

Ecologia del paesaggio

Definizione di paesaggio. Obiettivi e principi dell'ecologia del paesaggio. Radici culturali: rapporti con l'ecologia tradizionale, scuola europea e scuola nord-americana. Convenzione Europea sul paesaggio. Struttura, funzione, cambiamento del paesaggio. Modello patch-corridoio-matrice. Diversità, connettività e frammentazione. Indici strutturali.



Paesaggio: definizioni

Paesaggio come sistema ecologico

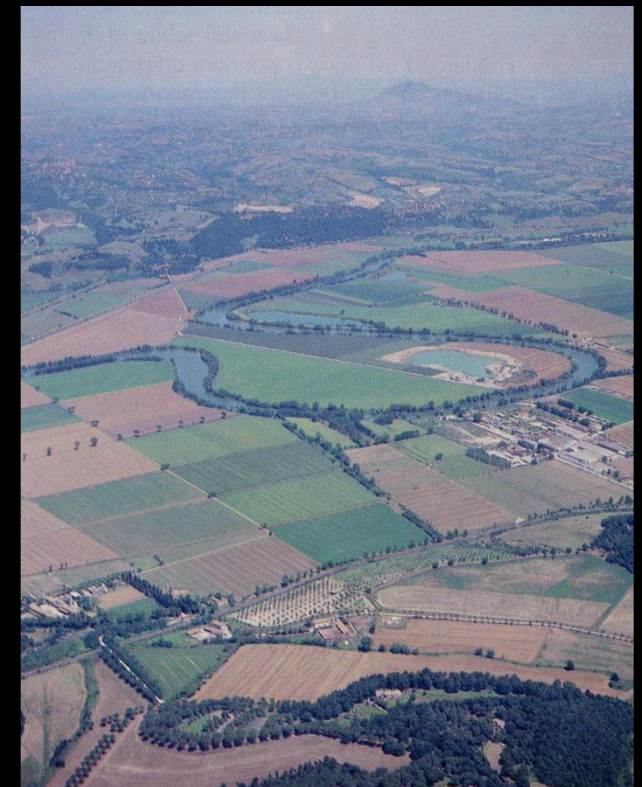
“Mosaico di ecosistemi interagenti, che si ripete con una configurazione spaziale riconoscibile su un'area molto estesa “

(Forman & Godron 1986; Forman 1995)

In funzione della scala di percezione dell'organismo o del processo di interesse

Una qualsiasi area spazialmente eterogenea rispetto ad almeno un fattore di interesse

(Turner et al., 2001)



Paesaggio: definizioni



“Una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana e dalle reciproche interrelazioni”

(“Codice Urbani”, Art.131, 2005).



“Una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, i cui caratteri derivano dall’azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”

Definizione della **Convenzione Europea del Paesaggio (Firenze 2000, ratificata dal Senato il 14.12.2005)**

**Convenzione europea del Paesaggio
Firenze 20 Ottobre 2000**



Impegno a riconoscere il paesaggio in quanto componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio *culturale e naturale* e fondamento della loro identità.

OBIETTIVI:

La Convenzione ha come scopo la protezione, la gestione e la pianificazione dei paesaggi e mira ad organizzare una collaborazione fra Paesi Europei.



Le radici intellettuali dell'ecologia del paesaggio

Ecologia = studio delle relazioni tra gli organismi ed il loro ambiente.

In genere l'ecologia ha assunto un ambiente omogeneo e non-spaziale, facendo riferimento come unità base all'ecosistema

Però...

1. l'ambiente è molto legato allo spazio (tutto accade da qualche parte)!

Una regola generale riguardo le interazioni è che la loro forza diminuisce all'aumentare della distanza. Anche la distanza implica una localizzazione spaziale

2. Negli ultimi decenni, l'attenzione degli ecologi si è progressivamente concentrata sulla descrizione e analisi della *eterogeneità ambientale*

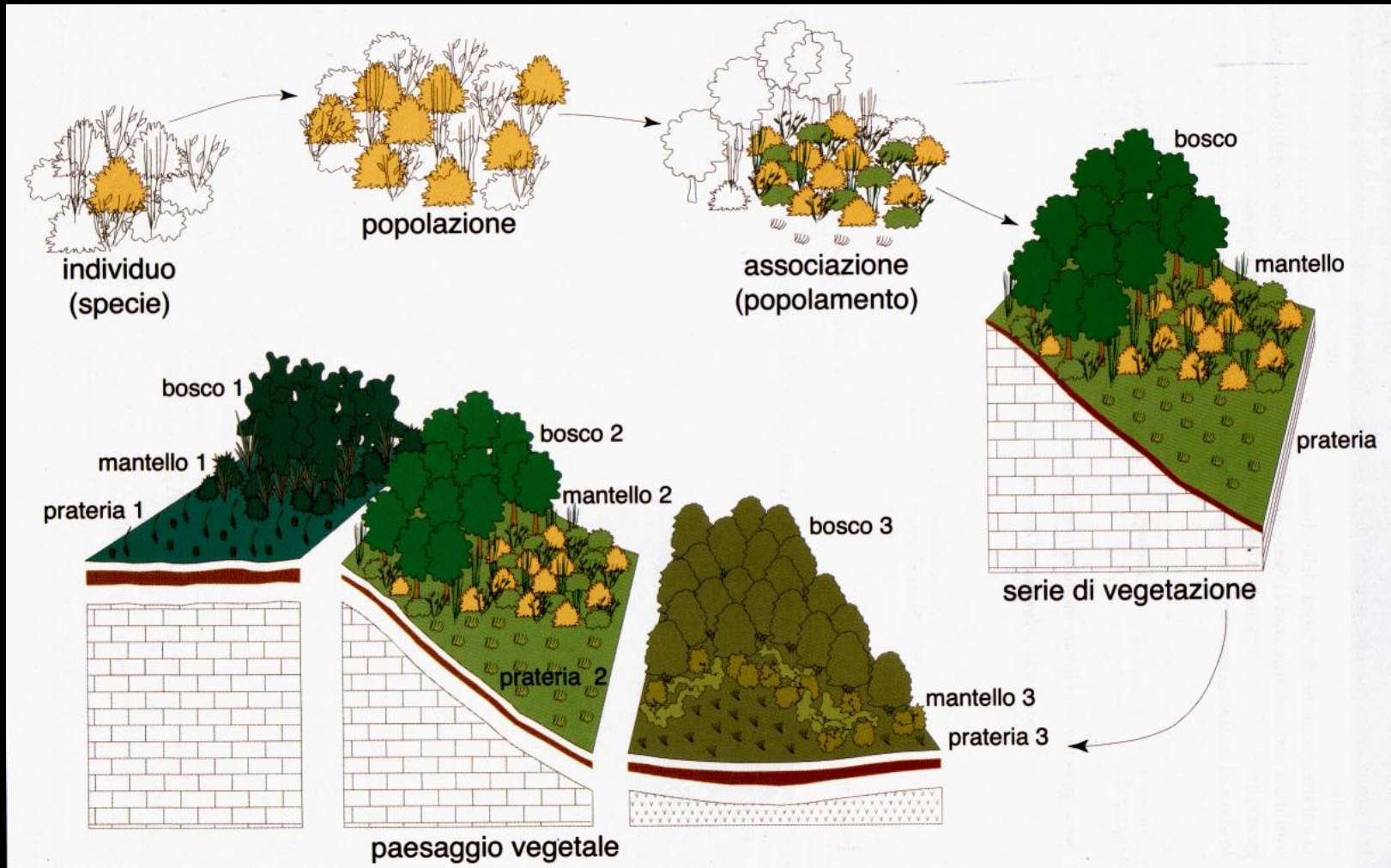


variabilità spaziale (e temporale) dei fattori ambientali, che si esprime nella presenza di mosaici di comunità o di ecosistemi

In un'ottica vegetazionale, questa variabilità è il presupposto per l'esistenza di pattern discreti nella distribuzione delle comunità vegetali



Comunità, serie di vegetazione e geosigmeti



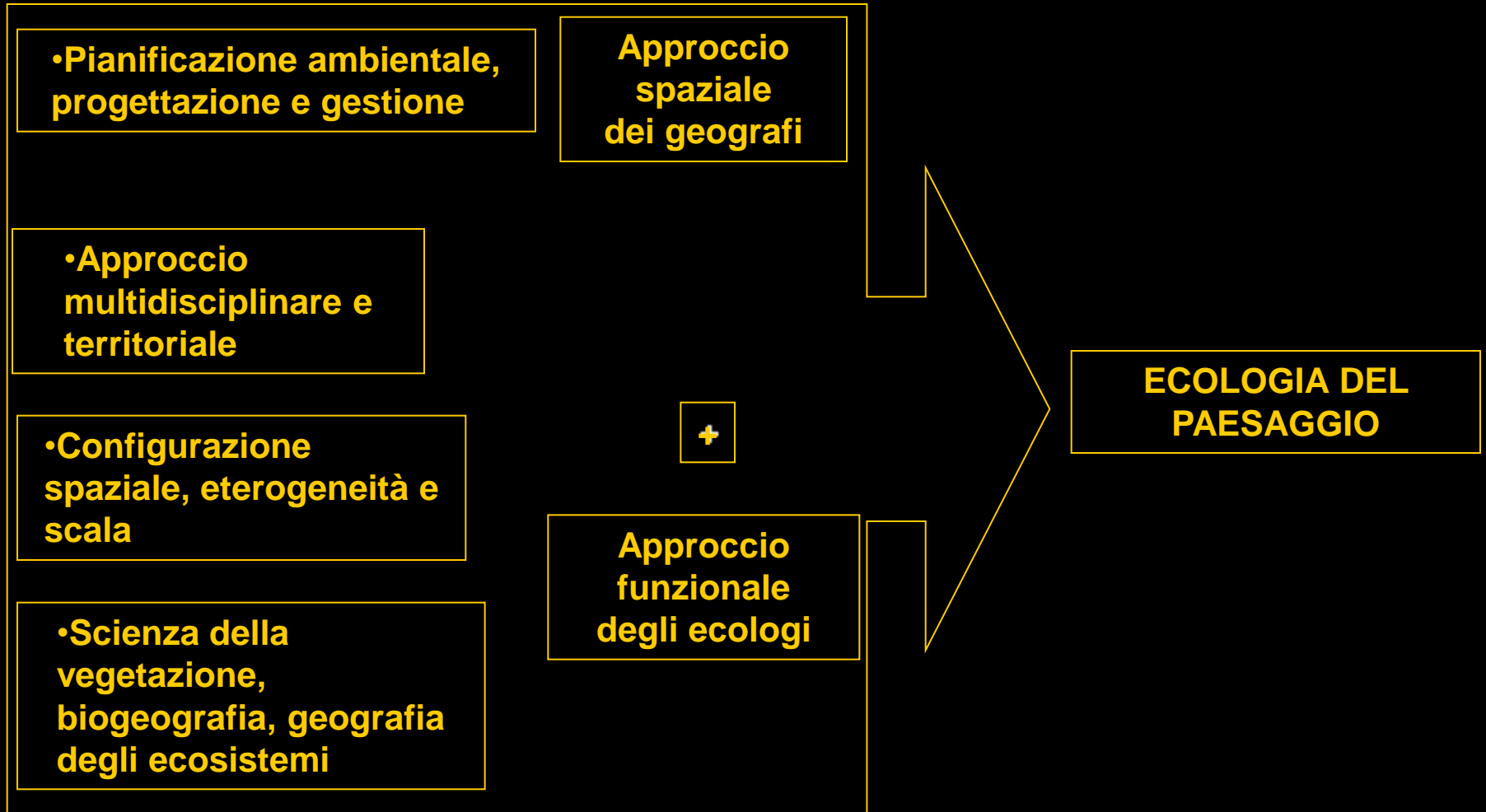
In un contesto ecologico più ampio l'eterogeneità ambientale è considerata in funzione della sua influenza sui processi o in un'ottica di classificazione territoriale



Ecologia del paesaggio

Troll (anni '30):
studio integrato dell'ambiente in cui si analizzano le relazioni verticali e orizzontali tra ecosistemi, ovvero ciò che avviene al loro interno così come le loro interazioni





Ruolo chiave della scienza della vegetazione per integrare il ruolo dinamico dell'uomo e l'importanza delle relazioni causali fra vegetazioni e ambiente

La scuola europea

- Von Humboldt (1807): prima definizione scientifico-geografica del paesaggio come “*il carattere totale di una regione della Terra*”
- Termine “*Landscape ecology*” coniato da Troll in 1939
- Enfasi sulla tipologia, classificazione, nomenclatura
- Sistemi a forte componente antropica
- Soprattutto in Dipartimenti di Geografia, Architettura, Pianificazione urbana e del Paesaggio
- Fondamento dei sistemi di classificazione gerarchica del territorio

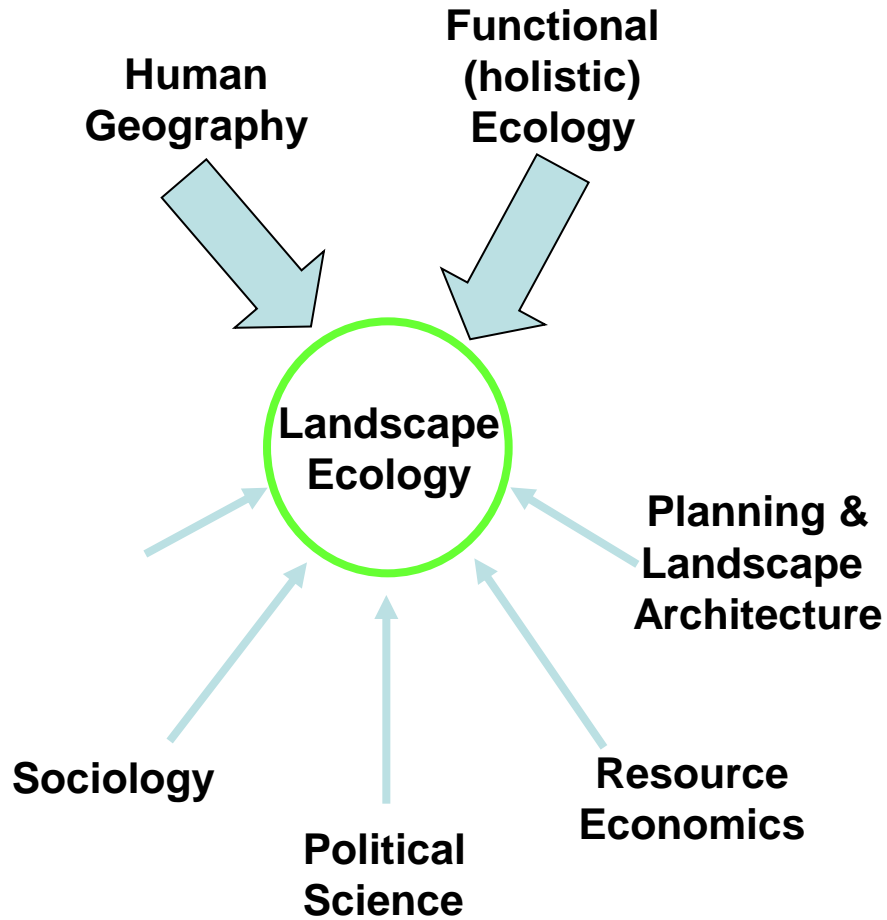


La scuola nord-americana

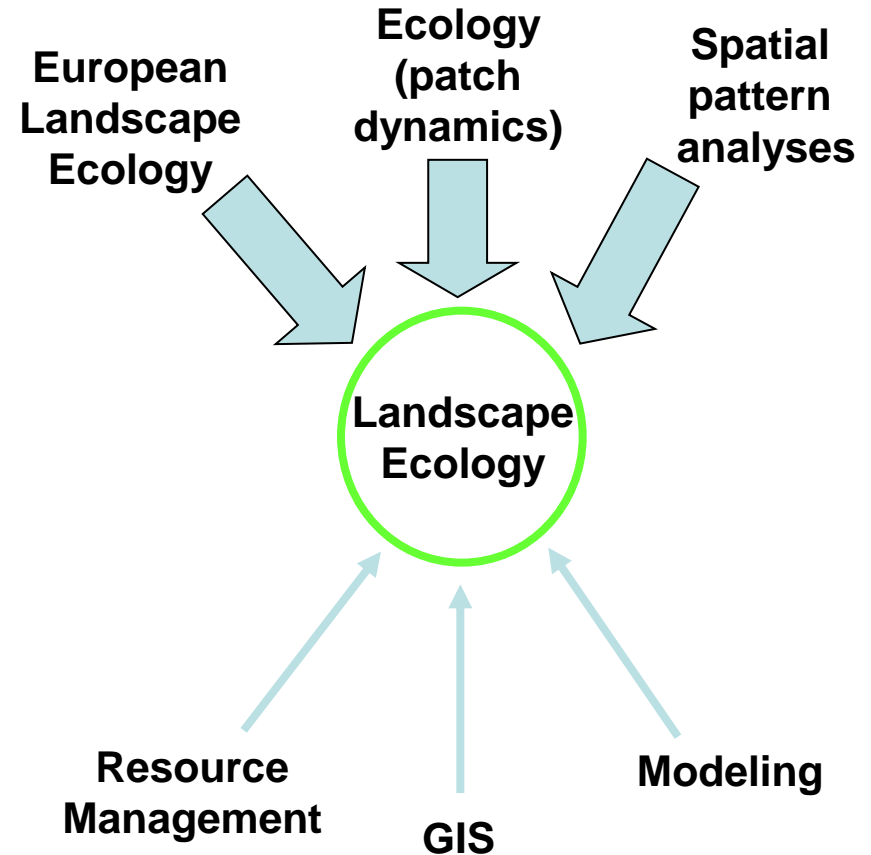
- Lanciata con un congresso nel 1983
- Maggiore attenzione ai sistemi naturali o semi-naturali
- Più strettamente ecologica
- Interessata a: statistica, modelli, tecnologia e sviluppi teorici
- Dipartimenti di Biologia, Ecologia, Scienze Forestali e Risorse naturali



Confronto fra le scuole europea e americana (Wiens 1997)



Scuola europea



Scuola nord-americana

Ecologia del paesaggio - indaga l'eterogeneità spaziale ed il pattern

Come caratterizzarla?

Riconoscendo scale d'osservazione e configurazioni spaziali che si ripetono (pattern)

Da cosa è originata?

Gli agenti del paesaggio: fattori abiotici, processi biologici e disturbo

Perché è importante?

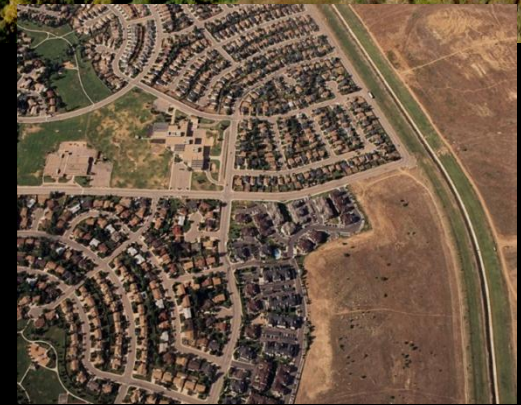
L'eterogeneità spaziale è rilevante a livello di popolazioni, comunità ed ecosistemi

Come si modifica nel tempo?

I paesaggi sono dinamici

Come la gestiamo?

Gli uomini sono i principali agenti del paesaggio e lo gestiscono per ottenere risultati specifici



Ecologia del paesaggio - lo studio e la gestione di ampi territori

L'Ecologia del paesaggio indaga estensioni spaziali che sono molto più grandi di quelle tradizionalmente studiate in ecologia ...

L'ecologia del paesaggio non definisce, a priori, specifiche scale spaziali che devono essere utilizzate ...al contrario, è importante individuare la scala d'osservazione che consente di caratterizzare meglio la relazione tra eterogeneità spaziale ed il processo di cui ci stiamo occupando

L'ecologia del paesaggio SPESSO considera il ruolo delle attività umane nel creare e modificare il paesaggio—ma riconosce che l'uomo è' solo uno degli agenti che lo determinano

La disposizione spaziale degli elementi che compongono un territorio può essere definita – ed analizzata- a diverse scale.

Aree vaste



Aree molto piccole



Lo studio della dinamica dei mosaici può avvenire su molte scale spaziali

Il paesaggio non è dunque definito da una dimensione prestabilita!

ma piuttosto da un mosaico di poligoni che interagiscono tra di loro in maniera rilevante rispetto al fenomeno che noi consideriamo.

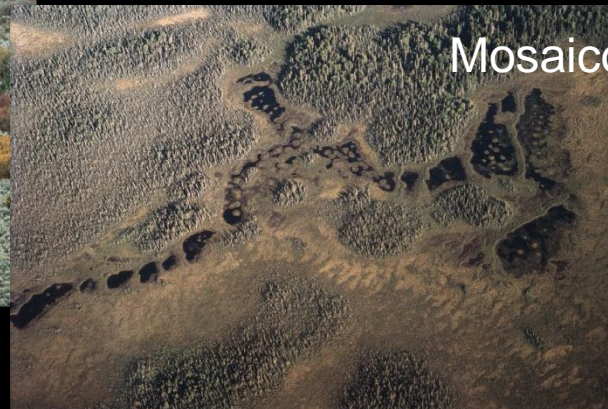
Ovvero... le dimensioni variano a seconda della questione o del problema (processo o organismo di interesse)



Micro-paesaggio: mosaico al metro quadrato

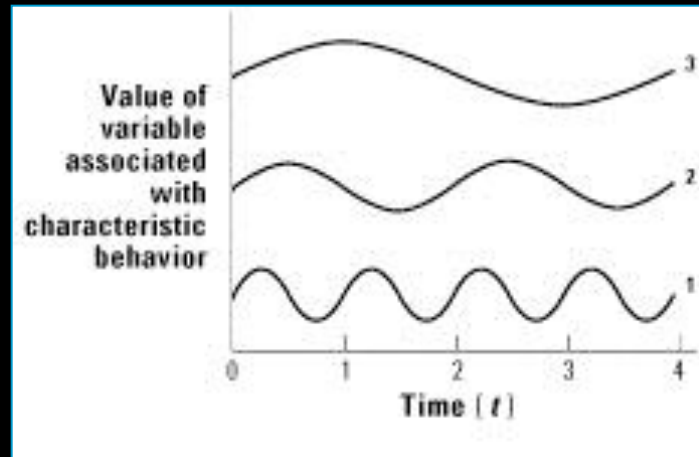
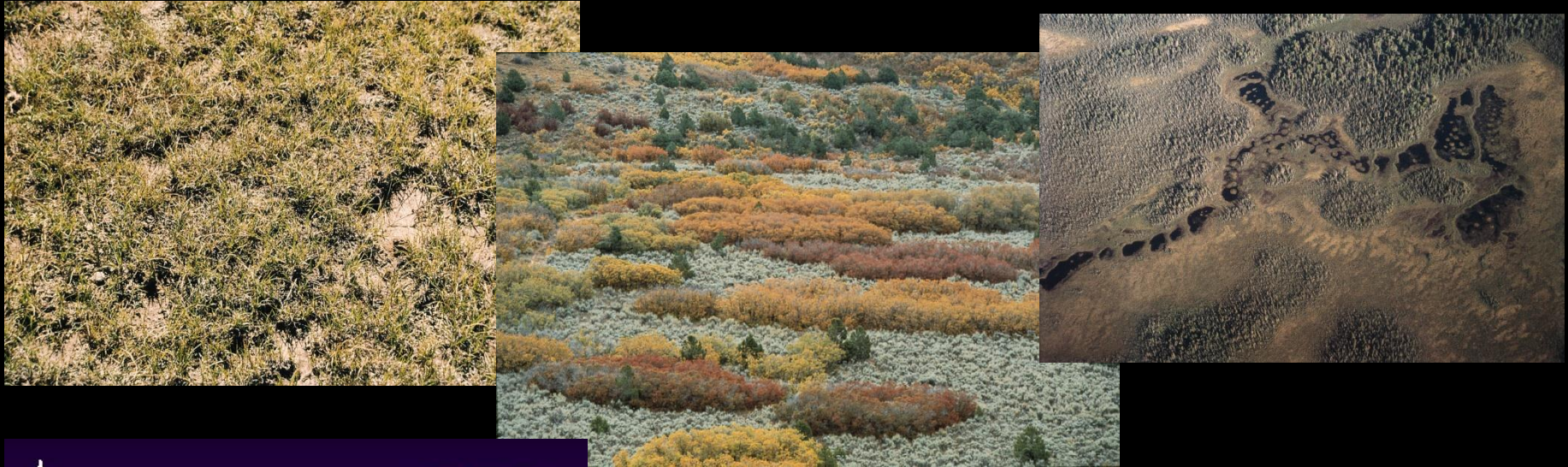


Mosaico al chilometro quadrato



Mosaico a scala regionale

Scala spaziale, temporale e livello d'organizzazione



Gli elementi del paesaggio

1. Struttura: quali sono gli elementi che compongono il paesaggio e come sono disposti (configurazione spaziale).
2. Funzione: quali sono le interazioni tra gli elementi che compongono il paesaggio.
3. Composizione: quali tipologie di copertura del suolo sono presenti nel paesaggio
4. Cambiamenti: quale è la dinamica temporale della struttura e della funzione.



Gestione del paesaggio:
la gestione di struttura, composizione e funzionalità del paesaggio per ottenere i cambiamenti desiderati

Gli elementi del paesaggio: struttura

Modello Patch-Corridor-Matrix

Il pattern del paesaggio è definito dalla estensione, forma e disposizione di elementi discreti: patches, corridoi e matrice

Modello del “Landscape continuum”:

i paesaggi sono composti da un gradiente di copertura vegetazionale (o di habitat)



In molti paesaggi, è difficile separare e definire elementi discreti, almeno da una prospettiva umana

Modello patch-corridor-matrix

- POLIGONO (PATCH): area di forma non lineare, relativamente omogenea, che differisce dalle aree circostanti
- MATRICE: elemento più abbondante e/o connesso del paesaggio



CORRIDOIO : elemento lineare relativamente omogeneo

Modello patch-corridor-matrix



La matrice ...

- deve essere definita relativamente al fenomeno studiato
- è dinamica e si modifica in funzione del tempo e dello spazio



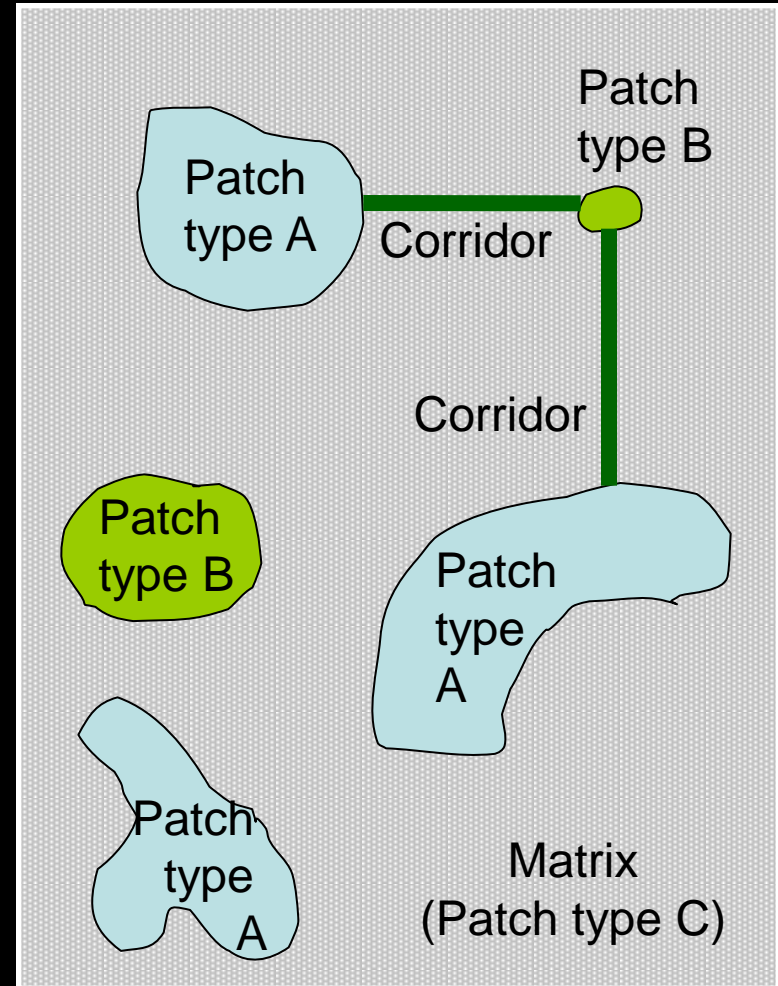
La definizione della matrice territoriale influenza l'interpretazione del paesaggio e la misurazione di indici quantitativi

Modello patch-corridor-matrix

Pur semplificando la complessità reale, il modello patch-corridoio-matrice

- permette di descrivere l'eterogeneità in base a tre componenti fondamentali, indipendentemente dalla scala
- permette di applicare indici quantitativi per sintetizzarne e valutarne la struttura, soprattutto per il monitoraggio nel tempo o per studi comparativi tra paesaggi diversi

A partire dal lavoro di O'Neill e collaboratori (1988), sono state proposte numerose misurazioni, la cui universalità è limitata da problemi di interpretabilità, dipendenza dalla scala e ridondanza, ma che si dimostrano molto utili per la descrizione della struttura di casi specifici di studio



Diversità di comunità e di ecosistemi

La DIVERSITÀ delle COMUNITA' è data dalle quantità e dalle proporzioni relative delle specie che le compongono



Comunità 1

Comunità 2

Comunità 3

Ecosistema 1

Ecosistema 2

Ecosistema 3

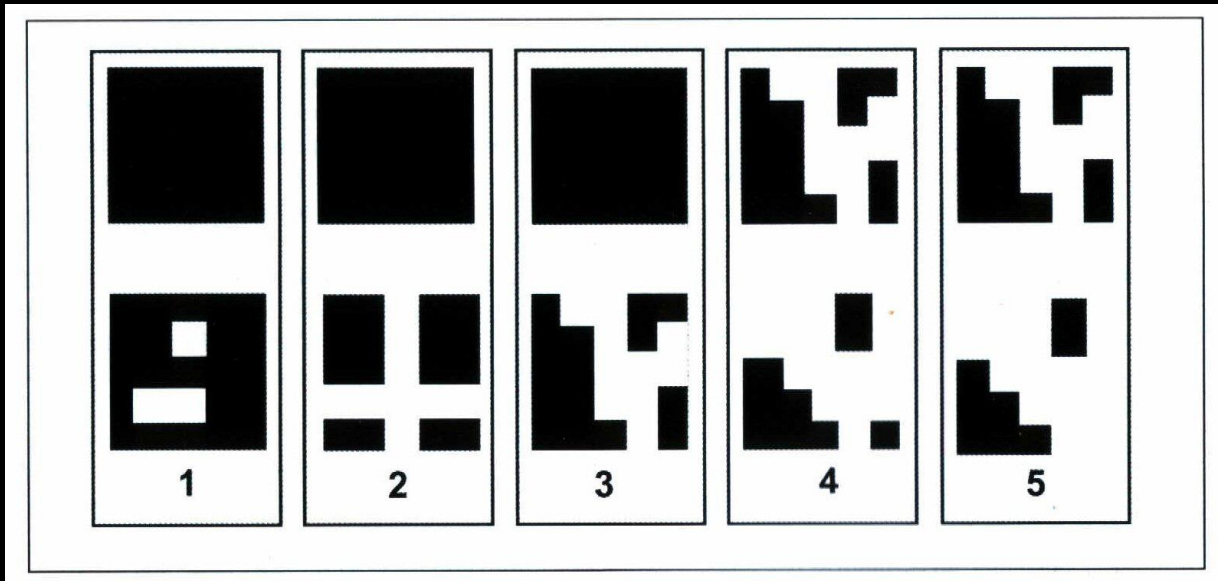


La DIVERSITÀ degli ECOSISTEMI è data dalle quantità e dalle proporzioni relative delle comunità che li compongono

Frammentazione ambientale

Processo dinamico di origine antropica attraverso il quale un'area naturale (o un determinato sistema ambientale) subisce una suddivisione in frammenti più o meno disgiunti e progressivamente più piccoli e isolati

Fasi della frammentazione



- 1) Perforazione
- 2) Dissezione
- 3) Frammentazione in senso stretto
- 4) Riduzione delle dimensioni dei frammenti
- 5) Riduzione delle dimensioni e del numero dei frammenti

IMPORTANTE: Il processo si inserisce su una preesistente eterogeneità naturale (*patchiness*)

Connettività

Il mantenimento di una continuità fisico-territoriale ed ecologico-funzionale fra gli ambienti naturali è stata indicata come una possibile strategia per la mitigazione degli effetti della frammentazione su popolazioni e comunità

Connessione o contiguità (connectedness): indica un'adiacenza fisica, un'unione strutturale tra gli elementi. Es. due corridoi sono connessi quando uno si innesta nell'altro.

Connettività (connectivity): rapporto funzionale tra gli elementi del paesaggio. Es. esiste connettività tra due elementi se una funzione del paesaggio (per es. dispersione anemocora dei semi) provoca la germinazione di individui da un elemento all'altro. E' legata alle caratteristiche spaziali, geometriche e qualitative delle tipologie ecosistemiche e agli aspetti funzionali, ecologici e comportamentali della specie

Gestire la connettività



Gestire l'intero mosaico del paesaggio (matrice permeabile) per agevolare la mobilità delle specie

Conservare o creare habitat specifici per aiutare lo spostamento attraverso habitat poco ospitali

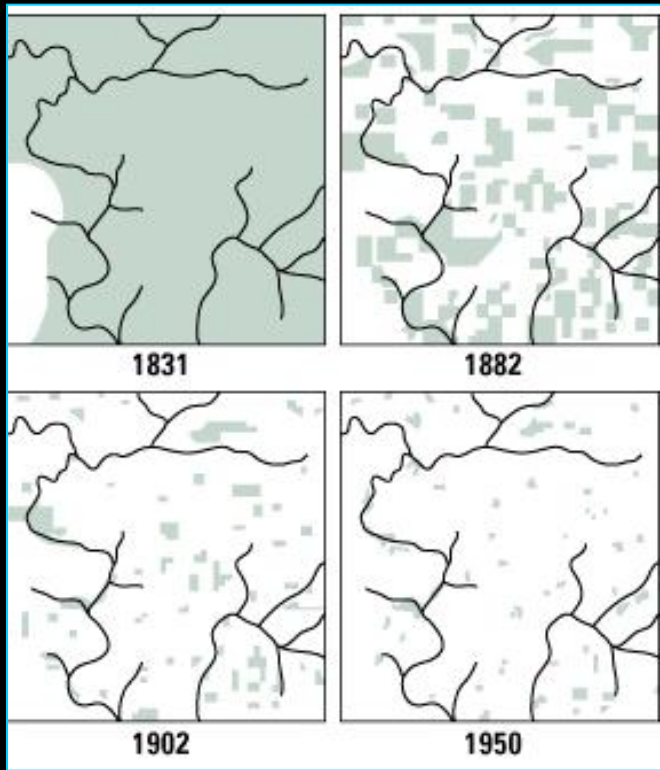
Stepping stones
Patches di habitat ottimale (o subottimale) collocati in una matrice paesistica antropizzata, che possono fungere da aree di sosta e rifugio per determinate specie

corridoi

Indici strutturali

Gli indici strutturali vengono utilizzati per quantificare le modificazioni e/o le caratteristiche della struttura del paesaggio e misurare i parametri (es. eterogeneità, frammentazione, connessione, connettività, ecc.) collegati a queste caratteristiche.

Perché calcolare indici di struttura del paesaggio?

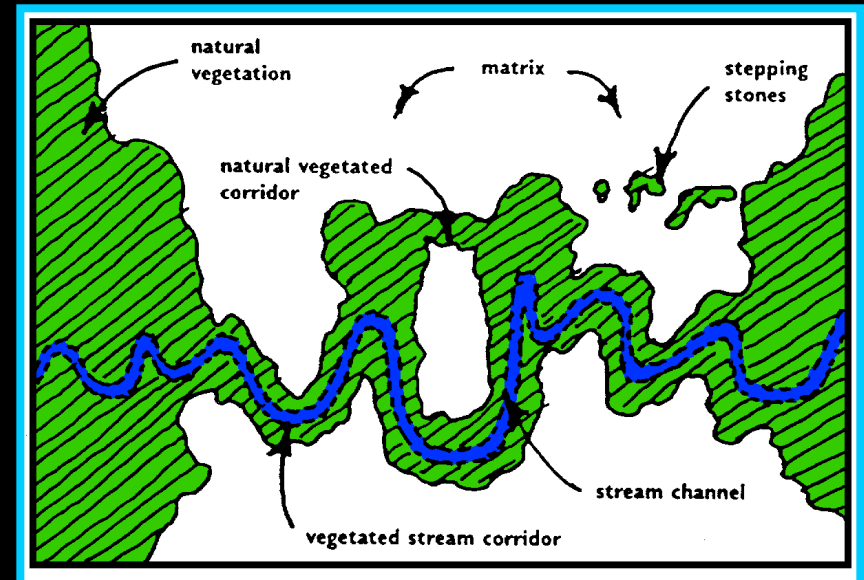


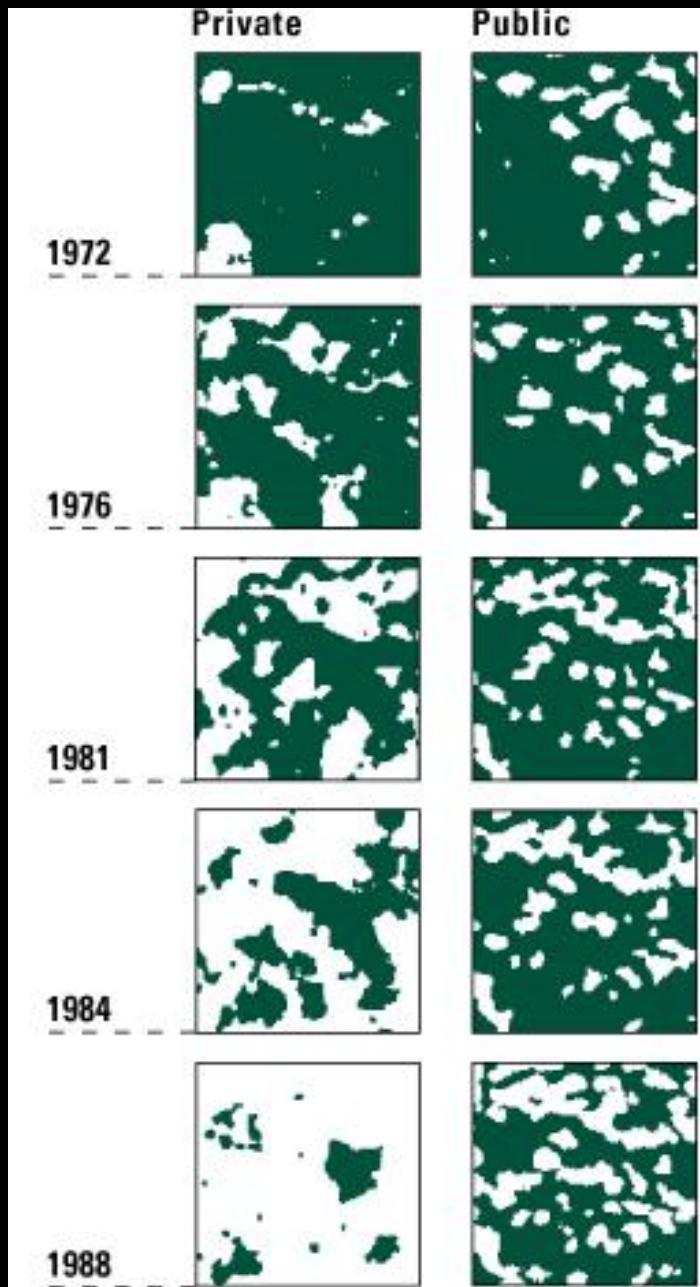
A scopo comparativo, per sintetizzare le differenze in un paesaggio in tempi diversi

Cambiamenti nella copertura delle aree a bosco nel comune di Cadiz nel Wisconsin

Per analizzare diverse porzioni di territorio, individuare le loro differenze e valutarne le cause

Per analizzare le conseguenze della struttura su diversi processi come lo spostamento di alcune specie animali, i flussi di nutrienti, o la diffusione di un disturbo



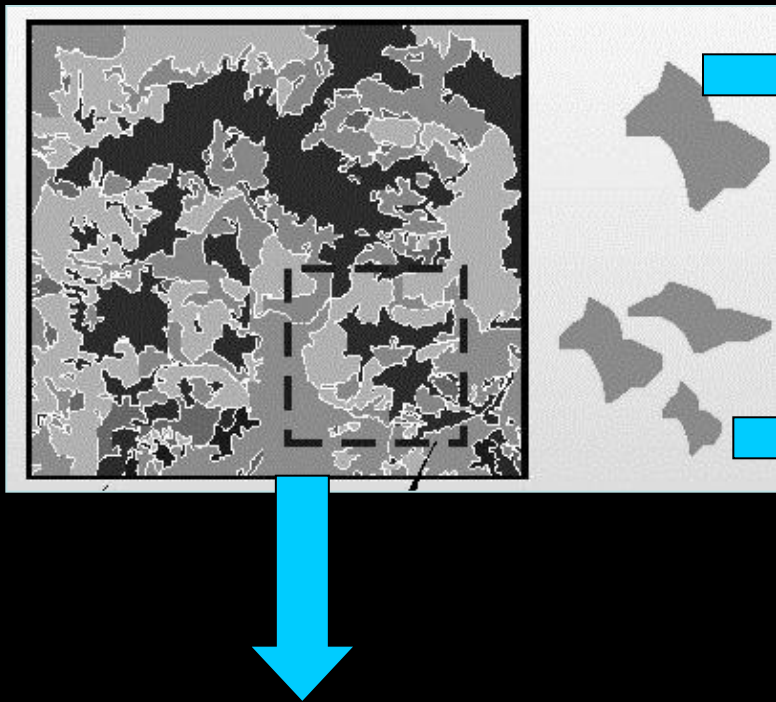


Per comparare ed analizzare diverse strategie di gestione del territorio (es. diverse regimi di gestione dei boschi)

Cambiamento della distribuzione dei boschi di pino (grigio) e di altre specie (bianco) con condizioni di partenza molto simili e tassi di cambiamento molto veloci.

Livelli per l'uso degli indici di struttura del paesaggio

Per quantificare la struttura del paesaggio in relazione a processi o cambiamenti si usano diversi indici che si concentrano o sui singoli patch, o sulle tipologie cartografate o sul paesaggio complessivo:



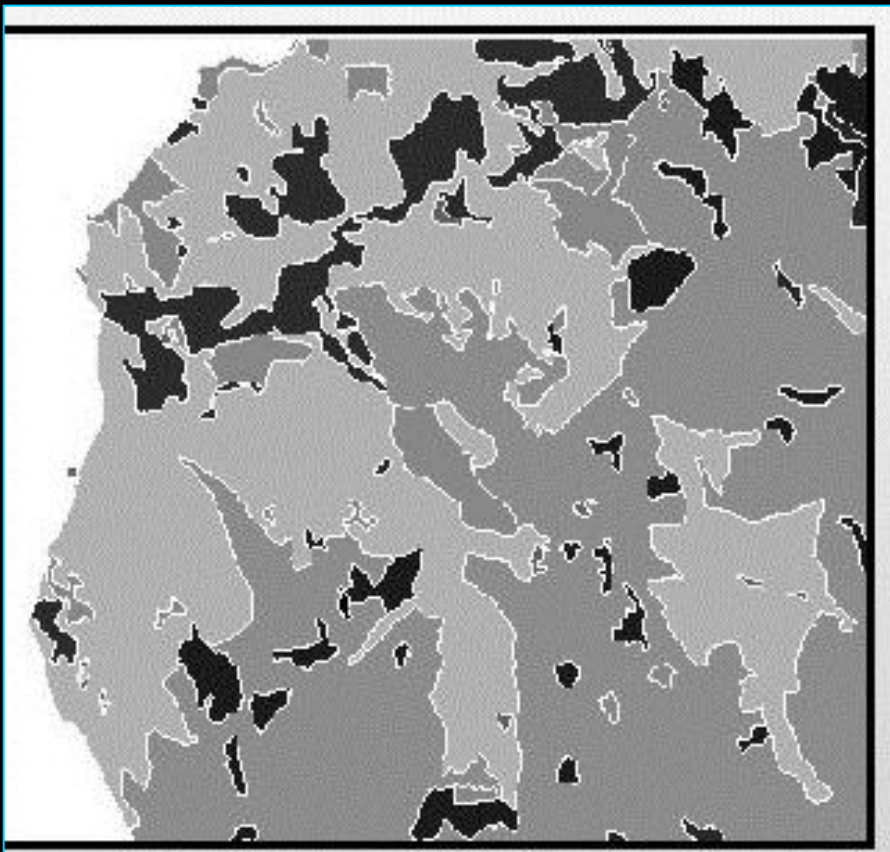
1. Indici per singoli patches: estensione, rapporto perimetro/area, complessità della forma, ecc.

2. Indici per tipologia di patch (classe): caratteristiche di tutti i poligoni di una determinata tipologia, es. numero di patches, dimensione media di un dato tipo di bosco o dei coltivi, ecc.

3. Indici su tutta l'area o estensione (paesaggio): per indagare caratteristiche generali del paesaggio, es. somma o valore medio dell'intera area studiata, o valori di diversità, ricchezza, connettività, ecc.

Componenti delle carte e metriche associate

Dividiamo gli indici in due categorie per quantificare:

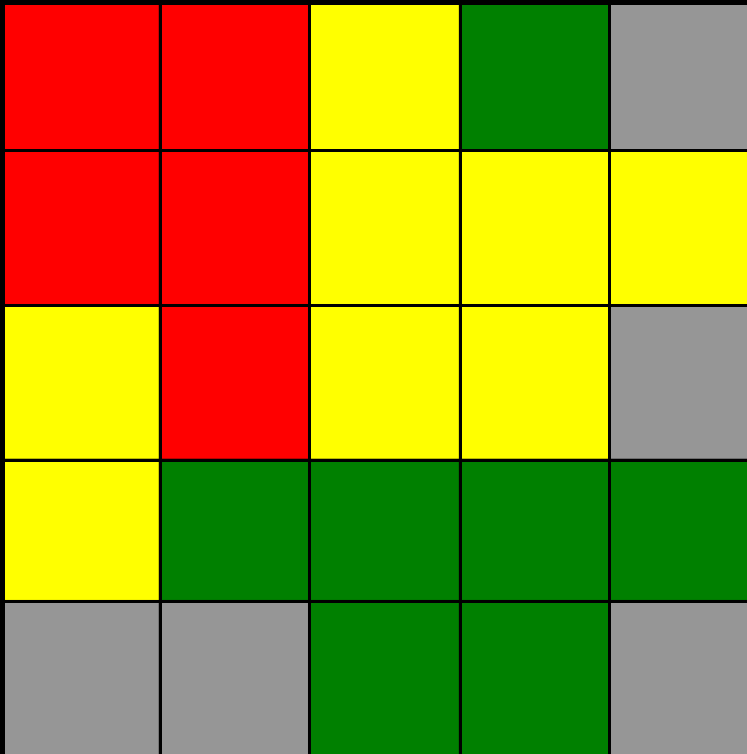


- la composizione della carta, senza fare riferimento agli attributi spaziali;

- la configurazione spaziale della carta, che richiede delle informazioni di tipo spaziale per il loro calcolo.

Composizione

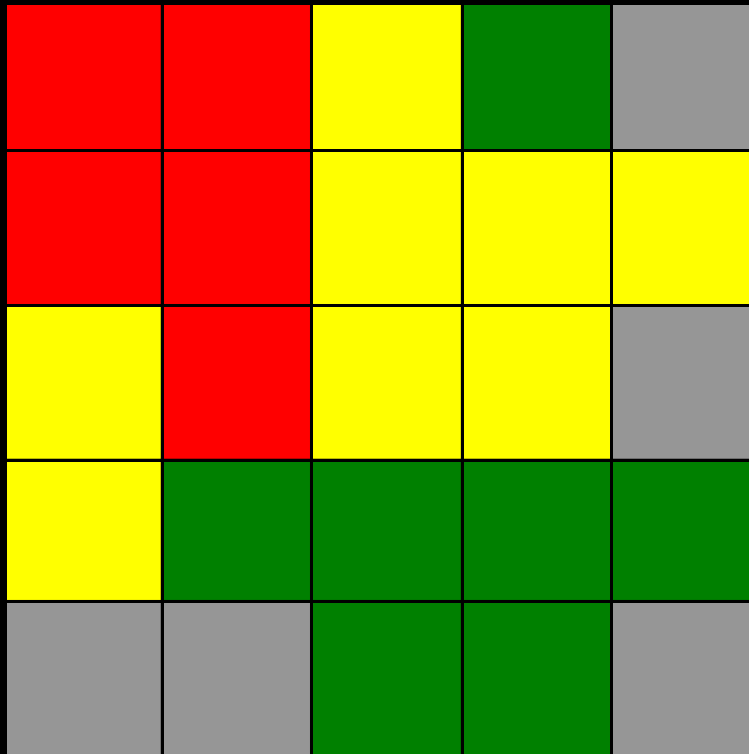
La varietà e l'abbondanza degli elementi che compongono il paesaggio



Red	boschi di sclerofille
Yellow	coltivi
Green	boschi di latifoglie
Grey	urbano

- Numero di patches (ricchezza)
- Abbondanza relativa di ogni classe
- Evenness (equiprobabilità)/dominanza
- Diversità

Composizione

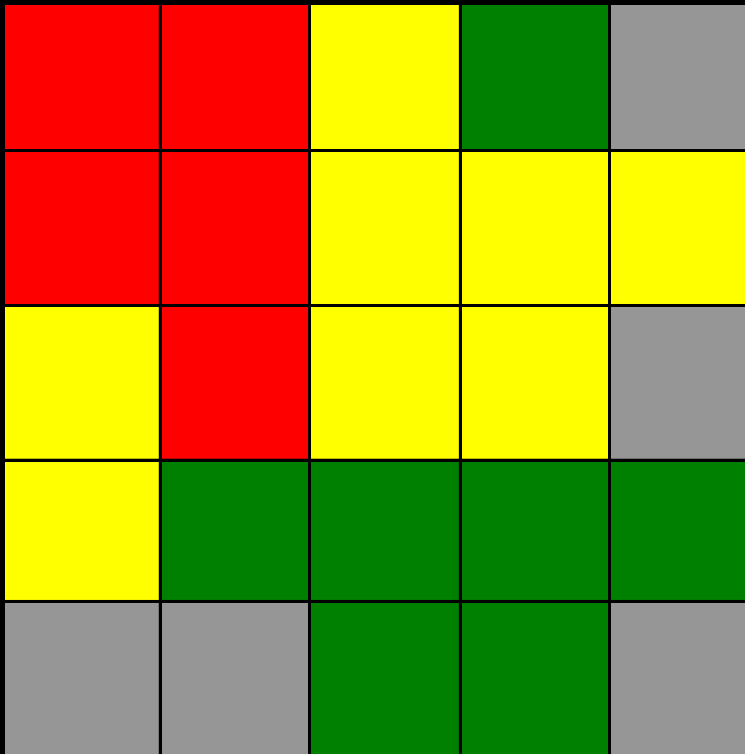


• Ricchezza e numero di patches per classe

CLASSE	numero patch
boschi di sclerofille	1
coltivi	2
boschi di latifoglie	2
urbano	4

Abbondanza relativa di ogni classe

10 m



	boschi di sclerofille
	coltivi
	boschi di latifoglie
	urbano

- Area % di ogni classe

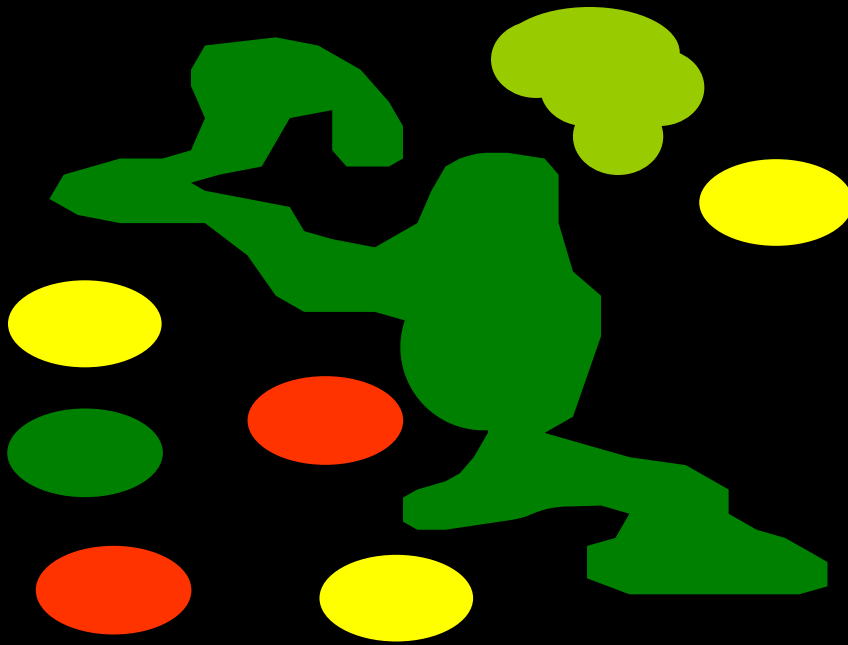
$$\%A_{c_k} = \frac{A_{c_k} \times 100}{A_{tot}}$$

$$A_{tot} = 2500 \text{ m}^2$$

CLASSE	%A
	boschi di sclerofille 20
	coltivi 32
	boschi di latifoglie 28
	urbano 20

Configurazione spaziale

Al contrario della composizione, la configurazione spaziale è più complessa da quantificare e si riferisce alla disposizione spaziale, la posizione, o l'orientazione di patches all'interno della classe o del paesaggio.

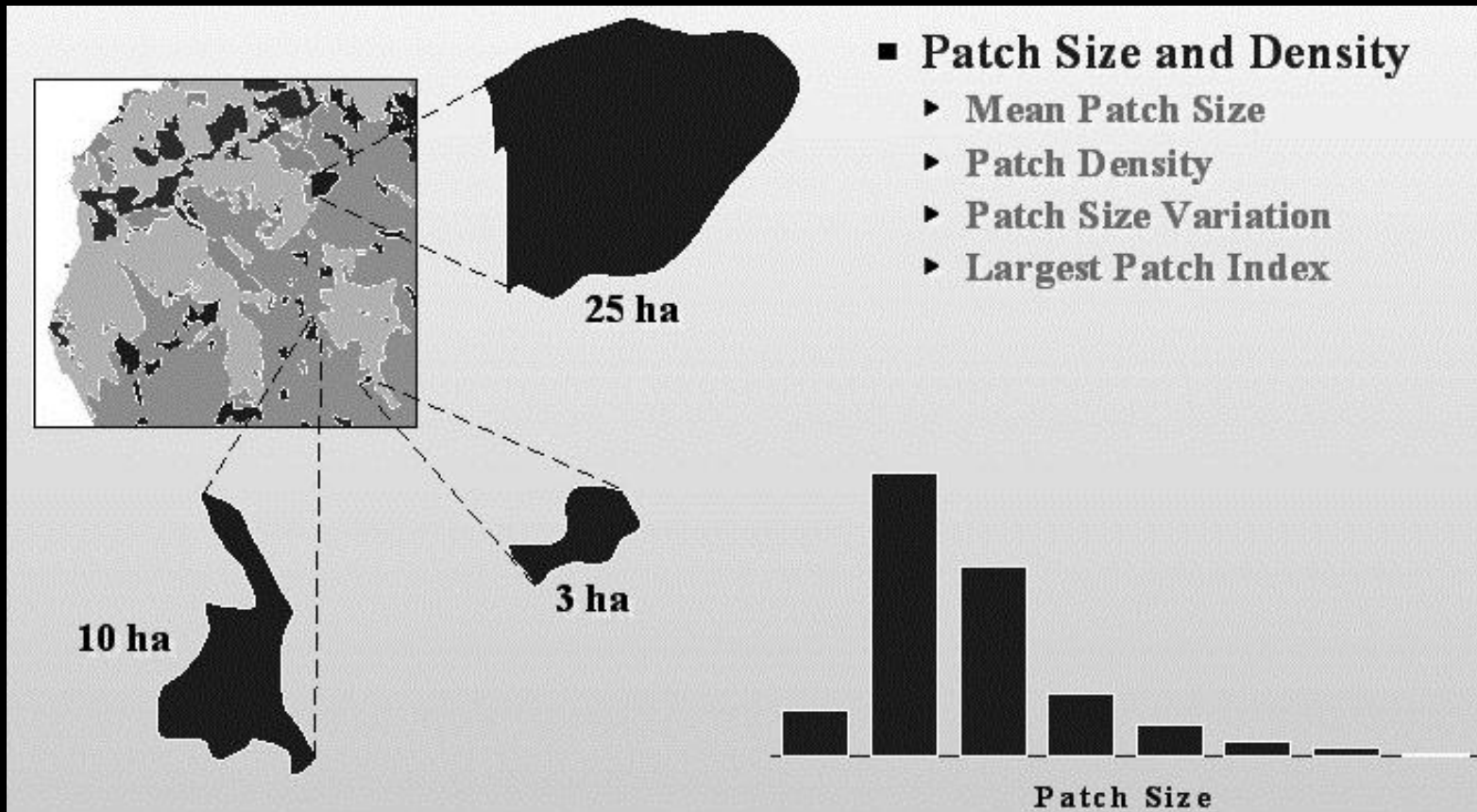


- Isolamento e prossimità
- Contrasto
- Dispersione
- Contagion e interdispersione
- Suddivisione
- Connettività

	boschi di sclerofille
	coltivi
	boschi di latifoglie
	urbano

Distribuzione della dimensione dei patch

L'attributo fondamentale del patch è la sua dimensione. La distribuzione delle dimensioni si può riassumere a livello di classe e di paesaggio (media, mediana, massimo, varianza).



Configurazione spaziale

Distribuzione della dimensione dei patch

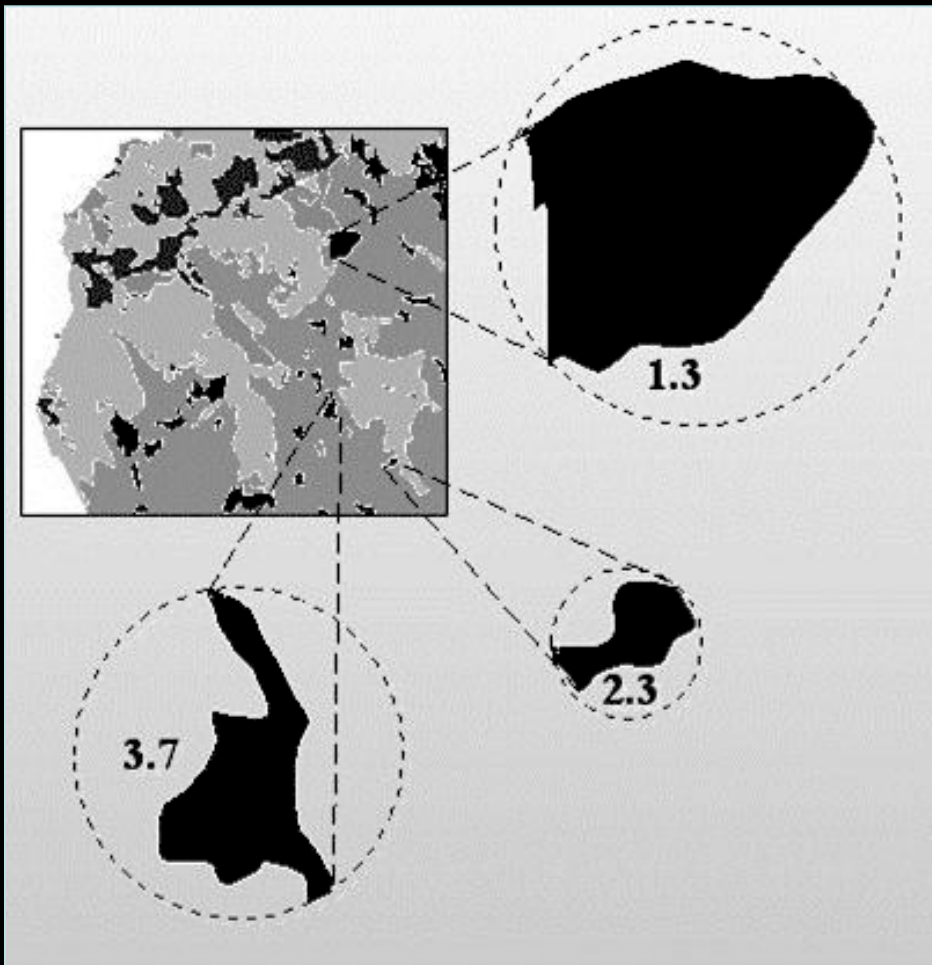
Il paesaggio è composto da moltissimi patch; un indice basato sulla dimensione di ogni singolo patch sarebbe quindi di scarsa utilità.



Per questo motivo viene calcolato l'indice di dimensione media, o MPS (Mean Patch Size), semplicemente ottenendo la media (somma di tutti i valori diviso per il numero di patch) delle aree dei singoli patches.

MPS (Mean Patch size)

Complessità della forma della dimensione dei patch



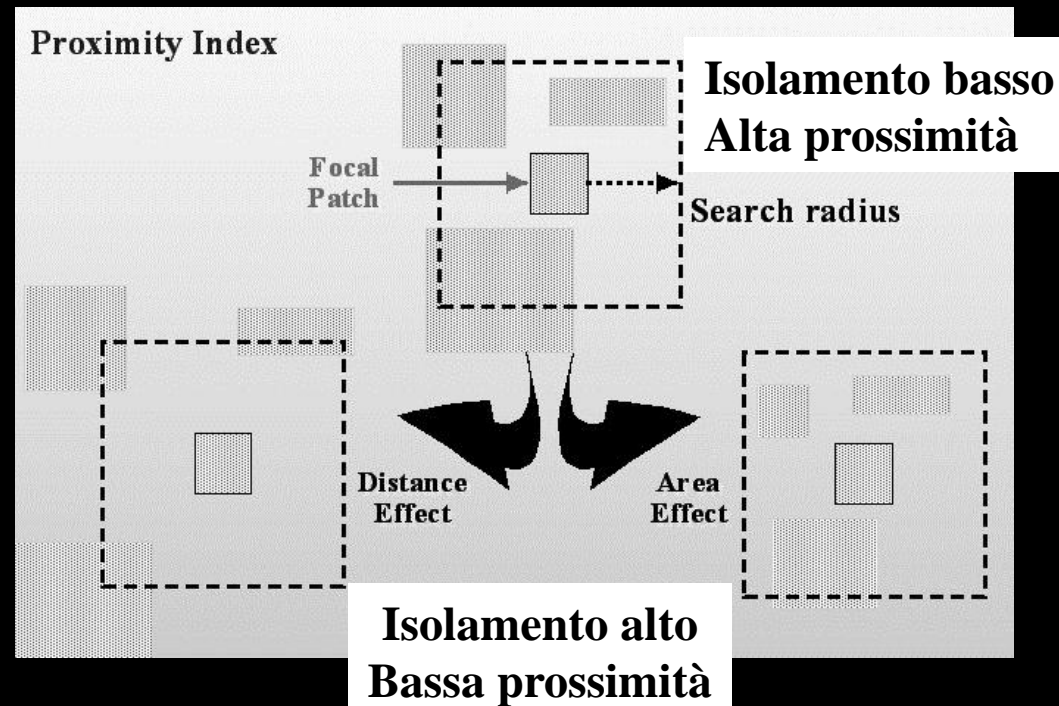
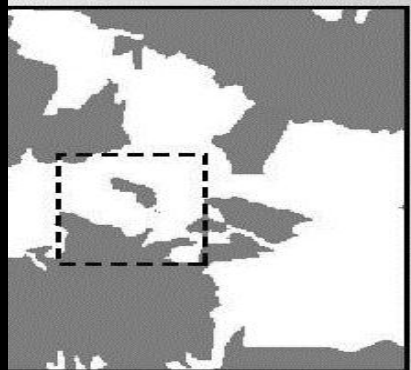
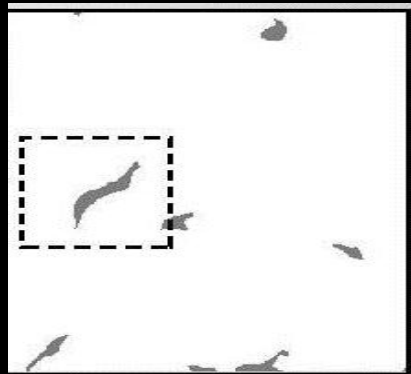
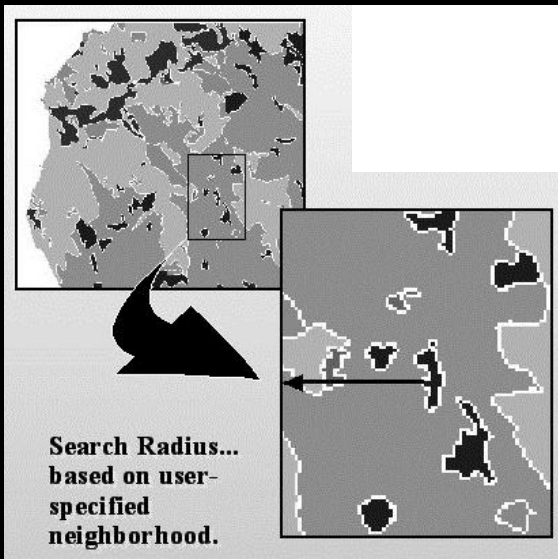
Tali indici si costruiscono sulla base del rapporto tra perimetro ed area. La complessità dei limiti offre un'informazione sulla geometria delle macchie, cioè la tendenza ad essere semplici e compatte o al contrario, irregolari e contorte.

Quantificazione del 'margine'

Configurazione spaziale

Isolamento e prossimità

Con isolamento e prossimità si indica la tendenza dei patches ad essere isolati nello spazio (distanti tra di loro) rispetto agli altri patches della stessa natura o simili. Il termine può essere vago, quindi è necessario definire come stabilire la misura di distanza e come gestire i rapporti tra patches



Il contrasto si riferisce alla diversa natura dei poligoni, si misura quindi la tendenza degli elementi di un tipo a presentarsi vicino a patches di un altro tipo.

■ **Adjacency (Contrast)**

- ▶ Edge Contrast Index
- ▶ Contrast-weighted Edge Density
- ▶ Neighborhood Contrast Index

Floristic Contrast

Structural Contrast

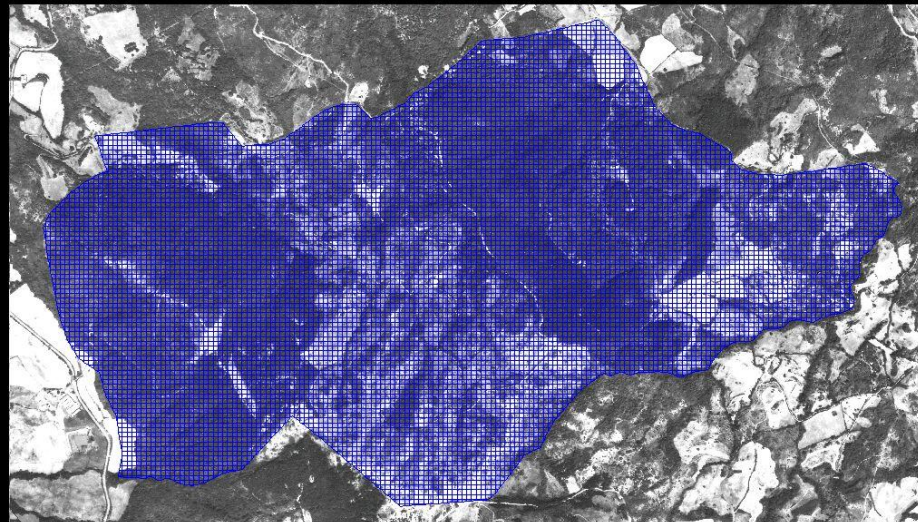
...based on user-specified edge contrast.

Ha senso se applicato a livello di paesaggio

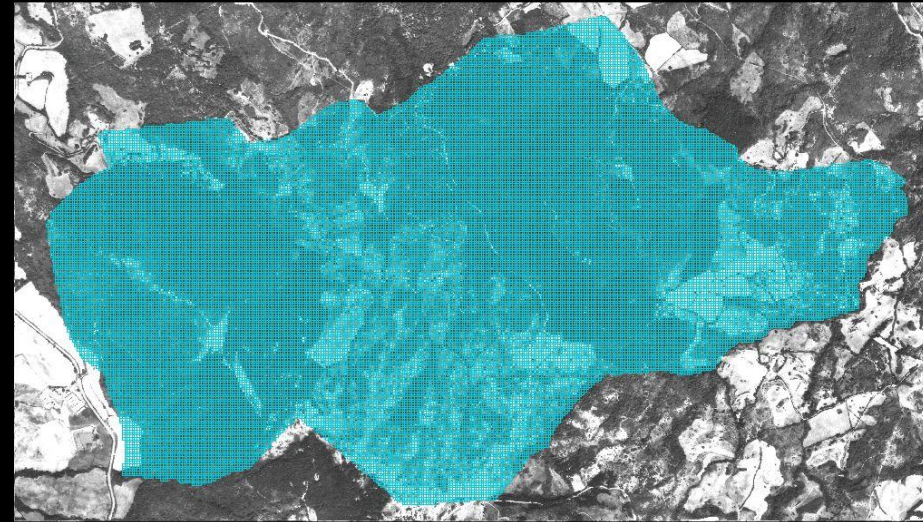
Uso, limitazioni ed interpretazione degli indici

- **Il formato(raster/vector) e la scala (grana ed estensione) dello studio possono avere una grande influenza sui valori degli indici ottenuti;**
- **Gli indici variano in modo prevedibile in funzione di p_i (la proporzione di paesaggio occupata per una tipologia d'interesse);**
- **Può essere utile considerare l'uso di più indici insieme, ma gli indici sono spesso correlati tra loro;**
- **E' necessario comprendere bene le finalità dello studio al fine di scegliere l'indice adatto. Infatti, un indice usato in maniera impropria può portare a conclusioni errate o nella migliore delle ipotesi, inutili!**

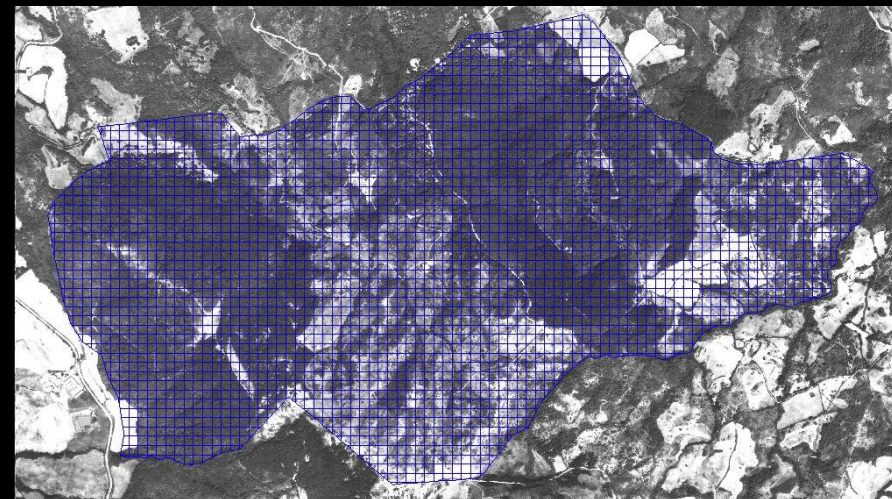
Il paesaggio è lo stesso, ma gli indici avranno lo stesso valore???



20x20



10x10



40x40