

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI
OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA
SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"**

FOCUS AREA 2A, 4B, 4C, 5A E 5E DGR N. 2268 DEL 28 DICEMBRE 2015

RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA

DOMANDA DI SOSTEGNO n. 5005236

DOMANDA DI PAGAMENTO n. 5049760

FOCUS AREA: 5A

Titolo Piano	Automazione della rete di consegna delle acque irrigue mediante calcolo dei fabbisogni delle aziende agricole aderenti a IrrNet
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo
Elenco partner del Gruppo Operativo	Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo – capofila ALMA MATER STUDIORUM – Università di Bologna – DIPSA – partner effettivo C.R.P.V. – Centro Ricerche Produzioni Vegetali – Soc. Coop. – partner associato C.I.O. – Consorzio interregionale ortofrutticoli soc. coop. a r.l. – partner associato

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	31
Data inizio attività	01/09/2016
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	01/04/2019

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/09/2016	Al 31/08/2017
Data rilascio relazione	07/12/2017	

Autore della relazione	Roberto genovesi		
telefono	3355985475	email	genovesi@consorzioicer.it

1. Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

L'idea che sta alla base del Piano è di risparmiare risorsa idrica andando ad incidere sulle efficienze legate al prelievo ed alla consegna dell'acqua da parte dei Consorzi di Bonifica, alle aziende agricole all'interno dei comprensori consortili. Preso atto che il percorso che vuole portare al risparmio idrico aziendale è già "maturo" è arrivato il tempo di lavorare sul prelievo alla fonte e sulla consegna dell'acqua da parte dei gestori della risorsa a beneficio delle aziende del territorio.

È stato quindi elaborato un modello idraulico che gestisce il prelievo e la distribuzione dell'acqua nella canalizzazione consortile, è stata realizzata la versione beta del sw che ne deriva, completo di collegamento con IrriNet per conoscere la domanda irrigua dell'area test.

Per quanto riguarda le aree test individuate, sono state attivate entrambe ed i relativi agricoltori risultano allo stato attuale tutti utenti IrriNet. Il sw è pronto per entrare nella fase di test di campo.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività reale	Mese termine attività previsto	Mese termine attività reale
Azione 1	CER - CRPV	Esercizio cooperazione	1	1	31	31
Azione 3.1	CER	Costi di progettazione per nuovi prodotti e/o processi	1	1	15	27
Azione 3.2	CER	Investimenti funzionali	4	4	31	31
Azione 3.3	CER - CIO	Prove in campo	4	4	31	31
Azione 3.4	CER – UNIBO DIPSA	Investimenti funzionali	19	19	31	31
Azione 4	CER - CRPV	Piano divulgazione	1	1	31	31

2. Descrizione per singola azione

2.1. AZIONE 1

2.1.1. Attività e risultati Azione 1

Azione	Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	CER
Descrizione attività	Il CER, nel suo ruolo di capo mandatario ha mantenuto la funzione di coordinamento generale e di responsabilità tecnico-scientifica delle attività, demandando, in accordo con gli altri Partner, al CRPV il ruolo organizzativo per garantire il funzionamento tecnico ed amministrativo del Gruppo Operativo (GO).

Al CRPV è stato affidato quindi il compito di pianificare le attività previste nel Piano, mettendo in atto tutte le iniziative necessarie alla realizzazione e al conseguimento dei risultati previsti. Per questo si è avvalso di proprio personale tecnico, amministrativo e di segreteria qualificato e dotato di esperienza pluriennale nel coordinamento tecnico-organizzativo di progetti di ricerca, sperimentazione e divulgazione a vari livelli, nonché nella gestione di comitati tecnici e gruppi di lavoro riguardanti i principali comparti produttivi.

Attivazione del Gruppo Operativo

La fase di attivazione del GO ha riguardato sia gli aspetti formali e amministrativi, sia il consolidamento degli obiettivi con l'intero gruppo di referenti coinvolti a vario titolo nel Piano.

In merito agli aspetti formali, con particolare riferimento alle attività del Piano e ai relativi costi ammessi, il CRPV, unitamente al Responsabile Scientifico (RS) e ai Responsabili dei partner del GO, ha verificato la congruenza dei budget approvati rispetto alle attività da svolgere. Con questo passaggio si è autorizzata l'attivazione del GO, comunicata a tutti i partner tramite e-mail. Inoltre in questa fase si è proceduto alla costituzione formale del raggruppamento (ATS).

Una volta soddisfatti gli aspetti formali, è stata indetta una riunione del GO nella sua interezza (Bologna, 26-10-2016), alla presenza quindi di tutte le figure coinvolte per ogni partner. In questa sede, il Responsabile scientifico del Progetto (Roberto Genovesi) ha riproposto i contenuti e gli obiettivi del Piano, al fine di avere la più ampia condivisione possibile delle informazioni e impostare le modalità di realizzazione delle azioni d'innovazione.

Costituzione del Comitato di Piano

In occasione della riunione di attivazione si è anche proceduto alla costituzione del Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento del GO, che è così composto:

- Responsabile Tecnico-Scientifico (RTS), Roberto Genovesi (CER);
- Responsabile Organizzativo del Piano (RO), Renato Canestrone (CRPV)
- Rappresentante dell'Università di Bologna: Davide Viaggi;
- Rappresentante di CIO: Alessandro Piva;

Gestione del Gruppo Operativo

Dalla data di attivazione del GO il Responsabile Organizzativo di Piano ha svolto una serie di attività funzionali a garantire la corretta applicazione di quanto contenuto nel Piano stesso, e in particolare:

- il monitoraggio dello stato d'avanzamento dei lavori;
- la valutazione dei risultati in corso d'opera;
- l'analisi degli scostamenti, comparando i risultati

	<p>intermedi raggiunti con quelli attesi;</p> <ul style="list-style-type: none"> - la definizione delle azioni correttive. <p>Il Responsabile Organizzativo di Piano (RO), in stretta collaborazione con il Responsabile Tecnico-Scientifico (RTS), si è occupato di pianificare una strategia di controllo circa il buon andamento delle attività del Piano, attraverso un sistema basato sull'individuazione delle fasi decisive, cioè momenti di verifica finalizzate al controllo del corretto stato di avanzamento lavori. Allo stesso modo, l'RO e l'RTS si sono occupati di valutare i risultati/prodotti intermedi ottenuti in ciascuna fase. Tutto ciò agendo in coerenza con quanto indicato dalle procedure gestionali del CRPV (v. Autocontrollo e Qualità).</p> <p><u>Verifica dei materiali, strumenti e attrezzature impiegate in campo e in laboratorio</u></p> <p>A campione, l'RO ha verificato la congruenza tra le caratteristiche dei materiali e prodotti impiegati dai partner, rispetto a quanto riportato nel Piano. A tal fine l'RO ha eseguito alcune verifiche ispettive presso i partner, in coerenza con quanto indicato dalle procedure gestionali del Sistema Gestione Qualità del CRPV.</p> <p><u>Preparazione dei documenti per le domande di pagamento</u></p> <p>In occasione di questa prima domanda di pagamento (stralcio), l'RO e l'RTS, insieme a tutti i partner coinvolti, hanno completato l'analisi dei risultati intermedi ottenuti, nonché l'analisi della loro conformità a quanto previsto dal Piano. In particolare è stata verificata la completezza della documentazione relativa alle spese affrontate dai singoli soggetti operativi e raccolta la documentazione per la redazione del rendiconto tecnico ed economico.</p> <p><u>Altre attività connesse alla gestione del GO</u></p> <p>Oltre alle attività descritte in precedenza, il CRPV ha svolto una serie di attività di supporto al mandatario CER, come l'assistenza tecnico-amministrativa agli altri partner, le richieste di chiarimento e la redazione e l'inoltro di eventuali richieste di proroga e/o varianti.</p> <p>Il CRPV si è inoltre occupato dell'aggiornamento della Rete PEI-AGRI in riferimento al Piano, come richiesto dalla Regione, al fine di stimolare l'innovazione, tramite l'apposita modulistica presente sul sito.</p> <p><u>Autocontrollo e Qualità</u></p> <p>Attraverso le Procedure Gestionali e le Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità, il CRPV ha lavorato al fine di garantire efficienza ed efficacia all'azione di Esercizio della cooperazione, come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requisiti, specificati nei protocolli tecnici, rispettati nei tempi e nelle modalità definite; - Rispettati gli standard di riferimento individuati per il Piano;
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Garantita la soddisfazione del cliente tramite confronti diretti e comunicazioni scritte; - Rispettate modalità e tempi di verifica in corso d'opera definiti per il Piano; - Individuati i fornitori ritenuti più consoni per il perseguimento degli obiettivi. <p>La definizione delle procedure, attraverso le quali il RO ha effettuato il coordinamento e applicato le politiche di controllo di qualità, sono la logica conseguenza della struttura organizzativa del CRPV. In particolare sono state espletate le attività di seguito riassunte.</p> <p><i>Attività di coordinamento e di controllo</i></p> <p>Le procedure attraverso le quali si è concretizzato il coordinamento del GO si sono sviluppate attraverso riunioni e colloqui periodici con il Responsabile Scientifico e con quelli delle Unità Operative coinvolte.</p> <p>La verifica periodica dell'attuazione progettuale si è realizzata secondo cadenze temporali come erano state individuate nella scheda progetto. Più in particolare è stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti; in particolare è stata condotta nell'ambito dei momenti sotto descritti.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verifiche dell'applicazione dei protocolli operativi in relazione a quanto riportato nella scheda progetto; - Visite ai campi sperimentali e ai laboratori coinvolti nella conduzione delle specifiche attività. <p>Tali riunioni e verifiche sono state svolte, presso Acqua Campus a Mezzolara di Budrio (BO), presso la sede CER di Bologna o presso visite guidate nelle Aziende sedi delle attività, nelle seguenti date: 19/04/2017;19/05/2017;12/06/2017; 18/07/2017;17/08/2017, 23/08/2017.</p> <p><i>Riscontro di non conformità e/o gestione di modifiche e varianti</i></p> <p>Non si sono verificate situazioni difformi a quanto previsto dalla scheda progetto.</p> <p>Tutte le attività svolte come previsto nella procedura specifica di processo sono registrate e archiviate nel fascicolo di progetto e certificate attraverso visite ispettive svolte dal Responsabile Gestione Qualità del CRPV.</p> <p>Il Sistema Qualità CRPV, ovvero l'insieme di procedure, di misurazione e registrazione, di analisi e miglioramento e di gestione delle risorse, é monitorato mediante visite ispettive interne e verificato ogni 12 mesi da Ente Certificatore accreditato (DNV-GL).</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro,	Gli obiettivi intermedi previsti nell'ambito di questa azione, compatibilmente con il periodo di riferimento di questa prima rendicontazione, sono stati completamente raggiunti. Nessuna

criticità evidenziate	criticità tecnico-scientifica è stata evidenziata durante l'attività svolta.
-----------------------	--

2.1.2. Personale Azione 1

PERSONALE CER

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Anconelli Stefano	Ricercatore Quadro preposto	Know how risparmio idrico in agricoltura	7,95	311,33
Genovesi Roberto	Ricercatore Quadro preposto	Know how servizi di assistenza tecnica per l'irrigazione	47,77	1.871,72
			Totale	2.183,05

Personale CRPV

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Crociani Alvaro	Tecnico	Coordinamento	2	105,16
Guidi Claudia	Segreteria	Segreteria	18	377,46
Barchi Gian Luca	Tecnico	Coordinamento	6	102,12
Canestrone Renato	Tecnico	Coordinamento	54	1.473,66
Vincenzi Roberto	Amministrativo	Supporto	9	324,81
Serra Sabrina	Amministrativo	Supporto	23	480,38
			Totale	2.863,59

2.1.3. Trasferte

Nessuna spesa di trasferta prevista per il CER

Nessuna spesa di trasferta sostenuta per il CRPV

2.2. AZIONE 3

2.2.1. Attività e risultati Azione 3

Azione 3.1	Messa a punto di un algoritmo di calcolo per la stima delle esigenze irrigue di un'area servita da un'opera irrigua, e contestuale gestione dei volumi derivanti dal calcolo per loro effettiva erogazione alle utenze irrigue
Unità aziendale responsabile	CER
Descrizione attività	Come previsto dal Piano è stato messo a punto l'algoritmo per la gestione dei prelievi e dei flussi idrici nella rete sottesa, in base ai consumi delle colture degli appezzamenti serviti dalla rete secondo i consigli irrigui di IrriNet. La completa descrizione dell'algoritmo e delle scelte tecniche da cui è scaturito è riportata nell'allegato 1. È stata formulata una prima ipotesi di algoritmo per

	il calcolo del danno provocato dalla mancata irrigazione, anch'essa riportata nell'allegato citato.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Gli obiettivi dell'azione sono stati raggiunti per la parte riguardante la creazione dell'algoritmo. Restano ancora da svolgere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • le attività di eventuali modifiche che si rendessero necessarie dopo il test in campo • l'individuazione e scrittura degli algoritmi definitivi per la scelta dei tratti di rete in cui la consegna dell'acqua debba essere garantita a scapito dei tratti rimanenti, in presenza di limitazioni al prelievo idrico alla fonte. <p>Il ritardo nella messa a punto di quest'ultima parte è stato dovuto alla scelta di privilegiare l'individuazione della procedura per il popolamento del db del sw che è descritta al punto seguente.</p>
Attività ancora da realizzare	Già elencate al punto precedente

Azione 3.2	Modifiche al software di IrriNet per integrare il nuovo strato informativo relativo ai manufatti idraulici e realizzazione di un software, che applicando l'algoritmo individuato, regoli automaticamente l'apertura e la chiusura delle paratoie di manufatti irrigui a servizio di un'opera irrigua
Unità aziendale responsabile	CER
Descrizione attività	<p>Come previsto dal Piano è stata realizzata la versione beta del sw che applica l'algoritmo denominato Rete Blu, esso è stato per il momento installato sul terminale del Cer a simulare l'operatività del consorzio di bonifica che gestisce la rete; è stato realizzato inoltre un manuale d'uso che si riporta in allegato 2 .</p> <p>Le modifiche al sw di IrriNet sono state effettuate per potere consentire a Rete Blu di collegarsi ed ottenere il valore dei consumi previsti negli appezzamenti assegnati ai vari tratti di rete. I dettagli sono riportati nell'allegato 3.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Gli obiettivi dell'azione sono stati raggiunti per la parte riguardante la creazione del sw Rete Blu.</p> <p>La criticità maggiore incontrata fino ad ora è stata la difficoltà nel rendere compatibili il data base di Rete Blu, in formato txt e csv, con i formati dbf dei data base relazioni dei Gis che descrivono le reti consortili. Naturalmente il db di Rete Blu si può popolare a mano, tuttavia è evidente che la messa a punto di una procedura automatica che possa convertire i db dei Gis sia un'operazione assolutamente da tentare, per rendere il sw Rete Blu applicabile su larga scala presso i consorzi. A tale proposito attualmente è allo studio la conversione delle informazioni sulla rete consortile archiviate in Sigrian, il sistema di rappresentazione delle reti consortili previsto dal MIPAF, dalle regioni tra cui la RER, e utilizzato da tutti i consorzi di bonifica italiani. Se questo passaggio fosse possibile si creerebbero le premesse per una larga applicazione del sw Rete Blu.</p>
Attività ancora da realizzare	Scrittura file dei danni in <i>Danno.csv</i>

Azione 3.3	Applicazione dei software realizzati nelle aree test
Unità aziendale responsabile	CER
Descrizione attività	<p>Nelle aree test, come previsto nel progetto sono stati individuati tutti i parametri idraulici delle reti, richiesti per la messa a punto dell'algoritmo di calcolo. Inoltre in ogni area test tutti gli appezzamenti sono stati caricati in Irrinet e conseguentemente le aziende iscritte al servizio e addestrate al suo uso.</p> <p>Durante la stagione irrigua sono stati misurati i volumi derivati in entrata al sistema, e stimati i volumi effettivamente consegnati in azienda e quelli effettivamente erogati al campo. I dati complessivi saranno presi in carico ed esaminati nella restante parte del progetto, poiché al 31 agosto la stagione irrigua è ancora in pieno svolgimento.</p> <p>Per quanto riguarda i costi, attività prevista nella azione 4, è stata anticipata in questa fase la messa a punto di un questionario aziendale per agevolare la raccolta delle informazioni utili; il questionario è stato poi somministrato alle aziende dell'area test bolognese, i risultati sono stati analizzati in una tesi di laurea intitolata VALUTAZIONE DELL'IMPIEGO DI IRRINET NELLE AZIENDE AGRICOLE. Sia il questionario, sia l'indagine territoriale nell'area test bolognese sono riportati in allegato 4.</p> <p>Per quanto riguarda l'area test di Piacenza In occasione dell'incontro tecnico tenuto il 28 febbraio 2017 a Niviano dal titolo “Calcolo distrettuale dei consumi colturali e interazione modelli di calcolo per il vettoriamento delle acque”, vista la presenza di tutti i rappresentanti dei maggiori utenti del distretto Rivo Villano, è stato dedicato un momento di formazione volto ad addestrare i presenti all'uso di Irrinet.</p> <p>Durante la stagione irrigua 2017 è stata offerta loro l'assistenza per la corretta gestione del servizio. Nel 2017 il bilancio idrico è stato svolto su 127 appezzamenti.</p> <p>L'inserimento degli appezzamenti, ha richiesto un lungo lavoro di individuazione dei proprietari e degli affittuari. E' difatti consuetudine territoriale stipulare contratti d'affitto di breve durata, motivati soprattutto dalle esigenze sanitarie del pomodoro, che non può esser coltivato ripetutamente ed in modo continuo sul medesimo appezzamento e questo obbliga ad una complessa ricerca dei conduttori.</p> <p>L'individuazione della superficie coltivata di ciascun appezzamento è stato attuato con strumenti GIS disponibile sul WEB. Questo ha permesso di individuare con sufficiente precisione le superficie irrigate o irrigabili con l'acqua veicolata dal Rivo Villano. Per conoscere il Rivo Villano, distretto irriguo già presente nel 1200, è stato necessario un serrato confronto con i gestori delle strutture irrigue e un'intensa attività di individuazione ed ispezione delle strutture e della rete di canali. Quando possibile, per evitare la lievitazione dei costi, queste attività sono state svolte nelle medesime giornate in cui il personale di CER era presente sul territorio piacentino.</p> <p>Il lavoro di scoperta e censimento della struttura distrettuale ha</p>

	<p>permesso di ottenere gli elementi sostanziali e propedeutici all'uso del software RETE BLU ed all'attuazione dei test tecnologici da operare nel distretto.</p> <p>Durante la stagione irrigua sono stati misurati i volumi derivati in entrata al sistema, e stimati i volumi effettivamente consegnati in azienda e quelli effettivamente erogati al campo. I dati complessivi saranno presi in carico ed esaminati nella restante parte del progetto, poiché al 31 agosto la stagione irrigua è ancora in pieno svolgimento.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>La grave carenza negli approvvigionamenti idrici dei fiumi Trebbia e Reno che alimentano i distretti test hanno provocato notevoli difficoltà anche al progetto, contraendo la stagione irrigua, impedendo lo svolgimento delle attività previste nei tempi previsti e costringendo l'anticipo di molti rilievi che richiedevano la presenza di acqua nella rete. Malgrado ciò gli obiettivi dell'azione sono stati quindi ugualmente raggiunti grazie all'attività condotta anticipatamente rispetto alla stagione irrigua vera e propria.</p> <p>Si segnala la criticità dovuta alla scarsità di acqua nella rete, se si dovesse ripetere l'anno prossimo sarebbe molto difficile fare i test su larga scala previsti per la verifica della versione beta del sw.</p> <p>Inoltre va riportata la mancata corrispondenza tra le superfici individuate dal sistema SIGRIAN del Consorzio e quelle effettivamente facenti parte del Rivo Villano. Dal 1200 ad oggi il distretto si è evoluto in modo continuo, aumentando sempre più le superfici irrigate e conseguentemente il potenziale produttivo dei terreni.</p> <p>Nella prosecuzione del progetto sarà necessario individuare con chiarezza quali superfici vengono attualmente irrigate con l'acqua prelevata dal Trebbia mediante la presa di Sant'Agata.</p>
Attività ancora da realizzare	

Azione 3.4	
Unità aziendale responsabile	CER
Descrizione attività	Pur non essendo prevista attività secondo quanto indicato nella scheda di progetto, si è provveduto ad avviare una serie di incontri con le altre unità operative per determinare la linea da seguire nel prosieguo del progetto
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	
Attività ancora da realizzare	Secondo Gantt

2.2.2. Personale Azione 3

PERSONALE CER

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Anconelli Stefano	Ricercatore Quadro preposto	Realizzazione	85	3.332,73
Chiari Gioele	Personale di concetto	Realizzazione	432,22	10.667,19
Genovesi Roberto	Ricercatore Quadro preposto	Realizzazione	246	13.604,66
Letterio Tommaso	Personale di concetto	Realizzazione	86,55	1.745,00
Totale				29.349,58

PERSONALE UNIBO DIPSA

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Viaggi Davide	Ricercatore	Realizzazione	36	1.387,08
Totale				1.387,08

PERSONALE CIO

Nessuna spesa del personale sostenuta

2.2.3. Trasferte

CER

Cognome e nome	Descrizione	Costo
Chiari Gioele	Missione per contatti con le aziende	1.784,52
Totale:		1.784,52

Nessuna spesa di trasferta sostenuta per il DIPSA - UNIBO

Nessuna spesa di trasferta sostenuta per il CIO

2.2.4. Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Bazzani Guido Maria	20.000,00	Realizzazione algoritmo di calcolo e scrittura software	5.000,00
Totale:			5.000,00

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Altavia s.r.l.	Giannerini Gianfranco	€ 109.500,00 di cui rendicontate 2.976,00	Sviluppo WebAPI su piattaforma IRRINET e modifiche software IRRINET	2.976,00
Totale:				2.976,00

2.3. AZIONE 4

2.3.1. Attività e risultati Azione 4

Azione 4	Piano divulgazione di trasferimento dei risultati e implementazione della rete PEI					
Unità aziendale responsabile	CER					
Descrizione attività	<p>E' stata pubblicata un'apposita pagina sul sito web dell'ente capofila, dedicata esclusivamente al piano ed i risultati che via via saranno acquisiti. La pagina potrà contenere testi descrittivi, immagini e documenti scaricabili.</p> <p>E' iniziata la progettazione del tutoriale sull'uso di Irrinet. La realizzazione di questo però è stata rimandata al 2019, in quanto Irrinet è in trasformazione in modo sostanziale e fin ad allora non avrebbe senso la captazione delle immagini.</p> <p>Sono stati realizzati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 video da utilizzare all'interno dell'informazione televisiva (servizio tg) (Il Piacenza febbraio/Marzo 2017). - 4 video da utilizzare all'interno dell'informazione televisiva specialistica o di settore (tipo redazionale) (Telesanterno febbraio Marzo e Settembre 2017; Il Piacenza Febbraio 2017; Telelibertà Marzo 2017) <p>Tutto il materiale audiovisivo è in fase di caricamento sul sito del Consorzio CER, attraverso il canale YouTube dedicato con lo scopo di amplificare il messaggio veicolato dall'intero Piano, aumentandone la ricaduta sia territoriale, sia coinvolgendo categorie di fruitori più avvezzi a questi mezzi di comunicazione assai differenti e più immediati rispetto ai tradizionali manuali cartacei.</p> <p>Sono stati progettati e stampati e sono pronti all'installazione, n.4 appositi pannelli illustrativi del progetto, uno per ogni sito ed uno in caso di danneggiamento di quelli installati, per permettere una diffusione dell'impegno dei partner e della Regione anche con metodi tradizionali e a livello locale, dando particolare risalto all'impegno concreto e territoriale.</p> <p>E' stata realizzata una visita in campo Giovedì 17 agosto sul canale Stiolo, sponda in sinistra idraulica, a Stiolo. Oggetto della visita: "Illustrazione strumenti di rilievo della permeabilità".</p> <p>Sono stati realizzati 2 incontri tecnici:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Data</th> <th style="width: 50%;">Titolo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Data	Titolo		
Data	Titolo					

	<table border="1"> <tr> <td>30/1/17</td> <td>Implementazione del DSS nel distretto Rivo Villano (PC)</td> </tr> <tr> <td>28/2/17</td> <td>Calcolo distrettuale dei consumi colturali e interazione col modello di calcolo per il vettoriamento delle acque (PC)</td> </tr> </table>	30/1/17	Implementazione del DSS nel distretto Rivo Villano (PC)	28/2/17	Calcolo distrettuale dei consumi colturali e interazione col modello di calcolo per il vettoriamento delle acque (PC)
30/1/17	Implementazione del DSS nel distretto Rivo Villano (PC)				
28/2/17	Calcolo distrettuale dei consumi colturali e interazione col modello di calcolo per il vettoriamento delle acque (PC)				
	E' stato pubblicato un articolo: Uso sostenibile dell'acqua, il Cer in prima linea (Agricoltura 3/2017)				
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Le attività previste ed illustrate nella cella soprastante sono state realizzate.</p> <p>La pubblicazione dei materiali sarà un processo continuo che proseguirà fino alla fine del piano ed anche oltre.</p> <p>La necessità di trovare spazi televisivi per la messa in onda, crea necessariamente un periodo di tempo più o meno lungo, che intercorre tra la realizzazione dei prodotti televisivi e la loro messa in onda. Per velocizzare il sistema di messa in onda sarebbe stato opportuno prevedere il finanziamento anche dei costi di messa in onda.</p> <p>Il Tutorial sull'uso di Irrinet sarà rimandato al momento in cui cesseranno aggiornamenti sostanziali del DSS dovuti alle migliorie generate da altri progetti in fase di realizzazione.</p>				
Attività ancora da realizzare	<p>Il tuoriale "Uso di Irrinet è in fase di pre-produzione, in attesa di esser realizzato nel 2019.</p> <p>Per i rimanenti anni di durata del progetto sono previsti 2 Servizio TG e 2 Servizi Redazionali.</p> <p>Il materiale prodotto finora e quello che verrà realizzato entro la fine del piano, sarà reso fruibile sul sito del Consorzio, attraverso il canale YouTube dedicato, ed avrà lo scopo di amplificare il messaggio veicolato dall'intero Piano, aumentandone la ricaduta sia territoriale.</p> <p>Verranno realizzati almeno 2 articoli tecnici di presentazione dei risultati del Piano, di cui verrà proposta la pubblicazione su riviste specializzate.</p> <p>Sempre con lo scopo di favorire la diffusione dei risultati saranno organizzati almeno altri 3 incontri tecnici e 4 visite in campo.</p>				

2.3.2. Personale Azione 4

PERSONALE CER

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Chiari Gioele	Personale di concetto	Realizzazione materiale illustrativo e promozionale - svolgimento attività dimostrativa	228,22	5.676,30
Genovesi Roberto	Ricercatore Quadro preposto	Realizzazione materiale illustrativo e promozionale - svolgimento attività dimostrativa	15,5	605,74

Totale	6.282,04
---------------	-----------------

Personale CRPV

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
Crociani Alvaro	Tecnico	Divulgazione	5	262,90
Guidi Claudia	Segreteria	Segreteria	11	230,67
Barchi Gian Luca	Tecnico	Divulgazione	10	170,20
Savorelli Mario	Tecnico	Divulgazione	28	1.186,36
Foschi Piera	Tecnico	Divulgazione	17	415,31
Canestrone Renato	Tecnico	Divulgazione	28	764,12
			Totale	3.029,56

2.3.3. Trasferte

Nessuna spesa di trasferta prevista per il CER

Nessuna spesa di trasferta sostenuta per il CRPV

2.3.4. Materiale consumabile

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
Urca di Romagnoli Umberto	Realizzazione di n. 2 cartelloni illustrativi del materiale esposto	800,00
Totale €		800,00

2.3.5 Attività di formazione

CRPV

Non sono state realizzate le attività di formazione

2.3.6. Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo €
Urca di Romagnoli Umberto	Romagnoli Umberto	€ 81.000,00 di cui rendicontate 1.350,00	Riprese e montaggio video	1.350,00
			Totale €	1.350,00

3. Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Criticità tecnico-scientifiche	nessuna
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	nessuna
Criticità finanziarie	nessuna

4. Altre informazioni

/

5. Considerazioni finali

/

Data 23 gennaio 2018

IL LEGALE RAPPRESENTANTE

dott. Massimiliano Pederzoli

firmato digitalmente

Allegato 1

Per realizzare l'obiettivo dell'automazione di paratoie della rete irrigua consortile perché forniscano all'utenza i volumi idrici richiesti solo quando effettivamente necessari, è necessario mettere a punto un algoritmo matematico che sulla base dei reali usi del suolo e delle agrotecniche adottate a livello aziendale, della loro gestione, delle idroesigenze colturali, delle caratteristiche della rete, stimi le esigenze irrigue di un'area servita da una singola opera irrigua.

Lo schema concettuale può essere riassunto dalla figura seguente (Figura 1).

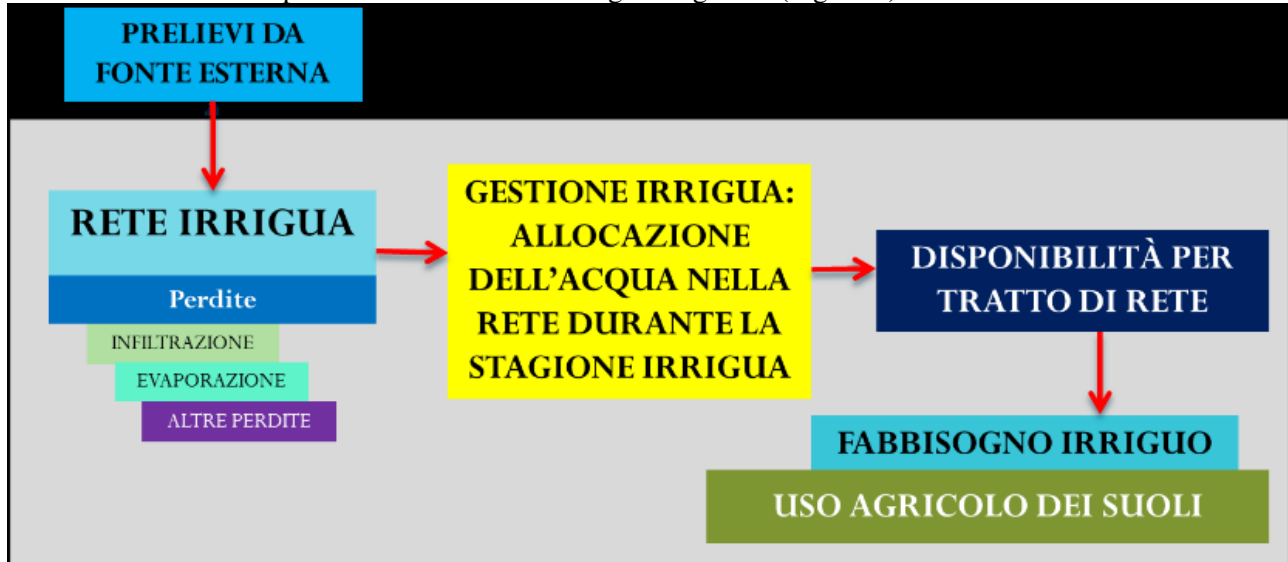


Figura 1 Il problema analizzato

Per raggiungere gli obiettivi indicati viene di seguito presentato il modello concettuale del sistema in oggetto ed individuati i dati elementari richiesti al suo espletamento.

Il sistema comprende due componenti principali:

- la rete irrigua;
- il sistema produttivo agricolo

La prima risponde alle esigenze del secondo e deve essere in grado di soddisfare le esigenze irrigue in modo efficiente, ossia minimizzando i volumi utilizzati. Altri criteri allocativi potranno essere individuati di concerto con i gestori della rete.

L'analisi del sistema richiede per ognuno dei due sottosistemi individuati la raccolta di adeguate informazioni che la presente relazione individua per permettere di verificarne l'effettiva disponibilità presso i Consorzi interessati.

Una prima schematizzazione porta ad individuare;

- sottostima irrigua costituito dalla rete di irrigazione interessata, considerato nella sua articolazione in tratte per ognuna delle quali verranno quantificate:
 - la tipologia costruttiva
 - la capacità di invaso
 - le perdite per evaporazione e percolazione e il loro andamento nel tempo in relazione ai volumi invasati
 - le paratoie con le loro principali caratteristiche
- sottosistema agricolo, rappresentato dagli usi dei suoli e dalle tecniche irrigue adottate e dalla loro gestione
 - a scala di sub-particella per ognuna delle aree servite, deve fornire i volumi irrigui richiesti al campo considerando le agrotecniche presenti per un periodo futuro di lunghezza adeguata ai fini della gestione della rete irrigua e informazioni sugli effetti di una mancata irrigazione;
 - il contorno;
 - comprende tutti gli altri dati che possono influire sulla gestione della rete, quali disponibilità di acqua alla fonte, o vincoli di diversa natura

La rete di irrigazione

La rete irrigua di un Consorzio di Bonifica ed irrigazione è un sistema complesso, che schematicamente in generale si compone di:

- punti di presa, ossia di punti in cui l'acqua viene prelevata da una fonte esterna al Consorzio e immessa nella rete irrigua tramite pompaggio. I punti di presa possono essere posti su aste fluviali, è questa la situazione del Consorzio di Bonifica di Piacenza nel distretto Villano che preleva dal fiume Trebbia, alimentato anche tramite i rilasci operati dalla diga del Brugneto; o su canali artificiali, quale il Canale Navile, come accade nel Comprensorio irriguo del Consorzio di Bonifica della Renana a Bologna,
- manufatti di distribuzione di diversa tipologia:
 - canali a cielo aperto, scavati nel terreno e diversamente impermeabilizzati, si caratterizzano per una distribuzione a gravità in cui l'acqua fluisce da punti più alti a punti più bassi, avendo sempre una superficie esposta all'atmosfera con la quale intrattengono scambi per fenomeni di evaporazione, e le altre a contatto con il suolo nel quale rilasciano per percolazione quantità diverse dei volumi immessi in funzioni di diversi parametri, tra cui assumono particolare importanza: il substrato, l'impermeabilizzazione, il volume presente e il tempo di giacenza;
 - condotte in pressione, manufatti chiusi che isolando maggiormente la risorsa idrica dall'ambiente circostante riducono le perdite e consentono un flusso in pressione che aumenta la velocità di trasferimento garantendo importanti volumi trasferiti con sezioni minori.
- ripartitori che distribuiscono l'acqua in arrivo da una condotta a più condotte generalmente più piccole, spesso controllati da paratoie.

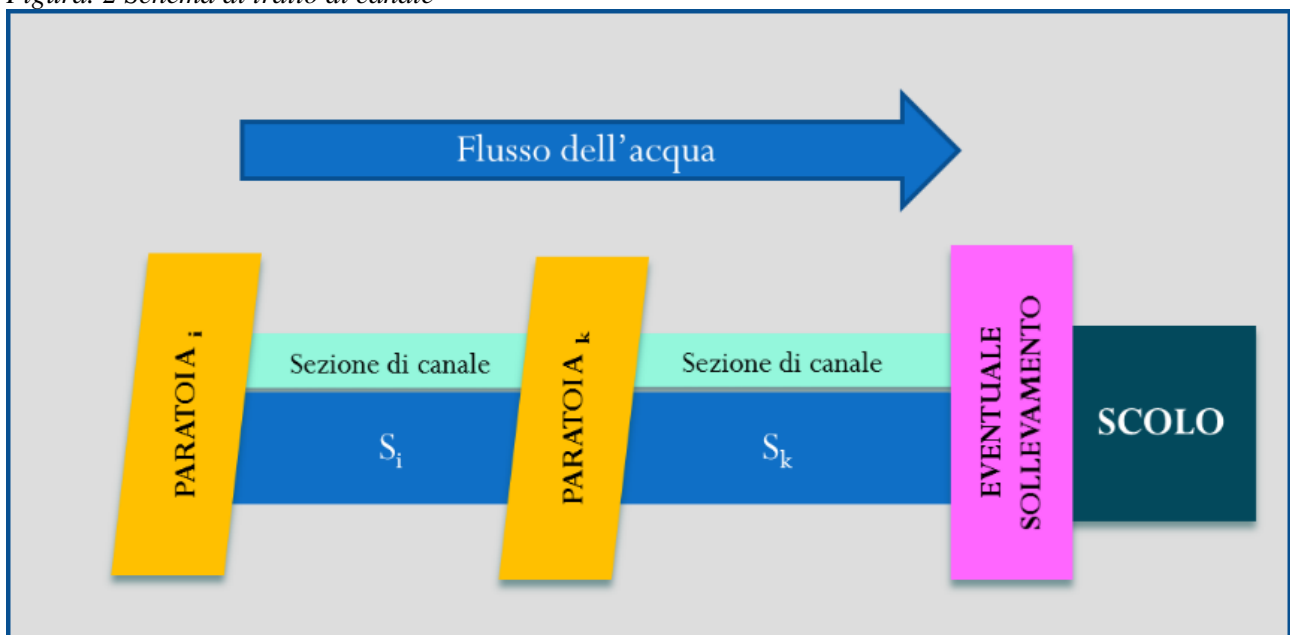
Oltre ai parametri idraulici anche i costi di costruzione e di mantenimento di questi manufatti sono profondamente diversi come specifiche analisi hanno evidenziato.

La rete a cielo aperto è caratterizzata da un minor rapporto volumi utilizzati a fini irrigui / volumi immessi, ed è pertanto su questa che si concentra l'attenzione per aumentare l'efficienza della gestione irrigua consortile.

Va ricordato che la rete irrigua a cielo aperto svolge, spesso, anche la funzione di scolo consentendo l'allontanamento delle acque piovane, azione che rientra nei compiti di bonifica svolti dal Consorzio. Questa funzione rientra nella tematica affrontata in quanto volumi di acqua potrebbero essere richiesti all'inizio della stagione irrigua per finalità di pulizia della rete stessa.

La rete a cielo aperto è pertanto un insieme di manufatti, principalmente canali e paratoie che consentono di regolare il flusso di acqua in entrata ed uscita, a cui possono aggiungersi impianti di sollevamento.

Figura. 2 Schema di tratto di canale



Una rappresentazione schematica di un canale è riportata in Figura. 2. Ogni canale, o in generale condotta di distribuzione, può pertanto essere visualizzato come una sequenza di sezioni tra loro dipendenti, in quanto ogni sezione riceve l'acqua da quella precedente e ne cede a quella successiva. I flussi in entrata ed uscita sono regolati da paratoie che possono essere chiuse, isolando le rispettive sezioni. La chiusura di entrambe le

paratoie rende possibile mantenere il volume immesso nella sezione per un certo tempo e questo consente una disponibilità di acqua al territorio servito dalla sezione in assenza di un flusso in entrata.

Ogni canale può contenere solo un determinato volume di acqua che dipende dalla sezione e dalla lunghezza dei singoli tratti. La sezione generalmente è progressivamente minore allontanandosi dal punto di presa.

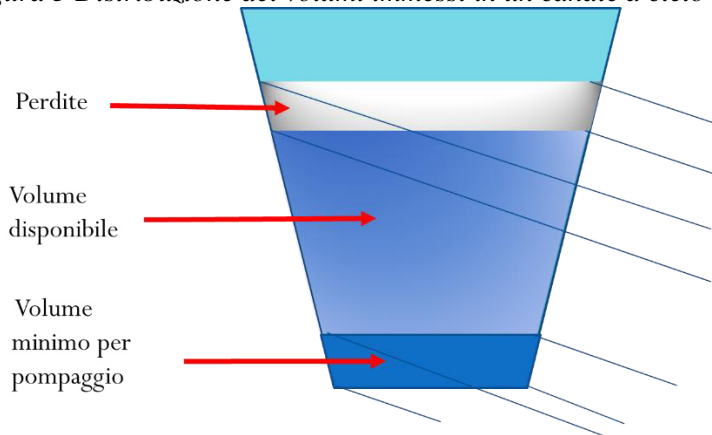
- Il volume totale (V_t) di acqua contenuto in un certo momento in una sezione è pari al volume iniziale (V_i) più le immissioni (I) meno le uscite (U).
 - Le immissioni (I) sono date dai volumi introdotti dalla sezione a monte e dalle piogge.
 - Le uscite (U) sono rappresentate dalle perdite per evaporazione e per percolazione e dai prelievi.

L'equazione che descrive l'equilibrio idraulico di ogni sezione è pertanto:

$$V_t = V_i + I - U$$

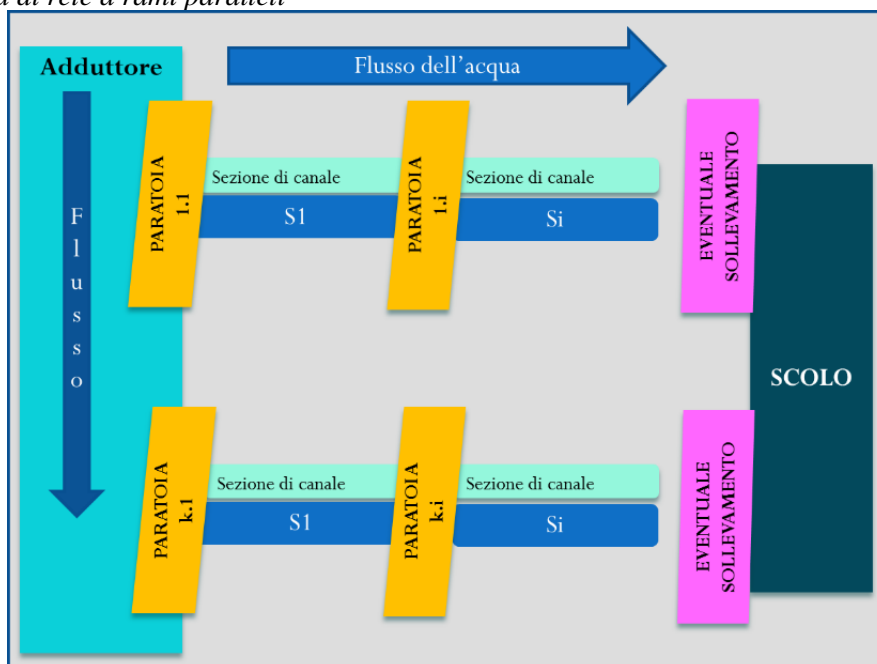
Solo una parte dell'acqua presente in un canale è disponibile per i prelievi irrigui in quanto questi sono generalmente possibili solo quanto l'altezza dell'acqua è superiore ad un livello minimo che può essere diverso in relazione alla tipologia di prelievo o di derivazione Figura 3.

Figura 3 Distribuzione dei volumi immessi in un canale a cielo aperto



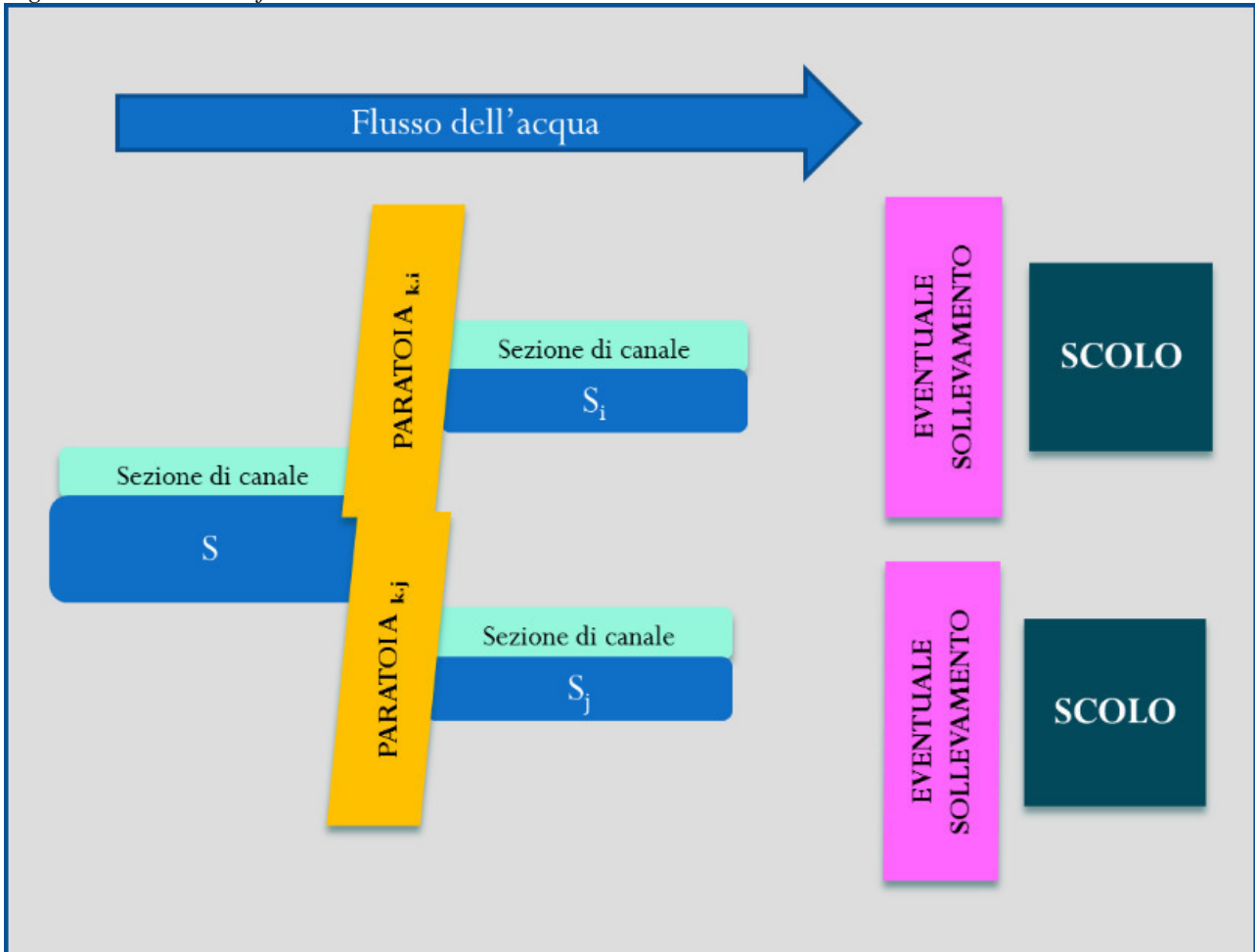
La rete di irrigazione dei Consorzi nei casi più semplici è costituita da rami paralleli: caratterizzate da canali tra loro indipendenti che prendono origine da un unico adduttore (Figura 4).

Figura 4 Schema di rete a rami paralleli



Più spesso assume una struttura ad albero in cui possono individuarsi ramificazioni, rappresentate dai punti in cui un canale si divide in più canali generalmente di sezione e portata minore (Figura 5 Schema di ramificazione); in questa situazione il flusso in arrivo è pari alla somma di tutti i flussi in uscita, comprese le perdite

Fig. 5 Schema di ramificazione



La rete irrigua nel suo insieme può essere rappresentata come un grafo in cui i canali sono identificati come 'archi', che iniziano e finiscono in punti denominati 'nodi'. I 'nodi' individuano i punti di presa, i ripartitori con le paratoie, ma anche punti caratteristici della rete, ad esempio punti in cui cambiano significativamente caratteristiche rilevanti quali le perdite

Per fare un approfondimento utile a comprendere la scelta tecnica operata dal progetto può essere utile rammentare la teoria dei grafi:

- un grafo G è una coppia (V, E) dove V è un insieme e $E \subseteq V \times V$ è un sottoinsieme del prodotto cartesiano di V per se stesso. Gli elementi di V sono detti nodi e quelli di E sono detti archi. I nodi sono spesso chiamati anche "vertici". Gli archi sono detti anche "lati" o "spigoli".
- Il vertice v si dice connesso a w se esiste un percorso da v a w .
- Un grafo si dice connesso se i vertici v e w sono connessi per ogni $v, w \in V$.
- Un grafo orientato si dice fortemente connesso se esiste un cammino da v a w per ogni coppia $v, w \in V$
- Si definisce foresta un grafo nel quale ogni nodo ha al più un genitore. I nodi privi di genitori si dicono *radici*, quelli privi di figli si dicono *foglie*. In questo contesto, le sequenze di archi si dicono anche *rami*.

Dati richiesti per la descrizione della rete irrigua

Per rispondere all'obiettivo richiesto è necessaria una descrizione della rete che individui i canali, e le loro tratte costitutive fornendo una rappresentazione:

- cartografica;
- grafica in forma di nodi;
- tabellare;

secondo modalità che verranno messe a punto dal progetto.

In ogni caso le informazioni devono fornire una completa descrizione della rete irrigua, chiarendo la sua articolazione e ramificazioni. In questa fase vengono richiesti i seguenti dati:

- per ogni punto di presa da fonte esterna
 - prelievo massimo nel periodo considerato se esistente;
 - flusso ottenibile opportunamente descritto;
 - quanto altro ritenuto rilevante;
- per ogni tratta di canale:
 - lunghezza;
 - sezione iniziale, finale, media;
 - coefficienti di perdita opportunamente descritti;
 - altezza minima richiesta all'utilizzo irriguo;
 - suo utilizzo;
 - irriguo;
 - promiscuo; in questo caso:
 - volumi richiesti per finalità diverse dall'irrigazione, ad esempio pulizia del canale ad inizio stagione;
 - vincoli derivanti da questa funzione durante la stagione irrigua;
 - quanto altro ritenuto rilevante;
- per ogni paratoia
 - tipologia;
 - sezione;
 - tempo di apertura e di chiusura;
 - quanto altro ritenuto rilevante;

Fabbisogni irrigui

Il modello di calcolo deve essere in grado di stimare a livello aggregato, per ogni tratto di rete, il volume richiesto dal comparto agricolo identificato dal volume irriguo ottimale, quello idoneo a soddisfare le esigenze irrigue delle colture effettivamente presenti, considerando o meno la convenienza economica privata all'intervento, la prima ipotesi consente di ottimizzare la redditività agricola, che non coincide necessariamente con la massima produzione ottenibile, in quanto i costi privati di irrigazione potrebbero essere maggiori degli incrementi di reddito ottenibili dall'intervento stesso.

Nel calcolo dei fabbisogni irrigui va tenuto presente che non tutte le particelle presenti in un dato territorio sono servite dal Consorzio, e non tutte quelle servite hanno esigenze irrigue. L'esatta individuazione delle superfici irrigate è pertanto un elemento centrale per il calcolo dei fabbisogni irrigui.

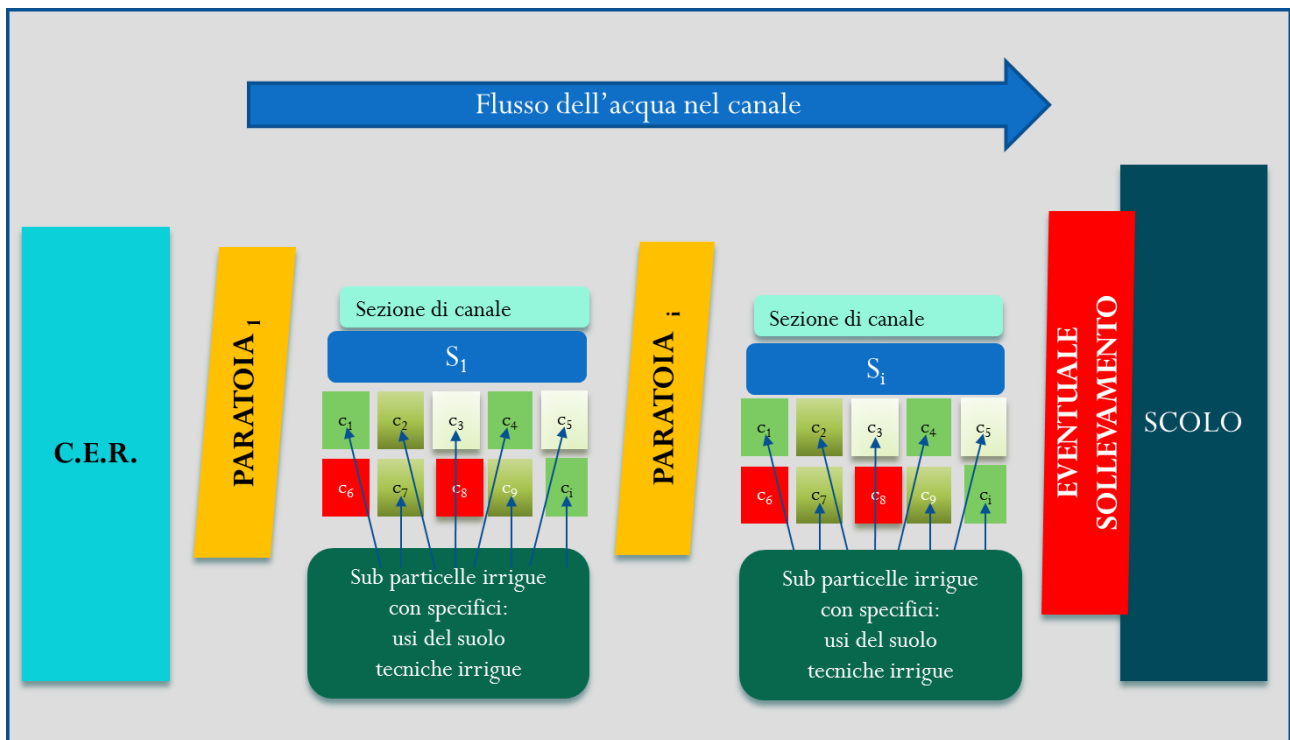
L'uso dei suoli dovrà pertanto essere descritto in modo puntuale ed analitico fornendo per ogni sub-particella, caratterizzata dalla stessa qualità di coltura, le seguenti informazioni raccolte in un **DATABASE SULL'USO DEI SUOLI**.

CAMPO DEL DATABASE	DESCRIZIONE
CHIAVE	Campo univoco che potrà essere creato sulla base dei successivi campi identificativi da PROVINCIA a COD_COLT compresi
PROVINCIA	Provincia
COMUNE	Comune
FOGLIO	Foglio catastale
PARTICELLA	Numero di particella
COD_COLT	Codice coltura
COLTURA	Uso del suolo, coltura (si propone classificazione AGREA)
REGIME	Irriguo/non irriguo
SUP_COLT	Superficie della coltura
SEMINA	Data di semina o inizio occupazione del suolo
RACCOLTO	Data di raccolto o liberazione del suolo
CANALE	Tratto di canale di appartenenza individuato da un codice univoco

In ogni caso si può sin da ora affermare che quando su una stessa superficie viene coltivata una sola coltura nell'intera stagione irrigua il database conterrà una sola riga, qualora diverse colture si susseguano il database conterrà tante righe quante sono le colture presenti sulla sub-particella.

In Figura 6 è schematizzato un canale articolato in due tratte, ad ognuna sono associate delle sub-particelle caratterizzate dalla stessa qualità di coltura, in verde sono quelle irrigue, diverse tonalità individuano colture diverse, in rosso colture non irrigue.

Fig. 6 Schema usi suolo per sezione di canale



La considerazione di quando l'intervento irriguo si rende necessario e quando viene realizzato è l'ulteriore parametro che deve essere considerato per stimare i volumi irrigui richiesti nella stagione irrigua.

Il calendario irriguo varia non solo tra le colture, ma anche tra gli appezzamenti della stessa coltura in funzione di scelte puntuali dei singoli agricoltori. Quest'aspetto può essere considerato in modo puntuale, o con approssimazioni.

- Il primo approccio (puntuale) prende in considerazione la gestione dell'irrigazione effettivamente adottata dagli agricoltori, richiede pertanto una perfetta conoscenza del sistema a livello di singola sub-particella; questo si traduce in un fabbisogno di dati aggiornati durante tutta la stagione irrigua su base giornaliera che descrivano le scelte operate dai singoli agricoltori in relazione, ad esempio, alla loro effettiva o meno adozione dei consigli irrigui ricevuti da IRRINET;
- il secondo può essere realizzato in modi diversi, ad esempio assumendo che i consigli irrigui calcolati da IRRINET siano sempre adottati.

La quantificazione dei volumi irrigui richiesti sarà nel tempo tanto più diversa tra i due approcci quanto maggiori saranno le differenze tra il dato stimato da IRRINET e il dato calcolato sulla base dei comportamenti adottati dagli agenti.

Per quantificare correttamente i quantitativi di acqua da distribuire alle colture è necessario considerare le perdite connesse alla tecnica irrigua adottata ed alla tipologia di suoli, che comportano un aumento dei fabbisogni idrici rispetto a quelli teorici calcolati prescindendo dalle modalità di distribuzione.

La modellizzazione di questi ultimi aspetti richiede un adeguato approfondimento con i gestori della rete per individuare sia il loro reale fabbisogno informativo, sia la loro disponibilità di dati. Una descrizione puntuale delle scelte e modalità irrigue operate a scala sub-particellare nella stagione irrigua può infatti essere adottato solo quando sia garantita un'adeguata disponibilità di dati.

La domanda di acqua a fini irrigui dipende, pertanto, da diversi fattori tra cui hanno rilevanza:

- l'uso dei suoli, ossia le colture effettivamente praticate;
- le idro-esigenze colturali teoriche che dipendono da:
- la fisiologia delle colture;

- l'andamento climatico;
- le caratteristiche dei suoli;
- la tecnica di irrigazione adottata in campo;
- la gestione irrigua.

Ogni giorno divide la stagione irrigua in due periodi, nettamente distinti:

- un passato
- un futuro

Nel passato gli interventi irrigui sono avvenuti, nel futuro devono avvenire.

Qualora le informazioni disponibili siano complete, il passato può essere completamente ed esattamente conosciuto, i volumi richiesti e distribuiti calcolati ed acquisiti. Queste informazioni si assume siano tutte disponibili in IRRINET.

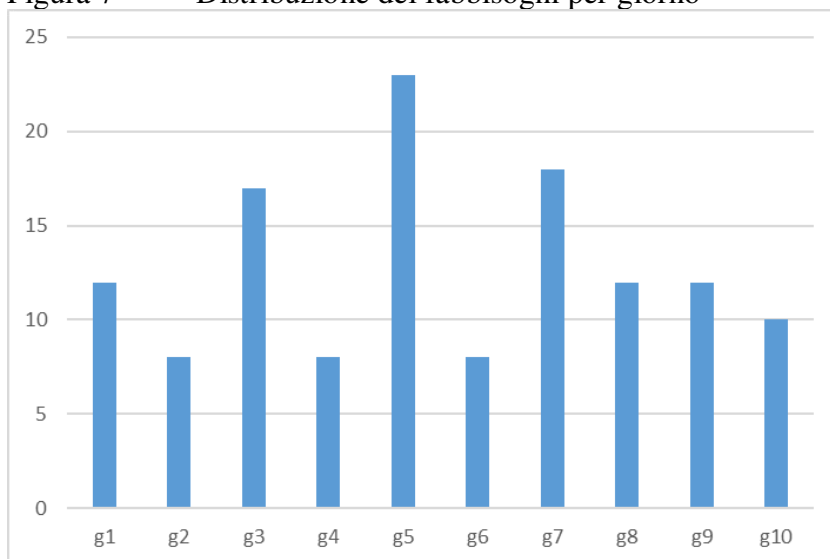
Il futuro, invece, contiene in modo intrinseco un margine di incertezza connesso alla possibilità che previsioni sull'andamento climatico, e conseguentemente su esigenze e disponibilità possano cambiare o che il comportamento osservato degli operatori agricoli si discosti da quello atteso.

Il modello assume che si debba considerare un periodo successivo a quello dell'interrogazione, che potrà essere compreso tra 7 e 15 giorni.

Anche questa informazione è desumibile da IRRINET.

La successiva figura riporta a titolo esemplificativo i fabbisogni aggregati di tutte le sub-particelle per un tratto di canale in un periodo di 10 giorni.

Figura 7 Distribuzione dei fabbisogni per giorno



I volumi forniti dovranno essere espressi in m³ ed essere agganciati alle sub-particelle.

La considerazione dell'incertezza connessa alla stima di fabbisogni irrigui futuri, potrà essere affrontata in diversi modi. Ignorandola, o assumendo che valori via, via più distanti dalla data di interrogazione possano variare in più o in meno con uno scarto dato variante nel tempo, quest'approccio porterebbe ad individuare tre valori un minimo, un medio ed un massimo.

Un'ulteriore informazione che può essere fornita è quella dell'impatto della mancata irrigazione, dato che IRRINET già stima.

I dati necessari alla descrizione degli usi dei suoli sono stati già indicati, per quanto riguarda le idro-esigenze, ossia agli interventi irrigui per ogni singola sub-particella irrigua, ai fini del calcolo del volume ottimale sono richiesti i seguenti dati da fornire in un DATABASE DELLE IDRO-

ESIGENZE COLTURALI che avrà lo sviluppo temporale concordato la copertura territoriale uguale a quella dell'uso dei suoli:

CAMPO DEL DATABASE	DESCRIZIONE
CHIAVE	Campo univoco che collega al database dei suoli
DATA	Giorno dell'intervento
VOL_IRR	Volume irriguo richiesto
DANNO	Effetto della mancata irrigazione espresso o come perdita di produzione o in euro

La metodologia per il controllo delle paratoie

Viene in questa sezione presentata sinteticamente la metodologia che è stata pensata e che verrà resa operativa mediante appositi algoritmi di calcolo scritti in un linguaggio di programmazione matematica GAMS capace di gestire grandi database, interfacciabile con il sistema IRRINET come di seguito indicato. Questi algoritmi opportunamente codificati e il relativo programma devono essere installati sul computer del CB di competenza che gestisce la rete interessata.

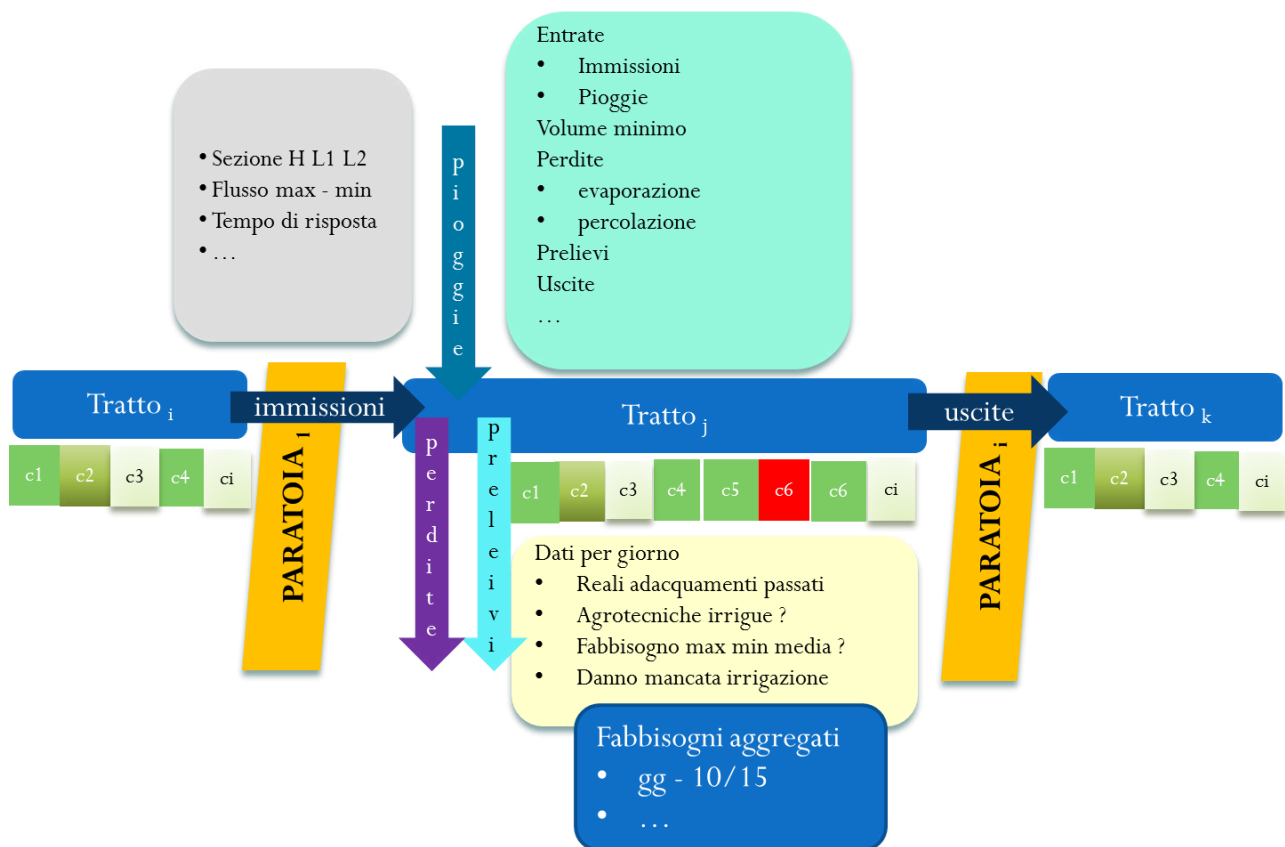
La proposta avanzata in sede preliminare prevedeva che il controllo del programma di calcolo avvenisse tramite maschere predisposte da AltaVia, che si integreranno in IRRINET, via WEB. In seguito l'orientamento definitivo è stato sviluppare un apposito programma gestito localmente sulla stessa macchina su cui verrà installato GAMS, che ha anche il compito di interfacciarsi con IRRINET per ottenere i dati di idro-esigenze e di impatto per mancata irrigazione come precedentemente indicato.

L'algoritmo di calcolo quantifica diverse ipotesi di allocazione dell'acqua nella rete considerando contemporaneamente:

- un periodo di tempo adeguato (7/15 gg)
- una pluralità di tratti
- diverse modalità di gestione della rete considerando
- volumi disponibili
- fabbisogni
- turnazioni
- flussi
- impatti derivanti da mancata irrigazione
- altri aspetti ritenuti rilevanti

come schematizzato nella seguente figura.

Figura 8 Schema del problema



L'applicazione del programma permette l'individuazione, sulla base dei dati forniti, dei volumi di acqua richiesti a valle della paratoia considerata al momento dell'interrogazione, contemporaneamente per i diversi tratti considerati e verificando che il volume totale disponibile sia sufficiente a soddisfare i fabbisogni aggregati considerando le perdite.

Qualora la disponibilità totale di acqua, sia inferiore ai fabbisogni lordi il programma di calcolo individua le aree su cui una carenza idrica provoca il minor impatto sulla base dei dati forniti.

Prima ipotesi per il calcolo dell'indice di danno equivalente per paratoie intelligenti

Per definire il significato di perdita di produzione dovuta a mancata irrigazione si è prescelto il termine di "danno equivalente", ad indicare l'equivalenza che si è supposta tra incremento di produzione dovuto all'irrigazione e perdita di prodotto che si potrebbe ottenere qualora non si irrigasse.

In primo luogo si considerano le sole colture irrigue ed il valore delle produzioni che da esse si ottengono, dunque non rientrano in questa fattispecie colture che seppure molto redditizie non vengono mai irrigate. Un punto a favore dell'ipotesi formulata è di assegnare un valore alle quote di prodotto che sono esclusivamente ottenute con l'irrigazione, mettendo sullo stesso piano colture di medio o scarso valore produttivo ma che sono tributarie dell'irrigazione della maggior parte di produzione, con colture di alto valore che hanno quote di produzione marginalmente influenzate dalla pratica irrigua. Alla prima categoria appartiene per esempio il mais, mentre alla seconda appartengono le colture orticole a semina autunnale che svolgono la maggior parte del loro ciclo in stagioni ricche di precipitazioni e possono avvantaggiarsi dell'irrigazione solo nella parte finale della fase di maturazione e pure sporadicamente se la stagione tardo primaverile è piovosa.

Inoltre si prevede di considerare per ogni coltura la relativa superficie coltivata in modo da valutare correttamente sia i casi di colture "redditizie" con basso ettarato, sia i casi di colture poco "redditizie" coltivate su grandi superfici.

Dal punto di vista dei flussi informatici è stata già individuata l'ipotesi definitiva che vede IrriNet incaricarsi di parametrizzare il danno equivalente in qualsiasi modo si determinato, passare l'informazione al sw ogni volta che si verifica la condizione di irrigazione "on". Il sw moltiplica il parametro colturale per gli ha relativi, creando una graduatoria e poi confronterà il risultato con il volume disponibile ammettendo o escludendo le relative colture.

L'ipotesi provvisoriamente formulata per il calcolo del "danno equivalente" prevede la creazione di un attributo qualitativo della singola fase fenologica Xcoltura, che viene poi passata al sw
La formula potrebbe essere:

Indice di danno equivalente = $1 \times ((\text{parametro colturale} + \text{parametro legato al valore del prodotto})/100)$

Sui valori che possono scaturire si possono fare le seguenti considerazioni:

1. Il parametro colturale segue grosso modo il kc o il ky, ne consegue che può variare tra 0,3 e 1,2
2. Il parametro legato al valore del prodotto si può fissare utilizzando una coltura che fa da baseline (es.mais) quindi può assumere valori negativi
3. Il calcolo dentro la parentesi NON può assumere valori negativi, quindi se ≤ 0 allora = 0
4. Il caso in cui il valore sia 0 deve essere dominato dal sw, perché evidentemente collocherà quella coltura in fondo alla graduatoria ed in caso di limitazione idrica probabilmente NON avrà acqua

Sono attualmente allo studio altre ipotesi in collaborazione con il DISPA di UniBo

ReteBlu

Manuale del programma di automazione delle paratoie
della rete irrigua consortile

di Guido Maria Bazzani

Versione 1.1

28 Giugno, 2017

Manuale

Volume 1

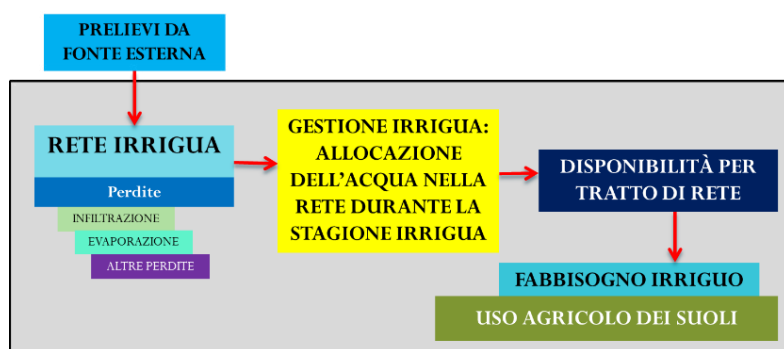
Sommario

Introduzione	1
Il programma	5
Istallazione	6
Interfaccia grafica	8
Dati forniti dal CB per descrivere la rete irrigua e le particelle servite: Dati_CB	11
Componenti della rete	12
Fonti	12
Canali	12
Tratti di canale	13
Paratoie	15
Travate	15
Relazioni tra le componenti	15
Canali/tratti	15
Posizione paratoie e travate	16
Associazione particelle - canali	17
Descrizione delle componenti	17
Canale parametri	18
Paratoie parametri	18
Travate parametri	19
Uso dei suoli	19
Elenchi per uso dei suoli	20
Archivi ausiliari	21
Zonizzazione per suscettività alla carenza del servizio irriguo	21
Apertura degli archivi del CB (comando 'CB dati' del menu)	23
Creazione della rete irrigua (comando 'Rete' del menu)	24
Uso dei suoli	24
Rete	25
Paratoie_travate	25
Canali_t	26
Osservazioni relative all'irrigazione aziendale ed alla stima del danno da mancata irrigazione	30

Introduzione

Il manuale illustra il programma “Rete blu” sviluppato nell’ambito del progetto PSR: “Automazione della rete di consegna delle acque irrigue mediante calcolo di fabbisogni delle aziende agricole aderenti a Irrinet”, finalizzato ad aumentare l’efficienza della gestione irrigua consortile mediante l’automazione di paratoie che dovranno operare per fornire i volumi idrici richiesti solo quando effettivamente necessari sulla base dei reali usi del suolo e delle agrotecniche adottate a livello aziendale e della loro gestione, delle idro-esigenze colturali, delle caratteristiche della rete (Figura 1).

Figura 1 Il problema analizzato



ReteBlu risponde all’esigenza di migliorare la gestione irrigua da parte dei Consorzi di Bonifica ed Irrigazione (d’ora in poi CB) integrando diverse fonti dati in un unico strumento di supporto (SDS) che possa permettere di soddisfare le esigenze irrigue dei consorziati in modo efficiente, ossia minimizzando i volumi utilizzati, mediante l’applicazione di modelli matematici che vengono risolti dal programma di calcolo GAMS, attraverso un’apposita interfaccia in ambiente Windows che semplifica l’accesso ai dati, le interrogazioni e l’analisi dei risultati.

ReteBlu può essere adattato a situazioni diverse in quanto tutti gli elementi che descrivono il sistema considerato con uno schema logico predefinito, sono definiti in archivi che vengono letti ed importati dal SDS. L’attuale versione comprende due componenti principali:

- la rete irrigua;
- il sistema produttivo agricolo.

Il programma richiede per ognuno dei due sottosistemi individuati la raccolta di adeguate informazioni che si differenziano in strutturali che possono restare invariati durante la stagione irrigua, e contingenti che variano quotidianamente come di seguito indicato.

Possono essere considerati invariati i dati che descrivono:

- la rete di irrigazione interessata, che comprende canali, punti di presa, paratoie;
- le particelle e le relative associazioni ai canali.

Variano, invece, durante la stagione irrigua anche se con modalità diverse:

- gli usi dei suoli a scala di sub-particella per ognuna delle aree servite;
- i volumi irrigui richiesti al campo considerando le agrotecniche presenti;
- le disponibilità di acqua ai punti di presa;
- i volumi presenti nella rete;
- i volumi che possono aggiungersi a quelli presenti nella rete per effetto di ruscellamento a seguito di eventi meteorici;
- i danni subiti dalle colture in caso di mancata irrigazione.

La rete irrigua di un CB è un sistema complesso, il modello considera:

- punti di presa, ossia di punti in cui l'acqua viene prelevata da una fonte esterna al Consorzio e immessa nella rete irrigua;
- manufatti di distribuzione di diversa tipologia; due sono quelle principali rappresentate da canali a cielo aperto e condotte in pressione;
 - i primi, scavati nel terreno e diversamente impermeabilizzati, si caratterizzano per una distribuzione a gravità in cui l'acqua fluisce da punti più alti a punti più bassi, avendo sempre una superficie esposta all'atmosfera con la quale intrattengono scambi per fenomeni di evaporazione, e le altre a contatto con il suolo nel quale rilasciano per percolazione quantità diverse dei volumi immessi in funzioni di diversi parametri, tra cui assumono particolare importanza: il substrato, l'impermeabilizzazione, il volume presente e il tempo di giacenza;
 - le seconde, attualmente non modellizzate, sono manufatti chiusi che isolando maggiormente la risorsa idrica dall'ambiente circostante riducono le perdite e consentono un flusso in pressione che aumenta la velocità di trasferimento garantendo importanti volumi trasferiti con sezioni minori.
- paratoie che controllano il deflusso dell'acqua in arrivo da una condotta a una o più condotte generalmente più piccole
- travate che permettono di sbarrare il deflusso dell'acqua innalzando il livello a monte

Va ricordato che la rete irrigua a cielo aperto svolge, spesso, anche la funzione di scolo consentendo l'allontanamento delle acque piovane, azione che rientra nei compiti di bonifica svolti dal CB. Questa funzione richiede l'immissione di volumi di acqua all'inizio della stagione irrigua per finalità di pulizia della rete stessa. Questa funzione può essere considerata stimando i volumi richiesti come fossero fabbisogni irrigui.

La rete a cielo aperto è pertanto un insieme di manufatti, principalmente canali e paratoie e travate che consentono di regolare il flusso di acqua in entrata ed uscita, a cui possono aggiungersi impianti di sollevamento, che serve terreni ad uso agricolo, consentendo l'approvvigionamento idrico di acqua di buona qualità.

La descrizione della rete e degli usi del suolo nel Comprensorio irriguo viene fatta dal CB, secondo la metodologia di seguito indicata, e si concretizza nella predisposizione di specifici archivi.

La stima dei volumi da immettere nella rete e la loro distribuzione richiede ulteriori dati che permettono l'identificazione

- del giorno
- del tratto di rete oggetto dell'analisi

e quantificano:

- i volumi presenti nella rete;
- la disponibilità di acqua prelevabile giornalmente dal CB dalle fonti esterne;
- i volumi che possono aggiungersi a quelli presenti per effetto di ruscellamento a seguito di eventi meteorici.

Il programma ReteBlu è integrato con il sistema Irrinet, sviluppato da ALTAVIA, opportunamente adattato. Questo programma produce i dati relativi a:

- i fabbisogni irrigui;
- la stima del danno derivante da una mancata irrigazione;

che vengono salvati in appositi archivi al momento dell'interrogazione effettuata dall'utente nella cartella predisposta.

La costruzione modulare adottata permette futuri adattamenti del programma per incorporare nuovi elementi che applicazioni ad ambiti e contesti diversi potrebbero rendere necessari.

L'attuale versione non considera la presenza di invasi e di pozzi, che sono generalmente presenti nei territori serviti dai CB, e il cui utilizzo interferisce con la gestione della rete irrigua.

Questa versione di ReteBlu assume che:

- la rete di irrigazione sia nota e possa essere descritta nei suoi parametri caratteristici per tutte le componenti;
- il CB abbia dei limiti sui prelievi giornalieri da fonti esterne che devono essere rispettati;
- la circolazione dell'acqua nella rete dia luogo a perdite per infiltrazione ed evaporazione che sono quantificabili con esattezza sulla base di parametri idraulici noti;
- i volumi presenti nei tratti di rete e quelli derivanti da fenomeni di ruscellamento da acque piovane sono conosciuti al momento dell'analisi
- gli appezzamenti agricoli di interesse (solo quelli dei consorziati e non tutti quelli potenzialmente irrigui) siano serviti esclusivamente da un tratto di canale;
- dati gli usi dei suoli, conosciuti dal CB, possano essere stimati giornalmente mediante Irrinet i fabbisogni irrigui per tutti i tratti di canale per alcuni giorni a venire a partire dalla data dell'interrogazione;
- i danni derivanti da mancate irrigazioni siano quantificabili mediante Irrinet;
- i fabbisogni irrigui vengano soddisfatti con prelievi di uguale valore dalla rete irrigua nello stesso giorno senza ricorso ad altre fonti;

- il CB possa regolare i flussi nella rete mediante la regolazione di paratoie e la collocazione di travate
- obiettivo della gestione irrigua sia:
 - prioritariamente il soddisfacimento dei fabbisogni irrigui con il minimo volume di prelievo totale;
 - in caso di disponibilità insufficiente, la minimizzazione del danno economico derivante da una carenza idrica.

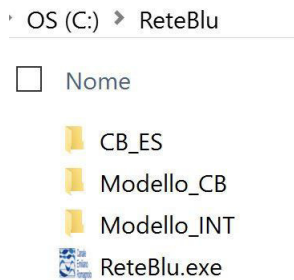
ReteBlu integrando tutti i dati sopra indicati, scrive e risolve un problema matematico adatto al contesto considerato, ottimizzando la gestione della rete individuando: i volumi ottimi di prelievo per punto di presa, le modalità di gestione delle paratoie e delle travate, i flussi e le conseguenti perdite nella rete, i prelievi, gli eventuali danni, i volumi residui considerando l'altezza minima di pescaggio degli impianti irrigui aziendali. Il problema matematico predisposto è sempre un problema a numeri interi che approssima la realtà indagata, in cui i fenomeni variano con continuità, in modo discreto ed assume complessità crescente con l'estendersi della rete e il livello di dettaglio adottato nella sua descrizione.

Il programma

Istallazione

Il programma viene istallato nella cartella **ReteBlu**, al cui interno si trovano diverse sottocartelle. Le cartelle (Figura 2) non devono essere modificate, nel nome, posizione, contenuto.

Figura 2 Le cartelle del programma



Ogni cartella contiene un gruppo omogeneo di archivi:

Cartella	Contenuto
CB_[acronimo CB]	i dati di <i>input</i> ed <i>output</i> delle simulazioni
Modello_CB	il programma, composto da diversi archivi in formato .gms, che carica i dati sulla rete e prepara l'output per il successivo modello di gestione della rete
Modello_INT	il programma, composto da diversi archivi in formato .gms, che esegue il modello di gestione della rete

Il file ReteBlu.exe è l'interfaccia grafica dei modelli in ambiente Windows.

Tutti i file di programma non devono essere modificati dall'utente.

La cartella **CB_[acronimo CB]** ha al suo interno cinque distinte cartelle:


Cartella	Contenuto
Dati_CB	i dati forniti dal CB che descrivono la rete e le particelle servite
Dati_INT	i dati richiesti per la stima dei prelievi e dei flussi e che vengono generati al momento dell'interrogazione
Dati_ZIP	copia dei dati richiesti per la stima dei prelievi e dei flussi e che vengono generati al momento dell'interrogazione
Risultati	gli archivi dei risultati in cartelle separate per gli utilizzatori
SD	archivi di programma


come illustrato in Figura 3.


Figura 3 Le cartelle dati del programma


› OS (C:) › ReteBlu › CB_ES

Nome ^

 Dati_CB

 Dati_Int

 Dati_Zip

 Risultati

 SD

Interfaccia grafica

Il programma ha un'interfaccia grafica dedicata che permette di eseguire tutte le operazioni, gestione archivi, interrogazioni, calcoli, visualizzazioni dei risultati.

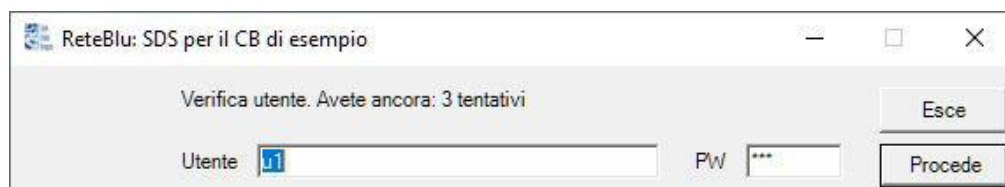
Informazioni sulla versione sono riportate nella maschera di informazioni (Figura 4).

Figura 4 Maschera di informazioni



Per poter accedere l'utente deve inserire nella maschera di accesso (Figura 1) il proprio codice utente e la password che gli sono state assegnate dall'amministratore del programma.

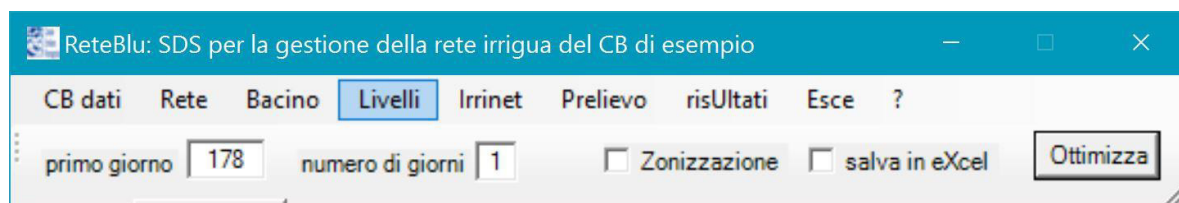
Figura 5 Maschera accesso



La gestione dei nomi utente e delle password di accesso è demandata all'amministratore del programma.

L'interfaccia (Figura 6) ha la forma di una barra allungata, può essere ridotta a icona o spostata, ma non modificata nelle dimensioni.

Figura 6 Interfaccia grafica



Si compone di due parti, in alto una barra dei menu, in basso delle caselle per introdurre valori, settare parametri, lanciare il programma di calcolo GAMS per effettuare le analisi

La barra dei menu comprende le seguenti voci:

CB dati	Permette di aprire gli archivi con i dati del CB posti in Dati_CB N.B. tutti gli archivi di testo (.txt) e in colonne separate da virgole (.csv) vanno modificati con appositi programmi o un editor di testo
Rete	Crea i file di programma che descrivono la rete sulla base dei parametri forniti dal CB. Il comando fa eseguire GAMS per compilare gli archivi e preparare l'archivio utilizzato nelle successive analisi.
Bacino	Apri l'archivio che individua la parte di rete da analizzare
Livelli	Apri l'archivio che quantifica l'altezza dell'acqua nei tratti di canale al momento dell'analisi
Irrinet	Ottiene da Irrinet gli archivi sui fabbisogni e il danno
Prelievo	Apri una maschera che permette di inserire i volumi prelevabili totali per giorno
risultati	Permette di aprire gli archivi dati dei risultati
Esce	Chiude il programma
?	Apri la maschera con informazioni sul programma

La parte inferiore permette di definire i seguenti parametri:

primo giorno	Il primo giorno considerato nell'analisi
numero di giorni	Il numero di giorni considerati
Zonizzazione	Attiva o disabilita la zonizzazione prevista dal CB nelle analisi
salva in eXcel	Se attivata, quando vengono lanciati Rete o Ottimizza, l'opzione fa creare archivi di Excel con i risultati, oltre agli archivi di testo.

Il tasto posto in basso a destra 'Ottimizza' permette di lanciare la procedura di calcolo del modello. Quando viene eseguito il programma verifica che:

- esistano nella cartella Dati_INT tutti gli archivi richiesti;
- ci sia coincidenza tra il giorno settato nella maschera e quello definito nei file dei fabbisogni idrici;
- siano stati inseriti i volumi massimi di prelievo giornalieri. Questi sono inseribili tramite la maschera (Figura 7) richiamabile dalla voce Prelievi del menu:

Figura 7 Maschera per inserimento delle disponibilità



In caso di errore, vengono visualizzati appropriati messaggi.

Tutte le voci del menu, le opzioni e il comando possono essere richiamate da tastiera mediante la combinazione del tasto “alt” e la lettera indicata in maiuscolo. Ad esempio: Alt R equivale a richiamare Rete dalla barra dei menu, Alt O a premere il comando ottimizza.

Il programma ha una finestra di log che visualizza informazioni sull’esito delle procedure realizzate (Figura 8). Se viene chiusa il programma termina. La finestra può essere spostata o ridotta a icona.

Figura 8 Shell di log



L’esecuzione del comando ottimizza richiede una licenza di GAMS Base e una per la soluzione di problemi a numeri interi tramite CPLEX. Le licenze non sono parte del programma.

Dati forniti dal CB per descrivere la rete irrigua e le particelle servite: Dati_CB
























La rete irrigua del CB e le particelle servite vengono descritte in tre fasi successive che richiedono:

- l'individuazione delle componenti elementari del sistema: canali, tratti, paratoie, travate, fonti, particelle;
- la descrizione delle relazioni esistenti tra le componenti;
- la quantificazione dei parametri che permettono una modellizzazione del sistema.

A tal fine i seguenti archivi devono essere predisposti da parte del CB e posti nella cartella Dati_CB.

La Figura 9 mostra gli archivi richiesti con riferimento ad un CB fittizio usato come esempio denominato 'ES'.

Figura 9 Archivi che descrivono la rete irrigua e gli usi dei suoli

<input type="checkbox"/> Nome	Tipo ^	Dimensione
 canali_parametri.csv	File CSV	2 KB
 paratoie_parametri.csv	File CSV	1 KB
 soglie_irrigue.csv	File CSV	1 KB
 travate_parametri.csv	File CSV	1 KB
 uso_suoli.csv	File CSV	1 KB
 c_ct_pt_c_ct.txt	File TXT	1 KB
 canali.txt	File TXT	1 KB
 canali_tratti.txt	File TXT	1 KB
 canali_tratti_particelle.txt	File TXT	1 KB
 colture.txt	File TXT	1 KB
 colture_codici.txt	File TXT	1 KB
 comuni.txt	File TXT	1 KB
 fogli.txt	File TXT	1 KB
 fonti.txt	File TXT	1 KB
 paratoie.txt	File TXT	1 KB
 particelle.txt	File TXT	1 KB
 particelle_chiavi.txt	File TXT	1 KB
 province.txt	File TXT	1 KB
 regimi.txt	File TXT	1 KB
 suscettivita_irrigua.txt	File TXT	1 KB
 tecniche_irrigue.txt	File TXT	1 KB
 tratti.txt	File TXT	1 KB
 travate.txt	File TXT	1 KB

Il programma permette una notevole flessibilità nella costruzione della rete e nella descrizione degli usi del suolo ma le seguenti regole vanno sempre rispettate.

- I codici identificativi utilizzati devono essere sempre univoci in ogni archivio, non sono ammesse ripetizioni dello stesso codice.
- Vanno introdotti tutti e solo i codici che permettono una completa descrizione del sistema.
- I codici adottati per descrivere le componenti del sistema, una volta definiti, devono essere mantenuti in tutti gli archivi.
- Negli archivi possono essere introdotti commenti ed annotazioni nelle righe che iniziano con un asterisco * (segno di moltiplicazione).

Questi archivi vengono modificati solo quando cambiano le condizioni strutturali del sistema.

Questo gruppo comprende solo elenchi e combinazione di elementi individuati negli elenchi stessi; tutti questi archivi sono scritti e salvati in formato testo con suffisso .txt.

Gli archivi che contengono invece informazioni quantitative dette parametri, che descrivono la rete o gli usi del suolo, sono salvati con il suffisso .csv, in quanto i valori sono riportati in colonne separate dalla virgola. In questi ultimi archivi, le etichette vanno scritte tra doppi apici, i valori senza.

Gli archivi richiesti per la descrizione della rete sono di seguito descritti, distintamente tra componenti e loro relazioni.

Componenti della rete

Fonti

fonti.txt individua le fonti esterne disponibili. Ogni fonte è individuata da un codice si suggerisce di adottare la lettera seguita da un numero: F[n] ogni riga individua una diversa fonte. L'archivio assume la seguente forma:

```
* fonti esterne
F1
* eof
```

Canali

canali.txt individua i canali, che possono essere a cielo aperto o condotte in pressione. Si richiede un numero progressivo come identificativo. Ipotizzando 6 canali si avrebbe:

```
* canali
1
2
3
4
5
6
* eof
```

L'individuazione del livello gerarchico del canale nella rete è richiesta dal programma e deve essere inserita nell'archivio che descrive i canali con un apposito indice; i canali che

partono da un punto di presa esterno hanno livello 1, indice 2 quelli che iniziano da lui, e così via. In Figura 9 il canale 1 ha indice 1, entrambi i canali che si dipartono da questo canale hanno indice 2, se da questi partisse un ulteriore canale avrebbe indice 3, e così via.

Tratti di canale

I canali devono poi essere articolati in tratti, questo risponde all'esigenza di individuare segmenti omogeni nella rete irrigua.

L'individuazione dei tratti è un'operazione preliminare che ha ripercussioni anche sulla codificazione degli elementi del sistema irriguo.

Si considerino le seguenti situazioni:

- un canale cambia alcune caratteristiche rilevanti quali: il contorno bagnato, la pendenza, le infiltrazioni, ... in tutti questi casi e situazioni simili è opportuno individuare tratti distinti;
- il prelievo in un canale a cielo aperto richiede un'altezza minima di acqua, tale altezza non è costante per la pendenza del canale. La presenza di paratoie e traverse rende possibile innalzare a monte il livello dell'acqua per un tratto che dipende dall'altezza dello sbarramento e dalla pendenza del canale. Questo aspetto è rilevante in quanto il pezzo di canale che può essere irrigato ha una lunghezza determinata che dà luogo ad un tratto autonomo. Ad esempio se in un canale lungo 1.200 metri, con una pendenza costante dell'1 per mille viene posta a 300 metri dalla fine una travata alta 0,7 metri e si richiedono 0,2 metri come altezza minima per i prelievi aziendali, il tratto che può essere irrigato grazie al volume invasato dalla paratoia è lungo 500 metri. Il canale, in questo caso, dovrà essere diviso in tre tratti di lunghezza rispettivamente di 400, 500, 300 metri

Seguendo la teoria dei grafi si adottano le seguenti definizioni tratte da Wikipedia, l'enciclopedia libera:

- un grafo G è una coppia (V, E) dove V è un insieme e $E \subseteq V \times V$ è un sottoinsieme del prodotto cartesiano di V per se stesso. Gli elementi di V sono detti nodi e quelli di E sono detti archi. I nodi sono spesso chiamati anche "vertici". Gli archi sono detti anche "lati" o "spigoli".
- Il vertice v si dice connesso a w se esiste un percorso da v a w .
- Un grafo si dice connesso se i vertici v e w sono connessi per ogni $v, w \in V$.
- Un grafo orientato si dice fortemente connesso se esiste un cammino da v a w per ogni coppia $v, w \in V$
- Si definisce foresta un grafo nel quale ogni nodo ha al più un genitore. I nodi privi di genitori si dicono *radici*, quelli privi di figli si dicono *foglie*. In questo contesto, le sequenze di archi si dicono anche *rami*.

A ulteriore chiarimento si veda l'esempio riportato in Figura 10 in cui è rappresentato un tratto di rete.

Il cerchio blu a sinistra individua una presa esterna ed è il nodo iniziale, la radice.

Il canale '1' presenta lungo il suo corso una prima travata (tratto rosso 12t13), si dirama poi in due altri canali '2' e '3', ognuno regolato da una travata (tratti rossi 14t21 e 14t31). Altre due travate sono poste sui canali '2' e '3'.

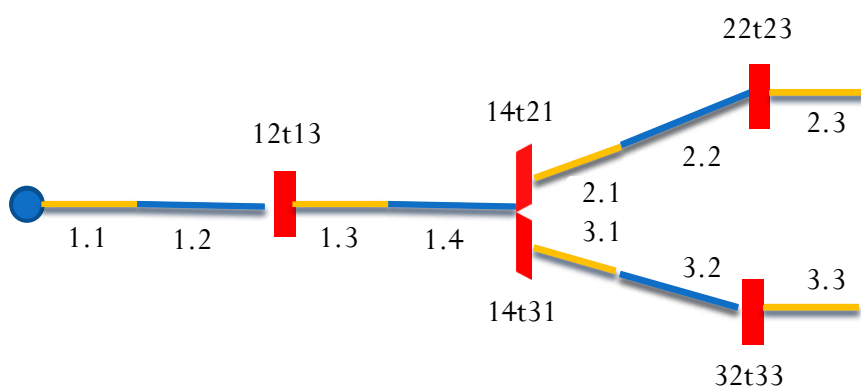
La presenza delle travate rende possibile irrigare i tratti a monte per una determinata lunghezza inferiore all'intero tratto. Questo rende necessario individuare i singoli tratti con le modalità descritte che tengono conto della pendenza del canale dell'altezza della travata.

In blu sono rappresentati i tratti irrigui, in giallo quelli che in assenza di un afflusso da monte non lo sono.

I punti in cui terminano ed iniziano i tratti, con o senza travate sono nodi o vertici; i tratti di canale sono archi. Si noti che ogni tratto di canale è univocamente identificato da due numeri, il primo indicante il canale, il secondo il tratto. L'adozione di una numerazione progressiva dei tratti rende evidente quale stia a monte (numero minore) e quale a valle (numero immediatamente successivo).

La numerazione dei canali segue la stessa logica di numerazione crescente a valle di una data diramazione, ma poiché le diramazioni sono generalmente molte, non è possibile identificare sulla base della numerazione assegnata la posizione occupata nella rete. Questa informazione è, invece, introdotta separatamente nell'archivio canale_parametri.csv che descrive i canali.

Figura 10 Schema di tratto di rete



tratti.txt individua i tratti di canale. Si adotta un numero progressivo come identificativo. Lo stesso codice tratto può essere assegnato a canali diversi. Se il numero massimo di tratti presenti nello stesso canale fosse tre, l'archivio sarebbe:

```
* tratti di canale
1
2
3
* eof
```

Due ulteriori elenchi sono richiesti dal programma, quello delle paratoie (indicate da 'p') manufatti che permettono di regolare il flusso dell'acqua e sono automatizzate, e quello delle travate (indicate da 't') che rappresentano sbarramenti dei canali finalizzati ad innalzare il livello a monte (attualmente richiedono regolazioni manuali). Questi manufatti sono elencati in appositi archivi, si adotti la codifica di seguito indicata che facilita la comprensione della loro collocazione nella rete.

Paratoie

paratoie.txt le paratoie ‘p’ vengono individuate da un codice composto da tre componenti: provenienza-tipologia-destinazione. Non ci sono spazi nel codice che adotta per provenienza e destinazione riferimenti agli elementi individuati. L’esempio che segue individua due paratoie poste ai punti di presa sulla stessa fonte esterna ‘F1’, la prima paratoia controlla le immissioni al canale 1 tratto 1 ‘11’, la seconda al canale 4 tratto 1 ‘41’:

```
* paratoie
F1p11
F1p41
* eof
```

Travate

travate.txt per le travate ‘t’ si richiede l’approccio già visto per le paratoie, vengono anch’esse individuate da un codice composto da tre componenti: provenienza-tipologia-destinazione. Poiché le travate sono interne alla rete irrigua iniziano e finiscono in due tratti di canale contigui. L’esempio che segue riporta diverse travate, alcune poste tra due tratti dello stesso canale (es. tra il secondo e il terzo tratto del canale ‘2’ - 22t23), altre tra due tratti appartenenti a canali diversi (es. tra il secondo tratto del canale ‘1’ e il primo tratto del canale ‘2’ - 12t21):

```
* travate
12t21
12t31
22t23
...
52t53
52t61
62t63
*eof
```

Relazioni tra le componenti

Un secondo gruppo di archivi descrive le relazioni tra le componenti precedentemente individuate.

Devono essere introdotte le seguenti informazioni che permettono di descrivere la rete irrigua.

Canali/tratti

canali_tratti.txt descrive l’articolazione in tratti dei canali. L’esempio seguente presenta tre canali, con rispettivamente due, tre, tre tratti.

canale	numero di tratti
1	2
2	3
...	...
6	3

L'archivio corrispondente ha due colonne separate da un punto:

- la prima colonna individua il canale
- la seconda il tratto.

* canali tratti

1 . 1

1 . 2

2 . 1

2 . 2

2 . 3

...

6 . 1

6 . 2

6 . 3

* eof

Posizione paratoie e travate

c_ct_pt_c_ct.txt descrive la posizione delle paratoie (p) e delle travate (t) nella rete individuando la relazione tra la parte a monte e quella a valle. Per entrambe vengono specificate il canale (c) e il tratto (ct) di appartenenza.

Si utilizza pertanto un codice composto di 5 elementi posti in altrettante colonne separate da un punto. N.B. il separatore tra elementi deve essere il punto.

La parte a monte può essere anche una fonte esterna, ad esempio 'F1', in questo caso poiché la fonte esterna non ha tratti deve essere indicato 'null' in corrispondenza del tratto. Nell'esempio la 'F1' che si collega al primo tratto del primo canale attraverso la paratoia denominata 'F1p11' viene indicata con F1.null.F1p11.1.1

La traversa interposta tra i tratti '2' e '3' del secondo canale con 2.2.22t23.2.3

Il seguente esempio illustra come può essere scritto l'archivio richiesto

* relazione: canale-tratto-paratoia/traversa-canale-tratto

* f_c.ct.pt.c.ct

F1.null.F1p11.1.1

1.2.12t21.2.1

1.2.12t31.3.1

2.2.22t23.2.3

....

5.2.52t53.5.3

6.2.62t63.6.3
F1.null.F1p41.4.1
4.1.41t42.4.2
* eof

Associazione particelle - canali

canali_tratti_particelle.txt descrive l'associazione delle particelle ai canali.

Tale associazione deve essere univoca, una particella può essere irrigata solo da un tratto di canale. La seguente tabella presenta un esempio che viene poi illustrato dal corrispondente archivio.

canale	tratto	particelle afferenti
1	1	1,2,3
1	2	4,5,6,7,9
...
6	1	60,61
6	2	62,63,64,65,66

L'archivio che descrive la precedente situazione ha tre colonne separate da un punto: la prima colonna individua il canale, la seconda il tratto, la terza la chiave della particella che viene descritta in un apposito archivio. La presenza di spazi è irrilevante.

* canali.tratti.particelle
1.1.pc1
1.1.pc2
1.1.pc3
1.2.pc4
1.2.pc5
....
6.1.pc60
...
6.2.pc65
6.2.pc66
* eof

Descrizione delle componenti

Il modello richiede una descrizione quantitativa delle componenti della rete, in particolare dei canali, delle paratoie e delle travate, nonché degli usi del suolo che viene fatta con i seguenti archivi.

Canale parametri

canale_parametri.csv La presente versione richiede per ogni tratta di canale, individuata dai suoi due indici: 'c' e 'ct', i seguenti dati che descrivono in modo quantitativo i parametri considerati:

Parametro	Indice	Unità di misura	Note
Lunghezza	Lu	metri	
Larghezza alla base	L	metri	
Altezza	H	metri	
Pendenza	i	‰	per mille
Angolo verticale dei lati	gradi	gradi	
Coefficiente di attrito	coef_k	numero	
Coefficiente di perdita	coef_perd	numero	
Posizione del canale nella rete	seq	numero	indica la posizione occupata dal canale nella rete
Quota iniziale	quota_ini	numero	quota al punto iniziale
Quota finale	quota_fin	numero	quota al punto finale

I dati devono essere introdotti in un archivio di testo in colonne divise da virgola, formato .csv. L'archivio riporta nella prima riga le etichette che riportano gli indici precedente individuati e nelle righe successive i tratti di canale. Tutti i valori non numerici ossia la prima riga e le prime due colonne vanno racchiusi tra doppi apici come nel seguente esempio:

"c"	"ct"	"Lu"	"L"	"H"	"i"	"gradi"	"coef_k"	"coef_perd"	"seq"	"quota_ini"	"quota_fin"
"1"	"1"	1500.000	1.000	1.200	0.001	45.0	40.0	0.3416	1	35.50	
"1"	"2"	400.000	1.000	1.100	0.001	45.0	40.0	0.3416	1		
"2"	"1"	1200.000	1.000	1.100	0.001	45.0	40.0	0.3416	2		
"2"	"2"	500.000	1.000	1.100	0.001	45.0	40.0	0.3416	2		
"2"	"3"	1.000	0.850	1.100	0.001	45.0	40.0	0.3416	2		
..			
"6"	"1"	400.000	0.900	1.100	0.001	45.0	40.0	0.3416	4		
"6"	"2"	400.000	0.800	1.100	0.001	45.0	40.0	0.3416	4		

La quota iniziale può essere fornita solo per i canali con indice di sequenza 1, ossia quelli che iniziano da una presa esterna, nel loro primo tratto.

Paratoie parametri

paratoie_parametri.csv La presente versione introduce come unico parametro per le paratoie la portata massima prelevabile al secondo espressa in litri al secondo.

* paratoie parametri
 't' , 'Qs'
 '62t63' , 1000
 * eof

Travate parametri

travate_parametri.csv

La presente versione richiede di indicare l'altezza delle travate espressa in metri. Si assume che le travate abbiano la stessa sezione del tratto di canale in cui sono poste.

* travate parametri
 't' , 'H'
 '12t21' , 0.60
 '12t31' , 0.60
 '22t23' , 0.70
 ...
 '52t61' , 0.70
 '62t63' , 0.60
 * eof

Uso dei suoli

uso_suoli.csv

L'uso dei suoli deve essere descritto fornendo per ogni sub-particella, caratterizzata dalla stessa qualità di coltura, le seguenti informazioni raccolte in un database sull'uso dei suoli fornito nel formato seguente:

Campo	Descrizione	Tipo
CHIAVE_PARTICELLA	Codice identificativo univoco, deve essere quello definito nell'archivio "particelle_chiavi.txt"	indice
PROVINCIA	Provincia	indice
COMUNE	Comune	indice
FOGLIO	Foglio catastale	indice
PARTICELLA	Numero di particella	indice
COD_COLT	Codice coltura (classificazione AGREA)	indice
COLTURA	Uso del suolo, coltura (classificazione AGREA)	indice
REGIME	Irriguo/non irriguo	indice
TEC_IRR	Tecnica irrigua adottata secondo una casistica da concordare	indice
INIZIO_OCC	Data di semina o inizio occupazione del suolo (giorno giuliano)	valore
FINE_OCC	Data di raccolto o liberazione del suolo (giorno giuliano)	valore
SUP_COLT	Superficie della coltura (in ettari)	valore

Quando su una stessa superficie viene coltivata una sola coltura nell'intera stagione irrigua il database conterrà una sola riga; qualora diverse colture siano presenti sulla stessa particella il database conterrà tante righe quante sono le colture presenti sulla sub-particella. Analogamente quando la stessa superficie viene occupata in successione nell'anno da colture diverse si avranno altrettante righe quante le colture.

La seguente figura illustra un esempio.

Figura 11 Archivio uso_suoli.csv

```
* uso del suolo
'CHIAVE','PROVINCIA','COMUNE','FOGLIO','PARTICELLA','COD_COLT','CULTURA','REGIME','TEC_IRR','INIZIO_OCC','FINE_OCC','SUP_COLT'
'pc9','BO','BO','11','6','C1','mais','irriguo','rotolone',74,230,23.53
'pc32','BO','BO','20','4','C2','frumento tenero','asciutto','nessuna',1,170,32.49
'pc36','BO','BO','21','9','C6','soia','irriguo','rotolone',80,265,5.72
'pc42','BO','BO','25','7','C1','mais','irriguo','rotolone',74,230,11.93
'pc52','BO','BO','28','4','C1','mais','irriguo','rotolone',74,230,9.32
*eof
```

Elenchi per uso dei suoli

La descrizione degli usi dei suoli richiedono altri archivi che individuano le modalità possibili per gli indici utilizzati:

Campo	Descrizione	Archivio con lista modalità
CHIAVE_PARTICELLA	chiave della particella	particelle_chiavi.txt
PROVINCIA	provincia	province.txt
COMUNE	comune	comuni.txt
FOGLIO	foglio	fogli.txt
PARTICELLA	particella	particelle.txt
COD_COLT	codice descrittivo uso dei suoli dell'AGREA	codici_colture.txt
CULTURA	coltura per esteso	colture.txt
REGIME	regime	regimi.txt
TEC_IRR	tecnica irrigua	tecniche_irrigue.txt

Sono tutti archivi in formato testo (.txt) che contengono elenchi completi delle modalità dei diversi campi.

L'indice CHIAVE_PARTICELLA permette la connessione con il tratto di canale e deve essere lo stesso utilizzato per identificare le particelle nel file "canali_tratti_particelle.txt" e "uso_suoli.csv".

Si tenga presente che se nelle liste vengono introdotti elementi che contengono spazi questi devono essere racchiusi tra apici, come nell'esempio seguente le colture 'frumento tenero' e 'barbabetola da zucchero' nell'archivio "coltura.csv".

* COLTURA

'frumento tenero'

girasole

mais

soia

'barbabietola da zucchero'

fagiolino

* eof

Sempre tra apici vanno introdotti elementi che contengono caratteri quali i trattini, ad esempio 'micro-irrigazione' in "tecniche_irrigue.csv". Questo archivio deve anche contenere una voce da associare alle colture non irrigue nell'esempio si usa "nessuna".

* TEC_IRR

aspersione

rotolone

'ala piovana'

pivot

'micro-irrigazione'

goccia

nessuna

*eof

Archivi ausiliari

Il modello prevede la predisposizione di archivi ausiliari che permettono la considerazione di aspetti specifici e rilevanti alla gestione irrigua consortile.

Zonizzazione per suscettività alla carenza del servizio irriguo

Un aspetto considerato è relativo alla zonizzazione del territorio per individuare aree a diversa suscettività di copertura irrigua consortile. Poiché i volumi prelevabili possono variare nella stagione irrigua, in particolare a seguito dell'applicazione del minimo deflusso vitale (MDV) nelle aste fluviali, il CB può decidere di non offrire il servizio irriguo a determinate aree quando i volumi disponibili sono inferiori a soglie predefinite. Il programma permette di considerare questa modalità di gestione, sia che sia adottata o la si voglia simulare. L'approccio previsto prevede una classificazione del territorio in classi a decrescente suscettività di carenza idrica e la specificazione dei valori di soglia per ogni classe. Disponibilità inferiori alle soglie escludono le aree dal servizio irriguo.

Le classi previste sono quattro:

Classe di suscettività alla scarsità irrigua	Indice di scarsità
sempre serviti da irrigazione	I
scarsità irrigua moderata	B
scarsità irrigua media	M
scarsità irrigua forte	F

Gli archivi richiesti sono due:

soglie_irrigue.csv quantifica le soglie per le classi di suscettività irrigua:

```
* soglie irrigue
soglie_scarsita('A')=700
soglie_scarsita('M')=550
soglie_scarsita('B')=400
* eof
```

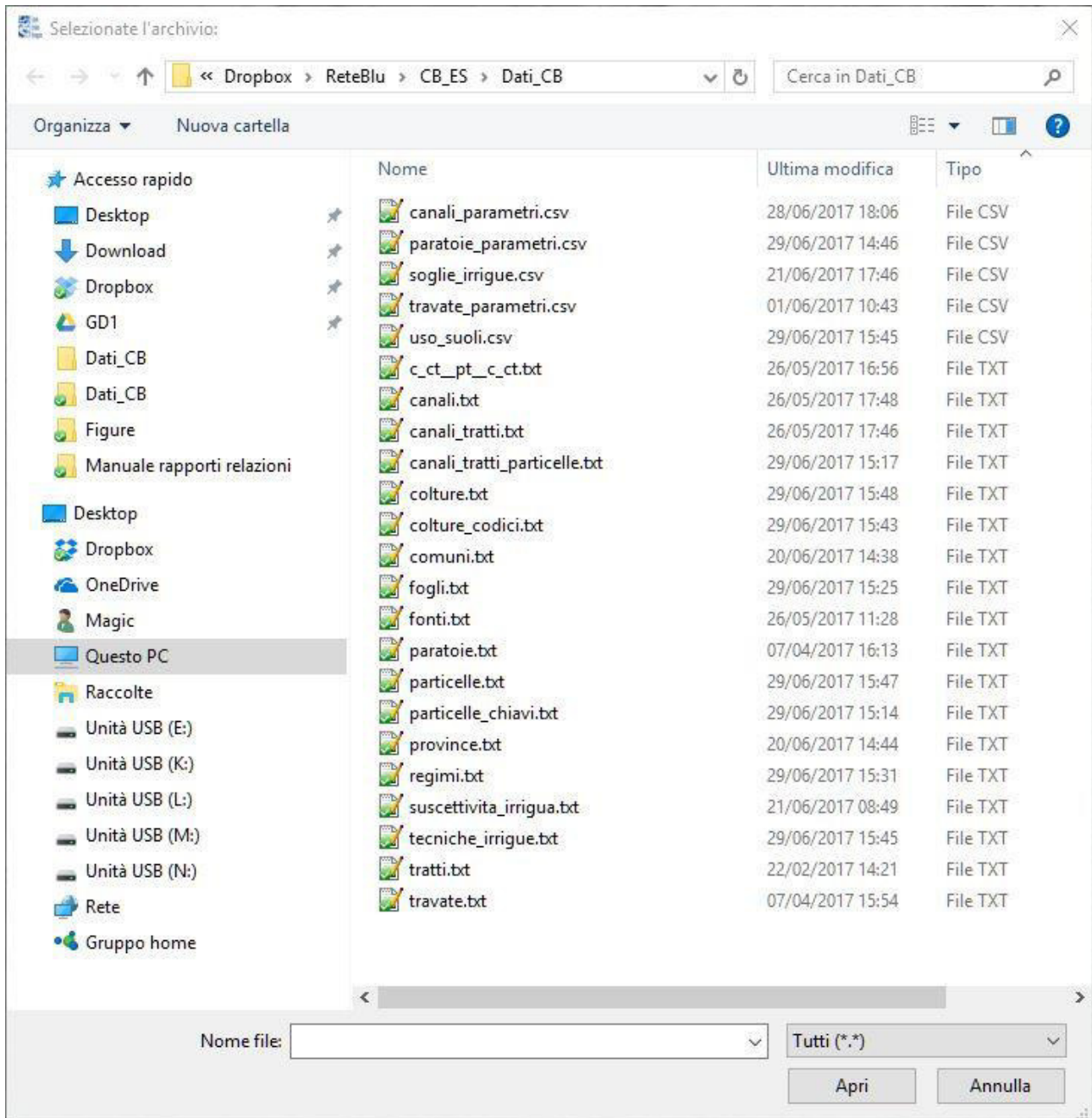
suscettivita_irrigua.txt associa ai tratti di canale l'appropriato indice di suscettività irrigua:

```
* c.ct.scarsità
1 .1 .i
1 .2 .i
2 .1 .b
2 .2 .b
....
4 .1 .m
4 .2 .m
5 .1 .a
5 .2 .a
• eof
```

Apertura degli archivi del CB (comando 'CB dati' del menu)

La voce 'CB dati' del menu apre una maschera che permette di aprire un archivio tra quelli presenti nella cartella omonima.

Figura 12 Maschera per apertura di un archivio in 'Dati_CB'



È possibile in questo modo un rapido controllo degli archivi esistenti.

Creazione della rete irrigua (comando 'Rete' del menu)

Una volta preparati tutti gli archivi come indicato nella sezione “Dati forniti dal CB per descrivere la rete irrigua e le particelle servite: Dati_CB” è possibile lanciare il comando ‘Rete’ dalla bara dei menu.

La voce lancia il programma GAMS che compila gli archivi richiesti e genera nella cartella DATI_INT un file salvato come .g00 che contiene tutte le informazioni sulla rete.

La procedura produce un archivio salvato come [CB]_rete in formato testo e se richiesto in Excel, in questo caso il programma deve essere installato sul computer.

Il file di Excel permette una chiara ed esaustiva visualizzazione dei risultati delle elaborazioni e consente la verifica delle stesse ed implicitamente dei dati immessi.

L'archivio [CB]_rete di Excel contiene 4 fogli:

Uso dei suoli

Il foglio riassume i dati forniti dal CB nell'archivio “uso_suoli.csv”, ed è così organizzato

Colonna	Etichetta	Descrizione	Tipo	Unità di misura
A	c	Canale	indice	
B	ct	Tratto	indice	
C	co	Coltura/uso del suolo AGREA	indice	
D	re	Regime	indice	
E	ti	Tecnica irrigua	indice	
F	SUP_COLT	Superficie	valore	Ha

Figura 13 Foglio uso dei suoli

	A	B	C	D	E	F
1	Usi del suolo per canale (Ha)					
2						
3	c	ct	co	re	ti	SUP_COLT
4	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	29,25
5	1	Tot	Tot	Irriguo	Tot	29,25
6	1	1	Tot	Tot	Tot	29,25
7	1	1	Tot	Irriguo	Tot	29,25
8	1	1	mais	Irriguo	rotolone	23,53
9	1	1	soia	Irriguo	rotolone	5,72

Gli indici sono evidenziati in verde e possono essere filtrati richiamando il triangolino posto in basso a destra nella rispettiva cella.

La prima riga di valori (4) riporta il totale generale

Seguono totali parziali per regime e canale.

Completano la tabella i dati per tratto di canale distintamente per uso/coltura, regime, tecnica irrigua.

Il foglio permette una semplice analisi degli usi del suolo esistenti gravanti sulla rete irrigua.

Rete

Il foglio descrive la rete irrigua mostrando le connessioni tra tratti di canale sulla base dei dati forniti dal CB nei diversi archivi richiesti e ha la seguente struttura:

Colonna	Etichetta	Descrizione	Tipo
A	c	Canale in entrata	indice
B	ct	Tratto in entrata	indice
C	c	Canale in uscita	indice
D	ct	Tratto in uscita	indice

Il foglio riporta tutti i collegamenti esistenti.

Figura 14 Foglio rete

	A	B	C	D
1	Rete:			
2	c	ct	c_a	ct_a
3	1	1	1	2
4	1	2	2	1
5	1	2	3	1
6	2	1	2	2
7	2	2	2	3
8	3	1	3	2
9	3	2	3	3
10	3	2	5	1
11	4	1	4	2
12	4	2	4	3
13	5	1	5	2
14	5	2	5	3
15	5	2	6	1
16	6	1	6	2
17	6	2	6	3

Paratoie travate

Il foglio Paratoie_travate mostra la collocazione delle travate e delle paratoie come indicato nell'archivio "c_ct_pt_c_ct.txt" fornito dal CB e ha la seguente struttura

Colonna	Etichetta	Descrizione	Tipo
A	c	Canale in entrata	indice
B	ct	Tratto in entrata	indice
C	p t	Paratoia o travata	indice
D	c	Canale in uscita	indice
E	ct	Tratto in uscita	indice

Il foglio riporta tutte e solo le paratoie e travate esistenti.

Figura 15 Foglio paratoie_travate

	A	B	C	D	E
1	Paratoie e travate:				
	c	ct	p t	c_a	ct_a
2	▼	▼	▼	▼	▼
3	1	2	12t21	2	1
4	1	2	12t31	3	1
5	2	2	22t23	2	3
6	3	1	31t32	3	2
7	3	2	32t33	3	3
8	3	2	32t51	5	1
9	4	1	41t42	4	2
10	4	2	42t43	4	3
11	5	2	52t53	5	3
12	5	2	52t61	6	1
13	6	2	62t63	6	3
14	F1	null	F1p11	1	1
15	F1	null	F1p41	4	1

Si osservi la corrispondenza del indice assegnato alla paratoia o travata con i tratti di canale in entrata e uscita che ne facilita l'identificazione e posizione nella rete.

Canali t

Le prime tre colonne del foglio Canali_t riportano gli indici evidenziati in verde che possono essere filtrati richiamando il triangolino posto in basso a destra nella rispettiva cella.

La tabella viene generata partendo dalle informazioni contenute nell'archivio "canali_parametri.csv" e di quella sulla rete irrigua.

La struttura completa dell'archivio e le modalità di calcolo dei campi calcolati sono di seguito indicate:

Colonna	Etichetta	Descrizione	Tipo	Unità di misura	Tipo di dato
A	c	Canale	indice		
B	ct	Tratto	indice		
C	l	Livello	indice		
D	i	Pendenza	valore	‰	fornito
E	Lu	Lunghezza	valore	m	fornito
F	L	Larghezza	valore	m	fornito al suolo poi calcolato
G	H	Altezza	valore	m	intervallo di 10 cm predefinito
H	gradi	Pendenza lati	valore	gradi	fornito
I	ld	Lunghezza sponda	valore	m	calcolato
J	sb	Proiezione sponda	valore	m	calcolato
K	s	Scarpa	valore	m	calcolato
L	Area	Area	valore	m ²	calcolato
M	Cb	Contorno bagnato	valore	m	calcolato
M	Cb*Lu	Contorno bagnato per lunghezza	valore	m ²	calcolato
O	Vol	Volume	valore	m ³	calcolato
P	R	Volume	valore	m ³	calcolato
Q	perd_%	Perdite percentuali	valore	%	fornito
R	raggio	Raggio idraulico	valore	m	calcolato
S	Vgms	Velocità	valore	m/s	calcolato
T	Qgms_s	Portata al secondo	valore	m ³ /s	calcolato
U	Qgms_h	Portata oraria	valore	m ³ /h	calcolato
V	Qgms_g	Portata giornaliera	valore	m ³ /g	calcolato
W	Ore	Ore	valore	h	calcolato
X	Min	Minuti	valore	m	calcolato
Y	coef_k	Coefficiente di attrito	valore	numero	fornito
Z	quota_var	Variatione di quota tra inizio e fine	valore	m	fornito e ricalcolato
AA	quota_ini	Quota della base del canale all'inizio del tratto	valore	m	fornito e ricalcolato esclusi canali iniziali
AB	quota_fin	Quota della base del canale alla fine del tratto	valore	m	fornito e ricalcolato

Le modalità di calcolo sono di seguito illustrate.

- La tabella presenta più righe per ogni tratto di canale, ognuna caratterizzata da un'altezza H diversa. Il canale viene diviso in intervalli di 10 cm, per cui il livello 0 corrisponde alla base con H pari a 0 metri, il livello 1 a un'altezza di 0,1 m, e così via fino all'altezza massima del canale.

- La riga con indice 'mi' in corrispondenza del livello riporta il livello minimo richiesto per i prelievi degli utenti, tale valore è settato a 20 cm.
- Pendenza 'i' e lunghezza 'Lu', fornite dal CB, non variano con l'altezza, mentre la larghezza viene calcolata a partire da quella al suolo (indicata dal CB).
- La pendenza dei lati, fornita in gradi, viene espressa in radianti dividendo per 57.29577951308233; partendo da H per ogni livello è quindi possibile calcolare la lunghezza dei lati obliqui 'ld' moltiplicando per il coseno dell'angolo e la semi base 'sb', la proiezione al suolo, moltiplicando per il seno dell'angolo.
- La larghezza 'L_i' ad una data altezza 'l' è pari alla somma delle 2 semi-basi con la larghezza iniziale.
- L'Area_i ad una certa altezza è ottenuta con la formula: $(L_0+sb_i)*H_i$.
- Il contorno bagnato ad una certa altezza, ossia livello, 'Cb_i' è pari a L_0+2*sb_i .
- Il contorno bagnato moltiplicato per la lunghezza Cb_i*Lu è alla base del calcolo delle perdite utilizzando la formula fornita dal CER in cui il coefficiente medio 0,34 viene ridotto per i livelli più bassi ed innalzato per i più alti.
- Il raggio idraulico R₁ pari all'Area_i divisa Cb_i è utilizzato per calcolare la velocità media Vgms₁ con la formula di Gauckler-Manning-Strickler adottata per canali a cielo aperto in terra: $coef_k * R_1^{2/3} * i^{1/2}$, espressa in metri al secondo.
- Le velocità sono state ulteriormente ridotte fino ad un livello di 0.3 m di altezza per riprodurre il fenomeno delle correnti lente, rispettivamente del 10% a 0.3 m, del 20% a 0.2 m, del 50% a 0.1 m.
- La portata convogliata al secondo è ottenuta moltiplicando l'area per la velocità Area_i * Vgms₁. Moltiplicando per 3600 e poi per 24 vengono calcolate le portate orarie e giornaliere.
- Il tempo richiesto al completo attraversamento del tratto è pari alla lunghezza divisa la velocità $Lu/Vgms_1$ moltiplicato per 3600 per esprimerlo in ore, ed ancora per 60 per esprimerlo in minuti. Lo stesso risultato è ottenibile dividendo il volume per la portata di un dato livello.
- La variazione di quota nel tratto è data dal prodotto della lunghezza per la pendenza che si assume sia negativa se non diversamente indicato. La quota finale del tratto è pari alla quota iniziale più la variazione di quota con il suo segno.

Figura 16 Foglio canali_t

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	
Canali:																												
c e t l																												
			I	lu	J	H	gendi	ld	sb	f	Area	cb	cb*lu	Vol	R	perd_%	perd	Vgms	Qgms_s	Qgms_h	Qgms_f	Ore	Min	coef_k	quota_var	quota_ini	quota_fin	
4	1	1	0	0,0010	25,000	1,00	45,00			1,00	1,00	1,00	25,000,00															
5	1	1	0	0,0010	25,000	1,20	0,10	45,00	0,14	0,10	1,00	0,11	1,28	32,071,07	2,750	0,09	0,31	9,924,01	0,12	0,01	48,70	1,168,82	56,47	3,388,02	40,00	25,00	35,50	10,50
6	1	1	2	0,0010	25,000	1,40	0,20	45,00	0,28	0,20	1,00	0,24	1,57	39,142,14	6,000	0,15	0,31	12,166,93	0,29	0,07	250,42	6,010,07	23,96	1,437,59	40,00	25,00	35,50	10,50
7	1	1	3	0,0010	25,000	1,60	0,30	45,00	0,42	0,30	1,00	0,39	1,85	46,213,20	9,750	0,21	0,31	14,446,46	0,40	0,16	566,45	13,594,81	17,21	1,032,75	40,00	25,00	35,50	10,50
8	1	1	4	0,0010	25,000	1,80	0,40	45,00	0,57	0,40	1,00	0,56	2,13	53,284,27	14,000	0,26	0,31	16,775,29	0,52	0,29	1,046,09	25,106,21	13,38	802,99	40,00	25,00	35,50	10,50
9	1	1	5	0,0010	25,000	2,00	0,50	45,00	0,71	0,50	1,00	0,75	2,41	60,355,34	18,750	0,31	0,32	19,170,26	0,58	0,44	1,566,56	37,597,48	11,97	718,13	40,00	25,00	35,50	10,50
10	1	1	6	0,0010	25,000	2,20	0,60	45,00	0,85	0,60	1,00	0,96	2,70	67,426,41	24,000	0,36	0,32	21,653,62	0,64	0,61	2,195,61	52,694,56	10,93	655,86	40,00	25,00	35,50	10,50
11	1	1	7	0,0010	25,000	2,40	0,70	45,00	0,99	0,70	1,00	1,19	2,98	74,497,47	29,750	0,40	0,33	24,254,70	0,69	0,82	2,938,59	70,526,28	10,12	607,43	40,00	25,00	35,50	10,50
12	1	1	8	0,0010	25,000	2,60	0,80	45,00	1,13	0,80	1,00	1,44	3,26	81,568,54	36,000	0,44	0,33	27,012,10	0,73	1,06	3,801,12	91,226,87	9,47	568,25	40,00	25,00	35,50	10,50
13	1	1	9	0,0010	25,000	2,80	0,90	45,00	1,27	0,90	1,00	1,71	3,55	88,639,61	42,750	0,48	0,34	29,976,50	0,78	1,33	4,788,85	114,932,28	8,93	535,62	40,00	25,00	35,50	10,50
14	1	1	10	0,0010	25,000	3,00	1,00	45,00	1,41	1,00	1,00	2,00	3,83	95,710,68	50,000	0,52	0,35	33,214,37	0,82	1,64	5,907,43	141,778,42	8,46	507,83	40,00	25,00	35,50	10,50
15	1	1	11	0,0010	25,000	3,20	1,10	45,00	1,56	1,10	1,00	2,31	4,11	102,781,75	57,750	0,56	0,36	36,812,72	0,86	1,99	7,162,51	171,900,20	8,06	483,77	40,00	25,00	35,50	10,50
16	1	1	12	0,0010	25,000	3,40	1,20	45,00	1,70	1,20	1,00	2,64	4,39	109,852,81	66,000	0,60	0,37	40,885,26	0,90	2,38	8,559,63	205,431,09	7,71	462,64	40,00	25,00	35,50	10,50
17	1	1	mi				0,20																					
18	1	2	0	0,0010	400	1,00	45,00			1,00		1,00	400,00												40,00	0,40	10,50	10,10
19	1	2	1	0,0010	400	1,20	0,10	45,00	0,14	0,10	1,00	0,11	1,28	513,14	44	0,09	0,31	158,78	0,12	0,01	48,70	1,168,82	0,90	54,21	40,00	0,40	10,50	10,10
20	1	2	2	0,0010	400	1,40	0,20	45,00	0,28	0,20	1,00	0,24	1,57	626,27	96	0,15	0,31	194,67	0,29	0,07	250,42	6,010,07	0,38	23,00	40,00	0,40	10,50	10,10
21	1	2	3	0,0010	400	1,60	0,30	45,00	0,42	0,30	1,00	0,39	1,85	739,41	156	0,21	0,31	231,14	0,40	0,16	566,45	13,594,81	0,28	16,52	40,00	0,40	10,50	10,10
22	1	2	4	0,0010	400	1,80	0,40	45,00	0,57	0,40	1,00	0,56	2,13	852,55	224	0,26	0,31	268,40	0,52	0,29	1,046,09	25,106,21	0,21	12,85	40,00	0,40	10,50	10,10
23	1	2	5	0,0010	400	2,00	0,50	45,00	0,71	0,50	1,00	0,75	2,41	965,69	300	0,31	0,32	306,72	0,58	0,44	1,566,56	37,597,48	0,19	11,49	40,00	0,40	10,50	10,10
24	1	2	6	0,0010	400	2,20	0,60	45,00	0,85	0,60	1,00	0,96	2,70	1,078,82	384	0,36	0,32	346,46	0,64	0,61	2,195,61	52,694,56	0,17	10,49	40,00	0,40	10,50	10,10
25	1	2	7	0,0010	400	2,40	0,70	45,00	0,99	0,70	1,00	1,19	2,98	1,191,96	476	0,40	0,33	388,08	0,69	0,82	2,938,59	70,526,28	0,16	9,72	40,00	0,40	10,50	10,10
26	1	2	8	0,0010	400	2,60	0,80	45,00	1,13	0,80	1,00	1,44	3,26	1,305,10	576	0,44	0,33	432,19	0,73	1,06	3,801,12	91,226,87	0,15	9,09	40,00	0,40	10,50	10,10
27	1	2	9	0,0010	400	2,80	0,90	45,00	1,27	0,90	1,00	1,71	3,55	1,418,23	684	0,48	0,34	479,62	0,78	1,33	4,788,85	114,932,28	0,14	8,57	40,00	0,40	10,50	10,10
28	1	2	10	0,0010	400	3,00	1,00	45,00	1,41	1,00	1,00	2,00	3,83	1,531,37	800	0,52	0,35	531,43	0,82	1,64	5,907,43	141,778,42	0,14	8,13	40,00	0,40	10,50	10,10
29	1	2	11	0,0010	400	3,20	1,10	45,00	1,56	1,10	1,00	2,31	4,11	1,644,51	924	0,56	0,36	589,00	0,86	1,99	7,162,51	171,900,20	0,13	7,74	40,00	0,40	10,50	10,10
30	1	2	mi				0,20																					
31	2	1	0	0,0010	1,200	1,00	45,00			1,00		1,00	1,200,00												40,00	1,20	10,10	8,90
32	2	1	1	0,0010	1,200	1,20	0,10	45,00	0,14	0,10	1,00	0,11	1,28	1,539,41	132	0,09	0,31	476,35	0,12	0,01	48,70	1,168,82	2,71	162,62	40,00	1,20	10,10	8,90
33	2	1	2	0,0010	1,200	1,40	0,20	45,00	0,28	0,20	1,00	0,24	1,57	1,878,82	288	0,15	0,31	584,01	0,29	0,07	250,42	6,010,07	1,15	69,00	40,00	1,20	10,10	8,90
34	2	1	3	0,0010	1,200	1,60	0,30	45,00	0,42	0,30	1,00	0,39	1,85	2,218,23	468	0,21	0,31	693,43	0,40	0,16	566,45	13,594,81	0,83	49,57	40,00	1,20	10,10	8,90

Questi parametri vengono poi utilizzati nel modello di ottimizzazione della gestione della rete irrigua.

Osservazioni relative all'irrigazione aziendale ed alla stima del danno da mancata irrigazione

Il modello di calcolo adottato ha tra i dati di input il volume richiesto per ogni tratto di rete dagli utenti del CB. Tale volume dovrebbe identificarsi con il volume irriguo ottimale, quello idoneo a soddisfare le esigenze irrigue delle colture effettivamente presenti, considerando la convenienza economica privata all'intervento; questo consente di ottimizzare la redditività agricola, che non coincide necessariamente con la massima produzione ottenibile, in quanto i costi privati di irrigazione potrebbero essere maggiori degli incrementi di reddito ottenibili dall'intervento stesso.

Nel calcolo dei fabbisogni irrigui va tenuto presente che non tutte le particelle presenti in un dato territorio sono servite dal CB, e non tutte quelle servite hanno esigenze irrigue. L'esatta individuazione delle superfici irrigate e delle colture effettivamente presenti sono, pertanto, elementi centrali per il calcolo dei fabbisogni irrigui.

La stima di quando e quanto irrigare a livello di campo rappresenta un parametro necessario per stimare i volumi irrigui richiesti nella stagione irrigua e conseguentemente i volumi da fornire mediante il servizio irriguo.

Il calendario irriguo varia non solo tra le colture, ma anche tra gli appezzamenti della stessa coltura in funzione di scelte puntuali dei singoli agricoltori. Quest'aspetto può essere considerato in modo puntuale, o con approssimazioni.

- Il primo approccio (puntuale) prende in considerazione la gestione dell'irrigazione effettivamente adottata dagli agricoltori, richiede pertanto una perfetta conoscenza del sistema a livello di singola sub-particella; questo si traduce in un fabbisogno di dati aggiornati durante tutta la stagione irrigua su base giornaliera che descrivano le scelte operate dai singoli agricoltori;
- il secondo può essere realizzato in modi diversi, ad esempio assumendo che i consigli irrigui calcolati da Irrinet siano sempre adottati.

La quantificazione dei volumi irrigui richiesti sarà nel tempo tanto più diversa tra i due approcci quanto maggiori saranno le differenze tra il dato stimato da Irrinet e il dato reale derivante dai comportamenti adottati dagli agenti.

La considerazione o meno delle perdite di campo e dell'effettiva efficienza irrigua aziendale, connessa alla tipologia di suoli, alla tecnica irrigua adottata ed alla sua gestione aziendale, ha effetti anche importanti sulle stime effettuate. Si osserva, infatti, una variabilità anche significativa non solo tra le colture, colture diverse sono generalmente irrigate con diverse tecniche irrigue, erbacee a pioggia, ortive e frutticole a goccia; ma anche tra gli agricoltori, la stessa coltura può infatti essere irrigate con impianti caratterizzati da un'efficienza diversa (rotoloni semoventi rispetto a postazioni fisse) ma soprattutto in relazione alla gestione degli impianti (irrigazione in presenza o assenza di vento, rispetto dei volumi irrigui e dei tempi ottimali).

La modellizzazione di questi ultimi aspetti richiede un adeguato approfondimento con i gestori della rete per individuare sia il loro reale fabbisogno informativo, sia la loro disponibilità di dati. Una descrizione puntuale

delle scelte e modalità irrigue operate a scala sub-particellare nella stagione irrigua può, infatti, essere adottato solo quando sia garantita un'adeguata disponibilità di dati.

La seguente tabella individua per diversi fattori rilevanti per la domanda irrigua aziendale la loro modalità di considerazione:

Aspetto	Considerazione	Affidabilità del dato	Impatto sulle stime del modello
l'uso dei suoli	mediante le colture effettivamente praticate	ottima	ottimo
le idro-esigenze colturali	stimate con Irrinet	buona	buono
gli aspetti climatici	considerate per macro-aree	adeguato	adeguato
le caratteristiche dei suoli;	considerate per macro-aree	adeguato	adeguato
la tecnica di irrigazione adottata	da definire	da definire	da definire
la gestione irrigua aziendale	non considerata	nullo	media criticità
la presenza di fonti alternative ed il loro utilizzo (pozzi ed invasi)	non considerata	nullo	forte

È possibile considerare un periodo successivo a quello dell'interrogazione, che può essere definito dall'utente. L'attuale versione permette di considerare da 1 a 4 giorni. Quest'aspetto richiede un'adeguata riflessione e introduce problematiche sia nella stima delle idro-esigenze che nella gestione della rete. Si ritiene che con un orizzonte temporale che vada oltre quello di interrogazione, stante l'attuale base informativa le stime possono essere ritenute affidabili per il primo giorno, ma in modo decrescente per quelli successivi in quanto comportamenti degli utenti possono modificare sensibilmente i prelievi relativamente al momento ed al volume. Questi comportamenti vengono catturati dalle informazioni generate il giorno successivo che ristimano i fabbisogni idrici colturali e correggono i livelli dei canali, recuperando così corrette informazioni sui prelievi effettivamente realizzati, ad esempio prelievi fatti in assenza di fabbisogno delle colture per riempire invasi aziendali (maceri e laghetti), o non fatti perché sostituiti da prelievi da fonti aziendali esistenti. Un ulteriore dato che deve essere fornito al modello è l'impatto della mancata irrigazione, dato che Irrinet già stima. Il valore dovrebbe esprimere il danno economico espresso in euro per la mancata irrigazione, il ricorso alla valuta rende possibile confrontare colture diverse, che si estendono su superfici diverse e rende possibile l'allocazione ottimale della risorsa idrica in situazioni di scarsità, applicando il criterio della sua minimizzazione. Questo non sarebbe possibile se il danno venisse stimato in modi diversi.

Allegato 3

Modifiche al sw di IrriNet (IN)

Di seguito si riportano analiticamente le modifiche effettuate al sw di IrriNet per potere consentire a Rete Blu di collegarsi ed ottenere il valore dei consumi previsti negli appezzamenti assegnati ai vari tratti di rete

A.1.1 Estensione Plot con nuove entità

Sono stati aggiunti due nuovi campi alla tabella Plot:

IdReteCons: campo testo che sarà compilato dal consorzio in base alla codifica della propria rete

IsDeletable: campo booleano che assume valori 0 = no 1 = si che indica se l'appezzamento appartiene ad una rete gestita dal modulo paratoie e pertanto non è modificabile.

A.1.2 Libreria di interfacciamento Client ReteBlu con IN

E' stata sviluppata una libreria software che, integrata nel client Rete Blu, si incarica di reperire alcuni dati di input necessari a questo modulo e di formattarli in modo opportuno su file di tipo testo.

Le funzionalità della libreria sono le seguenti

- Lettura del file *Canale_tratto_particelle.txt*
- Lettura del file *Canale_tratti_attivi.csv*
- Sulla base dei Canali/Tratti attivi definiti nel file *Canale_tratti_attivi.csv*, viene chiamato per ogni appezzamento presente nel file *Canale_tratto_particelle.txt* la Api di IN *GetWbResult* che restituisce il fabbisogno irriguo calcolato per i giorni specificati in un lista fornita come parametro di ingresso. I fabbisogni irrigui vengono poi totalizzati per Canale/Tratto e scritti nel file *Fabbisogni_idrici.csv*
- Scrittura file dei danni in *Danno.csv* funzionalità ancora in corso di sviluppo al 31/8/2017

A.1.3 Gestione del parametro efficienza impianti irrigui

Modifica alla tabella parametrica impianti irrigui in IN perché sia possibile associare a ciascun impianto irriguo presente nella tabella WBPARG_IrriSysType l'informazione relativa all'efficienza irrigua di quella tipologia di impianto.

La tabella WBPARG_IrriSysType è stata estesa con l'attributo [EffIrri] (integer) che contiene la percentuale di efficienza di applicazione di quella tipologia di impianto.

Controllo valori: numero intero tra 1 e 100 compresi

A.1.4 Interfaccia amministrativa di IN: inserimento di filtri per migliorare la gestione della piattaforma

Modifica all'interfaccia amministratore per la gestione degli utenti da parte dei consorzi e delle tabelle parametriche. I filtri applicati sono riferiti a ciascuna colonna della tabella gestionale e permettono di selezionare tutti gli utenti di un determinato distretto.

E' prevista anche la selezione di tutti gli utenti afferenti ad un canale che sottende ad una determinata paratoia.

Gli strumenti di ricerca che sono stati realizzati sono i seguenti

- cercare i singoli appezzamenti
- cercare i singoli appezzamenti in base al nome dell'azienda agricola
- cercare i singoli appezzamenti in base al nome dell'utente

- cercare i singoli appezzamenti in base alla Coltura

E' presente un pulsante "Azzera filtri" che riporta tutti i filtri nella situazione iniziale.

Cruscotto gestionale di IriFrame per CB RENANA

Filtri di selezione appezzamenti

IdPlot:

Coltura:

Utente:

Azienda:

Distretto:

[Vedi mappa localizzazione appezzamenti >](#)

Funzionalità di gestione

- [Gestione distretti colture e turni >](#)
- [Gestione parametri culturali >](#)
- [Gestione IriSMS >](#)

Appezzamenti

Id plot	N. plot	Coltura	Utente	Azienda	CUA	Distretto	Ultimo calcolo effettuato	Ultimo SMS inviato	Accesso utente
39497	17	BIETOLA DA ZUCCHERO 2° modulo	fabrizio magri	mirri andrea		SESTO IMOLESE	23/05/2016	non disponibile	Accedi
Id plot	N. plot	Coltura	Utente	Azienda	CUA	Distretto	Ultimo calcolo effettuato	Ultimo SMS inviato	Accesso utente

Figura 1 Filtri di ricerca e selezione nella interfaccia amministrativa di IN

QUESTIONARIO

Caratteristiche generali azienda agricola e conduttore

1. Forma di conduzione aziendale:
 - Conduzione diretta dal coltivatore
 - Conduzione con salariati
 - Altra forma di conduzione:.....
2. Età conduttore:
 - Sotto i 35 anni
 - Tra 35- 45 anni
 - Tra 45- 60 anni
 - Oltre 60 anni
3. Numero di dipendenti in azienda:
 - Numero dipendenti fissi:.....
 - Numero dipendenti avventizi:.....
4. Attività praticate in azienda (possibile più di una risposta):
 - Attività agricola o allevamento per autoconsumo/ orti famigliari
 - Agricoltura
 - Agricoltura biologica
 - Allevamento
 - Agriturismo
 - Trasformazione prodotti
 - Vendita diretta
 - Altro:

Nel caso ci sia attività per autoconsumo, questa rappresenta:

- Tutto il valore della produzione finale
 - Tra il 70-100% della produzione finale
 - Tra il 50-70% della produzione finale
 - Tra il 30- 50% della produzione finale
 - Sotto il 30% della produzione finale
5. Percentuale di reddito derivante da attività agricola:
 - Sotto il 30%
 - Tra il 30-50%
 - Tra il 50- 70%
 - Tra il 70- 90%
 - Sopra il 90%
 6. Reddito medio da attività agricola:
 - Sotto 5000€
 - Tra 5000- 10000€
 - Tra 10000-15000€
 - Tra 15000-20000€
 - Tra 20000-30000€
 - Oltre 30000€
 7. L'azienda dispone di computer o altre attrezzature informatiche:
 - Sì
 - No

8. In caso di risposta affermativa nella domanda precedente, le attrezzature informatiche sono utilizzate per (possibile più di una risposta):

- Servizi amministrativi (contabilità, paghe, ecc.)
- Gestione informatizzata di coltivazioni
- Gestione informatizzata degli allevamenti
- Attività non inerenti l'attività aziendale
- Altro:.....

Superficie aziendale e impianto di irrigazione

9. Superficie aziendale:

Titolo di possesso dei terreni	Superficie totale (ettari)	Superficie agricola utilizzata (ettari)
<i>Proprietà, usufrutto, ecc.</i>		
<i>Affitto</i>		
<i>Uso Gratuito</i>		

L'azienda possiede dei terreni che sono stati ceduti in affitto?

- Sì, per un totale diha
- No

10. Superficie irrigabile:.....ha

11. Superficie effettivamente irrigata:.....ha

12. Tipo di impianto di irrigazione (possibile più di una risposta):

- Aspersione
- Microirrigazione
- Subirrigazione
- Nebulizzazione
- Altro:.....

13. Fonte di approvvigionamento acqua irrigua (possibile più di una risposta):

- Pozzo aziendale
- Acqua consortile
- Vasca di accumulo acque piovane
- Altro:.....

In caso la fonte di approvvigionamento dell'acqua sia "acqua consortile", in quale modalità è disponibile all'azienda?

- Turnata
- Alla domanda
- Ad erogazione continua
- Per prenotazione
- Altro:.....

14. Colture presenti sulla superficie aziendale e impianto irriguo:

Coltura	Superficie (ha)	Protetta/ pieno campo	Irrigazione (irrigua, asciutta, di soccorso)	Tipo di impianto di irrigazione	Produzione media per ettaro di superficie (t)	Tipo di terreno (argilloso, sabbioso, medio impasto)

18. Effetti percepiti grazie all'utilizzo del programma "Irrinet":

- Volume totale d'acqua utilizzato durante la stagione irrigua:

- Si è registrato un calo
- Si è registrato un aumento
- È rimasto invariato

Il calo/ aumento è stato del:

- Sotto il 10%
- Tra il 10-20%
- Tra il 20-30%
- Oltre il 30%

- Numero di interventi durante la stagione irrigua:

- Si è registrato un calo
- Si è registrato un aumento
- È rimasto invariato

Il calo/ aumento è stato del:

- Sotto il 10%
- Tra il 10-20%
- Tra il 20-30%
- Oltre il 30%

- Volume di acqua utilizzata per singolo adacquamento:

- Si è registrato un calo
- Si è registrato un aumento
- È rimasto invariato

Il calo/ aumento è stato del:

- Sotto il 10%
- Tra il 10-20%
- Tra il 20-30%
- Oltre il 30%

- La quantità di prodotto ottenuta dalla coltivazione (in media):

- È aumentata
- È diminuita
- È rimasta invariata

L'aumento o il calo è stato del:

- Sotto il 10%
- Tra il 10-20%
- Tra il 20-30%
- Oltre il 30%

- La qualità del prodotto ottenuto dalla coltivazione (in media):

- È aumentata
- È diminuita
- È rimasta invariata

- La stabilità della produzione delle diverse colture:

- È aumentata (da un anno all'altro ci sono poche variazioni dal punto di vista quantitativo e qualitativo del prodotto ottenuto)
- È diminuita (da un anno all'altro ci sono notevoli variazioni dal punto di vista quantitativo e qualitativo del prodotto ottenuto)

- È rimasta invariata
- L'organizzazione del lavoro in azienda:
 - È migliorata (grazie ad "Irrinet" si riesce ad organizzare meglio l'intervento irriguo durante la stagione per le diverse colture)
 - È peggiorata (grazie ad "Irrinet" c'è stato un peggioramento nell'organizzazione dell'intervento irriguo, ad esempio per sovrapposizioni, turni troppo lunghi, ecc.)
 - È rimasta invariata

Nel caso di risposta "è peggiorata", per quali motivazioni:.....

19. Quante volte a settimana viene consultato il programma?

- 1
- 2
- 3
- Altro:.....

Tramite quale mezzo viene consultato?

- Computer
- Telefonino
- Entrambi (ma principalmente viene utilizzato.....)

- In media, una consultazione richiede:.....minuti
- In media, aggiornare e inserire un'irrigazione richiede:.....minuti
- In media, aggiornare e aggiungere/modificare le colture inserite richiede:.....minuti

20. Ci sono difficoltà nella comprensione dei dati richiesti nel momento dell'aggiornamento?

- Sì
- No

Se "sì" quali?.....

21. Ci sono difficoltà nella comprensione del consiglio irriguo calcolato?

- Sì
- No

Se "sì" quali?.....

22. Quanto si è soddisfatti del programma Irrinet come strumento di supporto irriguo (1 corrisponde a per niente soddisfatti, 10 a molto soddisfatti)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

23. In cosa può essere migliorato il programma?.....

.....

24. In cosa può essere migliorato il servizio?.....

.....

