

Scheda progetto

Denominazione soggetto promotore	CRA-SCA Unità di ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi		
Titolo	AQUATER - Supporti decisionali per la conservazione e la gestione territoriale delle risorse idriche in aree vulnerabili del Sud d'Italia		
Categoria Premio Pianeta Acqua (cancellare le alternative non desiderate)	Agricolo		
Durata complessiva del progetto	6		
data inizio	2006	data fine	2011
Responsabile del progetto			
Cognome	Rinaldi	Nome	Michele
Ruolo ricoperto all'interno dell'Organizzazione concorrente	Primo Ricercatore		
Telefono	080-5475016	E mail	michele.rinaldi@entecra.it
Sintesi del progetto/esperienza (Massimo 20 righe)			
<p>Il progetto AQUATER, "Supporti decisionali per la conservazione e la gestione territoriale delle risorse idriche in aree vulnerabili del Sud d'Italia", è stato elaborato per sviluppare un approccio metodologico integrato, volto alla ottimizzazione delle risorse idriche in comprensori meridionali caratterizzati da sistemi colturali irrigui ad alto valore aggiunto. Le aree esaminate comprendono tre tra i maggiori comprensori irrigui del meridione: il comprensorio del Tavoliere Pugliese, quello dell'arco Ionico-Metapontino e quello della Piana del Sele, per i quali sono state individuate metodologie diverse di sperimentazione in funzione delle peculiari caratteristiche dei territori. Alla realizzazione di questo obiettivo, infatti, hanno concorso più partner impegnati in diverse azioni sperimentali. L'approccio innovativo del Progetto AQUATER consiste nell'impiego congiunto del telerilevamento da satellite (Remote Sensing, RS) e dei modelli previsionali di simulazione colturale col fine di sviluppare, validare e rendere operativa una metodologia finalizzata alla gestione sostenibile delle risorse irrigue. Il progetto rivolge particolare attenzione alla riduzione degli sprechi irrigui in agricoltura, in aree già caratterizzate da bassa disponibilità. In particolare, un'azione del progetto è stata finalizzata all'implementazione di un Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS, Decision Support System) ovvero un applicativo in grado di stimare, con accuratezza e velocità, i fabbisogni idrici potenziali delle colture, a scala territoriale, ricavando dati di input spazialmente distribuiti da RS. Il DSS è stato sviluppato integrando un modello di simulazione colturale ad un software GIS (Geographic Information System) per la gestione dei parametri di tipo distribuito riguardanti il clima, il suolo e i sistemi colturali. L'impiego di modelli, fisicamente basati, consente la simulazione dei processi di accrescimento delle colture e dei bilanci idrici dei suoli, nel tempo e nello spazio, con un'alta riproducibilità dei risultati. Questo rende possibile una standardizzazione delle metodologie studiate e la loro applicazione anche in aree differenti da quelle campione.</p>			

Descrizione analitica del progetto

Il contesto di riferimento del progetto: problematiche in cui si inserisce e soggetti destinatari

Le regioni meridionali, caratterizzate da clima semi-arido, sono notoriamente contraddistinte da elevata domanda evapotraspirativa e limitata disponibilità di risorse irrigue di buona qualità, ma, al tempo stesso, sono potenzialmente in grado di sostenere attività agricole ad elevato valore aggiunto. La crescente domanda di risorse idriche disponibili per l'irrigazione, necessaria al raggiungimento dell'alta produttività richiesta dal mercato, rende essenziale un'adeguata pianificazione e gestione di questa risorsa, anche in rapporto ai cambiamenti climatici in atto che porteranno ad un ulteriore innalzamento delle temperature nei mesi estivi.

Il settore agricolo riveste grande importanza nelle politiche socio-economiche di gestione del territorio e la strada da perseguire, per la realizzazione di una gestione "sostenibile", è quella di dotarsi di strumenti validi come supporti alle decisioni in quanto capaci di analizzare, nella loro totalità, le complesse dinamiche ambientali coinvolte nei sistemi biologici in esame.

Il progetto "Supporti decisionali per la conservazione e la gestione territoriale delle risorse idriche in aree vulnerabili del Sud d'Italia (AQUATER)" è stato concepito nell'ambito del Programma di sviluppo per il Mezzogiorno d'Italia: ricerca ed innovazione tecnologica (accantonamento delibera CIPE n. 17/2003, punto 1.1). Inizialmente della durata di quattro anni, è stato prorogato in seguito per altri due anni, data la vastità degli obiettivi che si propone, abbracciando il periodo 2006-2011. Questo progetto nasce dalla necessità di improntare la ricerca scientifica sulla realizzazione di strumenti, tecniche e conoscenze da fornire agli operatori di settore al fine di attuare un'agricoltura più attenta alla conservazione delle risorse, in particolare quelle idriche, pur mantenendo alti i livelli produttivi delle maggiori colture del meridione.

Le moderne tecnologie, oggi disponibili, offrono un'alternativa da considerare in questo senso perché consentono studi di precisione in tempo utile e l'implementazione di veri e propri strumenti operativi di supporto alle decisioni (Decision Support System, DSS). Il telerilevamento da satellite, integrato con i Sistemi Informativi Geografici e i modelli matematici di simulazione, rappresenta un esempio di strumento di supporto alle decisioni, in quanto consente la raccolta e l'analisi di dati territoriali in continuo ed in maniera strutturata ed economicamente vantaggiosa rispetto ai tradizionali metodi di analisi.

I modelli matematici di simulazione colturale, inoltre, permettono l'effettuazione di studi previsionali e cioè forniscono la possibilità, attraverso simulazioni con dati di scenari futuri, di conoscere anticipatamente le conseguenze a lungo termine delle attuali pratiche agricole e quindi, la possibilità di elaborare delle metodologie di mitigazione degli impatti negativi.

Per le modellizzazioni, in particolare per quelle fisicamente basate, sono sempre necessari numerosi dati di ingresso, spesso in serie storiche, difficili da reperire perché inesistenti o incompleti o perché acquisibili da campagne di rilievo lunghe ed economicamente svantaggiose.

Diverse pubblicazioni scientifiche hanno dimostrato che il telerilevamento può essere utile a ricavare i dati di input necessari a molte applicazioni sperimentali del settore agrario come quelle dedicate alla programmazione irrigua. Con il Remote Sensing (RS) è possibile derivare informazioni sullo stato idrico delle colture anche in condizioni difficili, dal punto di vista analitico. Questo è il caso di colture caratterizzate da un'architettura complessa come può essere il pomodoro da industria, normalmente coltivato a file binate.

Un esempio di dati ricavabili da RS e utile alla determinazione del fabbisogno irriguo delle colture è dato

dall'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Questo indice è ricavabile automaticamente da immagini satellitari ed è funzione dell'accrescimento (LAI e biomassa) e dello stato idrico della coltura.

Studi sperimentali hanno dimostrato l'esistenza di una netta relazione tra NDVI e potenziale evapotraspirativo di base. Da questa relazione è possibile risalire al potenziale fogliare della coltura e conseguentemente all'acqua nello strato di terreno effettivamente esplorato dall'apparato radicale stabilendo il suo grado di stress idrico.

I soggetti destinatari a cui si riferisce il progetto di ricerca sono molteplici a partire dagli enti preposti alla gestione e pianificazione della risorsa irrigua fino agli utilizzatori finali. Tra i primi: Regioni, assessorati all'agricoltura, servizi di sviluppo agricolo, assessorati allo sviluppo economico, amministrazioni provinciali, amministrazioni comunali. I potenziali utilizzatori sono ricercatori, tecnici dei consorzi di bonifica, funzionari degli enti gestori dell'acqua e delle agenzie per la protezione ambientale.

Gli obiettivi e gli aspetti innovativi e sperimentali

Il progetto AQUATER è finalizzato alla realizzazione di un approccio metodologico integrato mirato all'uso sostenibile e razionale delle risorse irrigue, attraverso l'utilizzo delle più moderne tecnologie disponibili, in aree vulnerabili in termini di deficit o eccesso idrico, rischio di salinizzazione e di desertificazione.

L'aspetto innovativo del programma di ricerca riguarda l'impiego congiunto di telerilevamento, software per la gestione dei dati e modelli di simulazione culturale per la caratterizzazione dei fabbisogni irrigui in agricoltura.

Il prodotto finale, qui presentato, è rappresentato da un applicativo, DSS-AQUATER, in grado di suggerire, sulla base degli output di simulazione e delle reali esigenze colturali, delle strategie irrigue finalizzate al risparmio idrico. L'applicativo restituisce informazioni relative al giusto momento e quantitativo irriguo da somministrare alla coltura simulata e anche la migliore strategia evidenziando le conseguenze delle diverse pratiche irrigue simulate in termini di produzioni ottenute e volumi irrigui investiti.

La stima dei consumi irrigui è elaborata a scala territoriale, il DSS è in grado di correggere la stima dei bilanci idrici, ottenuta attraverso una modellazione fisica del sistema suolo-pianta-atmosfera, con le informazioni ottenute direttamente da satellite. Questo consente la previsione, attraverso indicatori di stress, di situazioni di emergenza idrica.

Per realizzare l'applicativo, un altro obiettivo dell'intero progetto è stato la caratterizzazione ambientale ed in particolare agronomica delle aree esaminate, condotta in funzione delle colture e dei suoli e la stima, su scala territoriale, dei fabbisogni irrigui.

I tre comprensori irrigui selezionati per le sperimentazioni rappresentano territori a vocazione agricola importante molto differenti tra loro: il primo orientato maggiormente alle colture cerealicole e industriali, il secondo alle orticole ed arboree e il terzo alle colture orticole. Questo ha offerto la possibilità di testare l'applicativo su più realtà al fine di ottenere uno strumento standardizzato e adattabile alle diverse esigenze.

Fasi e modalità di realizzazione del progetto

Il Sistema di Supporto alle Decisioni DSS-AQUATER è stato realizzato modificando il modello matematico di simulazione puntuale STAMINA (Acutis et al., 2007; Richter et al., 2006) integrandolo ad un GIS per la realizzazione delle simulazioni a scala territoriale e per l'assimilazione delle informazioni provenienti da Remote Sensing. La realizzazione dell'applicativo ha riguardato diverse fasi sia di implementazione del modello che di verifica della sua funzionalità.

In prima analisi è stato necessario aggiungere alcuni moduli al modello per l'interfacciamento con il software GIS ed, in particolare, con il database geografico. Attraverso questa operazione si è reso il modello in grado di acquisire in automatico dati di input a scala territoriale, come dati pedologici e colturali, da utilizzare nelle simulazioni.

Il DSS è stato programmato per leggere i dati geografici nel formato più comunemente utilizzato nella realizzazione di sistemi informativi geografici (.shp, shape file) con la possibilità di aggiornare e modificare i file direttamente dall'interfaccia utente.

In questo modo è stato realizzato un modello a parametri distribuiti in grado di operare su area vasta.

Il DSS sviluppa le simulazioni dividendo il territorio in un numero elevato di unità omogenee per suolo, uso del suolo e caratteristiche climatiche e quindi caratterizzate da un "comportamento idrologico" affine. Su queste unità, dette anche celle, vengono calcolati i bilanci di massa.

La fase successiva ha riguardato il miglioramento del calcolo del bilancio idrico attraverso l'implementazione della routine per il calcolo delle "differenze finite" in aggiunta a quello "a serbatoio" e programmando la possibilità di inserire, a livello di singola unità elementare, il contenuto idrico del suolo da dati empirici.

Una ulteriore fase è stata quella di implementare la possibilità di inserire il dato, per singola unità elementare, dell'indice di area fogliare (LAI) ricavato in automatico da immagini satellitari. Questo dato è utilizzato dal modello per attuare una procedura di forcing sul LAI simulato in modo da condizionare, con una misura diretta, la crescita colturale e, di conseguenza, il bilancio evapotraspirativo ottenendo stime più realistiche dei fabbisogni irrigui.

La successiva fase è stata dedicata all'integrazione nel modello delle informazioni di management agronomico; lavorazioni del terreno, concimazioni, tipo di semina o trapianto, disinfestazioni, tipo di raccolta ecc. indispensabili, anche queste, ad una corretta stima dei fabbisogni irrigui.

I dati sulle lavorazioni colturali sono utilizzati dall'applicativo sia in fase di input che di output.

La realizzazione di un modulo successivo, inoltre, ha reso i file di output, in uscita dal modello in formato testo, convertibili in formato .mdb (Microsoft Data Base) in modo da consentire una loro facile interrogazione, con software di uso comune, e una maggiore fruibilità dei risultati.

A completamento del DSS è stato sviluppato un nuovo modulo di generazione di report che possono essere estrapolati dal modello attraverso l'interrogazione dei dati di output con query SQL standard. In questo modo una serie di report predefiniti e parametrizzabili dall'utente è stata direttamente disponibile per l'analisi dei risultati. Per quest'ultima è stato implementato un sistema di visualizzazione nel quale gli output sono esportabili che consente la produzione di mappe tematiche.

Presenza di eventuali partner del progetto

L'attività del Progetto AQUATER è articolata in 4 linee di attività così definite:

- A. Telerilevamento e Analisi di Immagine
- B. Sistemi Agricoli
- C. Modellistica e Sviluppo Software
- D. Decisori

Ad ognuna di queste linee di attività hanno partecipato più unità operative (UO) (**Allegato 1**).

L'implementazione del sistema di supporto alle decisioni ricade nella linea C, Modellistica e Sviluppo Software. Le UO direttamente impegnate in questa azione sono quelle del CRA-SCA e dell'Università degli Studi di Milano. In particolare per il CRA-SCA le due sub-unità 4 e 5, gruppi di ricerca del dott. Ventrella e del dott. Rinaldi rispettivamente e per l'Università degli Studi di Milano il Dipartimento di Produzioni Vegetali sotto la direzione del prof. Marco Acutis.

Le unità operative di questa linea hanno interagito e collaborato con quelle assegnate alle altre linee di attività. In particolare la collaborazione con le linee A, Telerilevamento e Analisi di Immagine e B, Sistemi Agricoli è stata indispensabile all'assimilazione dei dati telerilevati, all'interfacciamento del modello con il GIS e alla realizzazione della piattaforma software.

Altri enti, inoltre, sono stati coinvolti come partner di progetto in questa attività, contribuendo all'attuazione della ricerca:

- CNR- Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione (CNR- ISSIA), Bari
- Università degli Studi "Federico II" di Napoli – Dipartimento di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio (UNI-NA DIAAT), Portici
- Consorzio per la Bonifica della Capitanata, Foggia (CBC-FG)
- Consorzio per la Bonifica Bradano-Basento, Matera (CBB-MT)
- Regione Puglia, Assessorato Agricoltura, Bari
- Agenzia Lucana di Sviluppo e Innovazione in Agricoltura (ALSIA Basilicata)

I risultati conseguiti o attesi

Una volta implementato il modello si è passati alla fase di calibrazione e validazione nelle aree campione del progetto. A questo scopo è stato utilizzato un GIS, realizzato nell'ambito di due diverse linee di attività del progetto AQUATER ed in particolare le linee A e B.

Il GIS ha riguardato i parametri di suolo e dei sistemi colturali misurati a terra, i dati telerilevati e la loro spazializzazione mediante tecniche geostatistiche. I dati telerilevati sono stati inseriti su scala settimanale e hanno riguardato parametri superficiali, quali umidità del suolo, indice di vegetazione, rugosità della coltura, indice di copertura, temperatura superficiale, albedo con la contemporanea acquisizione di misure di "verità" a terra, relativamente a suolo, clima e coltura.

Le prime applicazioni del DSS a scala territoriale si sono svolte con successo. Il modello è risultato in grado di operare su un numero molto elevato di celle, infatti sono stati simulati territori divisi in più di 1000 unità.

Il modello allo stato attuale, è stato calibrato e validato su frumento duro, mais, erba medica, barbabietola, pomodoro ed anguria, nei tre comprensori esaminati.

In Capitanata e nell'arco Ionico-Metapontino sono state condotte sperimentazioni per verificare la

funzionalità dell'acquisizione dei dati telerilevati nelle simulazioni.

In Capitanata sono state condotte simulazioni su barbabietola e frumento duro con e senza applicazione della procedura di forcing del LAI implementata nel modello.

I dati di LAI utilizzati sono stati acquisiti da remote sensing nella stagione colturale 2007 e un articolo che riporta i principali risultati conseguiti è riportato nell'**Allegato 2** (Acutis et al., 2010). I risultati evidenziano che sono stati ottenuti dei miglioramenti nella stima del LAI applicando la procedura di forcing. Senza l'applicazione di questa procedura, infatti, il software sovrastima il valore di LAI lungo l'intero ciclo colturale della barbabietola. La sovrastima ha come conseguenza il calcolo di valori più alti dell'accumulo di sostanza secca, essendo questa variabile calcolata in funzione dei valori di LAI e del coefficiente colturale ed, inoltre, di un'elevata richiesta idrica da parte della coltura.

Applicando la procedura di forcing si ottengono valori molto più rappresentativi di richiesta idrica colturale. Nell'arco Ionico-Metapontino sono state condotte simulazioni sulla coltura dell'anguria anche in questo caso con e senza procedura di forcing del LAI e sempre per la stagione colturale 2007.

L'assimilazione del dato di LAI telerilevato ha permesso di ottenere dei consumi idrici, come valore medio delle celle simulate, quasi coincidenti con quelli senza forcing nel mese di giugno; inferiori del 3%, ma più bassi del 27% nel mese di luglio.

Nell'ambito di questo progetto sono state programmate anche diverse azioni per la fruizione delle informazioni e finalizzate all'applicabilità del prodotto creato. In particolare, sono stati realizzati due corsi di aggiornamento professionale (a Foggia nel 2008 e a Metaponto, MT, nel 2009) rivolti a tecnici e divulgatori agricoli, sulla programmazione irrigua, l'utilizzo di dati telerilevati e l'impiego di modelli di simulazione con approfondimenti tematici riguardanti le interazioni tra suolo, pianta e atmosfera. Il progetto ha ricevuto un primo finanziamento per il periodo 2006-2009 e, successivamente, una prosecuzione per il biennio 2010-2011.

Il modello necessita di essere testato in ulteriori applicazioni riguardanti sia diverse colture agrarie che aree differenti. Il prodotto finale dell'intero progetto è la creazione di una piattaforma software direttamente operativa, che fornirà le uscite dei modelli su scala settimanale, riguardanti: previsione di consumi idrici e realizzazione di mappe di rischio per danni da eccesso e/o deficit idrico.

Il progetto AQUATER, che comprende diverse Unità Operative e gruppi di ricerca, ha prodotto una serie di risultati, descritti preliminarmente nell'articolo di Rinaldi et al. (2008) (**Allegato 3**) e, in generale, nelle oltre 70 pubblicazioni già editate e riportate nell'elenco **Allegato 4**.

In caso di risultati attesi evidenziare alcuni indicatori quantitativi utili per la determinazione del livello di raggiungimento dell'obiettivo

Tra i numerosi risultati applicativi quantificabili si riporta quanto descritto da Acutis et al., 2010 (**Allegato 2**, Tab. 2), dove si evidenzia come la stima del fabbisogno idrico della barbabietola risulta minore quando la simulazione è effettuata con l'assimilazione del LAI attraverso l'uso di indici telerilevati, permettendo così un significativo risparmio di acqua.

In caso di necessità possono essere inserite righe aggiuntive.

Può essere presentata ulteriore documentazione ma non si garantisce di tenerne conto in sede di valutazione.

Al modulo di partecipazione sono annessi i quattro allegati ai quali si fa riferimento nella compilazione.