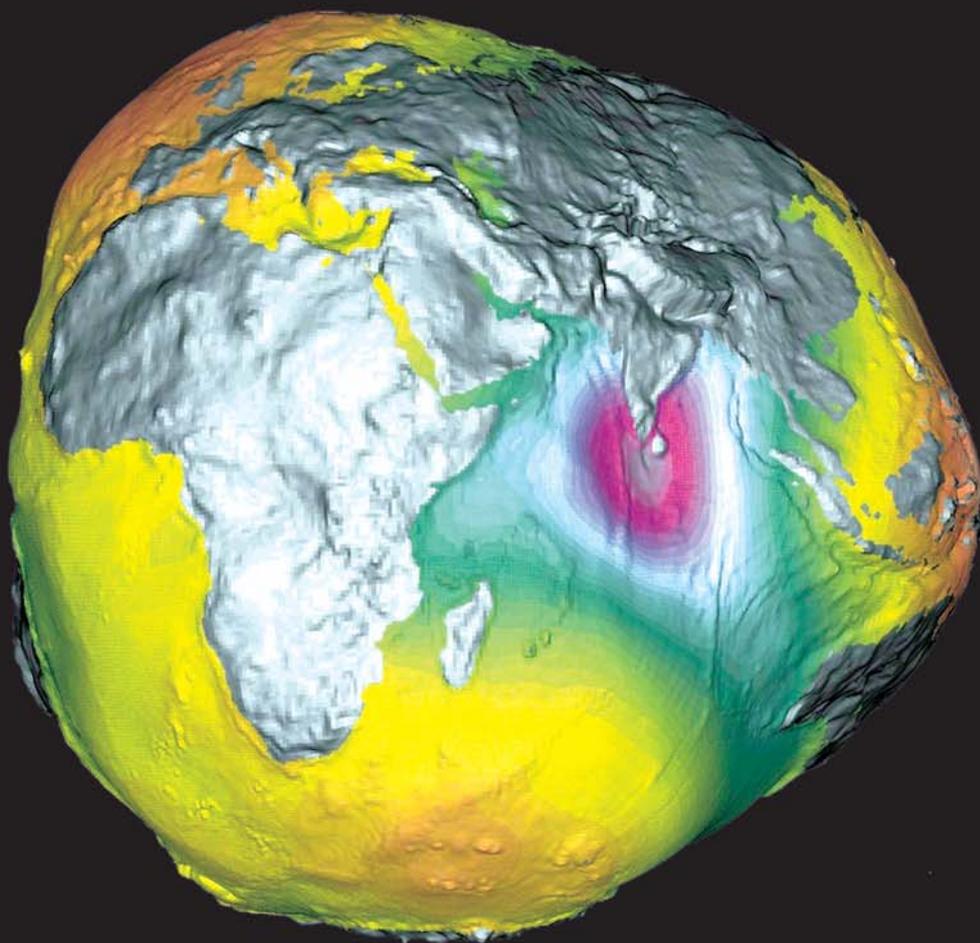


N° 4
2008

Rivista bimestrale - anno 12 - Numero 408 - Spec. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

GEO MEDIA

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente



► **La Protezione Civile e la gestione degli incendi di interfaccia**

► **Realtà Aumentata e GIS in difesa dell'ambiente**

► **L'analisi spaziale a supporto della filiera agroenergetica**

► **La cartografia storica rivive grazie al digitale**

► **Termina l'attesa per il lancio di GOCE**

L'analisi spaziale tramite GIS

a supporto di filiere agroenergetiche

di Flavio Lupia e Nicola Colonna

Nell'articolo che segue vedremo come, nell'ambito dello studio di fattibilità per il primo distretto agro-energetico del Lazio sia stata valutata la possibilità di introdurre colture specifiche per la produzione di biocarburanti. In particolare, tramite l'impiego delle funzioni di analisi spaziale del GIS, sono state identificate le aree vocate alla coltura del girasole. La metodologia utilizzata si basa sulla definizione di criteri e vincoli di vocazionalità per la coltura e sull'impostazione e risoluzione di un problema di analisi multicriterio di tipo multiattributo.

Si moltiplicano in Italia le iniziative per la realizzazione di filiere agro-industriali dedite alla produzione e trasformazione di prodotti agricoli con finalità energetiche. Le Regioni e le amministrazioni locali tramite piani e programmi nazionali ed europei supportano la creazione o le attività di distretti, consorzi e aziende dedicati alle produzioni agroenergetiche. E' importante che i decisori delle amministrazioni dispongano di strumenti conoscitivi atti a valutare quali filiere possano realisticamente svilupparsi in un dato territorio evitando di disperdere i pochi fondi disponibili su numerose ed eterogenee iniziative. La filiera si realizza infatti solo dove sussistono le condizioni pedoclimatiche per produrre le colture indicate oltre che le condizioni socio-economiche (dimensioni aziendali, imprenditorialità agricola) ed organizzative necessarie alla trasformazione del raccolto in un prodotto a più alto valore aggiunto per produrre energia. E' quindi indispensabile realizzare studi di fattibilità dettagliati e specifici per un determinato ambito geografico allo scopo di far emergere le opportunità e le criticità legate alle diverse filiere.

A supporto degli studi di fattibilità è utile disporre di metodologie e strumenti di analisi del territorio che consentano valutazioni mirate e precise.

Il presente contributo riporta l'applicazione sviluppata nell'ambito dello studio di fattibilità per la realizzazione di un distretto agro-energetico nel Lazio. L'applicazione è basata sull'implementazione, in ambiente GIS, di una metodologia di analisi per la vocazionalità territoriale della coltura del girasole finalizzata alla valutazione della sua coltivazione in asciutta su ampia scala. L'approccio seguito è basato sui diversi esempi presenti nella

letteratura internazionale e su un caso studio eseguito in Piemonte (IPLA, 2006), ma è stato adattato al contesto in virtù della limitata disponibilità di dati territoriali; inoltre, lo studio è stato realizzato tramite un'analisi spaziale multicriterio con alcuni elementi innovativi.

Il territorio

Il territorio della Valle del fiume Sacco, che costituisce il distretto agro-energetico laziale Valle dei Latini, è collocato geograficamente tra le province di Roma e Frosinone ed è interamente compreso all'interno del Bacino del Fiume Liri Garigliano Volturno (Figura 1).

La superficie complessiva dell'area è di 85.600 ettari di cui oltre 46.000 di pertinenza delle aziende agroforestali. Nel progetto del distretto è previsto che una parte della superficie possa essere dedicata a colture da energia al fine di produrre la materia prima per tre diverse filiere agroenergetiche: legno, biogas e biolio/biodiesel. Per l'avvio della filiera biolio/biodiesel è necessario introdurre e diffondere nel territorio colture dedicate alla produzione di

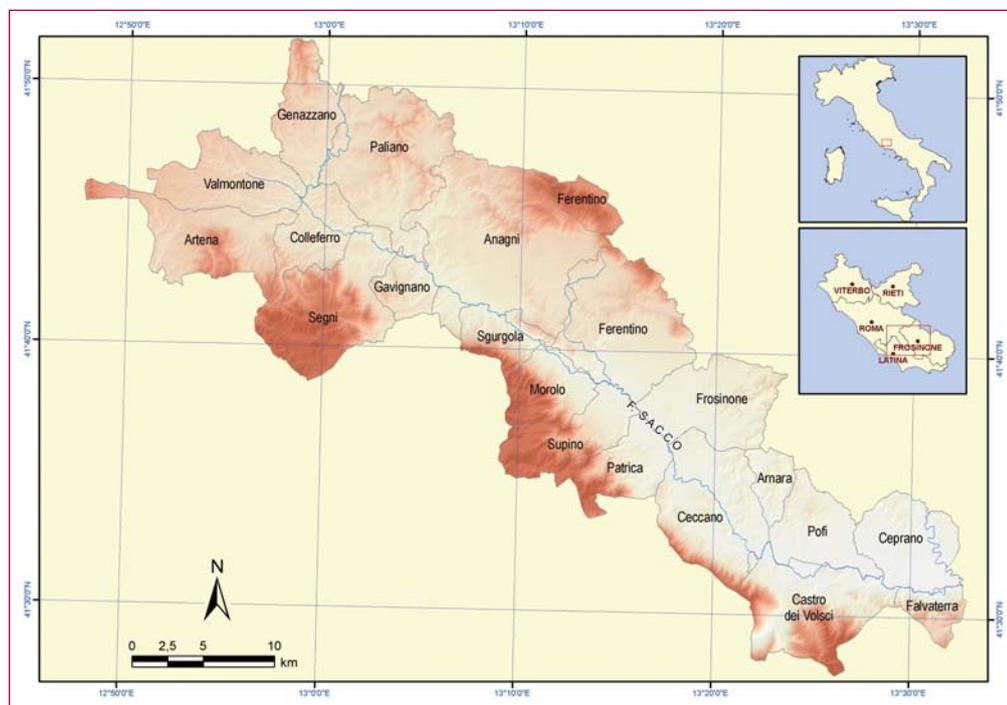


Figura 1 – Inquadramento dell'area di studio

Tabella 1 –
Caratteristiche
morfo-pedologiche
per il girasole in
asciutta e classi di
attitudine relative

CARATTERISTICA	CLASSE DI ATTITUDINE				DESCRIZIONE
	S1	S2	S3	NA	
Reazione (topsoil)	5.5-8.3	4-5.5 e 8.3-8.9	<4 e >8.9		Dati ottenuti dalla spazializzazione dei profili di suolo forniti da ISNP-Roma.
Tessitura*	FS-F-FL-LSA-FA-FLA-AS	SF-L-AL-A	S		
Carbonio organico (topsoil)	>0.8	<0.8			
Morfologia	Pianura e terrazzi	Fondovalle e versante poco pendente <15%	Versante mediamente pendente 15%-30%	Versante molto pendente >30%	Dati ottenuti dall'elaborazione del DEM (Digital Elevation Model) con risoluzione al suolo di 25 m (Regione Lazio)
Quota (m s.l.m.)	0-600	600-800	600-800	>800	

* Tessitura: S (sabbiosa), SF (sabbioso-franca), FS (franco-sabbiosa), F (franca), FL (franco-limoso), L (limoso), FSA (franco-sabbioso-argilloso), FA (franco-argilloso), FLA (franco.limoso-argilloso), AS (argilloso-sabbioso), AL (argilloso-limoso), A (argilloso).

semi oleosi, in particolare colza e girasole. La sostenibilità tecnico economica di tale filiera può ottenersi solo se si producono localmente quantità significative di semi oleosi: ciò si traduce nella necessità di dedicare a tali colture alcune migliaia di ettari. Con il nostro lavoro si è quindi cercato di comprendere se, fosse possibile introdurre con successo la coltura del girasole nelle rotazioni tradizionali, salvaguardando il modello agricolo attuale, focalizzato nella produzione di foraggi per gli allevamenti zootecnici. In generale, la pedologia, la morfologia, il clima, l'uso del suolo e le caratteristiche socio-economiche di una data area costituiscono le componenti fondamentali per l'esecuzione di un'analisi di vocazionalità di una coltura.

Il territorio analizzato è privo di una banca dati completa, pertanto si è cercato di impostare l'analisi utilizzando un insieme di parametri ridotto e valorizzando al meglio i dati disponibili. In particolare, sono state trascurate le caratteristiche socio-economiche e l'analisi climatica è stata focalizzata sulla verifica della compatibilità delle condizioni termo-pluviometriche dell'area con le proprietà di crescita del girasole.

Utilizzando le informazioni riportate in letteratura e analizzando diversi casi studio è stata definita la tabella 1 contenente l'insieme delle caratteristiche di vocazionalità che influenzano la crescita del girasole in asciutta. La differenziazione in 3 classi di attitudine decrescente S1, S2 ed S3 ed in una classe NA (Non Adatto) è basata sul livello di produttività atteso. Ogni caratteristica corrisponde ad un dato geografico.

I dati geografici recuperati per l'area sono caratterizzati da una elevata disomogeneità spaziale e temporale ed hanno fonti, metodo di produzione e risoluzione diversa, per cui la creazione della banca dati è stata preceduta da una lunga fase di *pre-processing* (armonizzazione, spazializzazione, georeferenziazione). I dati sono stati elaborati in ambiente GIS in formato *raster* con *pixel* di dimensione 25 m conformemente alla risoluzione del dato altimetrico disponibile (DEM). La scala finale della mappa di vocazionalità è comunque equivalente alla scala del dato a minor risoluzione che è di 1:25.000 (carta pedologica). I dati pedologici disponibili coprono soltanto il 53% dell'area di studio, di conseguenza l'analisi di vocazionalità è stata suddivisa in due livelli, differenziati in ordine crescente di approfondimento: nel Primo Livello, l'analisi è stata eseguita sull'intero distretto, utilizzando soltanto le caratteristiche morfologiche, altimetriche e di uso del suolo; nel Secondo Livello, l'analisi è stata eseguita nella sottoarea coperta dai dati pedologici (45.269 ettari), utilizzando tutte le caratteristiche elencate in Tabella 1.

Metodologia

Il punto focale dell'intera metodologia è costituito dalla formulazione e risoluzione di un problema di analisi decisionale. Date le peculiarità e le diverse caratteristiche coinvolte nella valutazione della vocazionalità, il problema è stato formulato facendo ricorso alla classe dei metodi decisionali multicriterio. Le fasi principali sono:

- ✓ Definizione del problema decisionale: consiste nella definizione dell'obiettivo dell'analisi, ovvero l'individuazione delle aree migliori per la coltivazione.
- ✓ Definizione dei criteri di valutazione: consiste nella definizione del set di attributi utilizzati nell'analisi multicriterio. Ogni attributo è selezionato in base alla sua capacità di influenzare direttamente il problema decisionale, ovvero di aumentare o diminuire la vocazionalità di una determinata unità territoriale (vedi Tabella 1).
- ✓ Definizione delle alternative: le alternative sono le unità territoriali caratterizzate dai relativi attributi. L'unità territoriale utilizzata nell'analisi è il pixel.
- ✓ Definizione e applicazione della *regola di decisione*: consiste nella definizione del metodo di risoluzione e nel calcolo della soluzione (carta di vocazionalità). L'analisi di vocazionalità è classificabile come un problema di decisione multiattributo e può essere risolto con il metodo della *somma lineare ponderata*. Analiticamente la soluzione è ottenuta in ambiente GIS attraverso la somma pesata dei vari strati informativi che rappresentano i diversi criteri.

L'intero flusso di operazioni è riportato in Figura 2.

La fase più delicata dell'approccio metodologico consiste nella definizione dei pesi associati ai vari criteri nella somma pesata. Essi esprimono l'influenza relativa di ogni criterio sull'obiettivo dell'analisi e definiscono l'importanza che il

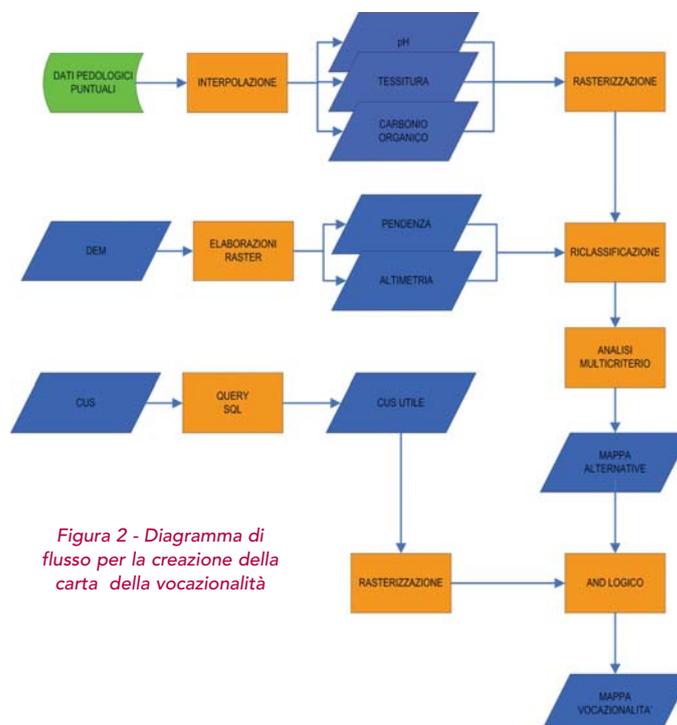
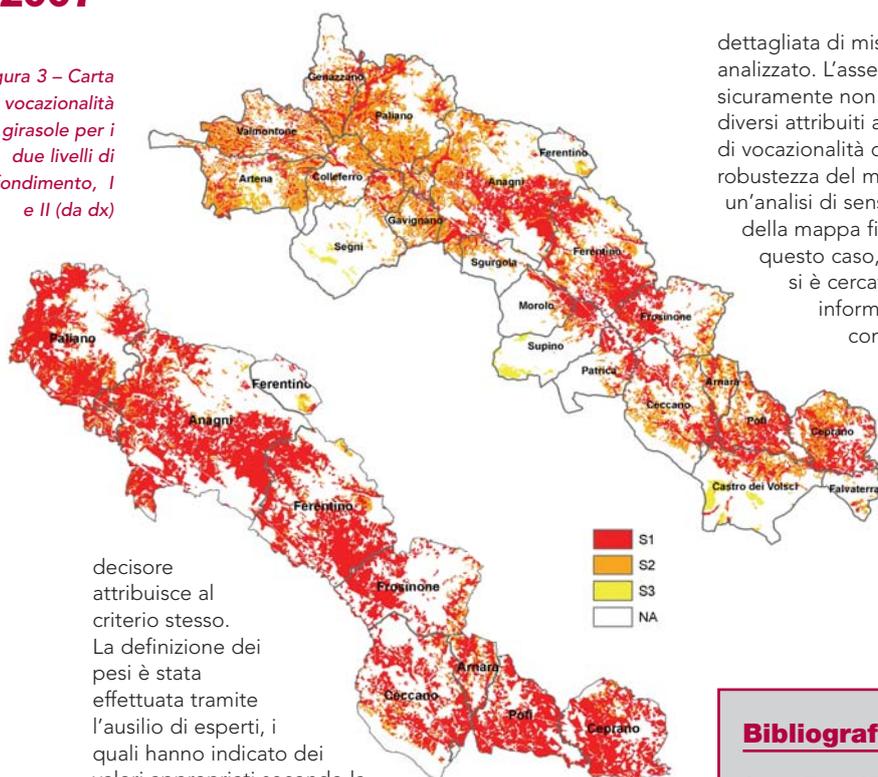


Figura 2 - Diagramma di
flusso per la creazione della
carta della vocazionalità

Figura 3 – Carta della vocazionalità del girasole per i due livelli di approfondimento, I e II (da dx)



decisore attribuisce al criterio stesso. La definizione dei pesi è stata effettuata tramite l'ausilio di esperti, i quali hanno indicato dei valori appropriati secondo la loro percezione dell'influenza di ciascun criterio sull'obiettivo dell'analisi. Per rendere il procedimento di attribuzione dei pesi più robusto e rigoroso, è stato applicato il metodo *AHP-Analytic Hierarchy Process* (Saaty, 1977), nel quale i criteri utilizzati sono confrontati a coppie e per ognuno è espressa l'importanza relativa rispetto all'altro secondo una scala di valori (da 1=uguale importanza a 9=importanza estrema). Per entrambi i livelli di analisi la mappa delle alternative ottenuta dall'analisi multicriterio è stata filtrata attraverso una maschera ottenuta invece dalla carta di uso del suolo (CUS). La maschera contiene le classi di uso del suolo potenzialmente utilizzabili (seminativi semplici in aree non irrigue, superfici a copertura erbacea densa, aree con vegetazione rada e seminativi semplici in aree irrigue). Il risultato dell'elaborazione per i due livelli di analisi è riportato in Figura 3.

Conclusioni

I risultati ottenuti con la risoluzione di un problema di analisi multiattributo, implementato interamente in ambiente GIS, possono essere utilizzati dal decisore per stimare le superfici complessive potenzialmente destinabili alla coltivazione del girasole, valutandone la convenienza economica nell'ottica dello sviluppo di una filiera biolio/biodiesel. Lo studio, se corredato da dati aggiornati e affidabili, può essere esteso a tutto il territorio regionale e può consentire di identificare le aree più idonee alla realizzazione di filiere agroenergetiche diverse.

Tuttavia occorre evidenziare come la qualità di tale tipologia di studi sia fortemente condizionata dalla natura e accuratezza dei dati disponibili, nonché dalle caratteristiche della metodologia utilizzata. Generalmente, infatti, i database territoriali regionali presentano delle grosse lacune su alcune componenti climatiche e pedologiche, lacune difficili da colmare se non con uno sforzo di lungo periodo ed un impegno economico delle amministrazioni competenti. Dal punto di vista metodologico i limiti dello studio sono legati alla definizione dell'insieme dei criteri e dei vincoli di vocazionalità assieme ai relativi pesi. I criteri ed i vincoli dovrebbero essere valutati ed adattati – attraverso una serie

dettagliata di misure sperimentali – al contesto territoriale analizzato. L'assegnazione dei pesi a *stima di esperto* è sicuramente non priva di incertezze dal momento che, pesi diversi attribuiti ai vari criteri generano come risultato mappe di vocazionalità differenti; sarebbe pertanto utile verificare la robustezza del modello di calcolo con l'esecuzione di un'analisi di sensitività per evidenziare l'entità delle variazioni della mappa finale in relazione alla scelta dei pesi. In questo caso, tramite le funzionalità dello strumento GIS, si è cercato di ovviare a lacune conoscitive ed informative territoriali non risolvibili nei tempi e con il budget a disposizione del progetto. La qualità ed affidabilità dei risultati potrebbe essere aumentata, qualora gli enti locali investissero risorse utili alla sistematizzazione e alla digitalizzazione della gran mole di dati prodotta nell'ambito delle loro attività e giacente negli archivi cartacei.

Bibliografia

- Saaty, T.L. (1977), "A scaling method for priorities in hierarchical structures", *Journal of Mathematical Psychology*, 15, pp. 231-281.
- Franca Viglia R., G. Mecella (2003), "Studio dei processi di degradazione del suolo su scala territoriale". *ISNP – Istituto per la Nutrizione delle Piante*.
- IPLA S.p.A. (2006), "L'esperienza del Piemonte sulle colture bioenergetiche". Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente. Workshop *Soil Indicators for the Soil Thematic Strategy Support* JRC - Ispra
- Regione Lazio (2008), Studio di fattibilità di filiere agroenergetiche nel comprensorio della Valle dei Latini al fine di definire un distretto agroenergetico. Roma

Abstract

GIS spatial analysis in support of agroenergy development

A feasibility study for an agro-energy district in the Latium region has been carried out using GIS tools to evaluate suitable areas for the cultivation of new energy crops for biofuel. This paper briefly describes the results of the sunflower land suitability analysis. The methodology used is based on crop suitability factors, cultivation constraints and GIS processing. The core processing is based on a multi-criteria analysis. The final result is a crop land suitability map.

Autori

FLAVIO LUPIA
lupia@inea.it

NICOLA COLONNA
colonna@casaccia.enea.it