

Emanuele Gabbrielli, Francesco Riccioli, Leonardo Casini

L'impatto delle misure agroambientali nella regione Toscana

(doi: 10.14650/87464)

Scienze Regionali (ISSN 1720-3929)

Fascicolo 3, settembre-dicembre 2017

Ente di afferenza:

Università di Firenze (unifi)

Copyright © by Società editrice il Mulino, Bologna. Tutti i diritti sono riservati.

Per altre informazioni si veda <https://www.rivisteweb.it>

Licenza d'uso

L'articolo è messo a disposizione dell'utente in licenza per uso esclusivamente privato e personale, senza scopo di lucro e senza fini direttamente o indirettamente commerciali. Salvo quanto espressamente previsto dalla licenza d'uso Rivisteweb, è fatto divieto di riprodurre, trasmettere, distribuire o altrimenti utilizzare l'articolo, per qualsiasi scopo o fine. Tutti i diritti sono riservati.

L'impatto delle misure agroambientali nella regione Toscana

Emanuele Gabbrielli, Francesco Riccioli, Leonardo Casini

The Impact of Agro-Environmental Policies in Tuscany: The agro-environmental policies included in the Rural Development Plans (PSR) are acquiring increasing importance in Communitarian strategies. These policies represent the meeting point between the demand for and supply of positive externalities. The difficulty of assessing the real environmental effectiveness is one of the elements characterizing the agro-environment. This difficulty is essentially due to the problem of identifying suitable parameters with which to evaluate companies according to their impact on the territory. Accordingly, it is through a Multicriteria Geographical Analysis that organic farms will be evaluated and integrated (214a1 measure «Organic Farming» and 214a2 «Integrated Farming») in the PSR 2007-2013 financed by the Tuscany region. Through multidimensional indicators, such farms will be classified according to their impact on the environment.

Keywords: rural development plan, GIS, multicriteria analysis.

JEL classification: Q15, Q18, Q53.

1. Introduzione

Le misure agroambientali sostengono economicamente gli agricoltori nella protezione, conservazione e accrescimento della qualità ambientale dei loro terreni coltivati. Promuovendo azioni che vanno oltre ai requisiti giuridici e obbligatori, le misure agroambientali integrano le norme dei Criteri di Gestione Obbligatori (CGO) e delle Buone Condizioni Agricole e Agronomiche (BCAA). Le politiche agroambientali, inserite nei Piani di Sviluppo Rurale (PSR), stanno assumendo un peso sempre più rilevante nelle strategie comunitarie, rappresentando l'incontro tra domanda e offerta di esternalità positive.

Emanuele Gabbrielli: ARTEA, Agenzia Regionale Toscana per le Erogazioni in Agricoltura, Via Bardazzi 19, 50144 Firenze, Italia. E-mail: emanuele.gabbrielli@artea.toscana.it

Francesco Riccioli: Università degli Studi di Firenze, Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Piazzale delle Cascine 18, 50144 Firenze, Italia. E-mail: francesco.riccioli@unifi.it, *corresponding author*

Leonardo Casini: Università degli Studi di Firenze, Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Piazzale delle Cascine 18, 50144 Firenze, Italia. E-mail: lcasini@unifi.it

Uno degli elementi che caratterizza gli interventi agroambientali è però la difficoltà di valutarne la reale efficacia ambientale. Questa difficoltà è collegata sia al problema d'identificare opportuni parametri controfattuali, sia alla specificità tecnica dei servizi ambientali, che risultano di difficile identificazione e misurazione. Tuttavia, la valutazione delle misure agroambientali, così come dell'intero Piano di Sviluppo Rurale, costituisce un punto nodale nella giustificazione di tali interventi che hanno portato all'allocazione d'ingenti risorse finanziarie.

Lo scopo del presente lavoro è quello di fornire un modello di analisi adattabile alle diverse situazioni territoriali, in grado di analizzare la distribuzione e l'impatto dei finanziamenti comunitari, in particolare per le misure del Piano di Sviluppo Rurale che prevedono aiuti a superficie. Risulta infatti molto importante riuscire a prevedere la distribuzione spaziale dei pagamenti in funzione dei diversi ambiti territoriali, specialmente per poter permettere la gestione di nuovi flussi finanziari verso le singole aziende o gruppi di esse, che potrebbero presentare delle criticità tali da indurre fenomeni di abbandono dell'attività agricola, in particolare nelle zone marginali ma con un alto valore ambientale.

Attraverso un'Analisi Multicriteriale Geografica saranno valutate le aziende finanziate biologiche e integrate della regione Toscana, attraverso indicatori multidimensionali, andando a evidenziare quelle migliori da un punto di vista economico e ambientale. A tale proposito sono state prese in esame le aziende con richiesta di Pagamenti Agroambientali (Misura 214a1 «Agricoltura Biologica» e 214a2 «Agricoltura Integrata») del PSR 2007-2013 finanziati dalla regione Toscana, misure per le quali vi è stata sia una maggiore spesa pubblica, sia un maggior numero di adesioni, valutandone così gli obiettivi politici e analizzandone l'effettiva distribuzione dei pagamenti sul territorio.

Il lavoro è articolato secondo la seguente struttura: il paragrafo 2, dopo una rassegna bibliografica dei lavori esistenti sull'argomento, introduce brevemente la metodologia adottata; il paragrafo 3 descrive il caso di studio; nel paragrafo 4 viene applicato il modello al caso di studio; nel paragrafo 5 vengono illustrati i risultati e il capitolo 6 è dedicato alle conclusioni.

2. Materiali e metodi

Diversi lavori in letteratura si sono occupati di valutare l'efficacia delle misure agroambientali affrontando l'argomento con diversi gradi di dettaglio.

Padel *et al.* (1999), Nicholas *et al.* (2006) e De Maya *et al.* (2011) evidenziano, a livello nazionale, la complessità delle valutazioni dell'impatto delle misure agroambientali sul territorio. Sempre a livello nazionale Jaraitė e Kažukauskas (2011) valutano attraverso una tecnica di regressione lineare, utilizzando il metodo dei minimi quadrati (OLS) e *panel fixed effects*

(FE), l'effetto della *Cross-Compliance* sull'uso dei pesticidi e dei fertilizzanti dei paesi appartenenti alla Unione Europea. Ziolkowska (2010), attraverso un'analisi gerarchica e una programmazione lineare, valuta la relazione fra diverse misure agro-ambientali e gli stanziamenti di denaro in Polonia. A livello italiano, il MIPAF (Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali)¹ ha promosso il Rapporto di Valutazione Intermedia – PSR Toscana 2007-2013 dove fornisce un riassunto a livello regionale di come sono state distribuite le misure. De Blasi e Fucilli (2007) offrono una disamina dei rapporti di valutazione intermedia analizzando l'impianto teorico dei PSR. Marconi *et al.* (2015) eseguono un'analisi sull'impatto delle misure agroambientali sulle applicazioni di azoto minerale durante la decade 2000-2010 attraverso modelli spaziali (*spatial lag* e *error model*) con un livello di dettaglio comunale. Marconi *et al.* (2015) eseguono un'analisi spaziale per individuare la distribuzione delle misure e delle sotto misure in relazione a variabili quali altitudine, caratteristiche aziendali, ecc., esaminate a livello comunale. Romano e Cozzi (2006) utilizzano indicatori agroambientali per la misurazione degli effetti delle politiche sul territorio.

Gonzalez del Campo (2012), oltre a chiarire che la generazione e l'utilizzo delle informazioni territoriali è notevolmente aumentata negli ultimi anni, afferma che grazie ad una maggior disponibilità di set di dati territoriali, risulta più semplice promuovere l'applicazione di Sistemi Informativi Geografici (GIS) nella pianificazione e valutazione ambientale.

Spaziante *et al.* (2013) analizzano l'uso di metodi di analisi spaziale per la valutazione delle misure agroambientali inserite nei Piani di Sviluppo Rurale. Lo studio che si basa sull'utilizzo d'indicatori ambientali spazialmente espliciti, valuta la performance in termini di benefici ambientali delle misure agroambientali (Spaziante *et al.*, 2013).

Come riportato dalla Corte dei Conti Europea nella relazione speciale n. 7 sulla gestione del sostegno agroambientale (ECA, 2011), l'aspetto dell'analisi spaziale delle Misure Agroambientali risulta estremamente critico. I risultati del lavoro di Spaziante *et al.*, che fanno riferimento a dati del 2010, mostrano un maggior beneficio ambientale quando la distribuzione degli aiuti viene effettuata in maniera casuale senza utilizzare priorità per la formazione delle graduatorie che ne indirizzano la distribuzione.

A differenza dei precedenti lavori, il presente studio si basa sulla ormai collaudata metodologia di tecniche multicriteriali implementate in un GIS – Sistemi Informativi Geografici (Finn *et al.*, 2009; Romero, Rehman, 2003), grazie ai quali è possibile elaborare numerose quantità di dati attraverso regole multicriteriali.

Nata nella seconda metà degli anni '70 in America, l'Analisi Multicriteriale è classificata come uno strumento di supporto alle decisioni di un decisore

¹ <http://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5090> [ultimo accesso 14 luglio 2016].

o un gruppo di decisori², basato su *procedimenti matematici* in grado di individuare la soluzione migliore (ideale) dato un set di alternative, criteri, indicatori, obiettivi ed attributi relativi ad un determinato problema. Lo scopo principale è quello di fornire uno strumento di supporto alle decisioni, al fine di scegliere attraverso calcoli che si basano sul comportamento umano, la soluzione ottimale ad un dato problema.

In letteratura, oltre a quelli già citati, molti gli esempi di come tale metodologia è stata applicata in diversi campi scientifici, fra cui l'ambiente, la geografia, la scienza del suolo e la pianificazione territoriale (Joerin *et al.*, 2001; Lachassagne *et al.*, 2001; Roetter *et al.*, 2005; Malczewski, 2006; Bell *et al.*, 2007; Karnatak *et al.*, 2007; Riccioli, El Asmar, 2011; Cozzi *et al.*, 2015; Riccioli *et al.*, 2016a).

La parte innovativa di questo lavoro è rappresentata dall'applicazione di una metodologia multicriterio a un'analisi territoriale ad alta risoluzione: l'uso di dataset georeferenziati di elevato dettaglio rappresenta la nuova frontiera delle analisi territoriali (Nelson, Kennedy, 2009; Bernetti *et al.*, 2011; Baerenklau *et al.*, 2010; Zandersen, Tol, 2009; Bottalico *et al.*, 2016).

A tal riguardo tutte le informazioni a livello aziendale sono state georeferenziate elaborando i dati attraverso mappe raster con risoluzione del pixel a 75 metri. Grazie a tale metodologia, testata nel caso di studio toscano ma facilmente replicabile in altri contesti territoriali, è possibile analizzare la distribuzione e l'impatto dei finanziamenti nelle zone esaminate con un dettaglio adeguato a valutare correttamente i principali impatti economici, sociali e ambientali delle misure considerate. Essendo molto importante spazializzare la distribuzione dei pagamenti al fine di evidenziare eventuali criticità che potrebbero sfociare in fenomeni di abbandono di zone marginali, ma con un alto valore ambientale, il grado di dettaglio che si raggiunge in questa analisi rappresenta un miglioramento della qualità complessiva della valutazione e quindi delle possibili indicazioni di politica agraria.

All'interno del presente lavoro è stata ipotizzata una riduzione del budget finanziario per gli importi dei finanziamenti agroambientali, prevedendo una possibile diminuzione degli importi stanziati, al fine di poter selezionare le aziende migliori dal punto di vista ambientale: riuscire ad effettuare una selezione mirata dei beneficiari in base alle risorse disponibili diventa di fondamentale importanza, nel momento in cui le risorse pubbliche risultino limitate.

I risultati scaturiscono dall'utilizzo di un database con tutte le informazioni georeferenziate delle singole aziende beneficiarie degli aiuti agroambientali, ottenuto dall'elaborazione di banche dati estratte dal Sistema Informativo di ARTEA (SI), ed integrato con le informazioni sulla struttura e sulle caratte-

² Per decisore (*decision-maker*) si intende le diverse componenti sociali (cittadini, enti pubblici o privati, finanziatori, politici, ecc.) coinvolti nel processo di pianificazione.

ristiche tecnico-economiche delle aziende oggetto dello studio, reperite dal fascicolo aziendale presente nell'Anagrafe delle Aziende Agricole.

3. Caso di studio

La regione Toscana ha una densità di popolazione pari 163,6 ab./kmq calcolata con un'area totale di quasi 23.000 kmq, con una popolazione di 3.761.616 abitanti. Le aree maggiormente antropizzate sono nella parte settentrionale, principalmente nella provincia di Firenze che conta 373.446 abitanti (ISTAT, 2013).

In Toscana non vi sono grandi agglomerati urbani, ma per la maggior parte centri di medie-piccole dimensioni. Il 90% del Territorio è rappresentato da un territorio collinare e di montagna, che caratterizza fortemente il paesaggio.

Il settore primario occupa il 2,7% del totale degli occupati in Toscana, circa 45.000 lavoratori.

Analizzando quelle che sono le statistiche delle aziende agrarie (Censimenti dell'Agricoltura ISTAT 2000-2010), si evince un cambiamento strutturale di tali aziende, registrando una loro diminuzione in termini numerici e un aumento della Superficie Agricola Utilizzata (SAU), media aziendale che è passata dai 7 ettari del 2000 ai 10,4 del 2010. Il numero delle aziende, come sopra accennato, è calato di circa il 40% passando da 121.177 del 2000 a 72.686 del 2010 con una contrazione della SAU totale di circa l'11,8% (855.601 ettari nel 2000 contro i 754.345 del 2010).

Tale diminuzione si è prevalentemente concentrata sulle aziende piccole, ovvero quelle con una SAU inferiore all'ettaro e che rappresentano circa il 24% delle aziende agricole toscane: in queste aziende la contrazione ha fatto registrare un 64% di superficie in meno nel decennio 2000-2010.

Da un punto di vista geografico (dati ISTAT, 2013), quasi metà delle aziende agricole sono situate³ nelle province di Arezzo (18% con 13.146 aziende), Grosseto e Firenze, con rispettivamente il 17% con 12.286 e il 14,5% con 10.523 aziende. Analizzando gli ettari di SAU si nota invece come Grosseto (17% di SAU sul totale con 188.578 ettari), sia seguita da Siena (22% con 169.284 ettari) e Firenze (14% con 107.518 ettari).

In termini di numero di aziende, la contrazione maggiore, rispetto al 2000, si è registrata nelle province di Massa (-60%), Prato (-55%), Pisa (-52%) e Lucca (-51%).

Le contrazioni minori si registrano invece nelle province di Firenze (-34%) e Grosseto (-27%).

Anche in termini di SAU, le province dove si registra la maggior contrazione di ettari rispetto al 2000, risultano essere Massa (-47%), Prato (-28%)

³ Per la localizzazione viene preso come riferimento il centro aziendale.

Tabella 1: Aziende agricole ed ettari di SAU, 2010

Provincia	N. aziende	% sul totale	var % sul 2000	SAU (ha)	% sul totale	var % sul 2000
Siena	8.461	12	-35	169.284	22	-8
Grosseto	12.286	17	-27	188.578	25	-9
Livorno	3.696	5	-36	33.391	4	-11
Pisa	6.912	10	-52	95.754	13	-12
Arezzo	13.146	18	-35	96.740	13	-13
Firenze	10.523	14	-34	107.518	14	-13
Pistoia	6.897	9	-40	21.270	3	-15
Lucca	6.543	9	-51	24.344	3	-16
Prato	929	1	-55	7.211	1	-28
Massa	3.293	5	-60	10.254	1	-47
Toscana	72.686	100	-40	754.344	100	-12

Fonte: Ns. elaborazioni su dati ISTAT, 2010.

seguite in questo caso, da Lucca e Pistoia (rispettivamente -16% e -15%). In questo caso le province che hanno subito una contrazione di SAU minore rispetto al 2000 sono Grosseto (-9%) e Siena (-8%). Tali dati sono mostrati in Tabella 1.

Concentrandosi sulle aziende biologiche, analizzando i dati del 6° censimento dell'Agricoltura ISTAT del 2010, queste risultano essere 2.442, rappresentando il 3,4% delle aziende agricole totali toscane e il 5,5% delle aziende agricole totali italiane.

A livello provinciale, Siena risulta la provincia con il maggior numero di aziende biologiche in Toscana, ovvero 493 che rappresentano oltre il 20% del totale regionale, seguita da Firenze e Grosseto, rispettivamente con 484 e 482 aziende pari al 19,8% e 19,7% sul totale. Analizzando il dato in termini di SAU, la provincia con più ettari biologici risulta essere Siena con 19.485 ettari pari a quasi il 25% circa del totale toscano, seguita da Grosseto e Firenze rispettivamente con 18.889 ettari e 15.095 ettari pari al 24,37% e 19,4% del totale regionale. Sia per numero di aziende che per ettari di SAU biologica, le tre province con i valori più bassi, risultano essere Lucca, Massa e Prato con rispettivamente 113 aziende biologiche e 1.030 ettari, 57 aziende e 477 ettari e 25 aziende e 260 ettari a biologico (Tabella 2).

Dei 77.873 ettari biologici, il 25% è riservato alla coltivazione di cereali per la produzione di granella, seguito dal 20% occupato da olivi per la produzione di olive da tavola e da olio. Da menzionare la percentuale di superficie biologica relativa ai prati e pascoli permanenti, e alle colture foraggere avvicendate che ricoprono superfici rispettivamente pari al 16,7% e al 13% del totale biologico toscano.

Tabella 2: Aziende biologiche ed ettari di SAU, 2010

Provincia	N. aziende biologiche	% sul totale	SAU biologica (ha)	% SAU sul totale
Siena	493	20,2	19.485	25,0
Firenze	484	19,8	15.095	19,4
Grosseto	482	19,7	18.889	24,3
Arezzo	311	12,7	7.710	9,9
Pisa	238	9,7	10.317	13,2
Livorno	121	5,0	3.051	3,9
Pistoia	118	4,8	1.559	2,0
Lucca	113	4,6	1.030	1,3
Massa	57	2,3	477	0,6
Prato	25	1,0	260	0,3
Toscana	2.442	100	77.873	100

Fonte: Ns. elaborazioni su dati ISTAT, 2010.

Analizzando i contratti agroambientali che riguardano oltre alle aziende biologiche anche quelle integrate (Misura 214a1 «Agricoltura Biologica» e 214a2 «Agricoltura Integrata»), nel triennio 2008-2010 (fonte dati 6° censimento dell'agricoltura ISTAT) le aziende toscane che hanno beneficiato della misura 214, sono state 1.269, ripartite in 649 per quanto riguarda l'agricoltura biologica e 620 per quanto riguarda quella integrata. Nel triennio considerato la provincia di Firenze è quella che ha registrato il maggior numero di aziende che hanno usufruito del finanziamento della misura 214a1 (152 pari al 23% del totale) seguita da Siena (148 aziende beneficiarie) e Grosseto (113 aziende). Considerando le aziende che hanno beneficiato della misura 214a2, relativa all'agricoltura integrata, la provincia di Arezzo risulta avere il maggior numero di aziende (302 pari al 49% del totale), seguita dalle province di Massa e Siena (rispettivamente con 72, pari al 12% del totale e 66, pari all'11% del totale).

Se si considerano i contratti attivati in un periodo più ampio (dal 2007 al 2014), questi hanno avuto un aumento costante, con un totale di 4.252 adesioni fino al 2013, e un totale di 6.182 considerando anche l'annualità 2014 (fonte dati ARTEA).

Il ruolo di questi contratti come forma di sostentamento del settore agricolo diventa fondamentale visto il trend negativo osservato in precedenza dal confronto dei due censimenti e confermato dall'analisi del periodo 2007-2014. Anche in questo periodo, infatti, la tendenza non cambia registrando una diminuzione del numero delle aziende agricole pari al 16% passando dalle 78.903 del 2007 alle 66.580 del 2014, con

Tabella 3: Aziende con superficie agricola utilizzata per classe di superficie agricola utilizzata

Dati		Classi di SAU					Totale
		<1	1-2	2-20*	20-50	> 50	
2007	n.az.	12.609	17.413	40.239	6.007	2.629	78.897
	SAU	7.080	23.829	278.037	184.027	313.454	806.428
2013	n.az.	18.016	10.414	30.965	4.397	2.792	66.584
	SAU	10.991	15.120	218.828	137.031	324.504	706.474
Differenze percentuali	n.az.	43	-40	-23	-27	6	-16
	SAU	55	-37	-21	-26	4	-12

* Al fine di una più facile visualizzazione, le classi 2-5, 5-10 e 10-20 sono state accorpate in un'unica classe 2-20.

Fonte: Ns. elaborazioni su dati ISTAT.

conseguente decremento di SAU pari al 12%, passando da 806.427 ettari del 2007 a 706.474 del 2014⁴.

Analizzando tali dati (numero di aziende agricole ed ettari di SAU) per classe di SAU (Tabella 3) si nota come nel periodo 2007-2014 hanno subito il decremento maggiore le aziende comprese fra 1 e 2 ettari, con una diminuzione sia in termini di numero di aziende che di SAU pari rispettivamente al 40% (17.413 aziende nel 2007 contro le 10.414 nel 2014) e al 37% (23.829 ettari nel 2007 contro i 15.120 ettari nel 2014). Nelle restanti classi di SAU, il decremento del numero di aziende oscilla dal 23% al 27%, mentre quelle della SAU dal 21% al 26%.

Non hanno invece subito una diminuzione le aziende inferiori all'ettaro e quelle superiori ai 50 ettari. Nel primo caso si registra un aumento del 43% (le aziende passano dalle 12.609 del 2007 alle 18.019 del 2014) con un aumento di ettari di SAU pari al 55% (7.080 ettari nel 2007 contro i 10.991 ettari nel 2014). Nel secondo caso gli incrementi sono più modesti e sono pari al 6% (le aziende passano dalle 2.629 del 2007 alle 2.792 del 2014) con un incremento di SAU del 4% (313.454 ettari del 2007 contro i 324.504 del 2014).

Le province dove si sono concentrate la maggior parte delle adesioni a contratti agroambientali sono, in ordine, la provincia di Arezzo, di Siena e di Grosseto, mentre quelle dove si sono concentrate la maggior parte delle risorse finanziarie sono state, in ordine, la provincia di Siena, di Grosseto e di Arezzo, risultato dovuto principalmente sia alla tipologia di coltivazioni prevalenti delle province stesse, a cui corrisponde un diverso premio agro-ambientale, sia alla diversa dimensione delle aziende dislocate nelle varie province.

⁴ Fonte dati ISTAT, 2014. Disponibili on line <http://agri.istat.it/> [ultimo accesso 14 luglio 2016].

La principale forma giuridica delle aziende ad impegno agroambientale è rappresentata dall'impresa individuale, seguita dalla società semplice.

L'Orientamento Tecnico-Economico maggiormente rappresentato per le aziende della 214a1 e 214a2 è stato l'OTE «Aziende specializzate nelle colture permanenti», seguito dall'OTE «Aziende specializzate nei seminativi».

La qualifica di Imprenditore Agricolo Professionale, se considerata sull'universo delle aziende agricole toscane, rappresenta solo il 19%, mentre per quanto riguarda i beneficiari delle misure agroambientali supera il 70%.

Le superfici oggetto d'impegno agroambientale, raggruppate in base al gruppo coltura, per quanto riguarda la misura 214a1 (biologico) hanno interessato principalmente le foraggere, sia in introduzione che in mantenimento, ed i cereali, sempre in introduzione che in mantenimento; mentre per quanto riguarda la 214a2 (integrato), hanno interessato principalmente il gruppo coltura dei cereali, delle foraggere e della vite.

A livello di provincia, i maggiori risultati come superficie a premio agroambientale, hanno interessato la provincia di Grosseto con le foraggere per la 214a1 e la 214a2 e i cereali per la 214a1; la provincia di Siena con i cereali e le foraggere per la 214a1 e 214a2 e con la vite per la 214a2; la provincia di Arezzo con i cereali, le foraggere e la vite, per la 214a2; e la provincia di Firenze con la vite per la 214a2 e le foraggere per la 214a1.

A livello di comune, i maggiori risultati come superficie a premio agroambientale (biologico ed integrato), hanno interessato il comune di Cortona e di Arezzo in provincia di Arezzo, il comune di Manciano e di Grosseto in provincia di Grosseto; le superfici a premio agroambientale, suddivise in base alla coltura, maggiormente interessate dall'agricoltura biologica ed integrata, in ordine di grandezza, sono state il frumento duro, gli erbai misti, l'uva da trasformazione, l'erba medica, l'oliva da trasformazione, il girasole, il trifoglio, il frumento tenero, il prato, l'orzo.

Dai dati suddetti, si comprende il notevole interesse del mondo agricolo verso le misure agroambientali ed i rispettivi finanziamenti elargiti, confermando la volontà che i *policy maker* hanno nel far proseguire gli impegni anche nelle future programmazioni comunitarie, garantendo così una continuità nei benefici ambientali, come chiarito da molteplici studi presenti in letteratura.

4. Applicazione del modello

Tra i molti studi mirati a definire una struttura delle Analisi Multicriteriali, Malczewski (1999) propone un modello attraverso il quale il *problema decisionale* (nel nostro caso rappresentato dall'individuazione delle aziende meritevoli di pagamenti agroambientali in plausibili scenari relativi ad una futura programmazione del PSR) viene analizzato attraverso possibili *alternative* (tutte le aziende biologiche e integrate presenti in Toscana) valutate attraverso *obiettivi* economici e ambientali quantificati attraverso *indicatori*

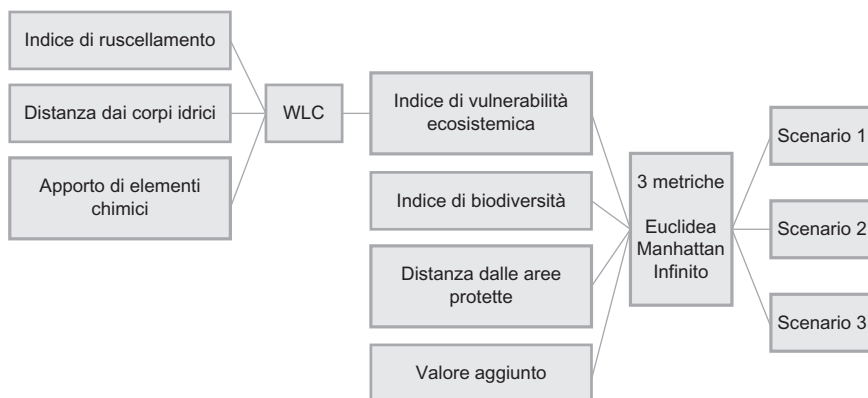


Figura 1: Indicatori utilizzati.

qualitativi o quantitativi. La Figura 1 mostra i passaggi logici della metodologia adottata.

4.1. Scelta degli obiettivi e loro quantificazione attraverso indicatori multidimensionali

Quantificare le aziende biologiche e integrate dal punto di vista economico e ambientale ha richiesto un esame degli obiettivi del Piano di Sviluppo Rurale al fine di definire opportuni indicatori in grado di esprimere il grado di impatto che le suddette aziende hanno sul territorio.

L'utilizzo di indicatori per misurare entità ambientali, considerati una sintesi dei dati aventi lo scopo di rendere confrontabili nel tempo e nello spazio i principali parametri di un determinato fenomeno, è ampiamente usato in letteratura (Carver *et al.*, 2012; Riccioli *et al.*, 2013; Orsi *et al.*, 2013; Riccioli *et al.*, 2016b).

Tra gli obiettivi del Piano di Sviluppo Rurale specifici dell'agricoltura biologica e dell'agricoltura integrata, rientrano la conservazione della biodiversità all'interno dell'agro-ecosistema, la riduzione dello sfruttamento e dell'inquinamento delle risorse idriche, il contenimento dell'erosione e della perdita di fertilità dei suoli, la conservazione e la tutela del paesaggio. L'efficacia nel raggiungere questi obiettivi può variare in base ad una serie di fattori, che possono permettere d'identificare porzioni di territorio più importanti dal punto di vista ambientale. Mantenere l'attività agricola in queste zone, in cui a fronte di un elevato valore pubblico dei servizi offerti dall'agricoltura, vi è una difficoltà nel produrre superiore alle altre zone, risulta particolarmente importante. A tal fine sono stati selezionati i seguenti indicatori:

1. indice di vulnerabilità ecosistemica;
2. indice di biodiversità;

3. distanza dalle aree protette;
4. valore aggiunto (VA).

Il punto fondamentale di questa fase è l'attribuzione dei valori degli indicatori ad entità geografiche formate, nel nostro caso, utilizzando una rappresentazione cartografica raster⁵, da pixel. Le basi dati utilizzate, dalle quali è scaturito l'archivio di cartografia raster, con risoluzione al suolo con una griglia di 75 × 75 metri, sono le seguenti:

– database ARTEA relativo alle aziende che hanno ricevuto finanziamenti agroambientali della misura 214a1 «Agricoltura Biologica» e 214a2 «Agricoltura Integrata» del PSR 2007-2013;

– mappe delle superfici oggetto dell'impegno agroambientale, con rispettiva georeferenziazione dei dati delle aziende agricole espressi a livello di singola particella catastale. Per ogni azienda beneficiaria dei pagamenti per la misura 214a1 e 214a2, identificata univocamente, sono stati utilizzati i dati dei poligoni riguardanti le colture identificate da fotointerpretazione, con unità di misura inferiore alla particella catastale. I dati utilizzati hanno permesso la georeferenziazione puntuale di tutte le colture oggetto d'impegno agroambientale all'interno del territorio della regione Toscana;

– VI Censimento Generale dell'Agricoltura ISTAT (2013);

– Modello Digitale del Terreno della Toscana (DTM).

È stata quindi derivata per ciascun indicatore la seguente cartografia raster⁶:

– mappa di vulnerabilità ecosistemica, creata tramite aggregazione delle mappe di permeabilità, della distanza dai corpi idrici, dell'apporto di elementi chimici;

– mappa della biodiversità;

– mappa della distanza dalle aree protette;

– mappa del valore aggiunto aziendale.

4.1.1. Indice di vulnerabilità ecosistemica

Per affrontare gli obiettivi del PSR relativi alla riduzione dello sfruttamento e dell'inquinamento delle risorse idriche e del contenimento dell'erosione e della perdita di fertilità dei suoli è stato creato un indice di vulnerabilità ecosistemica che rappresenta l'aggregazione effettuata tramite somma lineare pesata – WLC – (Malczewski, 2000) dei seguenti indici:

– indice di ruscellamento;

– indice della distanza dai corpi idrici;

– indice dell'apporto di elementi chimici (concimi, antiparassitari e diserbanti).

⁵ Attraverso una cartografia raster gli elementi reali (fiumi, strade, usi del suolo, ecc.) vengono rappresentati attraverso una griglia la cui unità minima è il pixel, *Picture element*.

⁶ Qualora sia interessato, si invita il lettore a richiedere direttamente agli autori i file originali della cartografia prodotta.

4.1.1.1. Indice di ruscellamento

I sistemi di coltivazione biologica ed integrata dei terreni rappresentano un'alternativa alle tecniche convenzionali, perché potenzialmente più efficaci sia nell'aumentare e conservare la dotazione di sostanza organica del suolo, che risulta fondamentale per il mantenimento della fertilità, sia nella diminuzione dell'inquinamento da fertilizzanti, antiparassitari e diserbanti. Focalizzando l'attenzione su una problematica basata su una tematica ecologica, risulta chiara l'intenzione del *policy maker*, di valorizzare le aziende agricole che praticano agricoltura rispettosa dell'ambiente, ricadenti in terreni meno permeabili.

La valutazione del servizio di regimazione dei deflussi presenta in bibliografia numerosi studi (Asciuto *et al.*, 1988; Corrado *et al.*, 1988; Guo *et al.*, 2001; Merlo e Croitoru, 2005; Baumann *et al.*, 2007).

Per il calcolo dei deflussi superficiali relativi a eventi eccezionali, è stato adottato il «metodo Kennessey» (Kennessey, 1930), attraverso il quale è possibile classificare un bacino in base a dati fisiografici e climatici.

Grazie a tale approccio è possibile calcolare il coefficiente di deflusso medio annuo o indice di ruscellamento (*CK*) dell'area oggetto di studio analizzando tre parametri che lo compongono, così come mostrato nella formula:

$$CK = CA + CP + CV \quad [1]$$

dove

CK = coefficiente annuo di deflusso;

CA = acclività;

CP = permeabilità;

CV = copertura vegetale.

Valori alti di *CK* indicano valori elevati di ruscellamento superficiale, mentre valori bassi di *CK* indicano valori alti di infiltrazione in profondità.

Al fine del calcolo del coefficiente di ruscellamento, i valori dei vari parametri sono stati standardizzati e messi in relazione con il coefficiente di aridità secondo la formula seguente:

$$Ia = [P/(T + 10) + 12 p/t]/2 \quad [2]$$

dove

Ia = indice di aridità;

P = precipitazione media annua;

T = temperatura media annua;

p = precipitazione del mese più arido;

t = temperatura del mese più arido.

I valori ottenuti sono stati successivamente trasformati in valori compresi fra 0 e 1, come mostrato nella Tabella 4.

Tabella 4: Coefficienti parziali di deflusso

Indice di aridità		Ia < 25	25 ≤ Ia < 40	Ia ≥ 40
Permeabilità				
1	Molto scarsa	0,21	0,26	0,30
2	Scarsa	0,16	0,21	0,25
3	Mediocre	0,12	0,16	0,20
4	Buona	0,06	0,08	0,10
5	Elevata	0,03	0,04	0,05
Acclività				
1	≥ 35%	0,22	0,26	0,30
2	10% ≤ s < 35%	0,12	0,16	0,20
3	3,5 ≤ s < 10%	0,01	0,03	0,05
4	≤ 3,5%	0,00	0,01	0,03
Copertura vegetale				
1	Roccia nuda	0,26	0,28	0,30
2	Pascoli	0,17	0,21	0,25
3	Culture-arbusti	0,07	0,11	0,15
4	Bosco alto fusto	0,03	0,04	0,05

Nella Tabella 5 sono riportate le fonti relative ai dati utilizzati per la creazione dell'Indice di Ruscellamento.

Il risultato è rappresentato dalla mappa del ruscellamento che mostra una minor permeabilità in conseguenza di valori alti di CK, favorendo di fatto un minor inquinamento delle falde e dei fiumi, dovuta ad una minore infiltrazione delle sostanze chimiche inquinanti.

L'indice di ruscellamento rappresentato nella mappa di permeabilità, calcolato in base a quanto sopra, permettere di rappresentare graficamente eventuali situazioni critiche.

Tabella 5: Fonte dei dati relativi all'indice di ruscellamento

Coefficiente	Mappe	Dati	Fonte
CK = coefficiente di ruscellamento	1	CA = mappa delle pendenze	Pendenza dal DEM
	2	CP = mappa della permeabilità	Mappa ecopedologica
	3	CV = mappa della copertura	Corine (2012)
	4	P = precipitazione media annua	Mappa delle precipitazioni
	5	T = temperatura media annua	Mappa delle temperature
Ia = indice di aridità	6	p = precipitazione del mese più arido	Mappa delle precipitazioni
	7	t = temperatura del mese più arido	Mappa delle temperature

L'agricoltura intensiva ha permesso l'aumento dei raccolti ma ha anche introdotto severi problemi ambientali come la perdita di fertilità dei suoli, l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali, l'aumento dei consumi energetici e la perdita della biodiversità, dimostrandosi non pienamente sostenibile.

4.1.1.2. Distanza dai corpi idrici

I fiumi possono essere sottoposti a una serie di pressioni antropiche, tra le quali l'uso del suolo agricolo che rappresenta una delle principali cause di inquinamento delle acque e di degrado dell'habitat nei fiumi europei (Davies *et al.*, 2009).

Diversi studi, tra cui Poole *et al.* (2013), valutano l'efficacia ecologica delle misure agroambientali in rapporto alla distanza tra i corpi idrici, correlando l'inquinamento delle acque al degrado della biodiversità. I risultati ottenuti dallo studio confermano che una maggiore distanza tende a garantire un minor inquinamento ed una maggiore biodiversità all'interno dell'habitat.

Il problema del possibile inquinamento delle acque da nitrati di origine agricola è chiarito dalla direttiva nitrati 91/676/CEE, dove all'interno dei «Considerando» si afferma che mentre per l'agricoltura comunitaria è necessario l'impiego di fertilizzanti contenenti azoto e concimi organici, l'uso eccessivo di fertilizzanti costituirebbe un rischio ambientale (direttiva nitrati 91/676/CEE).

La mappa della distanza dai corpi idrici, è stata creata calcolando la distanza euclidea (espressa in metri) dai bacini idrici dove i valori più alti rappresentano una maggior distanza dal corpo idrico.

4.1.1.3. Apporto di elementi chimici

Considerato che l'inquinamento dei suoli è fortemente legato all'utilizzo di fertilizzanti e di antiparassitari, molteplici sono gli studi presenti in letteratura relativi agli effetti negativi sull'inquinamento del suolo stesso e delle acque, nonché sulla biodiversità.

La mappa dell'apporto di elementi chimici (concimi, antiparassitari e diserbanti) è stata creata a partire dai costi previsti nei conti economici dei diversi gruppi coltura, distinti in funzione delle tre metodologie di coltivazione (biologico, integrato, convenzionale), ed utilizzando i valori delle schede tecniche relative alle norme tecniche ed agronomiche e di difesa e diserbo, previste per l'agricoltura integrata.

I risultati, distinti per ogni tipologia di gruppo coltura, di ogni singola azienda, espressi come riduzione tra quantità di concimazioni (Kg/ha) e la riduzione di numero di trattamenti (N. Tratt/ha), sono stati calcolati tra metodo convenzionale e metodo integrato, e tra metodo convenzionale e metodo biologico.

Ad ogni pixel quindi, è stato associato un valore di inquinante, espresso come differenza tra i metodi di coltivazione (convenzionale, integrato, biologico), calcolato in base alla dimensione dell'azienda e della singola coltura.

I valori più alti indicano una maggior differenza nell'apporto di elementi chimici al terreno e quindi rappresentano i risultati migliori dal punto di vista dell'impatto ambientale.

Come accennato precedentemente, la mappa di vulnerabilità ecosistemica creata rappresenta l'aggregazione effettuata tramite somma lineare pesata dei precedenti indici.

Valori più alti rappresentano aziende biologiche ed integrate meno impattanti sul territorio, ovvero quelle che si trovano su suoli meno permeabili e maggiormente distanti dai fiumi, e che apportano una minor quantità di elementi chimici, come concimi antiparassitari e diserbanti, al terreno rispetto a metodi di coltivazione convenzionale.

4.1.2. Indice di biodiversità

La biodiversità, garantita da un'alta eterogeneità del paesaggio, è considerata come un valore di fondamentale importanza da tutelare e proteggere, perché permette di ottenere la performance anche di altre funzioni, come il mantenimento della fertilità del terreno, il controllo dell'erosione superficiale e il mantenimento delle qualità estetiche del paesaggio. Forme di agricoltura rispettose dell'ambiente, come l'agricoltura biologica e l'agricoltura integrata, tendono a mantenere un alto indice di biodiversità in particolari territori, ed è per questo che l'intento del decisore pubblico si esplica nella tutela delle aziende biologiche ed integrate che vi ricadono sopra.

Per affrontare l'obiettivo del PSR relativo alla conservazione della biodiversità è stato creato un indice che analizza la diversa composizione dell'uso del suolo per il cui calcolo è stato utilizzato l'indice di Shannon:

$$S = - \sum_{j=1}^s p_j \cdot \log p_j \quad [3]$$

dove:

S = indice di Shannon;

p_j = superfici occupate dall'uso del suolo j -esimo;

s = numero degli usi del suolo nell'area considerata.

Per la stima di tale indice è stata utilizzata come mappa di partenza il *Corine Land Cover* stimando la diversità ambientale nelle zone studiate, utilizzando un'area di 3 pixel per 3 pixel.

L'indice di Shannon è il più noto indice di diversità che rappresenta uno dei modi più utilizzati per sintetizzare l'informazione contenuta nella struttura di una comunità animale o vegetale (Shannon, 1948).

L'espressione rappresenta la quantità media di informazione per individuo, secondo un criterio per cui ogni individuo di una specie, quando è

stato identificato, ha un contenuto di informazione tanto più importante quanto più la specie è rara. Il massimo valore di S si osserva quando tutte le specie hanno la medesima frequenza, mentre il minimo si ottiene quando tutte le specie sono rappresentate da un solo individuo, tranne una a cui appartengono tutti i rimanenti individui.

Grazie all'utilizzo di tale indice è possibile mettere in evidenza le zone più eterogenee dal punto di vista dell'uso del suolo. Un mosaico eterogeneo di usi del suolo diversi garantisce la presenza di un grande numero di specie. I risultati mostrano valori da 0 a 1,58, dove il valore più alto, rappresenta la maggior biodiversità di uso del suolo.

4.1.3. Distanza dalle aree protette

Alcuni studi prendono in considerazione come l'impostazione gestionale delle aree protette prevalentemente vincolistica possa influire sulla crescita dei costi unitari di produzione in strutture aziendali marginali sia per le rese, sia per la posizione rispetto al mercato (Bernetti, Romano, 1997).

Per questo motivo il decisore pubblico risulta interessato a valorizzare le aziende che ricadono all'interno delle aree o che risultano contigue, selezionando qualitativamente le aziende in funzione della distanza.

Aree protette intese come luogo al cui interno sono presenti risorse naturalistiche, di diversità e di ricchezza di specie presenti, rivestono attualmente un ruolo di primaria importanza all'interno della regione Toscana nel garantire una buona qualità ambientale delle aree naturali. Il settore agricolo rappresenta il soggetto debole nell'accostamento tra agricoltura e area protetta. In questo contesto, risulta indispensabile l'impiego di incentivi a supporto delle attività agricole.

La distanza (euclidea) dalle aree protette specifica di ogni pixel di territorio relativo alla superficie della regione Toscana è compresa fra 0 Km, quando i terreni ricadono all'interno delle aree stesse o ne sono contigui e un valore massimo che supera i 17 Km.

4.1.4. Valore aggiunto

Nel bilancio RICA INEA il Valore Aggiunto rappresenta il saldo fra i Ricavi Totali Aziendali e i Costi Correnti, mentre nei conti economici dell'ISTAT è calcolato come differenza fra il valore delle produzioni calcolata a prezzi di base (senza aiuti e senza imposte sui prodotti) e i consumi intermedi⁷

intendendo per consumi intermedi il valore delle merci (beni e servizi) impiegate nella produzione di un determinato bene.

⁷ Agricoltura in Toscana, Report 2013 RICA, disponibile on line su http://www.rica.inea.it/public/download/commenti_risultati_contabili/2011_270.pdf [ultimo accesso 14 luglio 2016].

Il valore aggiunto rappresenta la nuova ricchezza prodotta nell'unità di produzione e costituisce, da un punto di vista economico, una misura della capacità dell'azienda di raggiungere il suo obiettivo fondamentale. Considerando il valore aggiunto come una misura appropriata per quantificare l'esito dell'attività da parte di una singola azienda, l'indirizzo strategico del *policy maker* potrebbe orientarsi principalmente verso la tutela delle aziende con un valore aggiunto più basso, che necessitano quindi di un sostegno per evitare il rischio di abbandono.

Infatti, un valore aggiunto aziendale basso, molto probabilmente riferibile ad aziende di piccole dimensioni con difficoltà produttive, potrebbe portare a un abbandono progressivo dell'attività agricola a discapito del presidio territoriale.

Nel presente studio, il calcolo del valore aggiunto è stato stimato elaborando i dati a ettaro per OTE (Orientamento Tecnico Economico), a partire dal database dei bilanci aziendali riclassificati della RICA INEA ed è il risultato della differenza tra ricavi totali dell'azienda e costi correnti.

Il calcolo è stato effettuato al netto di eventuali aiuti comunitari percepiti. Per ogni singola azienda beneficiaria di finanziamenti agroambientali, è stato calcolato il relativo valore aggiunto, utilizzando gli importi del valore aggiunto medio a ettaro, moltiplicato per la superficie in ettari di ogni singolo poligono oggetto di impegno, di ogni singola azienda. Questo ha permesso di effettuare un calcolo del valore aggiunto estremamente preciso ed affidabile. I poligoni delle aziende georeferenziate hanno permesso la creazione di una mappa del valore aggiunto riferita alle aziende beneficiarie.

4.2. Aggregazione degli indicatori

L'obiettivo di questa fase è la creazione di più carte tematiche relative ad ipotetici scenari della distribuzione di aiuti agroambientali all'interno della regione Toscana per le future programmazioni comunitarie. Il decisore pubblico sarà così in grado di effettuare in sede di analisi *ex-ante*, intermedia ed *ex-post*, scelte mirate con una precisione tale da valutare anche a livello di singola azienda, ottenendo così un maggiore e migliore raggiungimento degli obiettivi precedentemente stabiliti.

Come possibile futuro scenario è stata ipotizzata una riduzione del budget del 50%, relativo alla disponibilità di finanziamenti comunitari, il che renderebbe necessario lo sviluppo di un supporto all'intervento pubblico nelle strategie di gestione e di programmazione degli interventi. Supporto finalizzato a una maggiore efficienza nell'assegnazione di aiuti comunitari che tengano conto di diversi fattori, quali le caratteristiche aziendali ed il territorio nelle quali sono inserite.

Il punto di partenza è stata la georeferenziazione delle aziende a pagamento per le misure agroambientali del PSR 2007/2013.

Tale georeferenziazione rappresenta l'insieme delle aziende (in totale 5.013) che hanno ricevuto finanziamenti agroambientali per la misura 214a1

«Agricoltura Biologica» e 214a2 «Agricoltura Integrata» del PSR 2007-2013 della regione Toscana, considerando un orizzonte temporale con inizio 2007, primo anno di applicazione del PSR, e con termine 2014, ultimo anno utile per la presentazione delle domande di aiuto quinquennale stabilito dall'Autorità di Gestione della regione Toscana.

Al fine della definizione delle aziende oggetto di impegno agroambientale migliori dal punto di vista ambientale, situate all'interno del territorio della regione Toscana, i vari indici sono stati aggregati con regole multicriteriali in base a tre metriche (euclidea, *city-block* e infinito) basate sulla distanza dall'ideale, ottenendo così tre ipotetici scenari relativi alla classificazione delle aziende agroambientali migliori.

La «teoria decisionale dell'ideale» (Yu, 1973; Zeleny, 1974) si basa sul concetto di soluzione ideale, ovvero quella soluzione che si trova più vicina al valore ideale che realizza contemporaneamente tutti i criteri (obiettivi).

Secondo tale teoria, più grande è la distanza dall'ideale, minore è il grado di soddisfazione ottenuto. La distanza è quindi inversamente proporzionale al grado di soddisfazione nel perseguimento di un determinato obiettivo e deve essere considerata come una possibile approssimazione delle scelte operate dal decisore.

L'obiettivo quindi sta nella ricerca della soluzione più vicina al punto di maggior benessere, minimizzando la distanza che lo separa dalla scelta intrapresa dal decisore.

Il calcolo della distanza dall'ideale può essere affrontato attraverso varie metriche, tre delle quali sono state utilizzate in questo studio.

Nella metrica euclidea, proiettando tutto in un sistema di assi cartesiani il concetto di distanza dall'ideale, il calcolo può essere risolto attraverso il teorema di Pitagora utilizzando la seguente formula:

$$d = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2} \quad [4]$$

dove

d = distanza dall'ideale dell'alternativa;

x_a, y_a = coordinate del punto a ;

x_b, y_b = coordinate del punto b .

Un altro metodo di calcolo della distanza dall'ideale è rappresentato dal metodo della distanza di Manhattan o *city-block* (Zeleny, 1982), ottenuto utilizzando la seguente formula:

$$d_j = \sum_1^n v_{nj} \quad [5]$$

dove

d_j = distanza dall'ideale dell'alternativa j -esima;

v_{nj} = valore dell'attributo del n -criterio della alternativa j -esima.

Infine, il metodo che calcola la distanza con la metrica dell'infinito o di Chebychev è mostrato attraverso la formula seguente:

$$d_j = \max v_{nj} \quad [6]$$

dove

d_j = distanza dall'ideale dell'alternativa j -esima;

v_{nj} = valore dell'attributo del n -criterio della alternativa j -esima.

5. Risultati

Applicando le tre metriche descritte nel precedente paragrafo per aggregare gli indicatori, sono stati ottenuti altrettanti scenari recanti le mappe delle aziende migliori da inserire nelle future programmazioni del PSR. Per migliori si intendono le aziende «ideali», ovvero quelle recanti il massimo valore per tutti gli obiettivi da raggiungere.

I metodi della distanza euclidea e della distanza di Manhattan vengono detti compensatori, cioè un basso livello raggiunto da un criterio di una data alternativa può essere compensato da un più alto livello di un altro criterio. Il metodo della distanza dell'infinito viene definito non compensatorio, dove il basso livello di un criterio condiziona la scelta finale, in quanto non è compensato da eventuali alti livelli degli altri criteri.

5.1. Scenario 1, metrica euclidea

Il numero dei beneficiari di partenza, stabilito in 5.013 soggetti univoci, rappresentava il totale dei beneficiari di finanziamenti agroambientali del PSR 2007-2013 che hanno aderito a contratti agroambientali in un orizzonte temporale con inizio 2007, fino al 2014.

In seguito, ad ogni beneficiario identificato dal CUA (Codice Unico Azienda Agricola), grazie all'utilizzo del database ARTEA, è stato collegato l'importo dei pagamenti ricevuti relativamente alle misure 214a1 (Agricoltura Biologica) e 214a2 (Agricoltura Integrata).

Considerata l'ipotesi formulata, di riduzione del budget finanziario per gli importi dei finanziamenti agroambientali, stabilito in una diminuzione del 50% del totale degli importi stanziati, il numero dei beneficiari identificati per lo «Scenario 1» (metrica euclidea), passa dalle 5.013 aziende iniziali a 2.308 aziende, con un totale di 84.558,86 ettari di superfici oggetto d'impegno agroambientale.

Dall'analisi grafica della mappa (Figura 2) si possono notare dei cambiamenti notevoli tra le aziende che hanno avuto diritto al finanziamento agroambientale del PSR 2007-2013, evidenziate in grigio chiaro, e quelle che

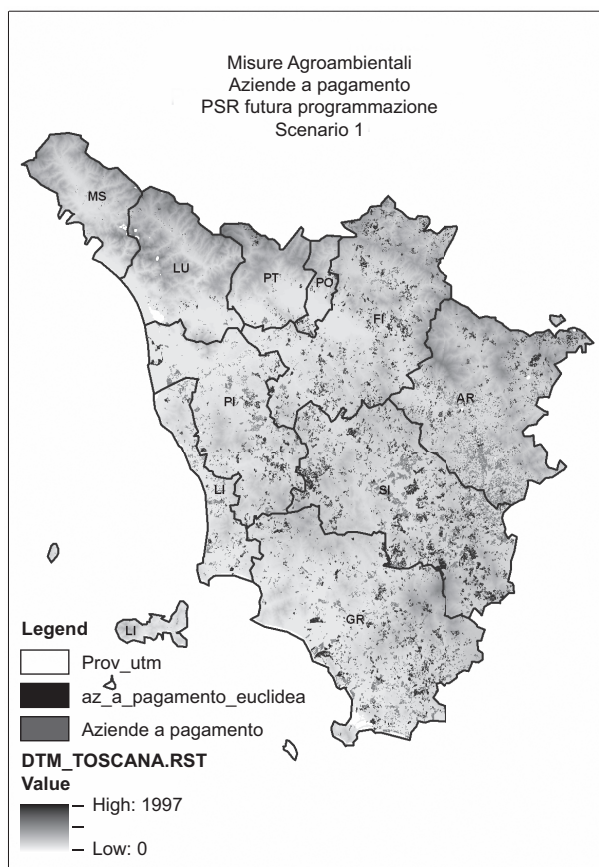


Figura 2: Scenario 1.

rimarrebbero finanziate dopo l'ipotesi di riduzione del budget comunitario, evidenziate in grigio più scuro.

5.2. Scenario 2, metrica *city-block*

All'interno dello «Scenario 2», considerata l'ipotesi formulata di riduzione del budget finanziario per gli importi dei finanziamenti agroambientali (-50% del totale degli importi stanziati), il numero dei beneficiari identificati utilizzando la metrica di Manhattan è stato di 2.528 aziende, con un totale di 86.104,81 ettari di superfici oggetto d'impegno agroambientale.

Anche dall'analisi grafica della mappa riferita allo Scenario 2, si possono notare dei cambiamenti notevoli tra le aziende che hanno avuto diritto al finanziamento agroambientale del PSR 2007-2013, evidenziate in grigio chiaro, e quelle che rimarrebbero finanziate dopo l'ipotesi la riduzione del budget comunitario, evidenziate in grigio più scuro (Figura 3).

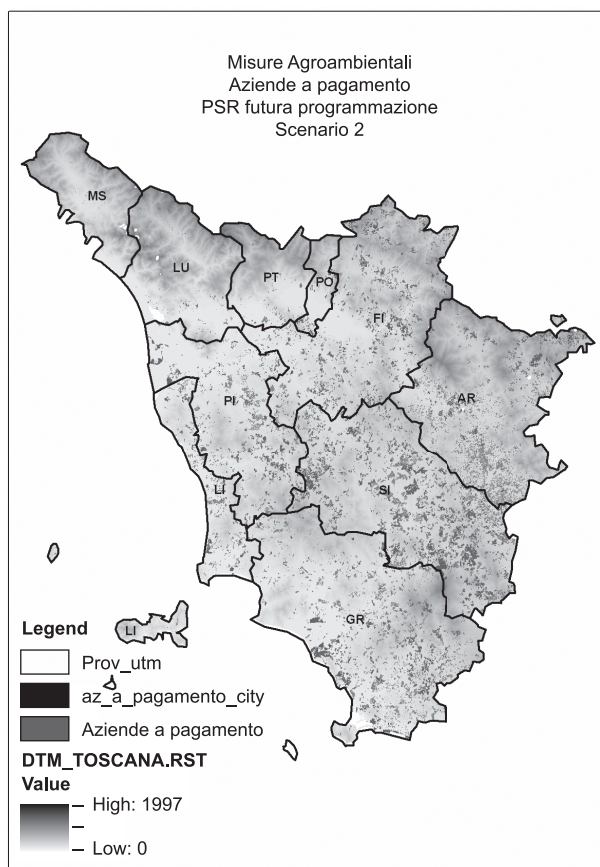


Figura 3: Scenario 2.

5.3. Scenario 3, metrica infinito

Infine, anche dall'analisi grafica della mappa riferita allo «Scenario 3», si possono notare grandi cambiamenti tra le aziende che hanno avuto diritto al finanziamento agroambientale del PSR 2007-2013, evidenziate in grigio chiaro, e quelle che rimarrebbero finanziate dopo l'ipotesi di riduzione del budget comunitario, evidenziate in grigio più scuro.

Tramite il calcolo della distanza con la metrica dell'infinito, i risultati ottenuti, che mostrano un totale di 2.140 beneficiari, per un valore 86.619,99 ettari, permettono di ipotizzare una scelta effettuata dal decisore pubblico, di finanziare un numero ridotto di aziende, ma con una maggiore dimensione aziendale (Figura 4).

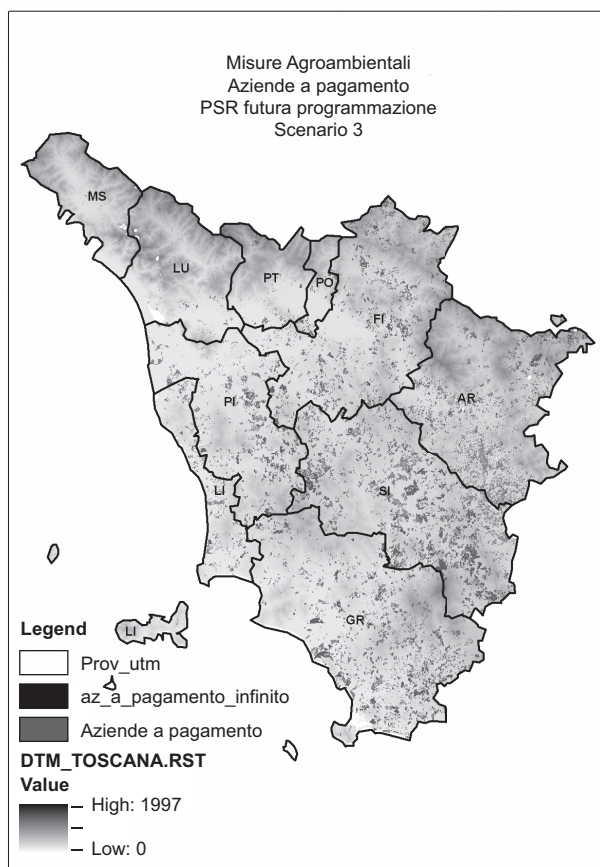


Figura 4: Scenario 3.

5.4. Analisi delle tre metriche

Il totale degli importi per le 5.013 aziende a impegno agroambientale è stato 35.494.773,07 €.

Considerando l'ipotesi di riduzione del 50% dei finanziamenti comunitari, il totale degli importi su cui si basa la classificazione, in base a tre possibili scenari calcolati con metriche distinte, è pari a 17.747.386,53 €.

Attraverso l'analisi dei risultati scaturiti dalle tre metriche di aggregazione degli indicatori, è stato quindi possibile classificare le aziende in base alla loro migliore attitudine ambientale (Tabella 6).

Considerata l'ipotesi formulata nel presente lavoro, di un'eventuale riduzione del budget finanziario per i pagamenti agroambientali, i risultati calcolati per la *distanza euclidea* mostrano uno scenario con segnali discordanti. Infatti, se dal lato del numero di beneficiari identificati, il risultato del

Tabella 6: Numero ed importi aziende agroambientali in base ai tre scenari

Scenari	N. beneficiari	Importo totale (euro)	Superfici a pagamento (ettari)
1. euclidea	2.308	17.731.221,81	84.558,86
2. city-block	2.528	17.746.119,75	86.104,81
3. infinito	2.140	17.742.314,09	86.619,99

Fonte: Ns. elaborazione su dati ARTEA.

calcolo effettuato si pone nel mezzo alle altre due distanze, attestandosi su un valore di 2.308 beneficiari, per quanto riguarda il totale delle superfici a premio espresso in ettari, il risultato mostra una netta inferiorità rispetto alle altre metriche. Questo significa che utilizzando questo metodo di scelta, si ipotizzerebbe una riduzione dai 2.000 ai 2.500 ha di superfici oggetto d'impegno agroambientale rispetto all'utilizzo delle altre metriche.

La provincia con la riduzione più rilevante è quella di Arezzo, dove la quasi totalità di superfici fino ad oggi finanziate sparirebbe. Dall'analisi dei risultati si può evidenziare come l'unica zona di territorio che continuerebbe a percepire un finanziamento agroambientale si troverebbe nella zona nord-est nel comune di Pieve Santo Stefano. Tutte le altre superfici che presentano una concentrazione molto importante nella parte sud della provincia, non sarebbero più finanziate: in particolare tutta la zona della Val di Chiana con i comuni di Arezzo, Castiglion Fiorentino, Cortona, Civitella Val di Chiana, Monte San Savino, Marciano della Chiana e Foiano della Chiana. Al contrario la provincia di Firenze risulterebbe quella con una minor diminuzione, in quanto, anche se fosse ridotto il budget finanziario, la quota di territorio rimarrebbe costante, non evidenziando praticamente alcuna modifica, tranne che nella parte nord del comune di Firenzuola. La provincia di Siena, particolarmente interessata da un'ampia superficie oggetto d'impegno, perderebbe la metà delle superfici, con una diminuzione che interesserebbe principalmente le aree centrali, rappresentate dai comuni di Monteroni d'Arbia, Asciano e Castelnuovo Berardenga, e quelle a ovest dei comuni di Sinalunga, Torritta di Siena, Montepulciano e Chiusi. La provincia di Pisa, pur non avendo un'alta concentrazione di superfici a impegno, con l'ipotesi Scenario 1, vedrebbe sparire più della metà degli ettari agroambientali.

Le restanti province di Massa Carrara, Lucca, Pistoia e Prato, non mostrerebbero sostanziali cambiamenti. Per quanto riguarda la provincia di Livorno, invece, la riduzione interesserebbe la quasi totalità delle aziende, mentre nella provincia di Grosseto, interessata da una grande quantità di superficie oggetto d'impegno agroambientale, presenterebbe una situazione a macchia di leopardo in cui rimarrebbero in essere meno della metà delle superfici distribuite su tutto il territorio provinciale.

Il *secondo scenario*, riferito alla distanza *city-block*, mostra dei risultati interessanti.

Per quanto riguarda il numero di beneficiari che otterrebbe ancora il finanziamento agroambientale, il risultato evidenzia il valore nettamente più alto, mentre per quanto riguarda la superficie, ne rimarrebbe un totale ad impegno (in ha) poco distante dal valore massimo. Da questi risultati possiamo quindi affermare che se il *policy maker* decidesse di utilizzare il calcolo della distanza di Manhattan, potrebbe riuscire a finanziare, in base ai limiti dell'ipotetico budget, uno scenario formato da molte aziende con una ridotta dimensione aziendale.

Come per il precedente scenario, la provincia di Arezzo presenterebbe la riduzione più evidente, in cui tutta la zona sud della Valdichiana, non riceverebbe più finanziamenti agroambientali. A differenza dello Scenario 1, però, tale riduzione sembrerebbe meno marcata in alcuni comuni della zona centro-ovest, più precisamente in alcuni fogli catastali del comune di Laterina, Castiglion Fibocchi e Terranuova Bracciolini, dove rimarrebbero maggiori superfici ad impegno.

La provincia di Siena, in gran parte coperta da superficie biologica e integrata, come per lo Scenario 1, perderebbe la metà delle superfici, con ulteriori riduzioni che interesserebbero la parte meridionale, nel comune di San Casciano dei Bagni e nel comune di Montalcino.

Anche nello Scenario 2, come per il precedente, la provincia di Firenze risulterebbe quella con una minor diminuzione; infatti, la quota di territorio rimarrebbe pressoché costante, non evidenziando in concreto grandi modifiche.

La provincia di Grosseto, interessata da una grande quantità di superficie oggetto d'impegno agroambientale, presenterebbe una riduzione della metà delle superfici, distribuita su tutto il territorio provinciale. A differenza dello Scenario 1, le aziende della zona costiera più a sud, all'interno del comune di Grosseto, Magliano in Toscana, Orbetello e Capalbio, continuerebbero a ricevere finanziamenti.

Nella provincia di Livorno la riduzione interesserebbe la quasi totalità delle aziende, tranne quelle del comune di San Vincenzo. Come per lo Scenario 1, la provincia di Pisa presenterebbe un taglio di più della metà degli ettari agroambientali. Nelle restanti province di Massa Carrara, Lucca, Pistoia e Prato, non si evidenzerebbero sostanziali cambiamenti, con un'unica eccezione all'interno del comune di San Marcello Pistoiese (Pistoia), dove sparirebbero tutte le superfici agroambientali.

Per quanto riguarda invece il *terzo scenario*, calcolato sulla distanza dell'infinito, i risultati mostrano una situazione molto particolare; infatti, il numero di aziende risulta essere il più basso, attestandosi su un numero di 2.140 soggetti, ma contrariamente il totale delle superfici a premio mostra il valore maggiore fra tutti gli scenari, pari a 86.619,99 ettari. Quest'ultimo scenario potrebbe ipotizzare la decisione da parte del *policy maker*, di indirizzare i finanziamenti verso poche aziende di grandi dimensioni.

Dall'analisi dei risultati, nella provincia di Firenze l'area più a nord del comune di Firenzuola rimarrebbe con maggiori zone finanziate rispetto agli

altri scenari, mentre nella parte più a ovest, la maggior parte delle aziende non riceverebbe più finanziamenti comunitari. Discorso opposto nella parte sud, in particolare per le zone localizzate nel comune di Montaione.

Nel comune di Arezzo non cambierebbe molto rispetto agli altri scenari, anche se è possibile notare alcune differenze nella parte centrale (Castiglion Fibocchi, Talla e Loro Ciuffenna) dove molte superfici scomparirebbero.

Per quanto riguarda la parte sud, si evidenzia la riduzione più notevole, come per gli altri scenari, in quanto svanirebbe tutto l'agglomerato di aziende biologiche ed integrate situate nella zona che va dal comune di Arezzo fino ai confini con la provincia di Siena.

Per la provincia di Siena la situazione risulta identica a quella degli altri due scenari, dove la gran parte della superficie coperta da agricoltura biologica e integrata, andrebbe a scomparire. Da segnalare alcune situazioni, come il comune di Montalcino, in cui rimarrebbero circa la metà delle aziende.

Nella provincia di Grosseto, interessata da una riduzione generalizzata, rimarrebbero tutte le aziende della zona nord, sul comune di Massa Marittima e Monterotondo Marittimo (sparite nello Scenario 2) e nella parte centrale, le superfici nei comuni di Roccastrada e Grosseto. Nella parte sud sparirebbero molte aziende del comune di Magliano in Toscana, Manciano e Capalbio, mentre continuerebbero a percepire finanziamenti le aziende del comune di Pitigliano, ai confini con il Lazio.

Per quanto riguarda la provincia di Livorno, come nei precedenti scenari, la riduzione interesserebbe la quasi totalità delle aziende. Nella provincia di Pisa sparirebbero tutte le superfici della costa e parte di quelle dislocate nella zona centrale della provincia, mentre le zone più meridionali dei comuni di Volterra, Pomarance e Castelnuovo Val di Cecina, rimarrebbero inalterate. La provincia di Pistoia, come per gli altri scenari, vedrebbe la perdita di tutte le aziende biologiche e integrate della parte sud nel comune di Monsummano Terme, mentre rimarrebbero in vita quelle della parte nord nel comune di San Marcello Pistoiese. Infine nelle province di Massa Carrara, Lucca, Prato, come negli altri scenari, non si evidenzerebbero sostanziali cambiamenti.

6. Conclusioni

La ricerca ha avuto lo scopo di fornire un modello di analisi adattabile alle diverse situazioni territoriali, in grado di analizzare la distribuzione e l'impatto dei finanziamenti comunitari per le misure del Piano di Sviluppo Rurale che prevedono aiuti a superficie.

La ricerca svolta ha definito uno strumento idoneo a valutazioni efficaci, di rapida utilizzazione e con un dettaglio territoriale elevato. Infatti, attualmente, dal punto di vista metodologico, la valutazione degli effetti delle politiche agricole, o, più nello specifico, delle misure agroambientali, è molto spesso svolta con valori aggregati a livello comunale, generando interpretazioni non

particolarmente definite, soprattutto se si considerano le differenze territoriali presenti all'interno dei singoli comuni, in particolare per quelli più grandi.

Il modello di analisi utilizzato è rappresentato dall'Analisi Multicriteriale Geografica, grazie alla quale è possibile valutare contemporaneamente più fattori economici, ambientali e territoriali che possono indirizzare la distribuzione dei finanziamenti comunitari nelle zone esaminate.

I beneficiari delle misure agroambientali sono premiati per impegnarsi in pratiche agricole che forniscono un maggior vantaggio ambientale rispetto alle pratiche convenzionali, essendo remunerati per le perdite di reddito e per i costi aggiuntivi derivanti dalle pratiche che vanno al di là dei requisiti obbligatori. Le misure agroambientali permettono, quindi, interventi che apportano un miglioramento tangibile alla componente ambientale in termini di qualità della parte agricola.

Inoltre, le politiche agroambientali hanno assunto ormai un peso molto considerevole nelle strategie comunitarie, rappresentando la creazione di un ipotetico mercato, con il fine di collegare la fornitura di esternalità positive alla domanda da parte della società.

Le stesse, risultano però di difficile valutazione, specialmente per la loro reale efficacia ambientale, in quanto essendo complesse, necessitano sempre più costantemente di maggiori e più flessibili strumenti di valutazione.

La loro valutazione, infatti, costituisce un punto nodale nella giustificazione di tali interventi che hanno portato all'allocazione di ingenti risorse finanziarie. Guardando al passato, spesso a fronte di cospicue risorse investite, i risultati attesi non sempre sono stati raggiunti.

Tramite l'utilizzo del GIS sono state correlate quindi le informazioni alfanumeriche delle aziende beneficiarie, con le informazioni geografiche relative al territorio.

Le aziende che aderiscono a contratti agroambientali molto spesso rappresentano piccole realtà dislocate in terreni marginali e difficili, che garantiscono però un costante presidio del territorio.

L'informazione georeferenziata costituisce quindi un dato strategico per il decisore pubblico, che ha la possibilità di programmare azioni specifiche per limitare gli eventuali danni causati da un possibile abbandono dei territori.

La scelta delle aziende «da tutelare», da parte del *policy maker*, ipotizzata nel presente lavoro, ha permesso così di selezionare le aziende come le «migliori» dal punto di vista del raggiungimento di alcuni obiettivi (biodiversità, riduzione di apporto sostanze chimiche, ecc.) del PSR.

Ipotizzando un'eventuale riduzione del 50% del budget finanziario riferito agli importi stanziati per i finanziamenti agroambientali, che potrebbe ipoteticamente verificarsi nelle prossime programmazioni comunitarie, sono stati prospettati tre scenari al fine di realizzare una classificazione delle aziende agroambientali.

Riuscire ad effettuare una selezione mirata dei beneficiari in base alle risorse disponibili diventa quindi di fondamentale importanza, nel momento in cui le risorse pubbliche risultano limitate.

Il lavoro, che ha previsto l'utilizzo di tre tipologie di metriche per la risoluzione della matrice multicriteriale (metodo della distanza euclidea, metodo della distanza *city-block*, metodo della distanza infinito), ha mostrato dei risultati notevolmente diversi. Infatti, i valori ottenuti sono cambiati in base sia al numero di aziende, sia agli ettari di SAU che rimarrebbero interessati dai finanziamenti agroambientali, lasciando al *policy maker* la decisione discrezionale nel mantenere i finanziamenti, o verso poche aziende di grandi dimensioni, o verso tante aziende di piccole dimensioni.

L'approccio metodologico utilizzato potrà costituire uno strumento utile per coadiuvare i *policy maker* nelle loro decisioni, in sede di analisi *ex-ante*, intermedia ed *ex-post*, anche in previsione delle nuove misure relative alla programmazione 2014-2020.

Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (1991), *Codice di buona pratica agricola*. Direttiva Nitrati 676/91.
- Asciuto G., Agnese C., Giordano G. (1988), La valutazione del servizio idrologico del bosco in un bacino: aspetti metodologici e applicativi. In: *Atti del XVII Incontro di Studio CeSET «Il bosco e l'ambiente: aspetti economici, giuridici ed estimativi»*, Firenze: Firenze University Press.
- Baerenklau K. A., González-Cabán A., Paez C., Chavez E. (2010), Spatial Allocation of Forest Recreation Value. *Journal of Forest Economics*, 16, 2: 113-126. DOI: 10.1016/j.jfe.2009.09.002.
- Baumann H., Peck M. A., Götze H.-E., Temming A. (2007), Starving Early Juvenile Sprat, *Sprattus sprattus* (L.), in Western Baltic Coastal Waters: Evidence from Combined Field and Laboratory Observations in August and September 2003. *Journal of Fish Biology*, 70, 3: 853-866. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01346.x.
- Bell N., Schuurman N., Hayes M. V. (2007), Using GIS-Based Methods of Multicriteria Analysis to Construct Socio-Economic Deprivation Indices. *Int. J. Health Geographics*, 6, 17: 1-19. DOI: 10.1186/1476-072X-6-17.
- Bernetti I., Romano S. (1997), La politica ambientale della UE: analisi del sistema di aree protette proposto dalla regione Toscana. In: *Atti del XXXIV Convegno di studi Sidea «Gli impatti della nuova politica agraria europea sull'agricoltura italiana»*, Milano: Franco Angeli.
- Bernetti I., Marinelli A., Riccioli F. (2011), L'allocation spaziale del beneficio turistico-ricreativo del bosco. *Aestimum*, 59: 87-104. DOI: 10.13128/Aestimum-10462.
- Bottalico F., Pesola L., Vizzarri M., Antonello L., Barbati A., Chirici A., Corona P., Cullotta S., Garfi V., Giannico V., Laforteza R., Lombardi F., Marchetti M., Nocentini S., Riccioli F., Travaglini D., Sallustio L. (2016), Modeling the Influence of Alternative Forest Management Scenarios on Wood Production and Carbon Storage: A Case Study in the Mediterranean Region. *Environmental Research*, 144, Part B: 72-87. DOI: 10.1016/j.envres.2015.10.025.

- Carver S., Comber A., McMorran R., Nutter S. (2012), A GIS Model for Mapping Spatial Patterns and Distribution of Wild Land in Scotland. *Landscape and Urban Planning*, 104, 3-4: 395-409. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.11.016.
- Corrado G. (1988), Gli aspetti economici della tutela della foresta, con particolare riferimento all'azione di regimazione idrogeologica. In: *Atti del XVII Incontro di Studio CeSET «Il bosco e l'ambiente: aspetti economici, giuridici ed estimativi»*, Firenze: Firenze University Press.
- Cozzi M., Persiani G., Viccaro M., Riccioli F., Fagarazzi C., Romano S. (2015), Approcci innovativi per la classificazione delle aree rurali: dagli indirizzi europei all'applicazione locale. *Aestimum*, 67: 97-110. DOI: 10.13128/Aestimum-17941.
- Davies B., Biggs J., Williams P., Thompson S. (2009), Making Agricultural Landscapes More Sustainable for Freshwater Biodiversity: A Case Study from Southern England. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 19, 4: 439-447. DOI: 10.1002/aqc.1007.
- De Blasi G., Fucilli V. (2007), La valutazione intermedia dei PSR in Italia: modelli a confronto. In: *Atti del XXXVI Incontro di Studio CeSET*. Firenze: Firenze University Press, 275-290.
- De Maya S. R., Lopez-Lopez I., Munuera J. L. (2011), Organic Food Consumption in Europe: International Segmentation Based on Value System Differences. *Ecological Economics*, 70, 10: 1767-1775. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2011.04.019.
- ECA – European Court of Auditors (2011), *Is Agri-Environment Support Well Designed and Managed?* Special Report n. 7, 2011, http://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR11_07/SR11_07_EN.PDF.
- Finn J. A., Bartolini F., Bourke D., Kurz I., Viaggi D. (2009), Ex Post Environmental Evaluation of Agri-Environmental Schemes Using Experts' Judgements and Multicriteria Analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 52, 5: 717-737. DOI: 10.1080/09640560902958438.
- González del Campo A. (2012), GIS in Environmental Assessment: A Review of Current Issues and Future Needs. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 14, 1: 1-13. DOI: 10.1142/S146433321250007X.
- Guo Z., Xiao X., Gan Y., Zheng Y. (2001), Ecosystem Functions, Services and Their Values. A Case Study in Xingshan County of China. *Ecological Economics*, 38, 1: 141-154. DOI: 10.1016/S0921-8009(01)00154-9.
- ISTAT (2013), *6° Censimento generale dell'agricoltura. Caratteristiche tipologiche delle aziende agricole*, a cura di Loredana De Gaetano.
- Jaraitė J., Kažukauskas A. (2011), The Effect of Mandatory Agro-Environmental Policy on Farm Environmental Performance. *CERE (Centre for Environmental and Resource Economics) Working Paper*, n. 13. DOI: 10.2139/ssrn.1924825.
- Joerin F., Theriault M., Musy A. (2001), Using GIS and Outranking Multicriteria Analysis for Land-Use Suitability Assessment. *International Journal of Geographical Information Science*, 15, 2, 153-174.
- Karnatak H. C., Saran S., Bhatia K., Roy P. S. (2007), Multicriteria Spatial Decision Analysis in Web GIS Environment. *Geoinformatica*, 11, 4, 407-429.
- Kennessey B. (1930), *Lefolyasi téniezok és retenciok*. Vigyuzy: Koziemènyek.
- Lachassagne P., Wyns R., Berard P., Bruel T., Chery L., Coutand T., Desprats J. F., Le Strat P. (2001), Exploitation of High-Yields in Hard-Rock Aquifer

- fers: Downscaling Methodology Combining GIS and Multicriteria Analysis to Delineate Field Prospecting Zones. *Ground Water*, 39, 4: 568-581. DOI: 10.1111/j.1745-6584.2001.tb02345.x.
- Malczewski J. (1999), *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Malczewski J. (2000), On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches. *Transactions in GIS*, 4, 1: 5-22. DOI: 10.1111/1467-9671.00035.
- Malczewski J. (2006), Ordered Weighted Averaging with Fuzzy Quantifiers: GIS-Based Multicriteria Evaluation for Land-Use Suitability Analysis. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 8, 4: 270-277. DOI: 10.1016/j.jag.2006.01.003.
- Marconi V., Raggi M., Viaggi D. (2015), Assessing the Impact of RDP Agri-Environment Measures on the Use of Nitrogen-Based Mineral Fertilizers Through Spatial Econometrics: The Case Study of Emilia-Romagna (Italy). *Ecological Indicators*, 59: 27-40. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.02.037.
- Merlo M., Croitoru L. (eds.) (2005), *Valuing Mediterranean Forests: Towards Total Economic Value*. Wallingford-Cambridge: CABI International.
- Nelson J., Kennedy P. (2009), The Use (and Abuse) of Meta-Analysis in Environmental and Natural Resource Economics: An Assessment. *Environmental & Resource Economics*, 42, 3: 345-377. DOI: 10.1007/s10640-008-9253-5.
- Nicholas P., Jeffreys I., Lampkin N. (2006), Effects of European Organic Farming Policies at Sectoral Level and Societal Levels, *Aspects of Applied Biology*, 79: 163-166.
- Orsi F., Geneletti D., Borsdorf A. (2013), Mapping Wildness for Protected Area Management: A Methodological Approach and Application to the Dolomites UNESCO World Heritage Site (Italy). *Landscape Urban Planning*, 120: 1-15. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.07.013.
- Padel S., Lampkin N., Foster C. (1999), Influence of Policy Support on the Development of Organic Farming in the European Union. *International Planning Studies*, 4, 3: 303-315. DOI: 10.1080/13563479908721744.
- Poole A. E., Bradley D., Salazar R., Macdonald D. W. (2013), Optimizing Agri-Environment Schemes to Improve River Health and Conservation Value. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 181, 1: 157-168. DOI: 10.1016/j.agee.2013.09.015.
- Riccioli F., El Asmar T. (2011), GIS Technique for Territorial Analysis: Spatial Multi Criteria Decision Analysis. In: Andreopoulou Z., Manos B., Polman N. P. B., Viaggi D. (eds.), *Agricultural and Environmental Informatics, Governance, and Management: Emerging Research Applications*, Hershey, PA, USA: IGI Global Publishing, 425-445. DOI: 10.4018/978-1-60960-621-3.
- Riccioli F., El Asmar T., El Asmar J. P., Fratini R. (2013), Use of Cellular Automata in the Study of Variables Involved in Land Use Changes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 7: 5361-5374. DOI: 10.1007/s10661-012-2951-z.
- Riccioli F., El Asmar T., El Asmar J. P., Fagarazzi C., Casini L. (2016a), Artificial Neural Network for Multifunctional Areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 67: 1-11. DOI: 10.1007/s10661-015-5072-7.
- Riccioli F., Fratini R., Boncinelli F., El Asmar T., El Asmar J. P., Casini L. (2016b), Spatial Analysis of Selected Biodiversity Features in Protected Areas: A Case

- Study in Tuscany Region. *Land Use Policy*, 57: 540-554. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.06.023.
- Roetter R. P., Hoanh C. T., Laborde A. G., Van Keulen H., Van Ittersum M. K., Dreiser C., Van Diepen C. A., De Ridder N., Van Laar H. H. (2005), Integration of Systems Network (SysNet) Tools for Regional Land Use Scenario Analysis in Asia. *Environ. Model. Software*, 20, 3: 291-307. DOI: 10.1016/j.envsoft.2004.01.001.
- Romano S., Cozzi M. (2006), Modelli multicriteriali geografici per la valutazione delle trasformazioni di uso del suolo e impatti della politica agricola nei territori rurali. *L'Italia Forestale e montana*, 5: 423-464.
- Romero C., Rehman T. (2003), *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions*, 2nd Ed., Amsterdam: Elsevier.
- Shannon C. E. (1948), A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 e 623-656.
- Spaziante A., Rega C., Carbone M. (2013), Spatial Analysis of Agri-Environmental Measures for the SEA of Rural Development Programmes. *Scienze Regionali. Italian Journal of Regional Science*, 12, 2: 93-116. DOI: 10.3280/SCRE2013-002005.
- Yu P. L. (1973), A Class of Solutions for Group Decision Problems. *Management Science*, 19, 8: 936-946. DOI: 10.1287/mnsc.19.8.936.
- Zandersen M., Tol R. S. J. (2009), A Meta-Analysis of Forest Recreation Values in Europe. *Journal of Forest Economics*, 15, 1-2: 109-130. DOI: 10.1016/j.jfe.2008.03.006.
- Zeleny M. (1974), A Concept of Compromise Solutions and Method of the Displaced Ideal. *Computer and Operations Research*, 1, 3-4: 479-496. DOI: 10.1016/0305-0548(74)90064-1.
- Zeleny M. (1982), *Multiple Criteria Decision Making*. New York: McGraw Hill.
- Ziolkowska J. (2010), Impact of Environmental Objectives on Optimal Budget Allocations for Agri-Environmental Measures – A Case Study for Poland. *Agricultural Economics Research Review*, 23, 2: 233-244.