

ROBERTO FRATINI (*) - ENRICO MARONE (*) - ROBERTO POLIDORI (*)
FRANCESCO RICCIOLI (*) (°) - LUCA ZAMMARCHI (*)

UNGULATI SELVATICI E VALUTAZIONE
DEL DANNO ECONOMICO AI SOPRASSUOLI FORESTALI:
APPLICAZIONE A UN CASO DI STUDIO IN TOSCANA
E POSSIBILI STRATEGIE DI INTERVENTO (1)

(*) Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Firenze.

(°) Autore corrispondente; francesco.riccioli@unifi.it

Il presente contributo illustra i risultati relativi alla quantificazione del danno da ungulati avvenuto in alcune aree campione in Toscana. In particolare tale studio è stato condotto dopo un'analisi delle politiche a difesa del danno prodotto dagli ungulati e dei costi dei mezzi di prevenzione attualmente esistenti. Mettere insieme questi elementi risulta di fondamentale importanza, consentendo all'amministrazione di valutare la convenienza tra pagamento di un indennizzo per i danni o attuazione di misure di difesa dal danno. In quest'ottica l'analisi può estendersi anche all'osservazione sia degli aspetti finanziari del problema che all'impatto economico legato alle diverse politiche che è possibile attuare.

Parole chiave: valore economico; danni al bosco; ungulati selvatici; foreste.

Key words: economic value; forest damage; wild ungulates; forests.

Citazione: Fratini R., Marone E., Polidori R., Riccioli F., Zammarchi L., 2015 - *Ungulati selvatici e valutazione del danno economico ai soprassuoli forestali: applicazione a un caso di studio in Toscana e possibili strategie di intervento*. *L'Italia Forestale e Montana*, 70 (3): 203-221.

<http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.3.02>

1. INTRODUZIONE

L'attuazione delle politiche di contenimento dell'impatto della fauna selvatica sul territorio non ha fino ad oggi evitato il verificarsi di una serie di danni anche a scapito delle produzioni forestali, sia che si tratti di boschi cedui sia di boschi di alto fusto (cfr. Marone e Fabbri, 2005). Ne consegue che nel tempo si è andato sempre più sviluppando un interesse verso la ricerca di sistemi di valutazione del danno in ambito forestale. Da questo interesse è nato il progetto di ricerca GEFORUS all'interno del quale si è proceduto ad analizzare i danni

¹ Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Gestione forestale sostenibile e ungulati selvatici - GEFORUS" promosso e finanziato dalla Regione Toscana tramite bando pubblico e coordinato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali.

prodotti dagli ungulati selvatici, a verificare le relazioni tra danno e popolazioni di ungulati e a sviluppare una metodologia di calcolo che consenta di valutare le diverse fasi di accrescimento del bosco in presenza di danno (con allungamento del turno, più fasi transitorie, ecc.) ed in sua assenza (Fratini *et al.*, 2015a; Fratini *et al.*, 2015b). Con questo contributo si illustrano i risultati relativi alla quantificazione del danno avvenuto in alcune aree campione che sono state osservate nel periodo della ricerca (Fiorentini *et al.*, 2015a). L'analisi della stima del danno nel presente lavoro è preceduta da un'analisi delle tecniche di difesa del danno prodotto dagli ungulati ai soprassuoli forestali e dei costi dei mezzi di prevenzione attualmente esistenti. Queste informazioni, se messe in relazione con quelle sulla stima del danno prodotto, possono consentire all'amministrazione di valutare la convenienza tra pagamento di un indennizzo per i danni o attuazione di misure di difesa dal danno. Analisi che può estendersi anche all'osservazione non solo degli aspetti finanziari del problema ma anche all'impatto economico legato alle diverse politiche che è possibile attuare.

2. STATO DELL'ARTE SULLA PREVENZIONE DEL DANNO

Rifacendosi a quanto presente nella letteratura specializzata (Santilli, 2002; Sorbetti Guerri 2009, Riga *et al.*, 2011) i diversi metodi di prevenzione dal danno da fauna selvatica possono essere classificati in due gruppi a) metodi indiretti; b) metodi diretti. Ai primi appartengono tutte quelle metodologie che agiscono indirettamente sulla fauna distogliendola dal danneggiare le produzioni, come per esempio l'utilizzo dei dissuasori acustici ed ottici, mentre fanno parte dei secondi tutti quei sistemi che agiscono direttamente sui sensi degli ungulati andando a creare delle barriere "fisiche" o "psicologiche". Ovviamente quando si parla di barriere fisiche si vuole porre l'attenzione su tutte quelle strutture, come le recinzioni tradizionali, che impediscono agli animali di penetrare nelle aree da difendere, mentre il concetto di "barriera psicologica" è più complesso. Tramite questo sistema, si vuole, infatti, agire sui sensi degli animali in maniera tale da modificarne il comportamento, basandosi sul principio che in natura molti dei processi di apprendimento si fondano sulla consequenzialità fra azione e punizione, ovvero gli animali imparano attraverso l'esperienza diretta e gli errori commessi (Sorbetti Guerri, 2009; Riga *et al.*, 2011). Questo è tra l'altro il principio su cui si basa anche il funzionamento delle recinzioni elettrificate.

Tra i metodi diretti sono da indicare anche i repellenti biologici e chimici. I repellenti vengono in genere impiegati per evitare danni da brucatura e scorticamento sulle piante, compiuti in particolare dai Cervidi. Va precisato che sul mercato esiste una gamma di prodotti che assolvono questa funzione. Non tutti sono particolarmente efficaci e adatti ad essere usati nei soprassuoli forestali e meglio si adattano all'arboricoltura da frutto.

Le categorie generali di repellenti chimici sono sostanzialmente due: quelli che agiscono attraverso l'odore e quelli definiti "di contatto" che agiscono sul

gusto degli animali. I repellenti che agiscono sull'odore sono fondamentalmente derivati organici (urina, sangue animale, uova in decomposizione, ecc.) la cui funzione repulsiva sembra derivare dalla liberazione di composti solforosi e acidi grassi volatili che ricordano l'odore della carne in decomposizione, cosa che è interpretata dagli animali come presenza di predatori (Nolte, 1998). Queste sostanze in genere sono distribuite su tamponi di stoffa appesi alla vegetazione lungo il perimetro dell'appezzamento, a un'altezza di circa 90 cm dal suolo ed una distanza di 12-15 metri tra loro, con una ripetizione di applicazione del prodotto ogni 15 giorni circa (Checchi e Montoni, 2006; Giannini, 2012; Sorbetti Guerri, 2009; Racanelli, 2012). In ambito prettamente forestale i rimedi adottati sono la sorveglianza e l'utilizzo di recinzioni, anche in filo spinato. Negli ultimi anni tra i diversi metodi di tutela del patrimonio forestale si è diffuso l'impiego di sostanze repellenti da cospargere sulle foglie e l'utilizzo di dispositivi di protezione degli apici vegetativi con reti di plastica (nei vivai).

Nell'ambito di forme di trattamento come il taglio a raso (o a buche) di abetine, pinete o di altri soprassuoli a rinnovazione artificiale, i metodi maggiormente in uso sono:

- a) Protezioni individuali di varie tipologie per ciascuna delle singole piantine impiantate (shelter);
- b) Impiego di recinzioni, di chiudende e micro chiudende in grado di recintare le aree tagliate poste in rinnovazione;
- c) Dissuasori acustici;
 - c₁) Protezione a ultrasuoni.

La *protezione delle piantine con shelter (a)* (vd. Tabella 1) consiste in una protezione singola delle piante con utilizzo di shelter tendenzialmente di forma cilindrica, con diametro variabile dai 32 cm ai 45 cm e con un'altezza dal suolo di circa 150 cm, sostenuti da robusti pali in legno. Più dettagliatamente la rete degli shelter è in materiale metallico, spesso zincata e plastificata, a maglia rettangolare di dimensioni di 7,5 x 5m. Questo sistema è stato ampiamente utilizzato ed in linea di massima dà buoni risultati nei confronti del capriolo ma è poco efficace nei confronti del cervo. Questo perché il grosso ungulato è in grado di danneggiare le piante sia brucando le parti che superano l'altezza della protezione in rete sia con il ribaltamento della protezione stessa, rendendo così inutile l'adozione di reti protettive più alte. Inoltre è stato osservato che, per brucare l'apice vegetativo, i cervi si alzano sulle zampe posteriori e si appoggiano con tutto il loro peso alle piante già affermate, provocando, soprattutto in caso di terreno bagnato, il crollo della protezione e lo sradicamento della pianta.

Le *recinzioni come le chiudende (b)* (vd. Tabella 2) sono poco adatte alle superfici forestali se non per limitate estensioni dato che il costo a metro lineare è spesso proibitivo.

La *protezione acustica (c)* si basa sull'uso di detonatori o di metodi elettroacustici o bioacustici che emettono rumori allo scopo di allontanare gli animali dalla zona in cui causano danni (Sorbetti Guerri, 2013; Obrist *et al.*, 2010). I primi producono detonazioni intermittenti la cui cadenza, per il

Cinghiale e per il Cervo dovrebbe essere di una ogni 45-60 minuti circa. Un solo detonatore può coprire da 5 a 15 ettari in zone aperte e da 1 a 3 ettari in frutteti. Questo metodo può essere utilizzato solo per periodi non prolungati data la possibilità di assuefazione degli animali anche già dopo soli tre giorni di trattamento. I dissuasori acustici sono spesso abbinati all'utilizzo delle video-trappole, in modo da osservare le reazioni dei selvatici ai suoni emessi dai dissuasori (Riga *et.al.*, 2011; Giannini, 2012). Tra i vantaggi dell'uso dei segnali bio-acustici è importante ricordare che gli animali non si abitano facilmente a causa dell'importante funzione che questi segnali svolgono in natura e inoltre i richiami sono efficaci a bassa intensità (simile a quella dei versi emessi naturalmente dagli individui) e quindi non è necessario che siano prodotti suoni che disturbino animali lontani limitando ulteriormente i fenomeni di assuefazione (questa si verifica più facilmente se gli stimoli vengono sentiti più volte). Il campo di sperimentazione è vasto così come la gamma di suoni riproducibili e l'efficacia è chiaramente da verificare secondo la specie interessata, della coltura e dell'estensione della stessa.

Tabella 1 - Costo di rimboschimento con preparazione del terreno, acquisto piantine e montaggio shelter.

Analisi per 1.000 metri	Ore-quantità	Costo manodopera e materiali ; costi macchina totali (€)/costi materiali
a) paletti di castagno, precedentemente scortecciati, appuntiti e trattati, forniti franco rotabile vicino al luogo di impiego	345	1.242,00
b) Rete metallica rigida a maglia rettangolare o quadrata altezza m 2	2000	6.000,00
c) chiodi e cambrette (kg)	18	63,00
d) trattore HP 50-60 con rimorchio con operaio specializzato per trasporto e distribuzione dei materiali lungo il perimetro da recingere	78	2.730,00
e) operaio comune per operazioni integrative	86	1.032,00
f) fissaggio pali in fori aperti al momento con qualsiasi mezzo:		
- operaio qualificato	69	897,00
- operaio comune	69	832,00
g) svolgimento e fissaggio ai pali del filo:		
- operaio qualificato	69	897,00
- operaio comune	69	832,00
- caposquadra	40	585,20
h) oneri per formazione cancelli, tabelle, etc.	2	19,20
i) extra, spese amministrative		500,00
<i>Totale (1000 metri)</i>		<i>15.629,00</i>

Fonte: Regione Toscana, Prezzario per gli interventi selvicolturali e di miglioramento forestale, 2008.

Tabella 2 - Costi di impianto di una recinzione con rete metallica (riferito a 1000 metri) (valori in euro).

a) Decespugliamento di aree da sottoporre a un rimboschimento Voce 10 del prezzario regionale: €1517,05 x 0,85 ha	1.289,49
b) Squadro e segnatura del sesto di impianto Voce 18 del prezzario: €409,76 x 0,85 ha	348,30
c) Apertura buche Voce 31 del prezzario regionale: €2,88 x 0,85 ha x 1600 pp/ha	3.236,80
d) Acquisti e trasporto pianta a radice nuda 1600 piante Voce 40 del prezzario regionale € 1,39 x 0,85 ha x 1600 pp/ha	1.758,07
e) Messa a dimora piantine Voce 41 del prezzario regionale € € 0,95 x 0,85 ha x 1600 pp/ha	1.201,56
<i>Totale rimboschimento</i>	<i>7.834,22</i>
Protezione individuale in rete metallica rigida elettrosaldata, altezza m 1,80 per piante poste in aree con presenza di ungulati e roditori, mediante l'acquisto e la posa in opera dello shelter, da ancorare al palo tutore; acquisto della protezione e del palo tutore e messa in opera €12,43 x 0,85 ha x 1600 pp/ha	16.904,80
<i>Totale</i>	<i>24.739,02</i>

Fonte: Regione Toscana, Prezzario per gli interventi selvicolturali e di miglioramento forestale, 2008.

Tabella 3 - Costi relativi per la realizzazione della microchiudenda contro il danno da ungulati.

	Quantità / ha	Prezzi elem. €	Prezzi €/ha
Operatore specializzato (ore)	216	15,28	3.300,48
Capo operatore (ore)	720	16,52	11.894,40
Es. motosega (ore)	18	3,27	58,86
Es. trattore (ore)	40	25,00	1.000,00
Es. trivella (ore)	180	3,27	588,60
Colonne e contrafforti	620	8,50	5.270,00
Rete (metri)	1.100	3,00	3.300,00
Filo (metri)	2.300	0,06	138,00
Ferramenta (kg)	3	5,00	15,00
Impregnante (kg)	25	6,00	150,00
Trasp. Op. (km)	1.700	2,00	3.400,00
		Sommano =	29.115,34
		Prezzo di applic. per ha 1	29.115,34

Fonte: Regione Toscana, Prezzario per gli interventi selvicolturali e di miglioramento forestale, 2008. - Dati Comunità Montana del Casentino e D.R.E.Am Italia, 2006.

La *protezione ad ultrasuoni* (c_1) (vd. Tabella 4) rappresenta la nuova frontiera di difesa contro gli ungulati, per cui attualmente non esiste una documentazione

sperimentale. La proposta attuale è quella installare un sistema elettronico che con l'emissione di segnali di disturbo consenta di tenere lontano gli ungulati. Un sistema denominato "Escape²" è stato sperimentato in ambito rurale in diverse aree del territorio faunistico venatorio della provincia di Siena. Il sistema funziona attraverso l'emissione di una gamma di ultrasuoni (da 19.000 a 22.000 Hz), con 90 decibel di potenza, completamente non udibili né all'orecchio umano né a quello di altri animali quali cavalli, cani, gatti ecc.

Tabella 4 - Conto economico impianto di protezione con dissuasori ad ultrasuoni.

Costo economico impianto di protezione con Dissuasori ad ultrasuoni					
Dati del bosco					
Superficie appezzamento	3	ha			
Moduli necessari	8	n.			
Forma appezzamento	Regolare (rettangolo 2:1)				
Prezzi					
	Descrizione		costo		
	Moduli *	400	Euro/pz.		
	Unità per controllo remoto **	800	Euro/pz.		
	Posa in opera (30 min/mod. x 30 €/ora)	15	Euro/pz.		
	Manutenzioni e controlli annuali	100	Euro/anno		
	Rimozione impianto (15 min/mod. x 30 €/ora)	7,5	Euro/pz.		
* Un Modulo è composto da:					
n. 2 case con ciascuno: scheda elettronica + attuatore piezoelettrico + tromba					
n. 1 sistema di alimentazione composto da minifotovoltaico + minieolico + batteria tampone					
n. 1 rilevatore laser di presenza dell'animale					
n. 1 palo di sostegno altezza 1,5 m					
** n. 1 per ogni impianto (optional)					
Calcolo costo impianto					
	Descrizione	quantità (n.)	costo unitario	Importo Euro	
	Moduli *	8	400,00	3.200,00	
	Unità per controllo remoto **	1	800,00	800,00	
	toale materiali			4.000,00	
	Posa in opera (30 min/mod. x 30 €/ora)	8	15,00	120,00	
	Costo totale impianto in opera			4.120,00	
			<i>per ha</i>	<i>1.373,33</i>	
Parametri economici					
	Durata economica	10	anni		
	Durata impiego nell'appezzamento	4	anni (dipende dalla specie forestale e dal tipo di fauna danneggiante)		
	Saggio interesse	2,5%			
	Costo in opera di impianto completo con n. 7 moduli		4.120,00	Euro	
	Quota annuale ammortamento		412,00	Euro	
Calcolo costo economico					
	Descrizione	quantità (n.)	costo unitario	Importo Euro	Valore accumulato attualizzato
	Ammortamenti (per 4 anni)	4	412,00	164,80	619,97
	Manutenzioni e controlli annuali (per 4 anni)	1	100,00	100,00	376,20
	Rimozione impianto (al 4° anno)	8	7,50	60,00	54,36
	Totale costo economico (attualizzato)				1.050,53
			<i>per ha</i>		<i>350,18</i>

² Il sistema Escape è prodotto da Natech S.r.l., *start up* innovativa con sede a Firenze.

L'emissione di segnale non è continua ma è emessa ad intervalli regolari. Il sistema può essere collocato sia a un palo di legno o di metallo sia su tronchi d'albero. L'installazione più corretta è quella al palo poiché può essere collocato nella posizione più idonea e utile alla protezione. Questo sistema affinché sia efficace deve essere posto in modo che abbia visibilità sulla zona da proteggere e non vi si devono frapporre ostacoli naturali che possano diventare una barriera per gli ultrasuoni.

Il sistema, nella versione attualmente sperimentata, presenta una portata di circa 30 metri lineari con angolazione di 50 gradi. I dati riportati nella Tab. 4 sono riferiti invece ad un nuovo prototipo in fase di realizzazione che avrà le seguenti caratteristiche: 120 decibel di potenza con una portata di circa 100 metri lineari ed angolazione di 180 gradi ottenuta con l'emissione di due attuatori contigui.

L'emissione dell'ultrasuono avviene solo quando il rilevatore di presenza intercetta l'animale e il dispositivo è dotato di impianto di allarme ed è controllabile da posizione remota tramite connessione GPS. Il sistema è indipendente dalla rete elettrica e si alimenta in modo autonomo attraverso energy-harvesting³. Nella Tabella 4 si riporta un'applicazione del sistema ad ultrasuoni riferita ad una superficie forestale di 3 ettari recentemente utilizzata nella quale è previsto il reimpianto dell'abete bianco.

3. APPLICAZIONE A UN CASO DI STUDIO DEL MODELLO PER LA VALUTAZIONE ECONOMICA DEL DANNO

Il processo di valutazione dell'indennizzo fa riferimento ai principi dell'estimo rurale (Serpieri, 1950) che considerano il danno come una qualsiasi diminuzione di valore o di rendita di un bene o qualsiasi fatto che sostituisce alla "serie normale" dei redditi un'altra "serie anormale con diminuzione del valor capitale". Com'è noto, anche nella stima del danno ai beni forestali (Bernetti e Romano, 2007), la determinazione del giusto indennizzo fa riferimento ai costi necessari al ripristino delle condizioni iniziali in cui il fondo forestale danneggiato si trovava⁴.

I dati utilizzati per effettuare le simulazioni relative alla quantificazione del danno nelle aree boscate della Toscana sono stati acquisiti attraverso le osservazioni effettuate in quattro aree di studio con diverse caratteristiche forestali e faunistiche: cedui di castagno per la produzione di paleria nelle zone di Pistoia (presenza di cervo e capriolo) e Pescia (presenza di solo capriolo); cedui misti a prevalenza di cerro per la produzione della legna da ardere nelle zone di Pistoia (presenza di cervo e capriolo) e nell'ATC 5 (presenza di solo capriolo) (cfr. Fiorentini *et al.*, 2015a; 2015b; D.R.E.A.M Italia, 2006 per maggiori dettagli sul-

³ Sistema di alimentazione attraverso il recupero di energie alternative residuali (solare, eolico, piezoelettrico). Un tipico sistema di *energy harvesting* ingloba un trasduttore, un dispositivo di stoccaggio temporaneo dell'energia elettrica (super-condensatore o batteria) e un circuito condizionatore che adatta il voltaggio e la corrente generata al carico.

⁴ Per i riferimenti puntuali alla metodologia applicata si rimanda a Fratini *et al.*, 2015a; Fratini *et al.*, 2015b.

le caratteristiche dei soprassuoli e sulle densità animali rilevate nelle diverse aree). Siamo partiti dalle osservazioni rilevate e abbiamo esteso i risultati, secondo una serie di algoritmi contenuti nel software sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca GEFORUS, alle diverse condizioni dei boschi (Fratini *et al.*, 2015a, b). In particolare, per ogni area osservata abbiamo fatto variare la lunghezza dei turni, gli effetti del danno (da temporaneo a permanente), le sue tipologie, le scelte strategiche che l'imprenditore poteva mettere in atto dopo avere subito il danno, come ad esempio la decisione di allungare il turno per arrivare a ottenere la stessa ripresa ante danno o mantenere lo stesso turno antecedente al danno valutando la minore ripresa ottenibile.

Va in ogni caso premesso che i risultati della ricerca hanno evidenziato l'inesistenza di una relazione univoca tra carico della fauna ed entità fisica del danno, ma questa è fortemente condizionata dalla diversità degli ambiti selvicolturali e dall'interazione tra le differenti specie di ungulati presenti sul territorio oltre che dal loro numero. Le osservazioni effettuate sono ancora troppo scarse rispetto alla molteplicità delle variabili in gioco e rendono ancora incerta la relazione "carico fauna" - "danno". Il sistema messo a punto (Fratini *et al.*, 2015b) consente però, man mano che vengono acquisiti i dati relativi ai danni, di affinare gli algoritmi che sono alla base del calcolo, dando così la possibilità al modello di effettuare analisi ex-ante e di simulare gli effetti di differenti scelte gestionali.

Le stime economiche del danno sono state effettuate partendo dalle osservazioni compiute e facendo poi variare tutti gli attributi del bosco.

Come è stato illustrato nei due precedenti contributi (Fratini *et al.*, 2015a; 2015b) le variabili considerate dal modello, e utilizzabili per le simulazioni, sono molto numerose consentendo di rappresentare in maniera dettagliata ogni tipo di soprassuolo presente sul territorio della Toscana. Le macro variabili che sono state prese in considerazione per illustrare i primi risultati dei casi studio esaminati riguardano l'età del taglio (turno), la durata e la tipologia del danno (permanente o temporaneo) e la scelta di stimare il danno in funzione di un turno o di una ripresa costanti. Tra le micro variabili sono state utilizzate quelle ritenute maggiormente significative: la zona faunistica, la tipologia di bosco, l'organizzazione del lavoro, il livello dei prezzi, la classe di fertilità, la pendenza e la distanza dal fronte stradale. Per ogni area abbiamo numerosi risultati, legati al diverso peso che le variabili utilizzate possono avere e ogni risultato è riassunto in una scheda che riporta i seguenti dati:

1. Individuazione della ripresa e della massa assortimentale in funzione dell'età;
2. Individuazione del valore del fondo prima e dopo il verificarsi dell'evento dannoso ed in relazione alla tipologia di danno subito;
3. Valore complessivo del danno temporaneo;
4. Valore complessivo del danno temporaneo e permanente.

Di seguito si riportano i risultati di una delle aree di studio osservate i cui parametri possono essere riassunti nella tabella 5.

Tabella 5 - Caratteristiche area di studio di Pistoia - Ceduo di castagno per paleria.

Zona	<i>Pistoia</i>
Specie forestale	<i>Castagno</i>
Tipo bosco	<i>Ceduo</i>
Specie faunistica	<i>Cervo</i>
Classe fertilità	<i>Media</i>
Livello danno	<i>Standard</i>
Superficie bosco	<i>3 ha</i>
Distanza media dalla strada	<i>150 m</i>
Superficie danno	<i>1 ha</i>
Anno base di riferimento	<i>2012</i>
Pendenza media	<i>Media (con gabbie)</i>
Difficoltà condizioni di lavoro	<i>Medie (livello costi medi)</i>
Livello prezzi	<i>Medio</i>
Classe di superficie	<i>Oltre 2 ha fino a 10 ha</i>

Nella tabella 6 è possibile verificare la perdita di ripresa che si avrebbe in caso di danno permanente ed in funzione del turno e delle eventuali fasi transitorie (le fasi transitorie indicano il numero di turni necessari per ritornare ad una situazione stabile). Sempre nella stessa tabella è possibile avere l'informazione sulla lunghezza del turno necessario per ritornare alla situazione di ripresa originaria.

Nella tabella 7 è riportato il valore del fondo in assenza di danno ed in relazione al turno per l'area osservata e le caratteristiche ad essa associate. Nelle colonne successive è indicato il valore del fondo nel caso di danno permanente e in relazione alla presenza di fasi transitorie o meno. Nel caso esemplificato abbiamo in alcune combinazioni (turno - fasi transitorie) valori del fondo negativi. Questo accade in quanto la contrazione della produzione ritraibile dal bosco è proporzionalmente molto maggiore della contrazione dei costi producendo così un valore di macchiatico negativo. Come è riportato nel contributo di Fratini *et al.*, (2015b) la riduzione dei costi non segue linearmente la riduzione della ripresa in quanto l'incidenza dei costi fissi sui costi totali è a volte molto elevata. La tabella mostra, inoltre, che la lunghezza del turno non produce forti variazioni sui valori, ma è la presenza o assenza dei turni transitori ad avere una forte incidenza sul valore del fondo fino ad arrivare, come nella situazione esemplificata, a valori negativi.

Nel caso di danno temporaneo l'ipotesi è quella di ritornare nella situazione iniziale in un determinato arco di tempo e, di conseguenza, in questo caso il danno è costituito solo dalla sommatoria dei mancati redditi per il numero dei turni necessari al ripristino della situazione iniziale (vd Tabella 8). Anche in questo caso la maggiore incidenza sul valore del danno è data dalla presenza o meno delle fasi transitorie.

Tabella 7 - Valore del fondo con danno permanente (ceduo di castagno per paleria) (valori in euro).

Turno normale (anni)	Valore senza danno	Valore con danno permanente con:							
		0 fasi tr.		1 fase tr.		2 fasi tr.		3 fasi tr.	
		Turno cost.	Ripr. cost.	Turno cost.	Ripr. cost.	Turno cost.	Ripr. cost.	Turno cost.	Ripr. cost.
8	-	-	3.468	-	3.452	-	568	-	-
9	11.205	2.405	3.173	2.387	3.165	- 1.301	- 240	- 2.027	- 994
10	13.058	2.971	3.187	2.960	3.181	- 1.306	- 276	- 2.251	- 1.126
11	13.651	3.062	3.799	3.054	3.795	- 1.300	- 121	- 2.370	- 1.182
12	15.605	3.617	3.958	3.610	3.945	- 1.217	- 98	- 2.524	- 1.299
13	15.925	3.865	4.007	3.850	3.997	- 1.105	- 28	- 2.576	- 1.325
14	16.124	3.925	4.030	3.913	4.017	- 1.019	46	- 2.609	- 1.342
15	16.231	3.956	4.040	3.942	4.029	- 925	21	- 2.626	- 1.351
16	16.269	3.974	4.039	3.960	4.029	- 829	196	- 2.633	- 1.354
17	16.270	3.977	4.034	3.964	4.026	- 733	269	- 2.632	- 1.354
18	16.247	3.973	4.026	3.964	4.023	- 640	344	- 2.629	- 1.352
19	16.220	3.966	4.024	3.961	4.018	- 546	417	- 2.625	- 1.350
20	16.212	3.962	4.026	3.954	4.015	- 459	489	- 2.623	- 1.349
21	16.224	3.962	4.033	3.949	4.026	- 373	561	- 2.625	- 1.350
22	16.261	3.966	4.048	3.956	4.039	- 289	632	- 2.631	- 1.353
23	16.325	3.977	4.067	3.966	4.061	- 209	704	- 2.641	- 1.358
24	16.414	3.992	4.032	3.984	3.991	- 129	84	- 2.656	- 1.366
25	16.522	4.011	4.060	4.004	4.018	- 50	853	- 2.673	- 1.374
26	16.630	4.033	4.090	4.024	4.045	28	919	- 2.691	- 1.383
27	16.739	4.051	4.112	4.044	4.068	103	986	- 2.708	- 1.392
28	16.830	4.070	4.124	4.062	4.165	181	1.049	- 2.723	- 1.400
29	16.895	4.081	4.161	4.072	4.156	257	1.107	- 2.734	- 1.405
30	16.922	4.081	4.135	4.074	4.129	330	1.213	- 2.738	- 1.392
31	16.900	4.071	4.086	4.065	4.080	402	1.248	- 2.734	- 1.390
32	16.818	4.052	3.994	4.044	3.965	471	1.283	- 2.721	- 1.383
33	16.673	4.012	3.885	4.005	3.880	535	1.300	- 2.698	- 1.371
34	16.458	3.959	3.641	3.953	3.636	594	1.301	- 2.663	- 1.339
35	16.175	3.887	3.574	3.881	3.569	648	1.279	- 2.617	- 1.316
36	15.819	3.801	3.589	3.795	3.583	695	1.294	- 2.559	- 1.301
37	15.392	3.698	3.610	3.692	3.604	736	1.315	- 2.490	- 1.280
38	14.901	3.581	3.636	3.574	3.631	769	1.342	- 2.411	- 1.253

Tabella 8 - Danno temporaneo (ceduo di castagno per paleria) (valori in euro).

Turno normale (anni)	Danno Temporaneo con:					
	1 fase tr.		2 fasi tr.		3 fasi tr.	
	Turno cost.	Ripr. cost.	Turno cost.	Ripr. cost.	Turno cost.	Ripr. cost.
8	-	-568	-	-1.626	-	-2.763
9	1.434	1.218	2.047	1.495	2.307	1.417
10	1.806	1.670	2.561	2.207	2.874	2.303
11	2.065	1.809	2.916	2.265	3.263	2.224
12	2.527	2.330	3.546	3.101	3.947	3.287
13	2.728	2.567	3.803	3.420	4.222	3.641
14	2.945	2.784	4.082	3.709	4.515	3.959
15	3.145	2.985	4.333	3.970	4.778	4.244
16	3.330	3.168	4.562	4.206	5.015	4.496
17	3.504	3.342	4.776	4.424	5.234	4.728
18	3.671	3.504	4.977	4.620	5.438	4.932
19	3.831	3.662	5.167	4.809	5.629	5.127
20	3.995	3.819	5.363	4.995	5.827	5.315
21	4.161	3.978	5.558	5.180	6.022	5.502
22	4.330	4.140	5.755	5.367	6.221	5.690
23	4.506	4.307	5.960	5.560	6.425	5.884
24	4.688	4.481	6.171	5.761	6.636	6.086
25	4.873	4.659	6.386	5.968	6.852	6.296
26	5.057	4.840	6.596	6.176	7.061	6.507
27	5.242	5.019	6.808	6.383	7.272	6.718
28	5.418	5.193	7.006	6.585	7.467	6.924
29	5.584	5.362	7.190	6.779	7.646	7.121
30	5.738	5.334	7.356	6.744	7.807	7.084
31	5.871	5.481	7.495	6.909	7.939	7.252
32	5.979	5.607	7.600	7.046	8.035	7.390
33	6.061	5.710	7.672	7.154	8.096	7.499
34	6.111	5.662	7.704	7.012	8.115	7.342
35	6.131	5.722	7.698	7.079	8.094	7.407
36	6.114	5.844	7.646	7.228	8.026	7.546
37	6.062	5.920	7.551	7.339	7.913	7.675
38	5.975	5.948	7.414	7.381	7.758	7.722

Osservando congiuntamente i dati delle aree di studio relative al ceduo di castagno, si nota come il valore del bosco presenti un coefficiente di variazione molto elevato (circa 45%) e che i valori di danno maggiore (espressi in percentuale del valore del bosco) si hanno lì dove il valore del bosco è minore (vd. Tabella 10). Questo, probabilmente, avviene in quanto i più bassi margini reddituali dei boschi a minor valore fanno sì che il reddito diventi presto negativo e che il danno di conseguenza possa anche essere pari all'intero valore del bosco. In alcuni casi si osservano valori del danno anche superiori al valore del bosco; questo accade in quanto si è ipotizzato un danno subito da un'impresa in cui, pur in assenza di produzione legnosa, permangono comunque i costi fissi legati alla presenza di fattori della produzione a fecondità ripetuta. Il secondo elemento che emerge è costituito dal fatto, come era da attendersi, che il danno temporaneo è inferiore a quello permanente e che la sua entità cresce con l'aumentare delle fasi transitorie necessarie per ritornare in una situazione stabile. Il terzo elemento è costituito dall'elevato coefficiente di variazione che è sempre superiore al 60%. Quest'ultimo elemento è forse il più importante da osservare in quanto ci consente di mettere in evidenza il fatto che, anche con lo stesso carico di ungulati che producono danni dal punto di vista fisico, gli effetti dal punto di vista economico sono molto distanti tra loro e dipendenti dai fattori di fertilità del bosco, dalle condizioni di utilizzabilità e dalle condizioni del mercato. Inoltre, poiché le osservazioni hanno riguardato aree popolate da cervi e caprioli e aree con la presenza di soli caprioli, è stato possibile verificare che, nel contesto osservato, è la sola presenza del cervo a produrre danni. Nel caso di soli caprioli, indipendentemente dalle condizioni economiche e selvicolturali del bosco, i danni economici sono pressoché nulli.

Una situazione simile si ha anche per le aree caratterizzate dai cedui quercini. In questo secondo caso, l'entità del danno è molto minore in termini finanziari, ma ancora più elevato è il coefficiente di variazione (vd. Tabella 11). Anche in queste zone è il cervo il soggetto che produce i maggiori danni, ma la sola presenza di capriolo, al contrario di quanto accadeva nell'altra area esaminata, produce danni che possono arrivare fino al 12% del valore del bosco.

Questa differenza dell'incidenza nel valore economico del danno tra capriolo e cervo è molto chiara se si osservano i dati sugli accrescimenti che sono stati rilevati nelle aree a ceduo di castagno per la produzione di paleria e in quelle a ceduo misto con prevalenza di cerro. Nell'area di Pistoia, dove è presente sia il cervo che il capriolo, per il ceduo di castagno, non è tanto la diminuzione degli accrescimenti medi causati da questi cervidi a produrre un differente effetto economico, ma l'elevatissima percentuale di prodotto, costituito in prevalenza da paleria, che non è più utilizzabile (vd. Tabella 12).

Al contrario per il ceduo di specie quercine, pur essendo più rilevante la diminuzione di accrescimento conseguente all'impatto dei cervidi, la composizione assortimentale non presenta differenze tra la presenza dell'uno o dell'altro cervide e questo fa sì che le differenze in termini economici siano molto meno elevate (vd. Tabella 12).

I dati illustrati mostrano una grossa variabilità dell'entità del danno economico che, a parità di carico di fauna, è attribuibile alla tipologia del bosco, alla forma di governo, alle condizioni morfologiche della stazione forestale, alla evoluzione che le popolazioni degli ungulati potranno avere nel tempo, alla tipologia del danno prodotto, alla possibilità di ripristino o meno delle condizioni ante danno e al tempo necessario per ritornare alle condizioni originarie. Appare di conseguenza evidente che il valore del danno non può limitarsi alla sola stima del prodotto perduto, ma deve considerare la valutazione della diminuzione patrimoniale del bene e dei minori redditi ritraibili.

Tabella 10 - Confronti fra le diverse simulazioni nelle aree a ceduo di castagno (valori in euro).

Tipo di fauna - Macroarea	Valore del fondo senza danno	Danno temporaneo		Danno perma- nente	Danno temporaneo		Danno perma- nente	
		Con 1 fase	Con 3 fasi	Con 3 fasi transitorie	Con 1 fase	Con 3 fasi	Con 3 fasi transitorie	
Capriolo e Cervo Macroarea Pistoia-Pescia	Media	13.354	4.696	6.602	12.058	41%	57%	104%
	Dev. Stand.	6.068	2.971	4.187	7.608	27%	38%	70%
	Cv	45%	63%	63%	63%	67%	68%	67%
Capriolo Macroarea Pescia	Media	16.747	66	88	168	0%	1%	1%
	Dev. Stand.	4.895	16	21	41	0%	0%	0%
	Cv	29%	24%	24%	24%	7%	7%	7%
Cervo Macroarea Pistoia	Media	12.911	5.300	7.452	13.609	46%	64%	118%
	Dev. Stand.	6.095	2.605	3.674	6.683	25%	35%	63%
	Cv	47%	49%	49%	49%	54%	54%	54%

Tabella 11 - Confronti fra le diverse simulazioni nelle aree a cedui misti con prevalenza di cerro (valori in euro).

Tipo di fauna - Macroarea		Valore del fondo senza danno	Danno temporaneo		Danno permanente		Danno temporaneo		Danno permanente	
			Con 1 fase	Con 3 fasi	Con 3 fasi transitorie	Con 1 fase	Con 3 fasi	Con 3 fasi transitorie		
Capriolo e Cerro Macroarea ATC 5- Pistoia	Media	2.045	371	506	992	18%	24%	48%		
	Dev. Stand.	1.087	360	488	947	13%	18%	34%		
	Cv	53%	97%	96%	95%	74%	74%	72%		
Capriolo Macroarea ATC 5	Media	1.857	48	67	148	4%	5%	12%		
	Dev. Stand.	1.239	19	26	58	3%	4%	9%		
	Cv	67%	39%	39%	39%	79%	79%	79%		
Cerro Macroarea Pistoia	Media	2.191	621	847	1.649	29%	39%	76%		
	Dev. Stand.	1.005	285	383	756	4%	6%	11%		
	Cv	46%	46%	45%	46%	14%	14%	14%		

3. CONCLUSIONI

Il modello di calcolo presentato è in grado di determinare puntualmente l'entità del risarcimento dovuto, risarcimento che dal punto di vista strettamente economico corrisponde alla perdita patrimoniale e reddituale subita secondo lo schema del confronto tra situazione ante e post danno. Dal punto di vista giuridico possono però sorgere dei dubbi sull'opportunità e sulla possibilità di

risarcimento completo del danno e non, invece, di un suo indennizzo, capace di offrire un equo e giusto ristoro al soggetto che ha subito il danno.

Tabella 12 - Differenze del danno fra cervo e capriolo nei cedui quercini mc/anno.

<i>Cervo Pistoia</i> - <i>ceduo di Castagno</i>	Fertilità alta			Fertilità media		
	danno	normale	diff.	danno	normale	diff.
<u>Accrescimento medio</u>	0,699	0,806	-13,30%	0,694	0,739	-6%
e inoltre:						
<u>% ceppaie morte</u>	0,00%	-	-	1,92%	-	-
<u>% scarto assortimenti</u>	95,40%	-	-	57,38%	-	-
<i>Capriolo Pescia</i> - <i>Castagno</i>	Fertilità alta			Fertilità media		
	danno	normale	diff.	danno	normale	diff.
<u>Accrescimento medio</u>	0,781	0,821	-4,90%	-	-	-
ma soprattutto						
<u>% ceppaie morte</u>	0,00%	-	-	-	-	-
<u>% scarto assortimenti</u>	0,00%	-	-	-	-	-
<i>Cervo Pistoia</i> - <i>Quercia</i>	Fertilità alta			Fertilità media		
	danno	normale	diff.	danno	normale	diff.
<u>Accrescimento medio</u>	0,184	0,858	-78,60%	0,185	0,58	-68%
e inoltre:						
<i>Capriolo ATC 5Fi</i> - <i>Quercia</i>	Fertilità alta			Fertilità media		
	danno	normale	diff.	danno	normale	diff.
<u>Accrescimento medio</u>	0,551	0,866	-36,40%	-	-	-

Se entriamo nell'ottica della determinazione di un indennizzo è sicuramente necessario sviluppare un'analisi complessiva del sistema economico in cui considerare i benefici/costi per tutti i soggetti presenti in un determinato territorio. In questa prospettiva assume un rilievo notevole la scelta dei modelli gestionali che analizzino contemporaneamente sia gli aspetti faunistici sia quelli selvicolturali; ad esempio sarebbe auspicabile lo studio degli effetti che forme di governo del bosco meno sensibili all'impatto della fauna potrebbero avere sull'abbattimento dell'impatto dei danni e quali contributi sarebbe necessario erogare per sostenere tali scelte (ad es. avviamento all'alto fusto di boschi cedui o trasformazione di fustaie coetanee in boschi disetanei misti). Nel secondo capitolo si è fornito un sintetico quadro delle più importanti misure di prevenzioni del danno di cui conosciamo efficacia e costi, ma che da sole, se

non inserite all'interno di un preciso contesto faunistico e selvicolturale, non consentono di effettuare scelte economicamente efficienti. Infatti, il costo di alcuni di questi interventi potrebbe apparire elevato in senso assoluto, ma costituire invece una soluzione economicamente ottima se raffrontata con i benefici da essa prodotti; al contrario soluzioni a basso costo potrebbero, invece, produrre impatti molto rilevanti e risultare di conseguenza economicamente non convenienti.

Le analisi dei danni per ogni singola particella assumono allora una diversa utilità; quella di creare un database informativo che consenta di avere valori di riferimento per zone omogenee sia in termini selvicolturali sia faunistici. Tali informazioni avrebbero, inoltre, l'utilità di offrire dei valori di riferimento per calcolare il potenziale danno complessivo per l'intero territorio regionale in funzione dei modelli gestionali adottati, mettendo a confronto il valore degli indennizzi con i costi e/o ricavi provenienti dalla gestione della fauna e dalla gestione forestale.

I risultati presentati consentono di valutare il potenziale danno complessivo per l'intero territorio regionale in funzione dei modelli gestionali adottati analizzando molte delle variabili in gioco quali il costo dell'indennizzo, il costo/beneficio della gestione attiva della fauna e il costo/beneficio della gestione forestale.

Il decisore pubblico potrebbe in questo modo valutare l'entità del controllo che è opportuno effettuare sulla fauna, mettendo a confronto i costi dei diversi modelli gestionali possibili con l'entità dei danni prodotti in funzione del livello di controllo attuato. Per fare questo i casi studio effettuati non sono sicuramente sufficienti, ma si rende necessaria una raccolta di dati puntuali e statisticamente significativi su tutto il territorio regionale.

SUMMARY

Wild ungulates and economic assessment of forest damage: analysis of a case study in Tuscany and potential planning strategies

The paper shows the results of the economic assessment of damage to forest stands caused by wild ungulates in a case study in Tuscany. The work is based on previous analyses of policies and prevention costs related to wild animal activities. It is important to underline all the factors involved in order to help the public stakeholders during decision planning strategies. From this point of view this work can be extended to the analysis of financial aspects and economic impacts related to different planning strategies.

BIBLIOGRAFIA

- Bernetti I., Romano S., 2007 - *Economia delle risorse forestali*, Liguori editore, Napoli.
- Checchi A., Montoni C., 2006 - *Repellenti olfattivi e gustativi nella prevenzione dei danni in agricoltura*: Poster, convegno "Fauna selvatica e attività antropiche: una convivenza possibile".
- D.r.e.a.m Italia, Regione Toscana, Comunità Montana del Casentino, 2006 - *Monitoraggio faunistico di base e studi di eco-etologia delle comunità ornitiche nel patrimonio agricolo-forestale della Regione Toscana, Complesso Foreste Casentinesi*. Stamperia Press Ornus.

- Fiorentini S., Travaglini D., Nocentini S., 2015a - *L'impatto dei cervidi sulla produttività di cedui di cerro e castagno in Toscana. Indagini sperimentali e una proposta metodologica*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (1): 23-40. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.1.02>
- Fiorentini S., Travaglini D., Nocentini S., 2015b - *La scorfeccatura causata dal cervo in cedui di castagno: un caso di studio nell'Appennino pistoiese*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (1): 41-54. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.1.03>
- Fratini R., Marone E., Polidori R., Riccioli F., Zammarchi L., 2015a - *Il danno economico da ungulati selvatici nei soprassuoli forestali in Toscana: metodi di rilevazione e raccolta dati*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (1): 55-67. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.1.04>
- Fratini R., Marone E., Polidori R., Riccioli F., Zammarchi L., 2015b - *Un modello integrato per il calcolo standardizzato del danno forestale da ungulati selvatici nei soprassuoli forestali*. L'Italia Forestale e Montana, 70 (2): 125-147. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2015.2.04>
- Giannini N., 2012 - *Indagine sperimentale sulla difesa di vigneti mediante la dissuasione ottico-acustica: considerazioni in merito agli aspetti tecnologici, metodologici ed economici*. Tesi di laurea in Scienze e Gestione delle risorse faunistiche ambientali. Anno Accademico 2011-2012.
- Marone E., Fabbri B., 2005 - *Stima dei danni da fauna selvatica alle coltivazioni agro-forestali in provincia di Firenze*. INFS, MIPAF, DEART.
- Nolte D.L., 1998 - *Efficacy of selected repellents to deter deer browsing on conifer seedlings*. International Biodeterioration & Biodegradation, 42: 101-107. [http://dx.doi.org/10.1016/S0964-8305\(98\)00008-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0964-8305(98)00008-0)
- Obrist M.K., Pavan G., Sueur J., Riede K., Llusia D. and Márquez R., 2010 - *Bioacoustic approaches in biodiversity inventories*. In: Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories, Abc Taxa, Vol. 8: 68-99.
- Racanelli V., 2012 - *Sperimentazione di schemi progettuali e costruttivi per l'ottimizzazione funzionale di recinzioni elettrificate per la difesa dei vigneti*. Tesi di laurea in Scienze e Gestione delle risorse faunistiche ambientali. Anno Accademico 2011-2012.
- Regione Toscana, 2008 - *Prezzario delle opere forestali*, Bollettino ufficiale della Regione Toscana, n. 55.
- Regione Toscana, 2012 - *Piano agricolo forestale (PRAF) 2012-2015*. Bollettino della Regione Toscana dell'8 febbraio 2012, supplemento n. 28.
- Riga F., Genghini M., Cascone C., Di Luzio P. (a cura di), 2011 - *Impatto degli Ungulati sulle colture agricole e forestali: proposta per le linee guida nazionali*. Manuali e linee guida, ISPRA, 68/2011.
- Santilli F., 2002 - *I danni da cervidi e bovini*. In: "La prevenzione dei danni alle colture da fauna selvatica" ARSIA, Firenze.
- Serpieri A. 1950- *La stima dei beni fondiari*, Edizioni Agricole, Bologna, p. 109-204.
- Sorbetti Guerri F., 2009 - *Sistemi automatici per il monitoraggio della fauna selvatica e la prevenzione dei danni alle produzioni agricole e forestali*. In: Atti convegno Torino, "Fauna e Territorio", 3 aprile 2006.
- Sorbetti Guerri F., 2013 - *Il difficile equilibrio fra fauna e agricoltura*. Lettura Accademia italiana dei Geografi. 13 maggio 2013.