

## L'olivicoltura nelle aree terrazzate: opportunità e limiti\*\*

### I. INTRODUZIONE

L'olivicoltura umbra si sviluppa prevalentemente su versanti pedemontani con pendenze piuttosto variabili ma quasi sempre elevate. I 20 comuni con la maggiore superficie olivata (che coprono il 70% dell'intera superficie olivicola regionale), presentano una pendenza media degli oliveti del 20 %. Anche la tipologia di substrato è variabile, e può essere approssimativamente distinta in due grossi gruppi: quella del substrato originato da formazioni fliothoidi con suoli a tessitura medio fine e quella su detrito calcareo con una elevata presenza di scheletro.

Ne consegue che la propensione al dissesto superficiale delle aree olivate risente di tali condizioni geomorfologiche e in questo il ruolo dell'agricoltura in generale, e dell'olivicoltura in particolare, riveste un particolare interesse. Infatti, è ormai provato che una corretta regimazione superficiale rappresenta un valido contributo alla problematica della gestione del territorio e della sua tutela per fini idrogeologici.

Tra le tecniche tradizionali di sistemazione idraulico-agrarie vi è quella della realizzazione di muretti a secco. Questi manufatti nel passato hanno caratterizzato i versanti olivati più acclivi ma oggi, purtroppo, stanno scomparendo, aggravando il problema idrogeologico e causando un decremento del valore paesaggistico degli oliveti.

\* *Dipartimento di Scienze Economico-estimative e degli Alimenti, Università degli Studi di Perugia*

\*\* Il lavoro è frutto di riflessioni comuni da parte dei due autori. Tuttavia, A. Boggia ha curato i paragrafi 4, 6 e 7; G. Massei i paragrafi 1, 2, 3 e 5.

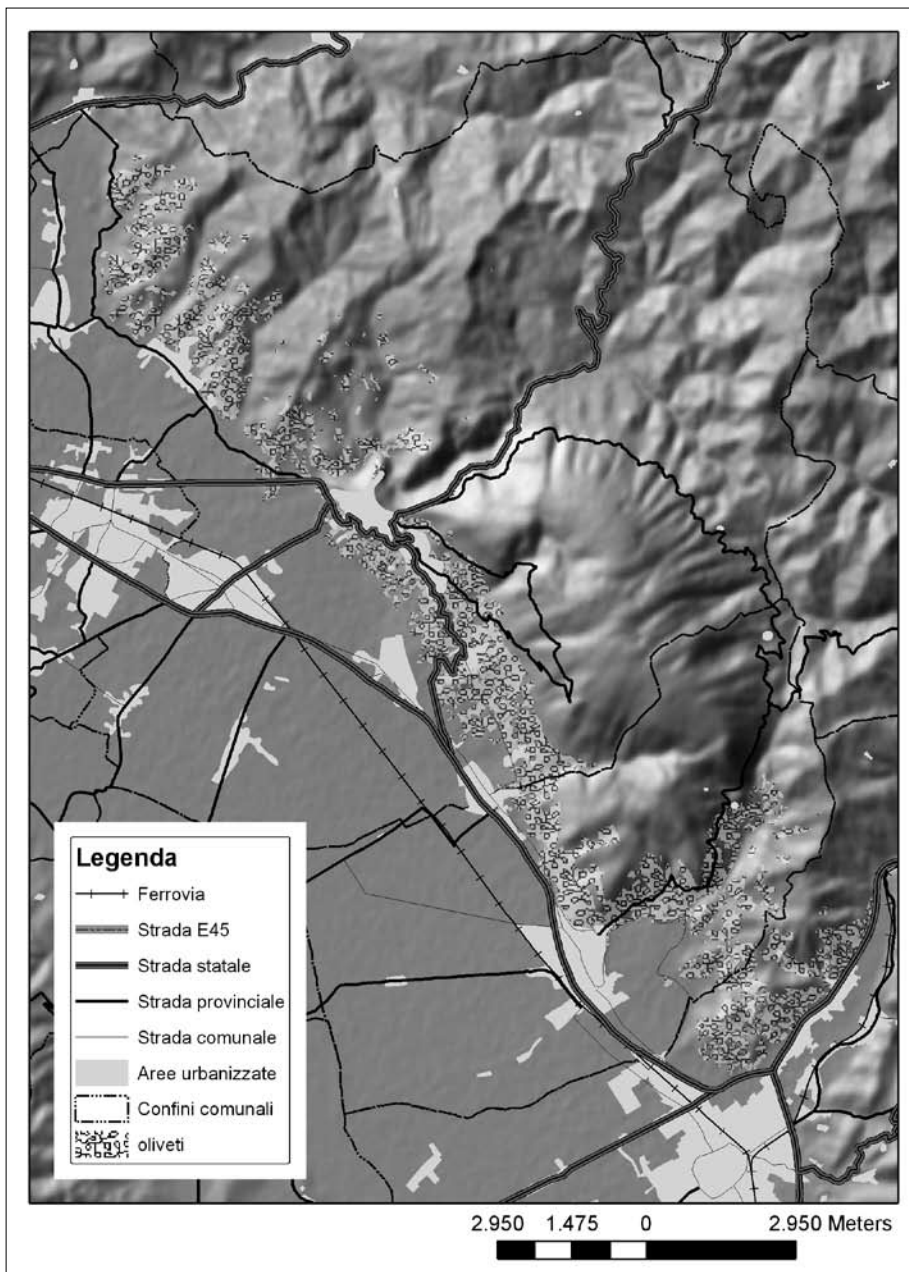


Fig. 1 *Inquadramento territoriale dell'area di studio*

Per tali ragioni, e in un'ottica di ottimizzazione dell'uso delle risorse pubbliche, questa problematica è stata analizzata in un'area dell'Umbria centrale, cercando di individuare i parametri in grado di misurare l'efficacia dei manufatti in termini idrogeologici e paesaggistici. Utilizzando informazioni di carattere geografico, viene proposta una metodologia di classificazione multicriteri a scala territoriale per definire le aree su cui è più importante intervenire per il mantenimento/realizzazione dei muretti a secco nell'ambito del contesto olivicolo oggetto di analisi.

## 2. DESCRIZIONE DELL'AREA

L'area di studio è un ampio territorio olivato ubicato nei comuni di Assisi, Spello e Foligno (fig. 1), sul versante orientale della Valle Umbra, comprendente le pendici del monte Subasio.

I suoli olivati derivano da substrati differenti: nella porzione settentrionale si rilevano depositi fluvio lacustri e, a quote leggermente maggiori, depositi flyschiodi; procedendo verso sud, in corrispondenza della pendici del Subasio, i suoli derivano quasi integralmente da coperture detritiche per poi tornare nuovamente ai depositi flyschiodi in corrispondenza del territorio di confine tra Spello e Foligno.

Gli olivi nell'area di studio si estendono da una quota minima di circa 200 m.s.l.m. a circa 600 m.s.l.m., con una pendenza minima del 10% fino al oltre il 30%.

## 3. REALIZZAZIONE DEL SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO

La perimetrazione delle aree coltivate ad olivo è stata ottenuta da cartografia di uso del suolo derivata da fotointerpretazione di ortofoto digitali. Le informazioni altimetriche, così come la pendenza e l'esposizione, sono state facilmente ottenute dal modello digitale del terreno generato con una risoluzione geometrica di 30 m, ritenuta sufficiente per le analisi condotte nel presente lavoro. Le informazioni geologiche sono state reperite dalla cartografia a corredo del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale mentre le aree soggette a dissesto derivano dal censimento eseguito dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Tutti i tematismi di base sono stati organizzati in un sistema informativo territoriale gestito con software open source (Grass ver. 6.3 e QGis ver.

0.10.0), riferiti al datum Roma40. Alcune elaborazioni sono state eseguite con il software gis SAGA ver 2.1 mentre le elaborazioni finali sono state eseguite con il software GeoDa ver 0.9.5.

Utilizzando la procedura proposta da Bestini e Lombardi Neto (1997), per ogni pixel del modello digitale del terreno sono state calcolate le dimensioni orizzontali e verticali (quindi volumetriche) di muretti a secco potenzialmente richiesti per l'area coltivata ad olivo. Sulla base di tale informazione è stato definito il costo di costruzione e di manutenzione, utilizzando il prezzario ufficiale della Regione Umbria. Si è così ottenuto un tematismo in grado di esprimere la "richiesta" di ogni pixel in termini di  $m^3$  di muretto a secco e, quindi, di € per la sua costruzione.

Mutuando dal modello RUSLE il parametro che esprime la suscettibilità all'erosione di un territorio, è stato calcolato il fattore LS che è direttamente proporzionale alla lunghezza del pendio e alla sua pendenza.

Il censimento delle aree soggette a dissesto rappresenta un ulteriore livello informativo complementare a quello definito dal fattore LS. Infatti, se questo è correlato al fenomeno dell'erosione superficiale, la presenza di dissesti in atto rappresenta un parametro di valutazione di problematiche idrogeologiche di altra natura. In tali casi, la mancata sistemazione idraulico-agraria raramente ha un ruolo principale e scatenante dell'evento ma, quasi sempre, rappresenta una concausa o, quanto meno, un elemento di aggravio di un fenomeno comunque in atto. Il tematismo "presenza di dissesti in atto" è stato inserito come variabile dicotomica (assenza/presenza) ed il minore peso attribuitogli nella successiva fase valutativa non deriva da una minore importanza dello stesso ma, semplicemente, dal fatto che la corretta regimazione superficiale non è sufficiente, da sola, alla gestione del problema.

Con il presente lavoro, accanto a valutazioni inerenti il ruolo dei muretti a secco degli oliveti nella tutela idrogeologica del territorio, si intende investigare anche la funzione paesaggistica di tali manufatti. Partendo dal presupposto che un parametro di valutazione dell'efficienza paesaggistica della realizzazione del muretto a secco è proprio la visibilità dell'oliveto, e che maggiore è la visibilità e più importante è l'attuazione di misure di realizzazione e conservazione di tali manufatti, è stato individuato un indice sintetico basato sull'analisi della visibilità.

A tal fine sono stati scelti cinque punti di visibilità particolarmente significativi, distribuiti lungo i principali assi viari della valle umbra e tra loro equidistanti, da cui eseguire delle analisi di visibilità verso la zona olivata oggetto di analisi. Sommando i GRID di visibilità ottenuti per ognuno dei cinque punti, è stato ottenuto un unico tematismo di sintesi con valori di

pixel variabili da 0 (assenza di visibilità) a 5 (visibilità da tutti i punti). Questo è stato aggiunto al sistema informativo territoriale come parametro di valutazione quantitativa dell'importanza paesaggistica nella realizzazione di muretti a secco.

Il sistema informativo territoriale generato è costituito da una serie di tematismi di tipo GRID (quota, pendenza, volume di muretto a secco, tipologia di substrato, fattore LS, livelli di visibilità) e vettoriale (perimetro degli oliveti, geologia, dissesti in atto) e rappresenta il database informativo per condurre la successiva fase di analisi e valutazione a supporto del Decisore pubblico.

#### 4. PROCEDURA DI VALUTAZIONE

La classificazione delle aree ritenute idonee ad un determinato utilizzo, sotto condizioni vincoli/obiettivi, rappresenta un tipico problema multicriteri già affrontato da diversi autori italiani e stranieri. In precedenti lavori (Boggia, Massei, 2000) è stata proposta una metodologia informatizzata che implementa l'algoritmo fuzzy di Yager. Le diverse aree che concorrono per un uso (nel caso specifico l'idoneità alla realizzazione/manutenzione di muretti a secco) sono a tutti gli effetti considerate alternative che vanno valutate attraverso una serie di criteri. In ambiente GIS, tali criteri sono tematismi cartografici che possono essere gestiti con gli strumenti tipici dei software GIS e trattati con una algoritmo di analisi multicriteriale. La procedura sviluppata, chiamata FuzzyMCDA<sup>1</sup> (fig. 2), lavora esclusivamente su formati tabellari, riconoscendo come elemento distintivo dell'area il codice univoco (chiave) del database geografico. In questo modo, ogni singola area di analisi che nel DB geografico è vista come un record, in FuzzyMCDA diventa un'*alternativa*, mentre gli attributi relativi vengono considerati come *criteri*.

L'algoritmo implementato è quello di Yager (1978) e che di seguito viene sinteticamente richiamato.

Sia  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  l'insieme delle i-esime alternative oggetto di valutazione,  $G_j$  con  $j = 1, \dots, m$  l'insieme fuzzy dei criteri (obiettivi) di valutazione e  $W$  il vettore dei pesi  $w_j$ . Il raggiungimento dell'obiettivo  $G_j$  da parte dell'alternativa  $X_i$  è espresso dal grado di appartenenza  $\mu_{G_j}(x)$ .

<sup>1</sup> Il codice è scritto in VBA for Excel ed è rilasciato con licenza GNU GPL con copyleft di A. Boggia e G. Massei.

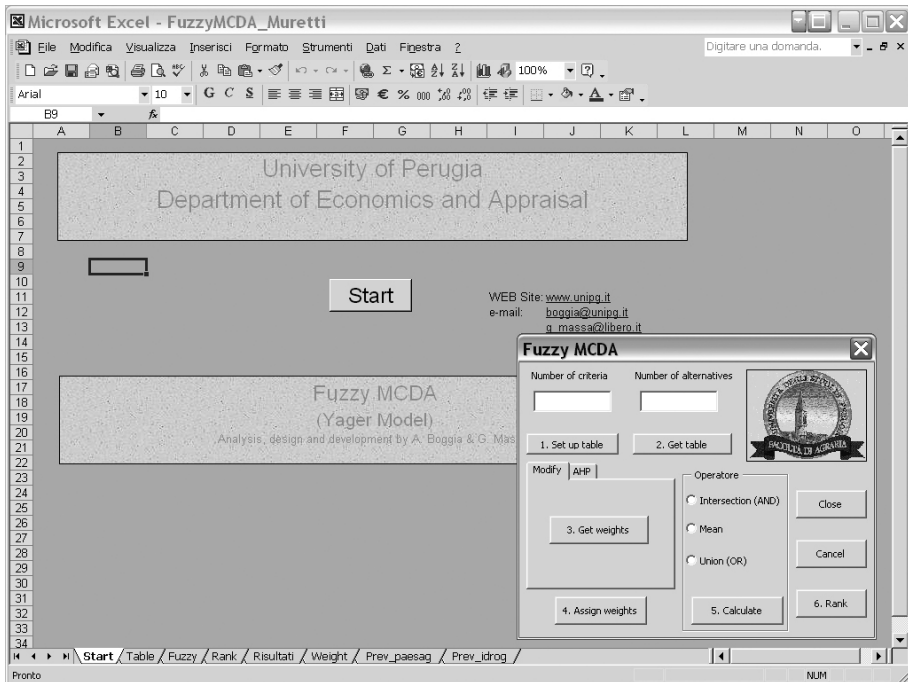


Fig. 2 Esempio di applicazione della procedura FuzzyMCDM

La ponderazione viene attuata utilizzando i pesi come esponenti dei valori delle alternative normalizzati ed assumono così il significato di “modificatori linguistici” rispetto ai valori originari.

Da quanto sopra risulta che la decisione  $D$  può essere definita dalla intersezione fuzzy:

$$D = G_1^{w_1} \cap G_2^{w_2} \cap \dots \cap G_m^{w_m}$$

Ne consegue che la soluzione (alternativa) migliore sia quella con il più alto valore assunto dal grado di appartenenza in  $D$  tra tutte le alternative oggetto di valutazione. L'operatore di intersezione (che coincide con un AND logico), poiché non compensativo, risulta estremamente cautelativo nella scelta delle alternative poiché l'intersezione stessa si basa sull'operatore di minimo. Da un punto di vista linguistico, tutti i criteri devono essere soddisfatti, pena l'esclusione dell'alternativa.

Per ovviare a problemi di classificazione, la procedura FuzzyMCDA implementa anche un operatore di unione (OR) e di media fuzzy ponderata (OWA) che, letti in parallelo, forniscono indicazioni migliori nella classificazione delle alternative.

| VALORE | AREA (MQ) | VISIBILITÀ<br>(INDICE) | DISSESTI<br>(INDICE) | FATTORE LS<br>(INDICE) | COSTO DI COSTRUZIONE<br>(EURO/MQ) |
|--------|-----------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------------|
|        | crescente | crescente              | crescente            | crescente              | decrescente                       |
| X1(=0) | 0,0       | 0,0                    | 0,0                  | 0,0                    | 50,0                              |
| X2(=1) | 50000,0   | 5,0                    | 1,0                  | 40,0                   | 0,0                               |

Tab. 1 *Criteri di valutazione e relativi range dei valori*

Nel caso in studio, viste le finalità applicative del lavoro, si è scelto di utilizzare come unità minima di analisi aree olivate uniformi per pendenza ed esposizione. In questo modo il risultato delle elaborazioni è rappresentato da un tema vettoriale che esprime la maggiore o minore attitudine di un'area alla realizzazione di un muretto a secco e, quindi, a percepire eventuali contributi pubblici.

Tutti i tematismi ottenuti e gestiti nel SIT sono stati elaborati ed i relativi valori di sintesi sono stati assegnati alle corrispondenti unità minime di analisi. Ciò, se da un lato comporta una limitata perdita di informazione, dall'altro consente di identificare in maniera certa e univoca la porzione di territorio oggetto di analisi fornendo uno strumento di immediata gestione tecnico amministrativa e applicativa.

La tabella 1 illustra in dettaglio i criteri di valutazione utilizzati con gli intervalli applicati per la normalizzazione dei valori.

FuzzyMCDM opera all'interno di un foglio elettronico proprietario, (ma il codice sorgente della procedura è open source) e restituisce la classifica con il punteggio in un file dbf, facilmente integrabile nel tematismo cartografico delle aree olivate per elaborazioni qualitative (visuali) o quantitative. La procedura, grazie all'uso di legenda che l'utente può creare ad hoc all'interno del software GIS, consente di mantenere in parte l'aspetto sfocato/linguistico peculiare della logica fuzzy. Alternativamente ciò andrebbe perso con la "defuzzificazione" dovuta alle operazioni di aggregazione e ordinamento.

Poiché la funzione di questo tipo di valutazioni è quella di supportare il decisore pubblico nelle proprie scelte e non di sostituirsi ad esso<sup>2</sup>, si è scelto di analizzare il problema secondo due differenti scenari:

- **scenario A:** prevalenza data agli aspetti geomorfologici e tutela idrogeologica;
- **scenario B:** sostanziale equilibrio tra i criteri paesaggistici e quelli idrogeologici;

<sup>2</sup> Da qui l'acronimo MCDA, Multi Criteria Decision Aid, cioè supporto multicriteri alle decisioni, comunemente utilizzato negli studi in materia.

| INDICATORI  | SCENARIO A | SCENARIO B |
|---|------------|------------|
| Superficie  | 0,0294     | 0,035      |
| Visibilità  | 0,0294     | 0,204      |
| Dissesto idrogeologico in atto                        | 0,4550     | 0,254      |
| Costo di costruzione                                  | 0,0294     | 0,254      |
| Suscettibilità a fenomeni di erosione e ruscellamento | 0,4550     | 0,254      |

Tab. 2 *Pesi ottenuti dal confronto a coppie per ogni scenario considerato*

La concretizzazione di questi due quadri di riferimento avviene nella fase di ponderazione che, in FuzzyMCDA viene eseguita con il metodo del confronto a coppie<sup>3</sup>, il cui risultato è riportato nella tabella 2.

## 5. RISULTATI OTTENUTI

I risultati della simulazione con FuzzyMCDA consistono in un vero e proprio ordinamento delle aree a oliveto. La rappresentazione numerica dei risultati, data la numerosità delle aree, risulterebbe però illeggibile, mentre una rappresentazione cartografica consente di apprezzare meglio i risultati, comunque collegabili in ogni momento ai dati numerici. Questi ultimi sono stati importati all'interno del sistema informativo territoriale, elaborati nel contesto territoriale di riferimento, ed esportati come cartografie di sintesi dove ad ogni colore corrisponde un determinato valore di preferenza compreso tra 0 (nessuna preferenza - grigio chiaro) e 1 (massima preferenza - grigio scuro).

Le cartografie tematiche risultanti sono rappresentate nelle figure 3, 4 e 5.

Gli operatori AND e OWA sono in grado di discriminare con sufficiente dettaglio le varie aree oggetto di indagine e fornire una classificazione delle stesse in termini di "attitudine all'incentivazione dei muretti a secco". L'operatore OR, invece, si conferma ancora una volta come scarsamente sensibile e, quindi, di più difficile utilizzazione nella generalità dei casi (Boggia, Massei 2000).

Dall'esame qualitativo delle cartografie tematiche, emerge anche un altro aspetto di interesse: a parità di operatore fuzzy utilizzato, lo scenario B ha una maggiore capacità di discriminazione rispetto a quello A, fenomeno confermato dall'analisi quantitativa rappresentata graficamente, a titolo di esempio

<sup>3</sup> Adottando le scale numeriche previste nel metodo AHP di Saaty (Saaty, 1977).



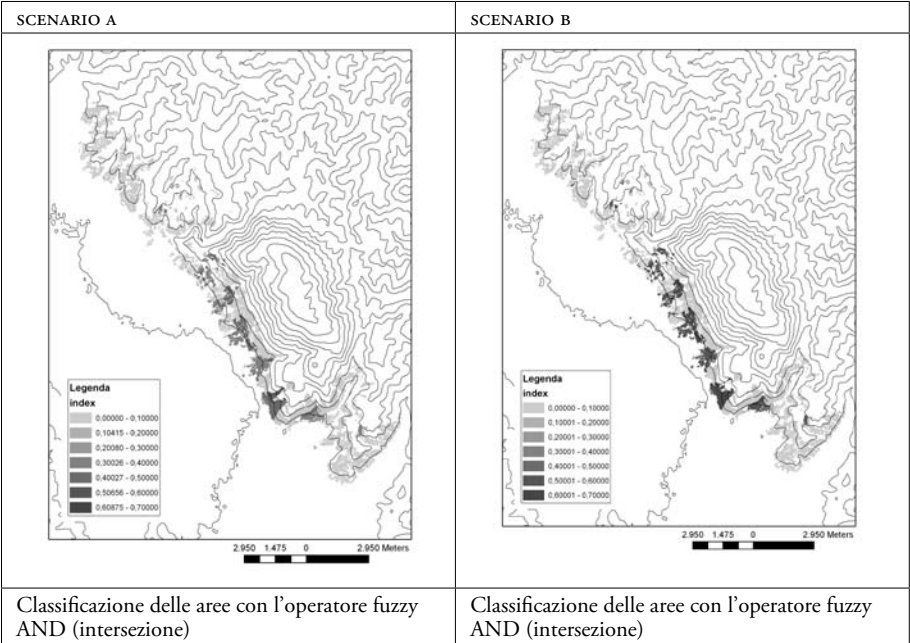


Fig. 3 Cartografie finali di sintesi calcolate per l'operatore AND

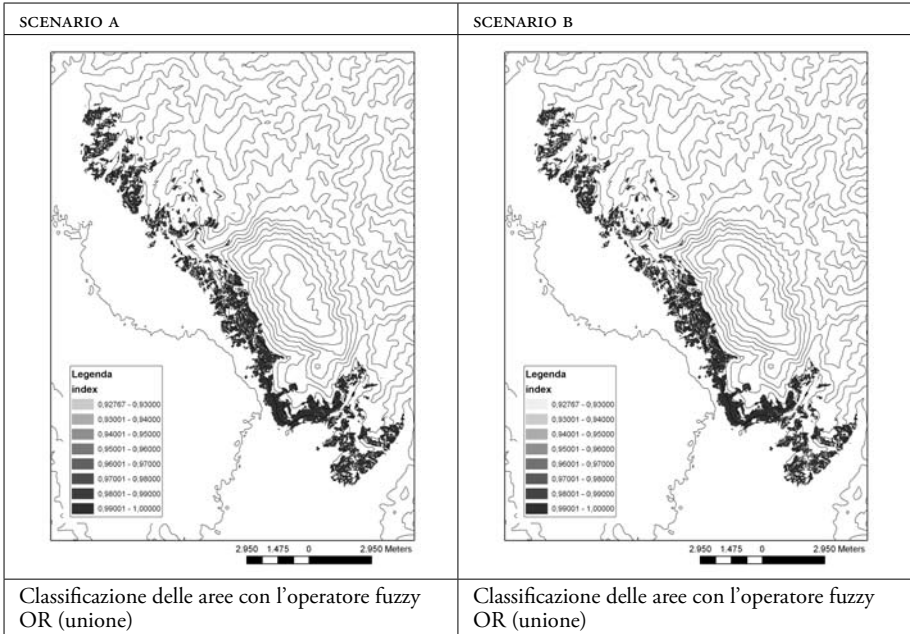


Fig. 4 Cartografie finali di sintesi calcolate per l'operatore OR

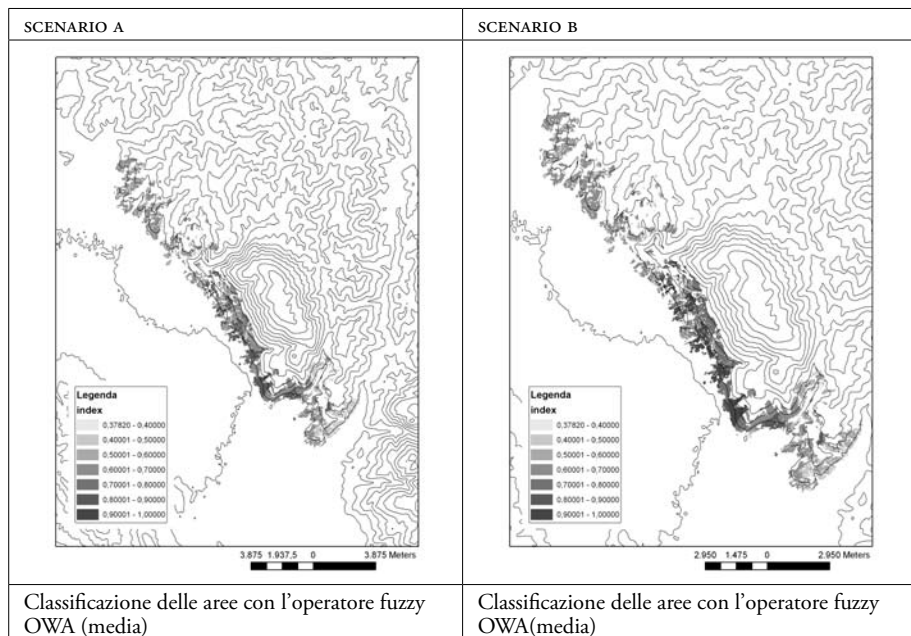


Fig. 5 Cartografie finali di sintesi calcolate per l'operatore OWA

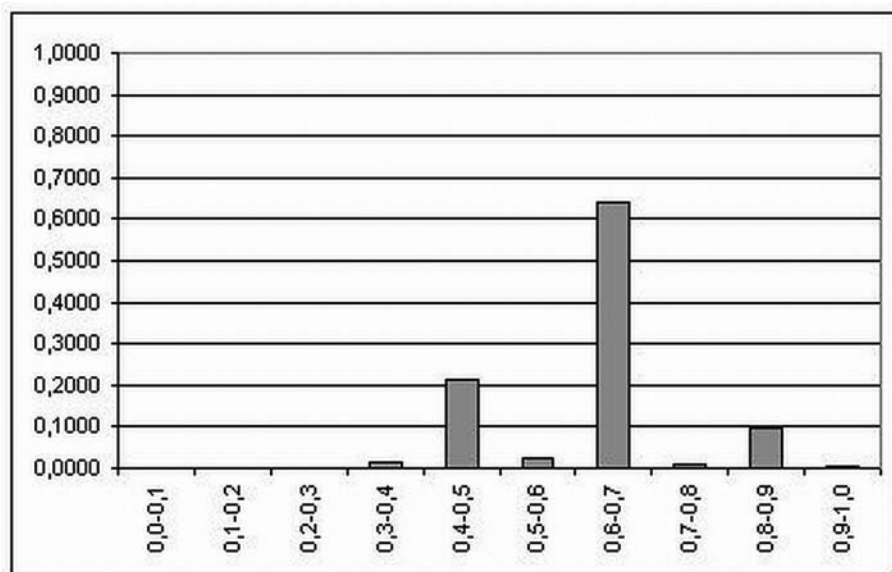


Fig. 6 Scenario A – frequenza dei valori ottenuti (operatore media)

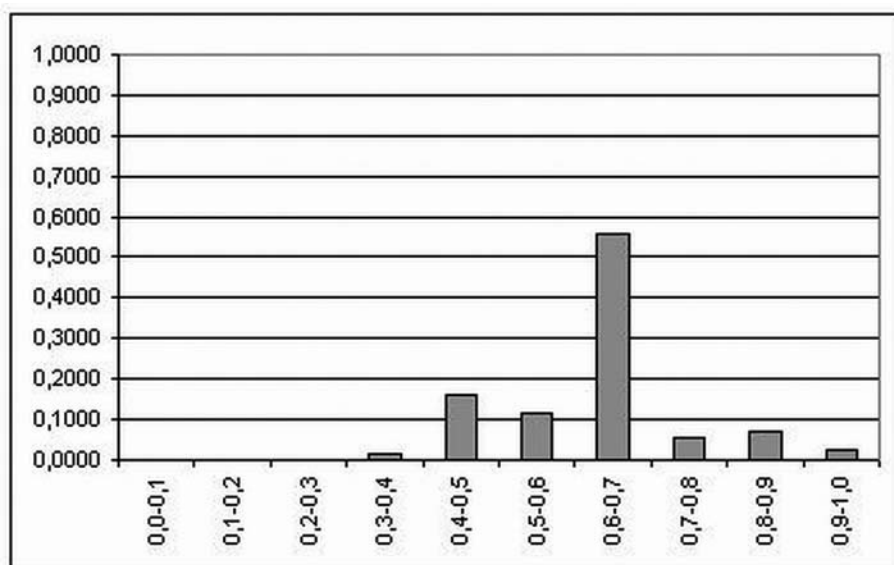


Fig. 7 Scenario B – frequenza dei valori ottenuti (operatore media)

solo per il caso dell'operatore media, nelle figure 6 e 7. Ciò, probabilmente, è dovuto alla fase di ponderazione, poiché l'incremento dell'importanza degli aspetti paesaggistici va a sommarsi a quello degli aspetti idrogeologici che coincidono, nella maggior parte dei casi, per ragioni geomorfologiche.

## 6. ANALISI DEI RISULTATI

Appare evidente come i tre diversi operatori forniscano risultati sostanzialmente concordi, anche se con diverso grado di sensibilità e di capacità di classificazione. Ciò non è da vedersi come una "confusione valutativa" che limita la validità del procedimento, quanto, piuttosto, come un punto di forza dello stesso. Infatti, il processo decisionale nell'attribuzione di eventuali incentivi alla realizzazione/ricostruzione dei muretti a secco dovrebbe svilupparsi secondo il seguente schema:

a. stabilire se sia prevalente, per il territorio in esame, l'aspetto della difesa idrogeologica rispetto a quello dei valori paesaggistici (scenario A) oppure se i due fattori siano sostanzialmente di pari importanza (scenario B);

b. scegliere l'approccio decisionale in termini di sostenibilità: 1) sostenibilità **"forte"**, dove performance limitate di un'alternativa per alcuni criteri di valutazione determinano l'esclusione della stessa dal processo valutativo,

indipendentemente dai risultati complessivi del procedimento (operatore AND); 2) sostenibilità **“debole”**, qualora si sia disposti ad accettare pessime performance in alcuni criteri di valutazione per certe alternative, a fronte di ottime prestazioni generali (operatore OWA).

c. In conseguenza delle valutazioni descritte nei precedenti punti a e b viene ad essere univocamente definita la classificazione delle aree e, quindi, anche il relativo tematismo cartografico, in base alla suscettività delle singole particelle catastali alla costruzione/ricostruzione dei muretti a secco.

L'individuazione univoca di una soluzione, a prescindere dalle preferenze “politiche” del decisore, avrebbe comportato, di fatto, la sostituzione del metodo di supporto alle decisioni con la decisione stessa.

L'esperienza e l'analisi comparata della normativa lascia supporre che l'approccio analizzato con lo scenario B sia quello più condiviso a livello di programmazione e di utenza. Infatti, se si considera la disciplina della pianificazione delle aree naturali protette come quella che, almeno in linea di principio, dovrebbe coinvolgere e sintetizzare tutti i percorsi della sostenibilità ambientale, e la si confronta con quella relativa alla tutela idrogeologica del territorio, si rileva come la prima prevalga su ogni disciplina di settore, ad esclusione dei piani di bacino che tradizionalmente hanno finalità di tutela idrogeologica. Se ne deduce che il legislatore, implicitamente, ha posto all'apice della gerarchia di programmazione le tematiche della tutela idrogeologica, del territorio e del paesaggio.

## 7. ALCUNE OSSERVAZIONI FINALI

Negli ultimi anni l'olivicoltura europea ha visto l'introduzione di diverse novità legislative, che si sono tradotte in alcuni casi in opportunità per il settore, ed in altri casi in limiti. La riforma del settore dell'olio di oliva (Reg. CE 864/2004), e la conseguente scelta dell'Italia, hanno portato all'erogazione del sostegno in olivicoltura sotto la forma di titoli all'aiuto disaccoppiati. Le caratteristiche dell'olivicoltura italiana, spesso ubicata in aree marginali, fanno sì che questa scelta possa determinare come logica conseguenza l'aumento consistente del rischio di abbandono degli oliveti che, per caratteristiche territoriali, risultano essere a più bassa produttività. Spesso però questi oliveti sono anche quelli di maggiore valore storico-culturale e paesaggistico, come, appunto, nel caso degli oliveti terrazzati, con la presenza di elementi strutturali storici quali i muretti a secco. Inoltre, le norme di condizionalità (Reg.

CE 1782/2003), dal cui rispetto dipende la regolare erogazione dei sostegni di cui sopra, prevedono anche per gli oliveti, ed in particolare proprio per quelli ad elevato valore paesaggistico, degli obblighi che si traducono in aggravii di costi per gli olivicoltori: ad esempio basti la norma 4.4 che, allo scopo di mantenere gli elementi caratteristici del paesaggio, vieta l'eliminazione delle terrazze esistenti consentendo, in deroga, il rimodellamento dei terrazzamenti allo scopo di renderli economicamente validi e meccanizzabili.

Da questo quadro di sintesi emerge la certezza che per l'olivicoltura in aree marginali non ci sono margini economici per autosostenersi. Basta pensare che, a fronte di un costo di ripristino e manutenzione dei muretti stimato in Umbria in circa 480 euro/ha, il titolo medio erogato a sostegno ammonta in media a 230 euro/ha (Torquati et al., 2006). Se a ciò si somma la minore produzione ottenibile in aree marginali e non meccanizzabili, la situazione appare chiara.

Alla luce di quanto sopra evidenziato, viste le finalità dei muretti, di tutela dell'assetto idrogeologico, di conservazione del paesaggio, di testimonianza e continuità delle tradizioni culturali, tutte funzioni sociali e rivolte al beneficio collettivo, l'utilizzazione del sostegno pubblico mirato diventa fondamentale. I programmi di sviluppo rurale prevedono, in genere, misure di sostegno al mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio rurale, ma anche altri strumenti finanziari sono disponibili, in modo differenziato ed eterogeneo nelle diverse realtà regionali italiane. Ciò che si rende necessario è però una utilizzazione razionale delle possibili fonti di finanziamento. In questo ambito, la classificazione delle aree con differente attitudine alla realizzazione di muretti a secco, ottenuta con il modello presentato, consentirebbe di impiegare in modo efficace le risorse attraverso l'introduzione di specifici aiuti (comunitari, regionali o comunali), guidata da una pianificazione delle priorità a monte.

#### RIASSUNTO

Dopo la riforma del settore dell'olio di oliva (Reg. CE 864/2004), la scelta del disaccoppiamento totale, effettuata dallo Stato italiano, fa aumentare i rischi di abbandono dell'olivicoltura nelle aree marginali a bassa produttività ma ad alto valore ambientale e paesaggistico. In questo studio viene proposta una metodologia, basata sull'uso integrato di un modello di valutazione multicriteri e di un sistema informativo geografico (GIS), a scala territoriale allo scopo di definire le aree prioritarie di intervento per il mantenimento/ripristino dei muretti a secco. L'ambito di studio è costituito da un'area a vocazione olivicola situata alle pendici del Monte Subasio, in Umbria. L'utilizzazione della metodologia dovrebbe consentire di impiegare in modo efficace le risorse attraverso l'introduzione di specifici aiuti, guidata da una pianificazione delle priorità a monte.

## ABSTRACT

The Italian government after the olive oil reform (Reg. EC 864/2004) has adopted the total decoupling. The effect of this choice is the increasing of the risk of abandonment of olive trees cultivation in marginal low productivity areas, but with high environmental and landscape value. In this study a methodology based on the integrated use of a multicriteria model and a GIS system on land basis is proposed to define the priorities in the choice of areas for the keeping and implementation of landscape. The sample area is located in the slopes of Subasio Mountain, In Umbria, Italy. The use of this methodology should allow a better allocation of financial resources due to a planning of priorities.

## BIBLIOGRAFIA

- BEINAT E., NIJKAMP P. (1998): *Multicriteria Analysis for Land-Use Management*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- BERNETTI I., FRANCIOSI C., LOMBARDI G.V. (2002): *Il contributo dell'agricoltura multifunzionale alla conservazione dell'equilibrio idrogeologico*, in Atti del xxxix Convegno di Studi SIDEA, Centro Stampa 2P, Pontassieve.
- BOGGIA A., MASSEI G. (2000): *La logica fuzzy nelle valutazioni multicriteriali. Analisi e realizzazione di un software applicativo*, Annali della Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Perugia, vol. LI.
- COLORNI A., PARUCCINI M., ROY B. (2001): *Multiple Criteria Decision Aiding*, European Commission, JRC, Ispra, VA.
- LOOTSMA F.A. (1997): *Fuzzy Logic for Planning and Decision Making*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- MALCZEWSKI J. (2000): *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA.
- PARLOS P. M. (2000): *Multi-criteria Decision Making Methods: a Comparative Study*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- ROY B. (1996): *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- TORQUATI B., BOGGIA A., BARTOLINI S., MASSEI G. (2006): *L'olivicultura nelle zone marginali tra disaccoppiamento, condizionalità, tutela paesaggistica e idrogeologica*, «Economia e Diritto Agroalimentare», 3, pp. 43-62.
- YAGER R.R. (1977): *Multiple objective decision making using fuzzy set*, «International Journal of Man-Machine Studies», 12, pp. 299-322.
- YAGER R.R. (1978): *Fuzzy decision making including unequal objectives*, «Fuzzy Set and System», 1, pp. 87-95.
- ZIMMERMANN H. J. (1991): *Fuzzy sets theory and its applications*, 2<sup>nd</sup> ed., Kluwer, Boston.