

GHERARDO CHIRICI (\*) - PIERMARIA CORONA (\*\*)  
SUSANNA NOCENTINI (\*\*\*)

## MAPPATURA SPERIMENTALE DEI TERRITORI FORESTALI A PRINCIPALE ATTITUDINE POTENZIALE PRODUTTIVA IN ITALIA (<sup>1</sup>)

*L'implementazione di supporti operativi alla programmazione strategica di iniziative e interventi sui territori forestali richiede la messa a punto di procedure volte a evidenziare, da un punto di vista dei requisiti ambientali, gli ambiti territoriali potenzialmente più idonei ai fini della utilizzazione delle produzioni legnose. In questa prospettiva, il presente contributo illustra l'applicazione sperimentale di una metodologia GIS finalizzata alla classificazione e restituzione cartografica dei sistemi forestali a principale attitudine potenziale produttiva, a partire da database georeferenziati a scala nazionale. Il modello elaborato costituisce un contributo informativo e orientativo a disposizione dei responsabili della programmazione forestale e della pianificazione del territorio. I territori forestali a principale attitudine potenziale produttiva in Italia risultano pari al 40% del totale.*

*Parole chiave:* potenzialità produttiva; cartografia; analisi di idoneità; GIS.

*Key words:* forests available for wood supply; mapping; land suitability; GIS.

### 1. INTRODUZIONE

A livello globale si registra un significativo impegno volto a promuovere gli aspetti ambientali del settore forestale. In particolare, soprattutto

---

(\*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Contrada Fonte Lapponne – 86090 Pesche, Isernia (Italy), Tel: +390865478906, Fax: +39 0865 478904, email: gherardo.chirici@unimol.it

(\*\*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Via San Camillo de' Lellis, snc – 01100 Viterbo (Italy), Tel: +39-0761-357425, email: piermaria.corona@unitus.it

(\*\*\*) Dipartimento di Scienze e tecnologie Ambientali Forestali, Università di Firenze, Via San Bonaventura, 13 – 50145 Firenze (Italy), Tel: +3905530231200, Fax: +39055319179, email: susanna.nocentini@unifi.it

<sup>1</sup> Il lavoro, impostato da P. Corona e coordinato da G. Chirici, è stato realizzato nell'ambito del progetto MIUR PRIN 2004 «La gestione sostenibile delle risorse territoriali: sistemi di supporto alle decisioni» (coordinatore nazionale S. Nocentini) e nell'ambito del progetto «Foreste, biodiversità e cambiamenti climatici» finanziato dal MATT (Direzione Protezione della Natura). Elaborazioni GIS realizzate con il supporto dell'International Resource Centre IDRISI Italia (c/o geoLAB – Laboratorio di Geomatica, Università di Firenze).

sotto lo stimolo delle Conferenze Ministeriali per la Protezione delle Foreste in Europa (noto come processo MCPFE, vd. [www.mcpfe.org](http://www.mcpfe.org)), le nazioni europee sono impegnate a collaborare nella raccolta di dati e nella produzione di rapporti periodici per il monitoraggio della sostenibilità della gestione forestale.

Una gestione effettivamente sostenibile deve prospettare un ventaglio di opzioni percorribili nei diversi ambiti territoriali. In questo contesto si sottolinea il contenuto innovativo della selvicoltura sistemica, per la preservazione delle foreste prossimo-naturali e la rinaturalizzazione dei sistemi forestali semplificati in termini compositivi e strutturali. Particolare valenza assume l'evidenziazione del grado di protezione normativamente determinato ai fini della conservazione della natura (CIANCIO *et al.*, 2003) e delle limitazioni di natura fisica e tecnica dovute ai fattori ambientali (CIANCIO *et al.*, 1999). L'elaborazione di una strategia di gestione sostenibile richiede dunque la coniugazione di scelte lungo l'asse « tecnocentrismo (sfruttamento della risorsa bosco) - ecocentrismo (preservazione e conservazione della risorsa bosco)» (CIANCIO, 2002): di volta in volta e caso per caso, il conflitto tra sfruttamento e conservazione va risolto con scelte basate sulla conoscenza e consapevolezza dei valori e degli interessi in gioco (NOCENTINI, 2002).

In questa prospettiva, nell'ambito del monitoraggio della sostenibilità della gestione forestale può essere utile una analisi differenziata in relazione alla prevalente vocazione di destinazione di uso di ciascun territorio forestale. In tal senso, a esempio, il processo MCPFE prevede l'identificazione delle cosiddette « *forests available for wood supply* » (boschi disponibili per la produzione legnosa) quale categoria tipologica rispetto alla quale quantificare periodicamente, a livello nazionale, i valori dei seguenti indicatori (MCPFE, 2002): superficie forestale; provvigione legnosa; ripartizione per classi di età della superficie dei boschi coetanei; ripartizione per classi diametriche della provvigione dei boschi disetanei.

Si pone dunque la necessità di qualificare il concetto di principale potenziale attitudine a fini produttivi dei territori forestali e di definire, in modo oggettivo, coerente e operativamente ripercorribile a fini di monitoraggio, le procedure per la delimitazione delle superfici a essi afferenti. In ambito MCPFE il concetto di « *forests available for wood supply* » è qualificato come « *forests where any legal, economic, or specific environmental restrictions do not have a significant impact on the supply of wood* » (boschi dove nessuna restrizione di natura legale, economica o ambientale determina un impatto significativo sulla produzione legnosa) (MCPFE, 2003). Specifiche modalità di rilevamento sono state a tal fine previste nell'ambito della seconda fase dell'inventario forestale nazionale (INFC): si tratta in questo caso di valutazioni a

livello localizzato sui punti di sondaggio a terra, soprattutto in relazione alle limitazioni tecniche delle utilizzazioni forestali.

Ai fini della programmazione strategica di iniziative e interventi sui territori forestali il concetto di vocazione prevalente può però essere interpretato in maniera più ampia e per un utilizzo come effettivo supporto operativo è necessaria la messa a punto di procedure di restituzione cartografica (mappatura). La disponibilità di database georeferenziati di fattori ambientali può permettere di impostare tale implementazione in modo coerente e omogeneo a scala nazionale, mediante analisi multicriteriale in ambito GIS (CHIRICI, 2006). In questa prospettiva, il presente contributo ha lo scopo di proporre un modello, semplice ma robusto, di classificazione volto a evidenziare, da un punto di vista dei requisiti tecnico-ambientali, gli ambiti forestali maggiormente idonei a una destinazione di uso produttivo.

## 2. MATERIALI E METODI

La metodologia proposta è basata su un approccio differenziale, in base a fattori limitanti. Dall'insieme dei soprassuoli forestali mappati a scala nazionale vengono sottratte: le superfici con limitazioni di destinazione di uso (aree protette, aree periurbane, aree lacuali e costiere); le superfici con limitazioni tecniche di uso per motivi idrogeologici (aree a forte pendenza); le superfici con efficienza ecologico-produttiva relativamente bassa (sistemi degradati in cui è necessario limitare le utilizzazioni al fine di consentire un soddisfacente reinnesco dei processi funzionali). Tenuto conto degli scopi e soprattutto della scala di riferimento (nazionale/regionale) non sono qui considerati fattori di natura socio-economica (regime di proprietà, accessibilità, ecc.). Le superfici a principale attitudine potenziale di tipo produttivo sono derivate dalla differenza tra la superficie forestale totale e quelle sopra enucleate (Figura 1).

La metodologia è focalizzata sull'incrocio (*overlay*), su base raster, di database georeferenziati realizzati in vari progetti condotti per conto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATT). Tutti gli strati informativi sono stati allineati a una risoluzione geometrica di 1 km x 1 km, compatibilmente a quella dello strato a minima risoluzione tra quelli utilizzati.

I territori forestali presi in considerazione sono quelli del database Corine Land Cover 2000 (CLC2000) di IV livello tematico (MARICCHIOLO *et al.*, 2005), relativamente alle classi «boschi» e «macchia alta»: nel complesso, la superficie forestale di riferimento (somma delle tessere di 1 km<sup>2</sup> la cui copertura forestale è maggiore del 50%) è pari a 78508 km<sup>2</sup> (Figura 2).

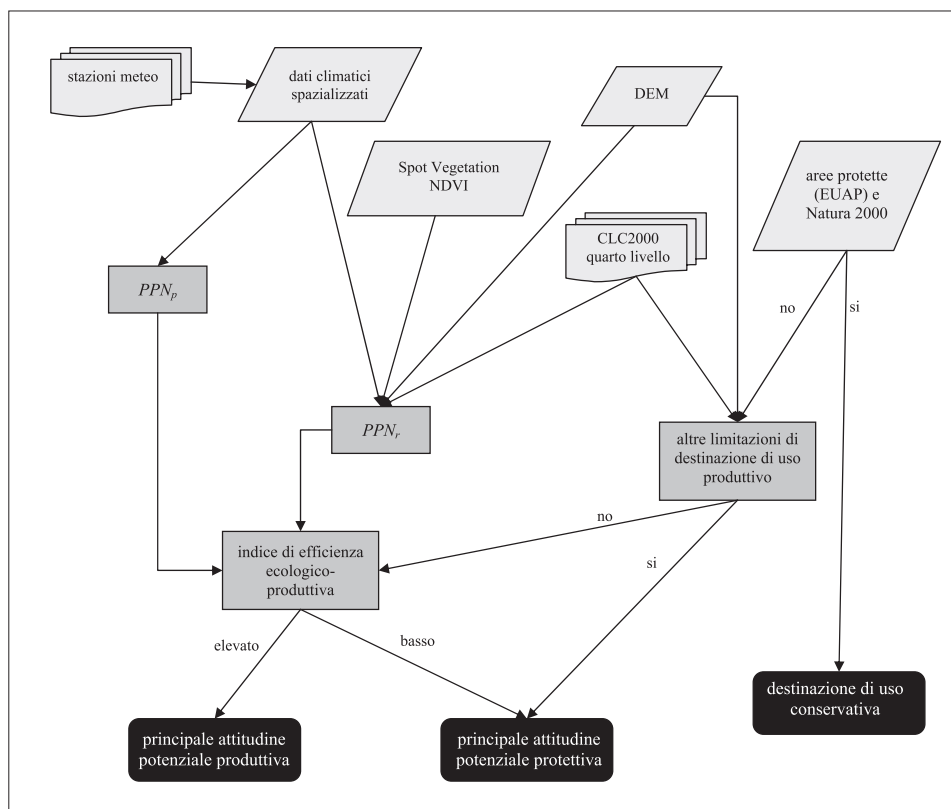


Figura 1 – Diagramma di flusso della procedura di valutazione adottata (per dettagli, vd. § 2).

### 2.1 Limitazioni di destinazione di uso

Da un punto di vista di destinazione di uso sono stati considerati fattori di vincolo:

- l’inclusione in aree protette (elenco EUAP 5<sup>a</sup> edizione) o nei siti della rete Natura 2000, così come cartografati nei database MATT: dato che la destinazione di uso dei soprassuoli ivi localizzati è legalmente designata in via prioritaria alla conservazione della natura, essi non possono avere come attitudine *principale* quella produttiva; alle tessere incluse in queste aree è stata quindi assegnata una attitudine potenziale principale a fini produttivi pari a 0;
- la vicinanza a grandi centri urbani, così come cartografati nella classe 1.\*.\* del database CLC2000 di IV livello, dato che per i soprassuoli ivi localizzati tende a predominare l’uso ricreativo e la valenza paesaggistica (classificazione fuzzy delle tessere forestali, secondo una funzione logistica di attitudine potenziale principale a fini produttivi crescente,

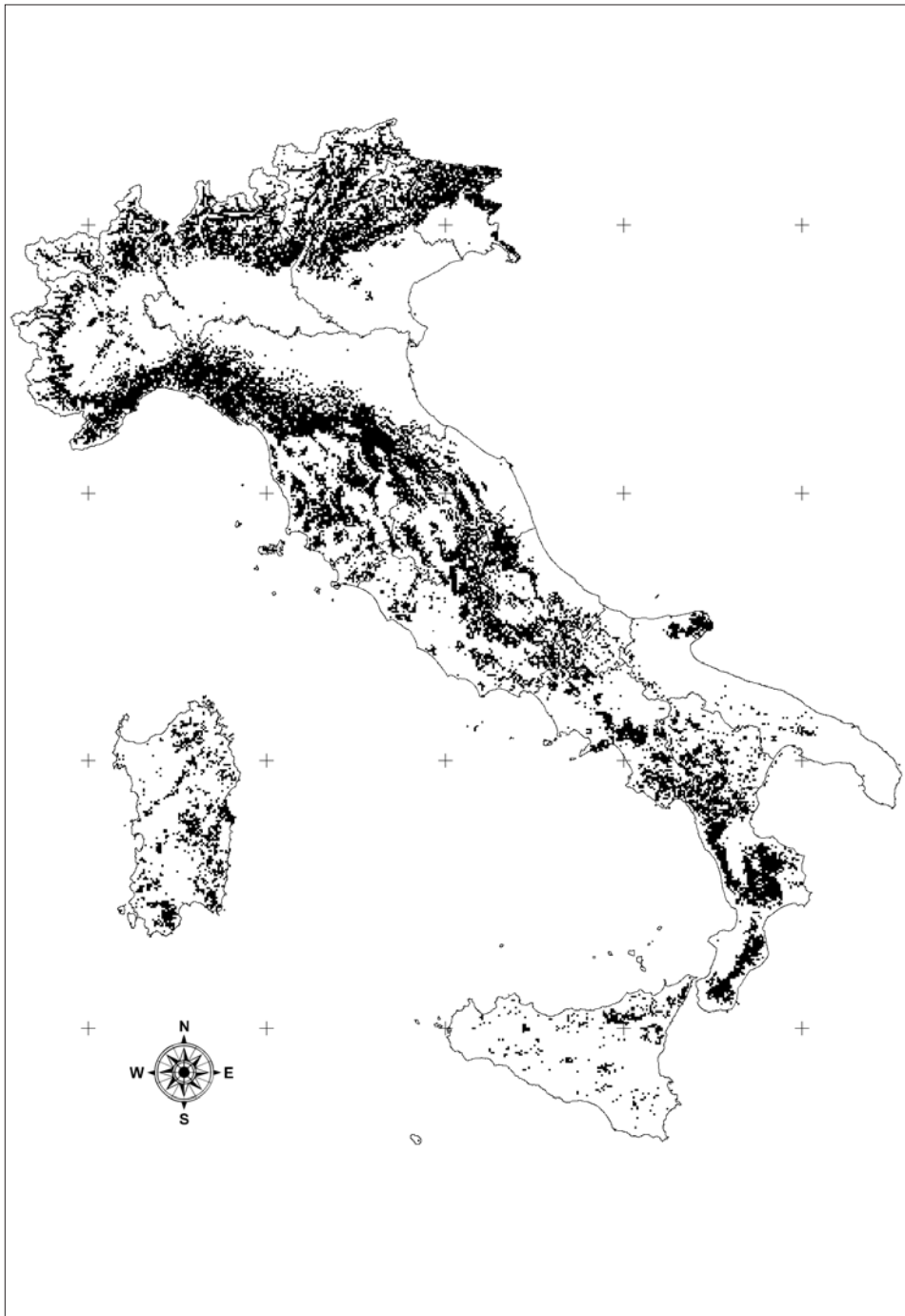


Figura 2 – Superfici forestali considerate per la valutazione (per i dettagli, vd. testo).

- pari a 0 per distanze pari o inferiori a 1 km e pari a 1 per distanze pari o superiori a 3 km);
- la vicinanza alle coste marine e lacuali, così come cartografate nelle classi 4.\*.\* e 5.\*.\* del database CLC2000 di IV livello, dato che per i soprassuoli ivi localizzati tende a predominare, anche alla luce delle normative in materia, la valenza paesaggistica (classificazione fuzzy delle tessere forestali, secondo una funzione logistica di attitudine potenziale principale a fini produttivi crescente, pari a 0 per distanze pari o inferiori a 1 km e pari a 1 per distanze pari o superiori a 3 km);
  - la pendenza media, quantificata mediante un modello digitale del terreno con risoluzione geometrica originaria di 75 m, dato che essa è uno dei parametri fisici più strettamente correlati con la suscettività al dissesto idrogeologico (classificazione fuzzy delle tessere forestali, secondo una funzione logistica di attitudine potenziale principale a fini produttivi decrescente, pari a 1 per pendenze pari o inferiori al 40% e pari a 0 per pendenze pari o superiori al 70%).

L'applicazione delle funzioni di appartenenza fuzzy di cui sopra ha permesso di ottenere strati informativi raster esprimanti, per ogni tessera forestale, il livello di attitudine in funzione di ciascuno dei fattori considerati. Conglobando insieme i valori di tali fattori secondo il metodo del prodotto lineare (se il valore di un fattore è pari a 0, il risultato è pari a 0) è stato possibile quantificare, nella scala di valori fuzzy (0 - massima limitazione, 1- nessuna limitazione), il livello di assenza di limitazioni a destinazioni di uso produttivo di ciascuna tessera forestale (Figura 3).

## 2.2 Limitazioni ecologico-produttive

La scelta delle strategie operative di sostenibilità è condizionata dal grado di efficienza funzionale degli ecosistemi boschivi. Nel caso di sistemi degradati è opportuno che la gestione preveda, nel medio periodo, la limitazione delle utilizzazioni al fine di consentire il pieno reinnesco dei processi funzionali, soprattutto tramite il raggiungimento di un livello minimale di provvigione (CIANCIO *et al.*, 2002).

In questa prospettiva, una valutazione oggettiva, alla scala considerata, dello stato di degrado funzionale dei boschi italiani può essere ottenuta dalla mappa dell'indice di efficienza ecologico-produttiva (IEP) elaborata da AISF (2005). L'indice di efficienza è così costruito:

$$IEP = 1 - \frac{PPN_p - PPN_r}{PPN_p}$$

dove:  $PPN_p$  = produttività primaria netta potenziale dei popolamenti forestali ( $g\ C\ m^{-2}\ anno^{-1}$ ) stimata attraverso l'indice di Lieth, basato sulle carat-

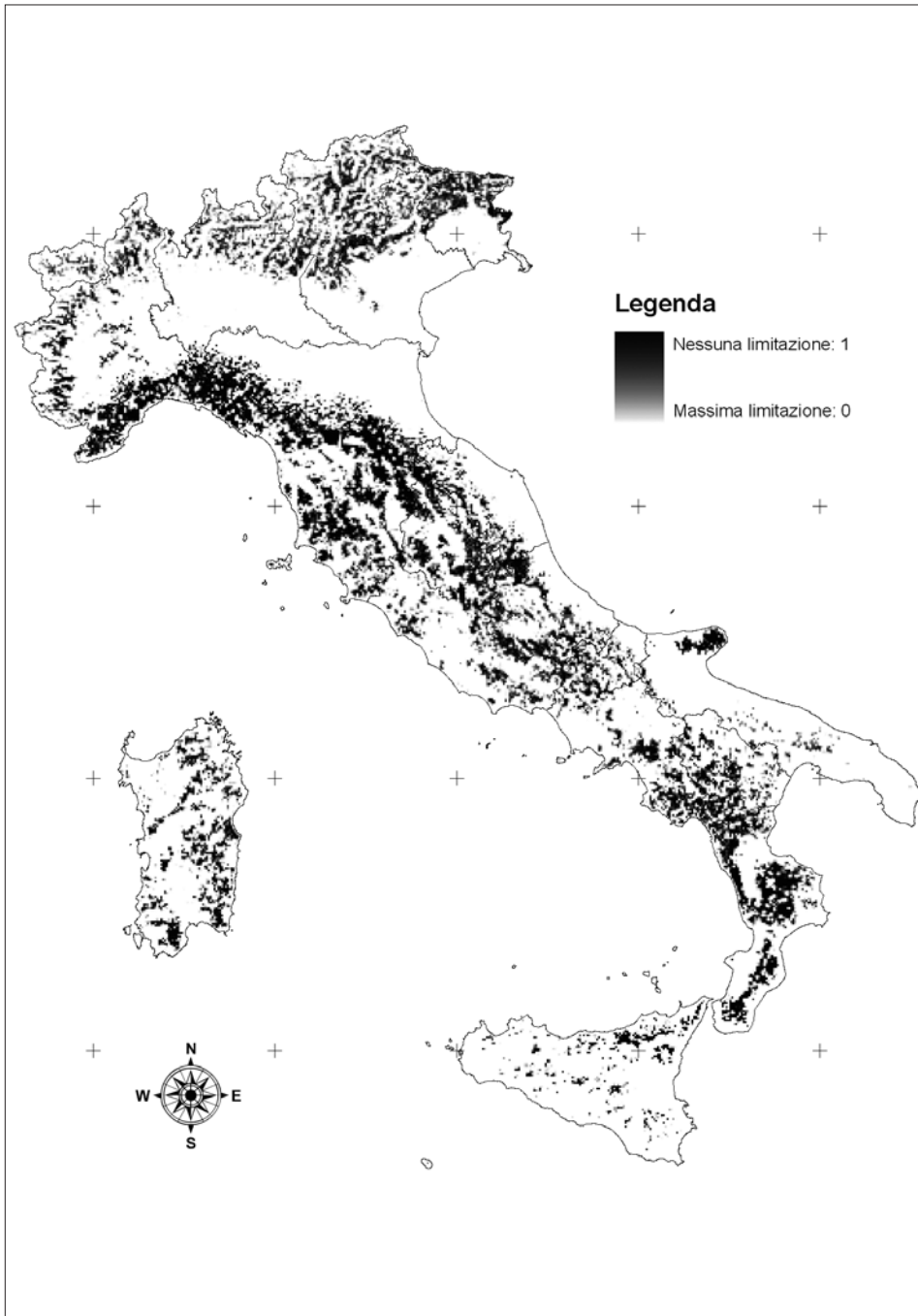


Figura 3 – Limitazioni alla vocazione produttiva come potenziale destinazione di uso principale dei territori forestali: valori fuzzy nell'intervallo tra 0 (massima limitazione) e 1 (nessuna limitazione).

teristiche climatiche della stazione (temperatura media annua, precipitazione media annua);  $PPNr$  = produttività primaria netta reale dei popolamenti forestali ( $\text{g C m}^{-2} \text{ anno}^{-1}$ ), calcolata tramite il modello C-Fix guidato da dati telerilevati (VEROUSTRATE *et al.*, 1994) adattato alla realtà italiana (MASELLI *et al.*, 2006).

L'indice IEP esprime l'efficienza relativa dei popolamenti forestali rispetto alle potenzialità produttive della stazione definite sulla base dei parametri bioclimatici: esso congloba gli effetti dei fattori antropici di degrado e dei fattori pedologici che possono deprimere la capacità produttiva dei soprassuoli rispetto alla potenzialità bioclimatica della stazione. Ai fini considerati si può ritenere che possano configurarsi significative limitazioni alle utilizzazioni legnose per quelle tessere forestali la cui produttività netta reale è inferiore al 50% di quella potenziale (le tessere in cui IEP è uguale o maggiore di 0,5 sono rappresentate in Figura 4).

### 2.3 Valutazione globale della attitudine produttiva

Secondo l'approccio differenziale per sottrazione sulla base dei fattori limitanti di cui ai §§ 2.1-2.2, possono essere considerati a principale potenziale attitudine produttiva tutti i territori forestali in cui sono contemporaneamente soddisfatte le seguenti due condizioni di prevalenza:

- livello di assenza di limitazioni di destinazione di uso produttivo pari ad almeno 0,5;
- livello di efficienza ecologico-produttiva pari ad almeno 0,5.

## 3. RISULTATI

Sulla base delle analisi realizzate risulta che in Italia i territori forestali a principale attitudine potenziale produttiva rappresentano complessivamente circa il 40% del totale considerato (Figura 5), secondo la distribuzione geografica riportata in Tabella 1.

Ai rimanenti territori forestali che non siano già classificati in unità con destinazione principale per la conservazione della natura (circa il 30% del totale, vd. Figura 6) può essere genericamente ascritta una prevalente attitudine potenziale di protezione (difesa idrogeologica, conservazione del suolo, salvaguardia del paesaggio): complessivamente essi rappresentano circa il 30% dei territori forestali italiani (Figura 7).

Al di là dei valori quantitativi e della loro rappresentazione cartografica è opportuno sottolineare gli aspetti qualitativi delle evidenze ottenute. Innanzitutto, la valutazione condotta va intesa nel senso di qualificazione georeferenziata prevalente dei territori forestali per ambiti omogenei a scala



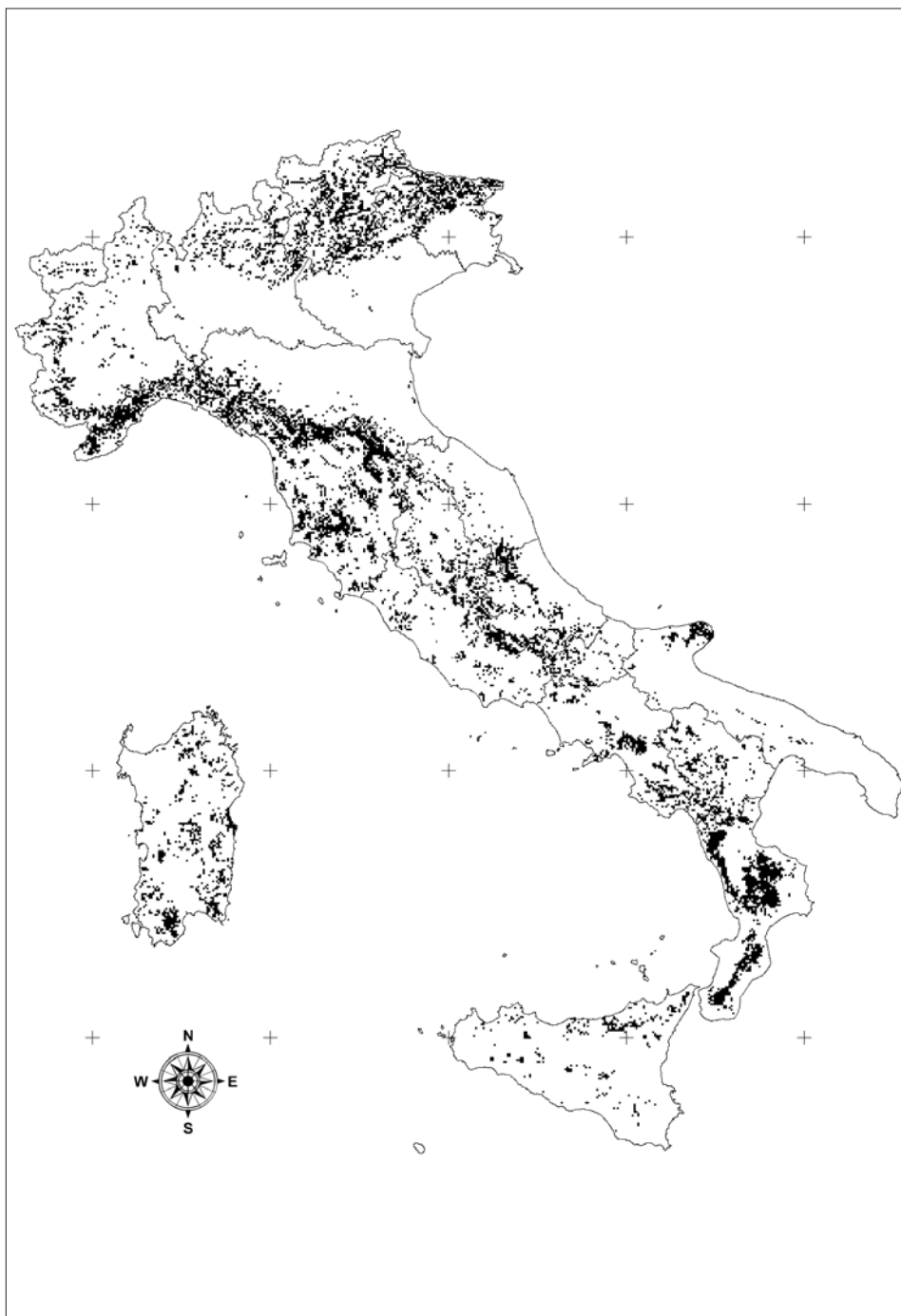


Figura 4 – Distribuzione geografica dei territori forestali con valore di IEP uguale o superiore a 0,5.

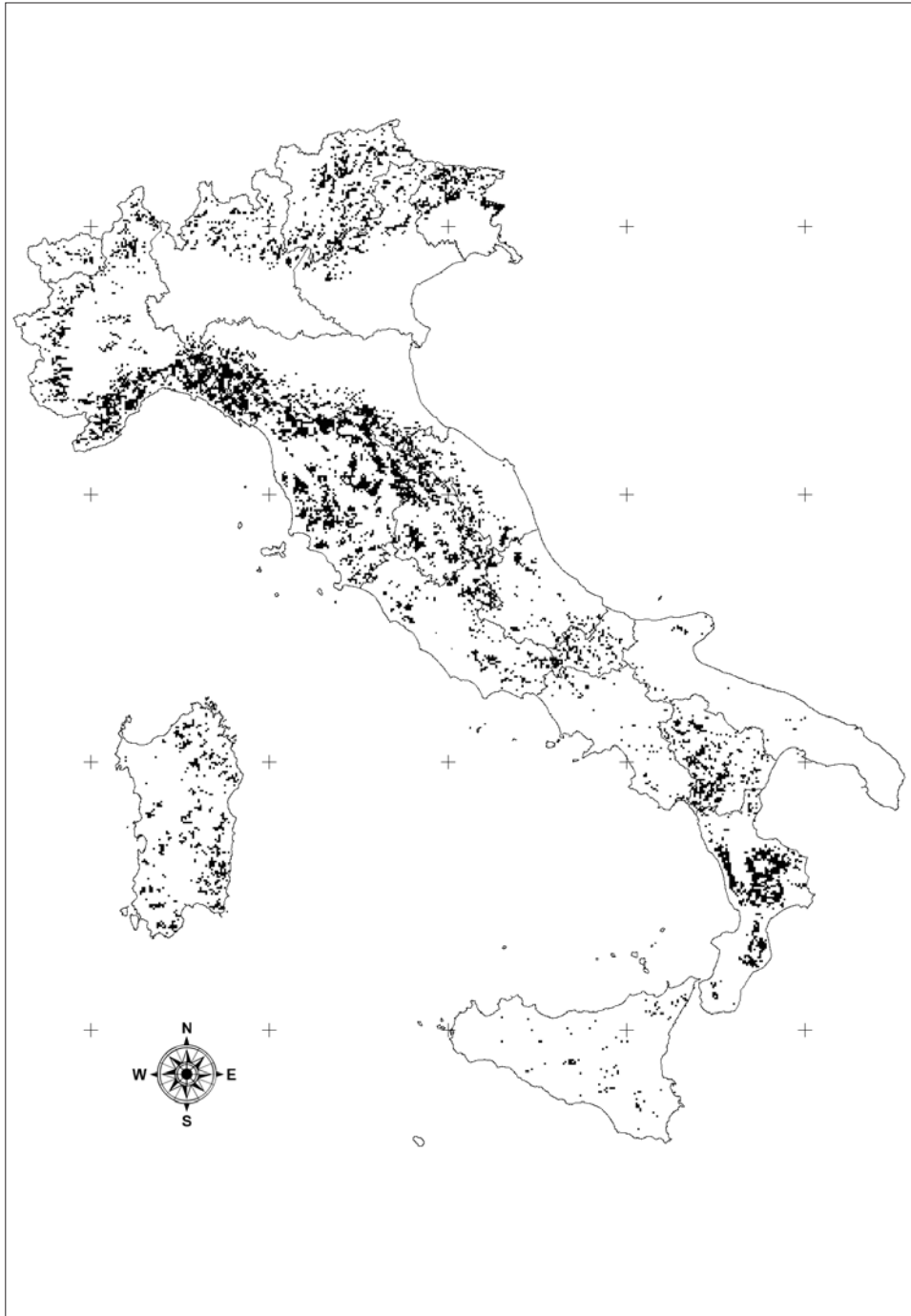


Figura 5 – Mappa dei territori forestali a principale potenziale attitudine produttiva.

Tabella 1 – Ripartizione percentuale della superficie forestale regionale in classi di destinazione di uso e prevalente attitudine potenziale.

<i>Regione</i>	<i>Conservazione della natura</i>	<i>Prevalente attitudine potenziale produttiva</i>	<i>Prevalente attitudine potenziale protettiva</i>
Abruzzo	65	20	16
Basilicata	30	57	13
Calabria	29	52	19
Campania	77	11	12
Emilia Romagna	23	54	24
Friuli Venezia Giulia	20	37	43
Lazio	38	36	25
Liguria	28	52	20
Lombardia	18	18	64
Marche	37	35	28
Molise	32	53	15
Piemonte	12	46	42
Puglia	80	14	6
Sardegna	31	53	16
Sicilia	66	22	12
Trentino Alto Adige	16	37	47
Toscana	21	57	23
Umbria	24	59	17
Valle d'Aosta	6	37	57
Veneto	37	24	39

vasta: localmente, soprassuoli in territori a principale attitudine potenziale produttiva possono anche essere a «macchiatico negativo», in relazione, a esempio, a condizioni locali di scarsa accessibilità. Viceversa, soprassuoli che non rientrano in territori a principale attitudine potenziale produttiva a scala vasta possono localmente avere interesse per finalità tecnico-economiche di utilizzazione forestale: di fatto, la percentuale di «*forest available for wood supply*» (boschi disponibili per la produzione legnosa) stimata per il nostro Paese in ambito MCPFE mediante valutazione della possibilità tecnica del prelievo legnoso sui punti di sondaggio di seconda fase INFC è pari a ben 89%.

In secondo luogo, la vocazione potenziale ottenuta con il modello proposto ha carattere di prevalenza: caratteristica peculiare e significativa delle risorse forestali è infatti la loro valenza multiuso, nel senso che, se adeguatamente gestite, esse sono in grado di offrire in modo congiunto, entro certi limiti, beni (prodotti legnosi e non legnosi) e servizi di vario tipo (funzioni paesaggistiche, turistico-ricreative, protettive, naturalistiche, di stabilizzazione climatica, ecc.), e dunque anche a un territorio forestale a principale attitudine potenziale produttiva va sempre riconosciuto un potenziale valore protettivo e naturalistico, oltre al valore intrinseco di esistenza.

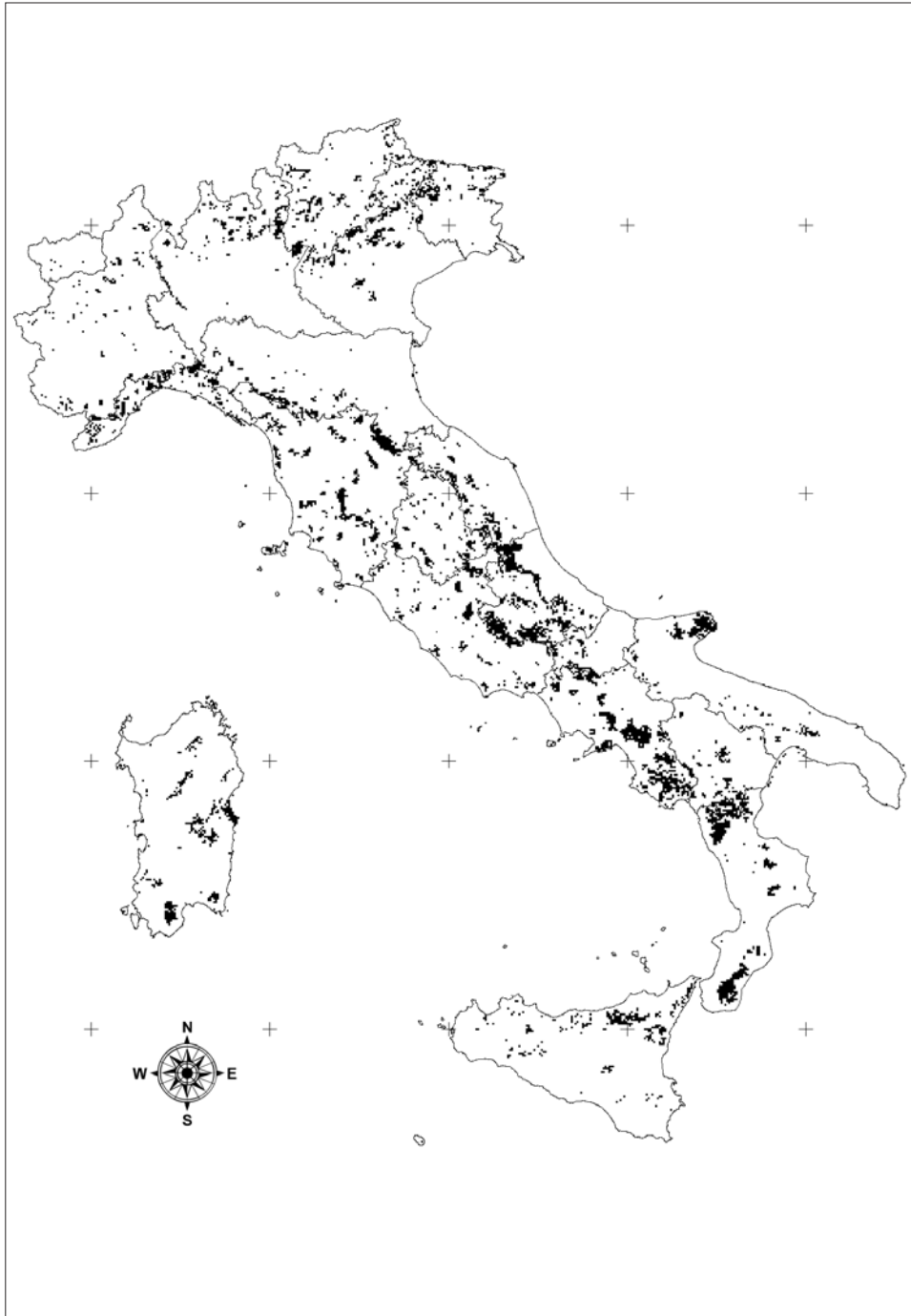


Figura 6 – Mappa dei territori forestali a destinazione di uso per la conservazione della natura.

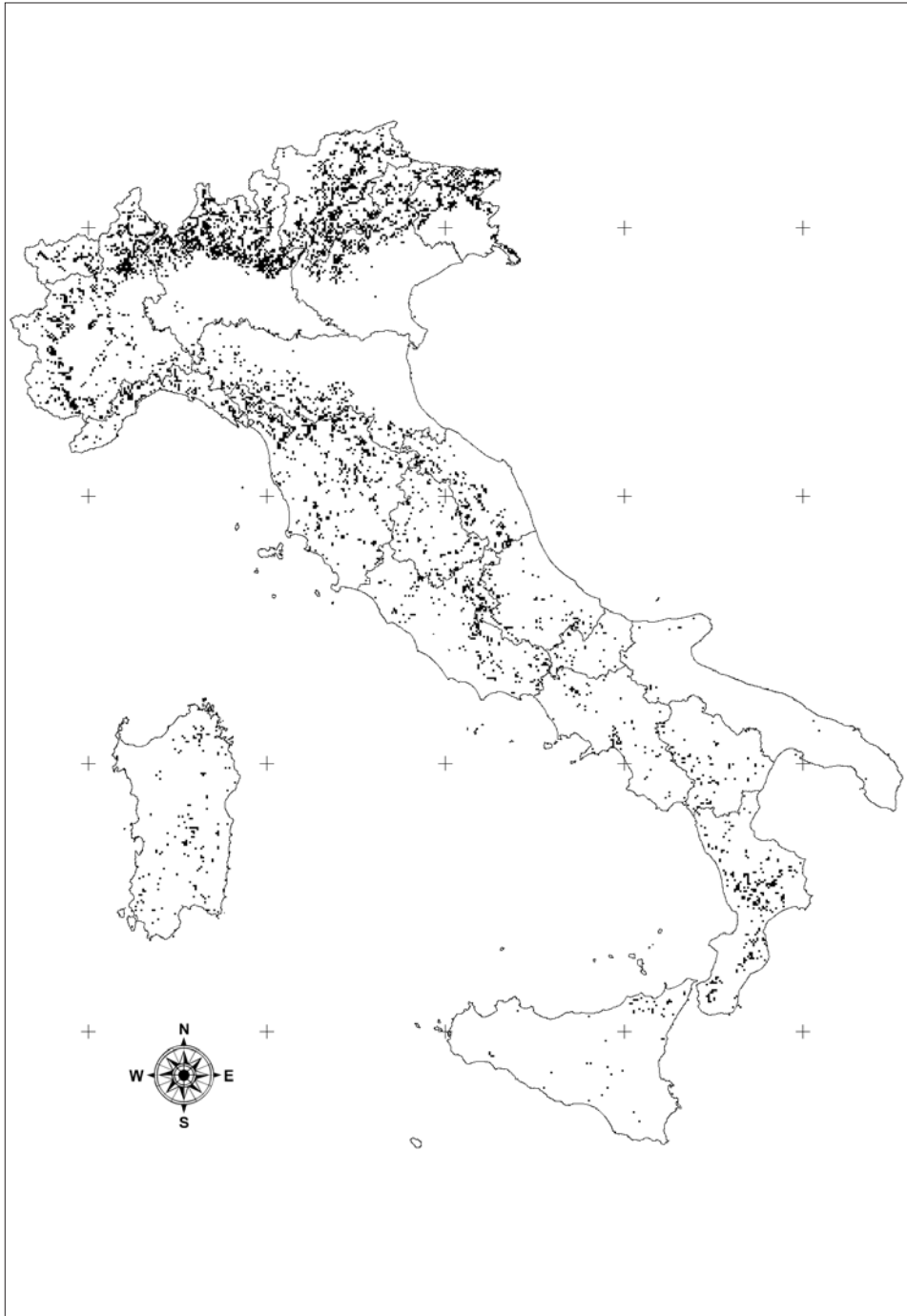


Figura 7 – Mappa dei territori forestali a principale potenziale attitudine protettiva.

#### 4. CONCLUSIONI

La metodologia messa a punto per l'individuazione della potenziale idoneità a destinazioni di uso produttivo dei territori forestali consiste in un modello multicriteriale basato su logica sfocata (*fuzzy logic*) in ambito GIS, tramite sovrapposizione di strati informativi in formato raster rappresentativi, a scala nazionale, dei principali fattori condizionanti tale destinazione.

La sperimentazione condotta ha permesso di evidenziare ulteriormente la molteplice utilità dei database ambientali georeferenziati recentemente acquisiti in modo omogeneo a livello nazionale, se valorizzati tramite procedure coerenti e robuste che ne esaltino e rispettino le caratteristiche. Inoltre, la logica operativa adottata è facilmente adattabile anche ad applicazioni di maggior dettaglio rispetto alla scala qui considerata, posto che siano disponibili dati adeguati e omogenei per l'ambito geografico considerato.

La metodologia proposta è oggettivamente ripercorribile: a partire dagli stessi dati, il risultato è univoco. In realtà, pur dichiarate, alcune delle semplificazioni operate rispetto alla variabilità interpretativa dei fenomeni esaminati possono rendere localmente aleatori i risultati dell'applicazione multicriteriale, anche alla scala considerata. Nonostante ciò, nel complesso il modello di valutazione elaborato, che produce cartografie digitali georiferite degli ambiti territoriali potenzialmente idonei a particolari scelte di destinazione di uso, costituisce un contributo informativo e orientativo a disposizione e supporto dei responsabili della programmazione forestale e della pianificazione ambientale. A esempio, nell'ambito dei nuovi Piani di Sviluppo Rurale esso potrà essere direttamente utilizzato per la delimitazione a scala regionale dei territori ove privilegiare le misure di incentivazione finanziaria agli interventi di miglioramento della efficienza produttiva dei soprassuoli forestali. In mancanza di dati derivati dall'osservazione diretta, il modello messo a punto può inoltre essere di ausilio per attività di monitoraggio e *reporting* forestale, a scala nazionale e regionale.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Prof. Marco Marchetti (Università del Molise) per la revisione critica di una precedente versione del manoscritto.

## SUMMARY

**Experimental mapping of forests available for wood supply  
at the national level in Italy**

For the operational implementation of strategic initiatives within the forest sector there is an increasing need of procedures for the identification of areas available for wood supply. This paper presents the experimental application of a GIS based methodology for classifying and mapping forest areas potentially suitable for wood supply on the basis of a georeferenced dataset available at the national level in Italy. The model here implemented is proposed as a supporting tool for decision makers in forest planning and land management. Results show that forest areas potentially available for wood supply are 40% of total national forest area.

## BIBLIOGRAFIA

- AISE, 2005 – *Foreste, biodiversità e cambiamenti climatici. Rapporto finale*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- CHIRICI G., 2006 – *Introduzione alla geomatica forestale*. Alberi e Territorio, 3: 14-18.
- CIANCIO O., 2002 – *Teoria della gestione sostenibile delle risorse ambientali e forestali*. In: Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali. A cura di Ciancio O., Corona P., Marchetti M., Nocentini S. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 13-46.
- CIANCIO O., CORONA P., IOVINO F., MENGUZZATO G., SCOTTI R., 1999 – *Forest management on a natural basis: the fundamentals and case studies*. Journal of Sustainable Forestry, 1/2: 59-72.
- CIANCIO O., CORONA P., MARCHETTI M., 2002 – *Basi tecnico-scientifiche per l'ecocertificazione della gestione forestale*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 40-57.
- CIANCIO O., CORONA P., MARCHETTI M., NOCENTINI S., 2003 – *Systemic forest management and operational perspectives for implementing forest conservation in Italy under a pan-European framework*. Proceedings, XII World Forestry Congress, vol. B, Quebec City, pp. 377-384.
- MARICCHIOLO C., SAMBUCINI V., PUGLIESE A., MUNAFÒ M., CECCHI G., RUSCO E., BLASI C., MARCHETTI M., CHIRICI G., CORONA P., 2005 – *La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000*. Rapporto APAT 61, APAT, Roma.
- MASELLI F., BARBATI A., CHIESI M., CHIRICI G., CORONA P., 2006 – *Use of remotely sensed and ancillary data for estimating forest gross primary productivity in Italy*. Remote Sensing of Environment, 100: 563-575.
- MCPFE, 2002 – *Improved pan-european indicators for sustainable forest management*. MCPFE Liaison Unit, Vienna.
- MCPFE, 2003 – *Relevant definitions used for the improved pan-european indicators for sustainable forest management*. MCPFE Liaison Unit, Vienna.

- NOCENTINI S., 2002 – *Inquadramento etico*. In: Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali. A cura di O. Ciancio, P. Corona, M. Marchetti, S. Nocentini. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 47-62.
- VEROUSTRAETE F., PATYN J., MYNENI R.B., 1994 – *Forcing of a simple ecosystem model with fAPAR and climatic data to estimate regional scale photosynthetic assimilation*. In F. Veroustraete *et al.* (a cura di), VGT, modelling and climate change effects. The Hague, The Netherlands: Academic Publishing, pp. 151-177.