

CLAUDIO FAGARAZZI (*) - CHIARA FRANCIOSI (*) - ROBERTO FRATINI (*)
FRANCESCO RICCIOLI (*)

MODELLI DI ANALISI TERRITORIALE DEI CONFLITTI SOCIO ECONOMICI FRA SVILUPPO E CONSERVAZIONE AMBIENTALE (1)

Il contributo propone lo sviluppo di una metodologia diretta ad analizzare le potenzialità del territorio in termini di sviluppo locale e di risoluzione dei conflitti che possono derivare dall'uso delle risorse naturali in esso contenute. In considerazione del rilevante ruolo assolto dal settore agricolo in termini di manutenzione e preservazione dell'ambiente e delle realtà sociali in esso presenti, lo studio ha inoltre sviluppato un'approfondita analisi delle caratteristiche strutturali delle imprese agricole, ponendo particolare attenzione al ruolo multifunzionale svolto all'interno del territorio. Secondo le definizioni ormai ampiamente accettate dalla comunità scientifica, al settore agricolo sono infatti attribuibili tre funzioni principali: la funzione ambientale, la funzione economica e la funzione sociale. In ambito ambientale assume particolare rilevanza la gestione delle superfici forestali e seminaturali (cespuglieti, prati, ecc.) attuata dalle diverse imprese agricole.

In considerazione di tutto ciò, il lavoro ha quindi sviluppato un modello predittivo capace di stimare, attraverso la georeferenziazione delle variabili socio-economiche (censimento dell'agricoltura 2000), le modificazioni di uso del suolo conseguenti all'introduzione della riforma di medio termine, e di identificare le zone ove sussistono le maggiori esigenze di «gestione dell'evoluzione dei terreni agricoli»; dall'altro lato, ha definito, attraverso modelli di analisi multicriteriale geografica, le aree di potenziale conflitto di sviluppo fra diverse direttrici (agricolo, residenziale ed industriale).

Le basi teoriche cui fanno riferimento tali approcci, traggono origine dalle recenti proposte della ecological economics e della landscape ecology.

La ricerca, sviluppata nel contesto territoriale del Circondario Empolese - Val d'Elsa, ha assunto particolare rilevanza soprattutto in considerazione del fatto che è la prima

(*) Dipartimento di economia agraria e delle risorse territoriali dell'Università degli Studi di Firenze. Gli autori ringraziano il Prof. Iacopo Bernetti per il supporto scientifico e per gli utili suggerimenti. Il lavoro è frutto di collaborazione tra gli autori: Fratini Roberto ha redatto i paragrafi: 1, 3.2, 4.4.4 e 5; Chiara Franciosi i paragrafi 4.1, 4.4, 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3; Francesco Riccioli i paragrafi 2, 3.1 e 4.2; Claudio Fagarazzi il paragrafo 4.3.

¹ Lavoro realizzato nell'ambito del Progetto MIUR PRIN 2004 «La gestione sostenibile delle risorse territoriali: sistemi di supporto alle decisioni» (coordinatore nazionale: S. Nocentini). Titolo specifico del programma svolto dall'Unità di Ricerca DEART dell'Università degli Studi di Firenze: *Modelli multicriteriali nell'analisi dei conflitti sociali fra sviluppo e conservazione ambientale.*

volta, a livello nazionale, che vengono georeferenziate le informazioni del Censimento dell'Agricoltura a livello di foglio di mappa catastale. Ciò è stato possibile grazie alla presenza, sull'ultimo censimento, della sezione 9, dove le superfici aziendali vengono anche identificate in ragione della loro collocazione catastale.

Parole chiave: analisi multicriteriale geografica; indicatori ambientali e socio economici; multifunzionalità del settore agro forestale.

Key words: spatial multicriteria decision analysis; environmental and socio economic indexes; agricultural and forest multifunctionality.

1. INTRODUZIONE: FINALITÀ ED ORGANIZZAZIONE DEL PROGETTO

La ricerca proposta dalla Unità Operativa del Dipartimento Economia Agraria e Risorse Territoriali è finalizzata all'individuazione e alla applicazione di metodologie di valutazione dei conflitti territoriali mediante l'impiego dell'analisi multicriteriale integrata con i sistemi informativi territoriali. Applicare l'analisi multicriteriale ai problemi di pianificazione territoriale nell'ambito teorico della *ecological economics* significa essenzialmente affrontare le problematiche relative alla valutazione delle potenzialità delle risorse territoriali relativamente ai possibili indirizzi di sviluppo endogeno nel rispetto dei vincoli di sostenibilità ambientale, sociale e culturale. Per raggiungere tale obiettivo è stato necessario scomporre il problema nelle seguenti fasi operative:

- individuazione dei criteri del processo di pianificazione in termini di valutazione delle potenzialità di sviluppo endogeno, applicando i principi delle teorie regionali e di analisi della sostenibilità ambientale dei processi di sviluppo, tramite modelli di *landscape ecology*;
- analisi, con sufficiente dettaglio territoriale (georeferenziazione, delle potenzialità del territorio relativamente a tali criteri, tramite un appropriato set di indicatori da aggregare con tecniche di valutazione multicriteriale (*Multiple Criteria Evaluation*);
- identificazione e negoziazione dei conflitti fra direttrici di sviluppo economico e conservazione del territorio.

Dopo un'introduzione di carattere generale sugli strumenti di pianificazione territoriale, il presente lavoro si è basato sull'analisi del territorio del Circondario Empolese Val d'Elsa, dove le metodologie di analisi multicriteriale implementate in un Sistema Informativo Territoriale, si sono concentrate sull'analisi delle potenzialità di sviluppo economico sostenibile.

2. GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Durante la seconda metà del secolo scorso la pianificazione territoriale è diventata un argomento di grande interesse suscitando l'interesse di

numerose discipline e di studiosi che direttamente ed indirettamente si interessano all'uso delle risorse ambientali. In ambito più prettamente economico si è cercato di sviluppare modelli in grado di integrare, nelle scelte di pianificazione, la variabile ambiente.

È riconosciuto che una buona pianificazione territoriale deve necessariamente avere un grado di dettaglio elevato al fine di poter operare le scelte più idonee. Un problema che sovente accompagna tali scelte decisionali scaturisce proprio dalla complessità ambientale, teatro di scenari variabili ed irrazionali. A tale complessità si aggiungono i quesiti decisionali che coinvolgono un elevato numero di soggetti le cui decisioni sono il frutto di diverse motivazioni, spesso in contrasto fra di loro. Non potendo operare la scelta perfetta quella grazie alla quale vengono soddisfatte tutte le richieste dei protagonisti coinvolti senza arrecare danni all'ambiente, risulta fondamentale operare la scelta di pianificazione che soddisfi il numero più elevato di soggetti coinvolti ed arrechi il minor impatto sul territorio.

La crescente importanza di effettuare scelte di pianificazione, necessita di metodologie adeguate per la valutazione dei beni ambientali in tutti quei progetti che fanno uso di tali risorse.

I beni ambientali sono, com'è noto, caratterizzati dall'assenza di un mercato nel quale possono essere collocati, dalla non escludibilità e dalla non rivalità nel consumo. Dal punto di vista più strettamente economico possono essere valutati attraverso due metodologie, quelle che giungono a risultati monetari e quelle che invece comportano una quantificazione non monetaria.

Il presente lavoro si focalizza sui metodi di stima non monetari ed in particolar modo sulle tecniche di Analisi Multicriteriali (MCDM).

La metodologia utilizzata in questo studio è rappresentata dall'Analisi Multicriteriale Geografica, frutto dell'unione fra le tecniche di Analisi Multicriteriale e dei Sistemi Informativi Territoriali (GIS). Tali strumenti permettono di realizzare un'analisi delle principali tematiche di sviluppo e di conservazione dell'ambiente.

3. ANALISI MULTICRITERIALE APPLICATA AI SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI

3.1 *Fondamenti teorici*

L'*ecological economics* viene istituzionalizzata per prima volta nel 1988 con la nascita della *Society for Ecological Economics* (COSTANZA, 2002; MARTINEZ-ALIER, 2002; ROPKE, 2005). Con questo termine si descrive una branca dell'economia per mezzo della quale i fenomeni di pressione antropica che avvengono sul territorio sono integrati in un processo più vasto di recupero e valorizzazione delle risorse naturali.

È possibile identificare, rifacendosi ai concetti basilari dello sviluppo sostenibile, una sostanziale differenza fra l'economia tradizionale e quella «ecologica». Mentre la prima considera l'ambiente antropico produttore di sostanze inquinanti che il territorio subisce, la seconda teoria è basata sull'esistenza di un collegamento fra l'*input* di materia e di energia ed *output* composti dagli stessi flussi di materia e di energia trasformati dall'ecosistema (FOLKE, 1999).

Per quanto questo scambio sia dinamico, risulta fondamentale una corretta allocazione delle risorse antropiche in un ambiente naturale in modo tale da stabilire un equilibrio fra le parti interessate.

L'ecological economics è probabilmente il risultato della volontà di scelte pianificatorie corrette che tengano conto dell'ambiente che ci circonda e siano al tempo stesso in grado di valorizzarlo. Tale disciplina trova negli approcci regionali allo sviluppo e nella *landscape ecology*² validi supporti operativi.

Il concetto di sviluppo ha un ampio significato e comprende tutta una serie di elementi che vanno dalla produzione alla domanda, dal progresso tecnico all'assetto istituzionale che partecipano alla sua realizzazione. Gli approcci regionali allo sviluppo si basano sul concetto che il territorio assume nel processo di sviluppo frutto dell'integrazione fra attività umane ed ambiente: il così detto sviluppo rurale. Con tale termine ci si allontana da una visione di un'agricoltura fortemente legata al settore industriale, ma si valorizzano maggiormente i fattori endogeni basati sulle esigenze delle comunità locali e sulla loro partecipazione al processo di pianificazione territoriale.

La *landscape ecology* si inserisce nel quadro ampio delle discipline che presentano un approccio alla sostenibilità globale secondo il quale «le interazioni delle diverse componenti della realtà definiscono flussi ed equilibri fondamentali per la equità inter ed intra generazionale (FRANCIOSI *et al.*, 2004). Secondo quanto riportato in letteratura (FARINA A., 2001) la *landscape ecology* è una disciplina che mette in relazione i parametri classici dell'ecologia tradizionale, propri delle scienze naturali con le scienze umane e sociali che si occupano dell'uso del suolo e dell'ambiente inteso in senso più generale. Il concetto di sistema ambientale che emerge dalla *landscape ecology* è «quello di un sistema ambientale, complesso, eterogeneo e frammentato, soggetto a fenomeni di disturbo esterno» (cfr. ALLEN e HOEKSTRA, 1992). In questo

² Il punto di svolta nella costruzione di una nuova concezione integrata dei problemi territoriali si avuto con lo svilupparsi del concetto di *Ecological Economics* storicamente proposto da Costanza e Daily nell'ambito dell'International Association of Ecological Economics.

senso le attività antropiche assumono un ruolo fondamentale nelle dinamiche del territorio, aggiungendo nuovi tipi di sistemi paesistici legati soprattutto ai tessuti urbani ed all'agricoltura che viene definita come «relazione mutualistica fra specie e, addirittura, come processo di riorganizzazione di interi sistemi di ecosistemi» (INGEGNOLI, 1993).

Tramite la *landscape ecology*³ si afferma la volontà di studiare gli ecosistemi antropizzati, cercando di correlare, attraverso l'utilizzo di indicatori specifici, le attività delle popolazioni umane al rispettivo territorio, dando origine ad una pianificazione territoriale che integra tale sinergia. Data la complessità dei problemi coinvolti, questo implica generalmente la necessità di definire strategie di intervento all'interno di un quadro informativo complesso ed incerto. Per questi motivi questa disciplina tende ad abbandonare le tradizionali ipotesi di massimizzazione e di ottimizzazione proprie della economia ambientale e dell'economia delle risorse, puntando su strategie di negoziazione e di costruzione del consenso perseguite principalmente attraverso il miglioramento del quadro informativo (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1990). Negli anni novanta nella letteratura specializzata (COSTANZA *et al.*, 1991; SODERBAUM, 1999; FAUCHEAUX e O'CONNOR, 1998; MARTINEZ-ALLIER *et al.*, 1999) sembra prevalere la tendenza a definire dei *set* di indicatori specifici per ogni problema all'interno dei principi precedentemente illustrati. La necessità di trattare *set* complessi di indici multidimensionali nonché la necessità di adottare un approccio pluralistico e «partecipativo» rappresentano le due principali ragioni che hanno portato *l'ecological economics* ad adottare prevalentemente modelli di analisi decisionale dei problemi ambientali basati su tecniche di tipo multicriteriale.

3.2 Analisi dei conflitti

Le tecniche di valutazione multicriteriale geografica sono state fino ad ora impiegate con lo scopo di analizzare separatamente le potenzialità del territorio in relazione alle diverse azioni volte a promuovere lo sviluppo economico oppure a valutare il valore ambientale relativamente a diverse componenti. Le risorse territoriali possono competere sia per diverse direttrici di sviluppo sia nelle opzioni fra sviluppo e conservazione (BERNETTI e FAGARAZZI, 2002). Per questo motivo la ricerca scientifica in questo settore si è indirizzata alla individuazione di procedure e metodi per la risoluzione

³ Il termine *landscape ecology* va infatti considerato nel suo concetto più unico dove il rapporto uomo-natura va inteso come una integrazione, superando i vecchi approcci teorici i quali da una parte considerano gli ecosistemi naturali come elementi «indisturbati» e dall'altra l'essere umano che fruisce di tali elementi come un intruso.

negoziata dei conflitti fra le parti interessate fra sviluppo economico e conservazione ambientale.

In letteratura sono stati proposti numerosi criteri per la classificazione dei conflitti ambientali (EMANI *et al.*, 1997):

- sulla base delle cause che originano i conflitti;
- sulla base dei metodi di risoluzione;
- sulla base della scala: locale, internazionale o globale.

BINGHAM (1986) e KAHN JR. (1994), in seguito all'analisi di un'ampia casistica rilevata in alcune aree dell'Europa e negli Stati Uniti, classificano i conflitti ambientali in due grandi categorie: (a) specifici per una risorsa territoriale, (b) relativi a normative o politiche ambientali.

Un'altra modalità di esaminare i conflitti territoriali è proposta da AMY (1987), che identifica tre modelli precisi: (a) conflitti da assenza o distorsione delle informazioni, (b) conflitti da interessi contrastanti, (c) conflitti originati da diversità nei valori e nei principi fondamentali. Secondo l'Autore, le prime due categorie di conflitto sono le uniche che presentano una buona possibilità di risoluzione. Per quanto riguarda invece le tecniche di risoluzione dei conflitti, una prima distinzione che può essere effettuata è quella fra negoziazione e mediazione. La negoziazione si ha quando le parti interessate interagiscono direttamente, con lo scopo di ricercare un accordo o un compromesso; nella mediazione invece una terza parte assiste nel processo di risoluzione. Relativamente alle possibili tecniche di coinvolgimento del pubblico nel processo di negoziazione, gli approcci di partecipazione che sono proposti dalla letteratura internazionale (cfr. COLLINS, 1978; LANG e ARMOUR, 1980) possono essere classificati in base al potere decisionale dato alle componenti sociali, ai risultati ed alle informazioni ottenibili per la pianificazione e alla possibilità di coinvolgere diversi strati sociali.

Un modo efficace di affrontare i conflitti di tipo ambientale può avvenire anche attraverso la metodologia proposta da WALKER e DANIELS (1997) che spiega le componenti che caratterizzano il conflitto. Il procedimento prevede a) una conoscenza della risorsa coinvolta, intesa anche come impostazione degli equilibri naturali che regolano l'uso della risorsa stessa; b) una modalità di comportamento, intesa come norme di uso della risorsa e scelte di politica economica; c) una modalità che implica relazioni con l'esterno, intese come interazioni con la società esterna, con gli organismi che sono devoluti alla tutela e con le popolazioni che vivono nell'immediate vicinanze della risorsa in questione. Si tratta di una procedura complessa già utilizzata nell'ambito delle scelte di gestione sostenibile delle risorse forestali e che ha prodotto interessanti risultati soprattutto per il notevole sforzo di concertazione tra le parti interessate (NIEMELA *et al.*, 2005).

4. LO STUDIO DEI CONFLITTI AMBIENTALI NELL'AREA DELL'EMPOLESE VALDELSA

4.1 *Le funzioni del settore agricolo ed i potenziali conflitti*

L'analisi dei conflitti ambientali diventa uno strumento fondamentale per la pianificazione territoriale sostenibile, proprio perché attraverso essa è possibile mettere a confronto le possibili strategie di sviluppo e considerare quali direttrici siano quelle maggiormente adatte allo sviluppo autocentrato ed endogeno in funzione del territorio. In aree in cui la componente territoriale costituisce un elemento caratterizzante per lo sviluppo locale, l'analisi dei conflitti acquisisce un particolare significato per la conservazione e la valorizzazione di tale componente. In particolare nelle aree rurali, nelle quali l'attività agricola e forestale caratterizzano gli equilibri ambientali, sociali ed economici, diventa prioritario mettere in evidenza quali direttrici di sviluppo ne consentano comunque la valorizzazione e la conservazione (CASINI *et al.*, 2004).

A questo proposito va sottolineato che il settore agro-forestale svolge una molteplicità di funzioni che non possono essere riferite solo al campo economico ma coinvolgono anche la componente ambientale, caratteristica quest'ultima difficilmente riscontrabile in altri settori produttivi.

Nel presente studio abbiamo individuato quelle aree che si caratterizzano per l'elevata produzione di funzioni sociali, ponendole come vincolo a direttrici di sviluppo in un'ottica di sviluppo sostenibile per il territorio. Lo studio della funzioni sociali diventa quindi lo strumento per l'individuazione di potenziali conflitti.

In particolare la produzione e la diversificazione di funzioni «sociali» proprie del settore agricolo dipendono dall'ambiente e dalle diverse realtà rurali di riferimento. Ciò è dovuto alla natura estremamente variabile delle funzioni che sono il risultato di complesse sinergie che si instaurano fra processi produttivi, fattori ambientali, sociali e culturali (FRANCIOSI e LOMBARDI, 2004). Il valore delle funzioni prodotte può essere compreso solo a partire dallo specifico contesto territoriale e socio economico in cui l'agricoltura opera. Le relazioni che si instaurano fra processi produttivi ed ambiente (inteso in senso lato) condizionano fortemente la produzione dei cosiddetti beni e servizi secondari la cui erogazione è in stretta connessione con ciò che in letteratura viene definita eterogeneità di contesto ed eterogeneità tipologica (HENKE, 2004). La valutazione delle multifunzionalità non può prescindere dall'approccio territoriale, che implica una valutazione multidimensionale e multidisciplinare nella quale la valutazione economica diviene un aspetto del processo decisionale. Una definizione di multifunzionalità che ben si adatta al caso esaminato è quella indicata da Idda (IDDA

et al., 2002), proposta successivamente anche da Casini (CASINI, 2003), ove per tale concetto si intende «l'insieme di contributi che il settore agricolo può apportare al benessere sociale ed economico della collettività e che quest'ultima riconosce come propria dell'agricoltura».

È necessario, al fine di descrivere il ruolo multifunzionale che le aziende agricole svolgono all'interno di un territorio, individuare le funzioni prevalenti e caratterizzanti del settore agricolo locale e successivamente definire un *set* di indicatori idonei all'analisi delle diverse funzioni sociali.

Le definizioni ormai ampiamente accettate da parte della comunità scientifica europea, attribuiscono al settore agro-forestale tre tipologie di funzioni: la funzione ambientale, la funzione economica e la funzione sociale. Secondo un documento della FAO (1999), la funzione ambientale è identificabile negli effetti positivi o negativi che il settore ha nei confronti dell'ambiente fisico. Il normale funzionamento di molti ecosistemi è strettamente legato alla presenza del settore agricolo, ad esempio la disponibilità di offerta di acqua e della sua qualità, il controllo dell'erosione, l'abbattimento dell'inquinamento, la difesa o l'erosione della biodiversità, l'aumento della biomassa legnosa, ed altri aspetti. Lo studio delle funzioni ambientali dell'agricoltura consente di ottimizzare il legame fra proprietà fisiche, biologiche del territorio e della pratica agricola. Nel nostro studio tali funzioni sono state divise in due sottoclassi: la funzione ecologica e la funzione ambientale. Nella prima si sono approfonditi gli aspetti legati alle caratteristiche del territorio naturale mentre nella seconda funzione sono esaminate le interazioni fra ambiente e uomo, dove per ambiente si è considerato un sistema complesso di interazioni reciproche fra ecosistemi naturali e ecosistemi antropici.

La funzione economica consiste nella produzione di beni, ovvero produzione di derrate alimentari, mangimi, legname, materiali per la produzione di energia, biogas, prodotti farmaceutici e altri materiali di uso comune. Inoltre nella funzione economica sono anche considerate le produzioni di beni e servizi non immediatamente collegati con il settore primario, quali ad esempio le attività rurali non agricole, la definizione di reddito accessorio e la creazione di un bacino di ricchezza ancora non interno al mercato. Attraverso lo studio di una simile funzione è possibile individuare le relazioni del settore agricolo con il contesto economico di riferimento e quindi fornire indicazioni relative alla sua capacità di trasformazione e di sopravvivenza del settore stesso. In alcune analisi settoriali (FAO, 1999; OECD-FAO, 2001) la funzione economica viene analizzata sotto l'aspetto della domanda e dell'offerta di beni e servizi. Nel primo aspetto sono considerati i prodotti agricoli generalmente intesi (i beni e servizi) che sono prodotti, trasportati, venduti e che quindi sono richiesti dalla società mentre nell'altro aspetto sono considerate le diverse forme di lavoro, di capitale che il settore agricolo offre al mercato. Nella

nostra analisi a livello territoriale, come indice di capacità di rigenerazione del settore, abbiamo considerato la specializzazione delle diverse aziende e l'efficienza economica della produzione di tali beni.

La funzione sociale viene identificata con i servizi che l'agricoltura offre alla collettività locale, quali ad esempio la conservazione del paesaggio culturale, il mantenimento della viabilità rurale e forestale, il mantenimento del *know how* tradizionale, il presidio del territorio. Attraverso lo studio di questa funzione è possibile infatti mettere in evidenza l'importanza del settore nella gestione degli equilibri non solo naturali ma anche antropici che sono presenti sul territorio. Inoltre in questo modo diviene possibile analizzare la produzione di beni e servizi che in assenza del settore non esisterebbero ma che ormai costituiscono un patrimonio per il territorio. Secondo queste definizioni si è individuato, per ciascuna delle funzioni studiate, un *set* di indicatori in grado di analizzare il settore agricolo e forestale. Parallelamente a questa scelta si sono esaminate le problematiche inerenti la costruzione e le modificazioni che interessano il paesaggio rurale.

4.2 Area di studio

Il territorio considerato è costituito da undici comuni compresi fra le pianure fluviali del Valdarno e della Val d'Elsa e i rilievi collinari del Monte Albano e di Montespertoli, per una superficie di circa 735 chilometri quadrati⁴ ed una popolazione di 157.910 residenti (ISTAT, 2001) (Tab. 1).

Il circondario Empolese Val d'Elsa si presenta come uno dei poli principali della provincia di Firenze, soprattutto per la struttura produttiva che lo configura come distretto industriale. Sono infatti presenti le caratteristiche tipiche del distretto marshalliano: bassa concentrazione della produzione, prevalenza della piccola e media impresa, esistenza di una rete di relazioni tale da instaurare economie di scala esterne (BERNETTI e FAGARAZZI, 2002).

L'area in esame sta divenendo sempre di più una alternativa, dal punto di vista residenziale, alla città di Firenze, in seguito al processo di deurbanizzazione in atto. Il fenomeno è favorito anche dalla notevole vicinanza dell'area fiorentina, con cui risulta ben collegato da infrastrutture stradali e ferroviarie.

Come evidenziato in Tabella 2, su di una superficie territoriale con caratteristiche prettamente rurali, la superficie agricola (SAU) è pari a 37059,22 ettari, dei quali il 58% è rappresentato da coltivazioni legnose agrarie, una percentuale più ridotta (38%) è invece riservata ai seminativi ed una porzione di minore entità è occupata da prati e prati-pascolo (6,7%). Le coltivazioni legnose agrarie rappresentate in prevalenza da

⁴ La superficie è comprensiva anche delle aree urbane.

Tabella 1 – Caratteristiche dei comuni del circondario Val d'Elsa.

Comuni	Provincia	popolazione residente	superficie Km ²	abitanti per Km ²
Capraia e Limite	FI	5.920	25,00	237
Castelfiorentino	FI	17.012	66,56	256
Cerreto Guidi	FI	9.555	49,33	194
Certaldo	FI	15.670	75,24	208
Empoli	FI	44.094	62,28	708
Fucecchio	FI	21.139	65,13	325
Gambassi Terme	FI	4.709	83,06	57
Montatone	FI	3.439	104,90	33
Montelupo Fiorentino	FI	11.240	24,60	457
Montespertoli	FI	11.354	125,02	91
Vinci	FI	13.778	54,42	253
		157.910	735,54	215

Fonte: Istat, 2001

superfici coltivate a vite (55% del totale) e olivo (43%), sono inserite in fascia compresa fra i 100 ed i 400 metri. Salendo di altitudine, soprattutto nell'area del Monte Albano è facile incontrare oliveti monumentali su terrazzi con muretti a secco. I comuni con la SAU più elevata sono quelli di Montespertoli (20%) e Montaione (12%). La forma di conduzione aziendale più diffusa è quella diretta con manodopera familiare (52% della superficie interessata dalle coltivazioni agricole), la conduzione con salariati interessa invece una percentuale di poco inferiore al 30%.

Un aspetto peculiare dell'agricoltura di quest'area è rappresentato dall'estremo grado di frammentazione della proprietà: il 52% delle aziende presenta una superficie compresa tra 1 e 2 ettari, mentre un altro 32% di esse è compreso tra 2 e 5 ettari. I comuni con il più elevato grado di polverizzazione sono Empoli e Cerreto Guidi (rispettivamente con il 51% ed il 50% delle aziende comprese nella classe di 1 ettaro di superficie).

Le superfici boschive, che contribuiscono alla biodiversità ecologica e paesaggistica del territorio, risultano pari a 13.985 ettari corrispondenti al 24% della superficie territoriale. Si tratta di superfici che si incrementano progressivamente salendo da una quota minima di 200 metri fino ai 650 metri del Montalbano. I comuni con la maggior presenza di boschi sono quelli di Gambassi (26% del totale) e Montaione (22%).

4.3 Le fasi dell'analisi

Al fine di analizzare i conflitti potenziali ambientali e sociali ed economici che possono svilupparsi nel territorio esaminato – data l'importanza che il settore agricolo riveste localmente – è stato necessario *in primis* individuare le caratteristiche e le funzioni che le aziende agricole svolgono e

Tabella 2 – Indirizzi culturali nel territorio del circondario Val d'Elsa secondo il V Censimento dell'agricoltura del 2000 (superfici espresse in ettari).

COMUNI	SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA					Arboricoltura da legno	Boschi	Superficie agraria non utilizzata	Totale
	Seminativi	Legnose agrarie	Prati	SAU					
Capraia e Limite	329,79	525,10	32,86	887,75	35,03	863,27	26,13	1812,18	
Castelfiorentino	2976,03	884,48	382,44	4242,95	123,94	1284,43	42,63	5693,95	
Cerreto Guidi	2131,70	1436,24	59,85	3627,79	112,37	357,10	46,02	4143,28	
Certaldo	1815,04	1912,00	134,20	3861,24	102,99	722,66	352,22	5039,11	
Empoli	2165,05	1107,60	86,22	3358,87	122,69	243,91	218,91	3944,38	
Fucecchio	1382,54	411,82	318,73	2113,09	114,42	836,86	144,17	3208,54	
Gambassi Terme	2164,51	1236,52	321,25	3722,28	70,42	3581,77	138,06	7512,53	
Montaione	2636,22	919,66	875,84	4431,72	137,62	3135,58	363,70	8068,62	
Montelupo Fiorentino	312,95	413,12	7,25	733,32	1,16	400,56	115,74	1250,78	
Montespertoli	3529,63	3488,99	257,19	7275,81	163,43	1984,05	726,45	10149,74	
Vinci	754,54	2032,11	17,75	2804,40	34,75	575,41	67,81	3482,37	
Totale	20198,00	14367,64	2493,58	37059,22	1018,82	13985,60	2241,84	54305,48	

Fonte: Istat, 2001

quindi valutare secondo una scala di multifunzionalità il ruolo che il settore agricolo e forestale svolge su e per il territorio. In questo modo diventa pertanto possibile analizzare le potenziali conseguenze economiche sociali ed ambientali derivanti dal cambiamento di destinazione d'uso del territorio⁵.

Gli aspetti introdotti pongono la necessità di un allargamento della base informativa, necessaria per l'analisi. Non basta più avere dati sulle variabili macroeconomiche classiche, con un dettaglio che si ferma ai limiti amministrativi comunali, affinché tale approccio sia applicabile è necessario avere una base informativa che definisca gli elementi che individuano tutte le variabili locali, con un puntuale dettaglio di georeferenziazione. Questi elementi inoltre devono confluire in una metodologia di analisi in grado di rendere omogenee le variabili necessarie alla elaborazione degli indicatori indispensabili per la valutazione. In particolare in questo contributo gli strumenti utilizzati per poter sviluppare un simile approccio sono stati l'uso di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) e l'analisi multidimensionale.

L'archivio cartografico del SIT è stato realizzato in formato *raster* poiché questo tipo configurazione consente l'impiego di modelli matematici di simulazione più evoluti e potenti. Di conseguenza è stato necessario convertire tutte le basi dati di origine, siano esse in formato *raster* (con griglie di dimensioni diverse) che vettoriale, in uno *standard* con griglia quadrata di 50 metri di lato (dettaglio più che sufficiente rispetto alle esigenze di pianificazione su area vasta).

Attraverso l'impiego di queste banche dati georeferenziate è stato infatti possibile definire un vettore di caratteristiche territoriali per ciascun pixel incluso all'interno dell'area di studio (BERNETTI e FAGARAZZI, 2002) che ha costituito il *database* di partenza per le nostre elaborazioni.

Le basi dati territoriali inserite all'interno del Sistema Informativo Territoriale sono state le seguenti:

- Carta dell'uso del suolo *Corine Land Cover* da cui sono state derivate:
 - Carta delle aree residenziali;
 - Carta delle aree produttive;
 - Carta delle tipologie colturali.
- Cartografia regionale IGM in scala 1:10.000 da cui sono state derivate:
 - Carta della viabilità principale;
 - Carta dei corsi d'acqua.

⁵ Per individuare i potenziali conflitti ambientali è stato seguito l'approccio presente nella ricerca europea «Bioforum project», proposta da NIEMELA (2005), per il quale è necessario descrivere le diverse componenti del conflitto a livello funzionale, vale a dire a quale necessità o bisogno esse rispondono nei confronti della collettività.

- Modello Digitale del Terreno da cui sono state derivate:
 - Carta della intervisibilità del territorio;
 - Carta delle pendenze;
 - Carta dei fogli di mappa.

Le altre basi dati utilizzate sono stati i dati aziendali, derivanti dal V Censimento dell'Agricoltura (ISTAT 2001), che avevano come riferimento geografico il foglio di mappa catastale che contiene informazioni riferibili alla multifunzionalità del settore agricolo. Attraverso l'impiego della sezione 9 del foglio censuario, è stato possibile georeferenziare l'informazione aziendale a livello di foglio di mappa catastale. Attraverso questa fase operativa è possibile definire il livello multifunzionale di ciascun foglio di mappa. Ciascun indicatore è stato pertanto misurato sulla base delle superficie agricola afferente a ciascun foglio catastale e determinato dalle caratteristiche delle aziende del foglio stesso.

Ogni foglio di mappa, alla fine del processo è risultato caratterizzato da indicatori che rappresentano la percentuale di superficie interessata da una determinata funzione agricola (Tab. 3).

Ottenuto il database georeferenziato si è proceduto alla definizione e quantificazione delle diverse funzioni (Tab. 3), con la scelta di un metodo di aggregazione opportuno. In una fase immediatamente successiva, si è individuata la migliore «espressione» di multifunzionalità, procedendo alla creazione di un algoritmo che ci consente di quantificare il livello multifunzionale di ciascuna unità minima di analisi.

Il criterio minimo fissato per l'attribuzione di significato multifunzionale è che almeno una delle tre funzioni (ambientale, sociale, ecologica) presenti un valore elevato. La funzione economica viene considerata come una possibilità da parte della azienda di entrare o di rimanere all'interno del mercato delle produzioni agricole e presentare perciò una certa redditività. Nel momento in cui esiste la possibilità di sviluppo di altre funzioni rispetto a quella prettamente economica si accerta la reale possibilità che le aziende agricole considerate riescano ad esercitare tali funzioni. Nel caso in cui il potenziale economico sia di scarsa entità ma anche l'insieme delle altre funzioni risulti mediocre per tali aree si configura un evidente conflitto socio economico ambientale rispetto ai progetti di sviluppo. Quindi, secondo la linea di ricerca da noi adottata il territorio⁶ è definito da funzioni essenziali e funzioni accessorie. Nel caso delle funzioni essenziali si parla di contributo alla multifunzionalità

⁶ Per quanto riguarda i dati territoriali utilizzati e spiegati in tabella 3 le fonti sono state il Censimento dell'Agricoltura (ISTAT, 2001) e i dati cartografici derivanti da elaborazione con *ATiLA*, *tool di ArcView*.

Tabella 3 – Elenco delle componenti utilizzate nell'analisi territoriale.

ASPETTI	INDICATORE	VARIABLE	DESCRIZIONE INDICATORE
<i>Aspetto ambientale</i>			
Superfici soggette a protezione della natura Superfici destinate all'agricoltura biologica		parx zobx semb semd	superfici soggette a protezione della natura presenza di allevamenti di qualità superficie a seminativi ad agricoltura biologica superficie a seminativi sottoposti disciplinare
		semi legb legd legi loti lotb ferc fero prco rtlx pp11 bos 1-6 seta	superficie a seminativi ad agricoltura integrata superficie a legnose agrarie ad agricoltura biologica superficie a legnose agrarie sottoposte a disciplinare superficie a legnose agrarie ad agricoltura integrata superficie a lotta integrata superficie a lotta biologica superficie con fertilizzazione chimica superficie con fertilizzazione organica presenza di pratiche di copertura tipologia di successioni superficie di prati e pascoli superfici boscate set a side
Impatto sull'habitat naturale e sulla biodiversità			
Superfici di valore naturalistico Rinaturalizzazione			
<i>Aspetto ecologico</i>			
Assetto del territorio		N_INDEX PURB	percentuale di superficie naturale percentuale di superficie urbanizzata
Diversità Metrica forestali		H_PRIME F_PLGP F_MDCP	Indice di Shannon rapporto fra sup. frammento bosco più grande e sup. totale dei frammenti distanza media fra frammenti
Edge e core forestali		FEDGE70 FCORE70 RNAT0	percentuale di aree di margine e <i>aree core</i> rapporto fra aree di margine e il totale della superficie della particella
Margine ripariale		RURB0 RAGT0	
Ecotone 10 metri/40 metri		RNAT10/40 RURB10/40 RAGT10/40	percentuale di superficie urbanizzata, di superficie agricola e di superficie non coltivata che si trova adiacente o in un buffer di 10 o 40 metri rispetto ad un fiume
Densità stradale Chimica Impermeabilizzazione		RDDENS P_LOAD PCTIA_LC	densità delle strade presenza di sostanze chimiche derivanti dalle attività agricole e da attività industriali
<i>Aspetto economico</i>			
Specializzazione Frammentazione Professionalizzazione		ote corp Catex	orientamento tecnico produttivo economico a quattro cifre numero di corpi afferenti alla azienda corsi di formazione del capo azienda
<i>Aspetto sociale</i>			
Presenza di altre attività Presenza di attività agrituristica Produzione di energia alternativa Manutenzione e ripulitura del bosco Superfici destinate ad attività ricreative		cmrx multx turx dbox gbox s151	commercializzazione dei prodotti in azienda presenza di attività multifunzionali presenza di agriturismo destinazione dei prodotti forestali in azienda manutenzione del bosco superficie destinata ad attività ricreative

Fonte: ns. elaborazioni su dati Censimento dell'Agricoltura (ISTAT, 2001)

forte, nel caso di funzioni accessorie si parla di contributo alla multifunzionalità *debole*.

L'operatore di aggregazione varia a seconda delle funzioni analizzate. Nel caso di funzioni non economiche è stato adottato un operatore di tipo *non compensatorio*, nel caso dell'aggregazione finale l'operatore utilizzato è stato un operatore *compensatorio ponderato*.

4.4 Definizione delle funzioni e dei loro indicatori

La nostra analisi, dopo aver definito un *set* potenziale di indicatori idonei alle caratteristiche del territorio, ha proceduto alla georeferenziazione di tali indicatori e alla definizione di una maglia di analisi adatta per l'implementazione e per la definizione dei conflitti ambientali esistenti nel territorio.

Le basi dati utilizzate per definire e creare gli indicatori sono stati oltre al V Censimento dell'Agricoltura, la carta di uso del suolo e la carta delle aree protette della Regione Toscana, la carta della rete idrica, la carta della pendenze e la carta geomorfologica.

Questi diversi indicatori sono stati poi aggregati per foglio di mappa catastale, unità minima di analisi maggiormente adattata per il nostro studio. Attraverso l'uso di tale unità, è stato possibile utilizzare molte delle informazioni che si trovano nel Censimento dell'Agricoltura, essendo quest'ultime analizzate con un dettaglio specifico. Inoltre l'utilizzo del foglio di mappa ha permesso di individuare non solo le funzioni che le aziende agricole svolgono ma anche di mettere in relazione queste funzioni con le caratteristiche del territorio.

Nel caso in studio quindi, ciascun *record*, rappresenta la particella catastale. Si è ottenuto in tal modo un tema vettoriale rappresentativo della maggiore o minore attitudine di una particella alla produzione di funzioni sociali. Inoltre, tutti i tematismi in formato GRID⁷ ottenuti e gestiti nel Sistema Informativo Territoriale (SIT) sono stati riassunti e assegnati alle corrispondenti particelle catastali e quindi sono andati a far parte del database di partenza per le elaborazioni.

In questa prima fase di elaborazione, è stato necessario individuare le aziende che territorialmente appartengono al caso di studio e quindi georeferenziare i dati del censimento, attraverso la sezione 19 che contiene il riferimento geografico per ciascuna azienda, ai fogli di mappa catastali⁸.

⁷ Le informazioni Grid sono espresse in forma matriciale; alla «cella» della matrice non corrisponde il valore del colore (o tono di grigio), ma il valore numerico associato ad una particolare informazione. Il formato grid, quindi, consente di avere più matrici sovrapposte tra loro e ciascuna di esse viene utilizzata per rappresentare un certo tematismo.

⁸ È possibile che un'azienda pur avendo la sede amministrativa in un comune abbia poi il fondo agricolo altrove.

Un passaggio fondamentale durante questa fase è stata la verifica della concordanza fra i dati censuari aziendali e quelli catastali⁹. Infatti dal momento che i dati catastali spesso derivano da interpolazioni, è possibile che quando si sono verificate incongruenze e discordanze, il dato ritenuto valido è stato quello del censimento aziendale.

Il problema principale è stato riscontrato per le superfici boscate che in parte del territorio toscano assumono una certa rilevanza. Nella sezione 19 esistono infatti 794 aziende con bosco mentre nel censimento aziendale ne risultano 832: non sono censite pertanto 38 aziende con bosco. Altro elemento discordante è la dimensione del bosco: per le 794 aziende esaminate risulta che 39 presentano una superficie forestale superiore a quella riportata nella sezione 19. Il problema è stato risolto adattando, attraverso opportune elaborazioni, i dati aziendali appartenenti al foglio di mappa. Si è così ottenuto un database congruente e si è giunti alla definizione, al calcolo e alla georeferenziazione degli indicatori.

a) Funzione ecologica

Gli indicatori che definiscono la funzione ecologica analizzano tre aspetti rilevanti dell'ecosistema: il paesaggio, l'ambiente ripariale e le pressioni antropiche. Per ciascuno di questi aspetti sono stati scelti gli indicatori più idonei derivanti dall'elaborazione di dati territoriali attraverso il *tool* di Arcview: *ATiLLA*. Questo *tool* partendo da dati territoriali semplici elabora informazioni complesse operando all'interno di ciascun foglio di mappa, definito come minima unità di analisi. I *layer* di partenza sono stati:

- carta di uso del suolo;
- la carta delle pendenze;
- la carta della rete idrologica;
- la carta delle rete stradale;
- la carta delle aree urbanizzate;
- la carta della popolazione;
- la carta delle precipitazioni;
- la carta della qualità delle acque.

Più dettagliatamente per analizzare le caratteristiche del paesaggio, sono stati utilizzati i seguenti indicatori:

- *la percentuale di area naturale* all'interno del foglio di mappa (N_index),
- *la percentuale di area urbanizzata* all'interno del foglio di mappa (Purb).

⁹ In questa fase di elaborazione è stato necessario considerare il database catastale e il database aziendale che pur derivando entrambi da elaborazioni ISTAT, hanno unità di analisi differenti (i record aziendali riferite alle particelle catastali e l'azienda) e a volte contengono incongruenze quantitative.

Per valutare la diversità paesaggistica ecologica di ciascun foglio si è adoperato l'*indice di Shannon* (HPRIME); per analizzare la *salute* delle aree boscate si è utilizzato l'indice di *frammentazione delle aree boscate* all'interno del foglio catastale. Si sono calcolati gli indicatori F_{plgp} e F_{mdcp} che prendono in considerazione rispettivamente la porzione occupata dal frammento di bosco più grande rispetto alla superficie totale dei frammenti forestali totali e la distanza media di ciascun frammento forestale da quello più vicino (tanto maggiore sarà la proporzione e tanto minore sarà la distanza, tanto migliore sarà la «salute» del bosco e quindi dell'ambiente analizzato).

Come indice di «salute» delle aree boscate si è considerata anche la percentuale di aree di margine e *aree core* e il rapporto fra aree di margine e il totale della superficie della particella.

Attraverso questi indicatori si è inteso studiare l'effetto di margine che risulta tanto maggiore quanto più piccole sono le dimensioni delle aree. L'effetto margine induce nei frammenti una trasformazione della struttura vegetazionale, del microclima, della copertura del suolo, che provoca effetti diretti e indiretti sulla distribuzione e abbondanza delle specie animali e vegetali (LAURANCE e YENSEN, 1991; SCHONEWALD-COX e BUECHNER, 1992). Attraverso tali indicatori diviene quindi possibile studiare la resilienza e la sostenibilità degli *habitat*. L'entità di tale effetto dipende da una serie di fattori quali la tipologia ambientale del frammento e quella della matrice paesistica nella quale esso è inserito, il tipo e grado di frammentazione ed il tempo intercorso dall'inizio di questo processo (DAVIES *et al.*, 2001). In questi ambienti possono intervenire cambiamenti microclimatici, biologici ed ecologici (es. germinabilità e sopravvivenza dei semi, introduzione di specie estranee, fenomeni di predazione e competizione) che amplificano così le conseguenze della frammentazione.

Per analizzare le caratteristiche del territorio in prossimità di fiumi (ambiente ripariale) sono stati utilizzati i seguenti indicatori:

- *la percentuale di superficie urbanizzata, e di superficie agricola e di superficie non coltivata che si trova adiacente o in un buffer di 10 o 40 metri rispetto ad un fiume* (Rurb0, Rurb10, Rurb40, Rnat0, Rnat10, Rnat40, Ragt0, Ragt10, Ragt40).

Gli indicatori ora evidenziati si dimostrano utili per la definizione della fragilità ambientale della zona. I dati che ne scaturiscono presentano la caratteristica di fornire elementi descrittivi per le zone ripariali locali. Ad esempio la presenza di aree forestali vicino a fiumi potrebbe garantire condizioni ottimali per la conservazione di *habitat* naturali per piante ed animali e la diminuzione di afflusso di inquinanti nelle falde. Di contro la presenza di un'area urbanizzata nelle vicinanze di un fiume potrebbe influenzare l'equilibrio naturale ed ecologico non solo del fiume ma anche delle aree naturali circostanti.

Un'analisi complessiva delle caratteristiche ambientali è possibile attraverso la definizione di alcuni indicatori capaci di fornirci informazioni relativamente alla presenza di attività antropiche e agli effetti che queste provocano sul territorio. Le attività antropiche sul territorio aumentano in genere i livelli di azoto nitrico e di fosforo, influenzando il livello di inquinamento delle falde acquifere. Inoltre la presenza di strade o altre strutture viarie ha un effetto sulla capacità di assorbimento idrico e sulla velocità di scorrimento superficiale dell'acqua aumentando il rischio di erosione e di frane dei terreni.

Gli indicatori presi in considerazione per valutare tali impatti sono stati: *la densità delle strade e la presenza in percentuale di aree impermeabilizzate* rispetto al foglio di mappa. Si tratta di indicatori che forniscono precise misure della potenziale perdita di *habitat* o della qualità delle acque ed in generale del degrado ambientale. La presenza di sostanze chimiche derivanti dalle attività agricole e da attività industriali (esprese in chilogrammi per ettaro e per anno), forniscono invece indicazioni relative all'eutrofizzazione dei fiumi e all'inquinamento delle falde.

b) Funzione ambientale

La funzione ambientale riveste un ruolo fondamentale nell'indicare l'impatto che il settore agricolo esercita sul territorio, contribuendo alla sua modificazione ed alterazione. Tra questi elementi sono indubbiamente significativi la presenza di coltivazioni e/ o di allevamenti biologici, la presenza di monoculture che favoriscono l'impoverimento della flora e fauna, la presenza di fertilizzazioni chimiche. Si tratta di componenti importanti che ci permettono di valutare ed evidenziare la sostenibilità agricola delle aziende.

La presenza di aree ad elevato valore ambientale (aree naturali protette) e la presenza di biotopi forniscono invece importanti indicazioni maggiormente legate allo *status quo* ed al livello di fragilità ambientale dell'area rurale.

Gli indicatori che bene si adattano alla definizione della funzione ambientale sono pertanto individuati in:

- la presenza di aree a monosuccessione all'interno della particella;
- la presenza di aree a coltivazione biologica;
- la presenza di zootecnia biologica;
- la presenza di coltivazioni con fertilizzazioni chimiche e con fertilizzazione organica;
- la presenza di coltivazioni biologiche;
- la presenza di aree naturali protette.

c) Funzione sociale

Secondo la definizione di funzione sociale della FAO (2001), si sono tenuti in considerazione gli effetti che il settore agricolo produce sul territo-

rio in termini di occupazione, di conservazione delle tradizioni, di diversificazione del reddito, di utilizzo alternativo e sostenibile delle risorse e di conservazione delle risorse tradizionali agricole.

Gli indicatori che permettono di esprimere una definizione della funzione sociale sono:

- la presenza di aree destinate alla ricreazione;
- la presenza di aree con funzione multifunzionale;
- la presenza di aree forestali gestite;
- la presenza di aziende che effettuano la vendita diretta di prodotti;
- la presenza di aziende che utilizzano i prodotti forestali aziendali a fini energetici.

d) Funzione economica

La funzione economica e gli indicatori che la definiscono hanno lo scopo di valutare l'efficienza aziendale del settore agricolo sul territorio. La presenza di un'elevata frammentazione e di una bassa specializzazione sono sinonimi di scarsa efficienza produttiva e quindi di una scarsa propensione alla conservazione del settore nel territorio.

Gli indicatori che definiscono la funzione economica sono individuati in:

- la presenza di frammentazione all'interno della particella;
- la presenza di aziende con orientamento tecnico economico altamente specializzato.

4.4.1 Valutazione degli indicatori

I dati di origine necessari per valutare e calcolare gli indicatori ora descritti sono stati aggregati a livello di foglio catastale con lo scopo di ottenere un'inquadratura geografica definito. Grazie infatti alla sezione 19 del censimento, ciascun record aziendale ha un preciso riferimento al foglio catastale. Dal momento che una azienda viene descritta da più *record* che differiscono fra loro per l'appartenenza a fogli catastali differenti, è stato possibile costruire un indice di appartenenza di foglio per ciascuna azienda. È infatti possibile, come già precedentemente sottolineato, che un'unica azienda abbia diversi corpi distribuiti su più fogli e non è quindi possibile attribuire l'intera superficie aziendale e le sue caratteristiche ad un unico foglio.

Considerati quindi F_i foglio catastale i -esimo e x_{ij} la superficie i -esima dell'azienda x_j l'indice di appartenenza è stato così calcolato:

$$X_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (1)$$

dove X_j è la superficie totale dell'azienda x_j
indice di appartenenza a F_i

$$IA_{ij} = x_{ij}/X_j \quad (2)$$

Tale indice è stato utilizzato per aggregare le caratteristiche aziendali per singolo foglio e calcolare successivamente gli indicatori sempre per singolo foglio.

Ciascun indicatore territoriale che presenta come riferimento la superficie aziendale, è stato calcolato in base alla superficie afferente al foglio e ciascun indicatore territoriale che presenta come riferimento la numerosità delle aziende, è stato calcolato sulla base del numero totale di aziende agricole presenti nel foglio.

Una volta ricavati gli indicatori sono stati normalizzati attraverso il primo ed il nono percentile. La differenza percentile ha il vantaggio di eliminare i valori estremi, collocati nelle code della distribuzione¹⁰.

4.4.2 Valutazione delle funzioni

Una volta calcolati i differenti indicatori si proceduto quindi alla loro aggregazione in funzioni. Il metodo utilizzato per effettuare la loro valutazione è stato quella della media pesata. L'operatore utilizzato per effettuare la valutazione e l'aggregazione delle funzioni è l'algoritmo *fuzzy* di Yager (YAGER, 1987). Secondo quanto riportato in letteratura (SUGENO e YASUKAWA, 1993), le diverse aree che concorrono per un uso, vengono considerate alternative e devono essere valutate attraverso una serie di criteri che, in ambiente GIS, si configurano come tematismi cartografici. È stata sviluppata (cfr. BOGGIA A., MASSEI G. 1998; TORQUATI et al., 2006) una procedura, chiamata FuzzyMCDA¹¹, che 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 database geografico è vista come un record, in FuzzyMCDA diventa un'*alternativa*, mentre gli attributi relativi vengono considerati come *criteri*.

Il nostro lavoro prende spunto dalla definizione dell'operatore di Yager che gli stessi autori forniscono nel loro lavoro.

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 $\mu_{G_j}(x)$.

Si attua la ponderazione impiegando i pesi come esponenti dei valori delle alternative normalizzati in tal modo essi assumono il significato di «modificatori linguistici» rispetto ai valori originari.

¹⁰ Con i percentili, si possono individuare quali sono i valori che delimitano, nel margine inferiore o superiore della distribuzione, una percentuale o frazione stabilita di valori estremi (RICCIARDI e CRESCENZO, 2000).

¹¹ Il codice è scritto in VBA for Excel ed è rilasciato con licenza GNU GPL.

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

$$D = G_1^{w1} \cap G_2^{w2} \cap \dots \cap G_m^{wm} \quad (3)$$

Secondo tale impostazione, «...ne consegue che la soluzione (alternativa) migliore è quella con il più alto valore assunto dal grado di appartenenza in D tra tutte le alternative oggetto di valutazione. L'operatore di intersezione, 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 (TORQUATI *et al.*, 2006).

Grazie all'operatore Yager l'aggregazione delle funzioni avviene attraverso un operatore di unione e di media fuzzy ponderata OWA, oppure con il criterio non compensativo del minimo, in base all'importanza che alla funzione stessa ed ai criteri che la definiscono.

4.4.3 Valutazione della multifunzionalità

Ciascuna funzione è stata aggregata attraverso l'operatore Yager in base all'importanza che essa svolge nella definizione di multifunzionalità. Tanto più una funzione è ritenuta fondamentale per la concretizzazione della multifunzionalità che il settore agricolo locale svolge sul territorio tanto più essa risulterà avere un peso.

Nel nostro caso sono risultate maggiormente importanti le funzioni ecologiche e sociali (Yager=1), mentre la funzione economica e quella ambientale (Yager=0) presentano un ruolo di secondo piano.

La nostra ricerca è infatti orientata a valutare gli eventuali conflitti che possono derivare da diversi orientamenti produttivi. Diventa quindi necessario individuare e valutare le peculiarità che tale settore può produrre nei confronti del territorio e della popolazione che abita in esso. L'aspetto ambientale rappresenta un elemento di conservazione dello *status quo* e del suo miglioramento. Tuttavia tali effetti possono essere raggiunti anche attraverso un uso sostenibile delle risorse che non necessariamente prevede la presenza del settore agricolo. L'aspetto economico al contrario risulta marginale per un'eventuale valutazione di conflitti, anche se di importanza fondamentale per la conservazione del settore. Nel caso infatti di scelte fra diversi settori produttivi il fattore di differenziazione per il settore agricolo è rappresentato dagli effetti che esso può produrre a livello ecologico e sociale, elementi che difficilmente si possono sviluppare in sua assenza.

Una volta ottenute le singole funzioni è stato possibile procedere alla valutazione della multifunzionalità. Per effettuare un simile passaggio è stato necessario valutare quale approccio adottare nei confronti della sostenibilità/multifunzionalità; nel nostro caso si è optato per i seguenti livelli:

- 1) multifunzionalità «**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, Yager = 0);
- 2) multifunzionalità «**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, Yager = 1).

Per come è stato definito il concetto di multifunzionalità, si è scelto di analizzare il problema secondo due differenti opzioni:

opzione 1: prevalenza data alle quattro funzioni (operatore AND)

opzione 2: sostanziale equilibrio tra i criteri precedentemente definiti (operatore OWA)¹²

I risultati della simulazione 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) e 1 (massima preferenza).

4.4.4 Risultati

In questa fase dell'analisi è stato possibile mettere in evidenza le aree del Circondario che per le loro caratteristiche sono in grado di svolgere funzioni sociali, economiche, ecologiche ed ambientali e pertanto possono essere definite come aree ad elevato valore multifunzionale (Figura 1 in Appendice). In particolare esse potrebbero essere considerate dal decisore pubblico zone rurali e forestali da tutelare e conservare attraverso una politica di sostegno e di sviluppo. In questo senso, all'interno dell'Unione Europea, esiste ancora una certa incertezza nell'affermare la necessità di intervento pubblico dal momento che gli esperti del settore non hanno ancora stabilito l'entità della convenienza economica e sociale nel mantenere il settore agricolo e le funzioni da esso erogate (cfr. CASINI, 2003). Il principale risultato di questo tipo di analisi deriva dal fatto che grazie alla metodologia multicriteriale si è potuto definire un concetto di multifunzionalità che non fosse semplicemente la somma delle diverse funzioni ma l'interazione delle diverse capacità delle aziende agricole nell'esercitare tale funzione; la restituzione cartografica diventa quindi uno strumento di lettura sintetica e puntuale delle caratteristiche di ciascuna area mettendone in evidenza le fragilità e i punti di forza.

Nella parte del territorio toscano da noi esaminato, le aree agricole che

¹² Aggregazione effettuata attraverso la scelta dell'operatore Yager con un valore di 0,5.

sono in grado di assolvere pienamente le funzioni sociali, economiche, ecologiche ed ambientali si trovano maggiormente concentrate nella zona nord del comune di Montaione e nella zona nord occidentale di Gambassi Terme, che sono, tra l'altro, i due comuni con la più elevata presenza di superficie forestale. Queste due aree costituiscono un corridoio quasi continuo in cui le caratteristiche del territorio favoriscono una buona efficienza economica ed una elevata conservazione delle caratteristiche ecologiche e di sostenibilità degli ambienti forestali ed agricoli.

Un'altra parte del territorio ad elevata capacità multifunzionale è quella che si trova nella parte meridionale del comune di Montelupo Fiorentino e nella parte settentrionale del comune di Montespertoli. Tale area si caratterizza per aver una forte omogeneità nei confronti delle funzioni di conservazione ambientale. Un nucleo con elevate caratteristiche multifunzionalità lo si riscontra nella parte settentrionale del comune di Fucecchio dove le funzioni di conservazione ambientale e la funzione sociale appaiono accentuate.

La funzione ecologica (cfr. Figura 2, Figura 11, Figura 12 in Appendice) risulta particolarmente presente nell'area meridionale dell'Empolese Val d'Elsa. All'interno di alcuni comuni: Montaione, Montespertoli, e Certaldo è possibile evidenziare tre nuclei distinti in cui le caratteristiche ecologiche sono altamente rappresentate. Dal confronto con il quadro cartografico ottenuto (Figure citate) appare evidente un insieme di particelle catastali in cui l'elemento ecologico è prevalente.

Nei comuni di Gambassi Terme e Castelfiorentino il territorio presenta un buon livello di presenza della funzione ecologica. Per gli altri comuni, fatta eccezione per quelli di Capraia e Limite e Montelupo Fiorentino, le caratteristiche ecologiche appaiono abbastanza scarse. Un elemento che influenza la funzione ecologica è la presenza dell'ambiente ripariale e di frangia. È importante sottolineare che lo studio della vegetazione riparia, unito alla conoscenza del suo grado di artificialità o naturalità, delle relazioni spaziali e le dinamiche fra le fitocenosi e l'ambiente d'intervento, costituiscono elementi fondamentali per la definizione del grado di funzionalità ecologica dell'ambiente esaminato. Tali conoscenze sono inoltre imprescindibili per una corretta gestione del territorio (VOLPINI, 2005).

La funzione ambientale (Figura 3, Figura 6 e figura 7 in Appendice) risulta ampiamente soddisfatta nella zona settentrionale del Circondario, soprattutto nei comuni di: Cerreto Guidi, Certaldo, Montaione e Montelupo Fiorentino. Nei contesti da noi esaminati la componente ambientale è influenzata dalle pratiche agricole biologiche o integrate, dalla presenza di *set aside* (comuni di Montaione e Cerreto Guidi) e da alcune pratiche tipiche dell'agricoltura (esempio grado di copertura delle colture) adottate nel-

l'ambito dei criteri di gestione aziendale. Tali elementi costituiscono efficaci indicatori facilmente riferibili ad un aspetto particolare della funzione ambientale: la conservazione degli *habitat* naturali e la conservazione della biodiversità.

La funzione sociale (Figura 4, Figura 8 e Figura 9 in Appendice) è particolarmente espletata dalle aziende che si trovano nel comune di Fucecchio (già evidenziato per il suo elevato grado di multifunzionalità), dove costituiscono un aggregato che interessa prevalentemente la parte più settentrionale del territorio comunale. Oltre a questo aggregato, caratterizzato da aziende agricole che assolvono prevalentemente una funzione ricreativa ed aziende in cui viene praticata una selvicoltura che mira prevalentemente all'utilizzazione del bosco ceduo, con produzione di materiale utilizzabile per finalità energetiche, non si riscontrano altri nuclei aziendali significativi dal punto di vista della funzione sociale.

Un aspetto significativo da evidenziare è che tale funzione risulta soddisfatta in modo sufficiente in quasi tutti i fogli di mappa utilizzati per la nostra analisi territoriale. Si tratta di un dato dovuto probabilmente alla presenza in numerose aziende di attività prevalentemente multifunzionali, in cui gli aspetti cosiddetti «ricreativi», così come quelli di intervento a favore delle aree boschive, sono particolarmente sviluppati. Unica eccezione è rappresentata dal comune di Vinci in cui le funzioni sociali risultano erogate in modo insoddisfacente a causa soprattutto di una scarsa presenza di attività agricole di tipo multifunzionale.

La funzione economica (Figura 5, Figura 10 in Appendice) è invece maggiormente concentrata nell'area a nord-est del territorio ed interessa, anche se in taluni casi solo marginalmente, un ampio numero di comuni. Tra di essi ricordiamo: Fucecchio, Cerreto Guidi. Tale funzione è riscontrabile anche in un'area centrale del territorio comprensiva dei comuni di Empoli, Montelupo Fiorentino, Montespertoli e Capraia e Limite. La funzione è ben esplicita anche nella parte meridionale del territorio in corrispondenza di Gambassi Terme e Montaione.

5. CONCLUSIONI

I risultati evidenziati ci indicano la presenza di aree in cui le funzioni ambientali, ecologiche, sociali ed economiche appaiono fortemente e/o poco sviluppate. Si tratta di una mappatura del territorio che ci permette di isolare le emergenze naturalistiche che possono subire perturbazioni dall'esterno e comprometterne il valore multicriteriale. I risultati pertanto, oltre a costituire un valido supporto nei processi decisionali pubblici, hanno evi-

denziato i vantaggi che derivano dall'applicazione di un modello di MCDA, che lavora esclusivamente su formati tabellari, riconoscendo come elemento distintivo dell'area il codice del foglio di mappa catastale.

L'analisi della multifunzionalità delle aziende agricole, grazie alla georeferenziazione, ha portato ad individuare quei territori in cui l'azione del decisore pubblico dovrebbe incidere maggiormente, proprio per evitare che il contributo generale di beni e servizi che le aziende agricole apportano al territorio non venga meno. In particolare l'obiettivo del nostro studio è stato quello di individuare i possibili conflitti che possono verificarsi nel territorio del Circondario Empoli Val d'Elsa in conseguenza di un possibile uso alternativo delle risorse disponibili. Si tratta infatti, come più volte evidenziato, di un territorio rurale ad elevato valore naturalistico e culturale ma collocato a ridosso di grossi centri urbani e di grandi vie di comunicazione e pertanto esposto a effetti perturbativi quali l'espansione edilizia, le infrastrutture stradali oltre che a problemi di abbandono di talune attività agricole.

Attraverso lo studio della multifunzionalità è stato possibile definire le aree di vincolo per lo sviluppo industriale e residenziale e quindi le possibili aree di conflitto ambientale.

L'analisi da noi effettuata ci ha consentito di ottenere una valutazione sintetica dei diversi aspetti che caratterizzano il settore rurale, permettendo anche di individuare e differenziare le principali attitudini di tale settore a livello locale; allo stesso tempo ci ha permesso di localizzare per ciascuna funzione analizzata le aree in cui l'erogazione della multifunzionalità diviene prevalente e strettamente caratterizzante per il territorio.

Un aspetto che lo studio ha soltanto accennato è il ruolo multifunzionale delle foreste, ruolo che non è certo da trascurare considerato che la creazione di sistemi agro-forestali, la tutela della biodiversità, la riqualificazione paesaggistica del territorio e la valorizzazione dei prodotti secondari del bosco sono obiettivi che la selvicoltura ampiamente svolge. In questo ambito però le basi dati, su cui sono state effettuate le valutazioni delle principali funzioni, appartengono in gran parte al Censimento dell'Agricoltura e pertanto la superficie forestale considerata è quella presente all'interno delle aziende agrarie. Inoltre dal momento che il nostro obiettivo era quello di valutare il ruolo multifunzionale del settore agricolo e forestale, non sarebbe stato possibile tenere separati gli apporti sociali, economici e ambientali dei due settori fra i quali intervengono spesso rapporti di interscambio e la cui sopravvivenza è strettamente collegata.

Nel nostro studio la scelta dell'analisi multicriteriale è stata strumentale al conseguimento dell'obiettivo. La metodologia proposta, piuttosto trasparente e di facile comprensione, è allo stesso tempo sufficientemente

efficace da garantire la valorizzazione dei singoli aspetti derivanti dalle attività rurali. Le analisi condotte su ogni comune possono pertanto rappresentare, non solamente una approfondita elaborazione di dati e di informazioni relative al territorio, ma il mezzo attraverso il quale intraprendere azioni di sviluppo e di conservazione ambientale. Nelle nostre simulazioni, non si è tenuto conto degli effetti che potranno verificarsi, soprattutto a livello di azienda agraria, con l'introduzione delle misure della nuova politica agricola comunitaria e soprattutto degli effetti del disaccoppiamento degli aiuti diretti agli agricoltori. Questa fase del lavoro ci ha permesso di effettuare un'analisi capace di evidenziare le aree in cui, potenzialmente al momento, sono presenti conflitti tra le diverse linee di sviluppo. Pertanto un esame più approfondito e di tipo dinamico potrebbe rappresentare l'oggetto di un futuro studio al fine di verificare gli effetti e le conseguenze che potranno interessare questo territorio.

SUMMARY

Territorial analysis method of socio-economic conflicts between human development and environmental conservation

This paper focuses on a methodology for analyzing potential territory capacities such as local development and conflict resolution of the use of land natural resources.

Ecological economics and *landscape ecology* are the theoretical origins of this methodology so that it's possible to give a value to both economic aspects and social-environmental aspects.

In this case public stakeholder choices will have many actuation opportunities because they will be based on the sustainable development concept.

The aim of our study is to describe the multifunctional role that the agricultural activities carry out within a territory; to do this, it is necessary to find a methodology which can define social functions that characterize the territory of analysis. According to the definitions widely accepted by part of the European scientific community, the agricultural field expresses four kinds of functions: environmental, natural, social and economic. Among these, the role of the forest is particularly important.

For every defined function a set of indicators has been chosen that permit the analysis of the various aspects of agricultural activities. The statistical basis was the 2000 Agriculture Census (ISTAT, 2001). This document presents different types of information that are connected to the multifunctional aspects of the field.

This paper also analyses potential conflicts between environmental conservation and human development, and starts from the many functions of the agricultural sector in the area called Comprensorio Empolese Val d'Elsa, located in the Region of Tuscany.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN T.F.H., HOEKSTRA T., 1992 – *Toward a unified ecology*. Columbia University Press, New York.
- AMY D., 1987 – *The policies of environmental mediation*. Columbia University Press, New York.

- BERNETTI I., FRANCIOSI C., LOMBARDI G.V., 2002 – *Il contributo dell'agricoltura multifunzionale alla conservazione dell'equilibrio idrogeologico*. Atti del XXXIX convegno di Studi SIDEA.
- BERNETTI I., FAGARAZZI C., 2002 – *L'impiego dei modelli multicriteriali geografici nella pianificazione territoriale*. *Aestimum*, dicembre, 41: 1-26.
- BINGHAM A., 1986 – *Resolving environmental disputes: a decade of experience*. The Conservation foundation, Washington D.C.
- BOGGIA A., MASSEI G., 1998 – *La definizione della qualità dell'ambiente agroforestale. Il contributo dell'Estimo*. *Rivista Estimo e Territorio* n. 6/1998.
- CASINI L., 2003 – *Funzioni sociali dell'agricoltura nuove tipologie di impresa*. Atti del XXXIX Convegno di Studi SIDEA, Firenze, 2002.
- CASINI L., BERNETTI I., FAGARAZZI C., 2004 – *La pianificazione del territorio attraverso l'impiego di modelli multicriteriali geografici*. Atti del Convegno: «Metodi di indagine e di analisi per le politiche agricole», Pisa, 2004.
- COLLINS D., 1978 – *A view from the other side: citizen participate in planning urban housing*. *Urban Forum*, 3: 14-23.
- COSTANZA R. (a cura di), 1991 – *Ecological economics: the science and management of sustainability*. Columbia University Press, New York.
- COSTANZA R., 2002 – *New editor for ecological economics*. *Ecological Economics*, 42: 351-352.
- DAVIES K.F., MELBOURNE B.A., MARGULES C.R., 2001 – *Effects of within- and between-patch processes on community dynamics in a fragmentation experiment*. *Ecology*, 82: 1830-1846.
- EMANI S., EASTMAN R.J., JANG H., JOHNOSON A., 1997 – *Environmental Conflict Resolution*. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis (Clark Labs), Clark University. Worcester, Massachusetts, USA.
- FAO, 1999 – *Taking stocks of multifunctional character of agriculture and land*. Maastricht, Netherlands, September 12-17.
- FARINA A., 2001 – *Ecologia del paesaggio*. Utet, Torino.
- FAUCHEAUX S., O'CONNOR M., 1998 – *Natural capital and national product: a controversial terrain*. *International Journal of development planning literature*, 14 (2): 233-268.
- FOLKE C., 1999 – *Ecological principles and environmental economic analysis*. In van den Bergh, J.C.J.M. (Ed.), *Handbook of Environmental and resource economics*. Edward Elgar, Cheltenham, U.K.
- FRANCIOSI C., LOMBARDI G.V., 2004 – *La valutazione del ruolo multifunzionale dell'agricoltura attraverso un approccio territoriale: il caso dell'olivicoltura*. Atti del convegno MIAPA, Pisa.
- FRANCIOSI C., MARONE E., TORRISI F., 2006 – *I corridoi ecologici e la valorizzazione economica del territorio: l'approccio della landscape ecology alle aree parco siciliane*. Atti del XLI convegno SIDEA, Roma 18-20 settembre 2004, pp. 424-441
- FUNTOVICZ S.O., RAVETZ J.R., 1991 – *A new scientific methodology for global environmental issues*. In Costanza R. (a cura di), *Ecological economics: the*

- science and management of sustainability. Columbia University Press, New York.
- HENKE R. (a cura di), 2004 – *Verso il riconoscimento di un'agricoltura multifunzionale*. Teorie politiche strumenti, Inea, Roma.
- IDDA L., FURESI R., PULINA P., 2002 – *Agricoltura multifunzionale*. In Idda L. (a cura di), Alimentazione e Turismo in Italia, Atti dell'XI Convegno di Studio della Società Italiana di Economia Agro-Alimentare, Alghero giugno 2002.
- INGEGNOLI V., 1993 – *Fondamenti di ecologia del paesaggio*. Città studi.
- ISTAT, 2001 – *V Censimento Generale dell'Agricoltura*. Roma.
- KAHN P.H. Jr., 1994 – *Resolving Environmental Disputes: Litigation, Mediation, and the Courting of Ethical Community*. The White Horse press 1 Strond Isle of Harris.
- LANG R., ARMOUR A., 1980 – *Environmental Planning Resource Book*. Lands Directorate, Environment Canada, Ottawa.
- LAURANCE, W.L., YENSEN E., 1991 – *Predicting the impact of edge effects in fragmented habitats*. Biological Conservation, 55: 77-92.
- MARTINEZ-ALIER, J., 2002 – *The Environmentalism of the poor. A study of ecological conflicts and valuation*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- MARTINEZ-ALLIER J., MUNDA G., O'NEILL J., 1999 – *Commensurability and compensability in ecological economics*. In O'Connor M., Spash C. (a cura di) Valuation and the environment: theory, methods and practice. Edward Elgard.
- MEADOWS D.H., 1972 – *I limiti dello sviluppo*. Mondadori, Milano.
- NIEMELA J., YOUNG J., ALARD D., ASKASIBAR M., JOHNSON R., KURTTILAG M., LARSSON T.B., NOWICKIJ P., PAIVAK R., PORTOGHESI L., SMULDERS R., STEVENSON A., TARTESO U., WATT A., 2005 – *Identifying, managing and monitoring conflicts between forest biodiversity conservation and other human interests in Europe*. Forest Policy and Economics, 7: 877-890.
- OECD-FAO, 2001 – *Multifunctionality in Agriculture: What Role for Private Initiatives?*
- RICCIARDI L.M., CRESCENZO A., 2000 – *Elementi di statistica*. Liguori Editore.
- ROMANO S., FRATINI R., FAGARAZZI C., COZZI M., 2004 – *L'uso dei modelli geografici nei processi di sviluppo endogeno legati alla progettazione integrata territoriale*. Estimo e Territorio, 3: 40-59.
- ROPKE I., 2005 – *Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s*. Ecological Economics, 55: 262-290.
- SCHONEWALD-COX, BUECHNER M., 1992 – *Park protection and public roads*. In Conservation Biology, pp. 373-395. Edited by P. Fiedler and S. Jain. Chapman and Hall, New York.
- SODERBAUM P., 1999 – *Politics and economics in relation to environmental development: on participation and responsibility in the conceptual framework of economics*. In Kohn et al. (a cura di), Sustainability in question: the search for a conceptual framework. Edward Elgard, Cheltenham, UK.

- SUGENO M., YASUKAWA M., 1993 – *A Fuzzy-Logic-Based approach to qualitative modeling* – IEEE, Trans. on Fuzzy Systems, 1: 7-31.
- TORQUATI B., BOGGIA A., MASSEI G, BARTOLINI S., 2006 – *L'olivicoltura nelle zone marginali tra disaccoppiamento, condizionalità, tutela paesaggistica e idrogeologica*, Workshop SIDEA, Viterbo.
- VOLPINI A., 2005 – *Analisi ambientale negli interventi in ambito fluviale*. Estimo e Territorio, n. 7/8: 25-34.
- WALKER G.B., DANIELS S.E., 1997 – *Foundations of natural resource conflict: conflict theory and public policy*. In Solberg B., Miina S. (Eds.), Conflict Management and Public Participation in Land Management. EFI Proceedings, vol. 14. European Forest Institute, Joensuu, Finland, pp. 13-36.
- YAGER R.R. *et al.*, 1987 – *Fuzzy sets and application*. Selected papers by L.A. Zadeh - John Wileys & Sons, New York.

APPENDICE

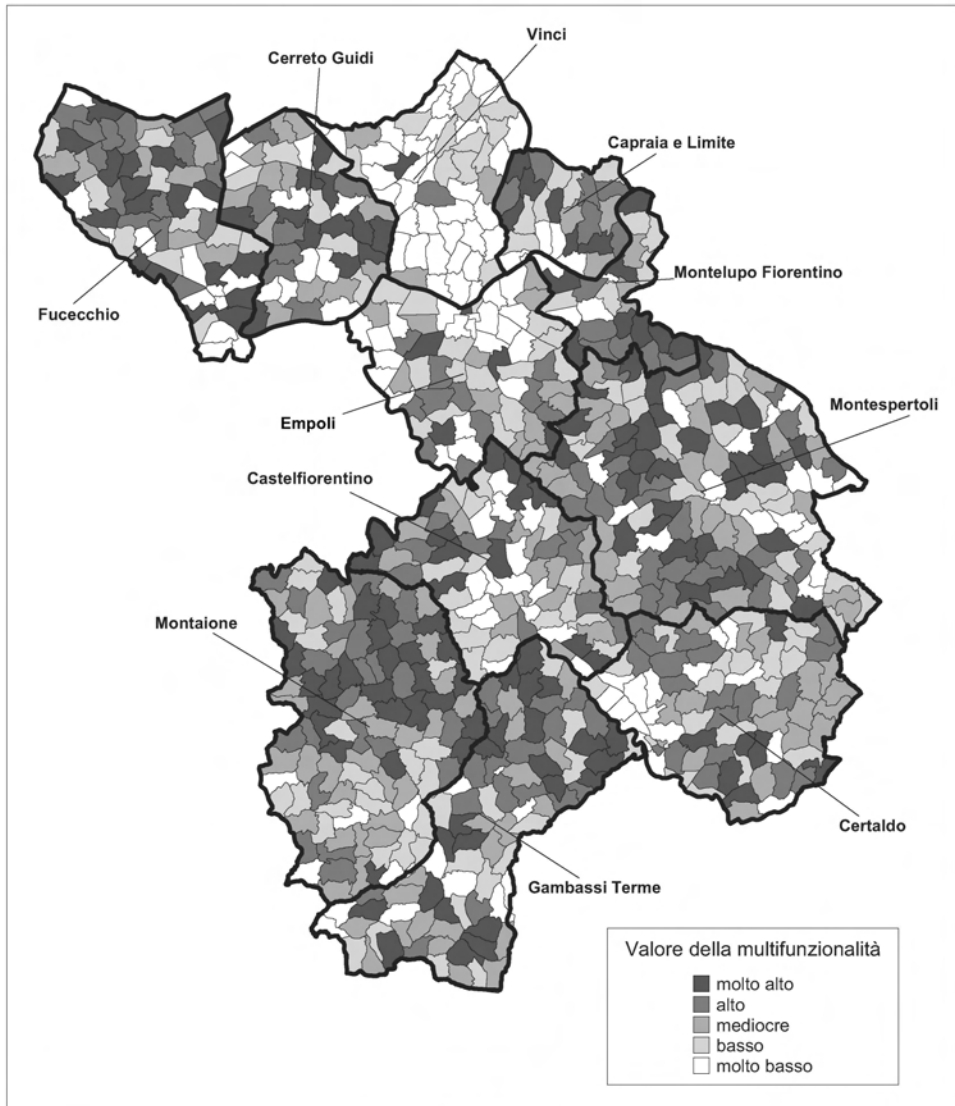


Figura 1 – Carta della multifunzionalità agricola.

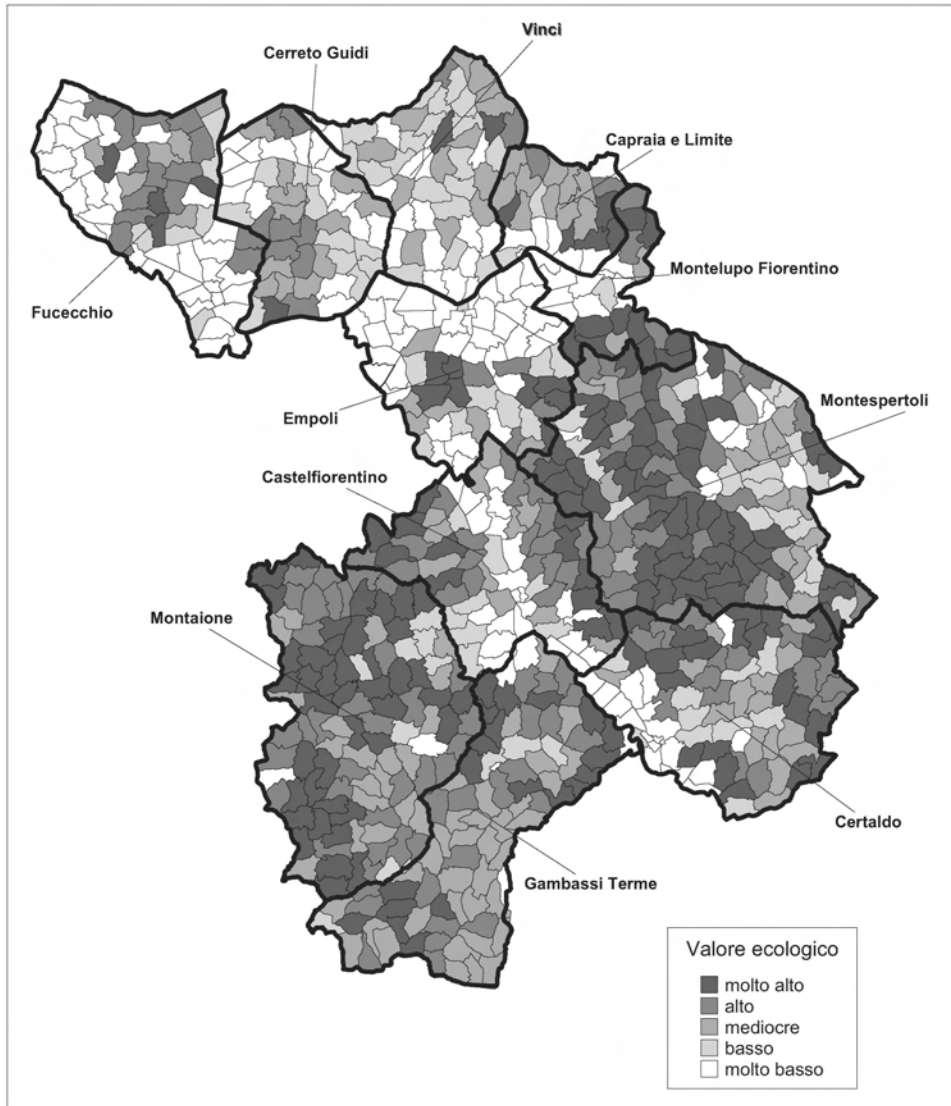


Figura 2 – Carta della funzione ecologica.

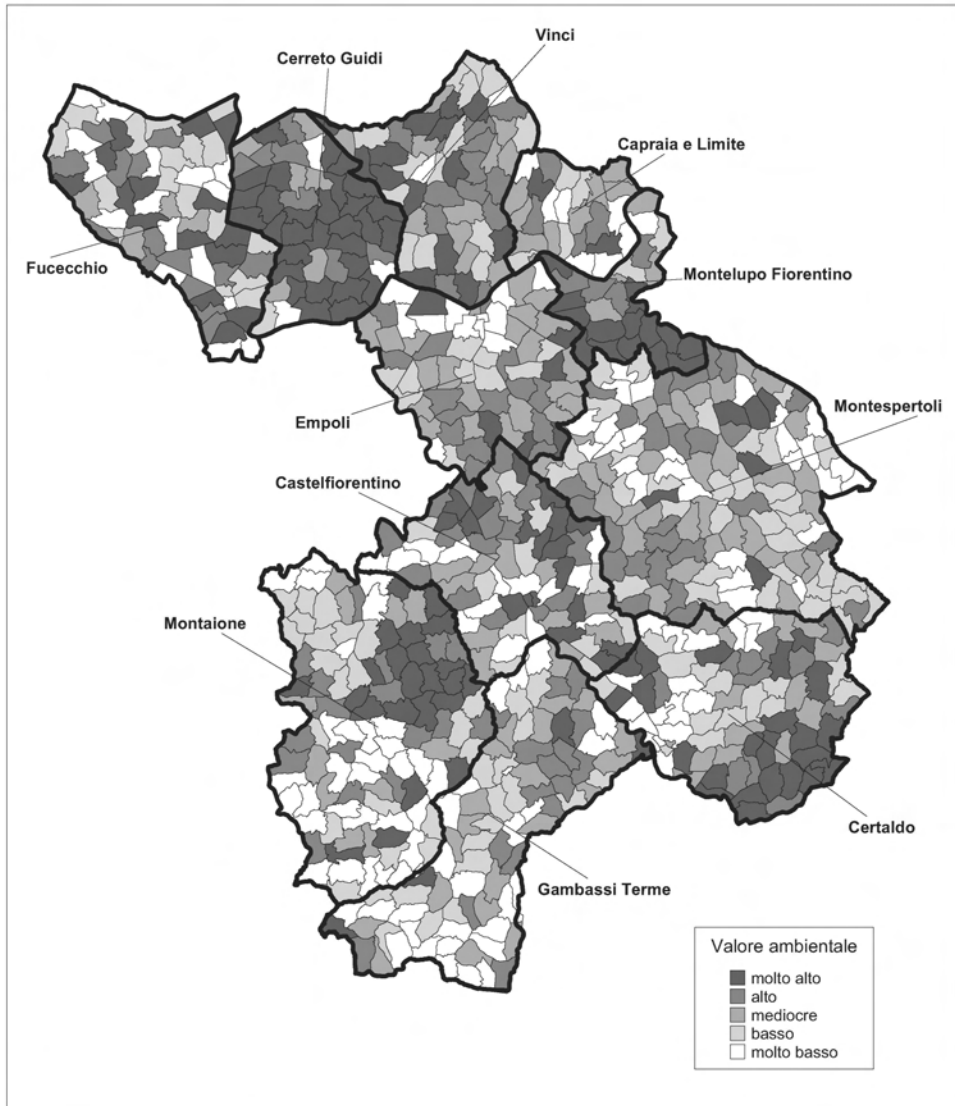


Figura 3 – Carta della funzione ambientale.

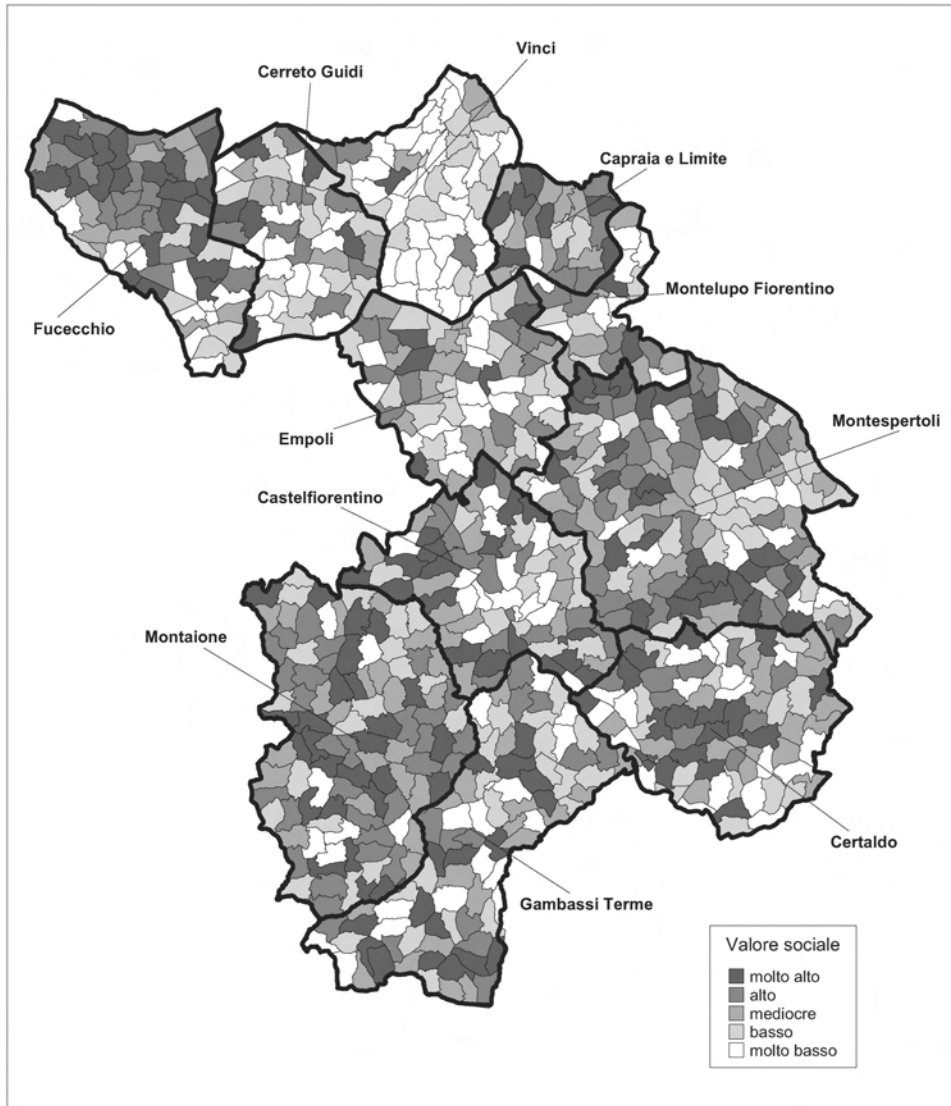


Figura 4 – Carta della funzione sociale.

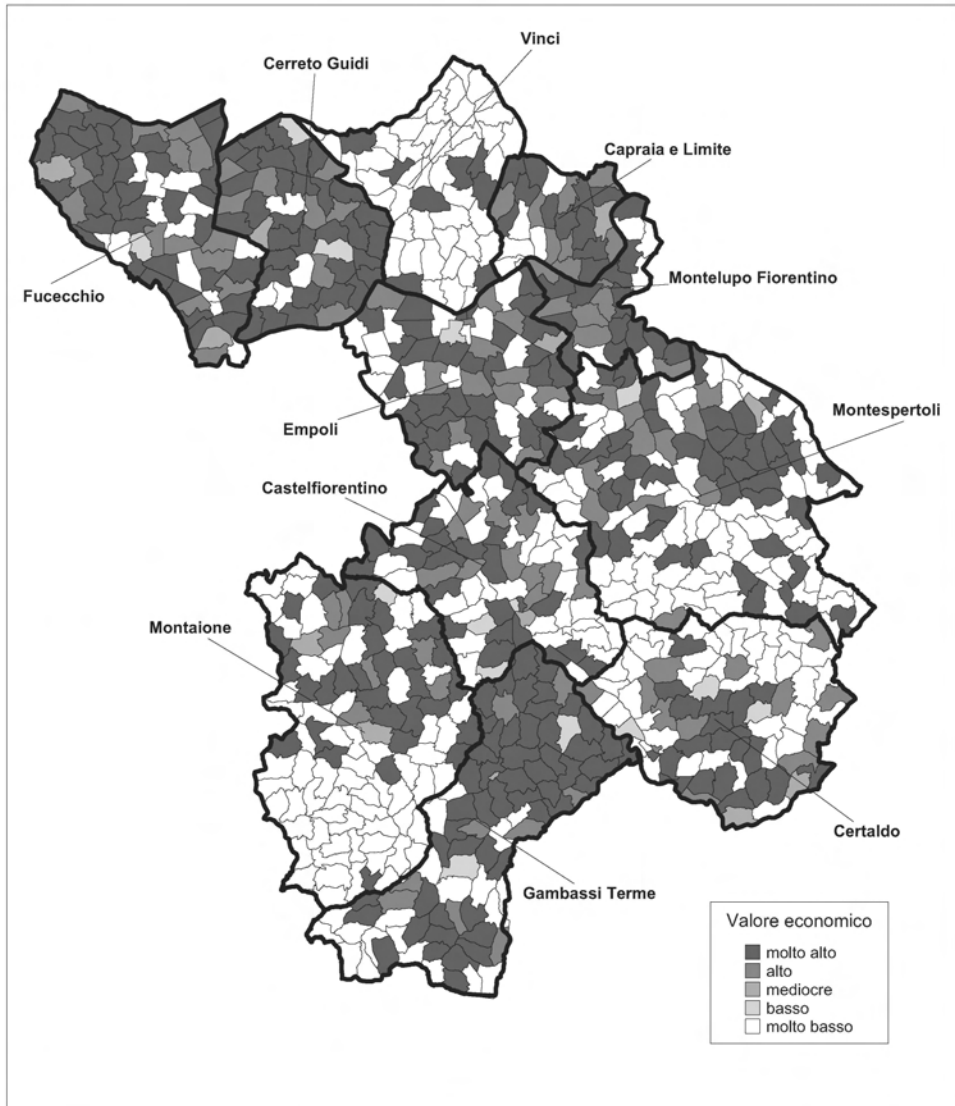


Figura 5 – Carta della funzione economica.

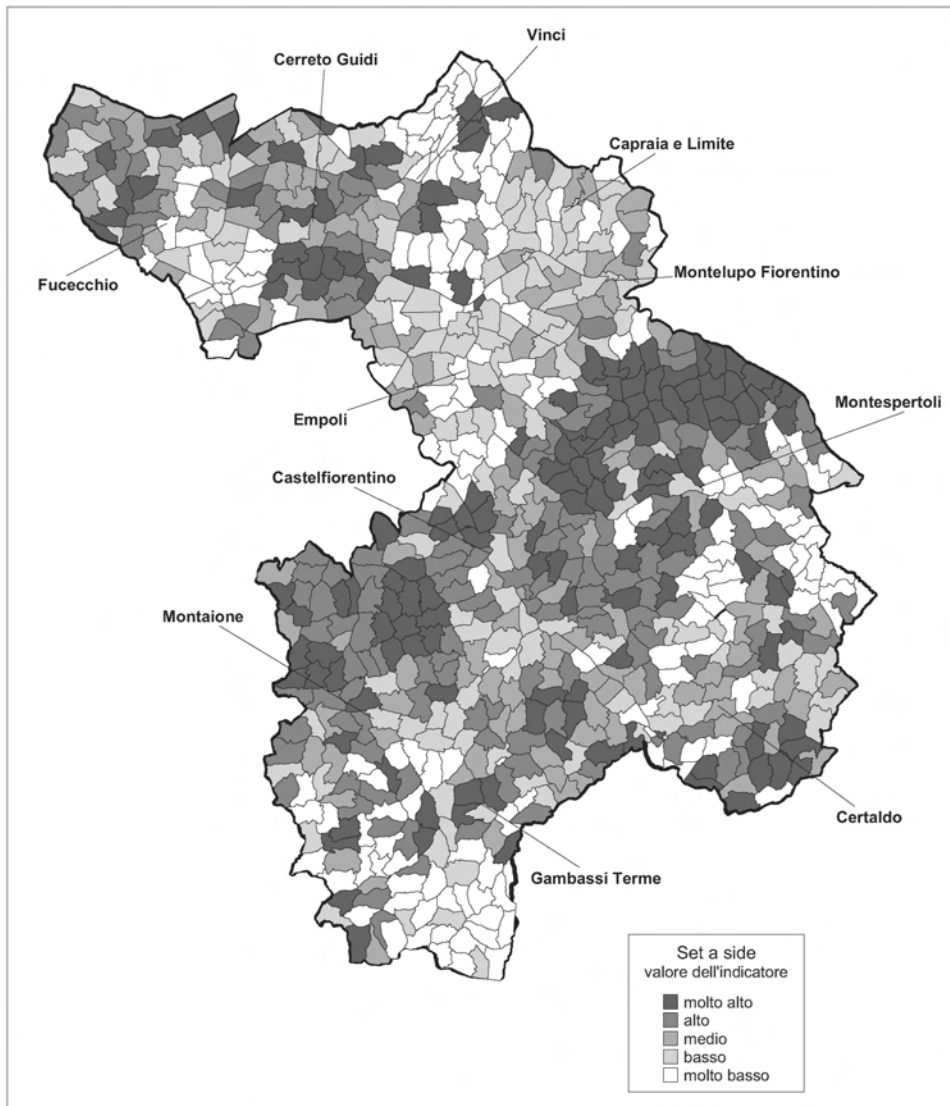


Figura 6 – Carta dell'indicatore del *set aside*.

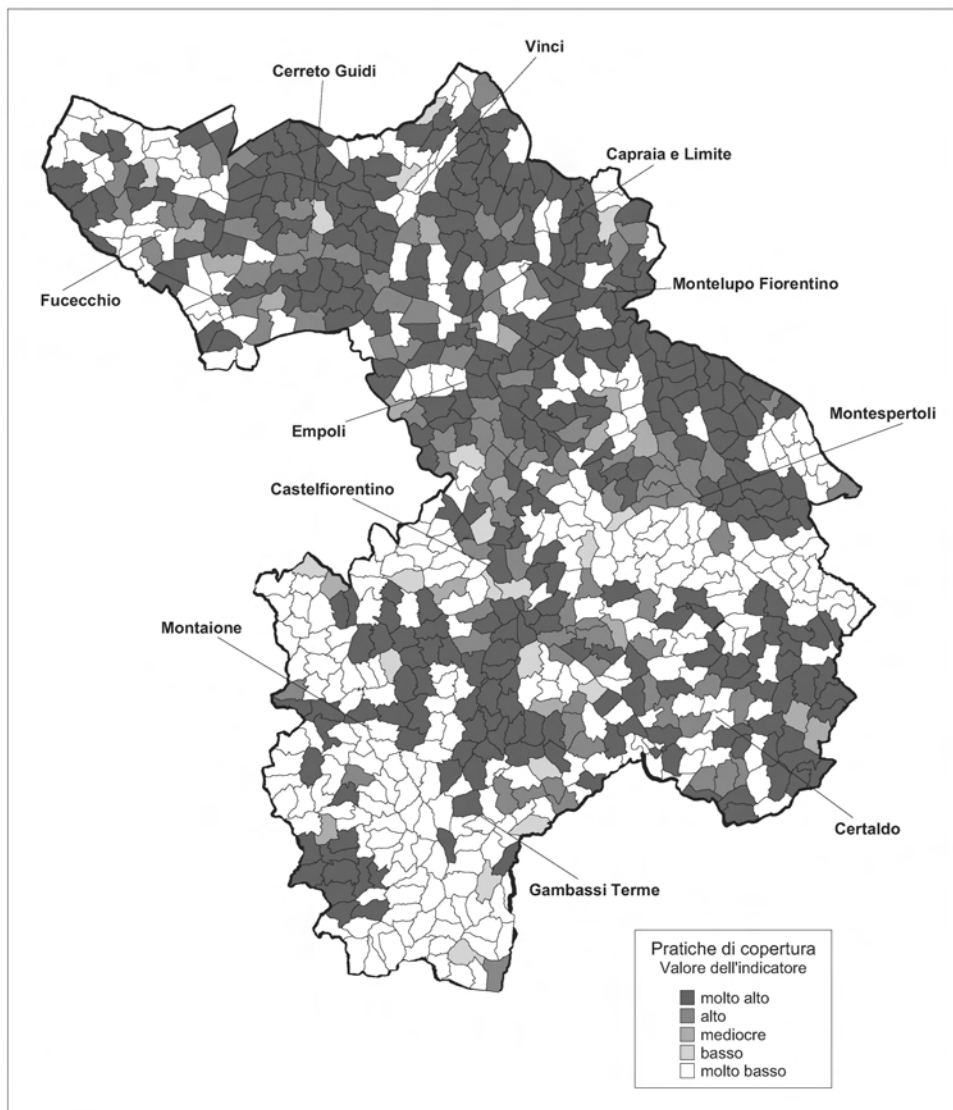


Figura 7 – Carta dell'indicatore delle pratiche di copertura.

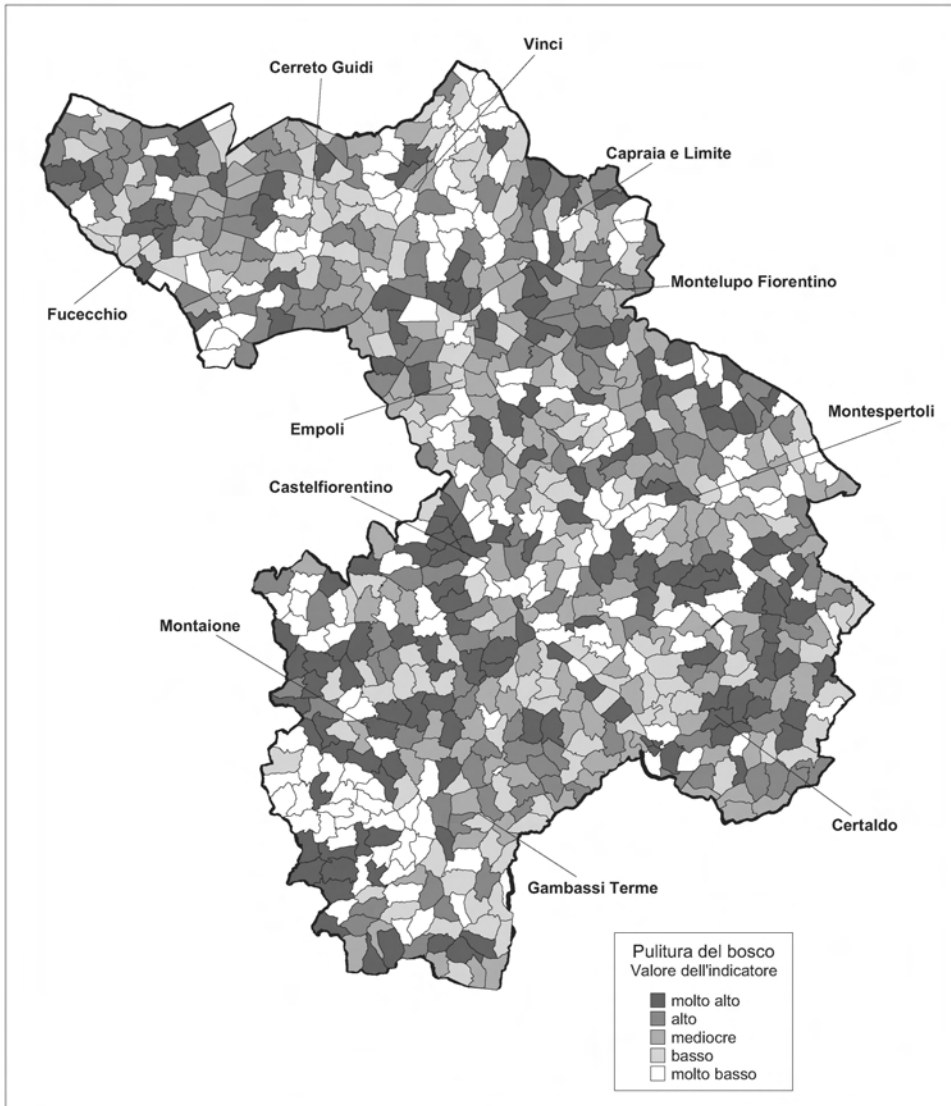


Figura 8 – Carta dell'indicatore della pulitura boschi.

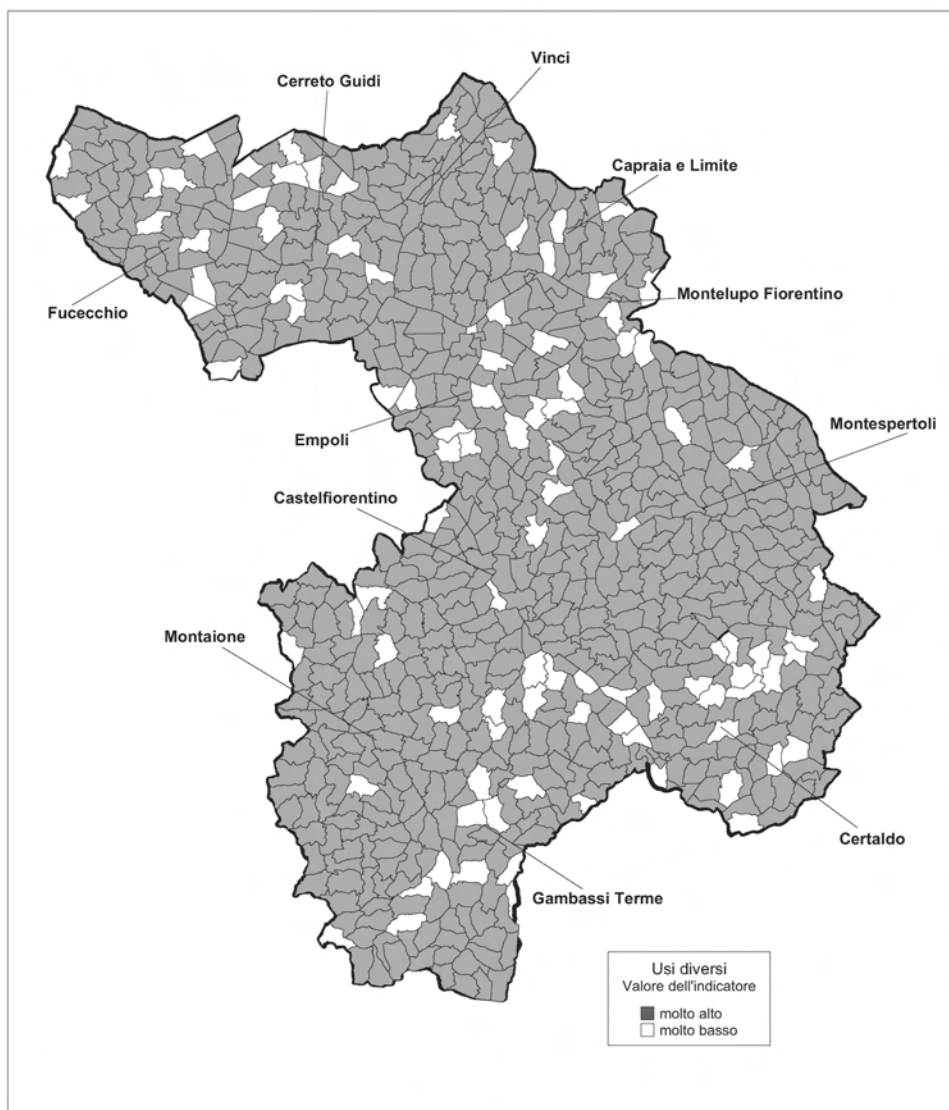


Figura 9 – Carta dell'indicatore della multifunzionalità.

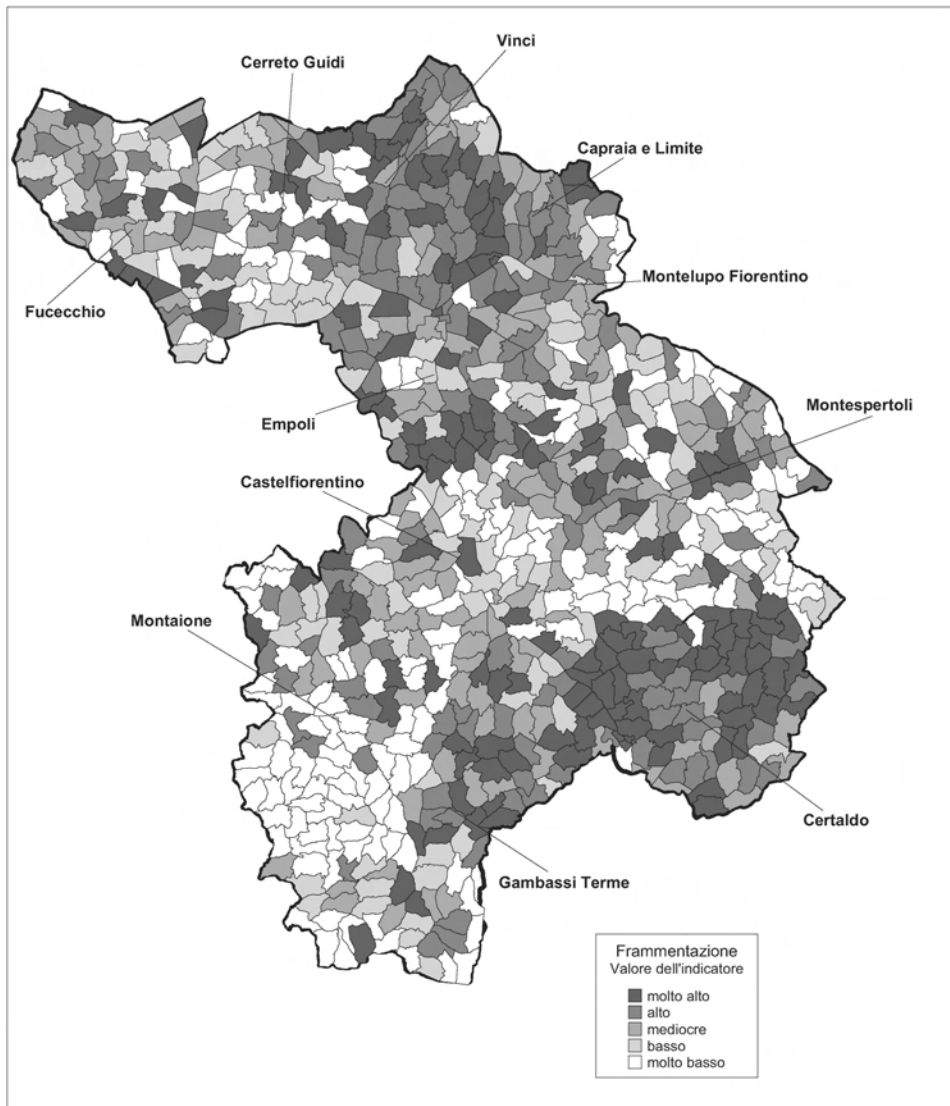


Figura 10 – Carta dell'indicatore della frammentazione.

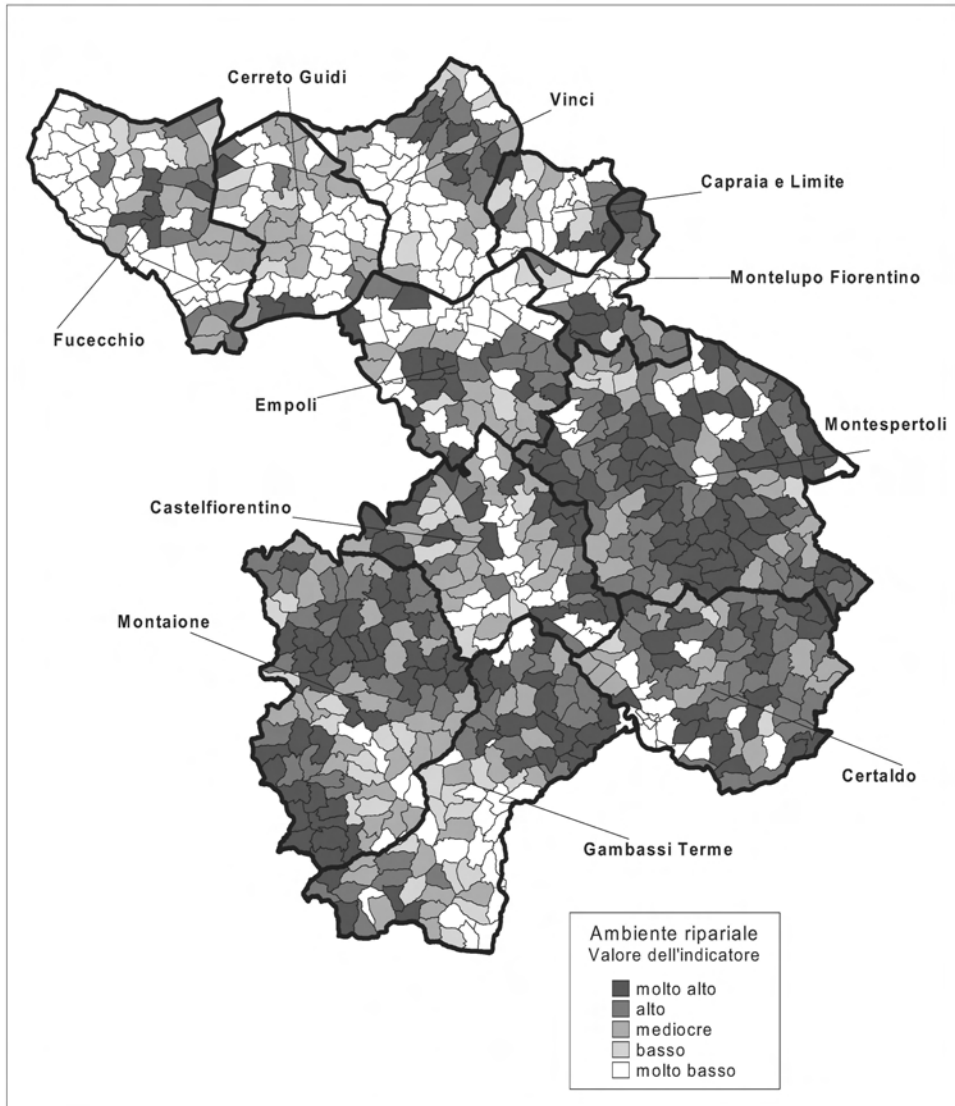


Figura 11 – Carta dell'ambiente ripariale.

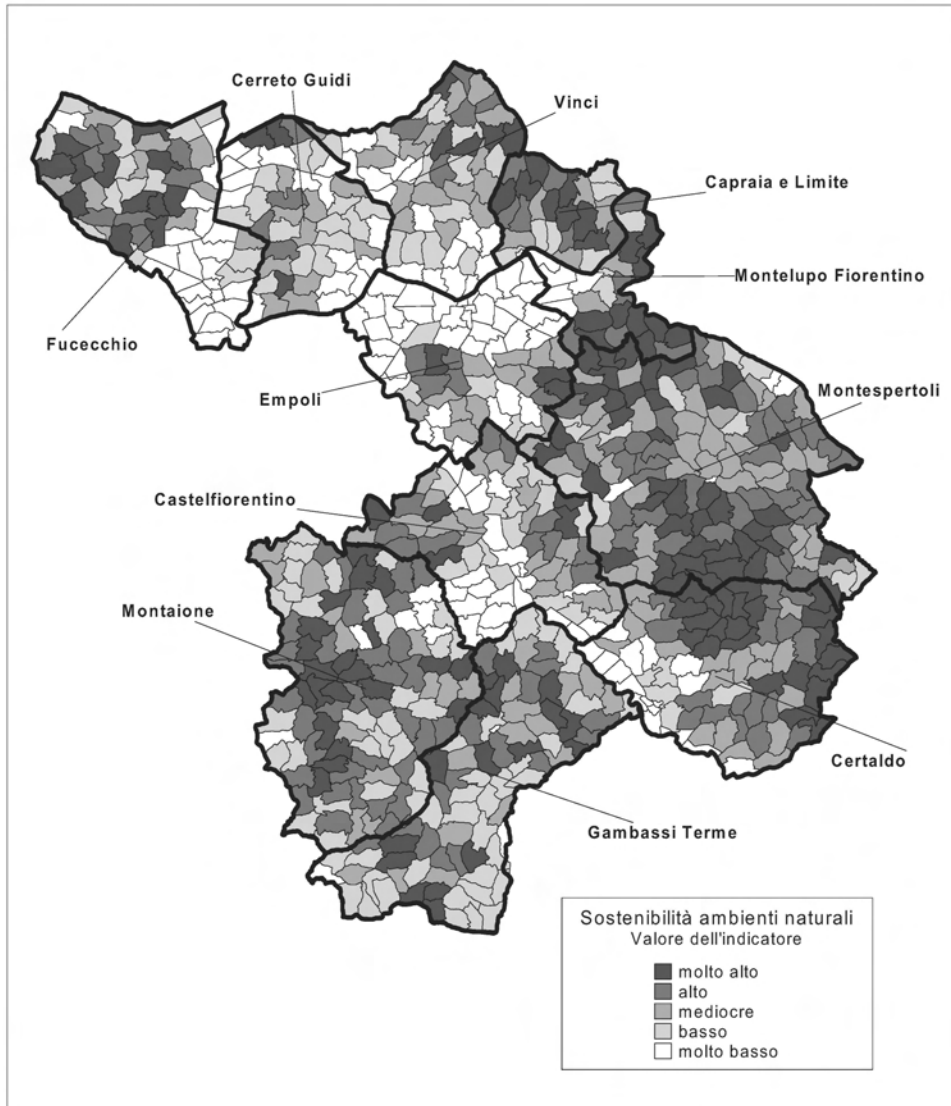


Figura 12 – Carta della sostenibilità degli ambienti naturali.