolo Nazionale), 1990. *Analisi climatologica e progettazione della rete agrometeorologica nazionale. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Direzione Generale della produzione Agricola),* aprile 1990.

Note

Note

Note

Note

Note

Note

Note

Finito di stampare
nel mese di settembre 2005 presso
il Centrografico Francescano. Foggia
per conto di
Claudio Grenzi Editore

Ammodernamento e innovazione tecnologica nelle reti irrigue e delle opere di bonifica

Atti del convegno
55ª Fiera Internazionale dell'Agricoltura e della Zootecnia
Foggia 5 maggio 2004

I comprensori irrigui
Ing. Dott. Giuseppe d'Arcangelo
Direttore Generale

Monitoraggio telematico delle dighe
Ing. Leonardo Procaccini
Vice direttore Servizi d'Ingegneria

Esperienze di gestione di aree irrigue con monitoraggio delle reti e telecontrollo
Ing. Dott. Giuseppe d'Arcangelo
Direttore Generale
Ing. Roberto Consiglio
Capo Settore

Sistema di telecontrollo, teleregolazione ed automazione dell'impianto irriguo del comprensorio Nord Fortore
relativamente alle opere di adduzione primaria dei distretti irrigui n. 9, n.10 e n.11 a servizio di 34.900 ettari
Dott. Ing. Giuseppe Di Nunzio
Capo Settore

Sistema di supervisione impianti, monitoraggio e telecontrollo delle idrovore
Migliorare la conduzione e la funzionalità dell'impianto
Ing. Dott. Donato Santoro
Capo Settore Elettromeccanico

I sistemi elettronici nella gestione irrigua
Dott. Agr. Luigi Nardella
Capo Settore

Il servizio agrometeorologico consortile
Dott. Agr. Pietro Soldo
Capo Settore

ISBN 88-8431-165-9

Edizione fuori commercio
riservata al Consorzio di Bonifica
della Capitanata

Euro 14,00 i.i.

Claudio Grenzi Editore