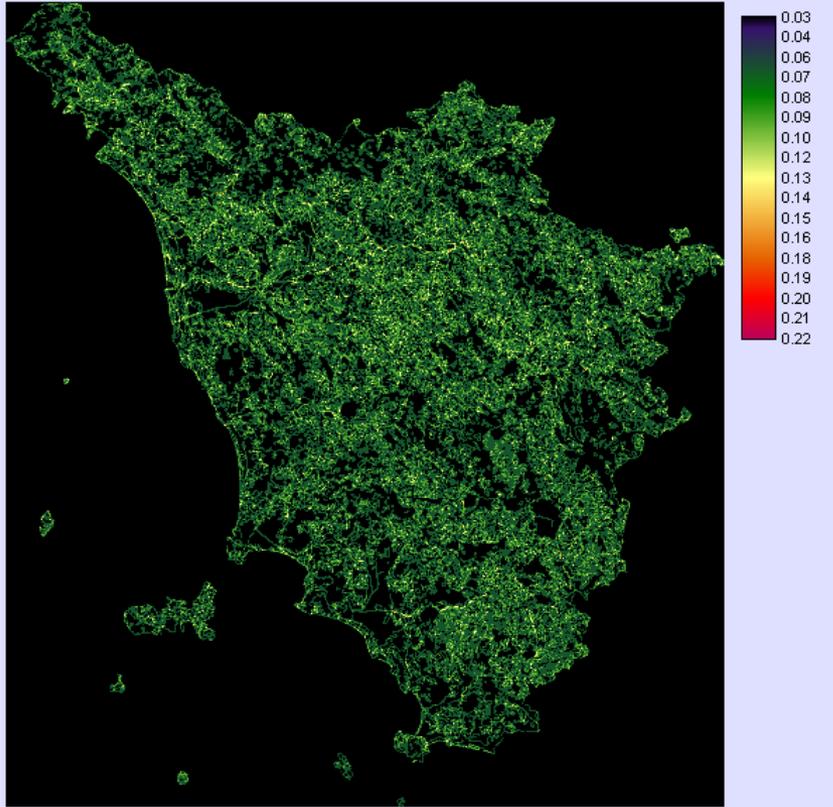


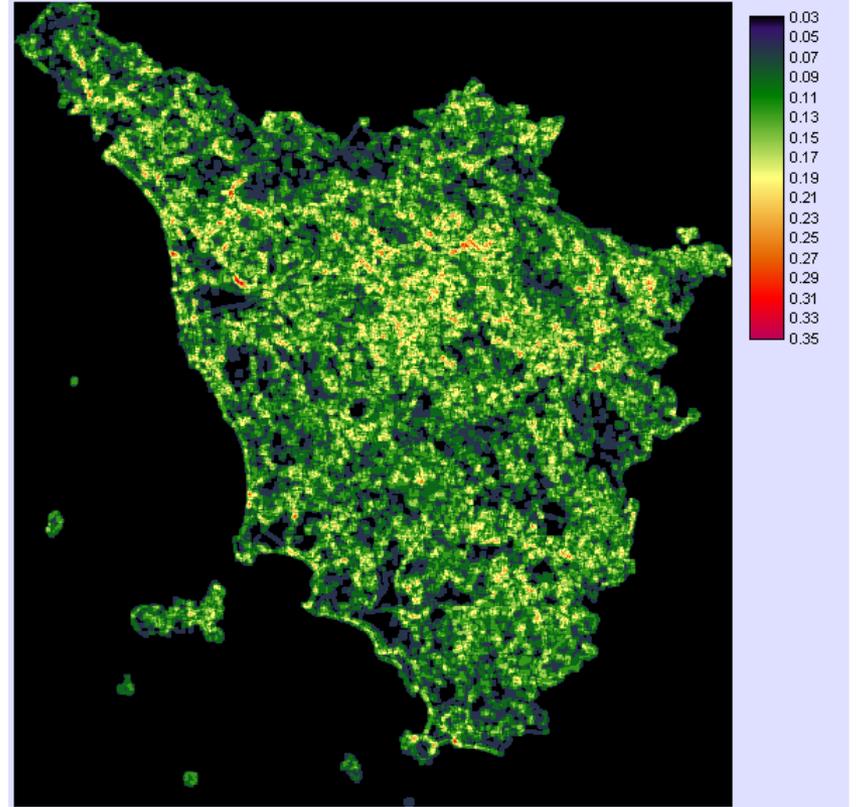
Problematiche degli indici di diversità

- L'elaborazione degli indici di diversità paesistica è fortemente influenzata dalla scelta di tre elementi:
 - la risoluzione della “regione”
 - la cosiddetta “risoluzione tematica” del dato di input, cioè il maggior o minore dettaglio di diversificazione dei tipi territoriali che compongono il mosaico paesistico;
 - la dimensione della finestra mobile.

Risoluzione



50m



200m

Relative richness 7x7

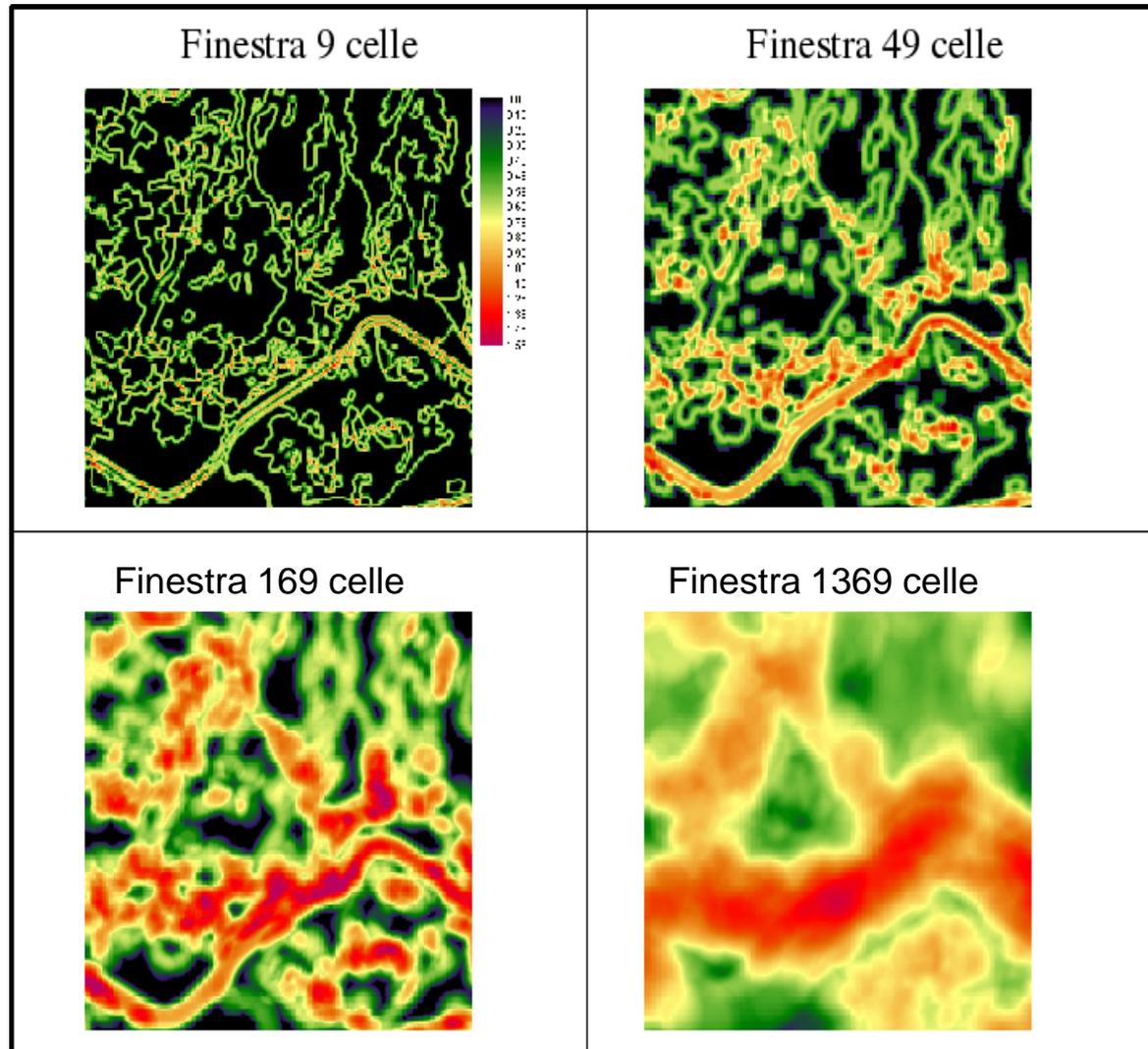
Identificazione dei tipi territoriali

- Ecologia del paesaggio
- Analisi della qualità visiva del paesaggio

Identificazione dei tipi territoriali

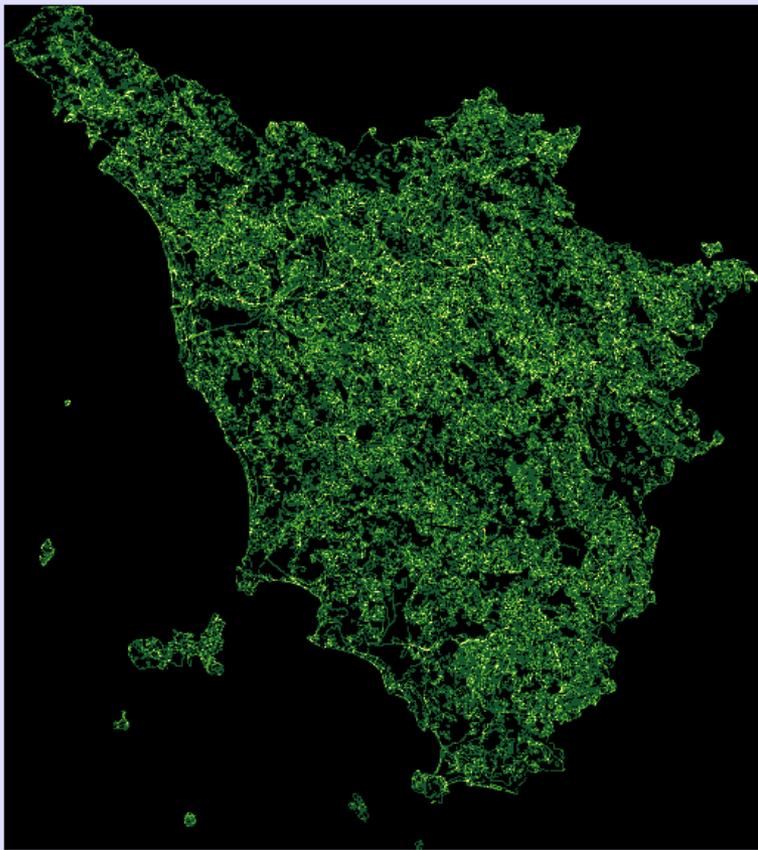
code	CLC (level 2)	code	Aggregation
1.1	Urban fabric	1	Artificial surfaces
1.2	Industrial, commercial and transport units		
1.3	Mine, dump and construction sites		
1.4	Artificial, non-agricultural vegetated areas		
2.1	Arable land	2	Arable land
2.2	Permanent crops	3	Permanent crops
2.3	Pastures	4	Pastures
2.4	Heterogeneous agricultural areas	5	Heterogeneous agricultural areas
3.1	Forests	6	Forests
3.3	Open spaces with little or no vegetation	7	Mineral surfaces
3.2	Shrub and/or herbaceous vegetation associations	8	Natural vegetation
4.1	Inland wetlands		
4.2	Coastal wetlands		
5.1	Continental waters	9	Water bodies
5.2	Marine waters		

Effetto della dimensione della finestra



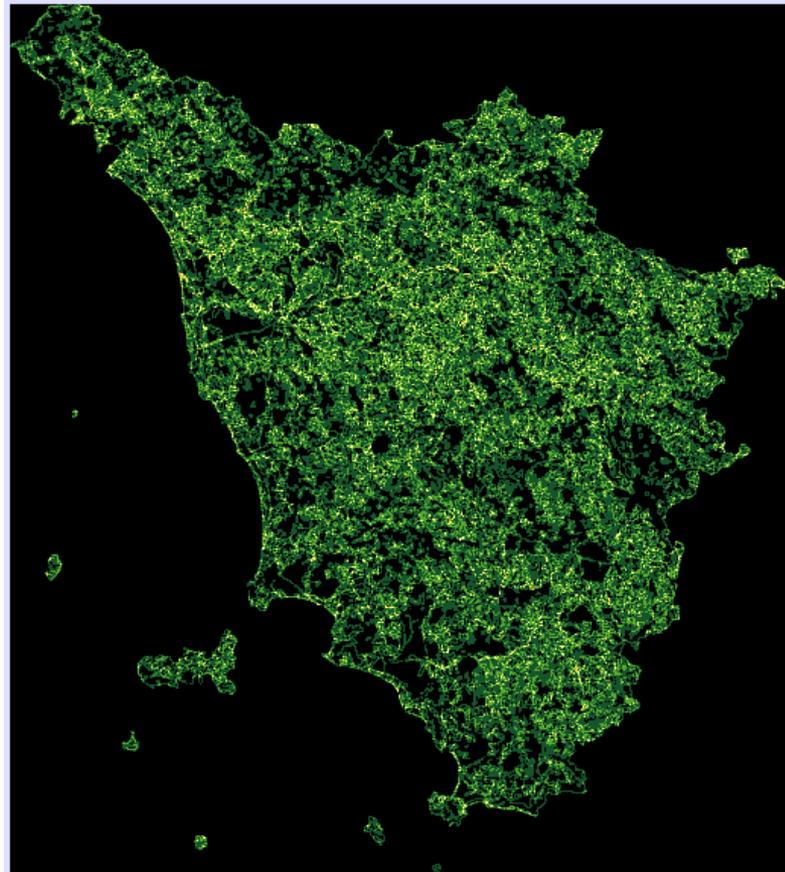
Dimensione della finestra

- la dimensione della finestra dipende quindi:
 - a) dal tipo di analisi: se si vogliono enfatizzare fenomeni di transizione fra classi si debbono usare finestre piccole, se invece sono importanti fenomeni derivanti dal mosaico territoriale sono preferibili finestre ampie;
 - b) dalla risoluzione dell'immagine: la dimensione della finestra sarà inversamente proporzionale alla risoluzione.



50m

Relative richness 7x7



200m

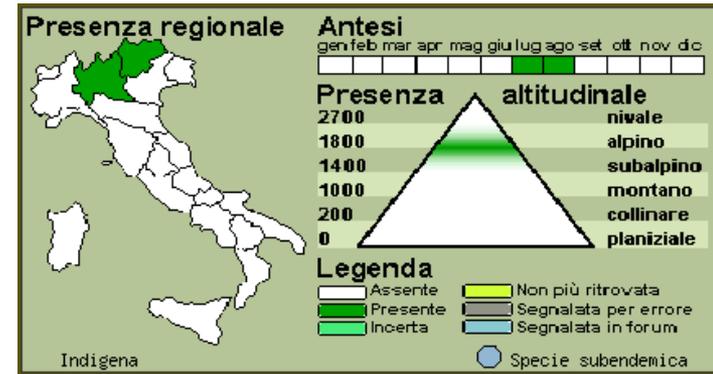
Relative richness 3x3

Indici geomorfologici

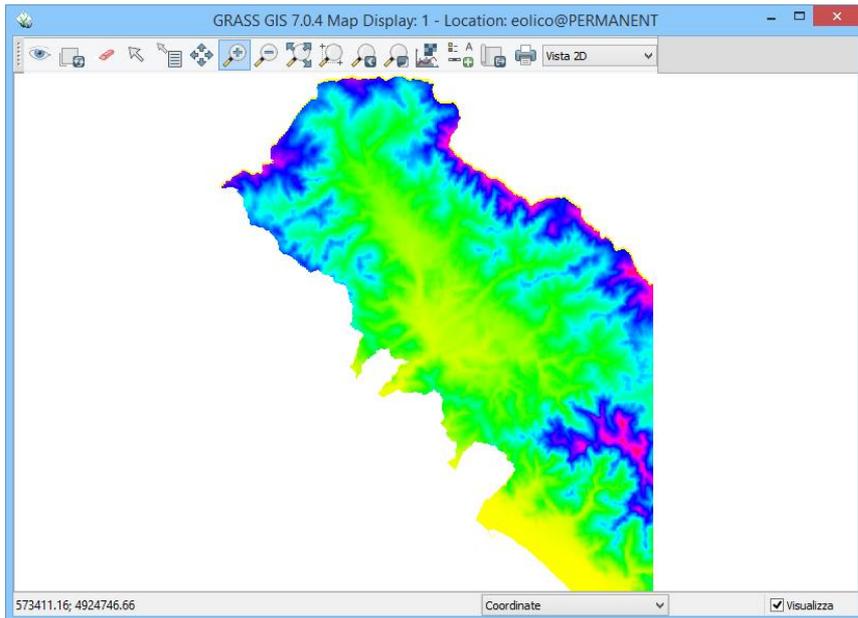
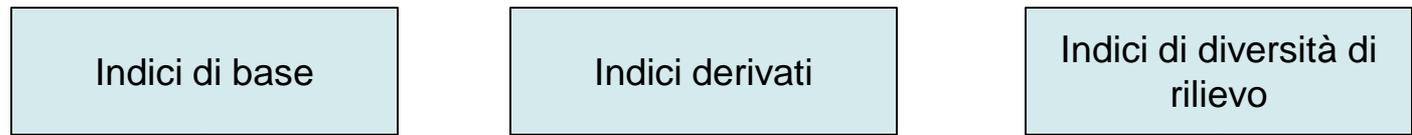
- La geomorfologia quantitativa (detta anche geomorfometria) permette di ottenere una misura della forma del paesaggio.
- Al contrario del caso precedente, gli indici di analisi geomorfologica analizzano il paesaggio sulla base di un parametro quantitativo prevalente cioè l'elevazione.

Indici geomorfologici

Applicazioni

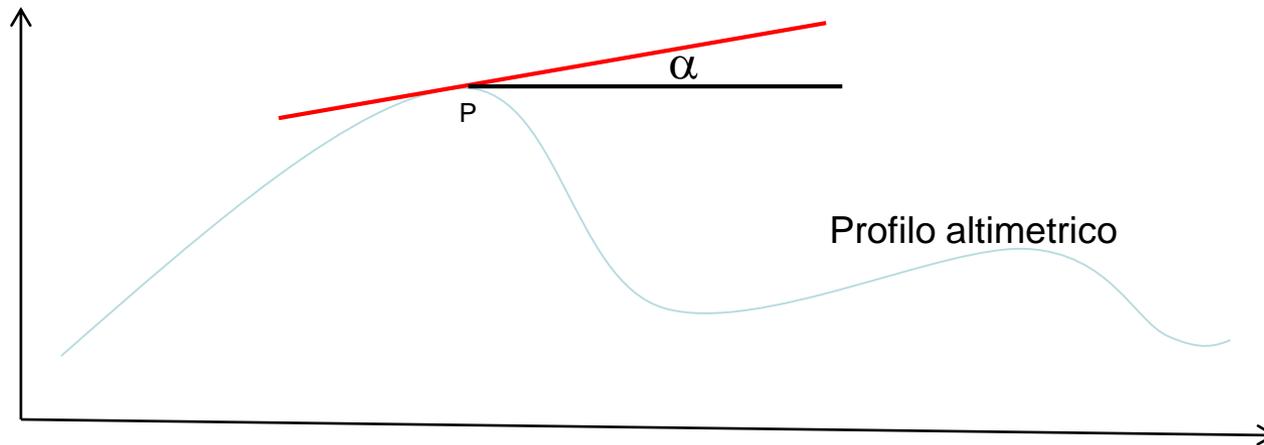


Classificazione



Pendenza

E' rappresentata dalla derivata della funzione di riferimento.



$$\text{Pendenza} = \tan \alpha$$

$$y = mx + q$$

Con

m coefficiente angolare

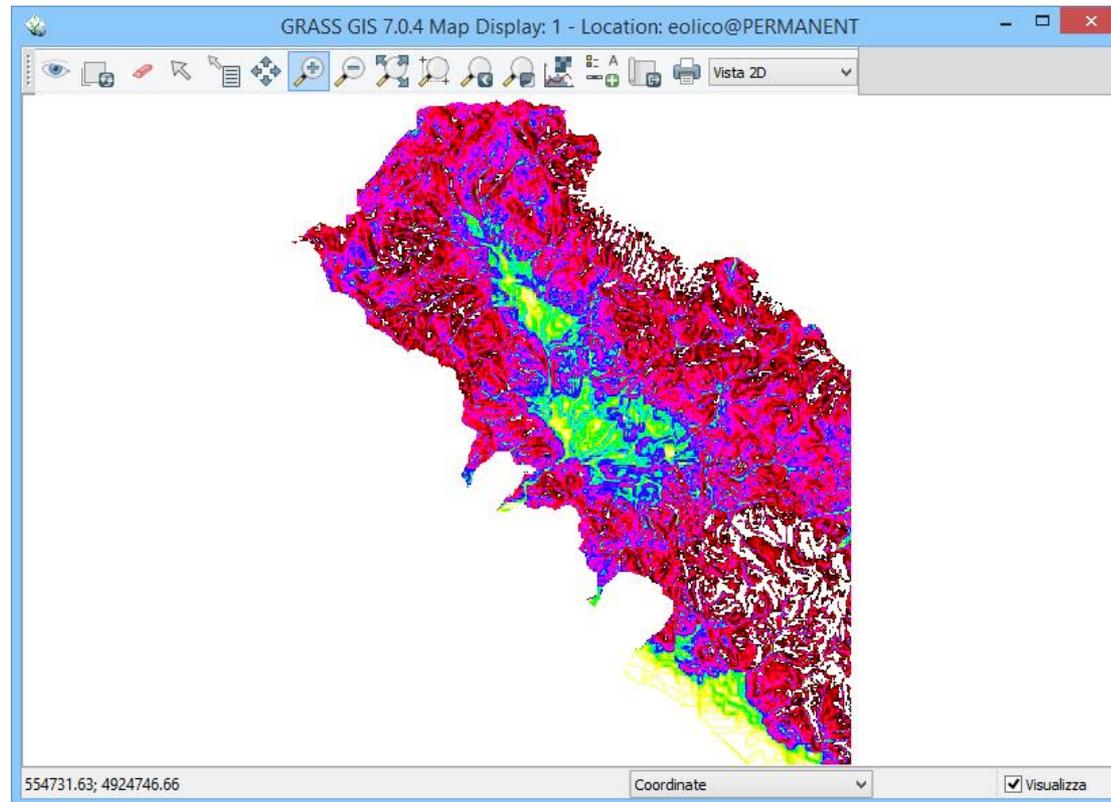
Pendenza



- Gli indici geomorfometrici, a livello teorico, fanno largo uso del concetto di derivata di funzioni matematiche rappresentative delle forme del terreno ricavate per interpolazione
- Dal punto di vista pratico però la difficoltà e la complessità di tale procedimento hanno portato all'impiego sempre più diffuso di formule approssimate basate sul modello raster.

Formula di Dozier e Strahler:

$$pendenza = \arctan \sqrt{(\delta z / \delta x)^2 + (\delta z / \delta y)^2}$$



$$[\delta z/\delta y]_{y,x} = \frac{DEM_{-1,-1} + 2 \cdot DEM_{0,-1} + DEM_{-1,1} - DEM_{1,-1} - 2 \cdot DEM_{0,1} - DEM_{1,1}}{8 \cdot \Delta X}$$

$$[\delta z/\delta x]_{y,x} = \frac{DEM_{-1,-1} + 2 \cdot DEM_{-1,0} + DEM_{-1,1} - DEM_{1,-1} - 2 \cdot DEM_{1,0} - DEM_{1,1}}{8 \cdot \Delta Y}$$

Metodo di Horn

$$\delta z/\delta x = \frac{\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}}{8 \cdot \Delta X}$$

$$\delta z/\delta y = \frac{\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}}{8 \cdot \Delta Y}$$

Notazione esplicita

-1,-1	0,-1	1,-1
-1,0	0,0	1,0
-1,1	0,1	1,1

512	520	523
513	519	528
514	518	521

DTM

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

dz/dx (pesi)

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

dz/dy (pesi)

512	0	-523
1026	0	-1056
514	0	-521

dz/dx

512	1040	523
0	0	0
-514	-1036	-521

dz/dy



somma matrice divisa per (8*ris). Es. ris. a 10m

-0,6

somma matrice divisa per (8*ris). Es. ris. a 10m

0,05



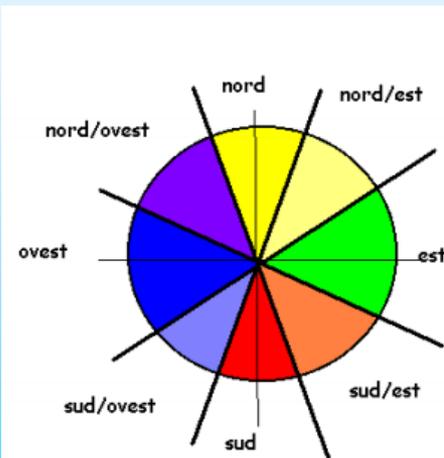
$$pendenza = \arctan \sqrt{(\delta z / \delta x)^2 + (\delta z / \delta y)^2}$$

35%

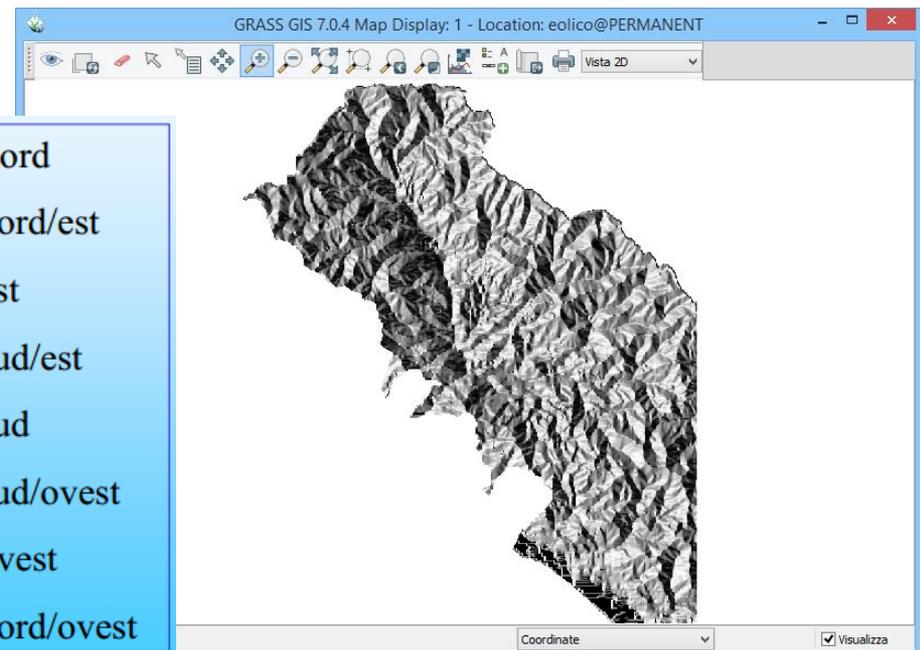
Esposizione

Può essere calcolata sulla base delle derivate di cui sopra attraverso la seguente equazione.

$$esposizione = \frac{(\delta z / \delta x)}{(\delta z / \delta y)}$$



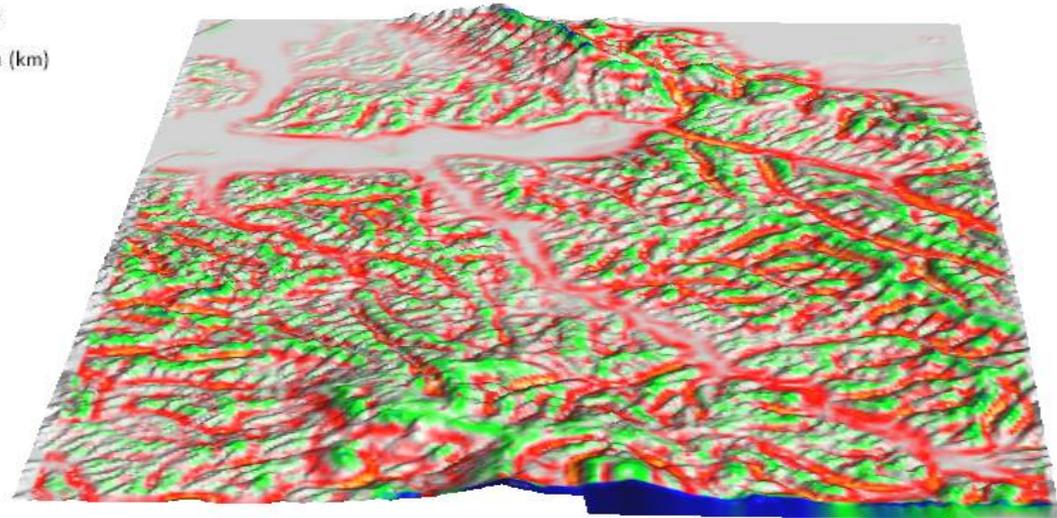
0-22.5,337.5-360	↓ nord
22.5-67.5	↓ nord/est
67.5-112.5	↓ est
112.5-157.5	↓ sud/est
157.5-202.5	↓ sud
202.5 - 247.5	↓ sud/ovest
247.5-292.5	↓ ovest
292.5-337.5	↓ nord/ovest



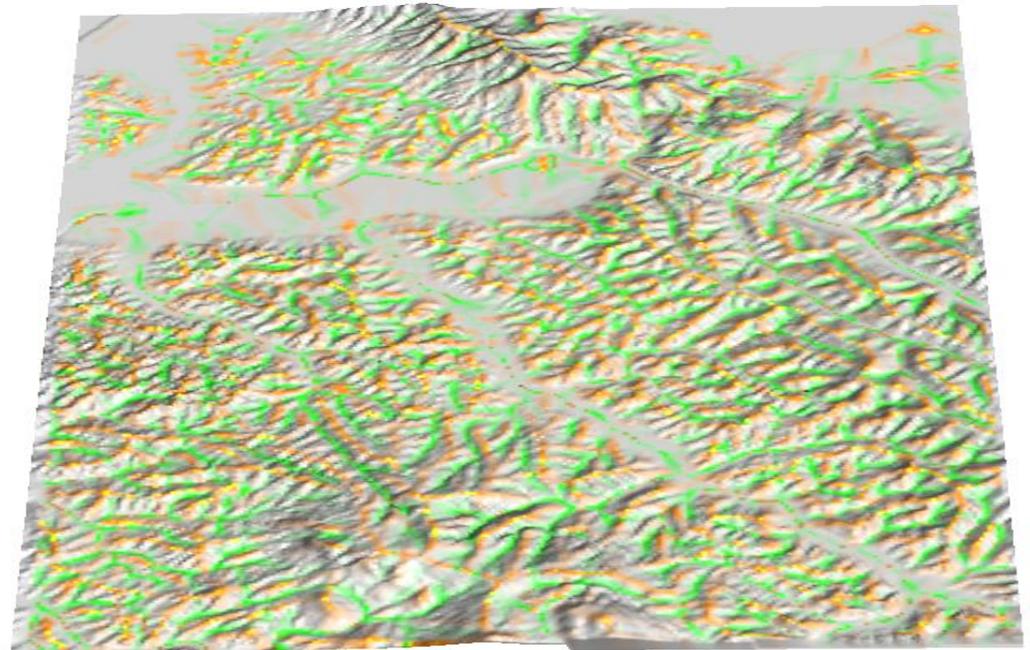
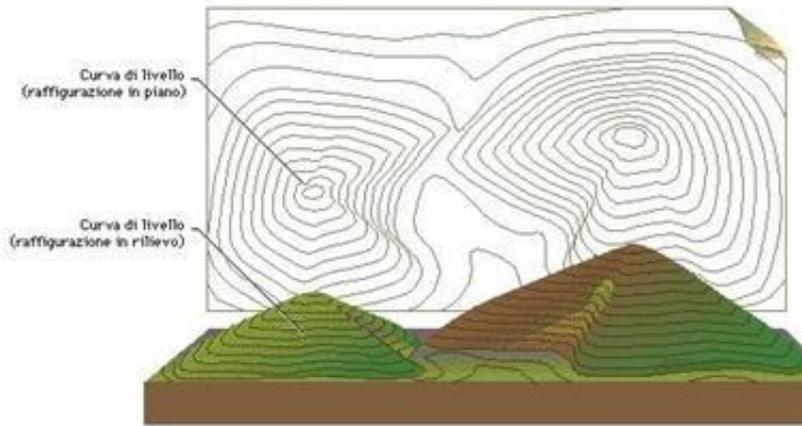
Indici di curvatura

- La forma dei versanti può essere descritta attraverso la combinazione di valori di due indici:
 - la curvatura verticale
 - la curvatura planare.
- La curvatura verticale può essere definita come il profilo di un versante tagliato lungo la linea di massima pendenza;
 - tramite la curvatura verticale è quindi possibile distinguere creste, versanti inclinati in modo concavo o convesso, oppure depressioni e impluvi.
- La curvatura planare è invece relativa ad una sezione ortogonale alla massima pendenza, in altre parole lungo le curve di livello.

Curvatura verticale



Curvatura planare



Metodo di Zevenbergen e Thorne (3x3): richiede il calcolo dei seguenti 5 coefficienti.

$$D = \frac{(DEM(0,-1) + DEM(0,1))/2 - DEM(0,0)}{L^2}$$

$$E = \frac{(DEM(1,0) + DEM(-1,0))/2 - DEM(0,0)}{L^2}$$

$$F = \frac{(-DEM(1,-1) + DEM(1,1) + DEM(-1,-1) - DEM(-1,1))}{4 \cdot L^2}$$

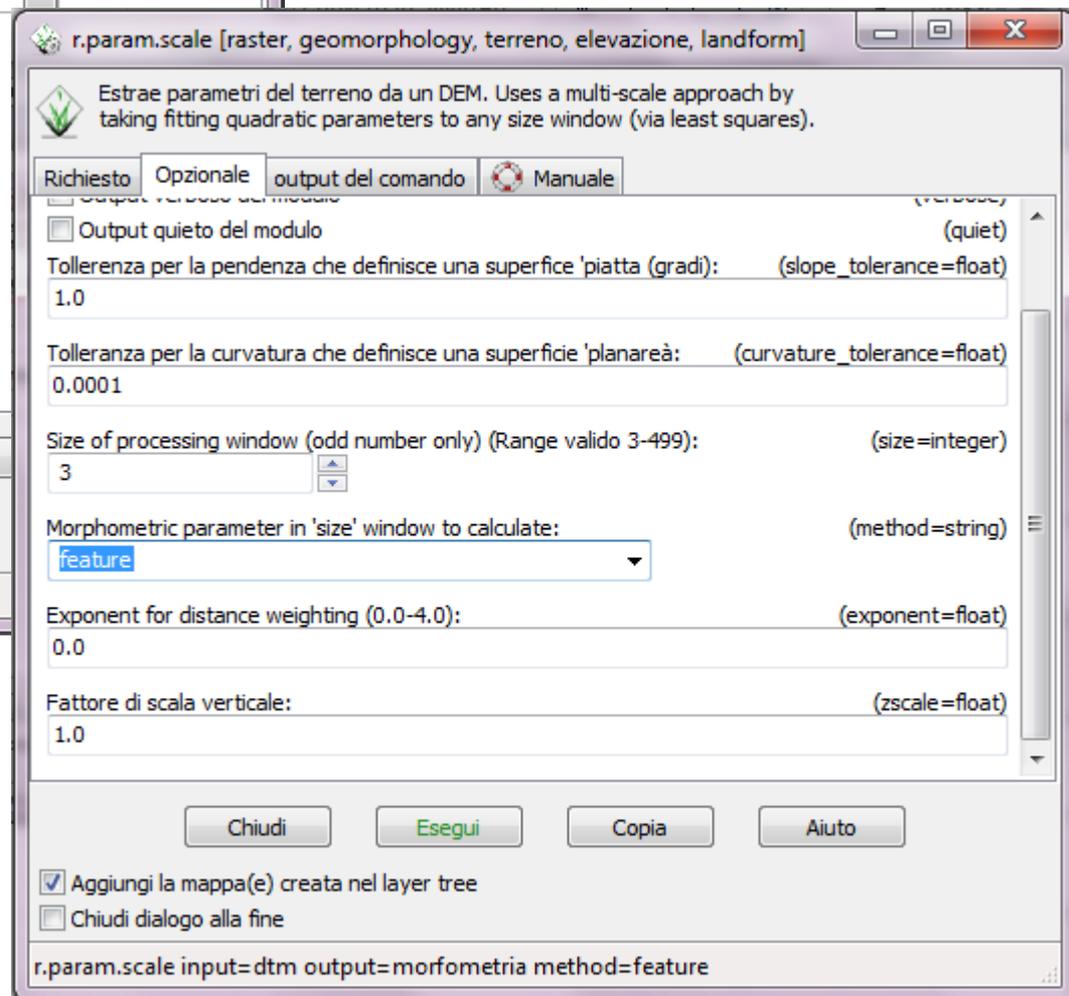
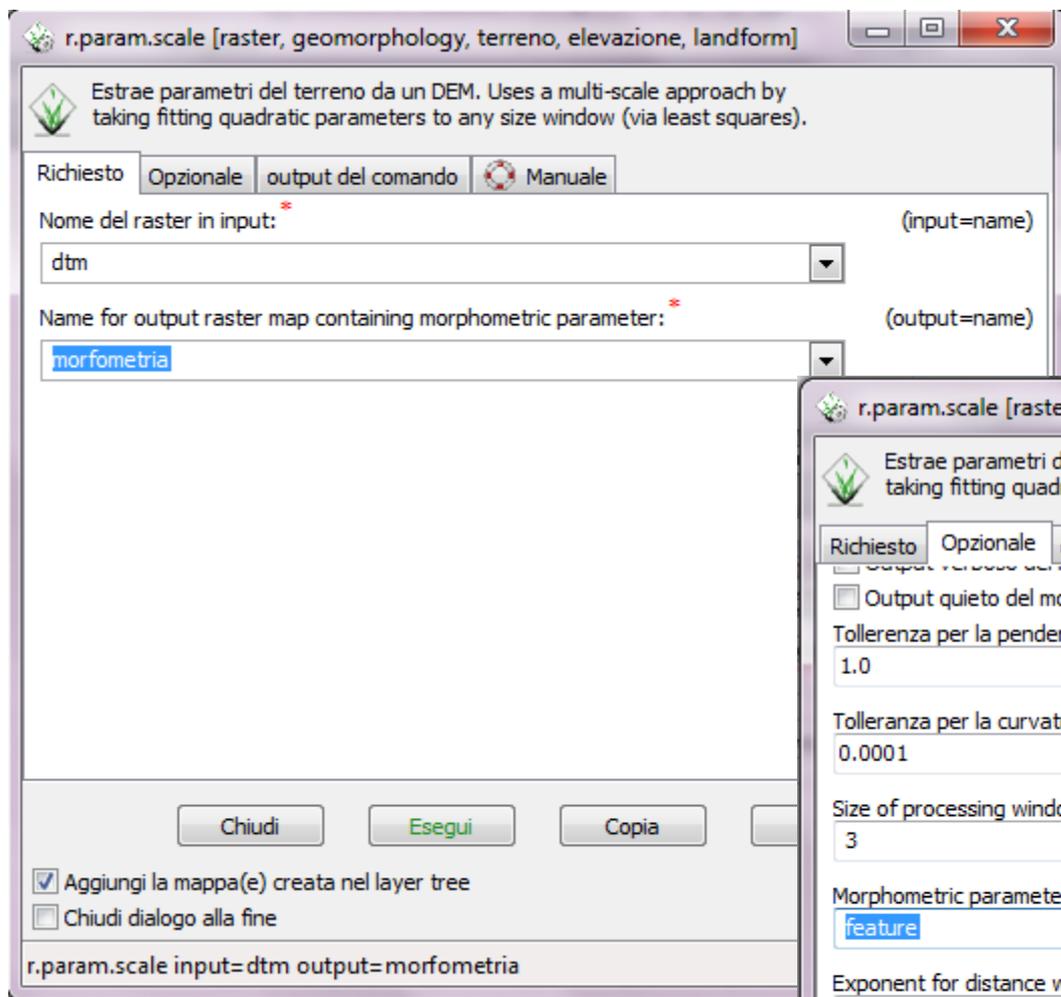
$$G = \frac{-DEM(0,-1) + DEM(0,1)}{2 \cdot L}$$

$$H = \frac{DEM(1,0) + DEM(-1,0)}{2 \cdot L}$$

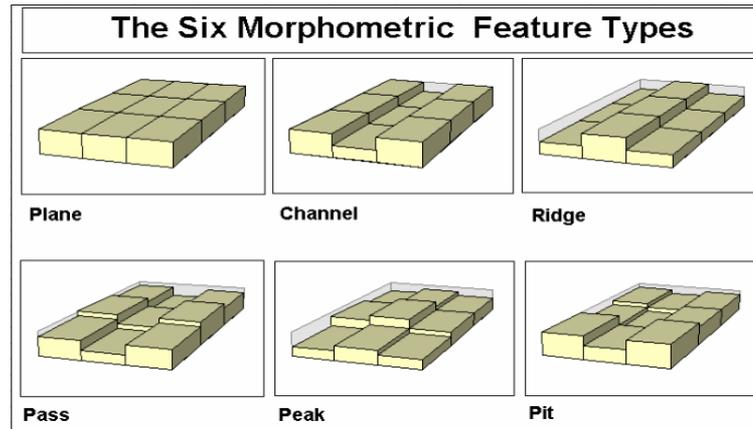
Con L risoluzione del modello raster. Sulla base di questi parametri è possibile calcolare le seguenti equazioni.

$$plancurvature = \frac{-2(DH^2 + EG^2FGH)}{G^2 + H^2}$$

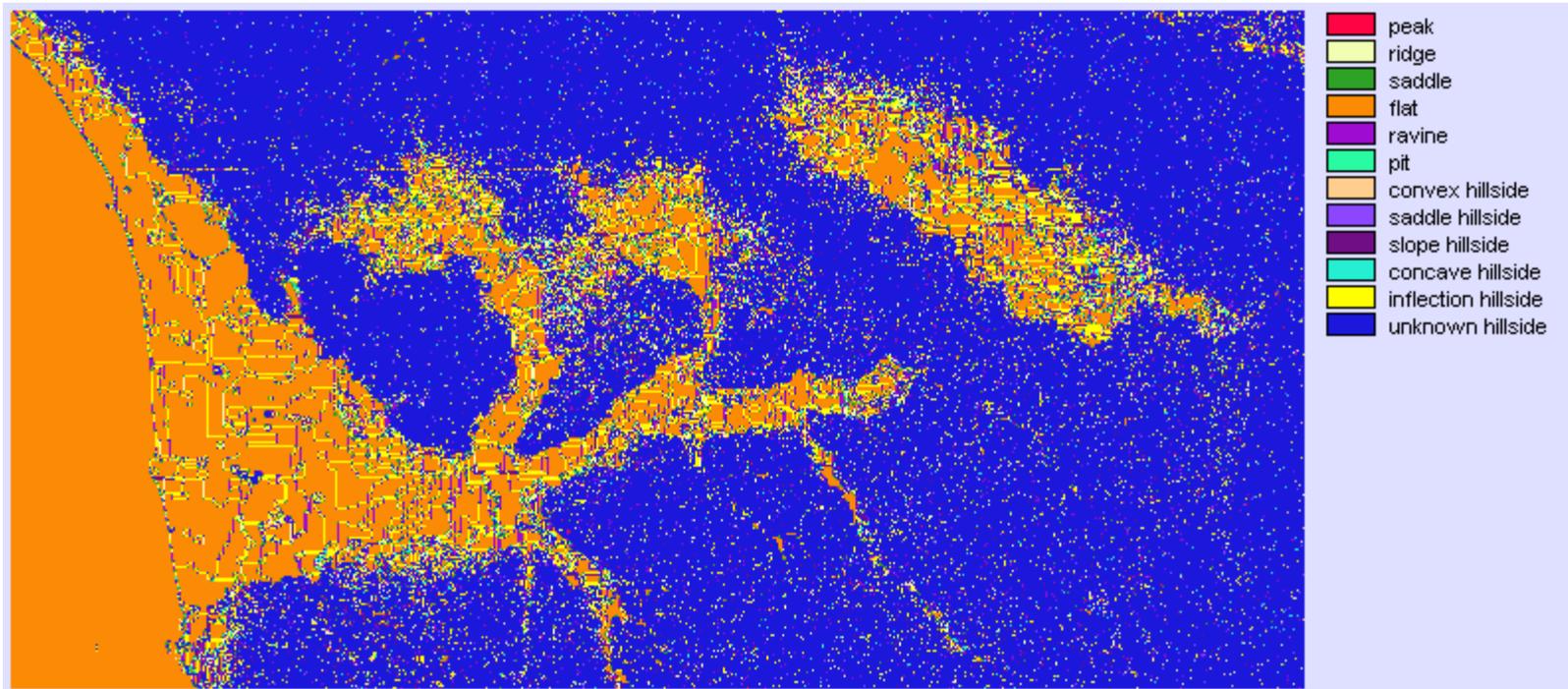
$$verticalcurvature = \frac{-2(DG^2 + EH^2) + FGH}{G^2 + H^2}$$



Indici morfologici



		Curvatura verticale		
		> 0	≈ 0	< 0
Curvatura planare	> 0	Picco	Crinale	Passo
	≈ 0	Versante concavo	Piano o versante piano	versante convesso
	< 0	Passo	Canale o impluvio	“serbatoio” depressione localizzata



- VIA
- Quantificazione dei SE
- Processo produttivo bioenergia

Indici di diversità di rilievo

Indice di rugosità: variabilità di una superficie topografica a una data scala di analisi, dove la scala di analisi è scelta in funzione della forma di paesaggio oggetto di studio

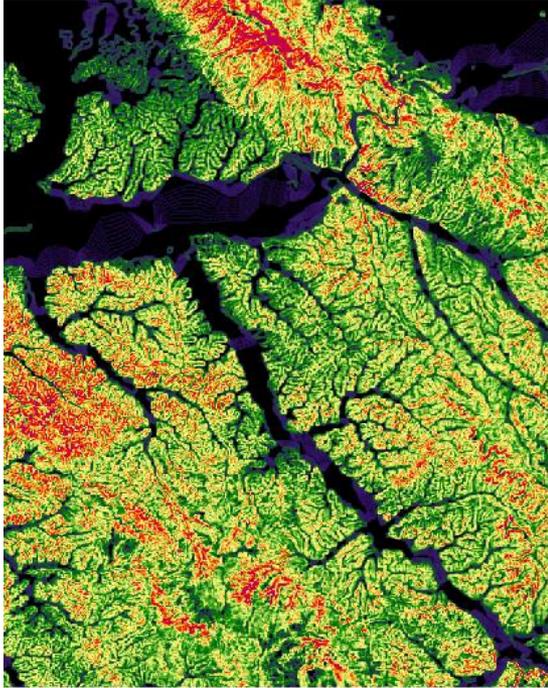
L'indice di rugosità (ruggedness index) è stato proposto da Riley et al. per evidenziare la differenza di elevazione in un paesaggio. L'indice si basa sul calcolo della radice quadrata della somma delle differenze di quota fra la cella centrale di una finestra mobile e le celle confinanti ognuna elevata al quadrato:

$$ruggedness = \sqrt{\sum_{i=1}^n (DEM_0 - DEM_n)^2}$$

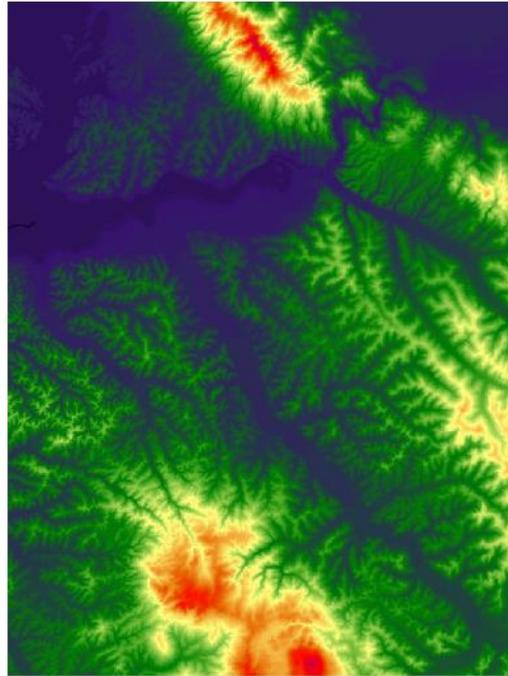
Le differenze sono elevate al quadrato, per renderle comunque positive e far sì che non si compensino falsando il risultato.

L'indice di intensità di rilievo invece si basa, più semplicemente, sulla misura della differenza massima di quota nella finestra mobile

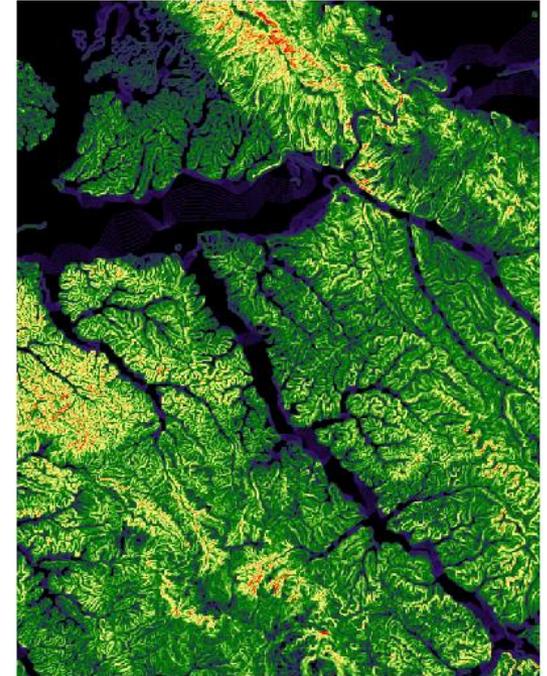
Indici geomorfometrici di varietà



Indice di rugosità:
*Es. spostamenti del
terreno in momenti
temporali diversi
-modelli idrogeologici*



DEM



Indice di intensità

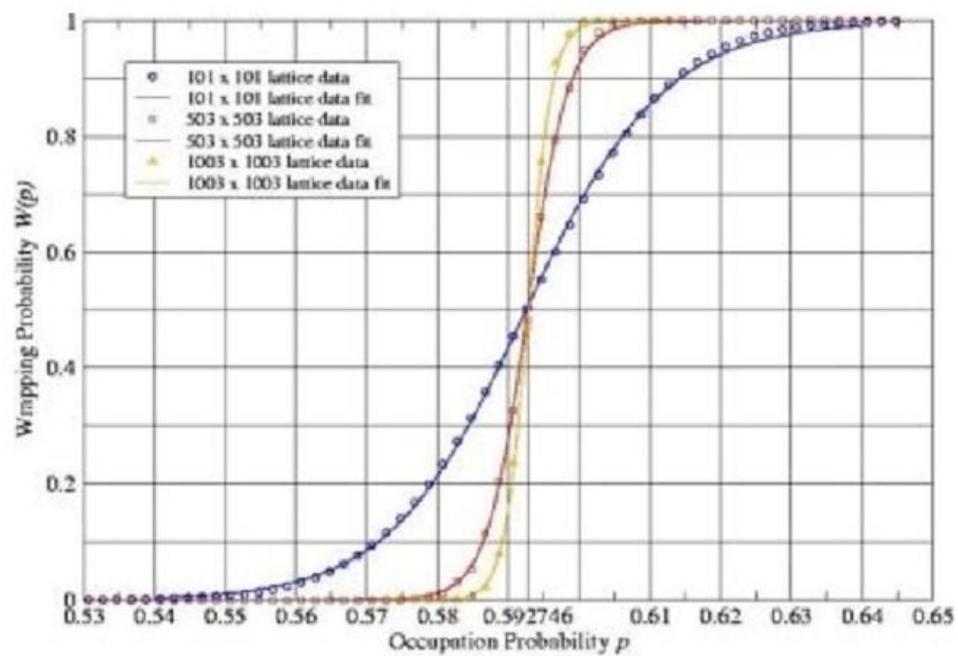
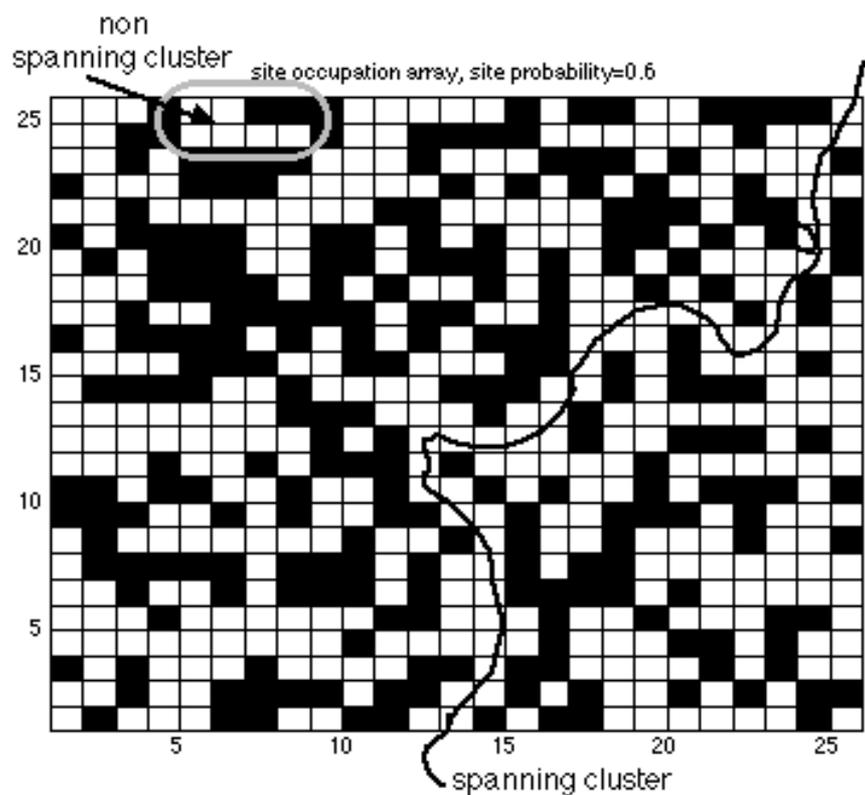
Applicazioni degli operatori focali all'analisi territoriale

Indici di Landscape Ecology e teoria della percolazione

- Tale teoria, nata per descrivere alcune proprietà fisiche dei polimeri, viene comunemente impiegata in Landscape Ecology per valutare il grado di connettività e/o frammentazione di una determinata matrice paesaggistica.
- La teoria della percolazione nasce dall'osservazione della diffusione di un organismo (animale ma anche vegetale) nel territorio.
- Gli spostamenti di una certa specie sono infatti fortemente condizionati dalla idoneità dell'ambiente incontrato.

Percolazione (biopermeabilità)

- L'animale si diffonde attraverso successioni di habitat a lui idonei
- La diffusione nel territorio può essere modellizzata attraverso un **filtro passa basso**:
 - considerando una finestra di analisi quadrata, la probabilità che una certa specie riesca ad attraversare tale finestra cresce proporzionalmente alla percentuale di celle idonee dal punto di vista ambientale che si trovano in tale finestra
 - La dimensione della finestra dipenderà dalla capacità di spostamento della specie





La biopermeabilità è specie-specifica:

Non esistono luoghi con biopermeabilità nulla, grazie al fatto che diversi gruppi di specie sono in grado di adattarsi anche negli ambienti edificati più compatti

I modelli di idoneità ambientale

- La biopermeabilità di una specie può essere individuata tramite modelli di idoneità ambientale
- Repertorio nazionale
 - www.gisbau.uniroma1.it/species.php

REN – Rete Ecologica Nazionale

L'obiettivo del progetto è quello di **individuare una rete**, ovvero mosaici di aree a diverso valore e priorità di conservazione evidenziando eventuali elementi di collegamento tra le aree chiave tali da **minimizzare la frammentazione degli habitat e delle aree di presenza** delle specie di Vertebrati.

La prima fase del lavoro si è concentrata sulla realizzazione di una sintesi dello stato delle conoscenze sulla **distribuzione ed ecologia delle specie di Vertebrati italiani**, attraverso una Banca Dati Faunistica che include 504 specie così ripartite tra i diversi gruppi tassonomici: 81 specie di pesci d'acqua dolce, 34 di anfibi, 43 di rettili, 244 di uccelli e 102 di mammiferi.



The cover features a central illustration of a bird of prey perched on a branch on the left and a close-up of a wolf's face on the right. The text is overlaid on this background.

Ministero dell' Ambiente
e della Tutela del Territorio

Rete Ecologica Nazionale

Un approccio alla Conservazione
dei Vertebrati Italiani

Relazione finale

Luigi Boitani
Fabio Corsi
Alessandra Falcucci
Ilaria Marzetti
Monica Masi
Alessandro Montemaggiori
Daniela Ottaviani
Gabriella Reggiani
Carlo Rondinini

Direzione per la
Conservazione della Natura **CN**

Università di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Biologia Animale
e dell' Uomo

Gatto selvatico

(*Felis silvestris*, Schreber 1777)

Codice: **537** Corologia: **centrosudpaleart.-orien.-etio.**
 Classe: **Mammalia** Origine: **Autoctona**
 Ordine: **Carnivora** Compilatori: **GENOVESI P.**
 Famiglia: **Felidae**
 Note:

Fenologia unica

Irregolare Parziale

GEN FEB MAR APR MAG GIU LUG AGO SET OTT NOV DIC

STRUTTURA SOCIALE E SPAZIALE

Schema di attività: **Notturno**

Struttura sociale: **Individuale**

Territoriale

Sovrapposizione intersessuale

Sovrapposizione intrasessuale

Min Med Max

Dimensione del gruppo:

Dimensione dell'home range: **124** **1E+03** **E+03** ha

Dist. percorsa in un ciclo di attività:

Dist. percorsa in fase di dispersione:

RELAZIONE CON L'ACQUA

Esigenze particolari legate all'acqua

Min Med Max

Dist. da acque temporanee:

Dist. da acque permanenti:

RELAZIONE CON L'ALTITUDINE

Min Opt Max Opt

Altitudine: **200** **400** **1000** **1800** m

RELAZIONE CON L'USO DEL SUOLO

Categoria CORINE land cover livello 3

Idoneità

2.3.1	Pascoli	1
2.4.3	Aree agricole interrotte da vegetazione naturale	1
2.4.4	Aree agro-forestali	2
3.1.1	Boschi di latifoglie	3
3.1.2	Foreste di conifere	3
3.1.3	Boschi misti	3
3.2.1	Praterie naturali	1
3.2.2	Brughiere	2
3.2.3	Vegetazione a sclerofille	2
3.2.4	Aree di transizione cespugliato-bosco	2
3.3.2	Roccia nuda	1
3.3.3	Aree con vegetazione sparsa	1
3.3.4	Aree incendiate	1

PUNTEGGI DI IDONEITÀ AMBIENTALE

0: non idoneo
 1: bassa idoneità
 2: media idoneità
 3: alta idoneità



Volpe comune
(*Vulpes vulpes*, Linnaeus 1758)

Codice: **526** Corologia: **olartico-orientale**
 Classe: **Mammalia** Origine: **Autoctona**
 Ordine: **Carnivora** Compilatori: **BOITANI L.**
 Famiglia: **Canidae**

Note: Struttura sociale = alla coppia monogamica possono essere associati individui, generalmente femmine, con ruolo di "helpers".

Dimensione dell'home range: ha
 Dist. percorsa in un ciclo di attività: km
 Dist. percorsa in fase di dispersione: km

RELAZIONE CON L'ALTI TUDINE

	Min	Min Opt	Max	Max Opt
Altitudine:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="3000"/>

RELAZIONE CON L'USO DEL SUOLO

Categoria CORINE land cover livello 3

Idoneità

1.1.1 Edificato urbano continuo	1
1.1.2 Edificato urbano discontinuo	2
1.2.1 Unità industriali e commerciali	1
1.2.2 Zone di pertinenza delle reti stradali e ferroviarie	1
1.2.3 Aree portuali	1
1.2.4 Aeroporti	1
1.3.1 Aree estrattive	1
1.3.2 Discariche	2
1.3.3 Aree in costruzione	1
1.4.1 Aree urbane verdi	2
1.4.2 Strutture di sport, tempo libero	2
2.1.1 Terre arabili non irrigate	1
2.1.2 Terre irrigate permanenti	1
2.2.1 Vigneti	1
2.2.2 Alberi e arbusti	1
2.2.3 Oliveti	1
2.3.1 Pascoli	1
2.4.1 Seminativi e colture arboree	1
2.4.2 Aree agricole a struttura complessa	2
2.4.3 Aree agricole interrotte da vegetazione naturale	3
2.4.4 Aree agro-forestali	3
3.1.1 Boschi di latifoglie	3
3.1.2 Foreste di conifere	2
3.1.3 Boschi misti	3
3.2.1 Praterie naturali	3
3.2.2 Brughiere	2
3.2.3 Vegetazione a sclerofille	3
3.2.4 Aree di transizione cespugliato-bosco	3
3.3.1 Spiagge e dune	1
3.3.3 Aree con vegetazione sparsa	2

PUNTEGGI DI IDONEITA' AMBIENTALE

0: non idoneo
 1: bassa idoneità
 2: media idoneità
 3: alta idoneità



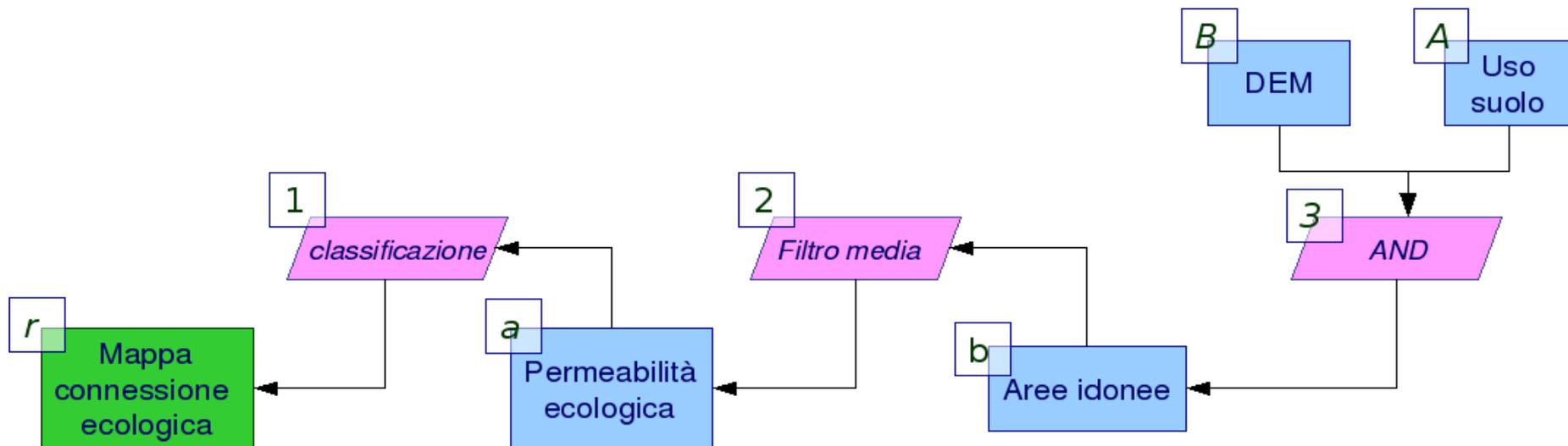
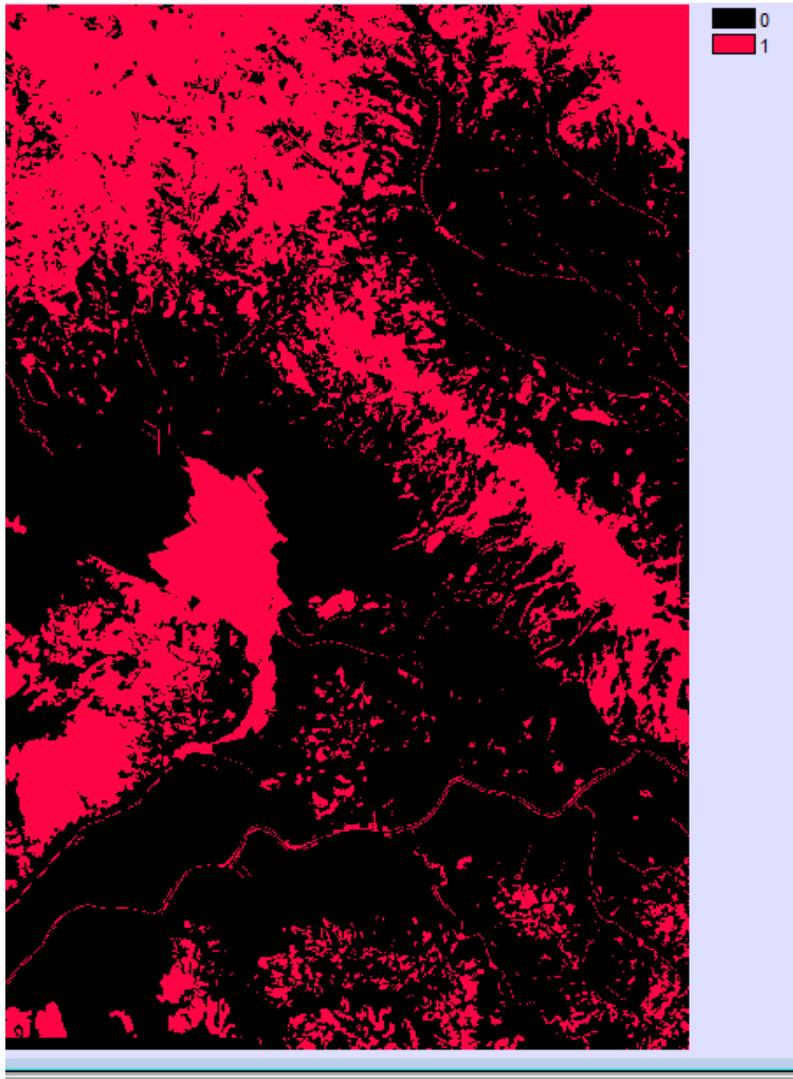


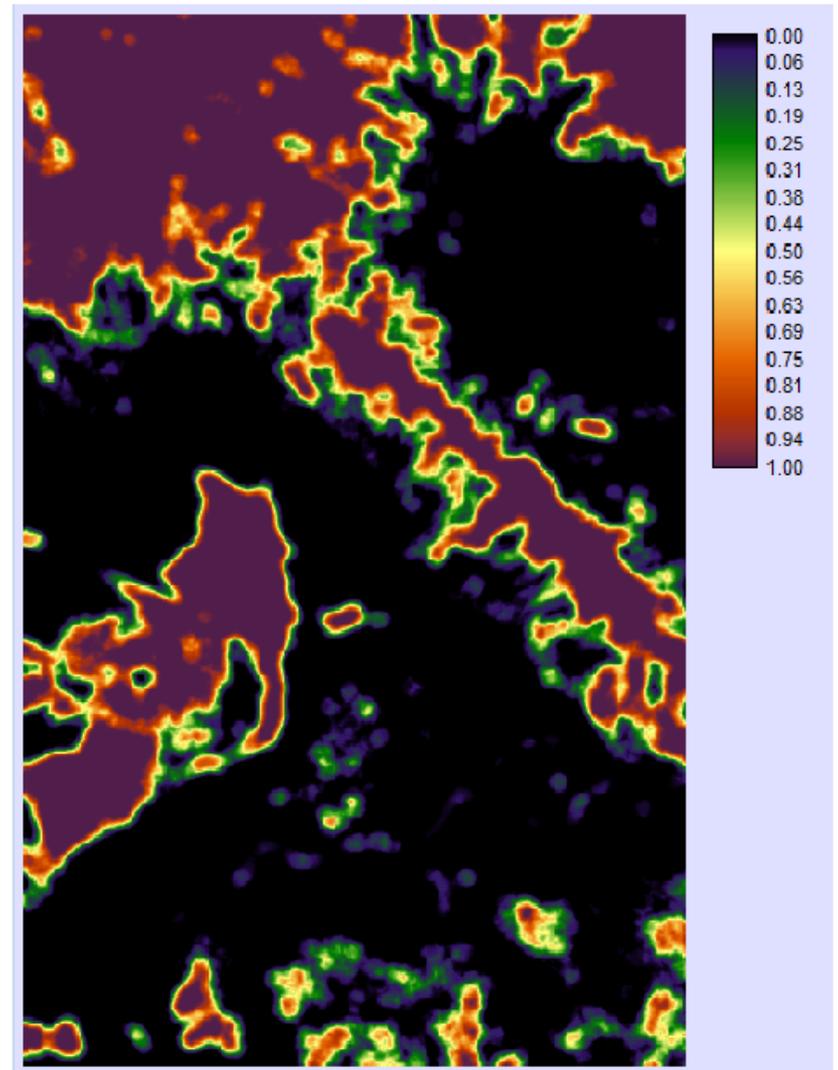
Tabella basi dati			
simbolo	Nome file	Unità misura	Descrizione e legenda
r	ecorete	Binaria	Mappa della connessione ecologica
a	permeabilita	Percentuale	Mappa della permeabilità ecologica
b	idoneita	binaria	Mappa dell'idoneità territoriale per la volpe
A	uso_suolo	Codice	Mappa dell'uso del suolo
B	DEM	Metri	Modello elevazione del terreno

Tabella operatori		
Numero	operatore	Parametri
1	Classificazione	Ecorete = SE permeabilita >= 0.6 ALLORA 1 ALTRIMENTI 0
2	Filtro media	Permeabilita = media_focale(idoneita) dimensione finestra = 7km/risoluzione se applicata al calcolo della connessione per diffusione della specie altrimenti si considera il raggio equivalente ad un home-range di forma circolare e di superficie pari a 150 ettari
3	AND	Idoneita = SE uso_suolo = (codici alta idoneità) AND DEM < 2000 ALLORA 1 ALTRIMENTI 0



Mappa aree idonee

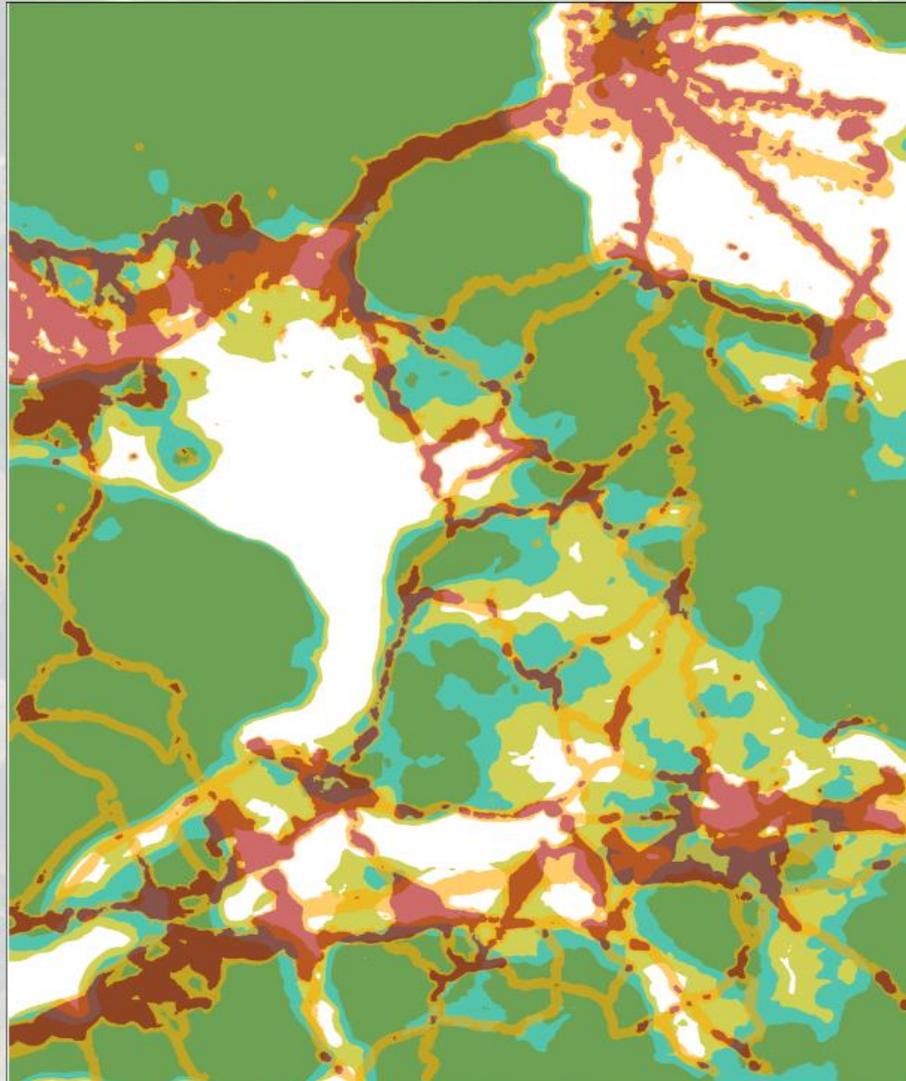
Filtro media



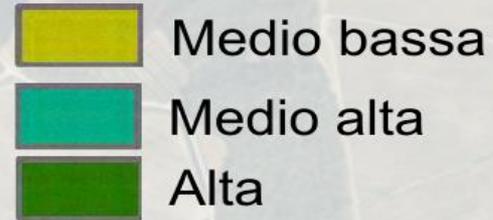
Mappa permeabilità

Rete volpe

Scala 1:160000



Idoneità:



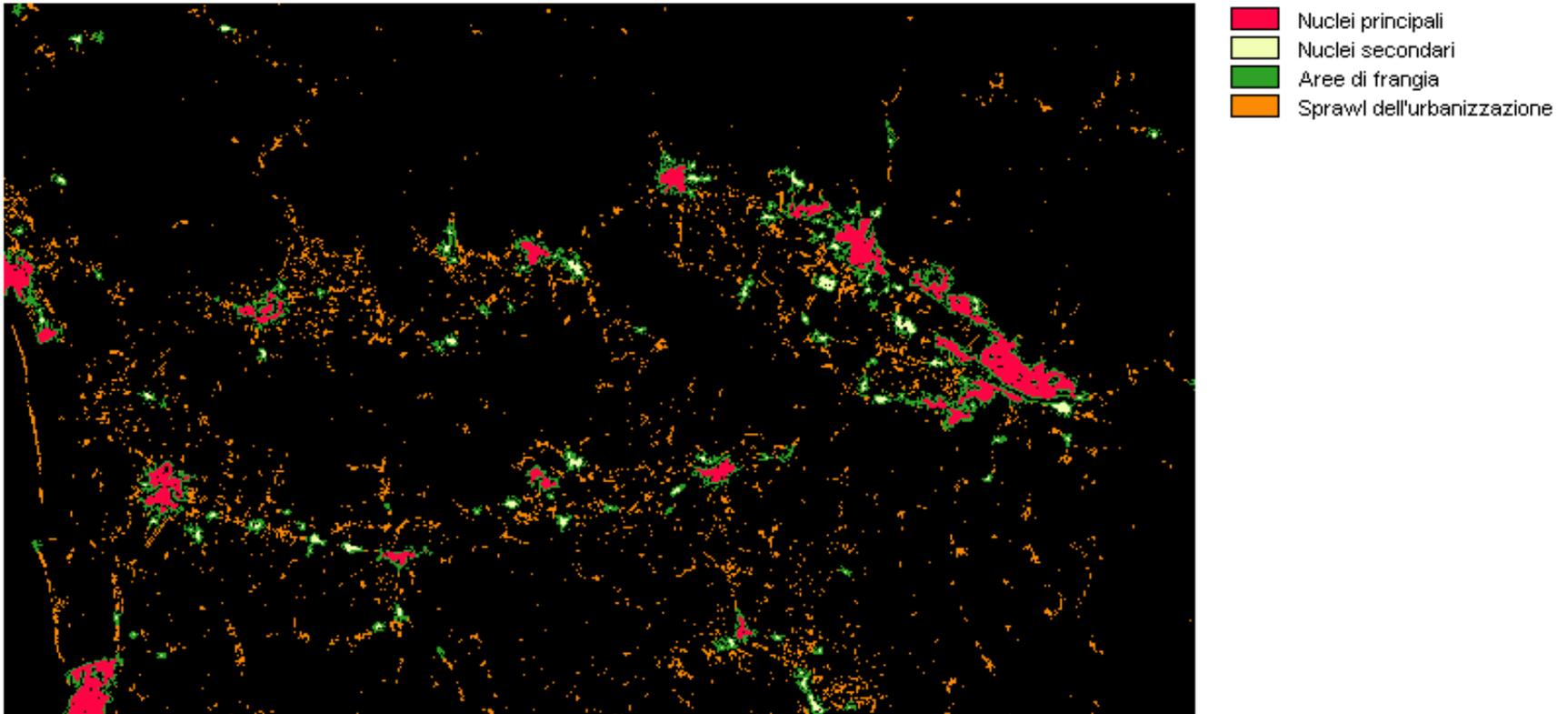
L'analisi di densità dell'urbanizzato

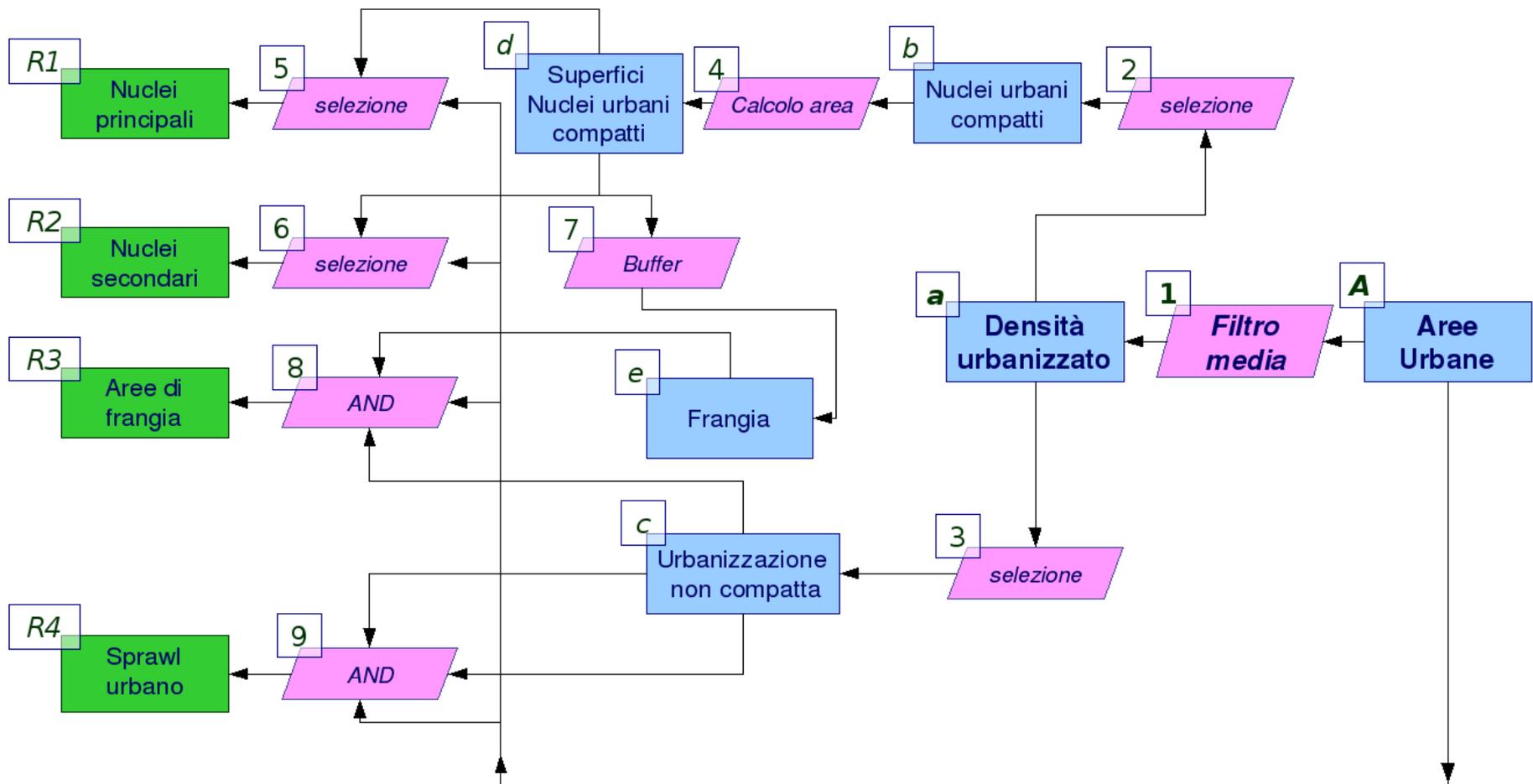
- Un'altra applicazione dell'analisi focale alla pianificazione territoriale è l'analisi delle forme di espansione dell'urbanizzato.
- Sulla base delle “soglie” il metodo proposto attraverso analisi focali e operatori binari classifica le aree urbane nelle seguenti categorie:
 - nuclei urbani principali
 - nuclei urbani minori
 - aree di frangia urbana
 - urbanizzazione dispersa (sprawl)

Le “soglie” di classificazione

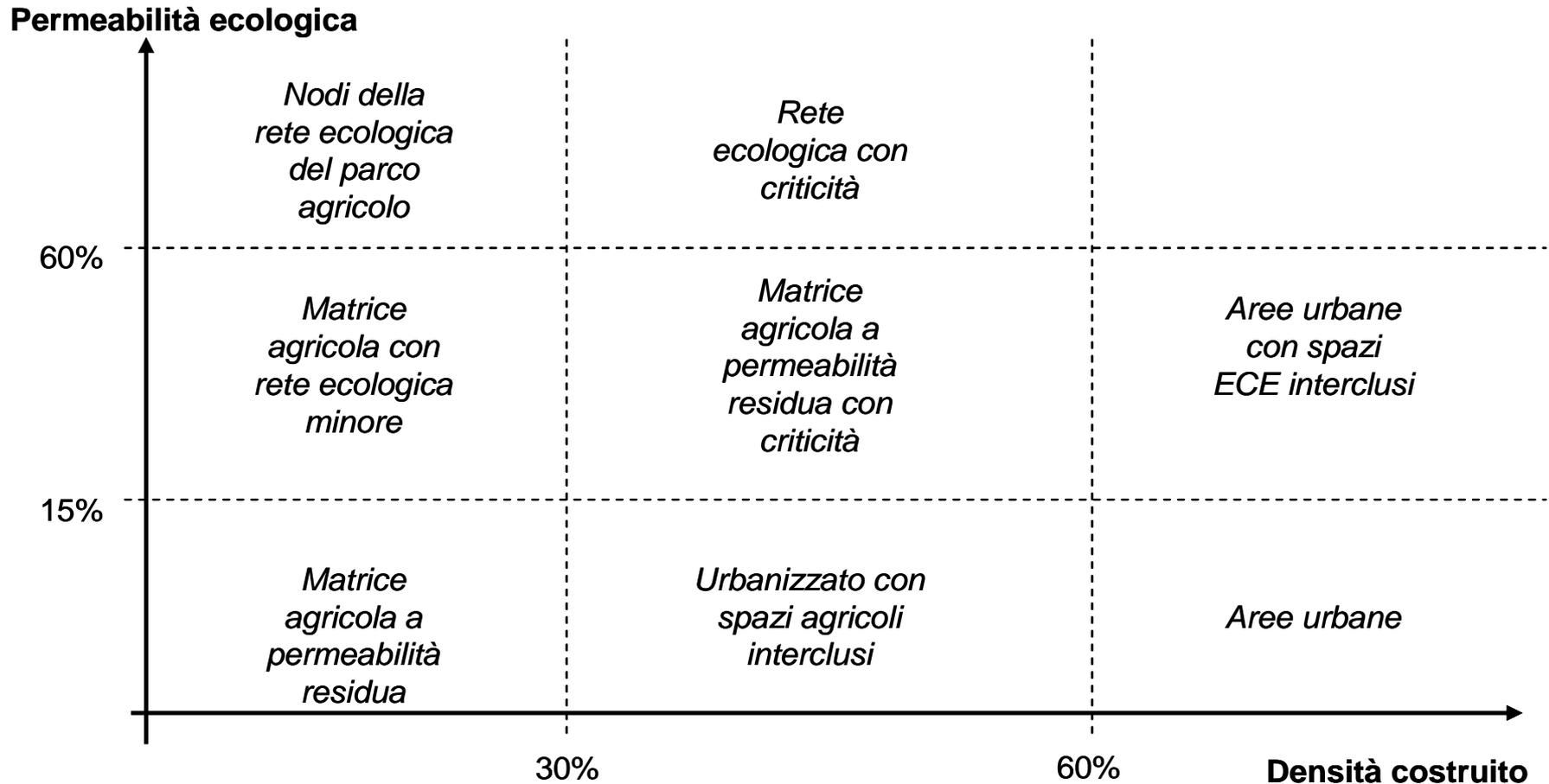
Soglia	Unità di misura	Descrizione
alpha	pixels	Dimensione dell'intorno (kernel) del filtro media per il calcolo della densità urbana territoriale
beta	%	Percentuale di densità urbana che individua un nucleo urbano compatto
gamma	Metri quadri	Superficie minima per definire un nucleo urbano come “principale”
delta	metri	Distanza massima per poter definire una urbanizzazione come “frangia urbana”

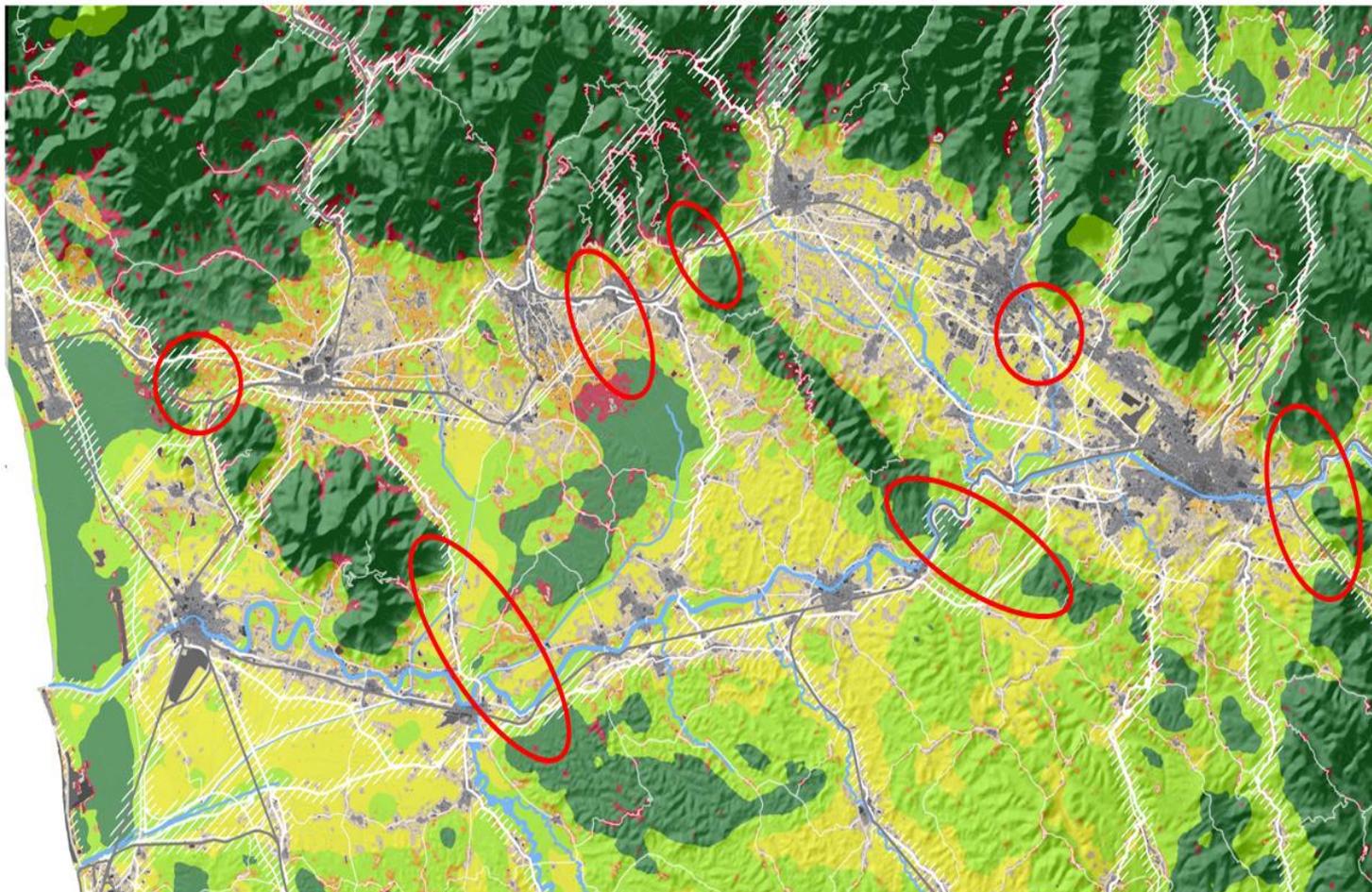
Classificazione dell'urbanizzazione nella Toscana centrale. Parametri impiegati: $\alpha = 250$ m, $\beta = 80\%$, $\gamma = 100$ ha, $\delta = 500$ m.





Valutazione ecologica di un territorio





**Rete ecologica
area metropolitana fiorentina**

Legenda

- | | |
|---|--|
|  Urbanizzato |  Matrice agricola con rete ecologica minore o ecotonale |
|  Urbanizzato con spazi naturali o agricoli interclusi |  Matrice agricola con rete ecologica minore o ecotonale frammentata |
|  Matrice agricola permeabile |  Rete ecologica disturbata |
|  Matrice agricola permeabile frammentata |  Rete ecologica disturbata e frammentata |
|  Matrice agricola con rete minore disturbata |  Nodi della rete (aree core) |
|  Matrice agricola con rete minore disturbata e frammentata |  Nodi della rete frammentati |

