



# Biodiversità

Daniel Franco



# Seguiamo un filo logico

1. Cos'è la biodiversità?
2. Chi la misura?
3. Alcuni strumenti possibili
  - Misure della biodiversità
  - Impatti e previsioni



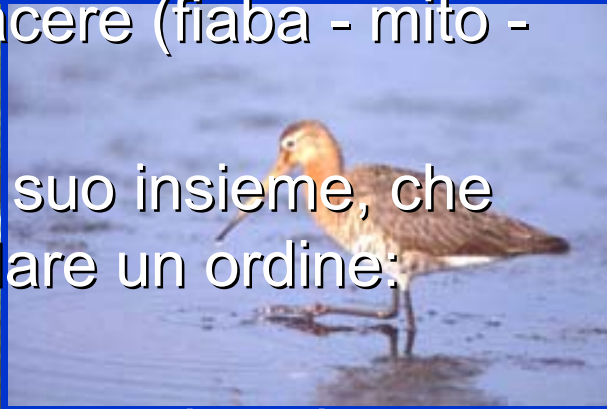
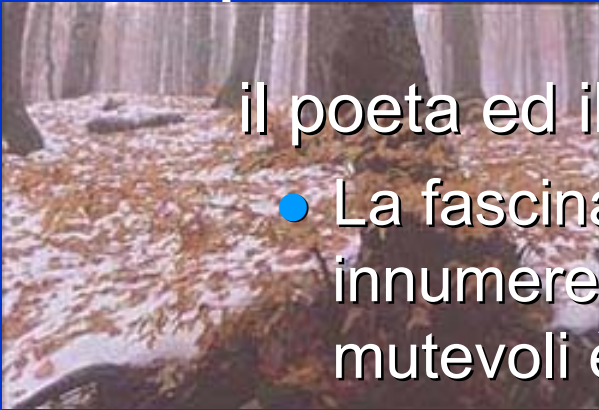
# 3.1 Cos'è la biodiversità?

tra soggettività  
ed oggettività


# cosa ci affascina nella biodiversità?

il poeta ed il collezionista

- La fascinazione dell'essere circondati da innumerevoli animali e piante o da paesaggi mutevoli è un elemento positivo che suscita un arcano ma preciso senso di piacere (fiaba - mito - religiosità)
- interesse nella complessità nel suo insieme, che varia (e.g. piacere umano nel dare un ordine: classificare e dare coerenza)
- la diversa percezione dello scrittore, dell pittore, del tassonomo, del genetista



# Etica ed Estetica

- la co(no)scienza, anche se non percepibile direttamente e fisicamente, *genera un coinvolgimento estetico*  nella comprensione del oggetto (il problema) e conseguenti *stati emotivi*
- ⇨ posizioni etiche perché implicano, sulla base di una conoscenza personale, valutazioni morali sulla qualità della vita propria e delle generazioni future, o in senso più ampio il permanere della vita come la conosciamo

# il peso dei filtri culturali

- paradigma bio-centrico
  - il peso della “neutralità” e assenza di “giudizio” umano
- paradigma socio-centrico
  - il peso della valutazione sociale



## 3.2 Chi la misura?

chi genera e consolida la  
consapevolezza sociale

Per approfondire vedi: [Il ruolo degli esperti nelle società](#)



## 3.3 alcuni strumenti possibili

i tentativi degli esperti



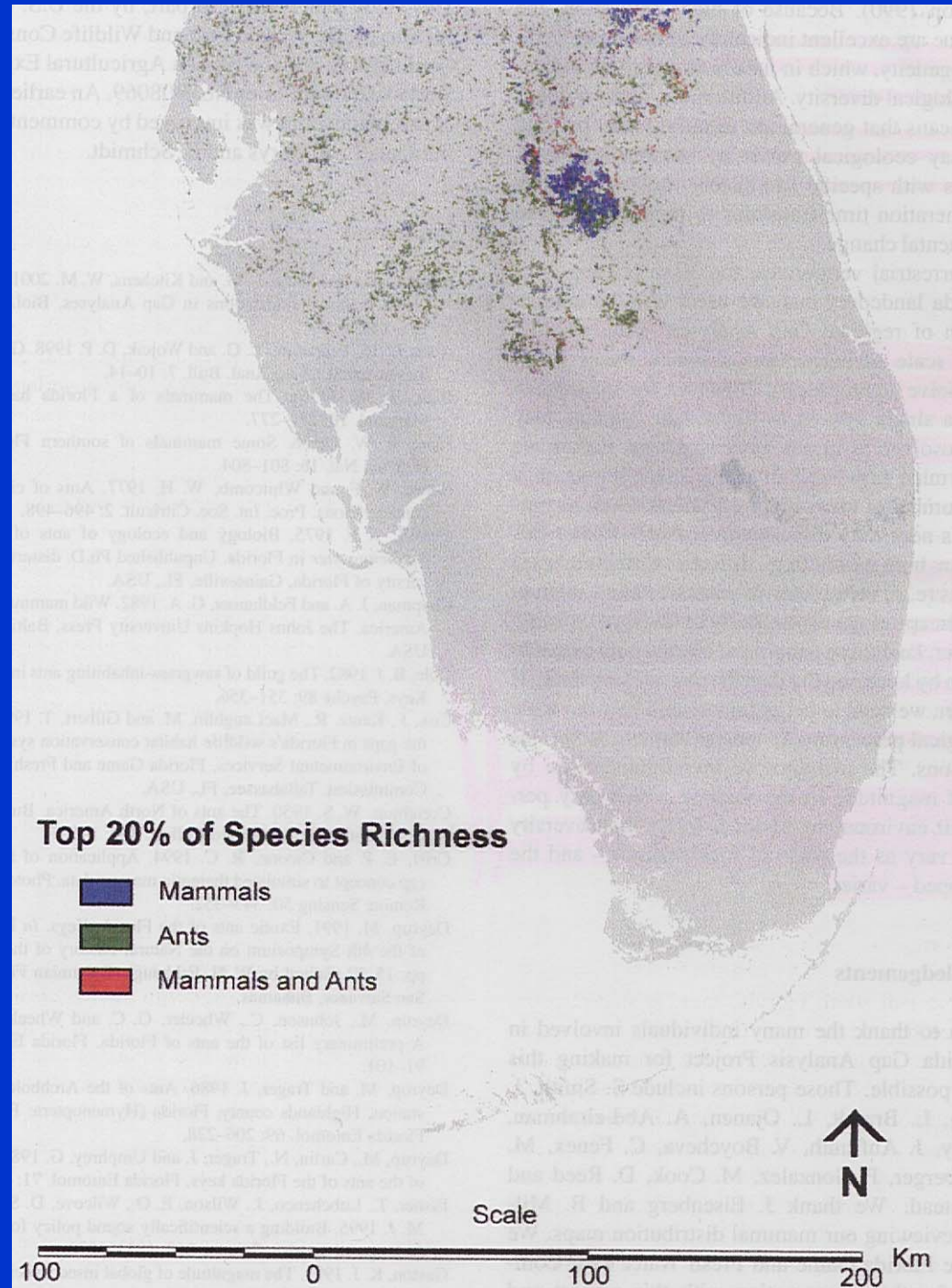


# 3.3.1 misure della biodiversità

# anche qui non perdiamo la bussola ...

- Chi è degno di essere misurato?
- Indici per i degni: no spazio, no tempo
- Dagli indici ai modelli (costruiti con le misure)

# bio-diveristà di chi?



# ancora su soggettività ed oggettività

per quanti siano gli sforzi per rendere oggettiva la valutazione, risulta evidente che le analisi tendono a concentrarsi, in particolare nei processi legati alla conservazione della natura con tutte le conseguenze di ordine emotivo ed evocativo che questa ha, sempre su poche specie o *taxa*



# focalità delle specie

- gilde, gruppi di specie focali, gruppi ecologici, landscape species:
  - le specie focali che vanno a formare una **gilda** o un **gruppo ecologico** possono essere
    - a) area/habitat limitate,
    - b) limitate dal movimento
    - c) limitate da processi
    - d) limitate dalle risorse disponibili in maniera critica e temporanea
- definite da conoscenze scientifiche generali e locali relative alle diverse specie, alle quali possono associarsi le caratteristiche ecologiche del paesaggio considerato

# sfocalità delle specie

- l'utilizzo di liste rosse o blu non è esaustivo per l'analisi del problema, ma può contribuire alla individuazione dei gruppi specifici



# ... indici quali-quantitativi (nè spazio, nè tempo)

- indici di  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  diversità e similarità, calcolati e confrontati in molti modi diversi (qualitativi e statistici)
  - **$\alpha$ : locale** che tiene conto del numero di specie in un relevé
  - **$\gamma$ : regionale** che tiene conto delle specie in una regione (senza barriere significative)
  - **$\beta$  : turnover**, come varia la diversità da un habitat ad un altro ( $\beta = \gamma / \alpha$ )
- cercano di sintetizzare la complessità delle organizzazioni di organismi viventi a diverse scale gerarchiche, da popolazione a comunità, attraverso il riconoscimento ed il conteggio degli individui appartenenti alle diverse specie

# diversità

- *ricchezza* numero totale specie

- *indice di Shannon:*

$p_i$  = proporzione di superficie occupata dalla  $i$ ma specie di un dato relevé

$$H = - \sum_{i=1}^J p_i \ln p_i$$

- *Indice di Simpson:*

ricchezza e proporzione di specie (probabilità che due individui selezionati a caso in una certa area appartengano a categorie tassonomiche differenti)  
 $p_i$  = abbondanza relativa specie  $i$ ma

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$



# diversità



- *indice di equitabilità:*  
equiparazione delle specie nella comunità:  
il valore minimo (0) corrisponde a dominanza assoluta di un taxon;  
il valore massimo (1) indica che tutti i taxa sono egualmente distribuiti

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{-\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i}{\ln S}$$


- $H_{\max}$  = il valore massimo raggiungibile dall'indice di diversità di Shannon per quella comunità,  $H$  è il valore reale dell'indice; In presenza di diversità massima  $H_{\max} = \ln S$ , con  $S$  pari al numero totale di specie presenti.

# similarità

- *indice di Sørensen:*  
misura la somiglianza tra due comunità e si basa su dati di presenza/assenza;  
1= somiglianza completa,  
0= nessuna specie in comune
- $I_s = 2a/2a+b+c$ 
  - a = numero di specie comuni,  
b = numero di specie nel sito A,  
c = numero di specie nel sito B.
  - $I_s$  è moltiplicato per 100% e può essere rappresentata in termini di diversità (cioè,  $D_s = 1,0 - I_s$ )

# similarità

- *indice di overlapping:*  
consente di valutare il grado di somiglianza tra le distribuzioni delle specie comuni di due comunità
  - il valore è determinato dalla sommatoria dei valori minimi di abbondanza percentuale delle specie condivise
  - assume valori compresi tra 0 e 1,  
0= mancanza di specie comuni tra le comunità,  
1=le comunità mostrano una uguale distribuzione delle specie comuni



# problemi con abbondanza e diversità (nella stima)

- le due variabili fondamentali per stimare la diversità di organismi sono  
la *abbondanza* (scala dipendente ed additiva) e  
la *ricchezza* di specie (scala dipendente e non additiva)
  - *abbondanza*: al variare della scala risulta mantenere l'informazione quantitativa e topologica (*hot spots* e *cold spots* rimangono tali)
  - *ricchezza*: non presenta queste caratteristiche, e confrontare aree diverse a scale diverse con metodologie basate su questo criterio può essere fuorviante: gli stesso *hot spots* possono risultare *cold spots* ad un'altra scala

# Da indice a modellino: ripartizione della varianza

- *Additive partitioning* con indice di Simpson (ricchezza-proporzione)

- D a livello di comunità può essere espresso come:

$$\begin{array}{ll} D \text{ medio a livello di } \textit{sito} \text{ (rilievo)} & \text{(alfadiversità)} \\ + \frac{D \text{ tra i } \textit{rilievi}}{D \text{ Totale}} & \text{(betadiversità)} \\ & \text{(gammadiversità)} \end{array}$$

- Il vantaggio è che si conduce una analisi multiscalare

q = peso proporzionale al numero o all'estensione dei rilievi per ogni comunità J

$p_{ij}$  = proporzione della specie i-esima nella comunità j-esima;

p medio:  $\bar{p}_i = \sum_j q_j p_{ij}$



$$D_{\text{medio\_within}} = 1 - \sum_j q_j \sum_i p_{ij}^2$$

$$D_{\text{among}} = \sum_j q_j \sum_i (p_{ij} - \bar{p}_i)^2$$

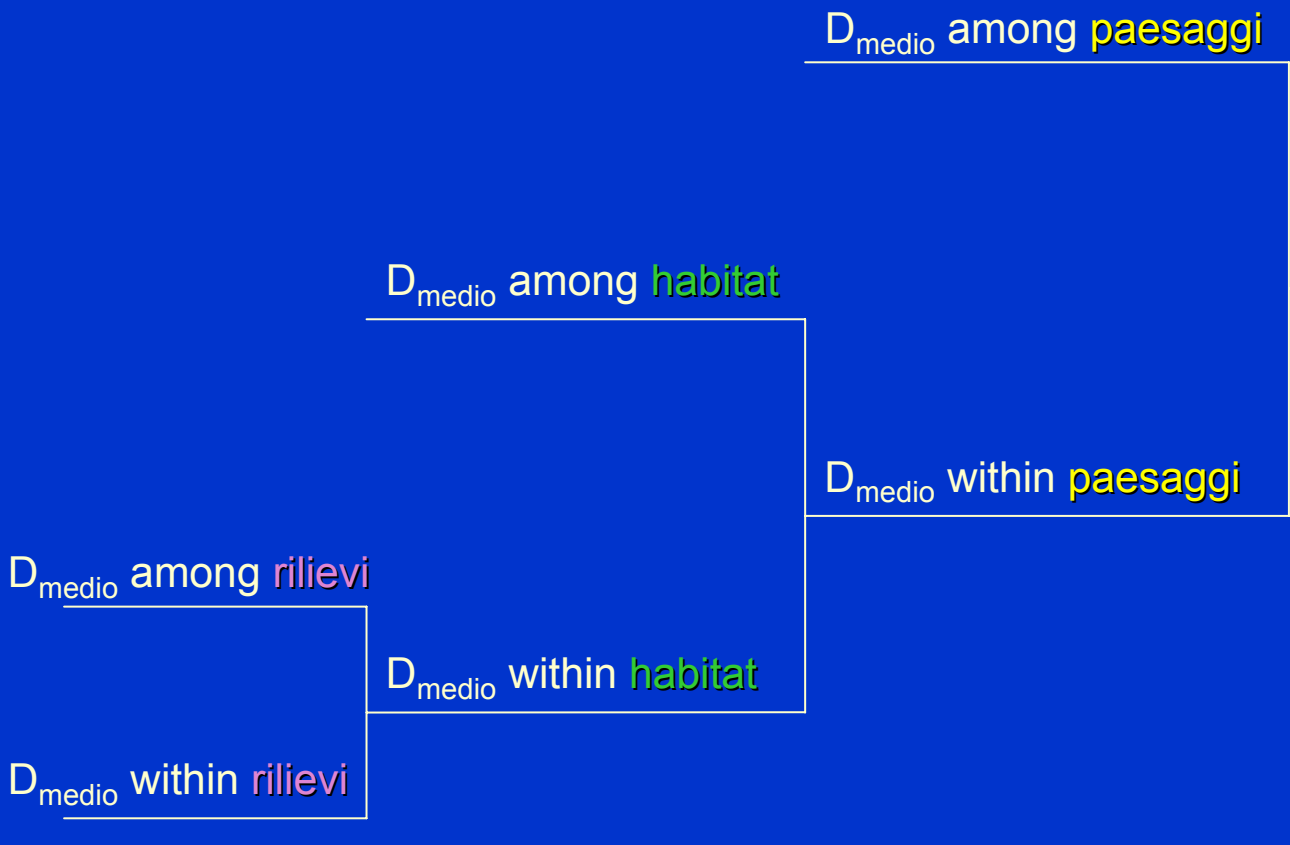


$$D_{\text{tot}} = 1 - \sum_j \sum_i p_{ij}^{-2}$$

# *Additive partitioning*

- La similarità tra le comunità è data da
  - $\Psi_D = D_{\text{medio within}} / D_{\text{tot}}$
- il sistema funziona a più scale  
(rilievo, patch, paesaggio)

Valori crescenti dell'indice



# *Additive partitioning*

- permette di esplorare simultaneamente il contributo di ogni diversità nested alla diversità complessiva
- le comunità sono stabilite a priori, e sono i paesaggi diversi o le scale diverse, e si verifica l'ipotesi che la biodiversità sia effettivamente tale tra i paesaggi considerati
- la scala è valutata intrinsecamente dal sistema di valutazione è determinata dalle aggregazioni a diversa scala effettuate





## 3.3.2 impatti e previsioni i modelli

# modelli

- strumento formale  
(*statistico, deterministico, Delfi, BB, spazio esplicito, spazio implicito, ...*)  
rappresentativo di un sistema in grado di simularne-prevederne il comportamento rispetto alle osservazioni
- no modello  $\Rightarrow$  no previsione
- consideriamo solo modelli che possono includere lo spazio o il tempo nelle valutazioni
  1. Misura/stima biodiversità
  2. Modelli di (meta)popolazione

# misura-stima geografica biodiversità

## ○ *habitat specificity*

- cerca di stimare l'effetto della struttura del paesaggio e della dipendenza delle stime di diversità/rarità rispetto alla scala di indagine

## ○ *hotspots di biodiversità*

- stimano geograficamente la biodiversità mediante una analisi tra le relazioni delle caratteristiche ambientali/ geografiche e biodiversità per guidarne quindi le strategie di gestione a scala regionale

# misura-stima geografica biodiversità

- *GAP Analysis*

- combina carte della vegetazione e informazioni ancillari (topografiche ed idrografiche) per stimare la distribuzione ad ampia scala dei vertebrati (studi ed opinioni di esperti)

- modelli *Wildlife Habitat Relationships (WHR)*

- stimano invece matrici relazionali tra caratteristiche favorevoli di habitat e presenza di specie (studi ed opinioni di esperti)

# misura-stima geografica biodiversità

## ○ *Habitat Suitability Index (HSI)*

- esempi su base statistica di WHR a scala più fine (sia pareri, che relazioni statistiche sulle osservazioni presenza-assenza)

## ○ *modelli intermedi HSI*

- a scala intermedia: utilizzano anche parametri di configurazione spaziale del paesaggio per la previsione dei risultati

# misura-stima geografica biodiversità

## o *Esempi di HSI*

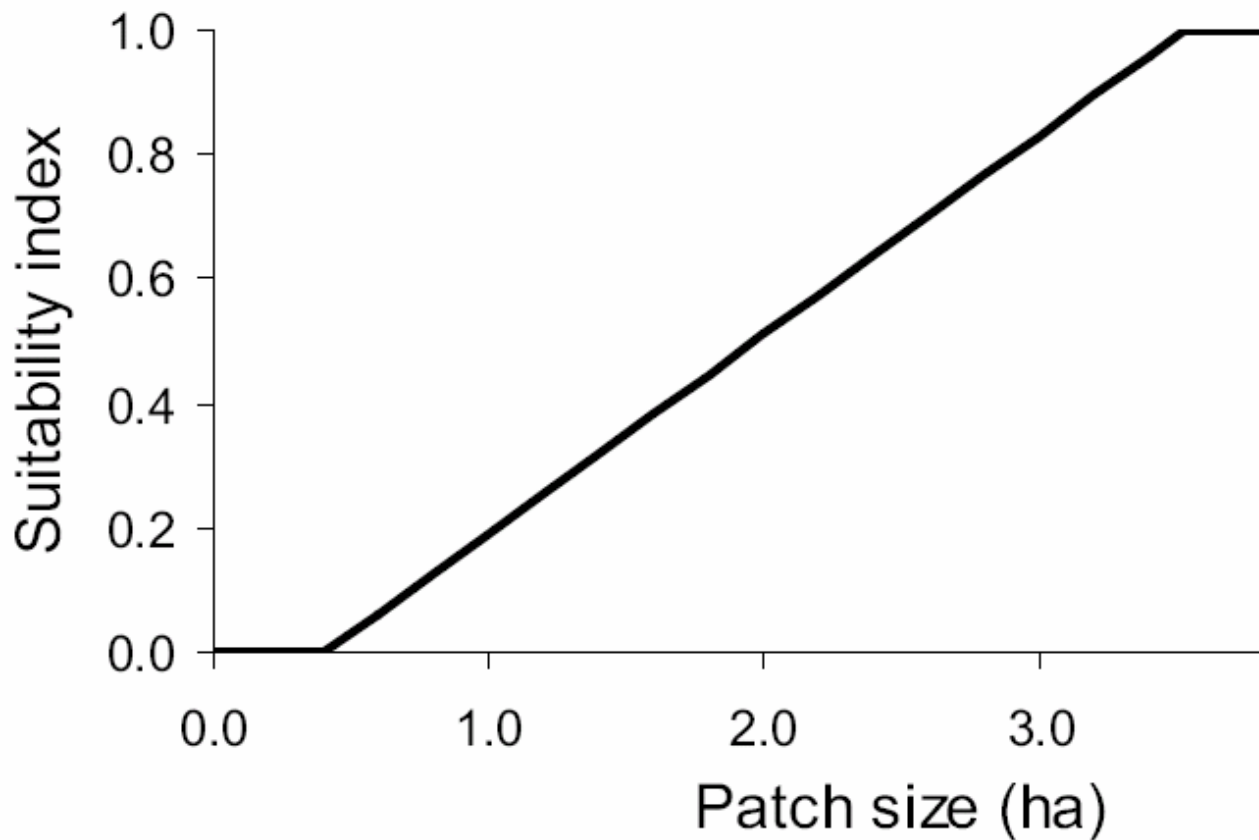


Figure 11.—Suitability of habitat patches for prairie warblers is positively related to patch size.

# misura-stima geografica biodiversità

## o *Esempi di HSI*

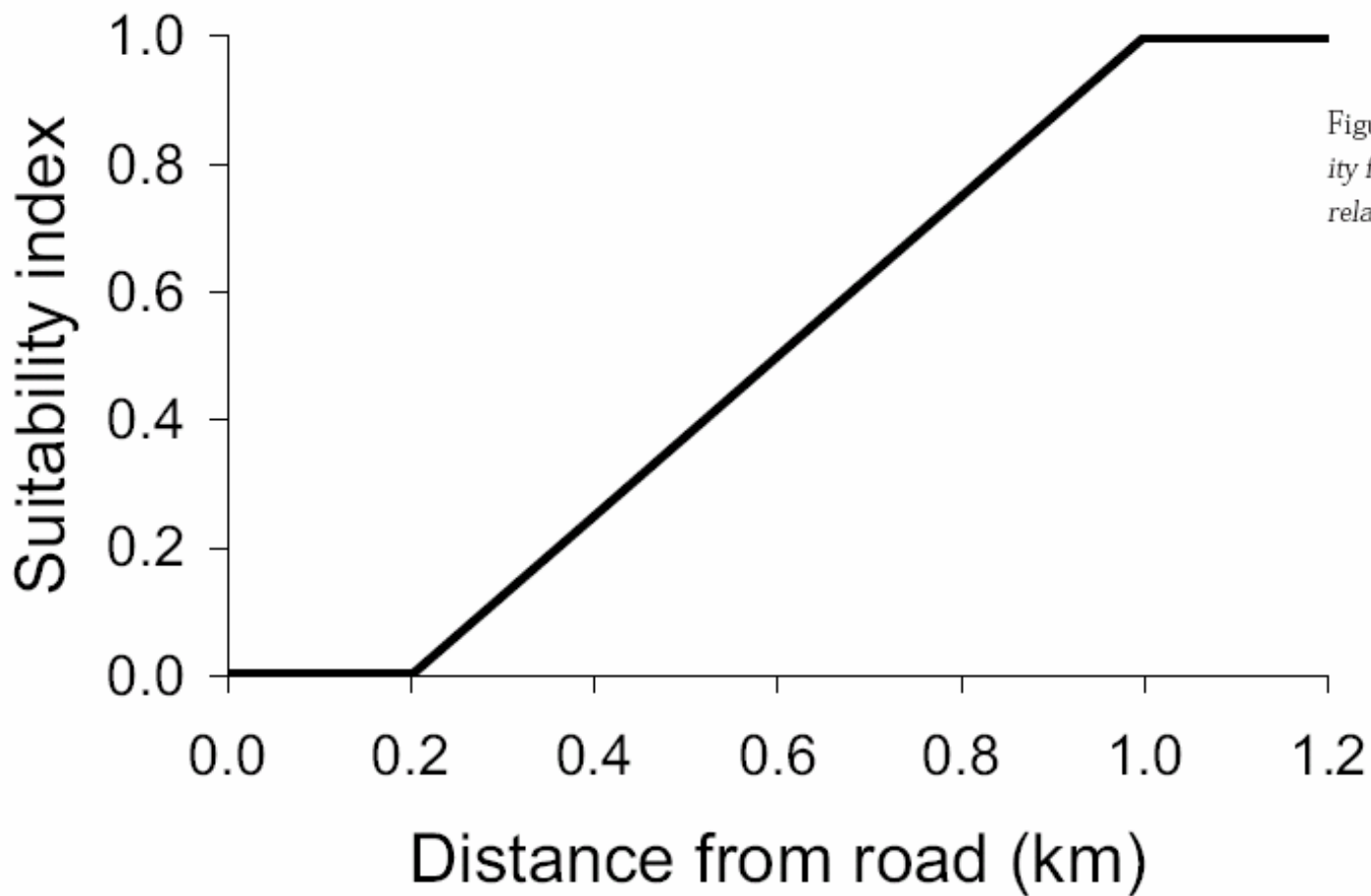


Figure 19.—Habitat suitability for black bears is positively related to distance from roads.

# Esempi di HSI

Table 6.—Relevant life and habitat requisites and their corresponding HSI model parameters from LANDIS for 12 species in southern Missouri

Species	Life requisite	Habitat requisite	Model parameters and implementation	HSI equation
Ovenbird	Nesting cover and food Nesting cover	Mature hardwood forest Edge avoidance	SI <sub>1</sub> : Tree age by land type <sup>a</sup> SI <sub>2</sub> : Tree species group SI <sub>3</sub> : Moving window analysis on SI <sub>1</sub>	SI <sub>1</sub> x SI <sub>2</sub> x SI <sub>3</sub>
Prairie warbler	Nesting cover and food Nesting cover	Early-successional woody vegetation Large habitat patches Edge avoidance	SI <sub>1</sub> : Tree age by land type SI <sub>2</sub> : Patch size algorithm SI <sub>3</sub> : Moving window analysis on SI <sub>1</sub>	(SI <sub>1</sub> x SI <sub>2</sub> ) <sup>0.5</sup> x SI <sub>3</sub>
Hooded warbler	Nesting cover Food Nesting cover and food	Early-successional hardwood vegetation Mature hardwood forest Site productivity Interspersion of nesting and foraging habitat	SI <sub>1</sub> : Tree species group Tree age (see SI <sub>3</sub> below) SI <sub>1</sub> : Tree species group Tree age (see SI <sub>3</sub> below) SI <sub>2</sub> : Land type SI <sub>3</sub> : Moving window analysis on tree age	SI <sub>1</sub> x (SI <sub>2</sub> x SI <sub>3</sub> ) <sup>0.5</sup>
Pine warbler	Nesting cover and food	Mature coniferous forest	SI <sub>1</sub> : Tree age SI <sub>2</sub> : Tree species group	SI <sub>1</sub> x SI <sub>2</sub>
Wild turkey	Nesting and brooding cover Adult cover Fall and winter food Cover and food	Forest openings Mature forest Hard mast Interspersion of life requisites	SI <sub>1</sub> : Tree age by land type SI <sub>2</sub> : Tree age by land type SI <sub>3</sub> : Model of tree age, tree species group, and land type <sup>b</sup> SI <sub>4</sub> : Moving window analysis on SI <sub>1</sub> and mean of SI <sub>2</sub> and SI <sub>3</sub>	(max{SI <sub>1</sub> , [(SI <sub>2</sub> + SI <sub>3</sub> ) / 2]} x SI <sub>4</sub> ) <sup>0.5</sup>
Ruffed grouse	Fall and winter food Cover Food and cover	Hard mast Dense forest regeneration Large habitat patches Interspersion of life requisites	SI <sub>1</sub> : Model of tree age, tree species group, and land type SI <sub>2</sub> : Tree age by land type SI <sub>3</sub> : Patch size algorithm SI <sub>4</sub> : Moving window analysis on SI <sub>1</sub> and mean of SI <sub>2</sub> and SI <sub>3</sub>	{max[SI <sub>1</sub> , (SI <sub>2</sub> x SI <sub>3</sub> ) <sup>0.5</sup> ] x SI <sub>4</sub> } <sup>0.5</sup>
Gray squirrel	Winter food Cover	Hard mast Mature forest	SI <sub>1</sub> : Model of tree age, tree species group, and land type SI <sub>2</sub> : Tree age by land type	min(SI <sub>1</sub> , SI <sub>2</sub> )
Black bear	Fall and winter food Summer and fall food Food Cover	Hard mast Soft mast Interspersion of seasonal foods Road avoidance	SI <sub>1</sub> : Model of tree age, tree species group, and land type SI <sub>2</sub> : Tree age by land type SI <sub>3</sub> : Moving window analysis on SI <sub>1</sub> and SI <sub>2</sub> SI <sub>4</sub> : Distance-to-road algorithm	[max(SI <sub>1</sub> , SI <sub>2</sub> ) x SI <sub>3</sub> ] <sup>0.5</sup> x SI <sub>4</sub>



# fonti di incertezza ed errore ...

- Strettamente sito specifici
  - se basati su analisi statistiche dei dati di presenza assenza
- differenti di *land use* portano a differenze negli output dei modelli
  - testare i diversi livelli di risoluzione
  - l'utilizzo dei modelli ad ampie scale deve tenere conto della forte componente geografica: diverse classificazioni della stessa variabile di copertura devono essere utilizzate per rappresentare habitat nelle diverse aree geografiche (influenza dell'utilizzo delle risorse)

# fonti di incertezza ed errore ...

- Nei WHR (o HSI se *exp. Based*) l'incertezza è massima nelle classi intermedie, sia per la consistenza delle funzioni modellate, sia per l'incertezza dei dati di input: con difficoltà possono essere usati per
  - stimare variazioni di popolazione per piccole variazioni di qualità ambientale (variabili input)
  - stimare l'entità delle popolazioni dalla qualità ambientale misurata



# Modelli di meta-popolazione

- In un paesaggio
  - il mosaico di ecosistemi (ecotopi) è altamente eterogeneo
  - quasi tutte le specie dipendono dalla eterogeneità del sistema
  - sebbene l'isolamento sia un problema per alcune specie, questo è generalmente una caratteristica *secondaria* in un paesaggio rispetto alla teoria biogeografica
- ⇨ le caratteristiche spaziali del paesaggio influenzano le dinamiche di (meta) popolazione

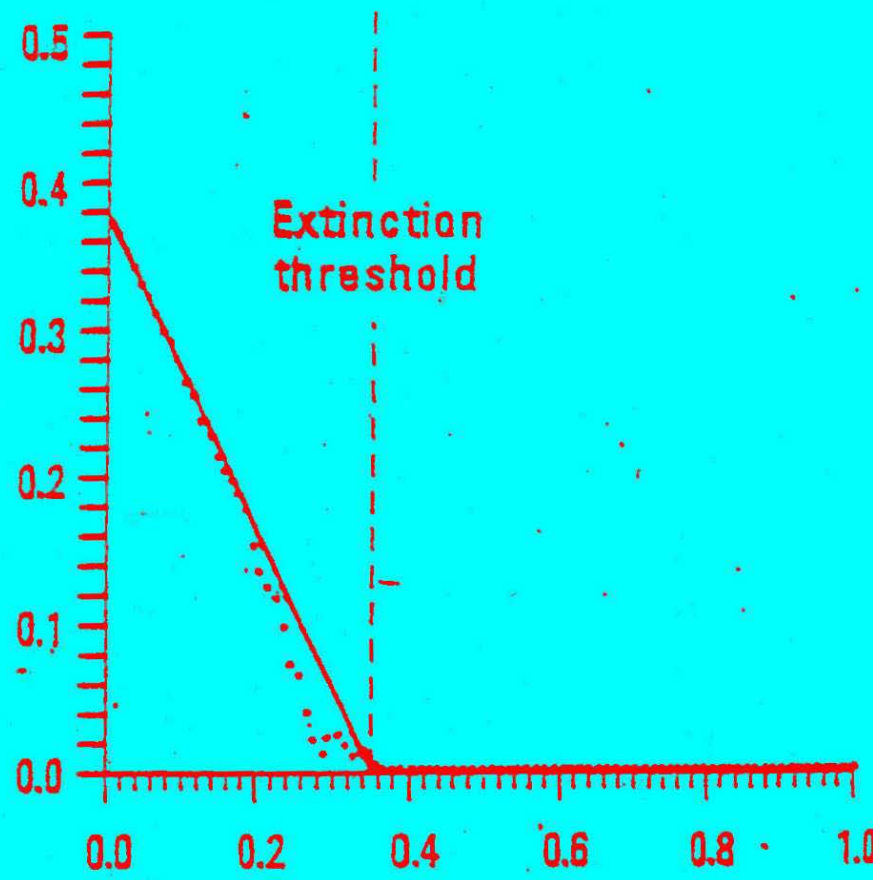
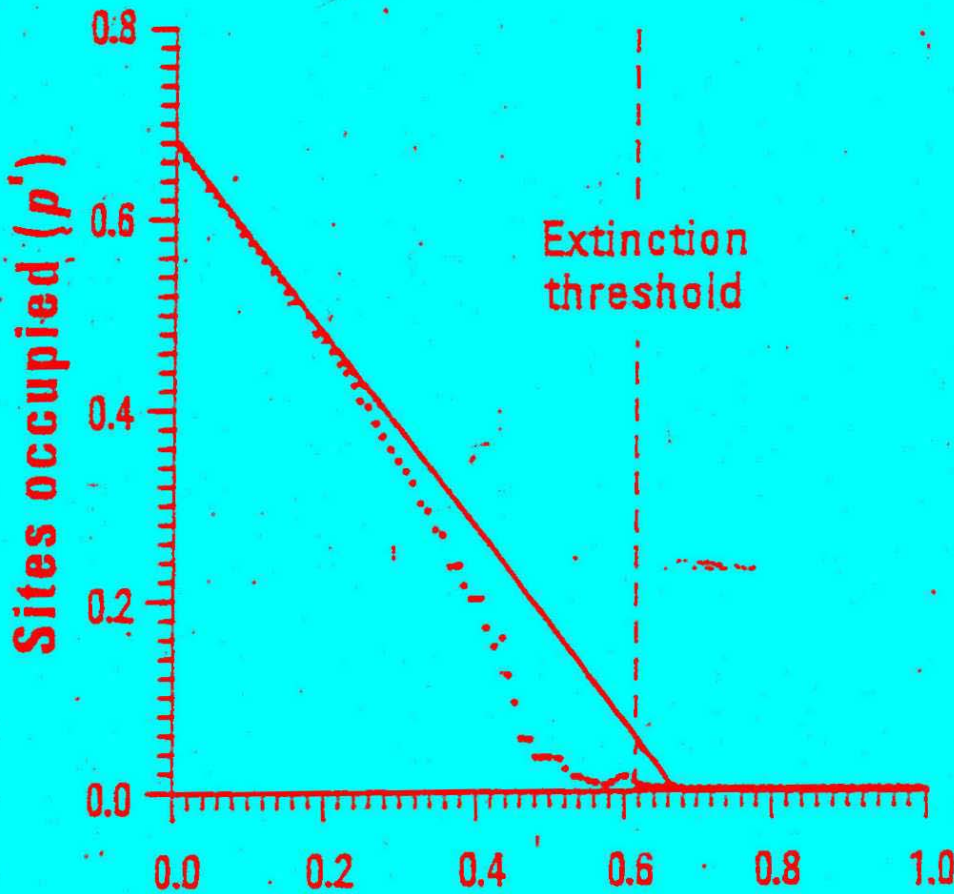
# la teoria delle metapopolazioni

una metapopolazione (Levins, 1969, 1970) è costituita da una serie di subpopolazioni separate spazialmente, ma connesse funzionalmente dalla capacità dispersiva dei loro componenti

- $dp/dt = cp(1-D-p) - mp$ 
  - $p$ =proporzione macchie colonizzate nel tempo e nello spazio,
  - $c$ =tasso colonizzazione,
  - $m$ =tasso di estinzione,
  - $D$ =proporzione dei siti non più disponibili

# La soglia di estinzione

- la soglia di estinzione in una condizione di equilibrio si verifica quando la frazione di habitat distrutto raggiunge un certo valore
- la relazione generalmente non è lineare, come si potrebbe assumere dalla funzione



**Habitat destroyed ( $D$ )**

# modelli di metapopolazione

- spazio impliciti
- spazio espliciti (*cellular automata*)
- spazio espliciti con variazioni di qualità ambientale
- spazio-tempo espliciti
- spazio espliciti realistici

# tre regole d'oro (per 1 metapopolazione)

1. rendere minima la distanza tra habitat “favorevoli” **non** è un fattore necessariamente positivo
2. la distribuzione di habitat “favorevoli” **dovrebbe** essere: **inferiore** alla capacità dispersiva ma **superiore** alla distanza critica di correlazione dei fenomeni di estinzione (e.g. scomparsa o modificazione di un habitat), la connettività è in fase non critica o critica
3. la gestione della configurazione è fondamentale quando la connettività rispetto alla dispersione si trova in una fase critica o disconnessa, e **nessun** habitat “favorevole” si trova all’interno dello spazio definito dalla distanza di correlazione dei fenomeni di estinzione (la distribuzione dovrebbe essere la più omogenea possibile, e meno favorita quella a catena)