

# Utilizzo di un GIS per la valutazione di colture alternative al tabacco in Italia

E. Fiorillo (\*), P. Magazzini (\*), L. Ongaro(\*)

\*Istituto Agronomico per l'Oltremare di Firenze – Ministero Affari Esteri. Via A. Cocchi 4, 50131 Firenze.  
Tel. 05550611 Fax 0555061333 e-mail: iao@iao.florence.it

## Riassunto

Il Progetto Co.al.ta.2 (Colture alternative al tabacco), promosso dalla Comunità Europea e gestito dal MIPAF, ha come finalità la valutazione di ordinamenti colturali alternativi nelle aree italiane attualmente coltivate a tabacco.

Nell'ambito di tale progetto L'Istituto Agronomico per l'Oltremare di Firenze ha sviluppato alcuni modelli interpretativi che hanno permesso di simulare scenari di riconversione delle aree tabacchicole italiane, tenendo conto delle risorse disponibili in stretta relazione alla sostenibilità dell'ambiente. Lo studio si è per lo più svolto attraverso la valutazione di due delle più importanti aree tabacchicole in Toscana e Umbria, rispettivamente Val di Chiana e Val Tiberina.

La prima fase del progetto ha riguardato la raccolta di dati, relativi al clima, agli aspetti geomorfologici, alle tipologie di suolo, alla fertilità, alle disponibilità irrigue, alla vulnerabilità dell'ambiente, alle colture presenti o a quelle oggetto di sperimentazione per la sostituzione del tabacco. Si è così costruito un sistema informativo territoriale, utilizzando il software ESRI ArcGIS, grazie all'utilizzo di un modello digitale del terreno e l'ausilio di sistemi fotointerpretativi, che ha permesso alla creazione di una cartografia delle unità pedopaesaggistiche in cui le varie land-unit sono state individuate in termini di caratteristiche relative a suolo, copertura del suolo, aspetti geomorfologici e climatici. Successivamente si è valutata la specifica idoneità di una superficie interessata a numerose colture alternative (essenzialmente colture da biomassa, da biodiesel e da quarta gamma), ottenendo cartografie tematiche relative alle potenzialità d'uso (suitability maps). E' stato possibile anche valutare la suscettibilità dei suoli al rischio erosione, la loro attitudine al pascolamento, oltre alla realizzazione di carte tematiche relative alla più generica capacità d'uso dei suoli (land capability maps), in cui si è ottenuta una valutazione di attitudine delle aree studiate per ampi sistemi agro-pastorali in relazione ad una sua utilizzazione sostenibile.

## Abstract

*The goals of Co.Al.Ta. 2 project is to substitute the tobacco cultivated areas with different alternative crops.*

*To validate the experimental crops (Stevia, Kenaf, Hemp, Poplar etc.) the IAO institute in Florence has carried out a geomatic study in some traditional tobacco cultivated areas in central Italy (Toscana and Umbria).*

*The geomatics studies has focused on sustainability of new crops between correlation to soil, climatic conditions (using cokriging spatial analysis), morphology and lithology of the studied areas using vector and raster data on ESRI ARCGIS software to perform a GIS model with Land Suitability Maps for all the experimental crops.*

## Premessa

Il progetto Co.Al.Ta. 2 (Colture alternative al tabacco, fase 2), nasce come Progetto finalizzato della Comunità Europea (Regolamento CE n. 2182/2002) nel quadro della lotta al tabagismo e promosso dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, il quale ha affidato ad alcuni enti di ricerca, istituti ed università, il compito di eseguire studi e sperimentazioni al fine di valutare le possibilità di riconversione della filiera produttiva tabacchicola con colture alternative.

L'approccio è stato di tipo multidisciplinare con taglio socio-economico e agronomico, che, con questa seconda fase, ha interessato tutte le regioni con contesti tabacchicoli consistenti (Veneto, Toscana e Umbria, Campania e Puglia) indirizzandosi in particolare verso la sperimentazione in campo delle colture alternative scelte.

Da qui la necessità di conoscere approfonditamente le caratteristiche dei territori coltivati a tabacco al fine di valutare sia la sostenibilità ambientale delle specie alternative scelte, sia le potenzialità intrinseche dei suoli a sostenere le colture alternative.

Si è quindi provveduto a progettare e realizzare un sistema informativo geografico che permettesse sia l'analisi delle risorse del territorio dal punto di vista climatico, pedologico e morfologico e che fornisse informazioni sulla potenzialità d'uso dei suoli riguardo alle colture alternative oggetto di sperimentazione.

L'indagine ha inizialmente interessato le aree tabacchicole della Toscana e dell'Umbria, i cui risultati sono riportati nel presente lavoro, in seguito estesa alla Campania e alla Puglia.

### **Struttura del progetto**

Il progetto ha utilizzato un tipo di approccio di tipo "olistico", attraverso la correlazione dei dati rilevati in campagna relativi al clima, ai tipi di suoli, alla fertilità, alle disponibilità irrigue, alla vulnerabilità, alle colture presenti o a quelle oggetto di sperimentazione, è possibile, per un determinato territorio, ottenere dei modelli interpretativi e simulare scenari di riconversione delle aree tabacchicole, che tengano conto delle risorse disponibili in stretta relazione alla sostenibilità dell'ambiente.

Le aree oggetto dell'indagine sono state scelte sulla base della maggiore superficie occupata da colture tabacchicole. Per la Toscana, dove la superficie totale coltivata a tabacco ammonta a circa 2.326 ha (dati AGEA 2005), è stata scelta l'area che comprende la Valdichiana e l'Alta Val Tiberina, dove è concentrata la quasi totalità delle coltivazioni di tabacco nella regione, e ha interessato una superficie totale di 211.000 ha (fig. 1).

Per l'Umbria, che ha una superficie totale coltivata a tabacco di circa 7.490 ha (dati AGEA 2005), è stata scelta l'intera val Tiberina, dal confine toscano al lago di Corbara, per una superficie complessiva di 171.000 ha (fig. 2).

Per la fotointerpretazione delle unità pedopaesaggistiche si è fatto ricorso ad un modello digitale del terreno con passo medio 20x20m e 40x40m e di ortofotocarte pancromatiche in scala media 1:10.000 (volo AIMA 2004-2005).



Fig. 1 – Area di studio in Toscana



Fig. 2 – Area di studio in Umbria

Il progetto si è articolato in tre fasi consecutive, realizzate nell'arco di due anni, sintetizzato nello schema riportato in fig. 3:

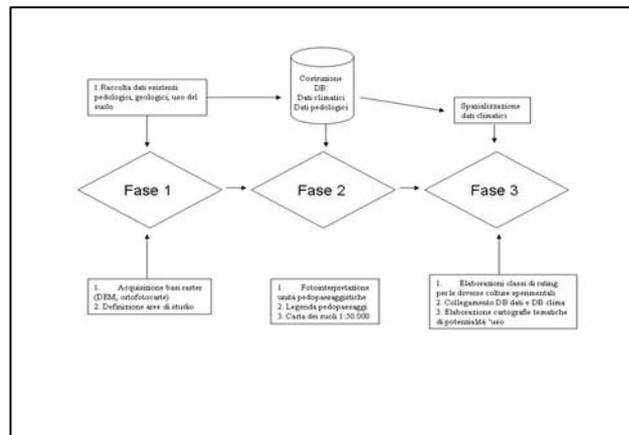


Fig. 3 – Schema della struttura del progetto

Nei paragrafi che seguono si riportano, in sintesi i risultati relativi alle elaborazioni di analisi spaziale dei dati climatici ed alle elaborazioni di carte tematiche di potenzialità d'uso dei suoli.

### Analisi spaziale dei dati climatici

La rappresentazione di un tema di interesse geografico di natura climatica in un sistema informativo geografico è generalmente effettuata in modalità raster. Le informazioni provenienti da stazioni meteorologiche sono invece di natura puntuale, quindi si ritiene necessario un trattamento statistico per questo tipo di informazione. Per passare da una serie di dati puntuali ad una distribuzione continua nello spazio, che consenta la rappresentazione cartografica dell'andamento delle grandezze climatiche in esame, si possono impiegare diversi metodi che si riferiscono al campo della statistica applicata. Qualunque sia la natura della tecnica usata (metodi basati sulla regressione, metodi geostatistici o altro), lo scopo è stimare il più fedelmente possibile i valori incogniti della variabile oggetto di studio sull'intero grigliato regolare rappresentato dal raster, a partire da valori noti solo in alcune posizioni. Il termine spazializzazione indica proprio questo tipo di operazione.

Per le temperature è stata utilizzata la tecnica della regressione lineare semplice. Questa tecnica viene utilizzata quando si ritiene che ci sia una correlazione lineare fra la variabile dipendente e quelle indipendenti. Un modello di regressione lineare con due variabili di predizione può essere scritto come segue:

$$y(g) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$$

dove  $y$  è la variabile dipendente, nel nostro caso le temperature da spazializzare,  $x_1$  e  $x_2$  sono le variabili indipendenti (in questo caso rappresentate dai metadata delle stazioni meteorologiche);  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  sono i regressori e  $\varepsilon$  è un termine che esprime l'errore random. L'ipotesi è che i valori  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  siano costanti su tutta l'area di studio. Nelle spazializzazioni da noi effettuate per la Val di Chiana si è potuto spazializzare le temperature medie di ogni mese e le medie annuali partendo dai dati degli ultimi otto anni di sette stazioni meteorologiche e usando come variabili indipendenti un DEM di passo 20\*20m, l'esposizione ricavata dallo stesso DEM, la latitudine e la longitudine. Lo stesso è stato effettuato per la Val Tiberina, ma qui si è potuto utilizzare dati provenienti da un maggior numero di stazioni meteorologiche, in questo caso 21.

Per le precipitazioni è stato utilizzato il metodo geostatistico detto coKriging, valido quando non c'è una correlazione di tipo lineare fra la variabile dipendente e quelle indipendenti. Il Cokriging viene utilizzato nel migliorare la stima di una variabile nei siti sprovvisti di misure sperimentali, tutto ciò si realizza attraverso l'uso combinato di un'altra variabile, la quale presenti almeno un fenomeno di

correlazione con la prima. Questa tecnica è stata sviluppata da Matheron nel 1971 e non richiede nessuna assunzione sul tipo di correlazione che deve esserci tra le due variabili. È necessario solo che esse abbiano un significativo numero di punti campione in comune per ottenere una discreta stima del crossvariogramma; la condizione ottimale si ottiene minimizzando la varianza dell'errore di stima. La tecnica del cokriging migliora la stima, poiché è capace di incorporare interamente la natura e la variabilità spaziale della correlazione tra le due variabili (x) e y (x). Ciò non toglie comunque la difficoltà che alcune volte si incontra con il calcolo del crossvariogramma e la verifica di correttezza del modello teorico, in modo particolare se le due variabili non sono ben correlate tra loro. Nel nostro caso per la Val di Chiana si è utilizzato un DEM di passo 20\*20m e i dati provenienti da sedici stazioni meteorologiche mentre per la Val Tiberina erano disponibili i dati di ventinove stazioni, ma si è dovuto fare ricorso a un DEM di passo maggiore, 40\*40m, a causa delle difficoltà del software di spazializzare la enorme mole di dati risultanti da un DEM 20\*20.

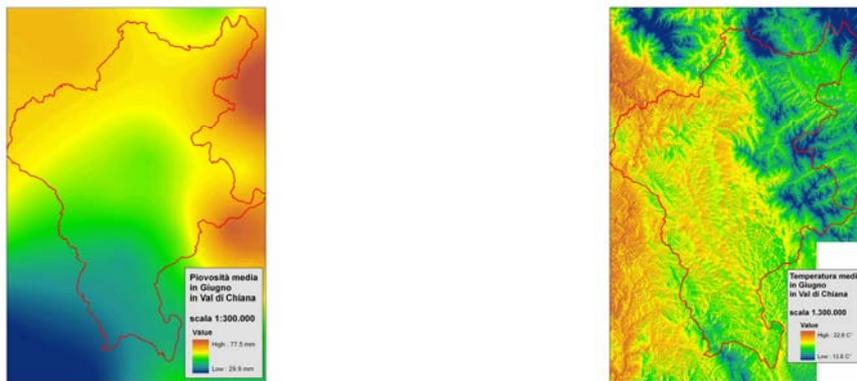


Fig. 4 - Spazializzazione di dati climatici: Temperature e precipitazioni in Valdichiana, Giugno

### La cartografia tematica di potenzialità d'uso

La procedura di valutazione dell'attitudine del territorio ad una utilizzazione specifica, secondo il metodo della *Land Suitability* è stato messo a punto dalla F.A.O., intorno agli anni settanta, con l'obiettivo di stabilire una metodologia di valutazione. Essa si basa sui seguenti principi:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione richiede un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto il concetto di "*uso sostenibile*", cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo o permanente delle qualità del territorio.

Nel caso studiato è stata eseguita una fotointerpretazione, eseguita su DEM 20x20 con l'ausilio di ortofotocarte 1:10.000, che ha permesso la creazione di unità pedopaesaggistiche suddivise in Sistemi, Sottosistemi ed Unità Cartografiche a scale di dettaglio progressivamente maggiori (da 1:250.000 per i Sistemi fino 1:50.000 per le Unità) e definite per morfologie, litologie, usi del suolo e suoli diversi (fig. 5). I dati relativi ai suoli dell'area toscana sono stati reperiti presso la BD della Regione Toscana (*Banca dati Progetto Carta dei Suoli 1:250.000*) e da bibliografia, mentre per l'area umbra sono stati in parte ottenuti da bibliografia e per la gran parte rilevati direttamente in campo. Sono state riconosciute 83 unità pedopaesaggistiche per l'area toscana e 63 per l'area umbra (fig. 6).

Paesaggio				Suoli			Interpretazioni			
Soil Region	Sistema	Sottosistema	Unità	Sigla e Pedon	Descrizione	Classificazione		Rischio di erosione LEAM	LCC	FCC
						USDA 9th ed.	WRB '98			
78.2 Appennino settentrionale e centrale	1 – Appennino centrale: Monti di Poti	11 – Rilievi di bassa e media montagna a drenaggio subparallelo o angolato poco sviluppato e con movimenti di massa, su substrato argillitico o marnoso	1101 – Versanti o porzioni di versante a bassa pendenza ad andamento prevalentemente rettilineo su substrato di arenarie non calcaree alternate a argille e marne siltose, utilizzate prevalentemente a oliveto e vigneto, con bosco ceduo nelle incisioni e presenza di paleofraie nella valle del T. Vinzone	LIP1 Monte Cuculo V10_#11422534	Suoli profondi, a profilo Ap-Bw-C, profondità utile alle radici elevata, scheletro frequente, tessitura media, molto scarsamente calcarei, reazione debolmente alcalina, TSB alto, CSC alta, AWC alta (160 mm), ben drenati, Ksat moderatamente bassa.	Type Eutrudops fine loamy mixed, mesic	Eutric Cambisols	3		

Fig. 5 – Esempio della Legenda delle Unità Pedopaesaggistiche.

I caratteri definiti in legenda, opportunamente codificati, sono stati inseriti in un *Data Base di Land suitability MS Access* che, attraverso il collegamento con tabelle e macro *MSExcel*, hanno fornito la base dati per l'elaborazione automatica delle cartografie tematiche, secondo lo schema riportato (fig. 7).



Fig. 6 – Stralcio della Carta dei Pedopaesaggi in scala 1:50.000

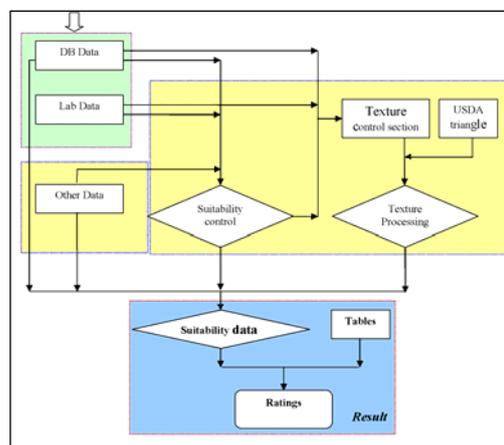


Fig. 7 – Schema della procedura di valutazione automatica di potenzialità d'uso dei suoli

Si è proceduto quindi a definire le esigenze colturali e vegetazionali delle diverse colture oggetto di sperimentazione e di seguito elencate:

- *Artemisia annua*
- *Stevia Rebaudiana*
- *Kenaf (Hibiscus Cannabinus)*
- *Erba medica (Medicago sativa)*
- *Mais*
- *Canapa da fibra e biomassa (Cannabis sativa)*
- *Sorgo da biomassa*
- *Pioppo da biomassa*

Cui si deve aggiungere la *valutazione dell'attitudine dei suoli al pascolo ovino e bovino*, la *valutazione del Rischio Potenziale di Erosione*, l'*Attitudine dei Suoli allo Spandimento dei Reflui* e valutazioni più genericamente agronomiche quali la *FCC (Soil Fertility Capability Classification System)* e la *LCC (Land Capability Classification)*.

Il risultato finale ha consentito l'elaborazione di complesse tabelle di rating che hanno fornito, sulla base dei caratteri vegetazionali e delle esigenze colturali delle singole specie, valori di riferimento relativi alle esigenze climatiche, morfologiche, idrologiche e pedologiche che definiscono 5 classi di potenzialità d'uso dei suoli, anch'esse inserite del *Data Base di Land Suitability* (fig. 8):

- S1 – Adatto, con valori di rating tra 85 e 100
- S2 – Moderatamente adatto, con valori di rating tra 60 e 85
- S3 – Poco adatto, con valori di rating tra 40 e 60
- N1 – Temporaneamente inadatto, con valori di rating tra 25 e 40
- N2 – Permanentemente inadatto, con valori di rating tra 0 e 25

Caratteristico e qualità	Classe, livello, limitazione e scale di rating									
	S1		S2		S3		N1		N2	
	100	95	85	60	40	25	0			
Clima (c)										
Avvenimenti per galena	siccità		Per 1 anni su 10		2 anni su 10		3 anni su 10		> 3 anni su 10	
T° media durante il ciclo vegetativo	8.5 - 17		6.5 - 8.5		3.5-5.5		2.0 - 3.5		< 2.0	
Precipitazioni	700-2000		600-750		400-650		300-400		<300	
T topografia (t)			3 - 10		10-15		15 - 30		>30	
Pendenza (%)	0 - 3		40 - 500		100 - 700		>700		>700	
Esposizione (°)	ponsettante		NE-SW		N		S		S	
Pluviometria (%)	< 3		3-15		15-35		35 - 70		> 70	
Risiccità (%)	< 1		1-3		3 - 5		3 - 10		> 10	
Idrologia (w)										
Rischio inondazione	nessuno		basso		medio		moderato		alto	
Drenaggio	ben drenato		da ben drenato a moderatamente ben drenato		pizzicato mal drenato		mal drenato e eccessivamente drenato		Molto mal drenato	
Soalù (s)										
Profondità (cm)	> 150		100 - 150		60 - 100		< 60		< 60	
Temperatura (t)	F1, FA		F, FLA, AS		F5, S7, F5A		A, AL, S		AL, A con fenomeni variabili	
Schistoso (%)	< 10		10-25		25-35		35 - 50		> 50	
Permeabilità (cm/h)	1-2		3		4		5		5	
AWC (mm (struttura ideale))	> 150		100-150		50 - 100		30 - 50		< 30	
Fertilità (f)										
Reazione	5.5 - 7.5		5.0 - 5.5		4.5 - 5.0		4.0 - 4.5		< 4.0	
Salinità (s)	< 4		4 - 6		7 - 11		> 11		> 11	
S. O: %	> 1.0		1.0 - 0.5		0.5 - 0.3		< 0.3		ESP > 25%	
CSC (mg/100gr)	> 20		20 - 15		15 - 10		< 10		< 10	
Saturazione %	> 75		75-50		50-35		< 35		< 35	
Ca scambiabile	1 - 2		3		4		4		4	
Mg scambiabile	1 - 2		3		4		4		4	
K scambiabile	1 - 2		3		4		4		4	
Calcio attivo	1 - 2		3		4		4		4	
Calcio totale	1 - 2		3		4		4		4	

Fig. 8 – Scale di rating e classi di potenzialità d’uso del suolo riferite alla coltura del Pioppo da biomassa.

I risultati delle elaborazioni automatiche delle *Land Suitabilities* per le diverse colture scelte, sono stati collegati all’archivio geografico vettoriale della Carta dei Pedopaesaggi, permettendo la tematizzazione delle diverse potenzialità d’uso (fig. 9).

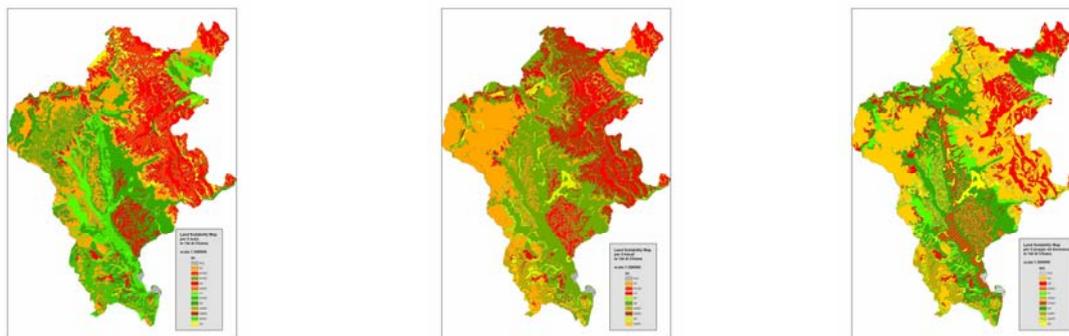


Fig. 9 – Potenzialità d’uso dei suoli dell’area di studio toscana (Valdichiana e Valtiberina) per il Mais da biodiesel, il Kenaf e il pioppo da biomassa

### Bibliografia

Bouma J, 1989. *Using Soil Survey for quantitative Land Evaluation*. In: Stewart B.A. (Ed.) *Advances in Soil Science 9*, Springer and Verlag, Berlin

Buol S.W., Sanchez P.A., Couto W., 1982. *Fertility Capability Soil Classification System: interpretation, applicability and modification*. Geoderma, 27(4).

Dent D, Young A., 1981. *Soil Survey and Land Evaluation*. G. Allen & Unwin, London

FAO, 1976. *A framework for Land Evaluation*. Soil Bulletin 32. FAO, Rome, Italy

Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy – Agricultural handbook 436*, Washington, USA

FAO, ISRIC, 1998. *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Report 84, Fao, Rome