

Analisi dell'idroesigenza del bacino idrografico fiume Santerno

Alessandro Seravalli

SIS.TER SRL, Via Mentana, 10 Imola (BO) tel. 0542364030 a.seravalli@sis-ter.it

Abstract: Lo studio nasce dall'esigenza del Consorzio AMI e dagli Enti locali del territorio imolese (Bo), di predisporre uno strumento e una metodologia di analisi finalizzata alla mappatura dell'idroesigenza dinamica del territorio a supporto delle scelte di pianificazione volte alla realizzazione di infrastrutture e impianti per il potenziamento idrico ed alla definizione delle priorità di intervento sulla base delle aree ad alto deficit idrico.

Keywords: Telerilevamento; GIS Analysis; Fabbisogno idrico colture; cartografia tematica; uso del suolo.

1. Introduzione

Il presente studio si inserisce nell'ambito della definizione del "Piano di sviluppo sostenibile delle risorse idriche della vallata del torrente Santerno". Nell'ambito di questo processo, il Consorzio AMI e gli Enti Locali del territorio imolese (Bo), hanno preso in considerazione l'adozione di uno strumento e di una metodologia di analisi finalizzata alla mappatura della idroesigenza del territorio volta alla definizione delle priorità di intervento sulla base delle aree ad alto deficit idrico. A seguito della scarsità di pioggia negli ultimi anni, in particolare nei mesi estivi, la portata dei prelievi effettuati lungo il torrente Santerno supera la portata residua fluente in alveo comportando un serio rischio di disseccamento del torrente. Tra i soggetti che hanno principalmente risentito negativamente delle scarse precipitazioni, anche per lunghi periodi, il settore agricolo è il comparto maggiormente sofferente a cui lo studio intende dare risposte. In considerazione della scarsa disponibilità informativa, relativa ai fabbisogni idrici ed alla mancanza di misurazione diretta dei prelievi idrici, il presente studio è partito dalla elaborazione della Mappa del fabbisogno idrico, ovvero della carta tematica relativa alla domanda/offerta. Successivamente l'analisi ha preso in considerazione i sottobacini idrografici per la definizione di un Coefficiente di Equilibrio Idrico quale rapporto tra la disponibilità idrica ed il fabbisogno idrico delle colture.

2. L'analisi sul fabbisogno idrico

Il contesto organizzativo (persone, obiettivi, procedure) determina come visualizzare il dato nell'ambito di elaborazione di carte tematiche. La cartografia tematica consente una visualizzazione sinottica di dati organizzati e spazialmente distribuiti e talvolta può suggerire la presenza di relazioni tra oggetti e fenomeni che non emergerebbero osservandone la sola dimensione numerico-quantitativa. Grazie a queste proprietà le carte tematiche diventano strumenti efficaci per l'analisi e la comunicazione[A. Seravalli 2007]. L'adozione di un sistema informativo volto al problema specifico ha indotto una modalità di approccio diversa rispetto a quella rivolta alla costruzione di una carta dell'uso del suolo. Nell'ambito del progetto la cartografia tematica costituisce un output del sistema per cui rispetta il prerequisito di ottenere un sistema dinamico che, al variare delle informazioni, restituisce e simulasse scenari e carte tematiche diverse.

2.1. Il territorio

L'analisi ha riguardato il bacino idrografico del Torrente Santerno e specificatamente il territorio dell'Alta Valle del Santerno che comprende principalmente i Comuni montani e i primi comuni a valle dell'area imolese. L'area si colloca quale fascia di transizione tra la regione romagnola, emiliana e toscana. Il sottobacino idrografico del Santerno costituisce la parte più orientale del più vasto bacino del fiume Reno. Ha origine sul versante nord del crinale appenninico tosco-romagnolo e confluisce nel corpo principale del fiume Reno dopo un tragitto di ca. 103 km. Il Fiume Santerno, l'antico *Vaternus* dei Romani, nasce dal Passo della Futa in comune di Firenzuola (FI), attraversa i territori dei comuni di Castel del Rio (BO), Fontanelice (BO), Borgo Tossignano (BO) e si riversa nella pianura passando a Sud-Est di Imola [ISEA, 2006].

L'area oggetto dello studio è stata la porzione del bacino idrografico che comprendeva i Comuni in territorio Emiliano-Romagnolo fino al livello dell'autostrada.

2.2. Metodologia e dati utilizzati

L'analisi è stata portata avanti attraverso l'utilizzo delle seguenti risorse:

- database delle richieste e delle approvazioni sugli allacciamenti (2008)
- Censimento degli invasi idrici effettuato dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno (2005)
- Cartografia Catastale
- Corine Land Emilia Romagna e Toscana
- Immagini Quickbird 2003 – Regione Emilia Romagna
- Immagine Landsat 2008 multispettrale.

A supporto dell'analisi sono stati utilizzati i seguenti software ENVI ed ESRI GIS Desktop.

A questo punto sono state analizzate le esigenze idriche delle specifiche colture presenti sul territorio e di seguito indicate (Tab.1). A seguito delle analisi è emerso che l'uso del suolo a nostra disposizione per l'analisi risulta essere elaborato con una definizione non sufficiente per gli obiettivi prefissati avendo livelli di aggregazione sulle colture non adeguate alle esigenze della presente ricerca. Inoltre è emerso che le tipologie di coltura prese in considerazione hanno fabbisogni idrici diversi: il Kiwi, il Melo ed il Pero coprono ad esempio il 50% del fabbisogno richiesto. Tale osservazione ha portato ad una classificazione delle colture secondo tre fasce significative di idroesigenza [Fenice Consulting, 2009]:

- Fabbisogno idrico alto (> 3000 mc annui/ha): Kiwi
- Fabbisogno idrico medio (ca. 2000 mc annui/ha): pero, melo
- Fabbisogno idrico moderato (600-950 mc annui/ha): albicocco, kaki, nettarina, pesco, susino, vite

Coltura	Fabbisogno annuale (mm/ha)	Fabbisogno annuale (mc/ha)
Kiwi	367	3670
Albicocco	62	620
Kaki	76	760
Melo	199	1990
Nettarina	94	940
Pero	199	1990
Pesco	94	940
Susino	62	620
Vite	84	840

Tab.1 – Fabbisogni idrici specifici delle diverse colture irrigue (da “Situazione idrologica nel bacino del torrente Santerno” – Autorità di Bacino del Reno – 2002).

In considerazione che l'elaborazione è suscettibile di aggiornamenti e variazioni nel tempo, è stata individuata una invariante geografica di riferimento nell'elemento del Foglio catastale. Il Foglio catastale infatti è invariante nel tempo come geometria e risulta di un dettaglio sufficiente per gli scopi prefissati. Viene pertanto assunta come unità per classificare il territorio.

Contestualmente è stata elaborata una geocodifica dei punti di approvvigionamento idrico (allacciamenti sull'asta del Torrente) in quanto contenenti i tipi di coltura praticati e le quantità richieste al momento della domanda. La localizzazione di tali punti non ha potuto basarsi su coordinate specifiche, non presenti nel DB fornito, ma è stata portata avanti attraverso il toponimo disponibile che probabilmente corrisponde al nome del podere. Sono state pertanto elaborati una serie di Buffer a 50, 100, 200 mt al fine di individuare le zone indicative su cui vi è stata una richiesta di allacciamento per irrigazione di colture a kiwi e a pero.

Al fine di individuare le colture più idroesigenti si è proceduto all'analisi multi spettrale lavorando sulle bande 4,5,6 dell'immagine Landsat. Attraverso la visualizzazione delle bande è stato possibile l'individuazione puntuale delle potenziali colture sul territorio caratterizzate da una maggiore presenza di acqua. L'analisi è poi stata avallata attraverso una parallela azione di foto interpretazione delle immagini Quickbird attraverso il riconoscimento della texture relativa al Kiwi e dalla verifica a campione sul territorio (Fig.2).

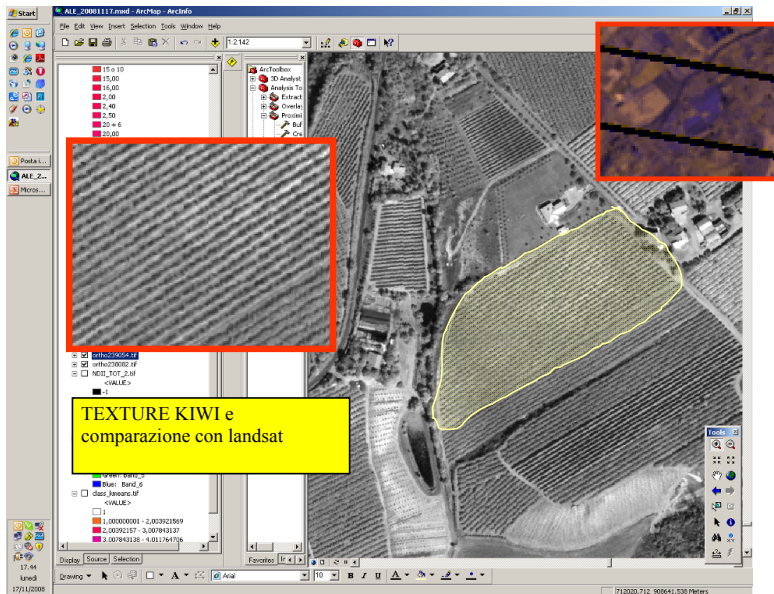


Fig.1 – Screenshot con l'individuazione della texture e l'individuazione di una coltura di Kiwi. In alto a destra, l'analisi sulla banda 5 e 6 che evidenzia la stessa zona e le colture con maggiore presenza d'acqua.

Una volta acquisito il livello informativo georeferenziato delle colture (kiwi, frutteto e seminativo), lo step successivo è stato quello di trasferire le informazioni relative alle disponibilità idriche e ai fabbisogni delle colture nell'unità del foglio catastale. Attraverso operazioni di join spaziale sono state associate le informazioni su una porzione di territorio inizialmente limitata, a seguito delle opportune verifiche, il modello è stato esteso all'intero territorio oggetto dell'analisi.

Un riscontro positivo al lavoro di mappatura delle aree coltivate a kiwi lo si è avuto confrontando il dato complessivo cartografato (ca. 65 ha) con i dati desunti dalle richieste di derivazione d'acqua dall'asta del Torrente Santerno (ca. 71 ha complessivi e ca. 63 ha nella sola vallata del Santerno)

Per ogni foglio catastale è stato conteggiato il fabbisogno idrico espresso in mc/anno per ettaro irrigato. L'aggregazione dei dati suddetti su tutto il bacino idrografico del torrente Saanterno ha portato alla realizzazione di una carta denominata *Fabbisogno idrico in base alle colture elaborate sui fogli catastali*.

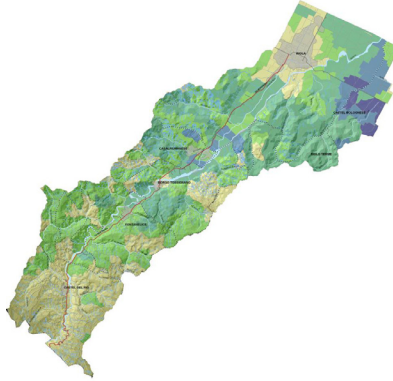


Fig.2 – Carta tematica del Fabbisogno Idrico delle colture sulla base del foglio catastale, la visualizzazione è basata su una scala graduata quantitativa che evidenzia i fogli con colture più idroesigenti.

L'ipotesi di lavoro successiva è stata quella di suddividere il territorio in esame in sottobacini, ovvero valli o sistemi autonomi delimitati da crinali o vallate secondarie che potessero costituire unità territoriali minime sulle quali valutare esigenze e possibili interventi infrastrutturali. La costruzione dei sottobacini è stata portata avanti come proposta attraverso l'analisi degli affluenti (rii, corsi d'acqua) del Torrente Saanterno e della morfologia del territorio da essi attraversati. Sono stati individuati e schedati 65 sottobacini riportanti le seguenti informazioni: stralcio cartografico 1:25.000 con delimitazione areale e numero del sottobacino, superficie totale del sottobacino, superficie per coltura presente suddivisa in fruttueto, seminativo e kiwi, fabbisogno idrico del sottobacino, capacità di invaso presente, coefficiente di equilibrio idrico. Nei casi in cui il confine di due sottobacini idrografici attraversava il singolo foglio catastale, sono stati ripartiti ponderalmente i dati tra i due sottobacini. L'aggregazione dei dati sull'unità del sottobacino è portata alla costruzione di una carta parallela del Fabbisogno idrico delle colture basata sull'entità del sottobacino.

A seguito della realizzazione di un sistema di rappresentazione del fabbisogno idrico, su classi parametrabili, si è proceduto ad analizzare le disponibilità idriche presenti, escludendo le acque di superficie (rii, torrenti, fiume Saanterno, canali) in quanto l'intento progettuale dell'analisi prevedeva di valutare la disponibilità derivante dai soli invasi attualmente presenti e mappati attraverso operazioni di TLR. La base dati informativa è stata poi integrata con la geocodifica dei punti di prelievo dai fiumi fornita dagli appositi elenchi delle autorizzazioni provinciali. Una volta costruita la mappa del fabbisogno idrico, sono state elaborate, secondo specifici algoritmi, carte tematiche indicanti il coefficiente di idroesigenza sia sull'unità geometrica del foglio catastale, sia attraverso l'unità dei sottobacini idrici.

3. Il Coefficiente di Equilibrio Idrico

Il fabbisogno idrico costituisce un indicatore importante ma parziale in quanto non tiene conto delle effettive disponibilità idriche presenti sul territorio. E' per questo che lo studio ha voluto approfondire e individuare un Coefficiente di equilibrio idrico quale valore oggettivo per valutare e intraprendere eventuali azioni infrastrutturali a sostegno della politica idrica del territorio.

3.1 Metodologia

Dal censimento degli invasi effettuato dalla Autorità di Bacino del Reno nel 2005 risultava che il calcolo del volume degli stessi fosse stato effettuato per 105 invasi (senza distinzione di utilizzo degli stessi), mentre il numero totale degli invasi presenti, a seguito di una verifica tramite fotointerpretazione, è di gran lunga superiore e pari a 438.

Per quanto detto, di conseguenza, si è reso necessario ricostruire la disponibilità potenziale d'acqua invasata per oltre 300 invasi.

L'ipotesi semplificativa utilizzata per il calcolo dei volumi degli invasi, a partire dalla rilevazione della dimensione superficiale dei bacini tramite foto aeree, è stata la seguente:

- forma geometrica spaziale dei bacini: tronco di cono rovesciato;
- pendenza delle scarpate: 45° (1/1);
- profondità dei bacini da ciglio a base: 4 metri;
- spessore idrico utile: 2,8 metri pari al 70% della profondità dei bacini (questa riduzione tiene conto del fatto che gli invasi non possono essere riempiti fino al ciglio e che oltre una certa profondità la presenza di fanghiglia non consente un totale utilizzo dell'invaso)

Il dato relativo alla "Capacità di invaso del sottobacino", presente nelle schede di cui al paragrafo precedente, rappresenta il risultato, per numero di invasi e per sommatoria dei volumi totali disponibili, dei calcoli suddetti.

Questa disponibilità teorica [01] è valida completamente nel caso in cui gli invasi si trovino allo stato di massimo riempimento all'inizio del periodo irriguo e non vengano più ri-alimentati fino al termine dello stesso, ovvero che risultino sufficienti per l'intero periodo estivo.

E' evidente che, essendo la quasi totalità dei bacini alimentati dalle acque piovane, si introduce sicuramente un errore nel calcolo dovuto alla variabilità, da un anno all'altro, del regime pluviometrico; si è ritenuto, tuttavia, che, ai fini del presente studio, l'ipotesi adottata possa ritenersi sufficiente.

Nel calcolo, infine, dei volumi disponibili non sono stati considerati gli invasi di grandi dimensioni utilizzati per altre finalità.

Per quanto riguarda le aree irrigue di fondovalle (fascia dei terrazzi fluviali), il cui approvvigionamento deriva dai prelievi, diretti o indiretti, dai corsi d'acqua superficiali (Santerno, canali artificiali), si è ipotizzato che l'intero fabbisogno irriguo sia soddisfatto dai suddetti prelievi (stato di equilibrio tra domanda ed offerta); questa ipotesi si dimostra attendibile considerando un intorno di 300 metri, in destra ed in sinistra delle vie d'acqua principali, irrigato tramite i prelievi di cui sopra.

L'ultimo passo necessario per la realizzazione delle mappe del fabbisogno idrico è costituito dal confronto tra domanda ed offerta idrica su di un determinato territorio e questo è stato realizzato attraverso il coefficiente di Equilibrio Idrico (adimensionale), che viene definito come il rapporto tra disponibilità idrica (invasi o prelievi da corsi d'acqua) e fabbisogno idrico delle colture.

Il calcolo del coefficiente di Equilibrio Idrico, effettuato per singolo foglio catastale e per singolo sottobacino idrografico (vedi Fig. 4), ha poi portato, tramite aggregazione su tutto il bacino idrografico del Santerno, alla elaborazione delle seguenti carte tematiche:

- Carta del Coefficiente di Equilibrio Idrico dei fogli catastali derivante dal rapporto tra la disponibilità degli invasi e il fabbisogno delle colture presenti (scala 1:50.000)
- Carta del Coefficiente di Equilibrio Idrico dei sottobacini derivante dal rapporto tra la disponibilità degli invasi e il fabbisogno delle colture presenti (scala 1:50.000)

La scala adottata per definire le diverse fasce di fabbisogno idrico è la seguente:

- Coeff. di Equilibrio Idrico $< 0,35$ = Forte Deficit
- Coeff. di Equilibrio Idrico da 0,35 a 0,80 = Deficit
- Coeff. di Equilibrio Idrico da 0,80 a 1,10 = Equilibrio
- Coeff. di Equilibrio Idrico $> 1,10$ = Surplus

La mappa della idroesigenza così elaborata deriva dalla trasposizione delle superfici di coltura sull'invariante geometrica del foglio catastale e dalla parametrizzazione sulla base della superficie del foglio. Il conteggio del fabbisogno idrico per tipologia di coltura espresso in Mc per ettaro deriva pertanto dalla seguente espressione:

$$((\text{sukfog} * \text{fK}) + (\text{suSfog} * \text{fS}) + (\text{suFfog} * \text{fF})) * 10 / \text{sufog} = \text{mc/ha del foglio}$$

Dove fK, fS, fF corrispondono al fabbisogno idrico rispettivamente del kiwi, seminativo e frutteto espresso in mm/ha

E' necessario sottolineare che l'interpretazione dei risultati così ottenuti deve essere effettuata in modo congiunto tra dati di fabbisogno irriguo delle colture e corrispondenti dati di coefficiente di Equilibrio Idrico, per evitare grossolani errori di valutazione: il caso in questo senso più evidente è rappresentato dalle aree a monte dell'abitato di Borgo Tossignano, dove lo stato di equilibrio idrico è dato dalla esiguità di domanda a cui corrisponde esiguità di disponibilità (importanza pressoché nulla ai fini degli obiettivi del Piano), confrontate con le aree di fondovalle, dove la domanda irrigua è molto forte e viene compensata da forti prelievi (importanza molto alta ai fini degli obiettivi del Piano). La definizione di queste condizioni è definita attraverso alcuni filtri nell'algoritmo di calcolo del Coefficiente della idroesigenza.

4. Conclusioni e sviluppi

L'elaborazione delle carte tematiche è derivata dalle informazioni inserite a seguito delle analisi del database, in considerazione che le unità geografiche di rappresentazione (foglio catastale e sottobacini) risultano invarianti nel tempo, il sistema è in grado di recepire informazioni aggiornate annualmente sulle colture presenti basate sull'unità del foglio catastale e restituire le cartografie dinamicamente attraverso le relazioni fra tabelle che sono state costruite. La gestione dell'informazione, ovvero la costruzione di scenari, risulta pertanto sufficientemente flessibile agli scopi originari che hanno portato alla realizzazione del presente progetto.

Riferimenti

- Fenice Consulting (2009), *Piano di sviluppo sostenibile delle risorse idriche delle vallate dei Torrenti Santerno e Sillaro, Fase 2*
A. Seravalli (2007), *GIS Teorie e Applicazioni*, Imola
ISEA, *Itinerari turistico ambientali lungo la vallata del Santerno*, Bologna, dicembre 2006