

Modellazione del fabbisogno idrico delle colture e quantificazione del carico inquinante sulla rete idrica superficiale

Descrizione Generale

L'applicazione è uno **strumento di monitoraggio** concepito per la stima del carico di inquinanti sulla rete idrica superficiale, derivante da fertilizzazione agricola, e del fabbisogno idrico reale delle singole colture agricole.

Si avvale dei più aggiornati sistemi di Osservazione della Terra da remoto (**sensore iperspettrale ad elevatissima risoluzione** spaziale - 0.71m da 1000m di quota - e spettrale - Spectral range 400-970 nm) integrati da **innovative tecniche di modellistica idrologica**.

I dati raccolti attraverso il sensore iperspettrale consentono un monitoraggio territoriale di tipo puntuale. L'epoca di analisi viene definita in funzione delle esigenze finali del committente, il quale può autonomamente stabilire anche l'estensione e la localizzazione delle aree da sottoporre ad indagine.

L'impiego di dati di input "standard" e la versatilità delle procedure rendono la metodologia proposta **applicabile a contesti territoriali eterogenei e a dettagli di analisi molto variabili**: dalla singola azienda fino alla scala regionale.

Obiettivi

L'obiettivo principale è il **miglioramento della gestione delle risorse agronomiche, idriche e pedologiche** grazie al corretto impiego dei fertilizzanti in agricoltura e all'ottimizzazione dell'utilizzo d'acqua a fini irrigui.

Metodologia

La metodologia si articola in tre fasi principali:

- **Acquisizione e standardizzazione dei dati di input** territoriali, meteorologici e pedologici: fase trasversale e propedeutica alle fasi successive
- **Realizzazione della carta di copertura del suolo**: si basa su tecniche estremamente avanzate di analisi d'immagini satellitari, che consentono d'individuare i principali seminativi in rotazione con livelli d'accuratezza tematica superiori al 95%
- **Modellazione idrologica**: l'implementazione del modello idrologico per l'analisi dei flussi idrici, delle dinamiche del carico di inquinanti di origine agricola e del fabbisogno idrico reale delle singole colture, permette di mappare in maniera quantitativa e qualitativa la distribuzione degli inquinanti e definire il fabbisogno idrico per il completamento del ciclo agronomico di ogni singola coltura

Risultati

- **Implementazione di un Sistema Informativo Territoriale** esaustivo delle informazioni raccolte e delle banche dati realizzate (immagini telerilevate, banche dati cartografiche, dati ancillari, dati meteorologici, pedologici e agronomici)
- **Definizione e identificazione dei seguenti parametri**:
 - *Miglior tipo di coltivazione* compatibile con le caratteristiche dei suoli
 - *Fabbisogno idrico per singola coltura*, in funzione della sua estensione e collocazione territoriale

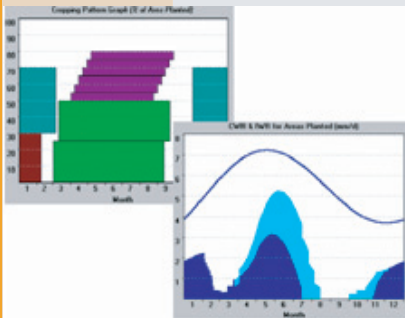


Figura 1

Rappresentazione schematica di una fase della modellazione idrologica

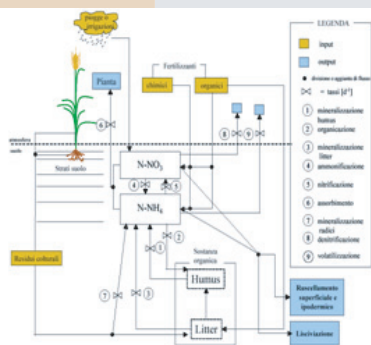


Figura 2

Rappresentazione schematica del bilancio idrico



Tabella 1

Moduli operativi

M1	Realizzazione della carta d'uso/copertura del suolo (modello inferenziale)
M2	Individuazione degli inquinanti di origine agricola
M3	Calcolo del fabbisogno idrico delle singole colture
M4	Mappatura qualitativa e quantitativa della distribuzione degli inquinanti

- *Coltivazioni e aree geografiche che inducono i maggiori rischi* in relazione al trasporto di nutrienti nelle acque di superficie;
- *Forme di inquinamento idrico* di tipo puntuale e diffuso, caratterizzate sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

L'architettura del sistema di monitoraggio si basa sui Sistemi Informativi Territoriali ed è aperta ad integrazioni successive alla sua realizzazione. Le basi di dati e le conoscenze scientifiche disponibili costituiscono il know-how in grado di fornire le informazioni necessarie per lo svolgimento delle azioni future di gestione delle pratiche agricole.

Processo di produzione

Le diverse attività del progetto sono schematicamente riassunte in 4 moduli operativi (Tab. 1), a loro volta articolati in gruppi di attività che descrivono in dettaglio le metodologie e le tecnologie utilizzate.

Realizzazione della carta d'uso/copertura del suolo (M1)

Per la descrizione del modulo operativo M1 si fa riferimento alla scheda tecnica relativa alla "Realizzazione di carte tematiche d'uso/copertura del suolo al V° livello del sistema europeo CORINE Land Cover".

Individuazione degli inquinanti di origine agricola (M2)

Gli obiettivi principali di questo modulo operativo riguardano:

- La **definizione di strumenti e obiettivi** a supporto dello sviluppo e della gestione sostenibile delle risorse idriche, agronomiche e pedologiche
- La **modellazione idrologica**
- La **modellazione dei cicli del fosforo e dei nitrati**
- L'**assegnazione e definizione delle classi di rischio** di inquinamento per la falda e per il terreno
- La **previsione delle produzioni agronomiche**

Su queste basi, l'applicazione prevede l'implementazione e l'utilizzo di un modello matematico in grado di simulare, sulla base dei diversi dati di input, il carico di inquinanti di origine agronomica che interessa gli strati superficiali del suolo e la rete idrica superficiale.

La modellazione idrologica per l'identificazione del dinamismo degli inquinanti si basa sul modello **CRITERIA** - realizzato dall'A.R.P.A. Emilia-Romagna, Servizio Meteorologico Regionale - il quale consente di associare le informazioni derivate dalla cartografia tematica (copertura e suoli) con informazioni di tipo dinamico (dati meteorologici e colturali). I modelli matematici su cui si articola la procedura sono basati sull'equazione del bilancio idrico.

Calcolo del fabbisogno idrico delle singole colture (M3)

Gli obiettivi principali di questo modulo operativo riguardano:

- La **definizione degli strumenti necessari alla modellazione idrologica**, quali dati geopedologici, meteorologici e agronomici
- La **definizione dei criteri e delle assunzioni tecniche** da seguire durante la modellazione (es: individuazione delle più appropriate leggi fisiche e agronomiche per la determinazione dell'evapotraspirazione potenziale)

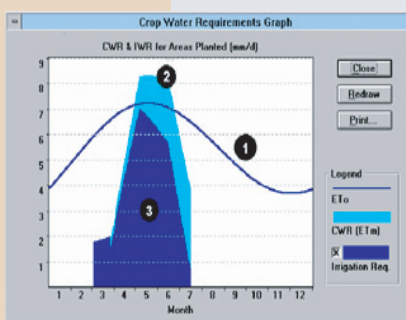


Figura 3

Esempio di restituzione grafica "grezza" per il calcolo del fabbisogno idrico delle singole colture

**Tabella 2**

Principali parametri di output per ogni singola coltura ottenibili applicando il modello CropWat 4

Eto: evapotraspirazione delle singole colture [mm/tempo]
Crop Kc: valori medi del coefficiente agronomico per ogni intervallo temporale
Pioggia efficace: quantità di pioggia che penetra nel terreno utilizzabile dalle singole colture [mm/periodo]
CWR (Crop Water Requirements): fabbisogno idrico della singola coltura - o Etm [mm/tempo]
IWR: fabbisogno di irrigazione [mm/tempo]
TAM: umidità disponibile totale [mm]
RAM: umidità prontamente disponibile [mm]
Etc: evapotraspirazione reale delle colture [mm]
Etc/Etm: rapporto tra l'evapotraspirazione reale e l'evapotraspirazione massima della coltura [%]
Deficit giornaliero di umidità del terreno [mm]
Intervallo d'irrigazione (giorni) e profondità di irrigazione da applicare [mm]
Irrigazione persa [mm]: quantità d'acqua di irrigazione non immagazzinata nel terreno (per ruscellamento superficiale o percolazione profonda)

- **L'implementazione delle informazioni disponibili** (dati di input) su base GIS
- **L'implementazione del modello idrologico** per la definizione dei fabbisogni idrici in funzione delle differenti colture
- La **previsione, stagionale o in real-time, del fabbisogno idrico** per le differenti aree (bacini idrografici, consorzi di bonifica, aree amministrative o singole particelle catastali)

In questo caso sono previste l'implementazione e l'applicazione di un modello matematico denominato **CROPWAT**, sviluppato dalla FAO, che permette di simulare, sulla base dei diversi dati di input, il fabbisogno idrico delle singole colture.

A seguito della conversione dei dati in formato alfanumerico, il modello CropWat 4 calcola automaticamente i risultati e li restituisce sia in forma tabulare che grafica. L'intervallo temporale dei risultati può essere definito (in funzione delle esigenze finali) con cadenza giornaliera, settimanale o mensile.

Il modello permetterà di eseguire il monitoraggio (anche in tempo reale) sull'effettiva quantità d'acqua necessaria alla singola coltura per portare a termine il ciclo biologico/produttivo.

L'utente finale potrà quindi disporre di uno strumento che gli consentirà di prevedere e stabilire la riserva idrica necessaria, in un determinato contesto geografico (bacino idrografico, limite amministrativo, superficie aziendale o singola particella) in funzione delle diverse esigenze agronomiche.

Mappatura qualitativa e quantitativa della distribuzione degli inquinanti (M4)

Questo modulo operativo ha le seguenti finalità:

- **Individuazione qualitativa e quantitativa degli inquinanti** nella rete idrica superficiale e negli strati superficiali del suolo
- **Calibrazione, taratura, e validazione del modello idrologico** (CRITERIA)
- **Taratura oggettiva del modello**

Il modello permette di eseguire il monitoraggio (anche in tempo reale) sull'effettiva quantità d'acqua necessaria alla singola coltura per portare a termine il ciclo biologico/produttivo.

Conclusioni

La metodologia proposta consente di localizzare sul territorio differenti classi di inquinanti in funzione della tipologia, concentrazione e danno potenziale arrecabile.

Gli Enti competenti (sia pubblici che privati) potranno quindi disporre di uno strumento operativo valido, affidabile e di elevato valore tecnico a supporto di un più sostenibile utilizzo delle risorse idriche.

