

CRITERIA - UN SISTEMA PER LA GESTIONE TERRITORIALE DEL BILANCIO IDRICO

di Franco Zinoni, Vittorio Marletto e Giorgio Ducco

ARPA Emilia-Romagna, Servizio Meteorologico Regionale, Bologna

Riassunto

CRITERIA è un modello matematico per la simulazione del bilancio idrico dei suoli e del trasporto di nitrati e pesticidi. L'interfaccia geografica di CRITERIA, sviluppata in C++ e in Visual Basic, può essere eseguita su pc con il sistema operativo Windows NT. Esiste anche una versione non geografica, sviluppata in VB per Windows 95, disponibile per lo sviluppo ed il controllo di modelli. Il database di CRITERIA include una mappa digitale dei suoli dell'Emilia Romagna, fornita dal Servizio Cartografico, un insieme di parametri dei suoli derivato da rilievi in campo e misure di laboratorio, un insieme di parametri colturali ed una base di dati meteorologici disponibili sia nella forma originale che come interpolazioni spaziali. L'impostazione del modello prevede procedure per l'infiltrazione, l'evaporazione e la traspirazione, il ruscellamento, la percolazione, la risalita capillare, l'espansione del manto vegetale e l'approfondimento radicale. Anche il destino dei fitofarmaci e dei concimi azotati, introdotti per mezzo di apposite storie colturali, può essere seguito con le simulazioni sia in tempo reale, seguendo l'aggiornamento dei dati meteorologici, sia in tempo differito, utilizzando serie storiche anche su periodi di anni. L'interpolazione spaziale dei dati consente l'esecuzione ininterrotta delle simulazioni anche in presenza di interruzioni nelle serie dei dati meteorologici di stazione. L'insieme delle simulazioni da eseguire viene prodotto automaticamente dal sistema una volta che l'utente abbia definito l'area di interesse e le colture da seguire. Mappe dei risultati riferite a diverse storie colturali vengono prodotte con facilità, così come grafici e tabelle riferite a località selezionate sulla mappa. CRITERIA può essere usato per la gestione irrigua, per la gestione ambientale e per la programmazione territoriale.

Abstract

CRITERIA is a mathematical model for the simulation of soil water balance and of transport of nitrates and pesticides. The geographical interface to CRITERIA, developed in C++ and Visual Basic, can be run on personal computers with Windows NT. A non geographical version of CRITERIA written in VB for Windows 95 is also available for model development and testing. The CRITERIA database includes a digital soil map of Emilia Romagna, provided by the Cartographic Service, a soil parameter set produced by means of field trials and laboratory assays, a set of crop parameters and a set of weather data available both in original and spatially interpolated forms. The model includes procedures for the simulation of infiltration, evaporation and transpiration, runoff, deep drainage, capillary rise, canopy expansion and root deepening. Pesticide and nitrogen fate can also be simulated, following a set of crop treatment data provided by the user or available as default. Simulations can be performed both in real time (i.e. following the flow of weather data provided by the stations) or on historical data sets extending over any number of years. Spatial interpolation of data allows no interruption of the simulations due to the lack of data in a particular weather station. The simulation set is automatically produced by the program once the user has defined the areas of interest and the crops to follow. Maps of the simulation results referring to different crop histories can be easily obtained, together with graphs and tables referring to specific locations on the map. CRITERIA can be used for irrigation management, landscape management and environmental protection.

Introduzione

Fattori tecnologici quali l'ampia disponibilità di dati meteorologici e di modelli matematici, combinati con la grande potenza di calcolo acquisibile attualmente con un pc di taglia media, consentono ai servizi pubblici di affrontare i problemi ambientali in agricoltura con un taglio quantitativo e geografico. CRITERIA (Controllo delle

Riserve Idriche Territoriali per la Riduzione dell'Impatto ambientale in Agricoltura) costituisce un tentativo in questa direzione: il progetto riunisce infatti agrometeorologi e pedologi della Regione Emilia Romagna nello sforzo di produrre uno strumento informatico utilizzabile da entrambi per lo studio della vulnerabilità ambientale dei suoli e per la ricerca di soluzioni operative a problematiche quali l'uso corretto dell'acqua irrigua, lo spandimento controllato dei liquami zootecnici e la riduzione del rischio di contaminazione delle falde con fitofarmaci.

L'interfaccia utente

CRITERIA consente di configurare delle conduzioni colturali standard per le colture più importanti (Figura 1). In questo modo per ogni coltura vengono definite le operazioni colturali in termini di giorno dell'anno oppure come data relativa (intervallo di giorni precedente o susseguente ad un'altra operazione colturale).

Una storia colturale può quindi essere definita come l'associazione ad un anno particolare (o ad una serie di anni) di una o più colture standard, con la possibilità di modificare le informazioni così preparate e di aggiungerne altre (Figura 2). Una volta definite le storie colturali, esse vanno associate al territorio che, a questo scopo viene considerato suddiviso in maglie regolari (Figura 3). La dimensione della maglia (tipicamente 5 x 5 km) è la stessa alla quale viene effettuata l'interpolazione spaziale dei dati meteorologici.

La cartografia digitale dei suoli, disponibile in forma vettoriale, viene rasterizzata dal programma alla scala dell'unità territoriale di simulazione scelta dall'utente (tipicamente 1 x 1 km). Le unità di simulazione (Figura 4) vengono poi individuate automaticamente dal programma e si differenziano per maglia meteorologica, storia colturale e tipo di suolo. I parametri tecnici per ogni tipo di suolo sono anch'essi facilmente accessibili dall'utente. Il programma consente la costruzione automatica di profili di suolo stratificati secondo le indicazioni dell'utente. E' anche possibile la gestione di strati parzialmente permeabili per seguire i fenomeni di infiltrazione ostacolata dall'incrostamento o dalla suola d'aratro.

L'esecuzione della simulazione è condizionata dalle scelte dell'utente in merito ai moduli del modello da attivare (Figura 5) e dalla situazione dei dati meteorologici: il modello infatti può essere eseguito sia per stagioni complete con dati meteorologici storici, sia in tempo reale, aggiornando contemporaneamente sia i dati meteorologici che il modello.

Per quanto riguarda i dati meteorologici il programma consente l'importazione di precipitazioni, evapotraspirazione potenziale e temperature sia da punto stazione che da analisi territoriale (p.e. sulla griglia del sistema informativo agricolo regionale GIAS). Comunque i dati vengono interpolati spazialmente grazie ad un apposito modulo interno e possono essere controllati con diversi strumenti grafici e geografici.

Il modello

Il modello è caratterizzato da una struttura altamente modulare e autodocumentata, nel senso che la lettura del codice è facilitata da apposite intestazioni e liste di variabili. L'interfaccia prevede la possibilità di attivazione dei moduli (risalita capillare, fessurazione...) in funzione dei dati disponibili e dell'impiego previsto per la simulazione. Sono inoltre possibili alternative di calcolo all'interno dei moduli usando diversi approcci (p.e. diverse formule per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale o della temperatura nel suolo). Il modello è il frutto di un lavoro interno al gruppo ed è il risultato dell'aggregazione di materiale bibliografico ed originale di cui è stata, per quanto possibile, effettuata una calibrazione e verifica sul territorio. Sono già state effettuate estensioni del modello a diversi campi applicativi (irrigazione, fertilizzazione, vulnerabilità territoriale, incendi, valutazione di scenari e di tecniche colturali) che dimostrano le potenzialità di un sistema aperto come CRITERIA.

La simulazione dell'evoluzione di sostanze chimiche introdotte nel sistema agricolo (fitofarmaci e sostanze nutritive) è attualmente il settore di maggiore attività del progetto, mentre l'integrazione di

CRITERIA con il sistema informativo agricolo regionale dell'Emilia Romagna costituisce il traguardo per il 1999.

Risultati

Le simulazioni producono una grande quantità di dati relativi alla situazione colturale (profondità delle radici, LAI) alle condizioni idriche del suolo (umidità lungo il profilo, deficit idrico) ai flussi verso i corpi idrici (drenaggio profondo, ruscellamento superficiale e ipodermico) e alle condizioni agroambientali (irrigazione, dilavamento fitofarmaci, percolazione nutrienti).

Operazione	Valore	Descrizione
Aratura	-70	Giorno dell'anno (negativo = anno precedente)
Epicatura	-5	Giorni dalla semina (valore negativo)
Semina	70	Giorno dell'anno (negativo = anno precedente)
Pullatura	-1	Giorni dalla semina
Sarchiatura	-999	Giorni dalla semina
Raccolta	250	Giorni massimi dalla semina (dato facoltativo)

Figura 1 - CRITERIA: impostazione di una conduzione colturale standard.

Per ogni grandezza, data, parametro e coltura simulata sono accessibili mappe e grafici (Figura 6). Tra i grafici segnaliamo in particolare quelli relativi ai profili verticali di umidità e deficit idrico.

Figura 2 - CRITERIA: impostazione di una storia colturale

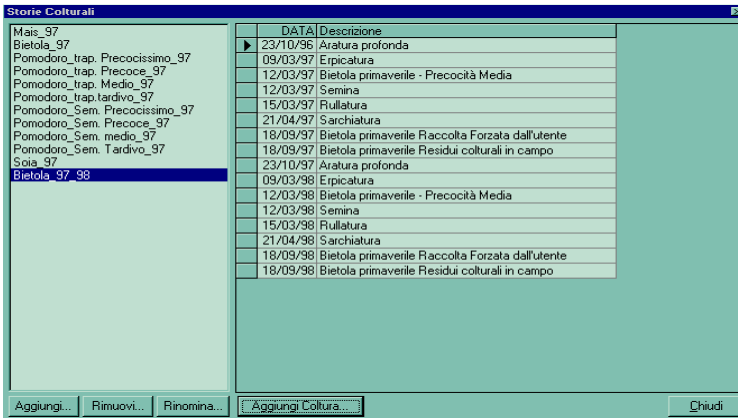
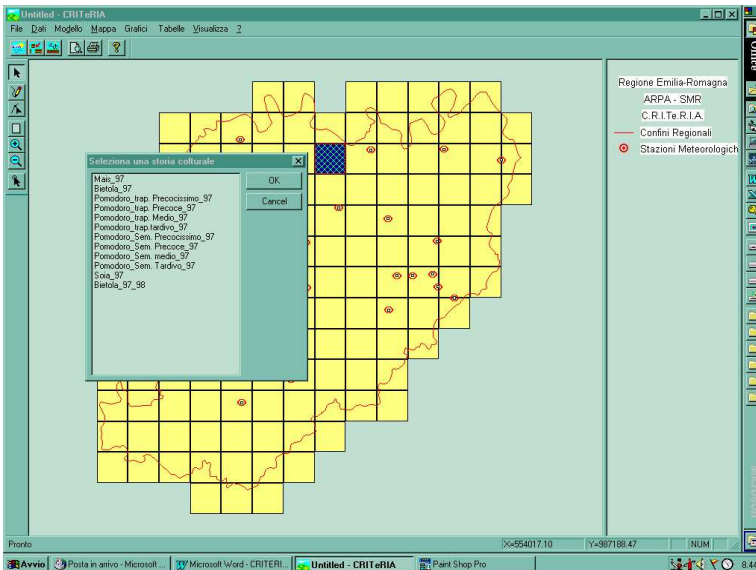


Figura 3 - CRITERIA: associazione di storie colturali ad una maglia della griglia di interpolazione meteorologica



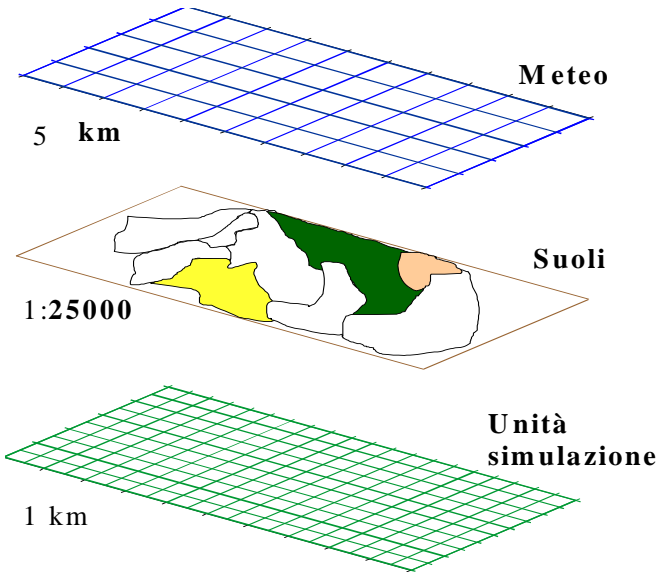


Figura 4 - CRITERIA: esempio di stratificazione delle informazioni necessarie alla simulazione territoriale.

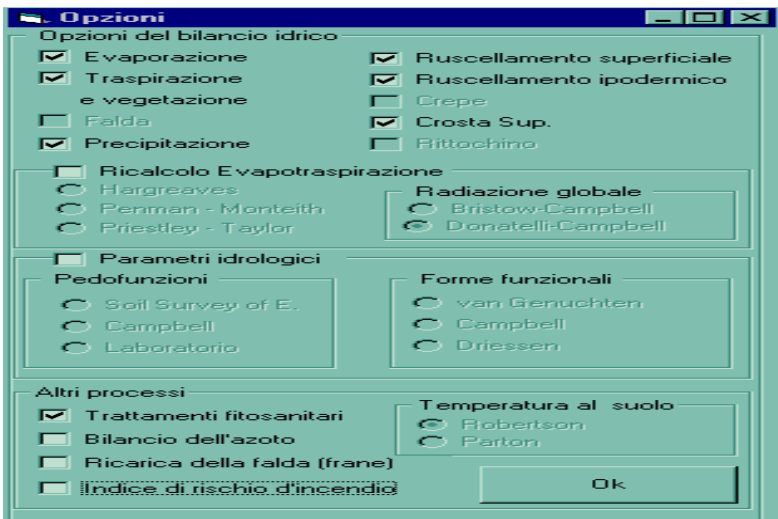


Figura 5 - CRITERIA: modulo per l'attivazione delle diverse porzioni del modello e per la selezione di metodi alternativi di calcolo

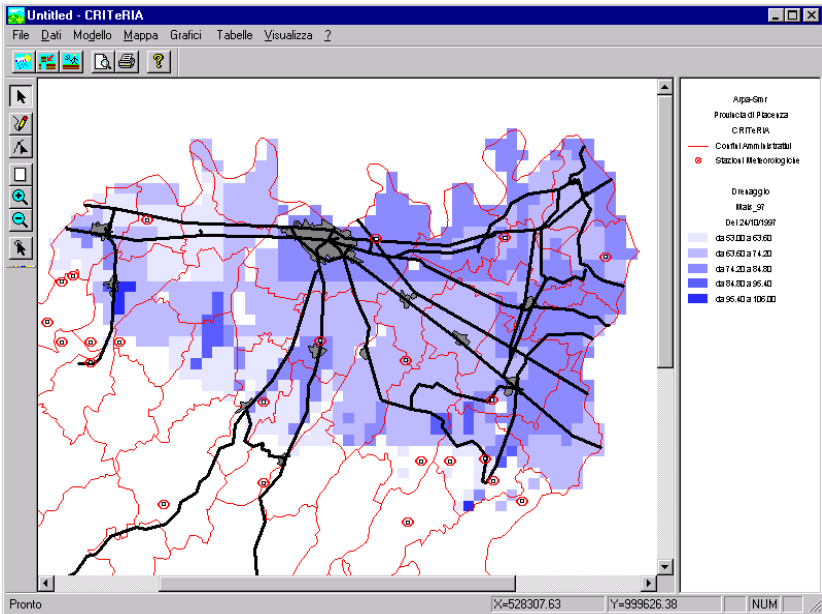


Figura 6 – CRITERIA: simulazione del flusso di drenaggio profondo (mm) verso il sottosuolo al 24 ottobre 1997, nell'ipotesi di coltura di mais, sul territorio pianeggiante piacentino. Le unità di simulazione sono di 1x1 km e differiscono per caratteristiche del suolo e valori di precipitazione. I valori si riferiscono ad una simulazione su uno spessore di suolo di 2 m.