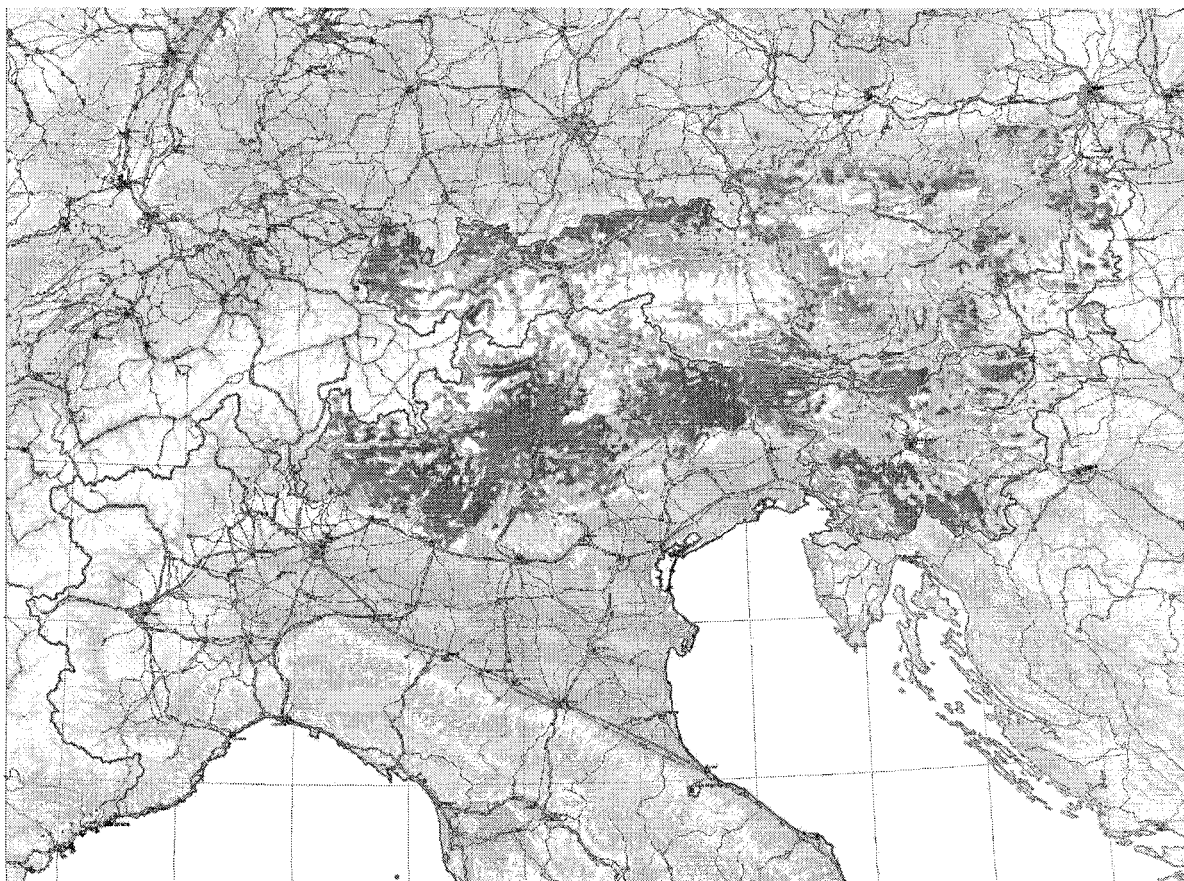


LIFE-Nature Co-op Project  
"Principles for the establishment of an  
Alpine brown bear metapopulation"

## Azione A.2

### Analisi delle possibilità di affermazione di una metapopolazione alpina di orso bruno



NOVEMBRE 2005

Damiano G. Preatoni, PhD  
Clara Tattoni

Università degli Studi dell'Insubria  
Dipartimento Ambiente-Salute-  
Sicurezza  
Unità di Analisi e Gestione delle  
Risorse Naturali

Andrea Mustoni  
Filippo Zibordi

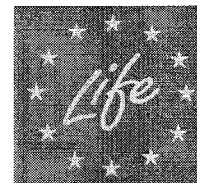
Parco Naturale Adamello Brenta  
Ufficio faunistico

# Analisi delle possibilità di affermazione di una metapopolazione alpina di orso bruno

Il presente documento rappresenta la realizzazione dell'AZIONE A2 del progetto, co-finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma LIFE Natura, denominato:



## **PROGETTO LIFE CO-OP NATURA** **“Criteri per la creazione di una metapopolazione alpina di orso bruno”** **LIFE2003NAT/CP/IT/000003**



*Realizzato grazie alla collaborazione di:*



Roberta Chirchella  
Edoardo Lattuada  
Andrea Mustoni  
Filippo Zibordi  
**Parco Naturale Adamello Brenta**



Klemen Jerina  
Marko Jonožovic  
Miha Marenc  
**Servizio Foreste sloveno**



Norbert Gerstl  
Felix Knauer  
Georg Rauer  
Beate Striebel  
**WWF Austria**



Stefano Filacorda  
Giorgio Marchesini  
Antonella Stravisi  
**Dipartimento di Scienze Animali**  
**Università degli Studi di Udine**

# INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA.....	4
2. PRESUPPOSTI METODOLOGICI.....	6
2.1 Area di studio.....	6
2.2 Dati di base .....	6
2.2.1 Sistema di coordinate di riferimento e risoluzione spaziale .....	6
2.2.2 Dati relativi all'orso .....	7
2.2.3 Dati relativi all'habitat.....	7
3. ELABORAZIONE DEL MODELLO.....	8
4. TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE.....	9
4.1 Analisi della Regressione Logistica.....	9
4.2 Automi Cellulari.....	10
5. RISULTATI .....	11
6. CONCLUSIONI.....	13

# 1. PREMESSA

Il presente lavoro è stato attuato grazie ad un contributo comunitario concesso nell'ambito di un progetto LIFE Co-op Natura tendente a valutare le possibilità di sviluppo e affermazione degli orsi sulle Alpi Centro-orientali (*"Principles for the establishment of an Alpine brown bear metapopulation"*).

Questo rapporto rappresenta la realizzazione dell'Azione A2 (*"Analisi delle possibilità di affermazione di una metapopolazione alpina di orso bruno"*) del progetto, che vede come Beneficiario il Parco Naturale Adamello Brenta e come partner il Servizio Foreste della Repubblica di Slovenia, il WWF Austria e l'Università di Udine (Facoltà di Veterinaria, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Animali).

In particolare, l'Azione cui si riferisce il rapporto è stata realizzata grazie all'Università degli Studi dell'Insubria - Dipartimento Ambiente-Salute-Sicurezza (Unità di Analisi e Gestione delle Risorse Naturali), che ha effettuato tutte le analisi che hanno portato al Modello di Valutazione Ambientale presentato.

L'obiettivo del lavoro è, infatti, quello di definire e applicare una metodologia per l'elaborazione di un modello predittivo, utile all'identificazione di aree idonee all'insediamento dell'orso bruno nelle aree alpine di Austria, Italia e Slovenia.

Va peraltro considerato che elaborare modelli statistici della distribuzione potenziale di una specie, che possano essere realmente utili per la sua conservazione, è spesso un compito difficoltoso. Per ottenere un modello in grado di fornire previsioni affidabili è, infatti, indispensabile una solida base di elementi conoscitivi riguardanti le preferenze ambientali della specie oggetto di studio. Il compito risulta ancor più arduo se, come nel presente lavoro, il Modello si propone di valutare le possibilità di espansione in aree di potenziale futura occupazione. In questo caso sono, infatti, necessarie anche informazioni di dettaglio circa la dinamica della popolazione indagata.

Nel caso dell'orso, specie capace di modulare sia le preferenze ambientali sia la dinamica della propria popolazione in rapporto all'area geografica di analisi, tali informazioni raramente sono disponibili al livello di precisione richiesto.

Nonostante questo, ciascuna fase del processo di modellizzazione effettuato è stata pianificata e realizzata con l'obiettivo di produrre materiale efficacemente utilizzabile quale ausilio al supporto decisionale nel contesto della pianificazione di strategie ed interventi per la conservazione dell'orso bruno.

Il risultato atteso dell'Azione A.2 è quindi la produzione di un modello predittivo, in forma cartografica, che risulti utile all'identificazione delle aree idonee alla presenza dell'orso bruno sulle Alpi Centro-orientali e che consenta inoltre di prevedere in quali zone le popolazioni si possano presumibilmente espandere in un prossimo futuro.

I risultati del modello prodotto si propongono come una importante base sulla quale valutare le possibilità di creazione di una metapopolazione alpina, ovvero di un insieme di nuclei capaci di scambiarsi periodicamente degli individui in grado di favorire un utile flusso genico.

Una situazione di questo tipo sarebbe indiscutibilmente un notevole vantaggio in termini conservazionistici nei confronti di una specie come l'orso bruno, ritenuta prioritaria nelle politiche ambientali dell'Unione Europea.

Questo documento è principalmente indirizzato a personale "non tecnico", così come a tutte le parti coinvolte nei processi di pianificazione strategica territoriale.

Per questo motivo, si è cercato di sintetizzare il più possibile le parti relative alle tecniche di analisi che hanno portato al Modello di Valutazione Ambientale (SEPM), lasciando più spazio alla descrizione degli esiti dello stesso. Una scelta di questo tipo è stata dettata dalla speranza che il documento possa essere uno strumento utile anche

a sensibilizzare i Gestori del territorio nei confronti del possibile arrivo dell'orso nelle aree di propria competenza amministrativa.

Il modello è dunque arrivato ad ipotizzare delle potenziali "linee di spostamento" degli orsi (corridoi) dalle zone di attuale frequentazione a quelle ritenute idonee alla loro presenza in base agli esiti delle analisi territoriali effettuate.

Il lavoro presentato si è basato sulla stretta collaborazione di tutte le strutture sopracitate, che hanno condiviso i dati a propria disposizione e, nel corso di numerosi incontri, hanno discusso in modo proficuo i dettagli dell'iniziativa.

A tal fine sono risultate particolarmente importanti le esperienze maturate nell'ultimo decennio nel corso della realizzazione dei progetti LIFE realizzati negli ambiti territoriali di rispettiva competenza e riguardanti la conservazione dell'orso bruno.

In modo analogo è risultata particolarmente utile l'esperienza sviluppata negli ultimi anni dall'Unità di Analisi e Gestione delle Risorse Naturali dell'Università dell'Insubria in termini di modellistica ambientale riferita alle popolazioni di mammiferi alpini.

## 2. PRESUPPOSTI METODOLOGICI

### 2.1 Area di studio

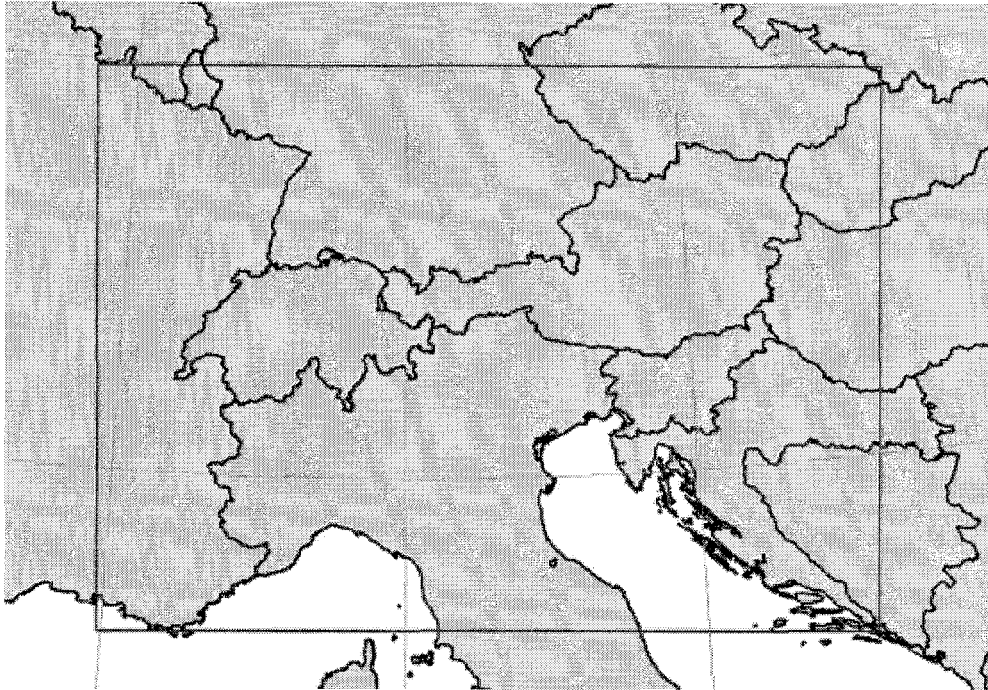


Figura 1: Collocazione geografica e confini dell'area di studio.

L'area individuata per l'elaborazione e l'applicazione del modello include l'intero territorio dell'Austria e della Slovenia e la porzione alpina del territorio italiano compreso tra la Lombardia e i confini delle due nazioni citate (Figura 1). Approssimativamente, tale area si estende tra 4°E e 18°E di longitudine e tra 43°N e 50°N di latitudine.

Principalmente in funzione della copertura geografica dei dati utilizzati, si è applicato il modello ad un'area di minore estensione, contenente l'intero territorio nazionale per Austria e Slovenia e solo la porzione alpina e prealpina del territorio italiano.

### 2.2 Dati di base

#### 2.2.1 Sistema di coordinate di riferimento e risoluzione spaziale

Tutti i dati utilizzati sono stati forniti dal beneficiario e dai partner del progetto, ciascuno nel proprio sistema di coordinate di riferimento nazionale. A causa della rilevante estensione spaziale dell'area di studio, tutti i dati geografici utilizzati sono stati sottoposti a procedure di armonizzazione che hanno comportato la ri-proiezione in uno dei sistemi comuni di coordinate europei (ETRS-LCC). I dati relativi all'uso del suolo (CORINE *Land Cover*) sono stati forniti dall'Unione Europea e analogamente armonizzati.

La risoluzione spaziale della cartografia utilizzata e prodotta è stata fissata a 250 m, ovvero i dati relativi alla caratterizzazione dell'area di studio, così come la loro rappresentazione cartografica, sono riferibili ad un'unità minima pari ad un quadrato (detto *cella*) di 250 m di lato.

### 2.2.2 Dati relativi all'orso

Ciascun partecipante al progetto cui si riferisce il presente lavoro ha condiviso i dati in proprio possesso in modo da creare un *database* uniforme relativo alle localizzazioni di orso ottenute mediante *radio tracking*, per un totale di 10582 radiolocalizzazioni relative a ben 42 animali. È stato prodotto anche un secondo *database*, contenente informazioni relative ad avvistamenti e segni di presenza certa in genere (tracce, danni ecc.). Questa seconda fonte di informazioni non è stata utilizzata per la realizzazione di un modello in base alla convinzione, condivisa dai partecipanti, che tali dati risultano di valore inferiore nell'identificazione delle caratteristiche delle aree idonee all'orso bruno, in quanto spesso riferibili alle zone aperte (avvistamenti), a siti di attrazione (danni) o ad aree ad alta frequentazione antropica (tracce).

Al contrario, le analisi relative all'uso selettivo dello spazio ed alle preferenze in termini di habitat, condotte sulle radiolocalizzazioni, hanno permesso di valutare la dinamica delle aree vitali e la loro variazione stagionale, fornendo anche elementi utili per la stima dei parametri caratterizzanti gli spostamenti di singoli orsi necessari al programma di simulazione.

### 2.2.3 Dati relativi all'habitat

I dati geografici utilizzati quali variabili ambientali nel modello di regressione logistica (descritto nella Sezione 4.1) possono essere ascritti alle seguenti categorie:

**morfologia:** mosaico dei Modelli Digitali del Terreno per Austria, Italia e Slovenia;

**uso e copertura del suolo:** CORINE *Land Cover*;

**impatto antropico:** grafo della rete viaria (limitatamente alla viabilità primaria e sino al livello di Strada Provinciale); grafo della rete ferroviaria; aree densamente abitate (derivate da CORINE *Land Cover*).

A partire dai tematismi sopra elencati, sono stati derivati 87 strati informativi secondari, utilizzati come descrittori dell'habitat, ovvero come dati in ingresso nella formulazione del modello di regressione logistica.

### 3. ELABORAZIONE DEL MODELLO

Le tecniche utilizzate per la realizzazione del modello, nonché per la valutazione delle future possibilità di espansione, sono basate su metodi statistici di uso comune e sulla cartografia numerica, secondo un approccio integrato dove i Sistemi Informativi Territoriali (SIT) e le simulazioni numeriche vengono utilizzate in modo sinergico.

La dinamica di popolazioni classica spesso prescinde dal fatto che le popolazioni oggetto di studio occupino una determinata posizione nello spazio, limitandosi ad analizzare la variazione nel tempo del numero di animali. D'altro canto, nel contesto dei SIT maggiore enfasi viene data al contesto spaziale, spesso non considerando la dimensione temporale dell'argomento analizzato. L'utilizzo sinergico di entrambe le metodologie consente di ottenere informazioni relative alla dinamica di popolazione nel naturale contesto spaziale, elemento che costituisce un vantaggio nel pianificare le strategie relative alla conservazione dell'orso bruno nelle Alpi Centro-orientali. Spesso, in campo applicativo, le principali problematiche da considerare sono le seguenti:

- *dove* una popolazione o metapopolazione potrebbe espandersi?
- *Quando* tali aree verranno raggiunte?
- *Quanti* animali potrebbero essere presenti?

Nel caso specifico, particolare attenzione è stata posta alle prime due problematiche, ritenute di maggiore interesse nel contesto della pianificazione.



## 4. TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE

La strategia di elaborazione del modello è stata definita al fine di raggiungere due differenti obiettivi: in primo luogo poter predire quali fossero le zone maggiormente idonee per l'orso, senza formulare alcuna considerazione relativamente all'andamento della dinamica delle popolazioni, e in secondo luogo stimare le possibilità di movimento ed espansione tra aree idonee.

Pertanto, il processo di modellizzazione si è svolto secondo due fasi: una fase di modellizzazione "statica", relativa alla distribuzione potenziale della specie ed all'idoneità ambientale, ed una "dinamica", relativa alle possibilità di spostamento ed alla dinamica di popolazione.

Le tecniche statistiche disponibili per entrambe le fasi sopra descritte sono numerose. Per la modellizzazione statica è stata utilizzata l'analisi di regressione logistica (ARL), una tecnica ampiamente disponibile e molto utilizzata. Per la modellizzazione dinamica è invece stato sviluppato un programma di simulazione dedicato mediante la tecnica degli Automi Cellulari.

Entrambe le tecniche sono state applicate in maniera spazialmente esplicita, utilizzando un Sistema Informativo Territoriale.

### 4.1 Analisi della Regressione Logistica

L'ARL è una tecnica statistica multivariata che può essere utilizzata per predire la probabilità di presenza di una data specie (detta "variabile responso" o "variabile indipendente") in base ai valori assunti da altre variabili ambientali o variabili indipendenti, che descrivono quante più possibili caratteristiche dell'area di studio.

Un modello di regressione logistica viene elaborato a partire da una serie di strati informativi, gestiti mediante SIT, ognuno relativo ad una singola caratteristica (quota, esposizione, pendenza, uso del suolo, distanza dalla rete viaria, ecc.). Il numero e la varietà degli strati informativi utilizzati è estremamente variabile e spesso solo un sottoinsieme dei tematismi utilizzati risulta significativamente utile al fine della determinazione della probabilità di utilizzo di un'area da parte dell'orso bruno. Una volta elaborato, un modello può essere quindi applicato all'intera area di studio, producendo un nuovo strato informativo che rappresenta una mappa della probabilità di presenza della specie.

Un utile prodotto del processo di realizzazione di un modello ARL è la lista delle variabili ambientali significative e, in particolare, i valori della statistica denominata *odds ratio*, che forniscono una precisa informazione in merito al contributo effettivo di ciascuna variabile al risultato finale.

La significatività delle variabili ambientali nel predire la probabilità di presenza di una data specie viene valutata confrontando valori relativi a punti di sicura presenza della specie con valori rilevati in punti dove la specie sia "assente". La definizione dei punti di "assenza" della specie costituisce spesso un problema, dato che normalmente l'unico dato di cui si può disporre in realtà è quello relativo alla presenza, mentre non è possibile definire un'area (eccettuati i casi ovvi) come sicuramente non utilizzabile.

Nel presente caso, i punti relativi alla presenza dell'orso bruno sono stati ottenuti esclusivamente da radiolocalizzazioni, effettuate nell'ambito di tre differenti progetti, attuati da tre partecipanti al progetto LIFE Co-op, per un totale di 10582 punti.

I punti di "assenza", più difficili da stimare secondo quanto detto sopra, sono stati ottenuti generando un campione di punti distribuiti casualmente entro l'area di studio. Ciò significa che il modello prodotto confronta punti utilizzati dall'orso bruno (e quindi

deliberatamente selezionati) con punti selezionati a caso.

Sono stati prodotti numerosi modelli ARL, sia analizzando separatamente i dati propri di ciascun partecipante al progetto, sia considerando l'insieme di dati: la *performance* di ciascun modello ARL è stata misurata utilizzando tecniche di routine quali i Criteri di Informazione di Akaike e di Bayes (AIC, BIC), utilizzati sovente quali indicatori di "qualità" per un gruppo di modelli analoghi. Tali indici penalizzano modelli meno significativi e meno "parsimoniosi" in termini di numero di variabili ambientali utilizzate.

## 4.2 Automi Cellulari

Negli ultimi anni, la capacità di elaborazione disponibile ha reso possibile scrivere e utilizzare programmi di simulazione al calcolatore in grado di prendere in considerazione il singolo individuo, sia con un elevato numero di individui simulati, sia in ampi contesti geografici.

Nell'ambito del presente studio è stato sviluppato un programma di simulazione in grado di emulare spostamenti di singoli orsi, anche tenendo conto di una dinamica di popolazione in forma semplificata.

In linea di principio, il simulatore cerca di riprodurre gli spostamenti di un mammifero in base alle caratteristiche dell'habitat circostante, generando traiettorie limitate dall'habitat, rappresentato mediante un "piano di probabilità" calcolato mediante regressione logistica. Gli animali simulati si spostano ed interagiscono su base temporale mensile, cosa che permette di tenere in debito conto variazioni stagionali di comportamento e non solo: è stata inclusa nel sistema di simulazione la possibilità di definire strategie comportamentali di base, in rapporto a quanto emerso dalle analisi condotte sulle radiolocalizzazioni. È, infatti, emersa una differenza del comportamento spaziale che consente di identificare orsi "mobili" e "sedentari", caratteristica che non è risultata dipendere né dal sesso né dall'età.

I risultati del simulatore sono stati di particolare aiuto nell'identificare aree "corridoio", non idonee alla presenza stabile della specie, ma utilizzabili per lo spostamento da un'area idonea all'altra, così come nell'ottenere stime sulla tempistica dell'eventuale espansione.

## 5. RISULTATI

I risultati ottenuti sono stati sintetizzati in forma di Carta della Distribuzione Potenziale (si veda la carta allegata), nella quale sono indicate sia le aree idonee all'insediamento stabile sia le aree corridoio. Il migliore modello ARL ottenuto è risultato dipendere dalle variabili ambientali di seguito elencate:

<b>Variabile</b>	<b>Odds Ratio</b>
Percentuale di aree urbane <sup>1</sup> (COR7_100)	1.12842
Percentuale di aree a frutteto e/o vigneto (COR7_220)	1.15205
Percentuale di aree a pascolo (COR7_231)	1.04504
Percentuale di aree a mosaico agricolo (agroecosistemi) (COR7_240)	1.07474
Percentuale di aree agricole con caratteristiche naturali o semi-naturali (COR7_250)	1.01751
Percentuale di aree a bosco di latifoglie (COR7_311)	1.10648
Percentuale di aree a bosco di aghifoglie (COR7_312)	1.12070
Percentuale di aree a bosco misto (COR7_313)	1.14787
Percentuale di aree a copertura prevalentemente erbacea (COR7_321)	1.08987
Percentuale di aree incolte (COR7_322)	1.09103
Percentuale di aree a copertura arbustiva (COR7_324)	1.16143
Percentuale di aree a copertura rocciosa (COR7_332)	1.09775
Percentuale di aree coperte da vegetazione rada (COR7_333)	1.04096
Distanza da aree densamente popolate (m, D_PPEERS)	0.99992
Distanza da ferrovie (m, D_RAILSEER)	1.00005
Distanza da strade (di qualunque categoria) (m, D_RALLEERS)	1.00004
Distanza da strade ad elevato transito (m, D_RHWEERS)	0.99996
Distanza da strade a basso livello di traffico (m, D_RSPEERS)	1.00006
Indice di forma delle aree forestali (F_SHAPE)	1.00784
Longitudine (XCOORD)	0.00001
Longitudine x Latitudine (XY)	5.20767
Longitudine, effetti di secondo e terz'ordine:	
Longitudine (X3)	1.06616
Longitudine e latitudine (X2Y)	0.95320
Longitudine e latitudine (XY2)	0.98909

Le variabili elencate esercitano influenze differenti nel determinare la presenza o l'assenza dell'orso bruno. I valori di *odds ratio* spiegano tale influenza: una diminuzione della distanza da strade ed aree abitate può ridurre la probabilità di presenza, come invece un aumento della superficie forestata a bosco misto, o delle aree a vegetazione arbustiva o delle coltivazioni arboree da frutto, può causare un aumento della probabilità di presenza per l'orso bruno.

<sup>1</sup>calcolata su un intorno di 10 km (vale per le prime 13 variabili ambientali)

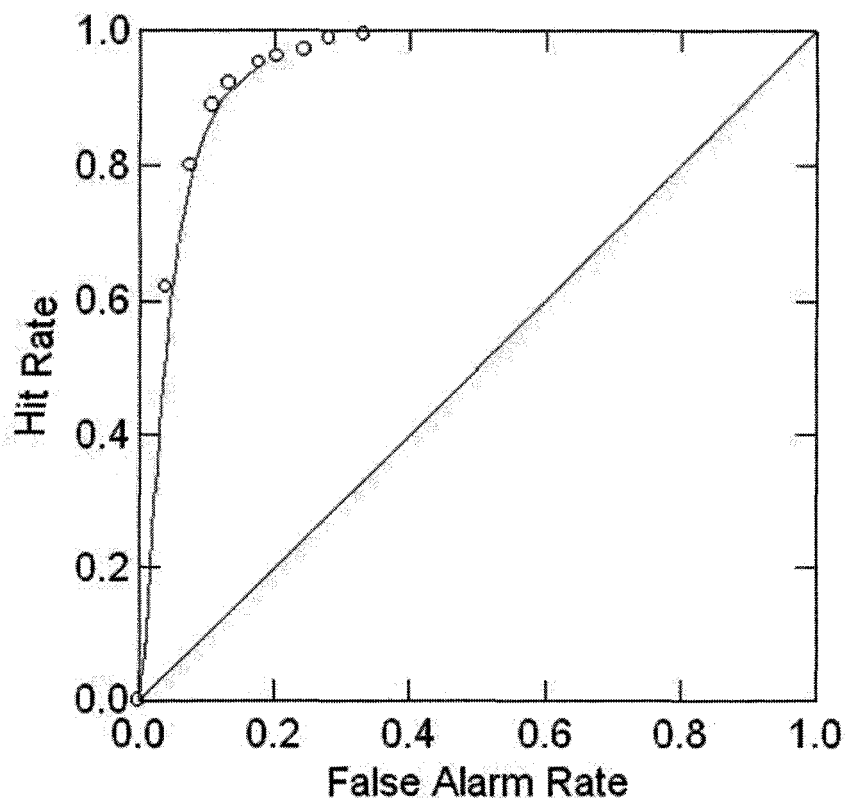


Figura 2: Curva ROC per il modello di regressione logistica.

Il risultato di un modello di regressione logistica solitamente consiste in una Carta di Presenza Potenziale che rappresenta una serie di probabilità comprese tra 0 e 100. Un simile risultato spesso è di difficoltosa interpretazione e risulta di più immediata lettura se riclassificato in termini di due sole classi: presenza e assenza. Sorge pertanto il problema di suddividere il campo di variazione continua da 0 a 100 in due classi in modo non arbitrario. In tale caso, una delle tecniche utilizzabili comporta la costruzione e l'analisi della cosiddetta curva ROC (*Receiver Operating Curve*, Figura 2), tecnica che consente l'identificazione di un punto di confine mantenendo una soglia di confidenza delle predizioni prefissata. Il migliore modello ottenuto ha una accuratezza di classificazione pari al 94.1% ed il valore soglia selezionato per discriminare tra presenza e assenza è stato scelto in modo da ottenere il 95% di classificazioni corrette, mantenendo al contempo il numero di "falsi positivi" (celle non idonee erroneamente classificate come idonee) il più basso possibile (17%). Questo significa che una qualunque cella di 250 m di lato identificata come potenzialmente idonea per l'orso bruno ha una probabilità pari al 95% (19 casi su 20) di essere realmente idonea, che un 17% delle celle è invece esposto al rischio di classificazione errata.

## 6. CONCLUSIONI

Il modello applicato evidenzia come l'area di indagine offra notevoli possibilità di espansione per le popolazioni di orso attualmente presenti in Slovenia, Austria, Trentino e nella zona situata al confine tra le tre nazioni (Tarvisio - Austria Meridionale - Slovenia del nord).

Dall'osservazione della cartografia allegata appare evidente come, a fronte dell'esiguità numerica dei nuclei di orso attualmente presenti (ad eccezione della popolazione dinarico-slovena, che è al momento stimata in 450-550 individui) e della limitata superficie interessata dalla loro presenza, le aree a tutt'oggi idonee per la presenza potenziale della specie siano particolarmente estese. Una considerazione di questo tipo potrebbe indurre a pensare che le popolazioni oggetto del presente studio abbiano un'ampia possibilità di sviluppo futuro sia in termini territoriali sia, conseguentemente, in termini numerici. I quattro nuclei considerati potrebbero dunque con tutta probabilità raggiungere, indipendentemente l'uno dall'altro, una consistenza tale da mantenersi lontani dall'estinzione nel medio-lungo periodo.

Oltre a ciò, il modello applicato evidenzia la presenza di numerose aree che, seppure non adeguate dal punto di vista ambientale per una presenza stabile, possono essere considerate idonee alla percorrenza da parte degli orsi. Tali zone "di passaggio" possono fungere da corridoi di collegamento tra più aree di presenza stabile, garantendo nel loro complesso la futura possibilità di affermazione di una metapopolazione (definita come una popolazione animale composta da più gruppi distinti, separati geograficamente ma in grado di interagire l'uno con l'altro mediante reciproci scambi di individui). Attraverso i corridoi faunistici, in altre parole, gli orsi saranno in grado di spostarsi tra un'area e l'altra, permettendo tra le altre cose uno scambio di individui (e quindi di geni) tra nuclei altrimenti isolati e rendendo possibile in tal modo il raggiungimento della varietà genetica caratteristica della specie.

In questo senso vanno inoltre considerate le notevoli capacità di spostamento che caratterizzano la specie, in grado di percorrere anche decine di chilometri in un solo giorno e quindi di sfruttare in pieno la presenza delle aree di transito. Nel dettaglio, sembrano evidenziarsi i seguenti corridoi (percorribili in entrambi i sensi):

Corridoio		Area geografica interessata
1	"Slovenia-Austria" est	Dalle foreste della Slovenia meridionale (parte orientale della core area - Riserva di Kočevje) verso nord, passando a est di Ljubljana e a sud-ovest di Maribor. Da qui verso nord-ovest si oltrepassa il confine tra Slovenia e Austria per entrare nel Land austriaco della Stiria (Steiermark) con un percorso curvilineo a ovest e a nord di Graz.
2	"Slovenia-Austria" ovest	Dalla Slovenia meridionale (parte occidentale della core area - Riserva di Jelen-Sneznik) a nord verso l'area del Triglav, fino a ricollegarsi idealmente con il corridoio riportato con il numero 2 nella presente tabella.
3	"Slovenia-Austria" confine	Vicino e lungo il confine tra Slovenia e Austria: a nord di Ljubljana, a sud di Klagenfurt, fino quasi al confine tra i due Länder austriaci della Carinzia (Kärnten) e del Tirolo. Il corridoio può essere inteso in continuità con quelli riportati con il numero 1, 3, 4 e il 5 della presente tabella.
4	"Slovenia-Italia" est-ovest	Vasta area potenzialmente idonea agli spostamenti degli orsi che parte dalla Slovenia Meridionale (parte

		occidentale della core area) e si sviluppa verso nord-ovest. Oltre il confine tra Slovenia e Italia, passando dal Friuli e dal Veneto per arrivare fino al Trentino.
5	"Italia-Austria" est	Sulla frontiera italo-austriaca (a livello di confine tra le regioni di Friuli-Venezia Giulia e Veneto), verso nord con percorso curvilineo aperto a ovest, nella parte occidentale del Land austriaco della Carinzia (Kärnten) fino al Land Salisburghese (Salzburg).
6	"Italia-Austria" centro	Dal Cadore (BL) verso la provincia di Bolzano risalendo lungo la Valle Isarco. Da Vipiteno, attraverso il passo del Brennero, in Austria fino ad Innsbruck (Tirolo).
7	"Italia-Austria" ovest	In Alto Adige, lungo la valle dell'Adige, a ovest di Bolzano, lungo la Val Venosta verso l'Engadina da una parte e l'estremità occidentale dell'Austria dall'altra.

I corridoi esposti nella tabella sopra riportata non devono essere intesi come le uniche aree percorribili da parte degli orsi, ma più semplicemente come quelle dove, in base al modello utilizzato, appaiono massime le probabilità che tale evento accada. Anche per questo motivo, la rappresentazione grafica dei corridoi non riporta a indicazioni di dettaglio e non fornisce informazioni circa l'ampiezza dei corridoi stessi. Appare quindi evidente il suo valore puramente descrittivo.

Va infine considerato che il presente studio, allo scopo di verificare le possibilità di affermazione di una metapopolazione tra i nuclei attualmente presenti, ha limitato l'area di applicazione del modello alle Alpi Centrali ed Orientali, ossia alla zona compresa nell'ipotetico triangolo individuato collegando le popolazioni di orsi esistenti. Per questo motivo, è altamente probabile che anche all'esterno della zona considerata vi siano vasti territori idonei alla presenza dell'orso e che, di conseguenza, esistano reali possibilità per una futura espansione della specie su altre porzioni dell'Arco Alpino.

Eventuali aree per le quali l'idoneità ambientale appare poco rispondente alle aspettative di chi conosce i territori possono essere interpretate come errori del modello, causati principalmente dalla vasta scala territoriale sulla quale è stato applicato e dall'eterogeneità delle situazioni ambientali in essa presenti.

Nonostante questo, appare evidente come le attuali caratteristiche ambientali e antropiche dell'area in questione possano essere considerate idonee alla costituzione di una metapopolazione di orsi. Va tuttavia considerato come i fattori di dinamica di popolazione capaci di condizionare tale possibilità siano poco prevedibili nel tempo. In particolare, dovranno essere attentamente valutati tutti i fenomeni in grado di aumentare la mortalità diretta degli animali.





**LIFE Nature CO-OP PROJECT**  
"Principles for the establishment of an  
Alpine brown bear metapopulation"  
LIFE2003NAT/CP/IT/000003  
Action A.2 - Analysis of possibilities of establishing  
a brown bear metapopulation

# Brown bear potential distribution map

projection: ETRS, Lambert Conformal Conic  
datum: WGS84  
1:2 500 000  
0 25 50 75 100 km



## Legend

**Potential distribution model**  
Potential corridor areas  
Potential distribution

**Corridor areas**  
Potential corridor (2015-2020)  
Active corridor

**Cities**  
City Size  
Capital  
Urban Area  
Major Roads  
Road Type  
Motor way  
Federal Highway (dual)  
Federal Highway  
Regional Road  
Local Road  
Other Road  
Railroads

