

**MONITORAGGIO QUANTITATIVO DELLA POPOLAZIONE DI
SCOIATTOLO GRIGIO (*SCIURUS CAROLINIENSIS*)
PRESENTE IN PIEMONTE**

Relazione finale 2007



A cura di: dott. Nicola Cordero di Montezemolo
dott. Sandro Bertolino
Università degli studi di Torino
Di.Va.P.R.A. Entomologia e Zoologia

INTRODUZIONE

Lo scoiattolo grigio (*Sciurus caroliniensis*) è una specie alloctona originaria della parte nord-orientale del nordamerica. In Italia due coppie provenienti da Washington sono state introdotte nel 1948 a Candiolo (TO), cinque esemplari nel 1966 nel giardino di villa Grimaldi a Genova Nervi (GE) e tre coppie in un parco cittadino nel comune di Trecate (NO). Lo scoiattolo grigio è presente anche in Lombardia, nel parco del Ticino lombardo, nel lecchese e nel Parco Sud Milano (Genovesi e Bertolino, 2001).

Attualmente la popolazione di scoiattolo grigio più estesa è quella piemontese originatasi dal nucleo di Candiolo, distribuita nel 2000 in un'area di circa 900 Km² (Fig. 1), estesa dalla zona a sud-ovest della città di Torino sino a Racconigi, Caramagna Piemonte, Villanova e Cardè in provincia di Cuneo. Questi sono dati dell'ultimo monitoraggio sistematico effettuato nel 1999. Diverse segnalazioni confermano alcuni fronti di espansione verso sud, sud-ovest (lungo il Po), verso ovest (nel Pinerolese) e a est, nord-est (Collina di Torino e verso il Roero) (Genovesi e Bertolino, 2001).

La possibilità di avvalersi di dati aggiornati riguardanti la distribuzione e la consistenza delle popolazioni di una specie introdotta è fondamentale per una corretta gestione della specie. Una ricerca volta a monitorare la presenza e consistenza dello scoiattolo grigio in Piemonte risponde al piano d'azione nazionale redatto dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica per fornire un quadro aggiornato della distribuzione della specie e della dinamica della sua espansione.

La continua espansione dello scoiattolo grigio sta causando l'esclusione competitiva dello scoiattolo comune (*Sciurus vulgaris*). Il meccanismo attraverso cui questo avviene è probabilmente dovuto alla migliore efficienza da parte dello scoiattolo grigio nello sfruttare le risorse alimentari, in particolar modo grazie alla capacità di assimilare i tannini presenti nelle ghiande (Kenward e Holm, 1993). Inoltre, lo scoiattolo grigio sottrae e consuma molti semi immagazzinati dallo scoiattolo comune, utili per superare l'inverno e consentire la riproduzione nell'anno successivo (Wauters et al., 2002). La presenza contemporanea delle due specie di scoiattoli causa una riduzione della disponibilità di cibo; in queste condizioni le risorse trofiche diventano limitanti e si avvia una competizione interspecifica per le risorse alimentari. Di questa competizione si avvantaggia lo scoiattolo grigio che con le sue maggiori dimensioni corporee (500-600 grammi contro i 230-380 del rosso), l'abitudine a muoversi prevalentemente al suolo, dove è più facile reperire i semi, e la possibilità di consumare ghiande in abbondanza, riesce ad accumulare maggiori risorse energetiche per superare l'inverno (incremento del peso corporeo anche del 20%) (Kenward e Tonkin, 1986). Inoltre un maggiore peso in autunno non aiuta solamente a passare l'inverno ma aumenta anche il successo riproduttivo della specie (Gurnell, 1996). Tutti questi fattori influiscono sulla fitness riproduttiva dello scoiattolo comune, riducendo la fecondità femminile e il tasso di reclutamento dei giovani nella popolazione (Gurnell et al., 2004b).

Sulla popolazione di scoiattolo grigio in Piemonte sono stati effettuati studi volti a verificare l'espansione della specie (Wauters et al., 1997a, Bertolino et al., 1998), a valutare il danno ai coltivi e alle piantagioni di pioppo (Signorile e Evans, 2007) e alcune valutazioni quantitative sul numero di animali presenti nella regione (Bertolino e Genovesi, 2003).

Scopo di questo lavoro è stato quello di effettuare una stima quantitativa del numero di individui di scoiattolo grigio presenti sul territorio piemontese, utilizzando i dati di distribuzione spaziale della specie nel 2000 e dati di densità stimata in alcune aree campione della Regione.

REVISIONE DEI METODI DI CENSIMENTO DEGLI SCOIATTOLI

I metodi per monitorare sul territorio la presenza dello scoiattolo grigio sono stati recentemente rivisti da Gurnell et al. (2004a). L'unico metodo diretto praticabile è quello della cattura, marcatura e ricattura, ottimo per raccogliere dati biologici sulla specie, ma molto dispendioso in termini di tempo e di personale. I metodi indiretti sono cinque: conta dei nidi, conta dei coni consumati lungo transetti, monitoraggio con hair tube, foraggiamento con mais e osservazione diretta. La conta dei nidi e dei coni o del mais consumati sono metodi che non discriminano tra lo scoiattolo grigio e quello comune e non possono essere usate nelle zone dove entrambe le specie possono essere presenti.

La tecnica degli hair tube consiste nell'attirare con un esca (nocciole, semi di girasole) gli scoiattoli all'interno di tubi posti su alberi, all'ingresso dei quali sono inserite delle placchette con nastro biadesivo. Quando l'animale cerca di entrare dentro il tubo, i peli rimangono attaccati al nastro biadesivo e possono quindi essere raccolti per essere analizzati successivamente al microscopio, in modo da distinguere tra le due specie.

Il foraggiamento con il mais sfrutta la particolarità dello scoiattolo nell'alimentarsi di questi semi. A differenza di altri animali, gli scoiattoli rimuovono il germe dai semi di mais e lasciano il resto intatto. Il mais consumato dagli scoiattoli è quindi riconoscibile rispetto a quello consumato da altre specie. Stabilendo dei punti di foraggiamento è quindi possibile rilevare la presenza degli scoiattoli in un'area. Il metodo non è mai stato impiegato per ottenere stime quantitative.

La conta dei nidi si effettua in inverno, quando le foglie sono assenti, e si possono contare tutti i nidi presenti in una fascia di 20 - 25 metri nel bosco. Il numero dei nidi censito viene quindi messo in relazione alla superficie osservata e poi tramite appositi algoritmi alla densità.

La conta dei residui di coni consumati si effettua lungo transetti lineari nel bosco, ripetuti ogni 2-3 mesi, in cui si raccolgono tutti i coni interi e consumati trovati sul transetto. La quantità di coni consumata viene messa in relazione con l'apporto calorico fornito dai semi, da cui ricavare un'ipotetica densità di scoiattoli. Questo metodo ha lo svantaggio di essere applicabile solamente nei boschi di conifere.

Nelle zone dove la presenza dello scoiattolo grigio è ormai accertata e le popolazioni raggiungono densità elevate si può ricorrere al censimento su percorso lineare (line transect census) mediante la tecnica del distance sampling. Il metodo consiste nel contare gli animali osservati lungo transetti di lunghezza nota percorsi nelle ore di maggior attività degli animali. Ogni scoiattolo è registrato misurando nello stesso tempo la sua distanza perpendicolare rispetto al transetto. La densità è stimata applicando algoritmi che costruiscono la curva che meglio descrive la distribuzione delle distanze cui gli animali sono stati osservati (Buckland et al., 2001).

MATERIALI E METODI

Area di studio

L'ultimo censimento sulla presenza dello scoiattolo grigio in Piemonte è datato 2000 (Fig. 1). La zona di pianura che si stende tra Torino e Saluzzo dove la specie è segnalata, è costituita prevalentemente da coltivi, con piccole zone boschive a vegetazione semi-naturale, parchi privati, parchi pubblici urbani e suburbani e piantamenti di pioppo. All'interno di quest'area estesa per 881 Km² è stata effettuata un'indagine preliminare volta a valutare l'applicabilità del distance sampling in varie tipologie boschive. Il metodo richiede infatti l'osservazione, anche in giorni ripetuti, di almeno 60 animali. Quindi, zone in cui si osservano solo pochi animali non possono essere monitorate con questo metodo.

Sono state eseguite prove all'interno di pioppeti e lungo la fascia fluviale del Po all'altezza di Carignano, La Loggia, Cardè e Villanova e nel bosco di Staffarda. Questi boschi, escluso quello di Staffarda dove comunque non sono stati avvistati animali, sono di piccole dimensioni e molto frammentati. La frammentazione in molte patches di piccole dimensioni delle zone boscate non permette l'utilizzo di stime dirette della densità per la scarsità di animali osservabili (Tab. 1).

Tabella 1 - Numero di patches, media e superficie delle zone boscate all'interno dell'areale dello scoiattolo grigio nel 2000 divise per classi dimensionali.

Dimensione	No. patches	Media \pm DS	Superficie (ha)
< 10ha	665	2,204 \pm 2,08	1465,81
10 - 50 Ha	37	18,117 \pm 9,11	670,31
50 - 100 Ha	1	53,23	53,23
> 100 ha	2	113,78 \pm 9,3	227,57
Totale	705		2416,92

Le uniche aree di dimensioni estese (>50 ettari), non frammentate e con la presenza dello scoiattolo grigio sono risultate Stupinigi, il Bosco del Merlino a Caramagna Piemonte e il parco del Castello di Racconigi.

Nel parco di Stupinigi, zona originaria di introduzione dello scoiattolo grigio nel 1948, si è scelto come area quella con il minor disturbo antropico e con una vegetazione più omogenea, cioè quella più vicina all'abitato di Vinovo. La zona è ascrivibile al quercu-carpinetto planiziale con infiltrazione di specie esotiche (*Robinia pseudoacacia*) e ridotta presenza di querce. L'estensione della zona è di circa 205 ettari.

Un altro bosco con superficie superiore ai 50 ettari è il Bosco del Merlino nel comune di Caramagna Piemonte (CN). Si tratta di un quercu-carpinetto planiziale di piccole dimensioni (56 ha), ma ben conservato nonostante la presenza di ibridi di pioppo euroamericano.

Il parco del Castello di Racconigi si estende per 167 ettari, con una superficie boscata di circa 90 ettari e la presenza di molti alberi monumentali, come i platani del '700. Vi sono anche farnie, carpini e olmi, essenze tipiche del quercu-carpinetto planiziale e specie esotiche frequenti nei parchi come *Aesculus hippocastanum*, *Ginkgo biloba* e *Cercis siliquastrum*.

Descrizione della vegetazione

Per una descrizione della vegetazione a Stupinigi e Caramagna sono state effettuate delle aree di saggio circolari di raggio 10 metri (superficie 314 m²). I rilievi sono stati effettuati lungo i transetti partendo da un punto iniziale e ripetendo il rilievo dopo 250 m a Stupinigi e ogni 100 m a Caramagna. A Racconigi la vegetazione non è stata descritta perché si tratta di un parco storico con molte specie esotiche e vegetazione arborea troppo eterogenea.

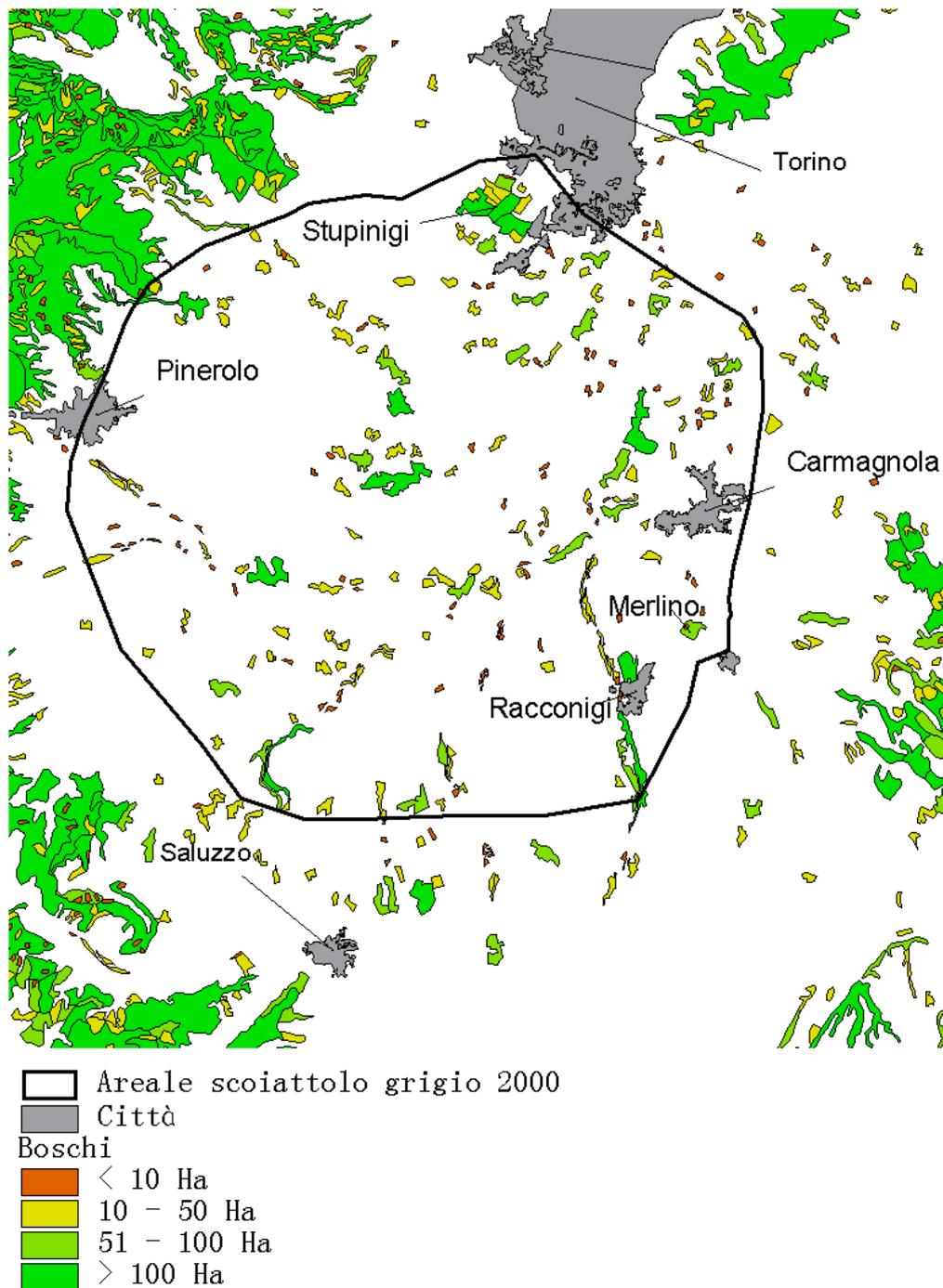


Figura 1 - Areale di distribuzione dello scoiattolo grigio in Piemonte nel 2000

Metodi di censimento

Tra tutti i metodi di censimento utilizzabili è stato scelto quello dei transetti lineari o distance sampling, poiché è l'unico che fornisce una stima diretta della densità senza dovere effettuare trasformazioni di indici di presenza in densità che possono essere un'ulteriore fonte di errore (Gurnell et al., 2004a). Insieme a questo metodo è stata effettuata anche la conta dei nidi, in modo da avere un controllo ai dati ottenuti con il distance sampling. Infatti, la conta dei nidi si può effettuare percorrendo i transetti già tracciati per il censimento lineare, ottenendo quindi dati sovrapponibili.

Distance sampling

Per valutare la consistenza della popolazione dello scoiattolo grigio in Piemonte è stato scelto il metodo del distance sampling. Il metodo consiste nel contare gli animali osservati lungo più transetti di lunghezza nota. A ogni osservazione è associata anche la distanza perpendicolare dal transetto (y) o, in alternativa, la distanza dell'animale dall'osservatore (x) e l'angolo (α in Fig. 2) formato dalla retta osservatore-animale e dalla retta del percorso (r). In tal caso la distanza perpendicolare tra le singole osservazioni e il transetto può essere ricavata con la formula $y = x \cdot \sin \alpha$.

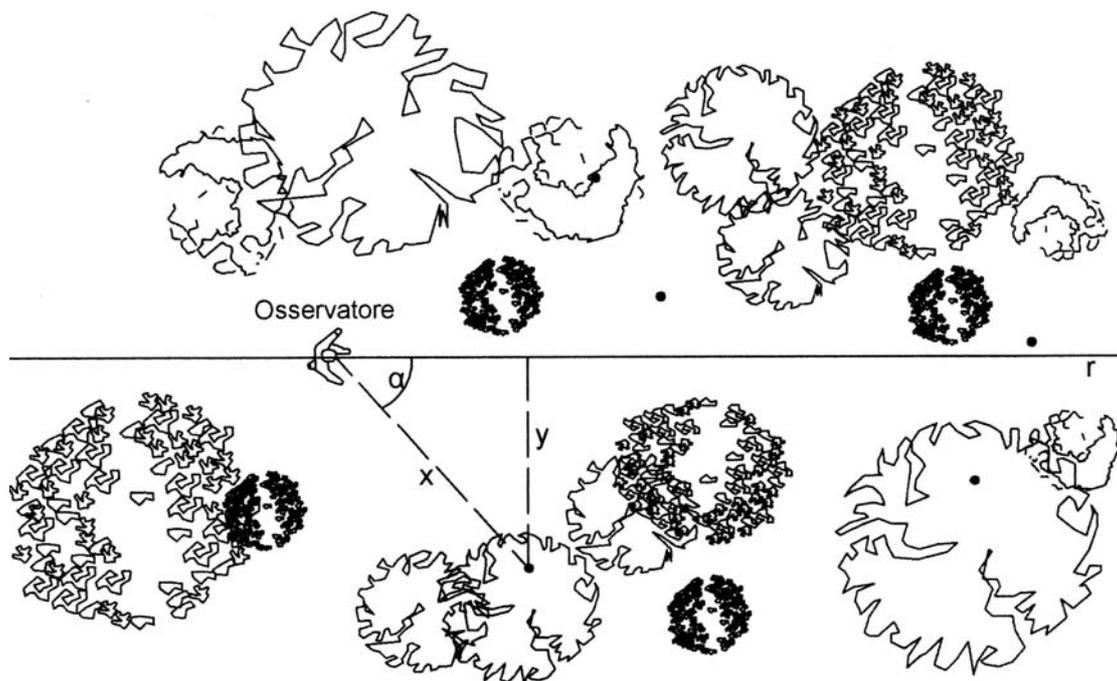


Figura 2 - Censimento su percorso lineare: Line transect applicato agli scoiattoli.

Questo metodo può essere applicato se si rispettano quattro assunti fondamentali:

- Tutti gli animali sulla linea del transetto (distanza zero dal tracciato) devono essere rilevati.

- La posizione dell'animale deve essere rilevata nel luogo in cui si trovava prima dell'eventuale movimento dovuto al passaggio dell'operatore.
- La distanza perpendicolare deve essere misurata accuratamente.
- Le osservazioni devono essere indipendenti e il movimento di uno scoiattolo non deve influenzarne un altro.

Per avere una stima affidabile la lunghezza e il numero di repliche dei transetti deve essere tale da portare all'osservazione di almeno 60-80 animali (Buckland et al., 2001). Il metodo del *line transect* è già stato applicato per il calcolo della densità di molte specie (Buckland, 2001), scoiattolo grigio incluso (Healy e Welsh, 1992; Hein, 1997).

Nel caso in cui l'area di studio sia piccola e non si riesca in una sola volta ad avere un numero sufficiente di osservazioni, i transetti si possono replicare sino ad ottenere non meno di 60 osservazioni. Quando si replicano i transetti, questi non vengono conteggiati come nuovi, ma la lunghezza del transetto replica viene sommata a quella iniziale.

Raccolta dati

In tutte e tre le aree, dopo alcuni transetti di prova per valutare la fattibilità dell'utilizzo del distance sampling, sono stati tracciati i percorsi sul campo con delle bande colorate di plastica appese agli alberi e sulla carta tramite l'utilizzo di un GPS. A Stupinigi e Caramagna i transetti sono stati percorsi da dicembre a marzo mentre a Racconigi nei mesi di marzo-aprile. Il periodo invernale-inizio primavera assicura una buona visibilità laterale nel bosco, vista l'assenza di foglie sugli alberi che limitano la visibilità ai lati del percorso.

I percorsi sono stati effettuati nelle ore centrali nelle giornate più fredde, e ad orari diversi come il primo mattino e il primo pomeriggio quando a metà febbraio le temperature sono salite considerevolmente. Non si sono effettuate osservazioni in caso di pioggia, neve o vento forte.

Durante lo svolgimento dei transetti l'operatore osservava l'area in fronte e ai lati, controllando anche la chioma degli alberi, per cercare animali immobili o in movimento. Ogni animale osservato era registrato su un'apposita scheda, insieme all'orario di osservazione, la distanza dell'animale dall'osservatore (x) e l'angolo (α) formato dalla retta osservatore-animale e retta del percorso. La distanza perpendicolare dell'animale dalla linea centrale del transetto è stata ricavata con la formula: $y = x * \sin \alpha$. Animali aggregati e distanti tra loro ≤ 2 m erano considerati un cluster, in tal caso la distanza era misurata rispetto al centro geometrico del cluster stimato visivamente. In questo caso sulla scheda era riportato il numero di animali e una sola distanza.

Le distanze degli animali dal transetto sono state misurate con Telemetro Laser (Leica Laser Rangefinder LRF 800), strumento che consente l'accuratezza al metro. Distanze inferiori ai 10 metri (limite minimo d'uso del telemetro) sono state misurate a passi e convertite in metri dopo aver ricavato l'equivalenza passi/metri. Gli angoli sono stati misurati in gradi con bussola.

Analisi dei dati

I dati sono stati analizzati con il software Distance 5.0 release 2.0 (Thomas et al., 2006). Il programma consente di stimare la densità di una popolazione considerando il numero di animali osservati per unità di percorso (n/L) e modellando la probabilità di osservazione (*probability of detection*) come funzione delle distanze perpendicolari degli animali rispetto al transetto. Il modello è quindi usato per calcolare l'effettiva larghezza della fascia censita (*ESW Effective Strip Width*), ovverosia la distanza teorica dalla linea del transetto all'interno della quale tutti gli scoiattoli osservati avevano la probabilità di osservazione unitaria. Questo valore, moltiplicato per 2 per tenere conto di entrambi i lati di osservazione, e moltiplicato per la lunghezza del

transetto, consente di ottenere l'area della superficie effettivamente censita. La densità è quindi calcolata con l'equazione $D = n / (2 * ESW * L)$, dove n è il numero di osservazioni, ESW l'ampiezza effettiva del transetto per lato e L la sua lunghezza. L'unità di analisi scelta è stata quella del cluster, visto che parte degli animali sono stati osservati aggregati.

Il programma consente di provare diverse funzioni (*Key function*: Uniform, Hazard-rate, Half-normal, Negative exponential; *Series expansion*: Cosine, Simple polynomial, Hermite polynomial) e selezionare quella che descrive meglio i dati per mezzo dell'Akaike Information Criteria (AIC). L'AIC è un parametro quantitativo che viene calcolato per ogni funzione, quella con l'AIC minore viene scelta come la più adatta a descrivere le osservazioni. Nel caso in cui il valore di AIC sia simile (differenza ≤ 2) viene scelta la funzione che presenta il valore di χ^2 più elevato (la curva della funzione si adatta meglio a quella delle osservazioni reali). Ulteriori valutazioni possono essere effettuate anche considerando l'andamento della curva che descrive i dati.

Conta dei nidi

I nidi degli scoiattoli sono costruiti sugli alberi con rami e foglie secche e sono normalmente posizionati vicino al tronco, in corrispondenza di una o più diramazioni (Fig. 3). Gli scoiattoli tendono anche ad utilizzare le cavità naturali presenti nel tronco degli alberi (Fig. 4). Bisogna ricordare che non è possibile distinguere tra un nido di scoiattolo comune e uno di scoiattolo americano, ma nelle zone in cui è stato applicato questo metodo lo scoiattolo comune è ormai assente.

Il numero di nidi presenti all'interno di una superficie conosciuta di bosco viene censito in modo da ottenere il numero di nidi per ettaro. In questa ricerca i transetti del distance sampling sono stati utilizzati come linee da percorrere contando i nidi per 20 m da entrambe le parti del transetto. I nidi abbandonati (riconoscibili per la luce che li attraversa e presenza di ramoscelli cadenti) non sono stati contati. Il numero di nidi per ettaro è stato trasformato in densità utilizzando l'algoritmo ricavato da Don (1985) per lo scoiattolo grigio in boschi di latifoglie:

$$\text{Log}_{10}(\text{scoiattoli ha}^{-1} + 1) = 0,982 * \text{Log}_{10}(\text{nidi ha}^{-1} + 1) - 0,146$$



Figura 3 - Nido e cavità di scoiattolo.

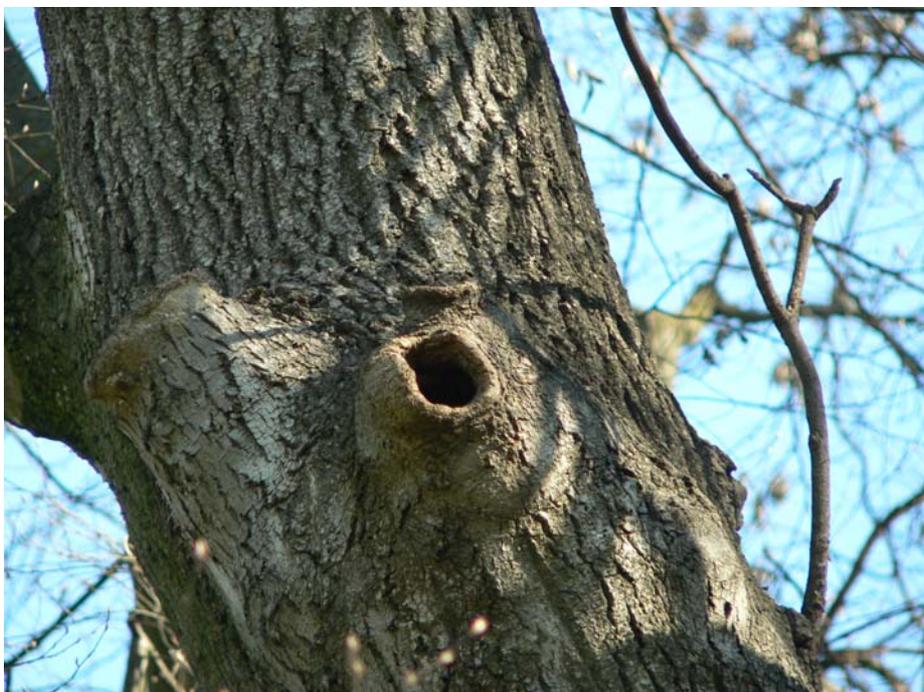


Figura 4 - Particolare dell'ingresso di una cavità in un albero utilizzata dallo scoiattolo.

RISULTATI

Vegetazione

Dall'analisi della vegetazione (Tab. 2) si nota come il bosco di Stupinigi sia caratterizzato da una maggiore presenza di nocciolo (39,8%) e una minore presenza di carpino (4,6%) rispetto al bosco del Merlino di Caramagna, dove il carpino è l'essenza dominante con il 32,9%. Le altre specie principali sono a Stupinigi il sambuco (9,7%) e l'ontano nero (9%), a Caramagna il biancospino (10,4%) e il frassino (10,8%). In entrambe le aree la *Robinia Pseudoacacia*, specie esotica, è presente con percentuali elevate (Stupinigi = 13,7%, Caramagna = 10,8%). La farnia è presente a Stupinigi con percentuali minori (< 10%) e con maggiore frequenza a Caramagna dove sono state rilevate anche alcune querce morte.

Tabella 2 - Numero di piante per ettaro e composizione percentuale delle specie nelle aree di Stupinigi e Caramagna Piemonte.

Specie	N. piante/ha		Composizione (%)	
	Stupinigi	Caramagna	Stupinigi	Caramagna
Nocciolo	365	134	39,8	16,9
Robinia	126	86	13,7	10,8
Sambuco	89	10	9,7	1,2
Ontano nero	83		9,0	
Farnia	56	60	6,1	7,6
Ciliegio	48		5,2	
Carpino	42	261	4,6	32,9
Pioppo	49		5,3	
Biancospino	14	83	1,5	10,4
Quercia rossa	9		1,0	
Frassino	8	86	0,9	10,8
Olmo	7	3	0,8	0,4
Evonim0	4	19	0,4	2,4
Tiglio		10		1,2
Acero		29		3,6
Querce morte		13		1,6
Altre specie	17		1,7	

Distance sampling

Racconigi

A Racconigi sono stati effettuati 21 transetti (Fig. 5) per una lunghezza di 6.751 metri, ripetuti fino a un totale di 34.204 metri, durante i quali sono stati osservati 215 animali (0,63 animali/100 metri).

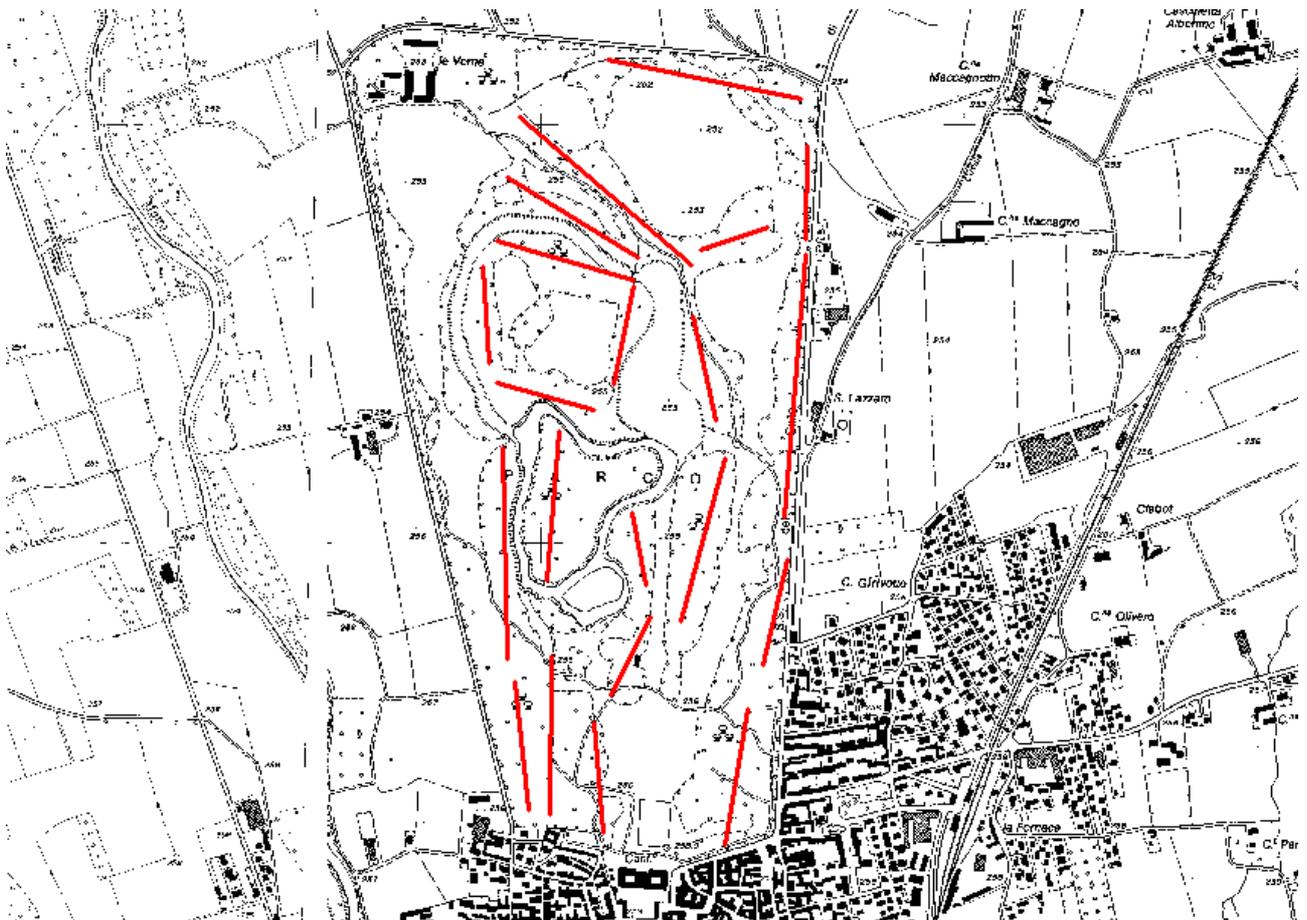


Figura 5 - Localizzazione dei transetti nel Parco del Castello di Racconigi

In base alla distribuzione delle osservazioni si è scelto di utilizzare una suddivisione in 7 classi di distanza con troncamento a 26 metri. I dati sono stati analizzati con il programma Distance 5.0 utilizzando diversi modelli (Tab. 3). Il modello che meglio spiega i dati è l'Hazard Rate Polynomial (Fig. 6). La dimensione media dei gruppi è stata di $1,035 \pm 0,029$ rispetto ad una cluster size attesa di 1,005. La curva del modello non si discosta significativamente dai dati osservati ($\chi^2 = 2,127$, g.l. = 4, possibilità di un chi-quadro maggiore $P = 0,712$). Occorre sottolineare come in questo caso il chi-quadro deve essere non significativo a indicare che la curva descrive bene i dati ottenuti.

Come si può osservare nella Tabella 3, i quattro modelli presi in esame hanno un AIC molto simile con differenze inferiori a 2. In questo caso per la scelta del modello si è utilizzato quello con il valore di chi-quadro più elevato. Con l'utilizzo del modello Hazard Rate la densità stimata a Racconigi era pari a 2,97 animali/ha (95% CV, min=1,92, max=4,59), con un coefficiente di varianza del 22%. Considerando un'estensione boscata del parco di circa 90 ha, si ottiene una stima media di 267 animali presenti nel parco (173-413).

Tabella 3 - Risultato dell'applicazione ai dati raccolti a Racconigi di vari modelli con il programma Distance 5.0.

Modello	AIC	ESW	D	DCV	DLCL	DUCL	GOF chi-p
Half-Normal Cosine	705,29	10,97	2,70	0,13	2,06	3,53	0,70
Uniform Key Cosine	707,18	11,06	2,67	0,14	2,02	3,53	0,56
Negative Exponential	706,07	10,28	2,85	0,14	2,15	3,78	0,42
Hazard Rate Polynomial	705,22	9,90	2,97	0,22	1,92	4,59	0,71

AIC Akaike Informatio Criteria
 ESW Larghezza effettiva del transetto
 D Densità
 GOF chi-p (Goodness-of-fit) Probabilità di un chi-quadro maggiore
 DCV Coefficiente di variazione della densità
 DLCL Limite inferiore di confidenza della densità
 DUCL Limite superiore di confidenza della densità

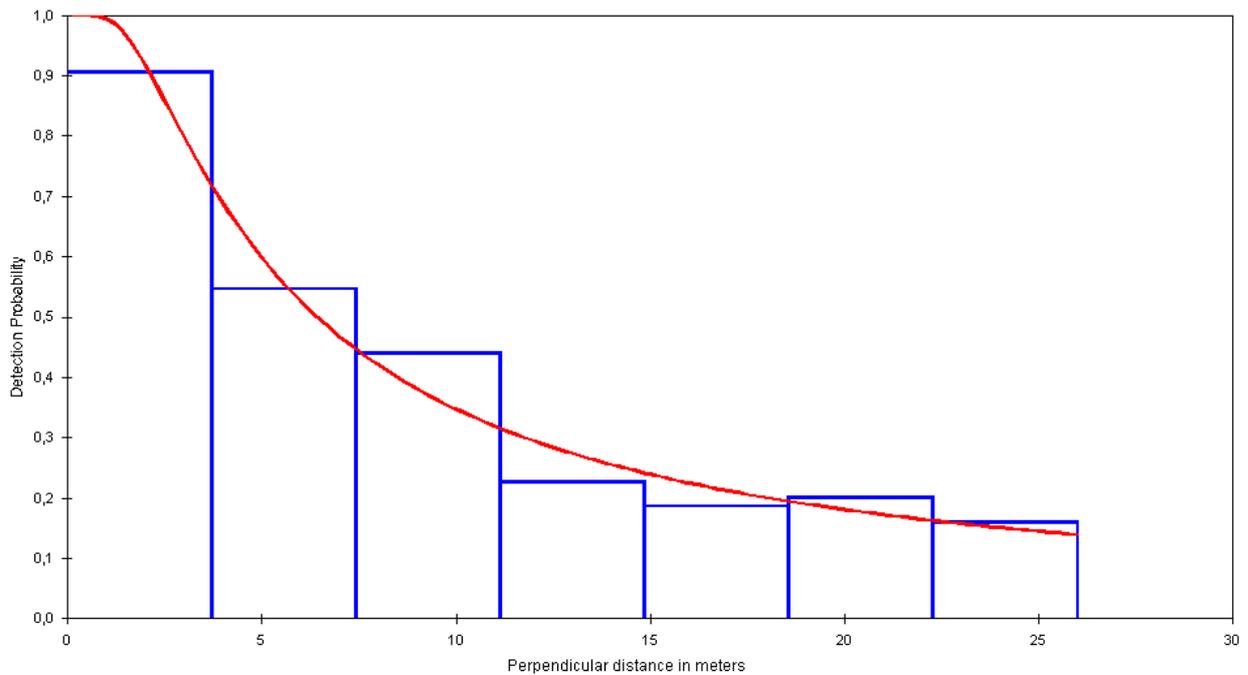


Figura 6 - Grafico della distribuzione delle osservazioni a Racconigi con l'utilizzo della curva Hazard Rate Polynomial, la suddivisione delle osservazioni in 7 gruppi e il troncamento a destra a 26 m.

Stupinigi

Nell'area di Stupinigi (Fig. 7) sono stati individuati 14 transetti paralleli, distanziati tra loro di 170 metri, per una lunghezza complessiva di 7.456 metri. I transetti sono stati ripetuti fino a percorrere in totale di 57.021 metri (0,163 animali/100metri).



Figura 7 - Disposizione dei transetti nell'area di Stupinigi

Anche in quest'area il modello migliore è stato ottenuto suddividendo le osservazioni in 7 gruppi e con un troncamento a destra a 26 metri (Fig. 8). Il modello selezionato con un AIC basso e un buon fit della curva è quello Hazard Rate Hermite ($\chi^2 = 1,925$, g.l. = 4, possibilità di un chi-quadro maggiore $P=0,750$); il CV era del 20%. La densità stimata con questo modello è di 0,737 animali/ha (min. = 0,494, max. = 1,100, al 95% CV) (Tab. 4). La dimensione media dei gruppi è stata di 1,043 (Min = 1,000; Max = 1,096) rispetto ad una cluster size attesa di 1,021. Considerando un'estensione del bosco di circa 225 ettari si ottiene una stima media di 151 (111-248) animali.

Tabella 4 - Risultato dell'applicazione ai dati raccolti a Stupinigi di vari modelli con il programma Distance 5.0.

Modello	AIC	ESW	D	DCV	DLCL	DUCL	GOF chi-p
Half Normal Cosine	320,38	13,02	0,65	0,15	0,48	0,87	0,57
Hazard Rate Hermite	321,30	11,37	0,74	0,20	0,49	1,10	0,75
Negative Exponential	318,98	9,15	0,91	0,18	0,64	1,30	0,89
Uniform Cosine	321,32	13,86	0,61	0,13	0,46	0,80	0,57

AIC Akaike Informatio Criteria
 ESW Larghezza effettiva del transetto
 D Densità
 GOF chi-p Goodness-of-fit) Probabilità di un chi-quadro maggiore
 DCV Coefficiente di variazione della densità
 DLCL Limite inferiore di confidenza della densità
 DUCL Limite superiore di confidenza della densità

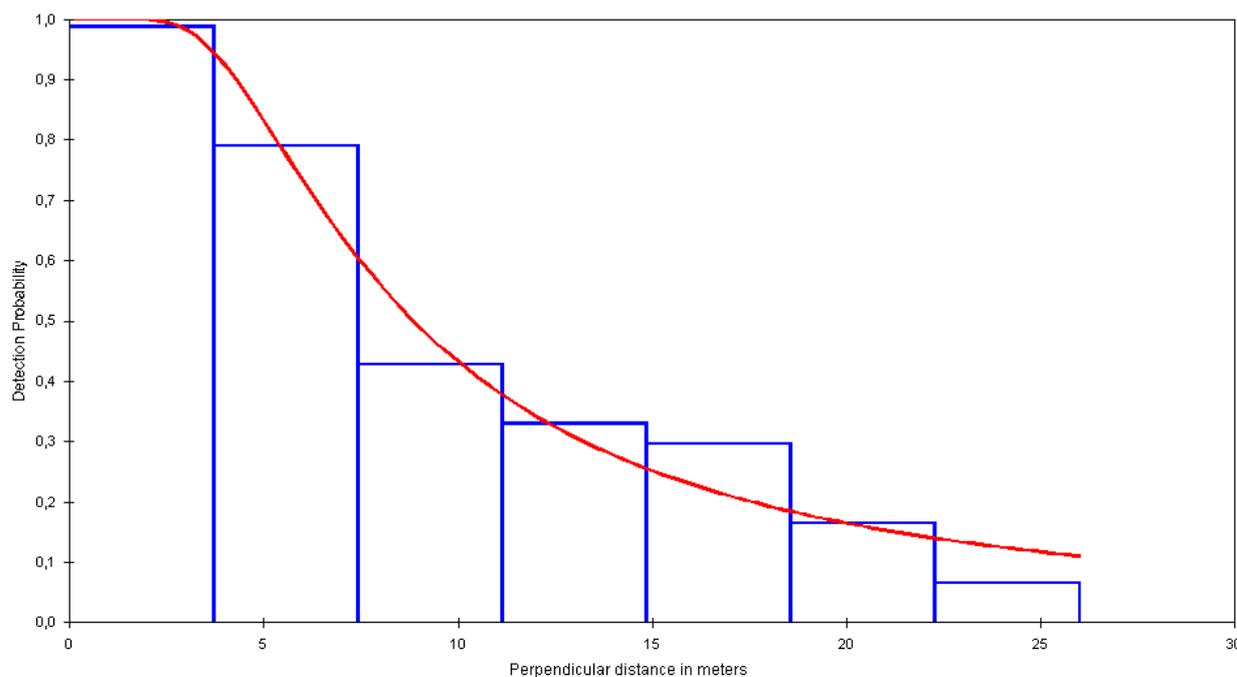


Figura 8 - Grafico della distribuzione delle osservazioni a Stupinigi con l'utilizzo della curva Hazard Rate Hermite, suddivisione delle osservazioni in 7 gruppi e troncamento a destra a 26 metri.

Caramagna Piemonte - Bosco del Merlino

Sono stati percorsi 12 transetti (Fig. 9) per una lunghezza complessiva di 3.551 metri. I transetti sono stati ripetuti più volte per un totale di 26.584 metri percorsi e 71 osservazioni di animali (0,268 animali/100metri). In quest'area il modello che meglio si adatta alle osservazioni è quello

ottenuto con la suddivisione dei dati in 6 gruppi e un troncamento a destra a 21 metri. Nonostante il modello Negative Exponential sia quello con l'AIC più basso e il valore di chi-quadro più alto, non è stato utilizzato in quanto adatto a curve con dati molto concentrati nei primi metri e che poi scendono rapidamente (Cassey e Mcardle, 1999). Il modello selezionato è stato l'uniform cosine ($\chi^2 = 0,877$, g.l. = 3, possibilità di un chi-quadro maggiore $P = 0.83$), con CV = 27%. La densità stimata con questo modello è pari a 1,416 animali/ha (min. = 0,807, max. = 2,485, al 95% CV) (Tab. 5). Applicando questi valori per calcolare la popolazione di scoiattolo grigio presente nel Bosco del Merlino, esteso per circa 56 ettari, si ottiene una stima di 80 (45-140) animali.

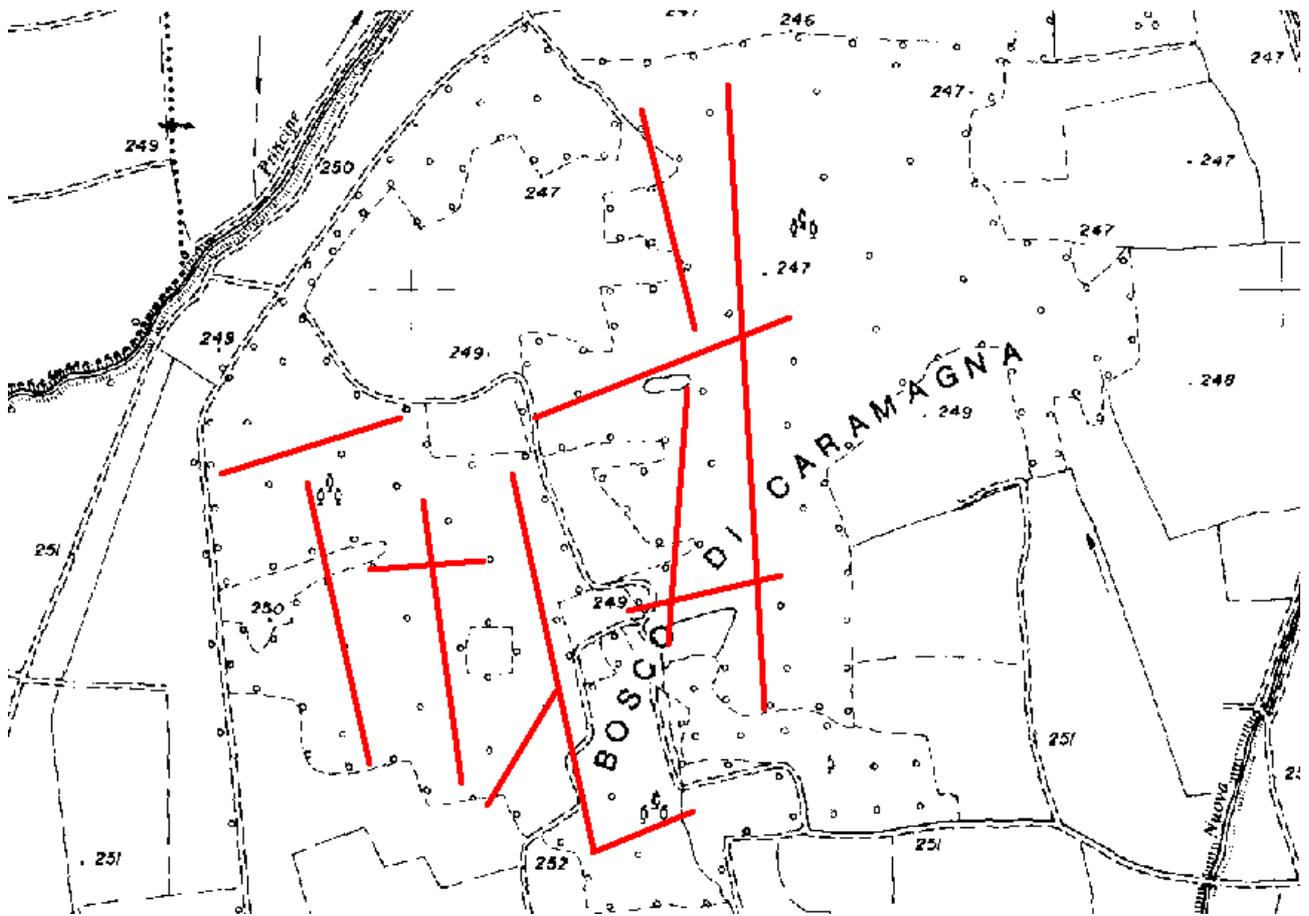


Figura 9 - Disposizione dei transetti nell'area del bosco del Merlino a Caramagna Piemonte

Tabella 5 - Risultato dell'applicazione ai dati raccolti nel Bosco del Merlino a Caramagna Piemonte di vari modelli con il programma Distance 5.0.

Modello	AIC	ESW	D	DCV	DLCL	DUCL	GOF chi-p
Uniform Cosine	230,32	9,98	1,42	0,27	0,81	2,48	0,83
Hazard Rate Hermite	231,04	9,93	1,43	0,31	0,76	2,66	0,66
Negative Exponential	229,23	8,16	1,72	0,29	0,96	3,10	0,77
Half Normal Polynomial	231,50	11,46	1,24	0,26	0,71	2,15	0,37

AIC Akaike Informatio Criteria
 ESW Larghezza effettiva del transetto
 D Densità
 GOF chi-p Goodness-of-fit) Probabilità di un chi-quadro maggiore
 DCV Coefficiente di variazione della densità
 DLCL Limite inferiore di confidenza della densità
 DUCL Limite superiore di confidenza della densità

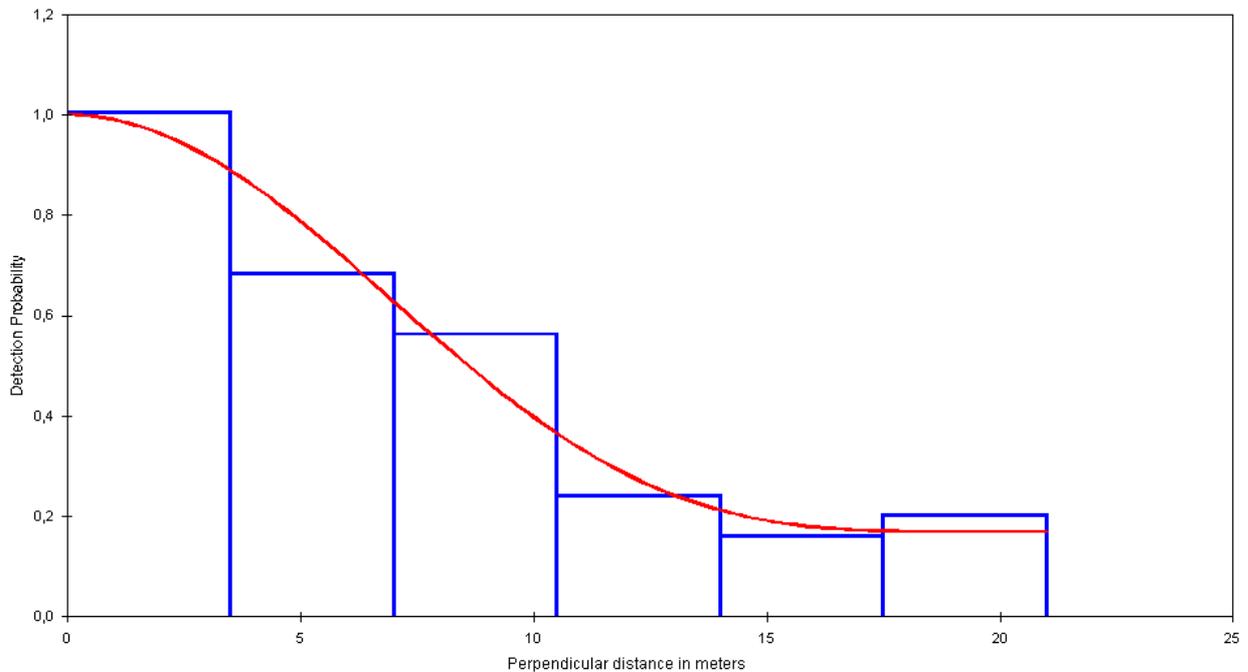


Figura 10 – Grafico della distribuzione delle osservazioni nel Bosco del Merlino a Caramagna Piemonte con l'utilizzo della curva Uniform Cosine, suddivisione delle osservazioni i 6 gruppi e troncamento a destra a 21 metri

Conta dei nidi

A Stupinigi sono stati trovati 121 nidi su una superficie di 30,18 ettari con un numero medio di nidi per ettaro di 3,93 (2,09-4,96) (Tab. 6). Durante le osservazioni molti scoiattoli sono però stati visti utilizzare cavità negli alberi, come già descritto da Wauters et al. (1997).

A Caramagna la superficie censita è stata minore (9,56 ha) e il numero medio di nidi per ettaro è risultato di 2,99 (1,73-4,53).

A Racconigi su 30,2 ettari censiti sono stati ritrovati solamente 5 nidi. All'interno del parco gli scoiattoli utilizzano quasi esclusivamente le cavità negli alberi molto abbondanti. Per la mancanza di dati che mettono in relazione il numero di cavità con la densità della popolazione di scoiattolo questa non è stata calcolata per l'area di Racconigi. Questi dati sono stati utilizzati per stimare la densità della popolazione di scoiattolo grigio attraverso l'algoritmo di Don (1985).

Tabella 6 - Riepilogo conta dei nidi e densità ricavate.

Area	N. nidi	Superficie (ha)	N. nidi/ha		
			Media	Min	Max
Stupinigi	121	30,18	3,93	2,09	4,96
Caramagna	27	9,56	2,99	1,73	4,53
		Stupinigi	Caramagna		
	Densità ind./ha	DL-DU	Densità ind./ha	DL-DU	
	2,423	2,171-2,675	1,779	1,354-2,204	

DISCUSSIONE

L'utilizzo della tecnica del distance sampling ha permesso di stimare una densità dello scoiattolo grigio nel bosco misto di latifoglie compresa tra 0,74 animali/ha (Stupinigi) e 1,42 animali/ha (Caramagna). A Stupinigi abbiamo riscontrato una differenza notevole tra i risultati ottenuti con il distance sampling (Tab. 7) e con la conta dei nidi. La differenza tra i risultati ottenuti con le due diverse metodologie può essere stata causata dalla difficoltà di movimento all'interno della fitta vegetazione e al rumore prodotto dal passaggio dell'osservatore che ha causato la fuga di animali prima di essere osservati. Questa problematica può aver causato una sottostima della densità ottenuta con il distance sampling, evidente se si considera invece la densità ottenuta con la conta dei nidi (media = 2,42), notevolmente più alta e in linea con altri studi nella stessa zona (Bertolino, 2004; Gurnell et al. 2001).

Tabella 7 – Riepilogo delle densità stimate nelle tre aree di studio con il metodo Distance Sampling e con la conta dei nidi.

	Stupinigi		Caramagna		Racconigi	
	Densità	DL-DU	Densità	DL-DU	Densità	DL-DU
Distance	0,737	0,494-1,100	1,416	0,807-2,485	2,697	2,057-3,535
Nidi	2,423	2,171-2,675	1,779	1,354-2,204		

DL Limite inferiore di confidenza della densità DU Limite superiore di confidenza della densità

La conta dei nidi a Stupinigi e Caramagna ha portato a dati in linea con un precedente studio (Wauters et al., 1997b). Su questo dato bisogna inoltre tenere conto di due fattori contrastanti: il primo è l'utilizzo da parte degli scoiattoli delle cavità all'interno dei fusti degli alberi e quindi il dato di questo studio può essere sottostimato; il secondo fattore è l'assenza di precipitazioni nevose durante l'inverno 2006-2007 che può aver mantenuto in buono stato molti nidi abbandonati dell'anno precedente (scambiati quindi per nidi occupati), causando così una sovrastima del numero di nidi ad ettaro.

A Caramagna la densità stimata con il distance sampling (media = 1,416) è simile e sovrapponibile a quella ottenuta con la conta dei nidi (media = 1,779). La densità più elevata è stata trovata nel Parco del Castello di Racconigi con 2,697 animali/ha (solo metodo Distance sampling).

Dal confronto tra la densità stimata con il distance sampling e quella con la conta dei nidi si può notare come il dato di Caramagna sia più omogeneo con entrambe le metodologie. Utilizzando il dato di Caramagna come modello di riferimento per le zone non oggetto di censimento, abbiamo stimato la popolazione presente all'interno dell'areale del 2000, utilizzando la carte dell'uso del suolo della Regione Piemonte e i dati ottenuti in questa ricerca (Tab. 8).

Tabella 8 - Numero stimato di individui di scoiattolo grigio nelle tre aree di studio e nelle altre aree forestali risultate occupate durante il monitoraggio del 1999-2000. Il numero di animali è stato stimato con il metodo del Distance sampling e la conta dei nidi.

Area	Distance			Conta dei nidi		
	Media	Min	Max	Media	Min.	Max.
Caramagna	80	45	140	100	76	124
Racconigi	267	173	413			
Stupinigi	151	111	248	545	489	602
Altre aree	2896	1651	5083	3639	2769	4508
Totale	3394	1980	5884	4284	3334	5234

La popolazione di scoiattolo grigio stimata applicando i dati ottenuti con il distance sampling è risultata composta da 3394 (min. = 1980, max. = 5884) individui. Utilizzando le stime di densità ottenute con la conta dei nidi, la popolazione era di 4284 (min. = 3334, max = 5234) animali. Queste stime sono intermedie a quelle ottenute da Wauters e colleghi (1997b) con la conta dei nidi a Stupinigi (2500 animali) e alle valutazioni di Bertolino e Genovesi (2003) sull'areale piemontese complessivo (6400 animali).

Proposta per un aggiornamento dell'areale dello scoiattolo grigio in Piemonte

L'ultimo censimento della diffusione dello scoiattolo grigio in Piemonte risale al 2000; all'epoca l'areale occupato era di circa 900 Km². Da allora non sono state fatte ulteriori verifiche dell'espansione della specie. Avere a disposizione dati aggiornati sull'areale occupato da una specie invasiva, come lo scoiattolo grigio, è di fondamentale importanza per poter valutare appieno eventuali scelte gestionali

Pertanto, si propone un programma di monitoraggio lungo il perimetro esterno dell'areale noto nel 2000, in modo da tenere aggiornata la situazione sulla diffusione dello scoiattolo grigio. Applicando il modello di aumento dell'areale di scoiattolo grigio riportato da Bertolino e Genovesi (2003), che prende in considerazione la superficie media annua di aumento di areale, lo scoiattolo americano dovrebbe aver colonizzato nel 2007 circa 1700 Km² di territorio piemontese.

Sono di seguito elencati (Tab. 9) il numero di boschi diviso per classi dimensionali che si trovano ad una distanza di 5, 10 e 20 km dal limite di diffusione dello scoiattolo grigio nel 2000 (Fig. 11). In queste fasce si dovrebbero effettuare dei controlli per verificare se l'espansione della popolazione ha seguito le previsioni. La zona si dovrebbe dividere in una fascia alpina e una di pianura. Nella prima, con grandi estensioni boschive, si dovrebbe procedere con un monitoraggio sistematico effettuando un transetto in ogni cella di una griglia di 1 km². Nella zona pianeggiante, dove le patches boschive sono meno frequenti e con una minore estensione, si dovrebbero controllare tutti i boschi con una superficie maggiore di 20 ha. I controlli dovranno essere condotti con la tecnica degli hair-tube, prevedendo dei transetti di lunghezza variabile in base all'estensione dei boschi da monitorare (Genovesi e Bertolino 2001)

Tabella 9 - Numero di patches boschive a una distanza di 5, 10, e 20 Km dal perimetro dell'areale occupato dallo scoiattolo grigio nel 2000.

Dimensione	No. patches		
Dimensione buffer (Km)	5	10	20
< 10ha	587	1667	5759
10 - 50 Ha	124	416	1474
50 - 100 Ha	26	86	260
> 100 ha	25	67	185
Totale	762	2236	7678

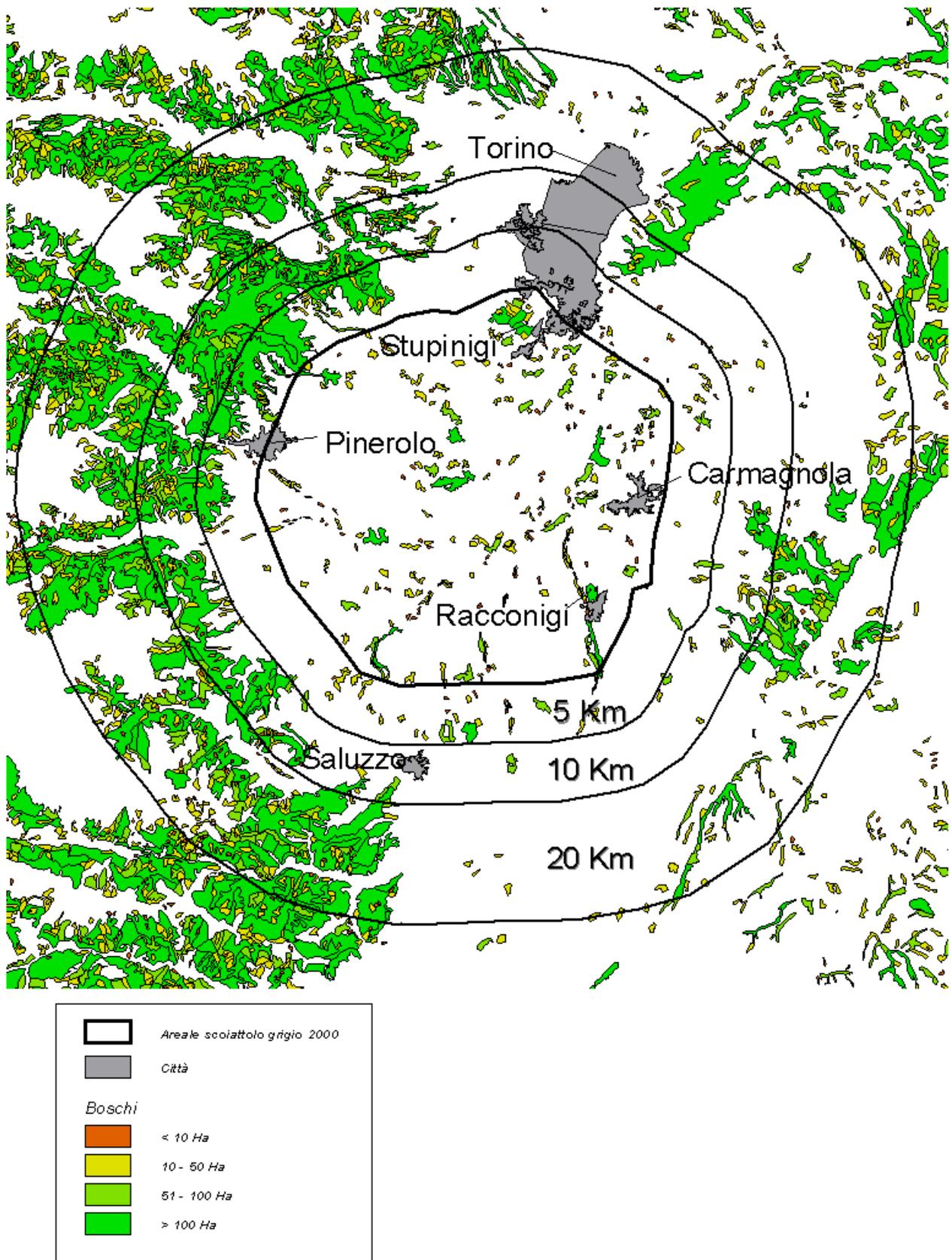


Figura 11 - Settori concentrici esterni all'areale occupato dallo scoiattolo grigio nel 2000.

BIBLIOGRAFIA

- Bertolino S., Currado I., Mazzoglio P.J., Pallavicino L., 1998. L'uso degli hair-tubes nel monitoraggio di roditori arboricoli. Il Congresso Italiano di Teriologia, Varese, Abstract book: 172.
- Bertolino S., Genovesi P., 2003. Spread and attempted eradication of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Italy, and consequences for the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Eurasia. *Biological Conservation* 109: 351-358.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L., Thomas L., 2001. *Introduction to Distance Sampling*. Oxford University Press.
- Cassey P., Mcardle B.H., 1999. An assessment of distance sampling techniques for estimating animal abundance. *Environmetrics* 10: 261-278.
- Capocaccia Orsini L., Doria G., 1991. *Animali e piante dalle Americhe all'Europa*. Sagep Editrice Genova.
- Don B.A.C., 1985. The use of drey counts to estimate grey squirrel populations. *Journal of Zoology* 206: 282-286.
- Genovesi P., Bertolino S., 2001. Linee guida per il controllo dello Scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis*) in Italia. Quaderni Conservazione della Natura 4. Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Gurnell J., 1996. The effects of food availability and winter weather on the dynamics of a grey squirrel population in southern England. *Journal of Applied Ecology* 33: 325-338.
- Gurnell J., Wauters L.A., Lurz P.W.W., 2004a. Alien species and interspecific competition: effects of introduced eastern grey squirrels on the red squirrel population dynamics. *J. Anim. Ecol.* 73: 26-35.
- Gurnell J., Wauters L.A., Preatoni D., Tosi G., 2001. Spacing behaviour, kinship, and population dynamics of grey squirrel in a newly colonized broadleaf woodland in Italy. *Can. J. Zool.* 79: 1533-1543.
- Gurnell J., Lurz P.W.W., Shirley M.D.F., Cartmel S., Garson P.J., Magris L., Steele J., 2004b. Monitoring red squirrel *Sciurus vulgaris* and grey squirrel *Sciurus carolinensis* in Britain. *Mammal Rev.* 34: 51-74.
- Healy W.M., Welsh C.J.E., 1992. Evaluating line transects to monitor gray squirrel populations. *Wildl. Soc. Bull.* 20: 83-90.
- Hein E.W., 1997. Demonstration of Line Transect Methodologies to Estimate Urban Grey Squirrel Density. *Environmental Management* 21: 943-947.
- Kenward R.E., Tonkin J.M., 1986. Red and Grey squirrels: some behavioural and biometric differences. *Journal of Zoology* 209: 279-281.
- Kenward R.E., Holm J.L., 1993. On the replacement of the red squirrel in Britain: a phytotoxic explanation. *Proc. R. Soc. Lond. B* 25: 187-197.
- Meriggi A., 1989. Analisi critica di alcuni metodi di censimento della fauna selvatica (Aves, Mammalia). *Aspetti teorici ed applicativi. Ric. Biol. Selvaggina* 83: 1-59.
- Signorile A.L., Evans J., 2007. Damage caused by the American grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) to agricultural crops, poplar plantations and semi-natural woodland in Piedmont, Italy. *Forestry* 80: 89-98.
- Thomas, L., Laake, J.L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Hedley, S.L., Pollard, J.H., Bishop, J.R.B. and Marques, T.A., 2006. *Distance 5.0*. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.
- Wauters L.A., Dhondt A.A., 1988. The use of red squirrel dreys to estimate population density. *Journal of Zoology* 214: 179-187.

- Wauters L.A., Tosi G., Gurnell J., 2002. Interspecific competition in tree squirrels: do introduced grey squirrels (*Sciurus carolinensis*) deplete tree seeds hoarded by red squirrels (*Sciurus vulgaris*)? Behav. Ecol. Sociobiol. 51: 360-367.
- Wauters L. A., Currado I., Mazzoglio P.J., Gurnell J., 1997a. Replacement of red squirrels by introduced grey squirrels in Italy: evidence from a distribution survey. In Gurnell J. & Lurz P. (eds.), "The Conservation of Red Squirrels, *Sciurus vulgaris* L.", pp. 79-88. People's Trust for Endangered Species, London.
- Wauters L.A., Gurnell J., Currado I., Mazzoglio P.J., 1997b. Grey squirrel *Sciurus carolinensis* management in Italy – squirrel distribution in a highly fragmented landscape. Wildlife Biology 3: 117-124.