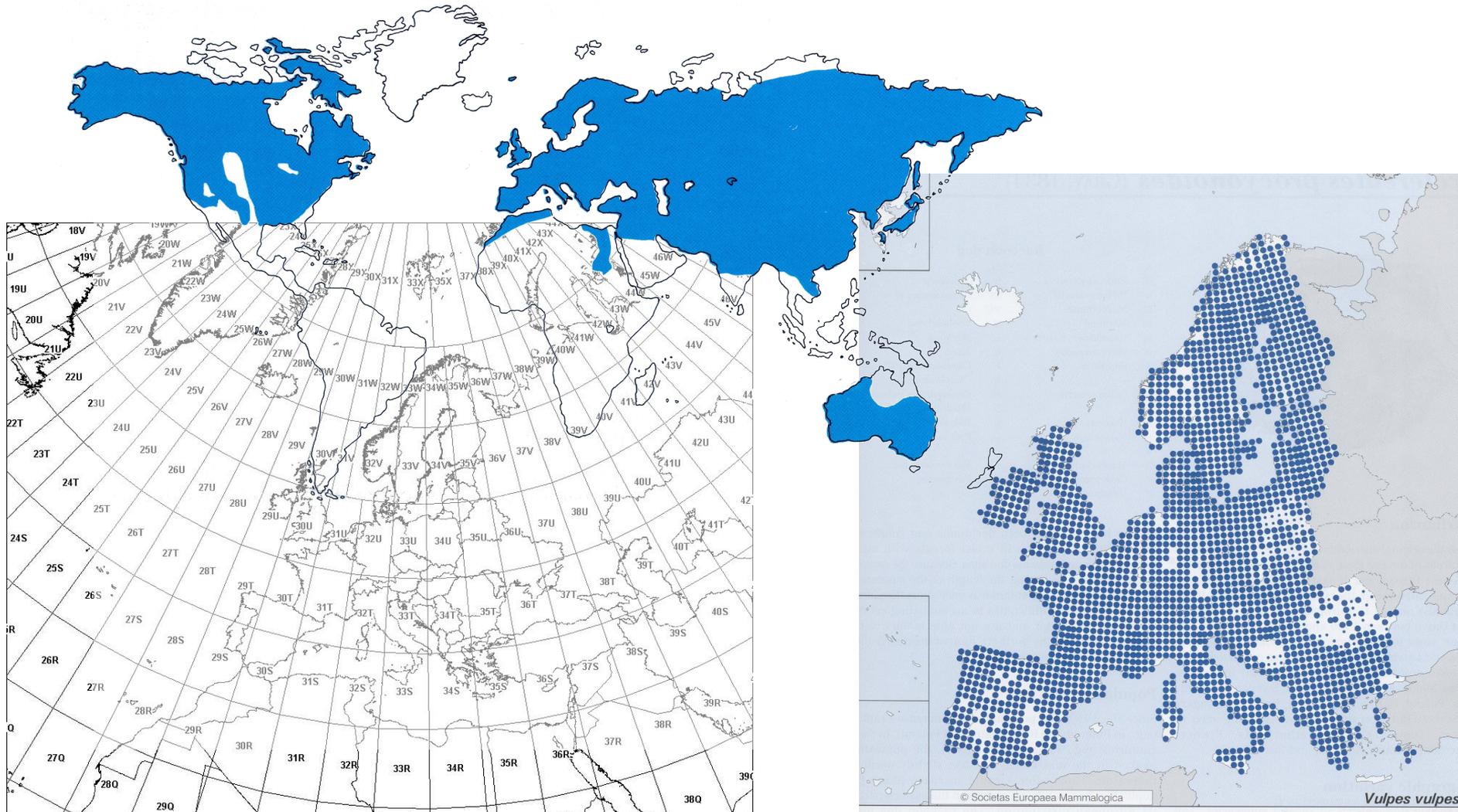


## **Applicazioni di cartografia numerica in Biogeografia**

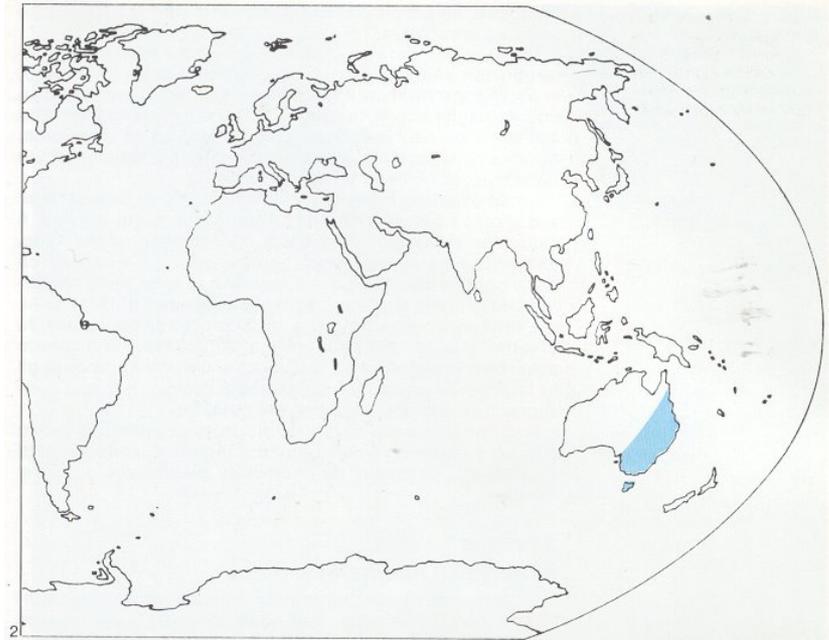
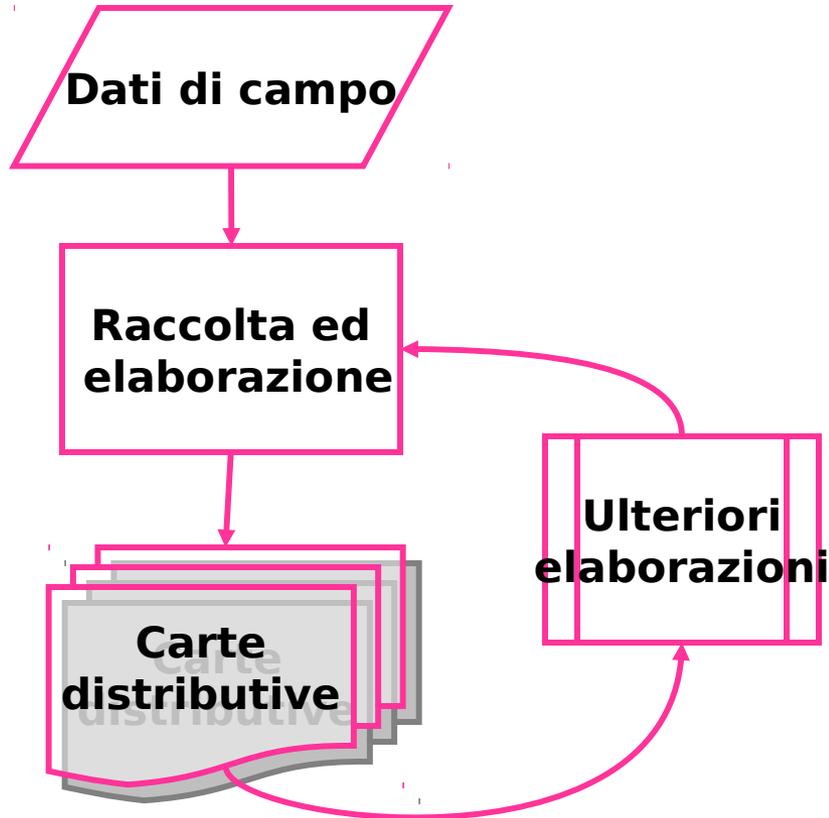
- **Raccolta ed immagazzinamento di dati distributivi**
- **Organizzazione di dati distributivi**
- **Costruzione di rappresentazioni cartografiche di areali**
- **Analisi delle caratteristiche di un areale**
- **Relazioni specie - ambiente**
- **Analisi biogeografiche**

## Come si arriva alla rappresentazione in carta?



# Dal dato di campo alla cartografia distributiva

**Una carta distributiva è un dato di sintesi**

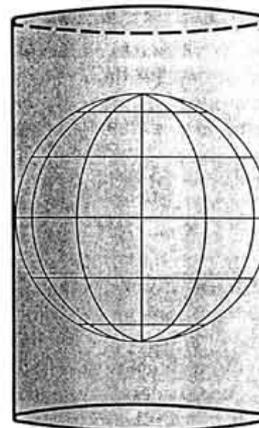


## Alcuni approcci per rappresentare una superficie curva su un piano...

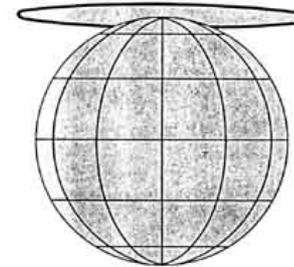


Early map-making techniques.

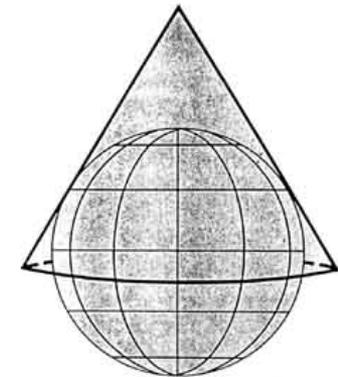
CYLINDRICAL



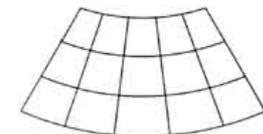
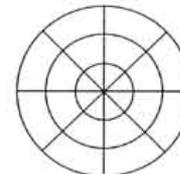
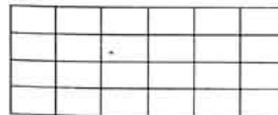
AZIMUTHAL



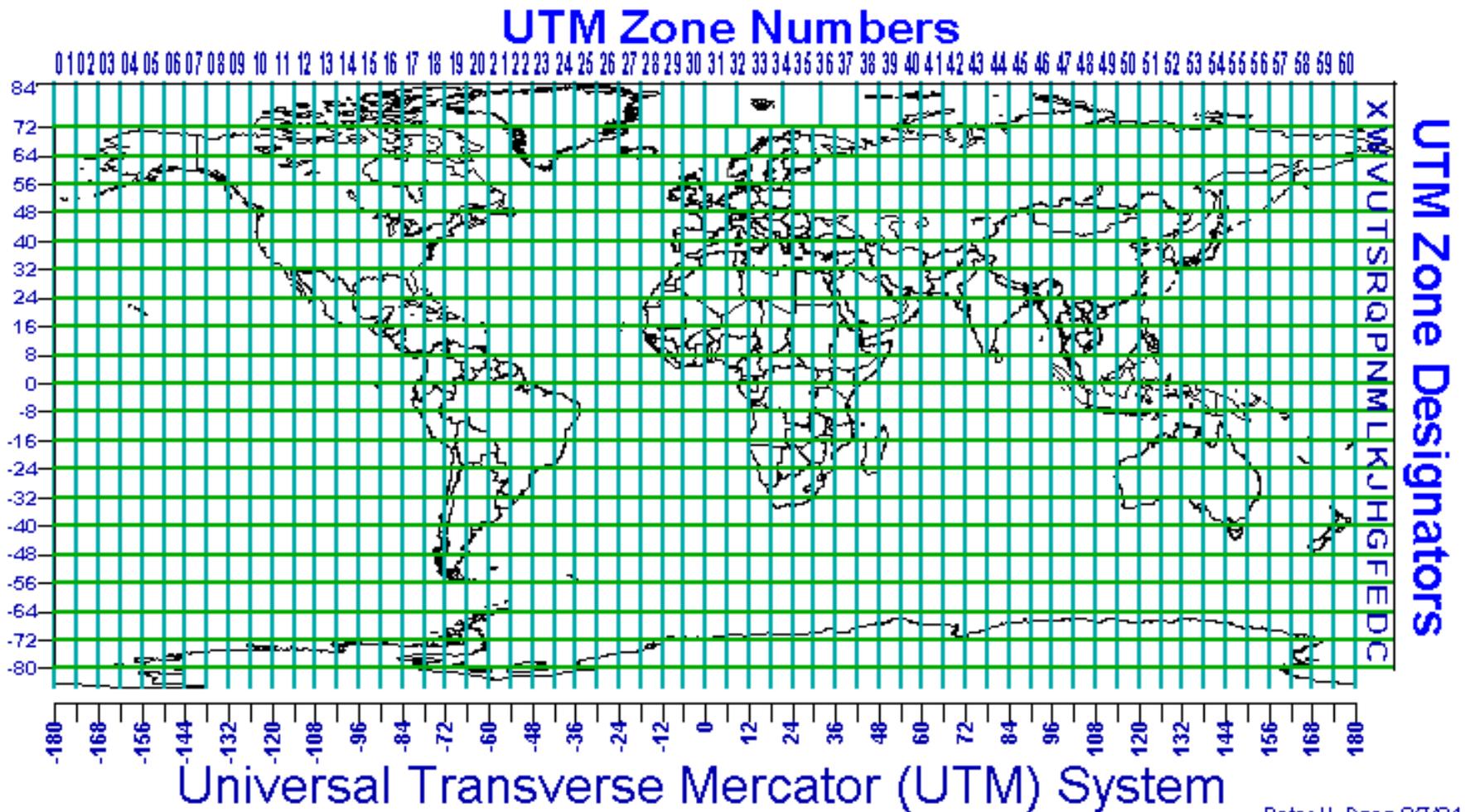
CONIC



Graticule:



The developable surfaces to which the earth's surface may be "projected" and the appearances of the graticule when the transformations are arranged conventionally.

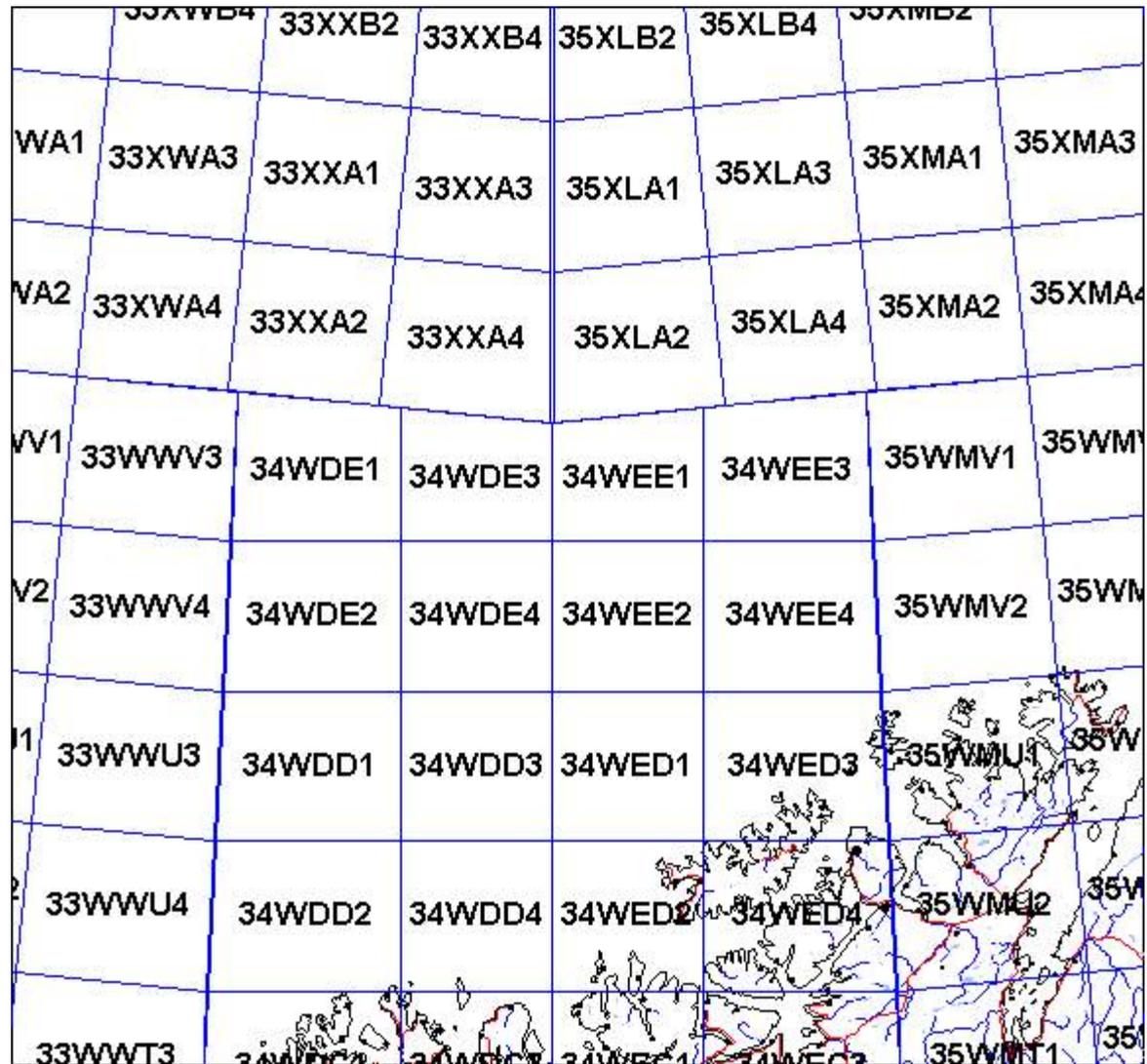


## Reticoli UTM- MGRS

(Military Grid Reference System)

- Universali
- Celle identificate in modo univoco
- Dimensioni delle celle da 100 km a 1 m

**CGRS** raccomandato a livello comunitario



<http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=625>

## In pratica:

- **raccolta del dato in base a un *sistema di coordinate geografiche***
  - dati puntiformi
- **raccolta del dato in base ad un *reticolo geografico***
  - dati “areali” (*blotch*)

protocolli di raccolta dati rigorosi

dati originali in genere su schede cartacee



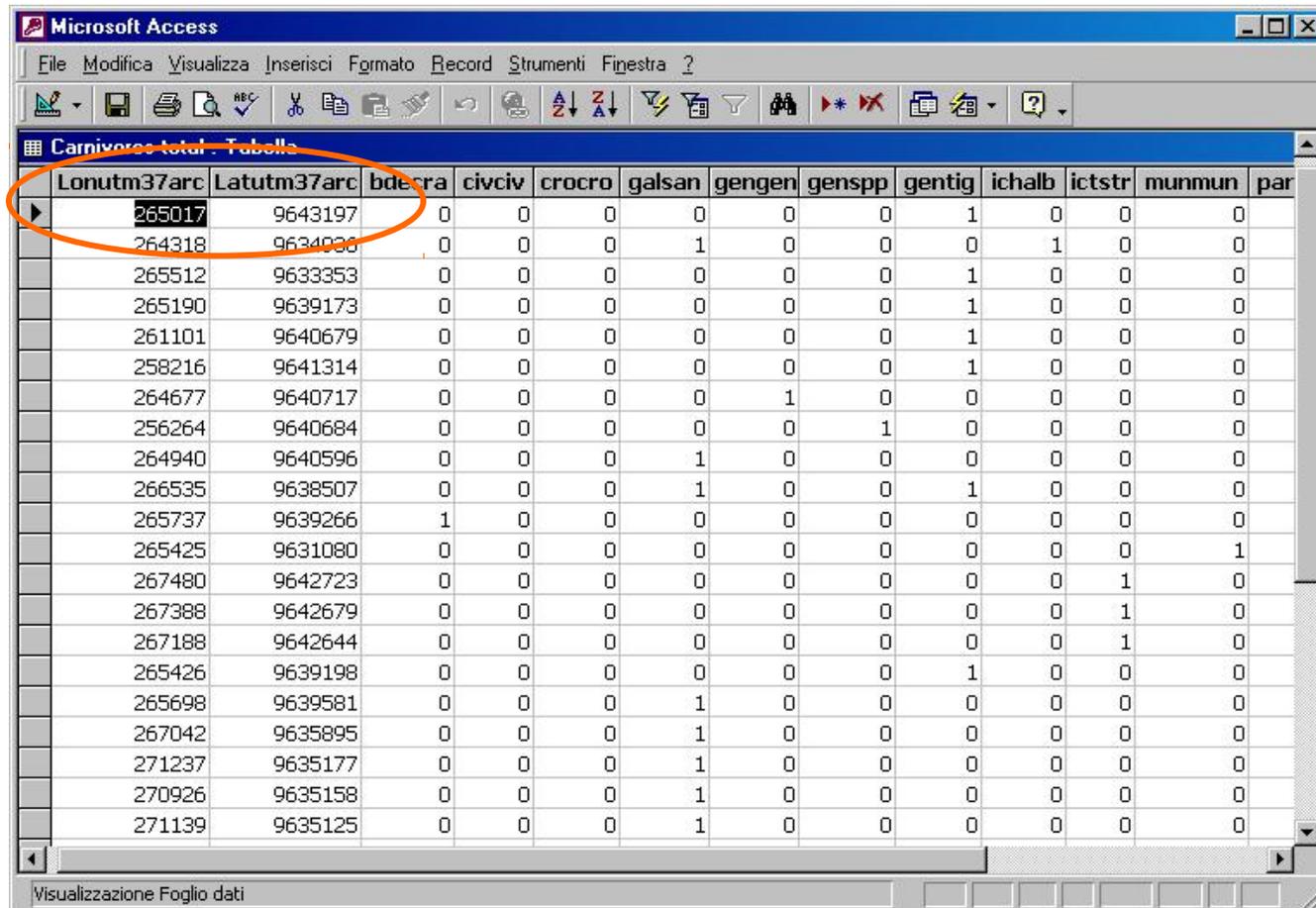
## Dati puntiformi

- **elevata precisione (punto in carta o rilievo GPS)**
- **difficoltà nell'ottenere una copertura omogenea**
- **convertibili su qualunque reticolo**
- **limitata dipendenza dal sistema di coordinate**

## Reticoli geografici

- **risoluzione spaziale limitata dalla "granularità" del reticolo**
- **possibilità di applicare schemi di campionamento standardizzati**
- **non convertibili in punti**
- **dipendenza da un sistema di coordinate**

I dati di campo vengono archiviati in un formato numerico ('comprensibile' da un computer)



Microsoft Access

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Record Strumenti Finestra ?

Carnivores total - Tabella

Lonutm37arc	Latutm37arc	bdesra	civciv	crocro	galsan	gengen	genspp	gentig	ichalb	ictstr	munmun	par
265017	9643197	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
264318	9634038	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
265512	9633353	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
265190	9639173	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
261101	9640679	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
258216	9641314	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
264677	9640717	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
256264	9640684	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
264940	9640596	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
266535	9638507	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
265737	9639266	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
265425	9631080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
267480	9642723	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
267388	9642679	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
267188	9642644	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
265426	9639198	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
265698	9639581	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
267042	9635895	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
271237	9635177	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
270926	9635158	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
271139	9635125	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Visualizzazione Foglio dati

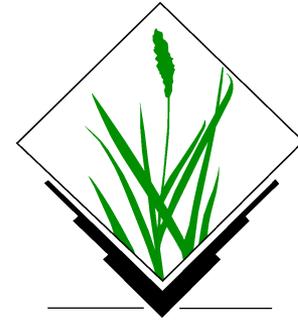
- Il database ora contiene tutte le informazioni necessarie per realizzare, tramite SIT:
- Carte di distribuzione
- Carte della densità
- Quantificazione di distanze e superfici
- ...

“Biogeografia analitica”

## Lo “strumento” GIS:

- **efficienza** nella raccolta dei dati
- **capacità di sintesi e manipolazione**
- **oggettività** nella rappresentazione

“Sistema informativo realizzato allo scopo di archiviare, gestire, analizzare e presentare dati in un contesto topologico e spaziale”

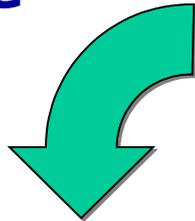


<http://grass.osgeo.org/>  
<http://www.freegis.org/>  
<http://qgis.org/>



<http://esri.com/>

# Un esempio: distribuzione della chirotterofauna in Lombardia e Trentino occidentale



Sito	UTM N	UTM E
1	1493860	5081840
2	1486640	5078860
3	1484070	5071560
4	1486330	5083210
5	1482690	5087500
6	1471810	5083135
7	1479840	5098745
8	1488845	5070650
9	1493590	5077730
10	1481050	5105495
11	1481155	5090560
12	1484430	5086590
13	1476730	5060630
14	1479200	5069590

Progetto Chirotteri										1- SCHEDA INDIVIDUO			
Data		Ora		Stazione									
Rilevatori				Marcatura		Cassetta		Lato		Nastro			
								A B					
Specie		Stato riproduttivo		Peso		Stato		Esemplare		Sesso		Classe età	
		Riprod. Gravida				V M				M F		A S J	
Unghia		Pollice		Metacarpale		Testa-Corpo		Avamb.		Piede		Aper. Ali	
												NOTE	
Coda		5° dito		Orecchio		1° falange		2° falange		Larg. trago		Lung. trago	

**Codifica dei siti di campionamento e creazione di uno strato informativo a punti**

## Creazione delle primitive grafiche: strato informativo a punti relativo al tematismo “siti di campionamento”

```
[ARC]> GENERATE punti
ESRI ARC/INFO GENERATE v4.21b
GENERATE theme is C:\GIS\COVER\PUNTI
: input C:\GIS\UNG\STAZIONI.CSV
: point
100 points read.
done.
: quit
[ARC]> build punti point
ESRI ARC/INFO BUILD v4.2a
building theme PUNTI...
100 nodes processed...
building topology...
creating PAT...
done.
[ARC]>
```

# Dati grezzi - nube di punti

---



**È visibile soltanto uno sciame di punti.**

***Problema:* un sistema informativo territoriale visualizza solo gli strati informativi richiesti dall'utente.**

***Soluzione:* utilizzo di strati informativi accessori.**

- **Confini di provincia**
- **Idrografia**
- **Poligoni urbani**
- ***Raster* di presentazione**

Esistono delle *basi cartografiche* predisposte, che contengono strati informativi generici



Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia

Possibilità di reperire dati *on-line*

<http://www.nettuno.it/fiera/igmi/igmit.htm>

[www.atlanteitaliano.it](http://www.atlanteitaliano.it)

<http://www.cartografia.regione.lombardia.it/>

<http://www.pcn.minambiente.it/>

.....



Istituto Geografico Militare

Via C. Battisti 10 - 50100 FIRENZE  
Tel: +39-055-27321  
Fax: +39-055-282172



[Click here for English v.](#)

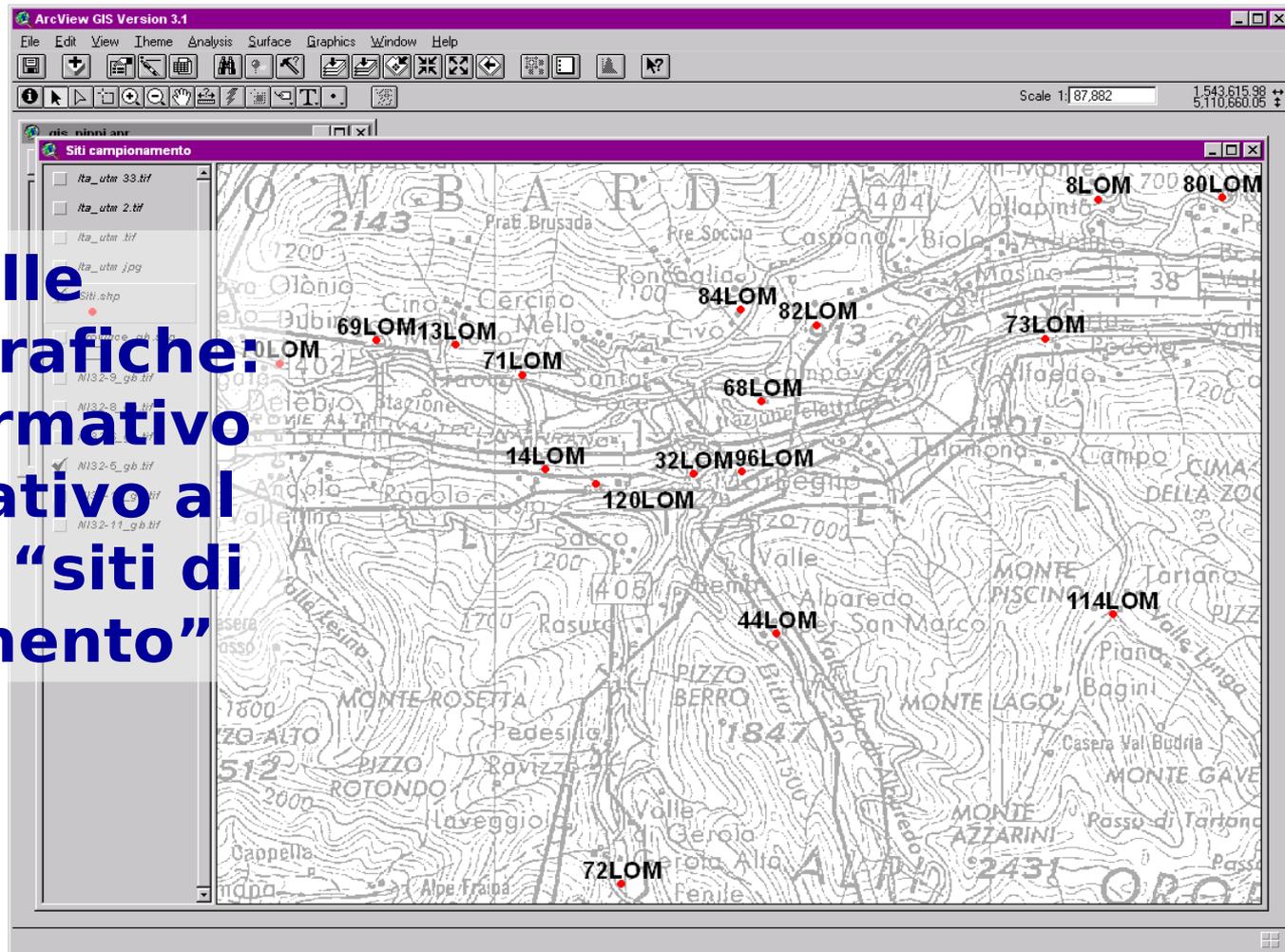
Ultimo aggiornamento: 18/02  
Webmaster: Gianfranco Ar



SOFTWARE E DATI DIMOSTRATIVI



# Siti di campionamento (“punti in carta”)



**Creazione delle primitive grafiche: strato informativo a punti relativo al tematismo “siti di campionamento”**

**Lo strato informativo “Punti di campionamento” consiste - per ora - solo di un insieme di punti.**

**Occorre collegare i dati alle primitive grafiche**

Sito	UTM_N	UTM_E
1	1493860	5081840
2	1486640	5078860
3	1484070	5071560
4	1486330	5083210

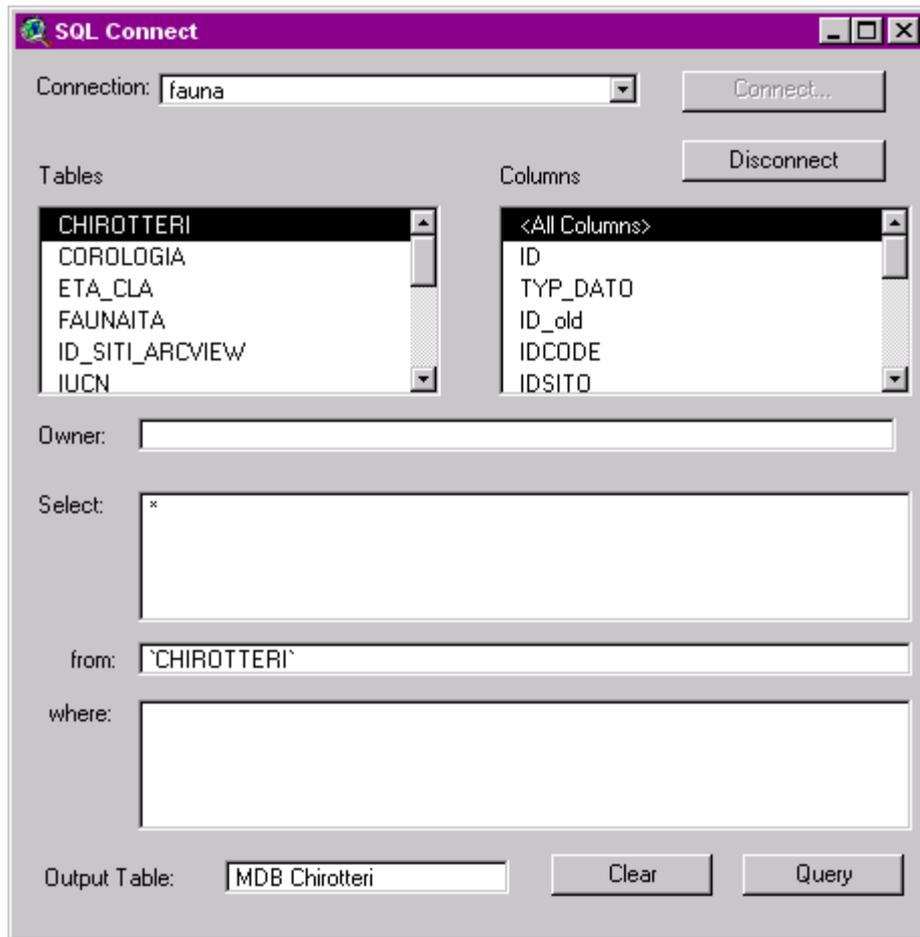
**Ciascun punto è identificato da un codice univoco...**

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

ID	EPNI_NUM	EPNI_PME	EPNI_PDE	EPNI_PN	EPNI_AV	EPNI_AVD	EPNI_AVN	EPNI
1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0
5	5	0	0	0	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0	0	0	0
7	7	0	0	0	0	0	0	0
8	8	0	0	0	0	0	0	0
9	9	0	0	0	0	0	0	0
10	10	0	0	0	0	0	0	0
11	11	0	0	0	0	0	0	0
12	12	0	0	0	0	0	0	0
13	13	0	0	0	0	0	0	0
14	14	0	0	0	0	0	0	0
15	15	0	0	0	0	0	0	0
16	16	0	0	0	0	0	0	0
17	17	0	0	0	0	0	0	0
18	18	0	0	0	0	0	0	0
19	19	0	0	0	0	0	0	0
20	20	0	0	0	0	0	0	0
21	21	0	0	0	0	0	0	0
22	22	0	0	0	0	0	0	0

**...secondo il modello entità-attributi.**

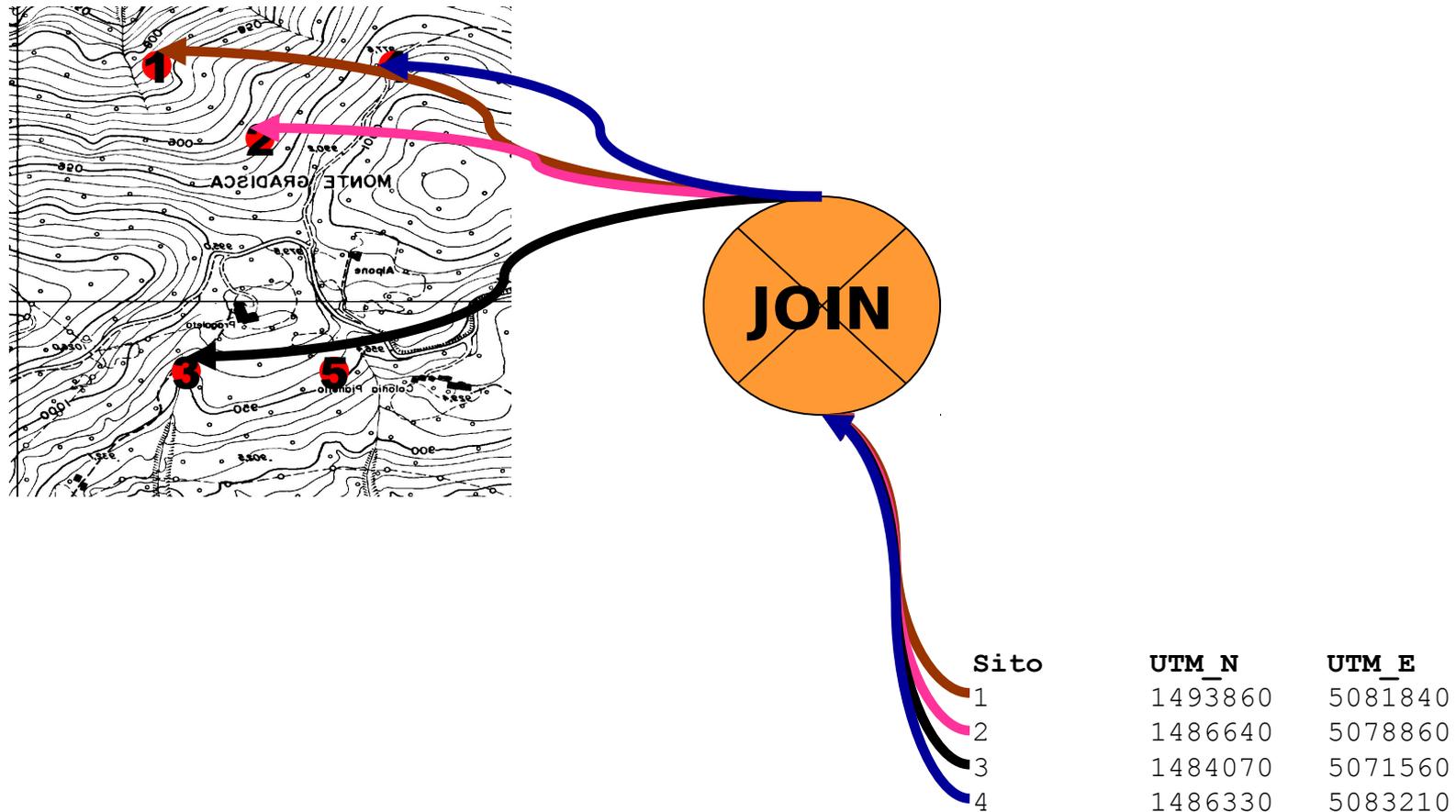
# Integrazione tra grafica ed attributi



- **Grafica: elemento rappresentabile in carta (punti)**
  - strato informativo su GIS
- **Attributi: record di presenza della specie, biometrie, ecc.**
  - *query* su RDBMS/ODBMS
- **Vincolo: congruenza nella rappresentazione di entrambi i tipi di dato**

# Collegare dati e primitive grafiche

- Occorre abbinare ciascun dato con la corretta primitiva grafica!!



“Database”

The screenshot shows the ArcGIS interface with a table window titled "MDB Specie-Stazioni" displaying the following data:

SITOGIS	LOC.TCI	STAZIONE	QUOTA	FONTE	ANNO
127LOM	Civate	Civate			1963
111LOM	Gravedona	Palazzo Gallo			1997
115LOM	Fiumelatte	sconosciuta			1921
122LOM	Laveno	sconosciuta			1894
18LOM	Fusine	Fusine	200.000000		1994
22LOM	Cunardo	Orrido di Cunardo	410.000000		1930
24TRE	Tavodo	chiesa parrocchiale	0.000000		1999
26TRE	Ràgoli	chiesa parrocchiale	0.000000		2000
58LOM	Mesenzana	grotta S. Martino	1050.000000		1894
61LOM	Sorico	chiesa parrocchiale	213.000000		1997
62LOM	Bellagio	Visignola, chiesa di S. Martino	294.000000		1997

Below the table window, a map area shows a list of station data:

1TRE	Point	0.000	0.000	0	0	1	0	5000
2TRE	Point	0.000	0.000	0	0	2	0	5000
3TRE	Point	0.000	0.000	0	0	3	0	5000
4TRE	Point	0.000	0.000	0	0	4	0	5000
7TRE	Point	0.000	0.000	0	0	7	0	5000
8TRE	Point	0.000	0.000	0	0	8	0	5000
10TRE	Point	0.000	0.000	0	0	10	0	5000
11TRE	Point	0.000	0.000	0	0	11	0	5000
12TRE	Point	0.000	0.000	0	0	12	0	5000
13TRE	Point	0.000	0.000	0	0	13	0	5000
14TRE	Point	0.000	0.000	0	0	14	0	5000
15TRE	Point	0.000	0.000	0	0	15	0	5000
16TRE	Point	0.000	0.000	0	0	16	0	5000
17TRE	Point	0.000	0.000	0	0	17	0	5000
18TRE	Point	0.000	0.000	0	0	18	0	5000

“Grafica”

- **Strato informativo “Punti di campionamento”**
- **Dati distributivi (e biometrici)**

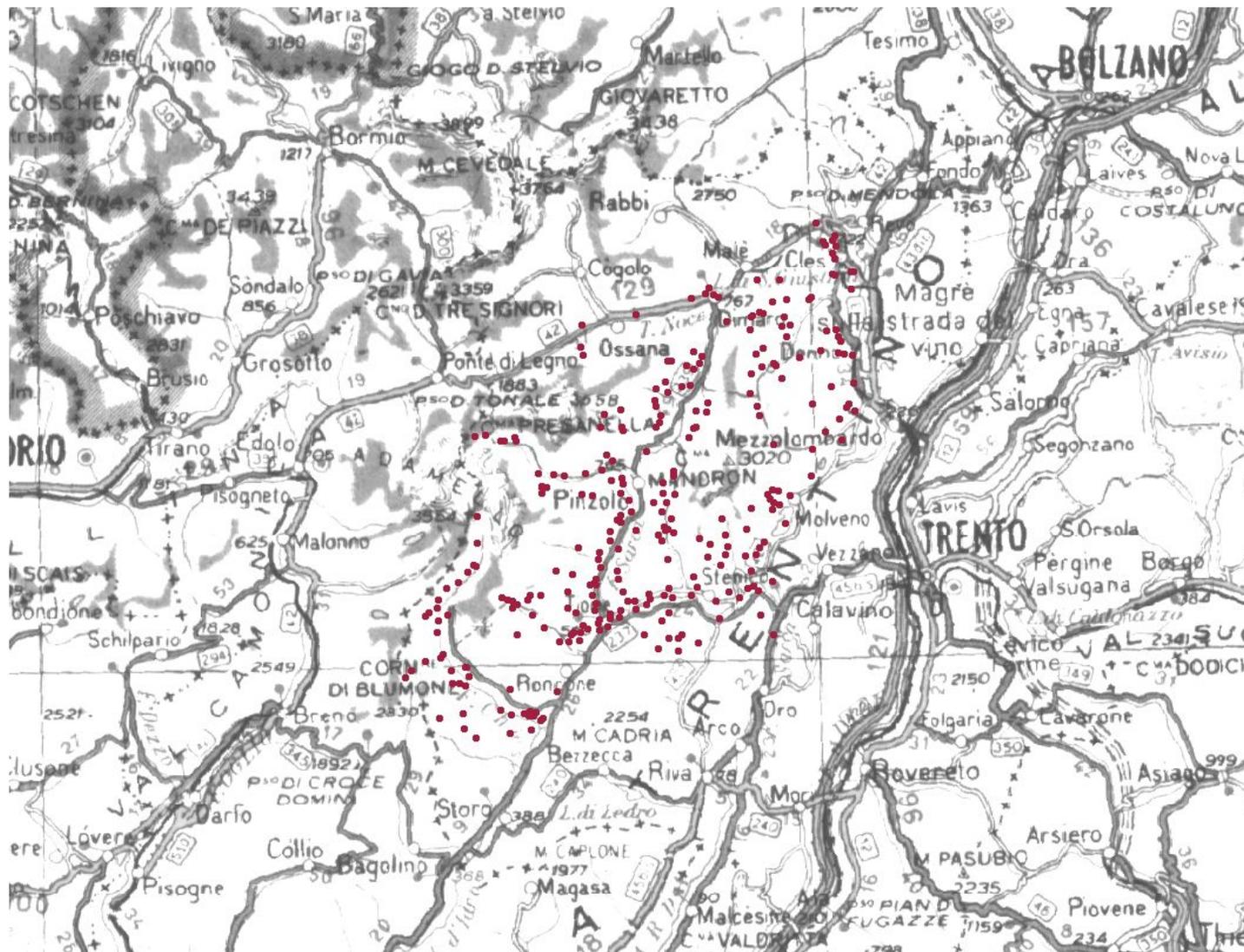
## **Presentazione dei dati**

- **Sintesi dei dati grezzi**
- **Nessun nuovo elemento conoscitivo**

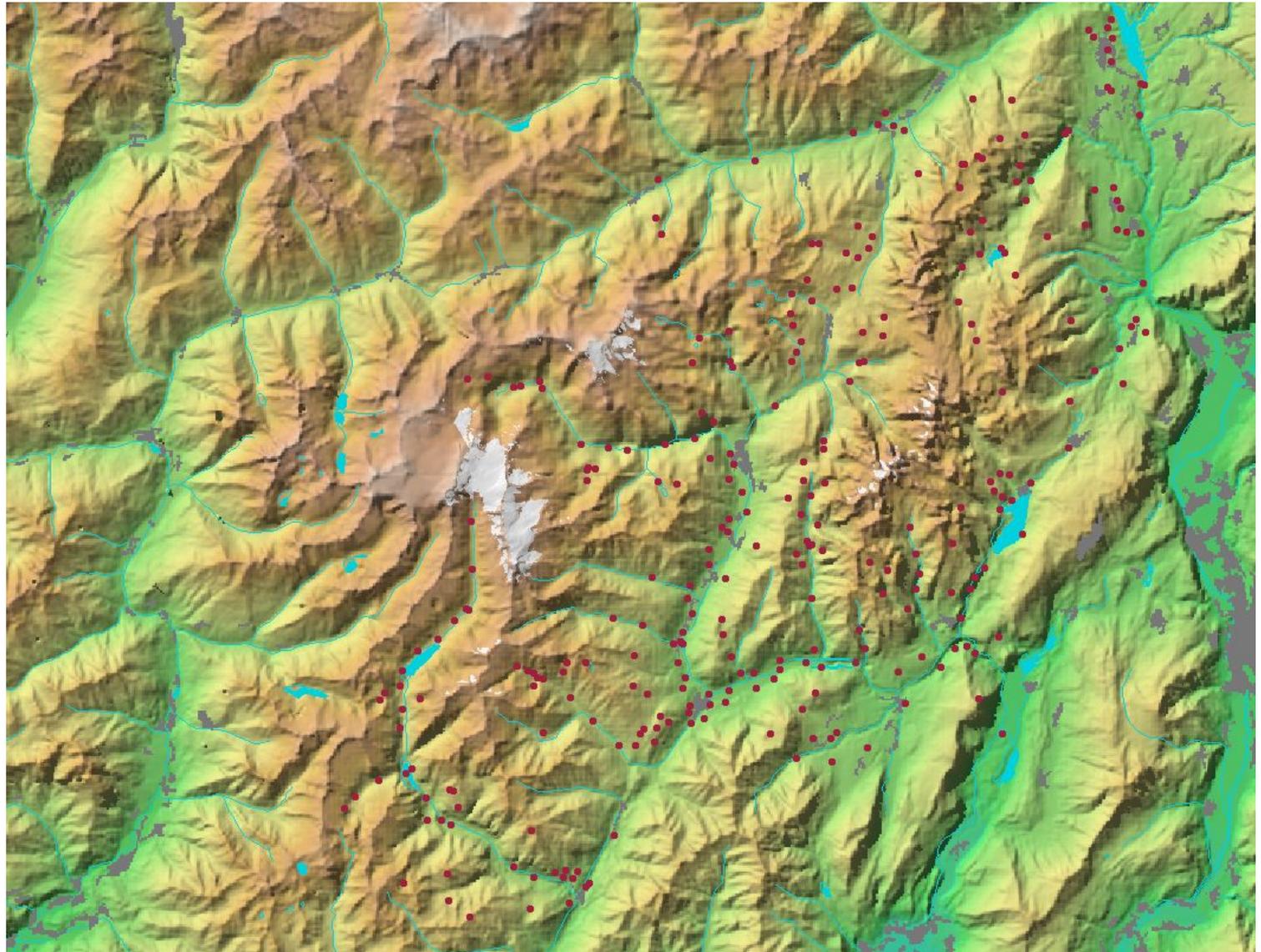
## **Analisi dei dati**

- **Elaborazione dei dati**
- **Creazione di nuove informazioni**

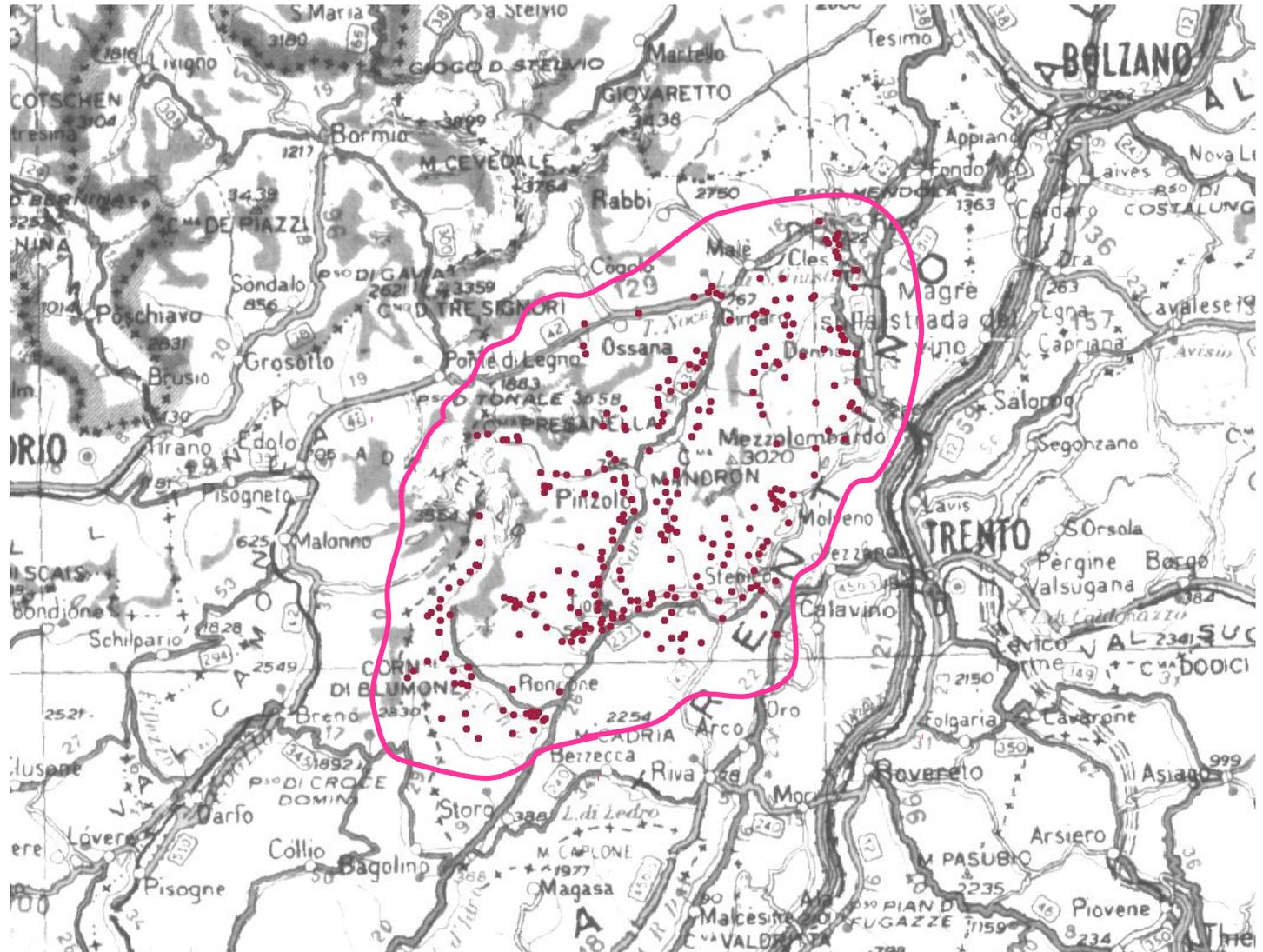
# Presentazione dei dati - nubi di punti



# Presentazione dei dati - nube di punti



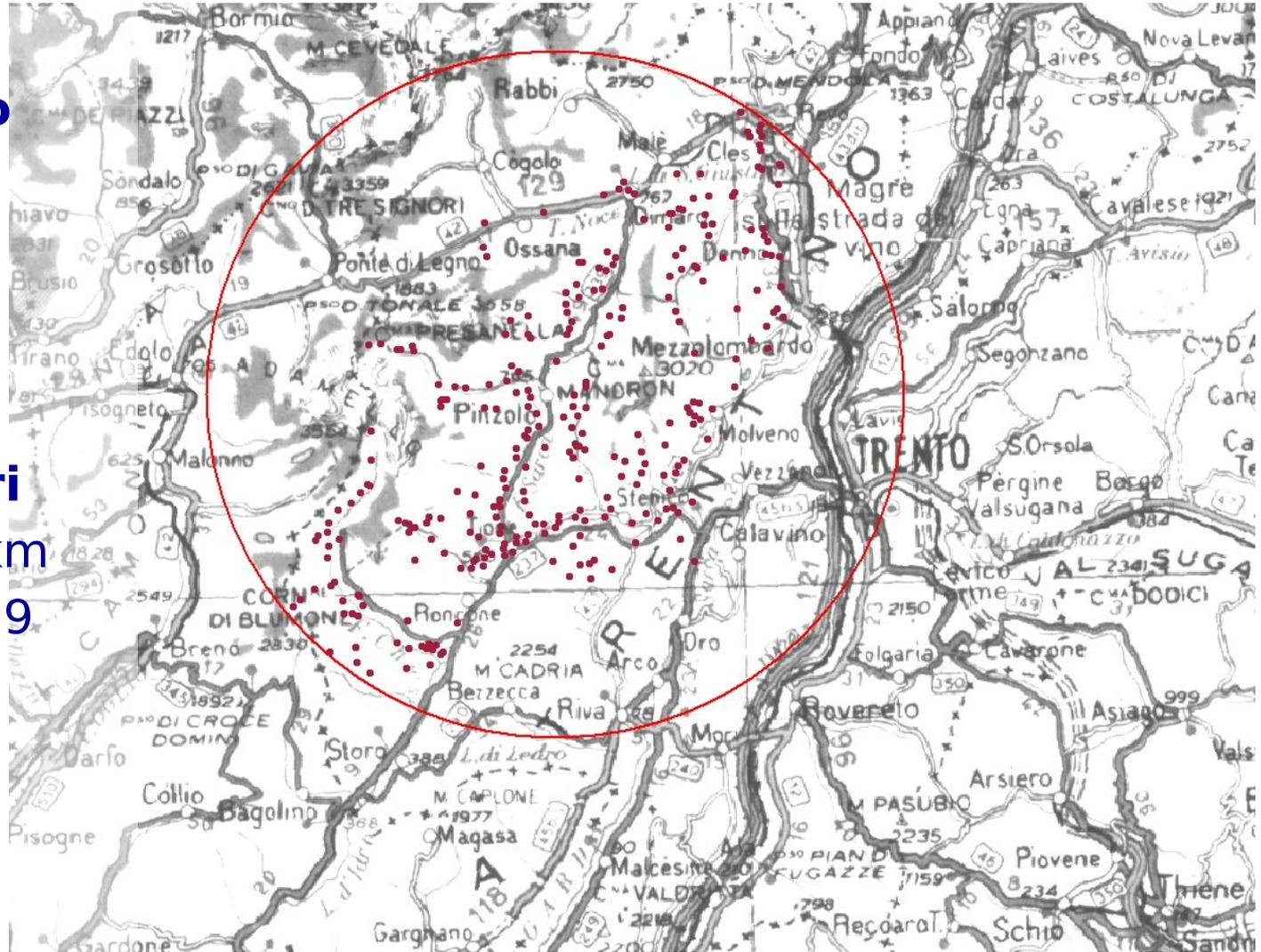
# Presentazione dei dati - "blotch"



# Descrizione dell'areale - "cerchio minimo"

## Metodo Parametrico

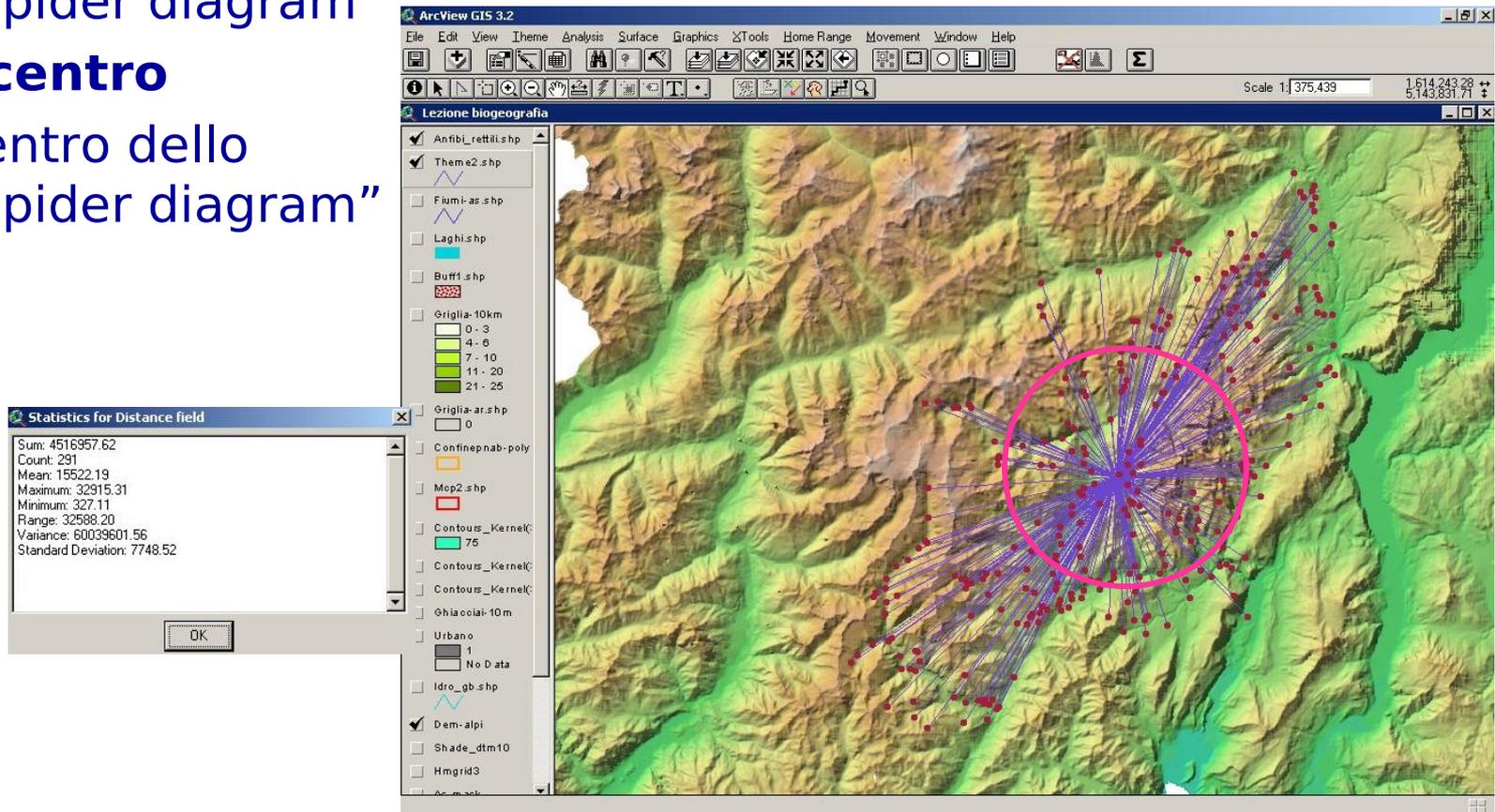
- **Ipotesi**
  - Forma areale
- **Parametri**
  - $r=33$  km
  - $A=3419$  km<sup>2</sup>



# Descrizione dell'areale - "cerchi"

“Cerchio di raggio pari alla distanza media fra i punti (vari tipi di medie), centrato sul baricentro della nube di punti”

- **Distanza tra i punti**
  - “spider diagram”
- **Baricentro**
  - centro dello “spider diagram”



# Descrizione dell'areale - "Jennrich e Turner"

- **Ipotesi**

- Distribuzione dei punti normale bivariata

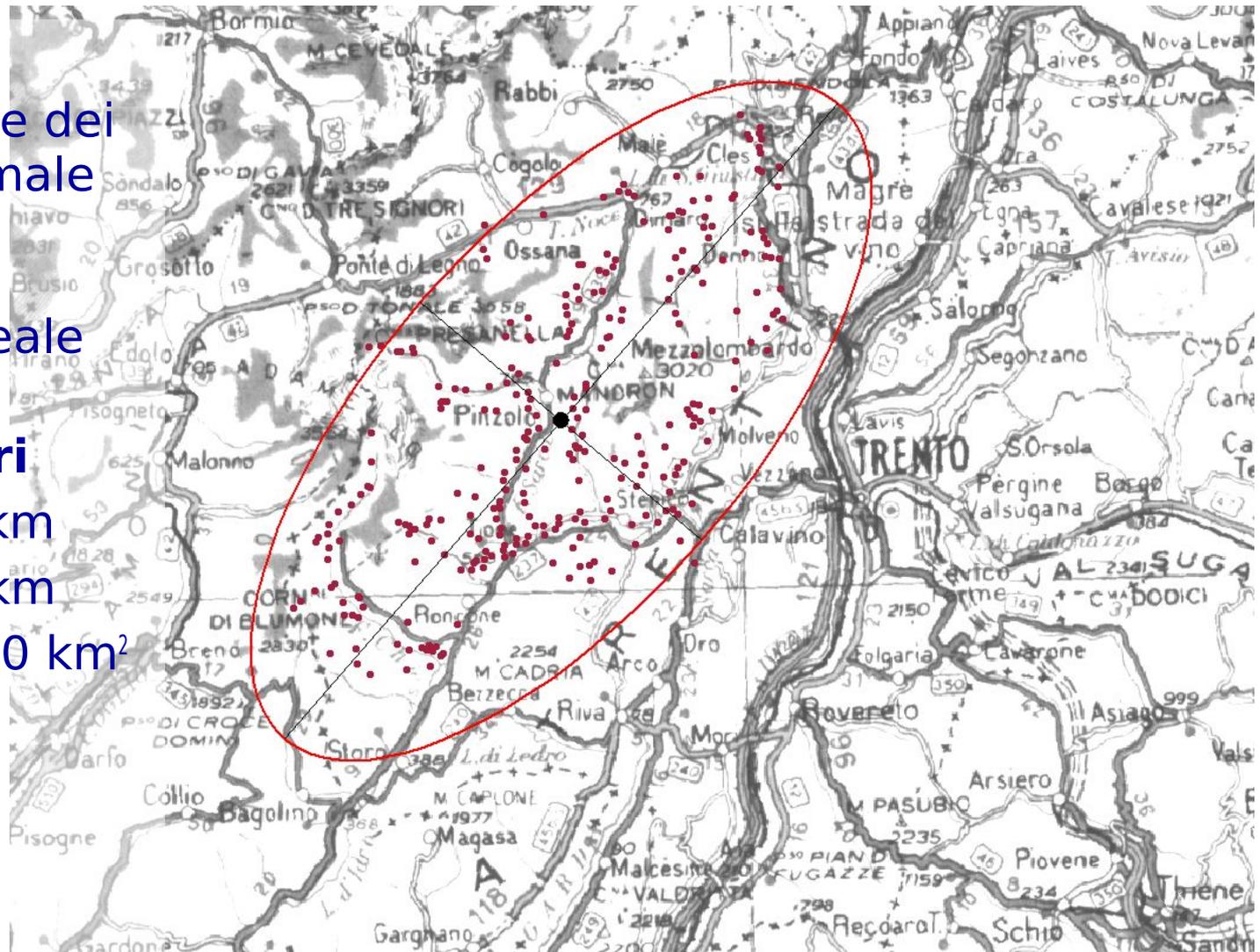
- forma areale

- **Parametri**

- $a=77$  km

- $b=34$  km

- $A=2080$  km<sup>2</sup>



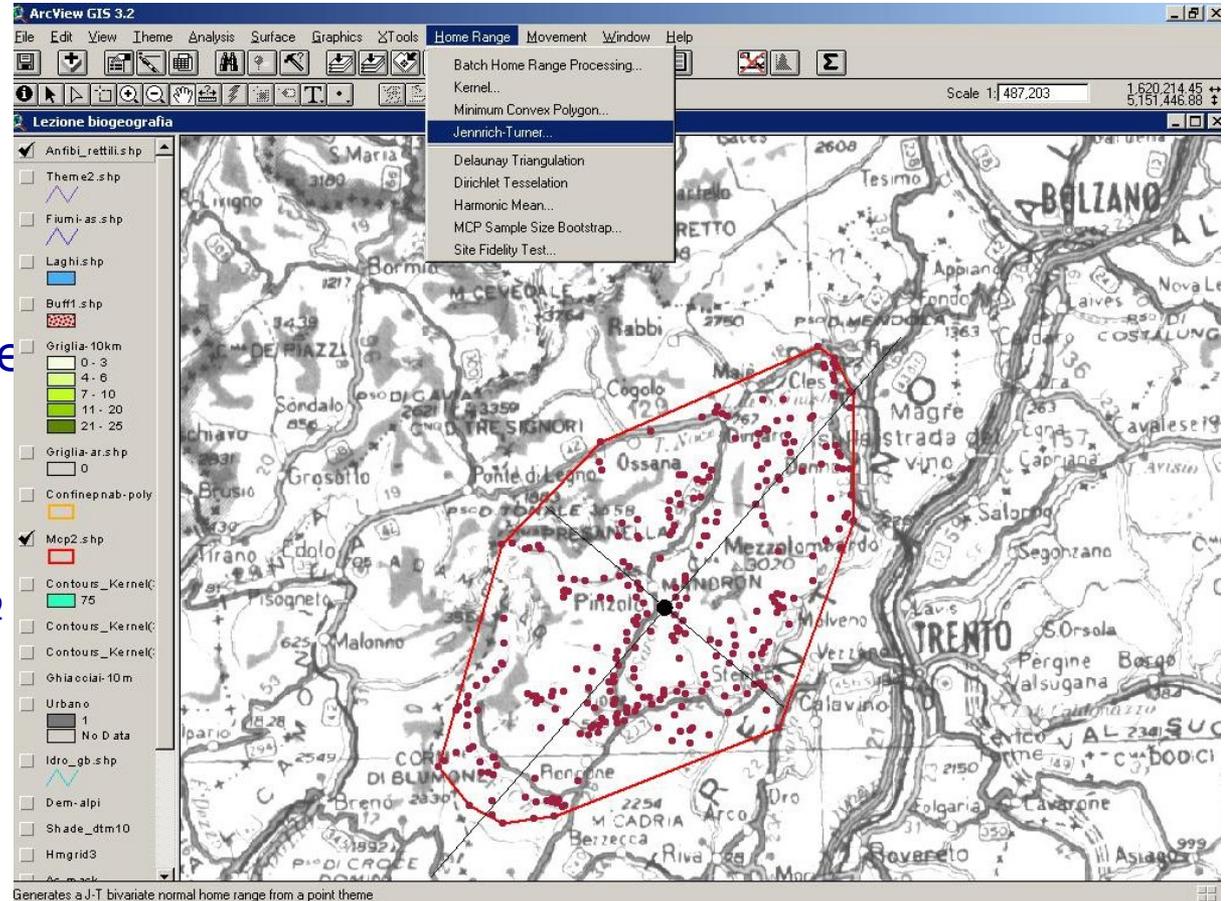
# Descrizione dell'areale - MCP

- **Ipotesi**

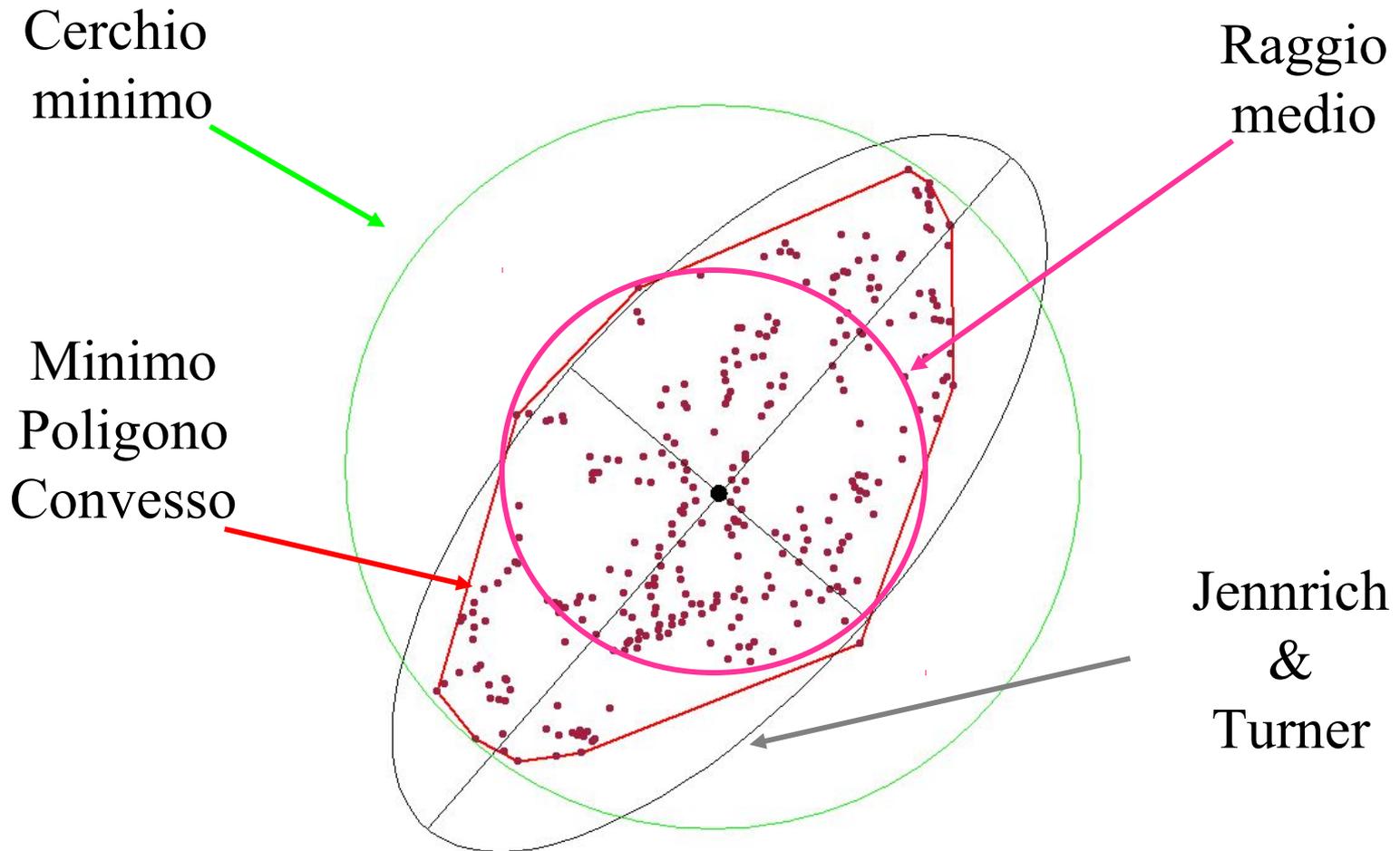
- Ipotesi sulla forma meno restrittive
- Dati statisticamente indipendenti

- **Parametri**

- $A=1470 \text{ km}^2$



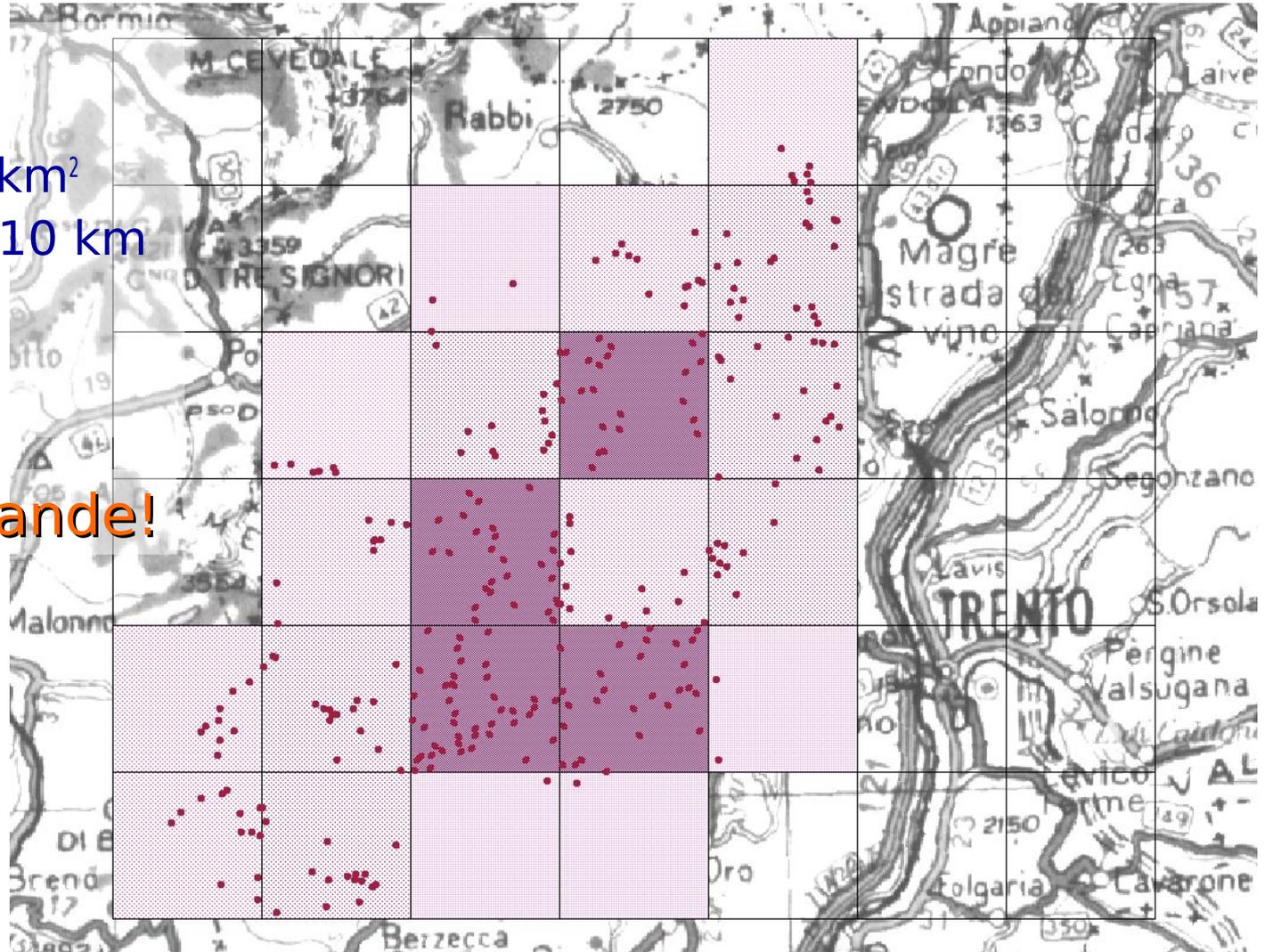
# Confronto tra metodi parametrici



# Descrizione dell'areale - reticolo

- **Parametri**
  - $A=2100 \text{ km}^2$
  - Maglia= 10 km

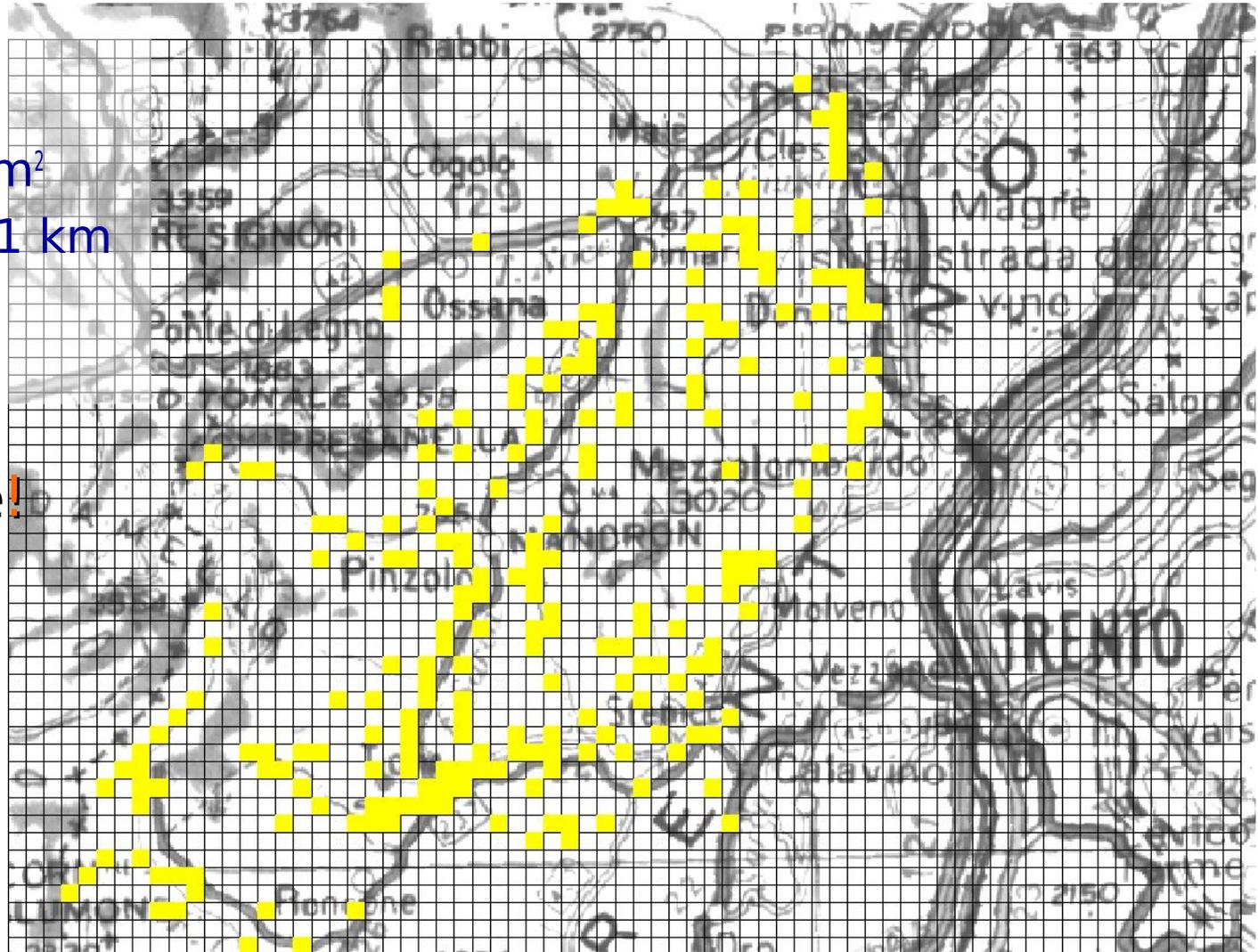
Troppo grande!



# Descrizione dell'areale - reticolo

- **Parametri**
  - $A=246 \text{ km}^2$
  - Maglia= 1 km

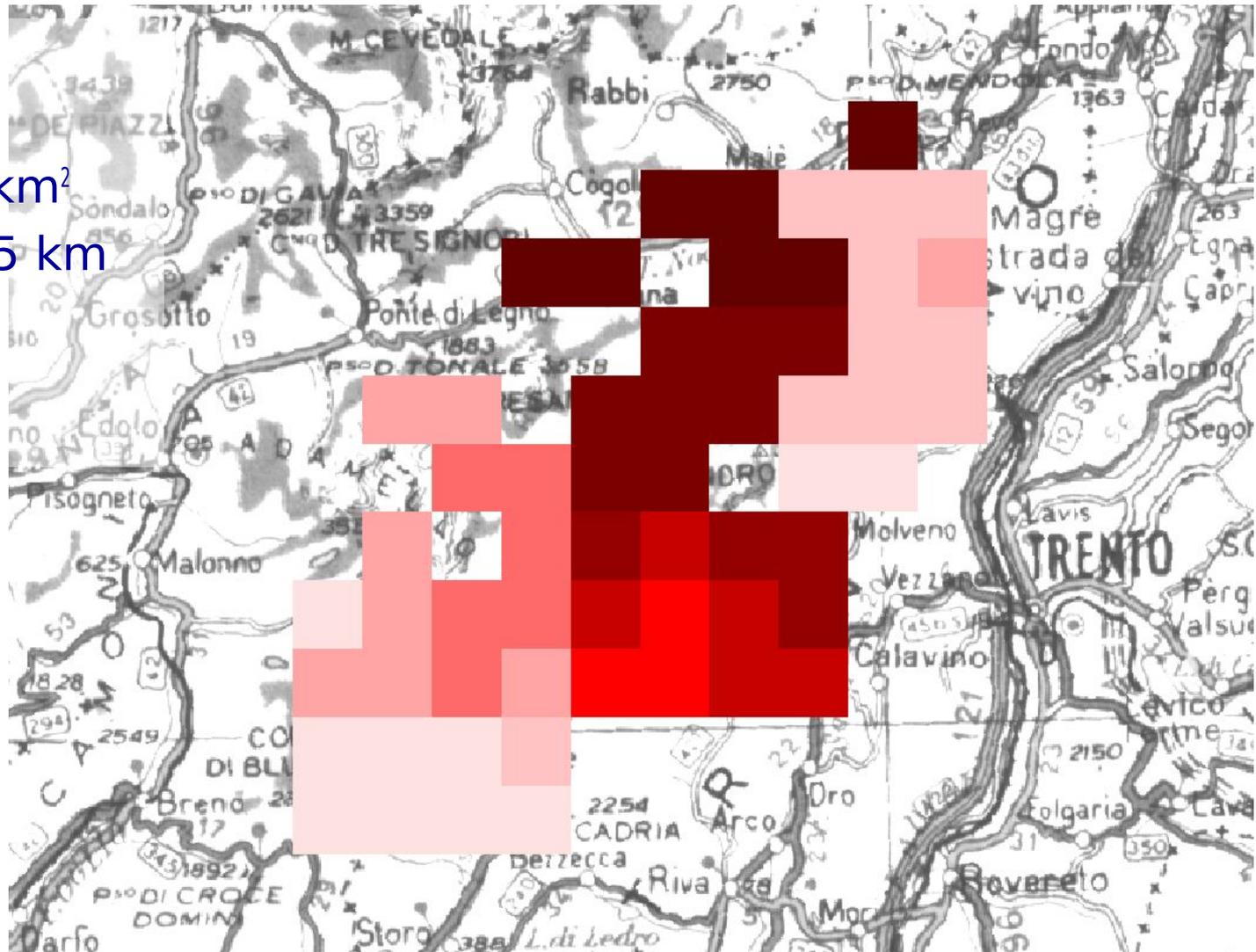
Troppo fine!



# Descrizione dell'areale - reticolo

- **Parametri**
  - $A=1500 \text{ km}^2$
  - Maglia= 5 km

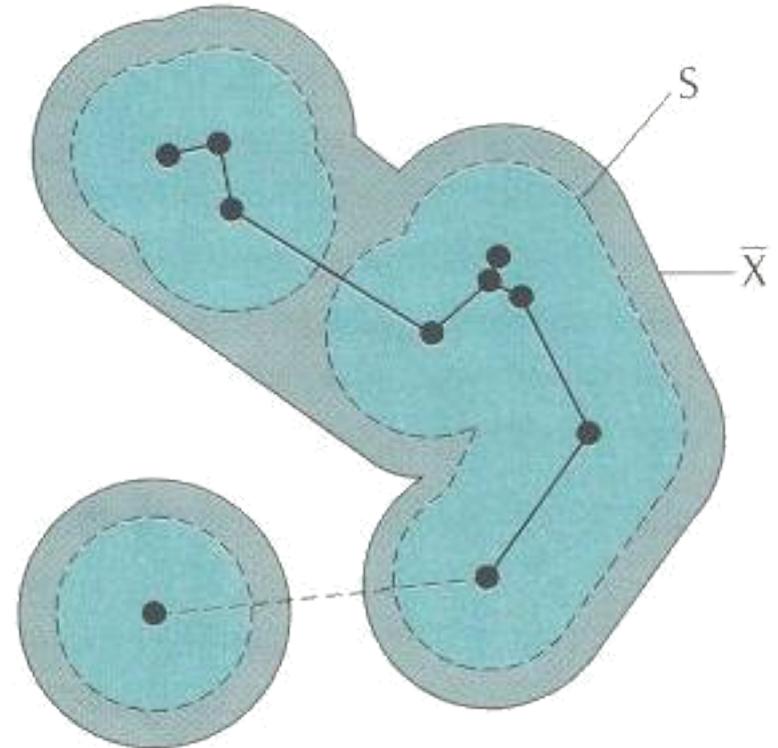
quasi...



# Descrizione dell'areale - Metodo areografico

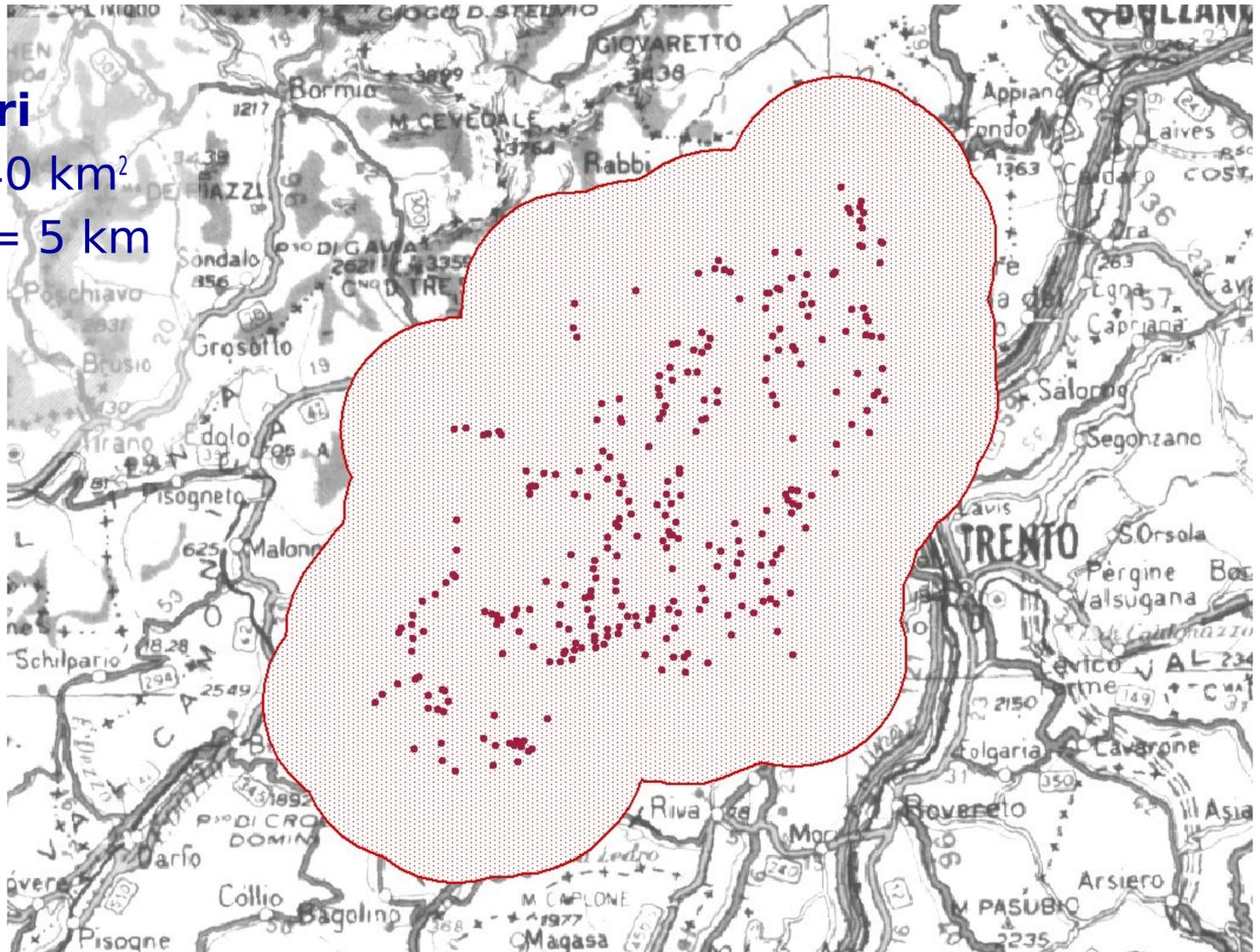
- **Connessione dei punti mediante grafo aperto (*Minimum Spanning Tree*)**
- **Calcolo del valor medio della lunghezza degli archi ( $X$ )**
- **Calcolo della deviazione standard della lunghezza degli archi ( $S$ )**
- ***Contiguous buffering* ( $X, S$ )**

**Difficile calcolabilità del MSP:**  
il calcolo è possibile solo  
mediante algoritmi  
ricorsivi  $O(e^n)$ ,  $O(n^2)$



# Descrizione dell'areale - "buffer"

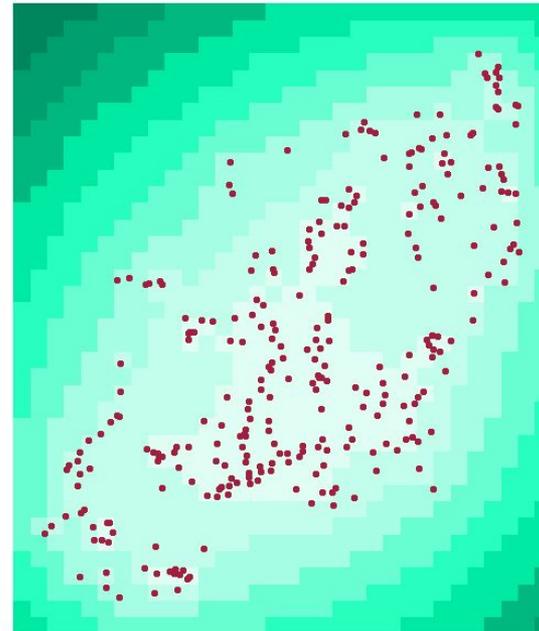
- **Parametri**
  - $A=3140 \text{ km}^2$
  - $\text{buffer}=5 \text{ km}$



# Descrizione dell'areale - "Harmonic Mean"

**Non è un areale vero e proprio ma campo di variazione continua**

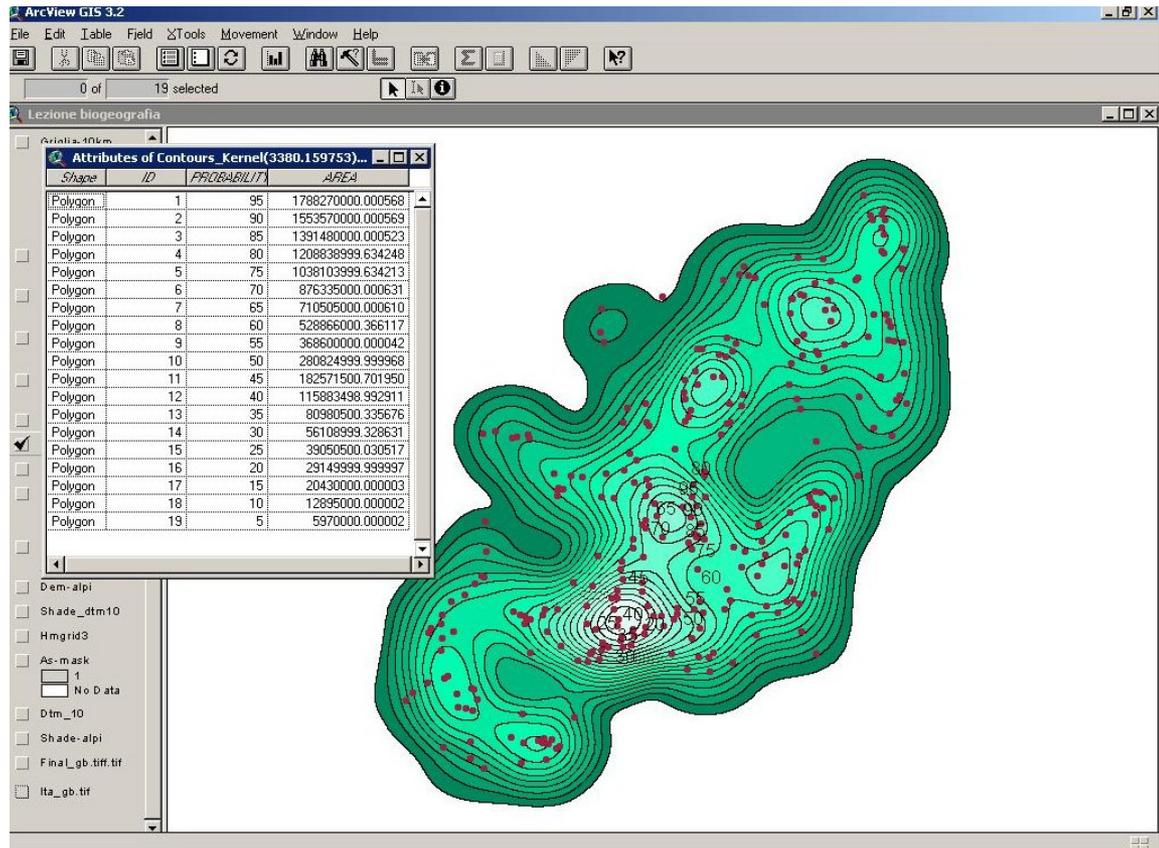
- Individuazione centri di attività
- Frequenza di campionamento rispetto ad una griglia
- Nessuna ipotesi sulla forma



# Descrizione dell'areale -"Kernel"

**Simile alla media armonica nel calcolo**

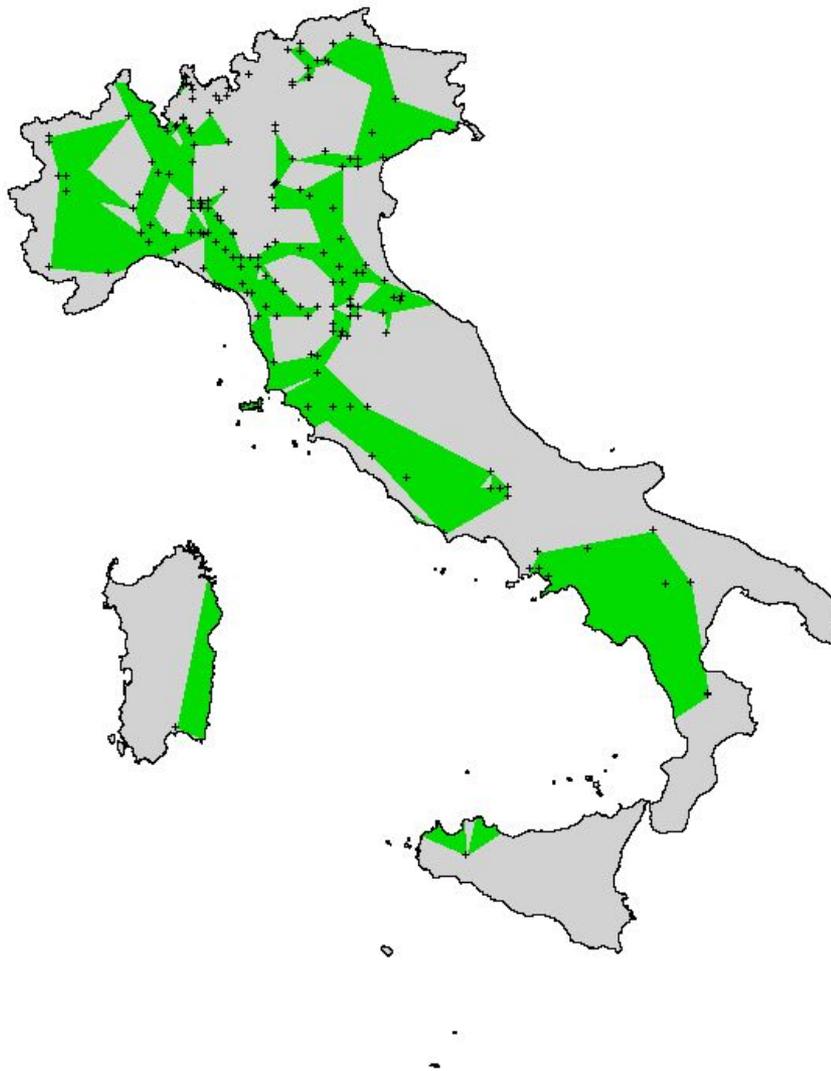
-Nessuna ipotesi sulla forma



# Descrizione dell'areale - "LoCoH"

Simile al MCP  
"Cluster" di MCP  
Numero di punti  
"vicini" variabile

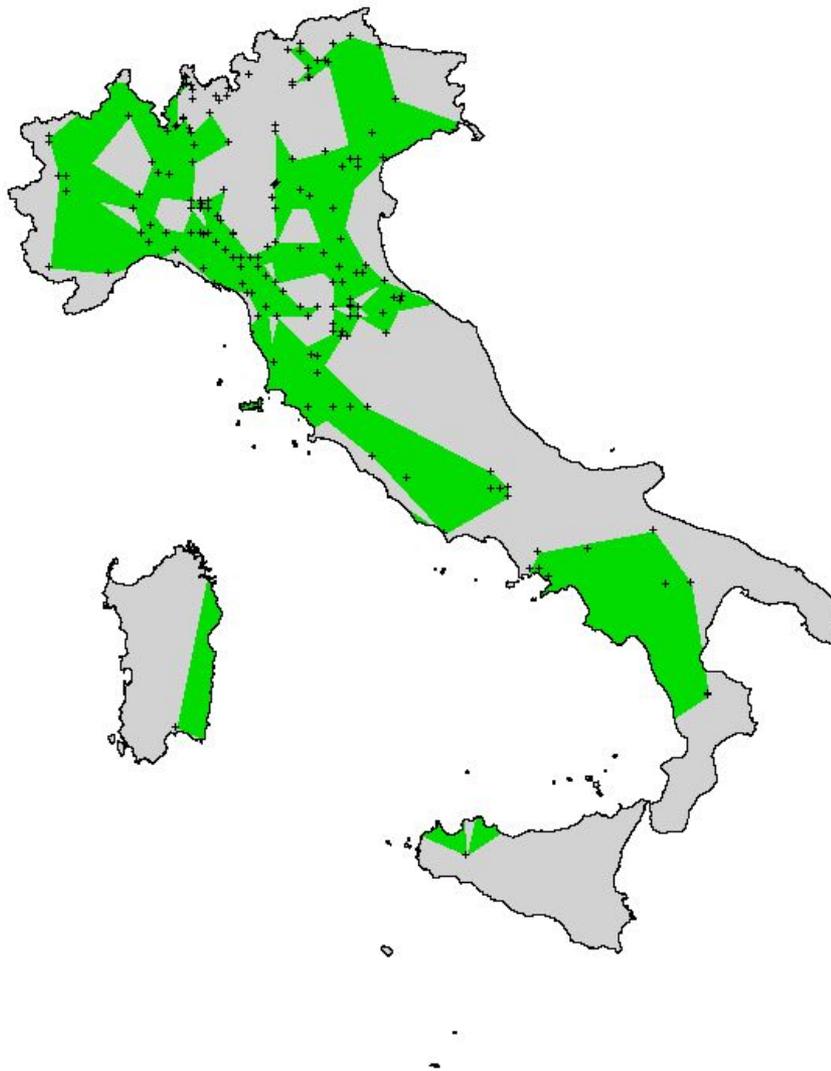
**k=5**



# Descrizione dell'areale - "LoCoH"

Simile al MCP  
"Cluster" di MCP  
Numero di punti  
"vicini" variabile

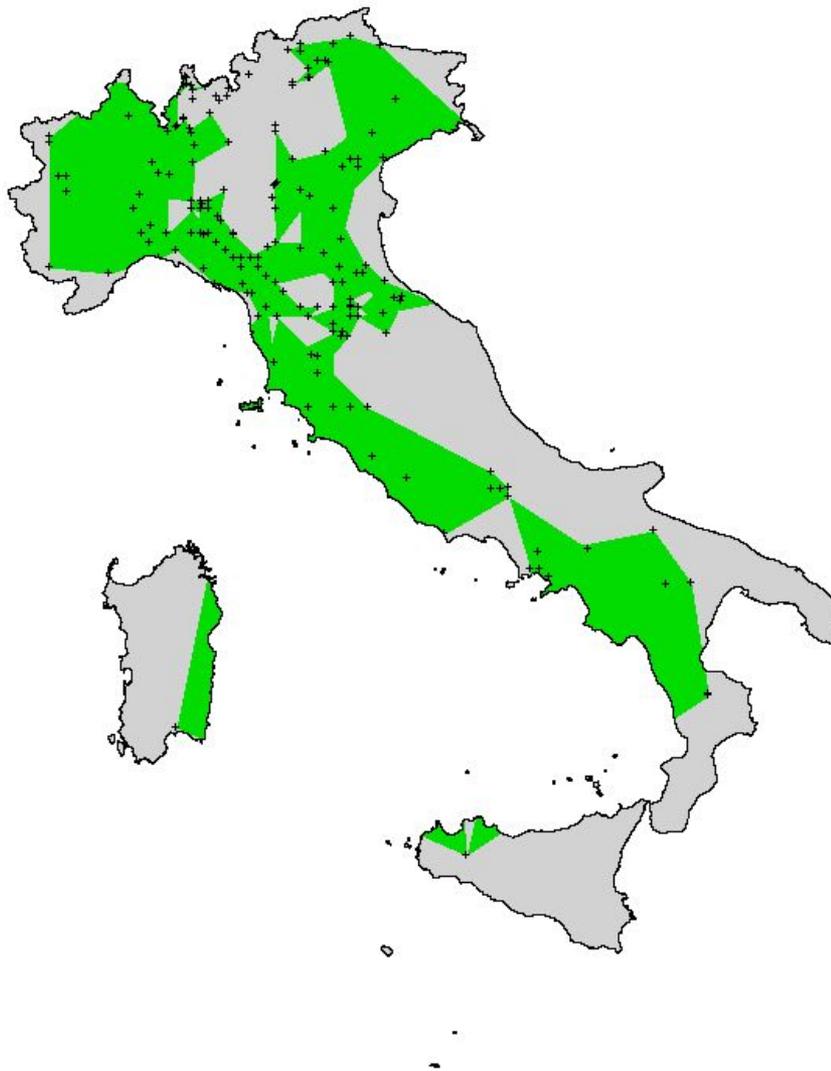
**k=6**



# Descrizione dell'areale - "LoCoH"

Simile al MCP  
"Cluster" di MCP  
Numero di punti  
"vicini" variabile

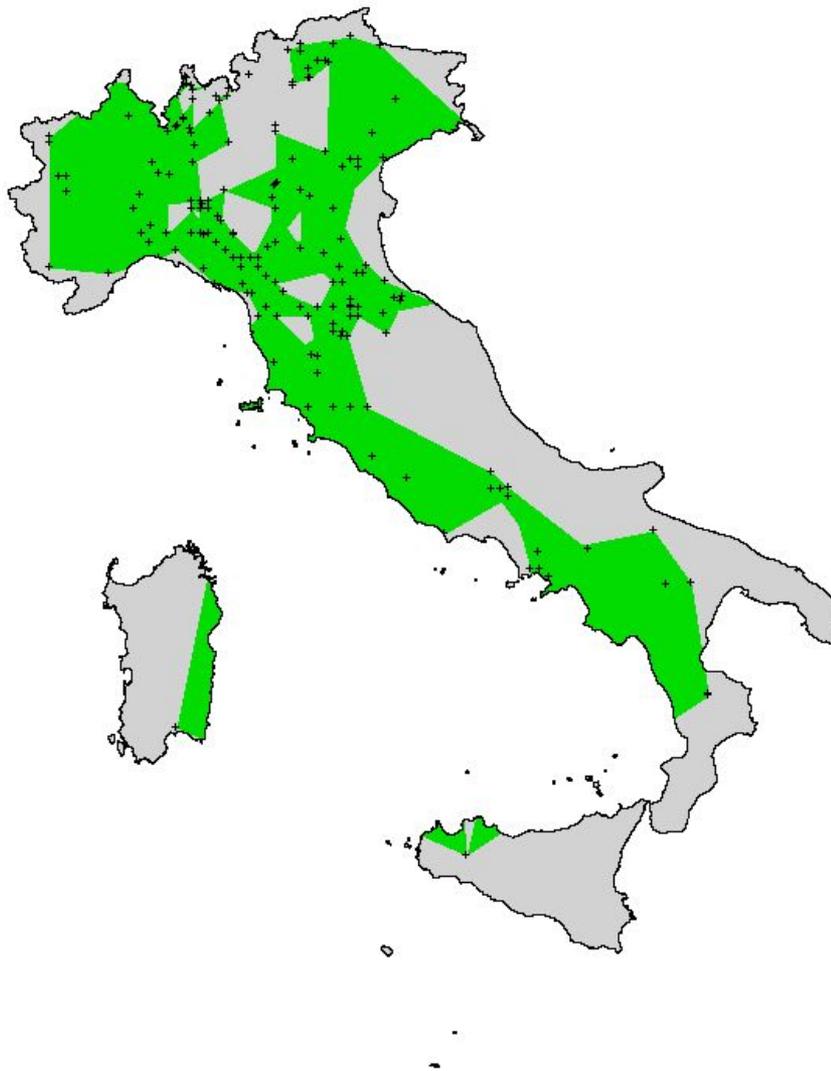
**k=7**



# Descrizione dell'areale - "LoCoH"

Simile al MCP  
"Cluster" di MCP  
Numero di punti  
"vicini" variabile

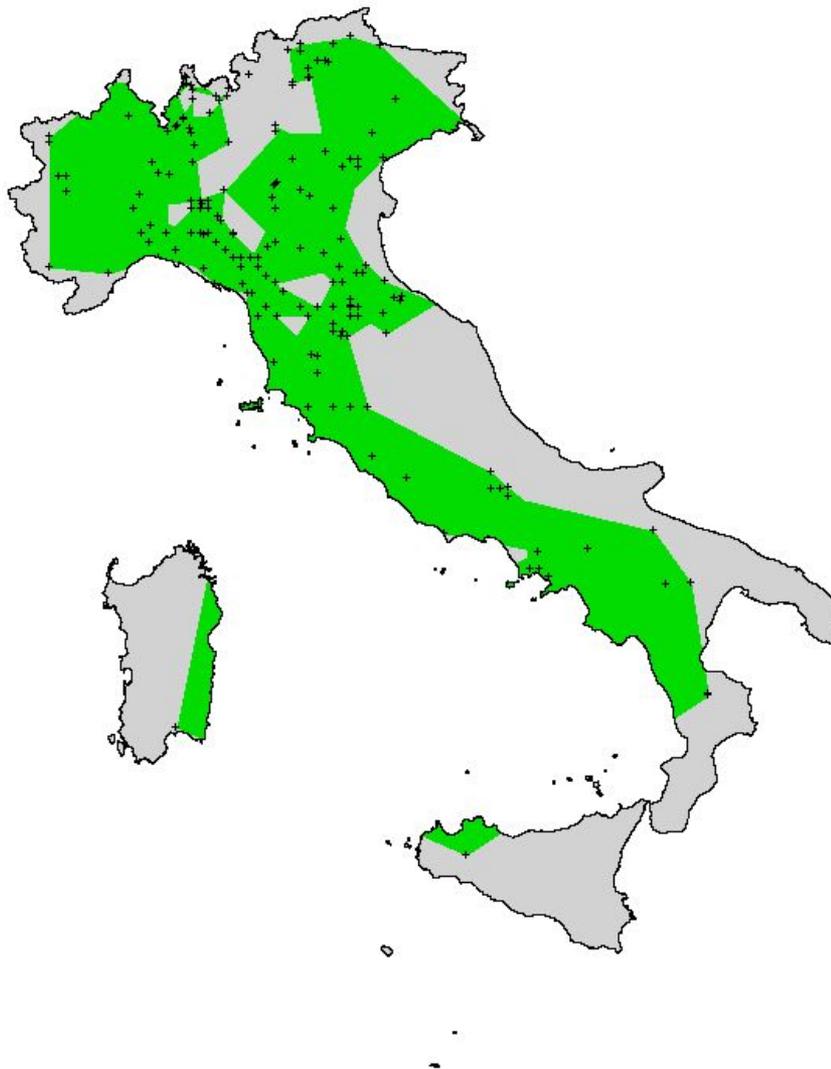
**k=8**



# Descrizione dell'areale - "LoCoH"

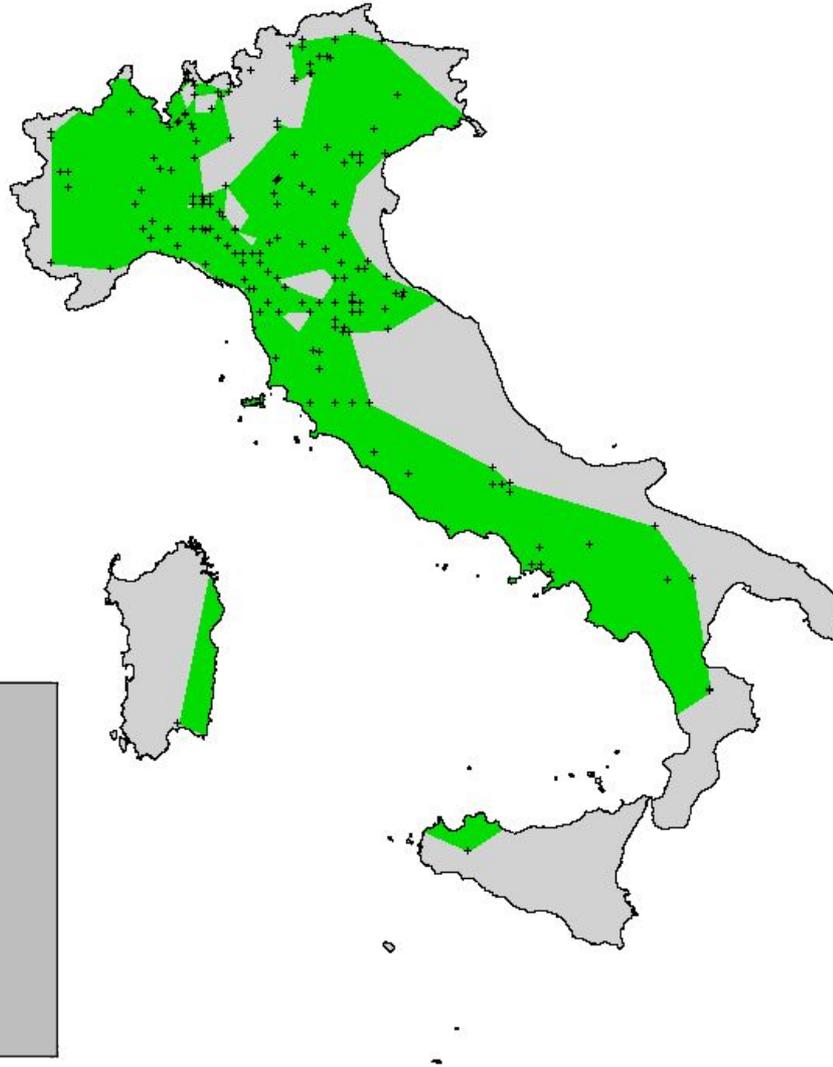
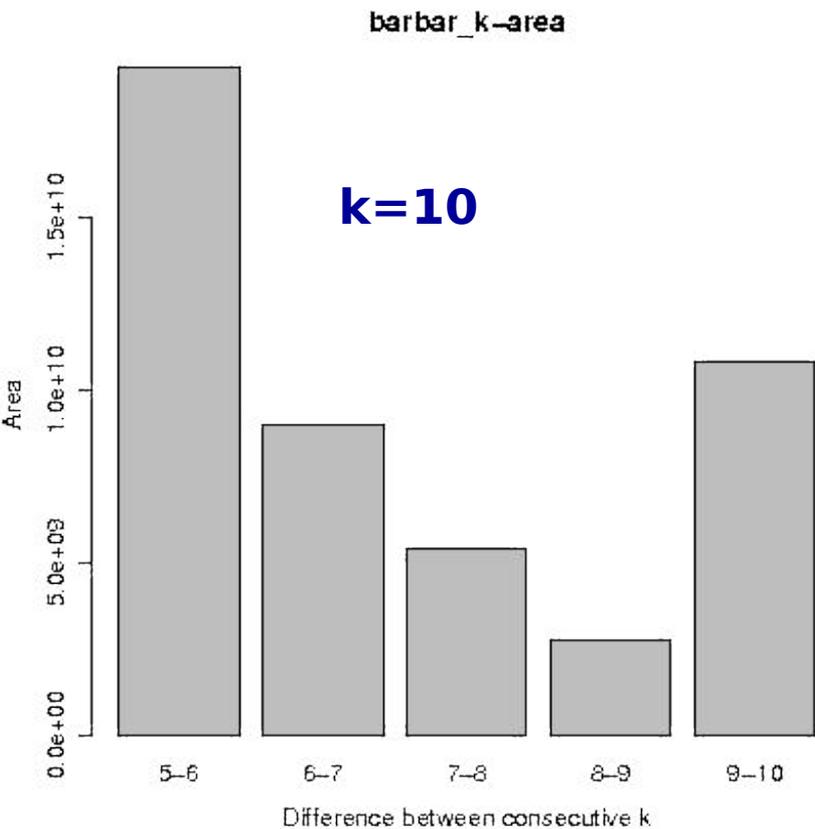
Simile al MCP  
"Cluster" di MCP  
Numero di punti  
"vicini" variabile

**k=9**



# Descrizione dell'areale - "LoCoH"

Simile al MCP  
"Cluster" di MCP  
Numero di punti  
"vicini" variabile

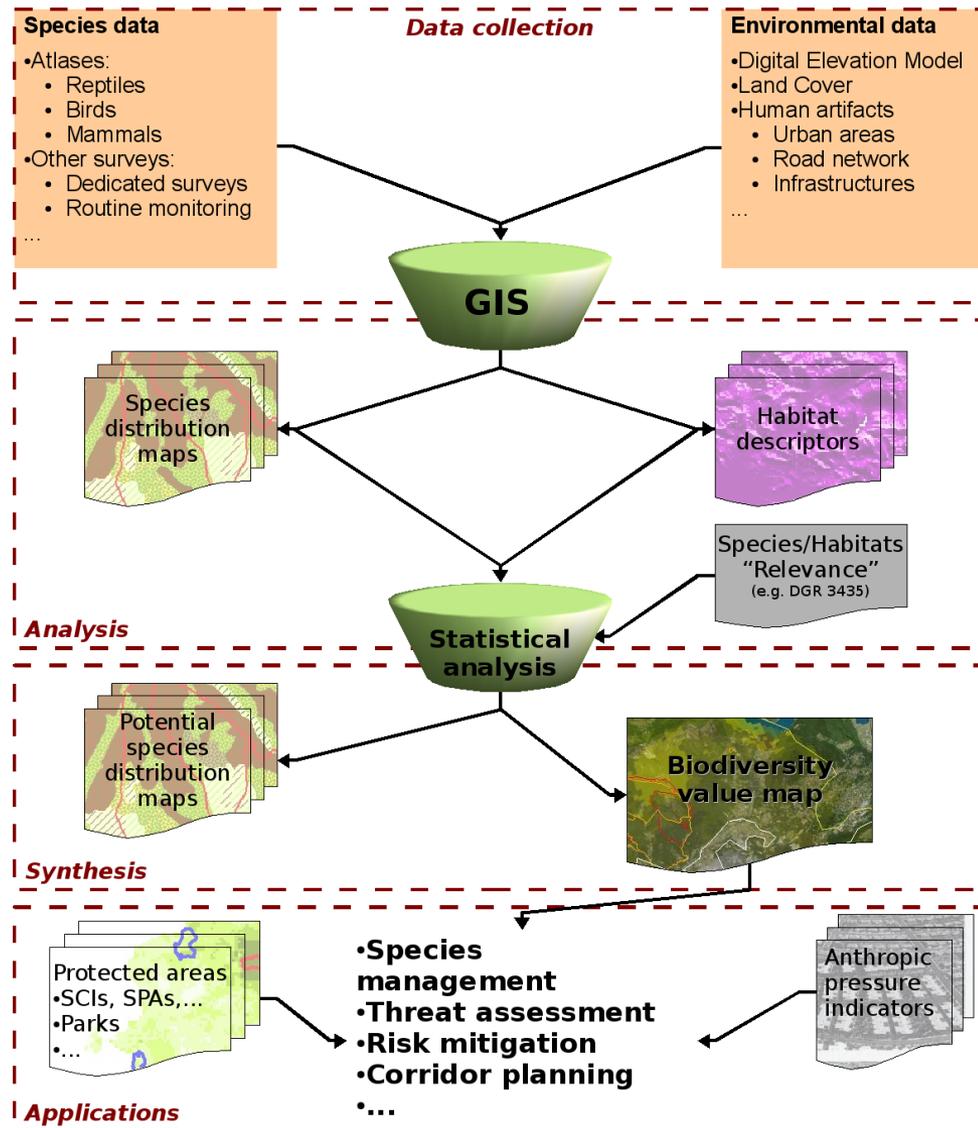


# Descrizione dell'areale - Modellistica

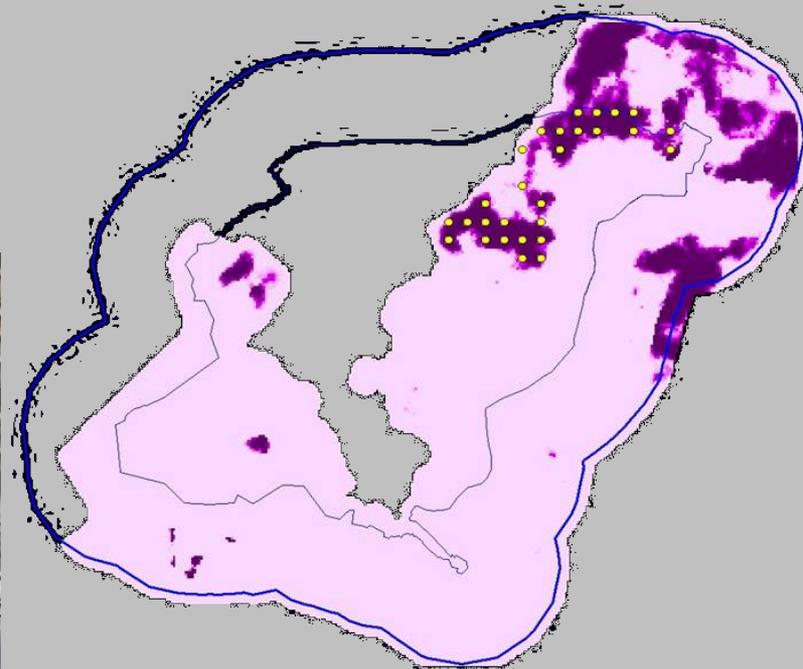
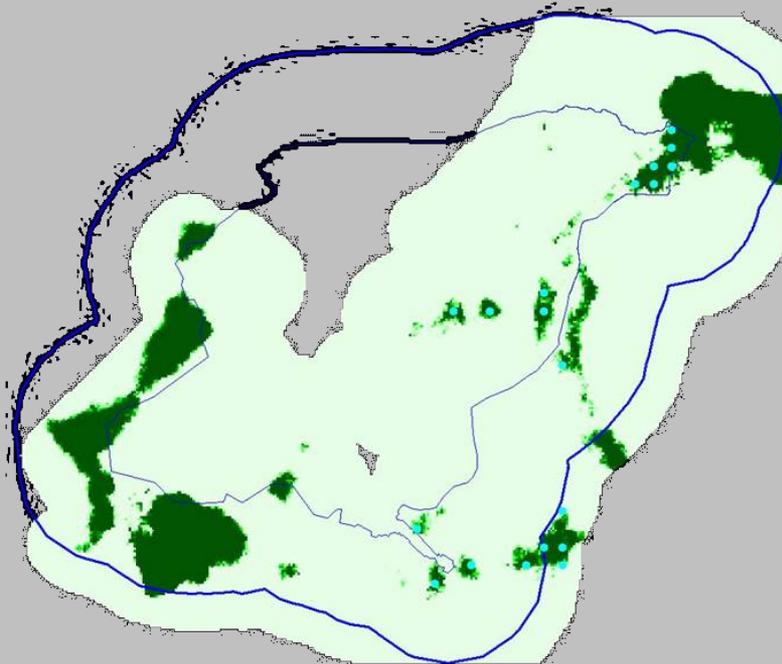
**Superamento dell'approccio "puramente geometrico"**

**Relazioni tra specie e habitat**

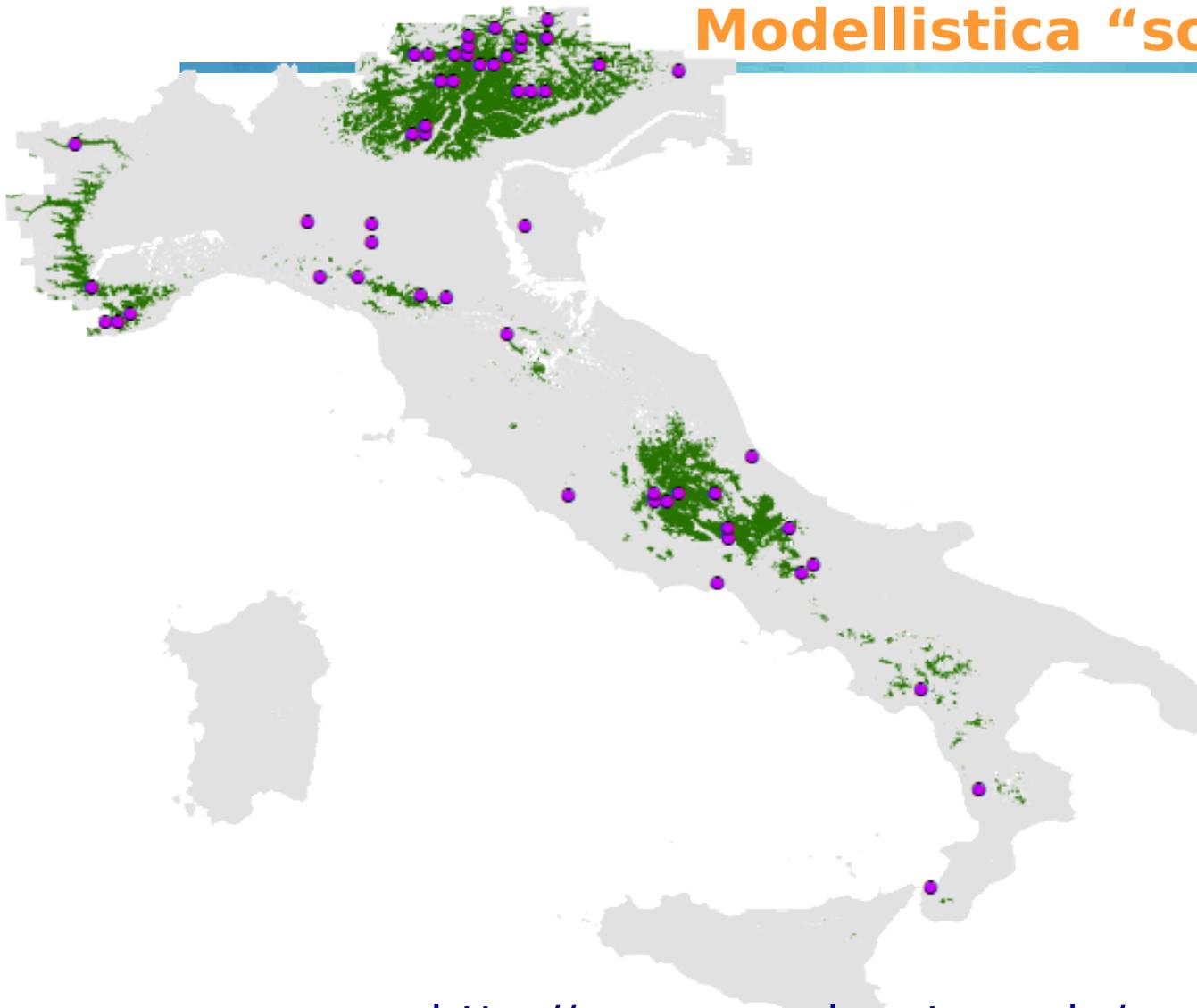
**Modelli statistici della probabilità di presenza come funzione di  $n$  variabili ambientali**



# Descrizione dell'areale - Modellistica



# Modellistica "solo presenza"



<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>

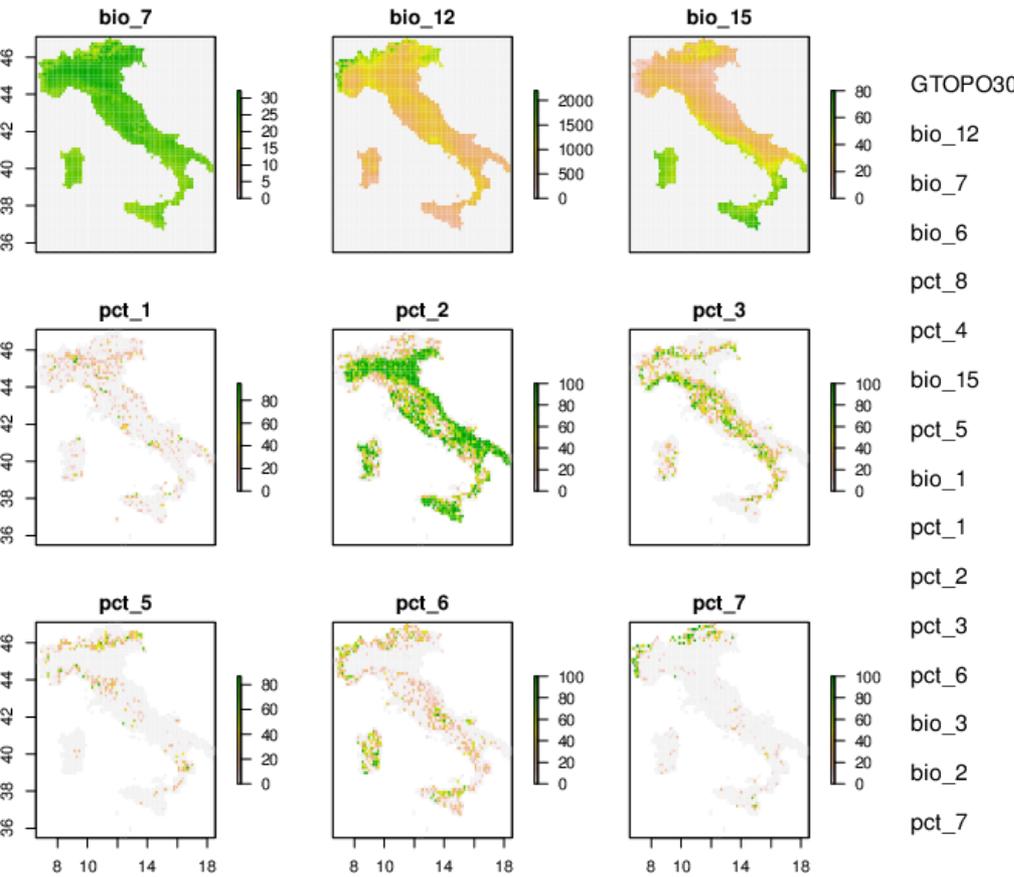
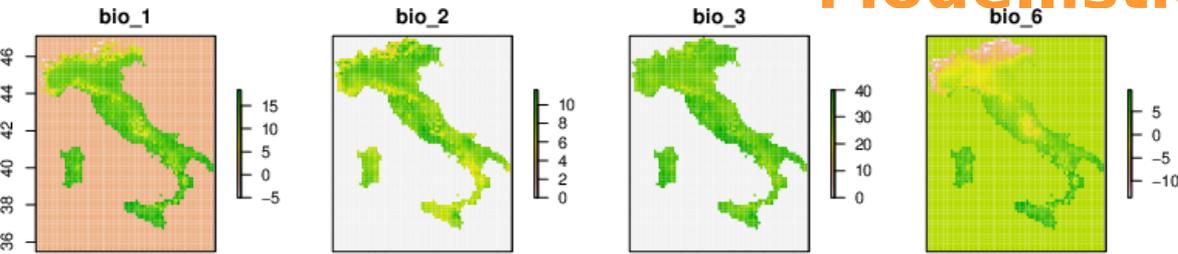
● CGRS\_barbar\_point\_4326

CGRS\_barbar\_point\_4326MAXENT\_prediction..img

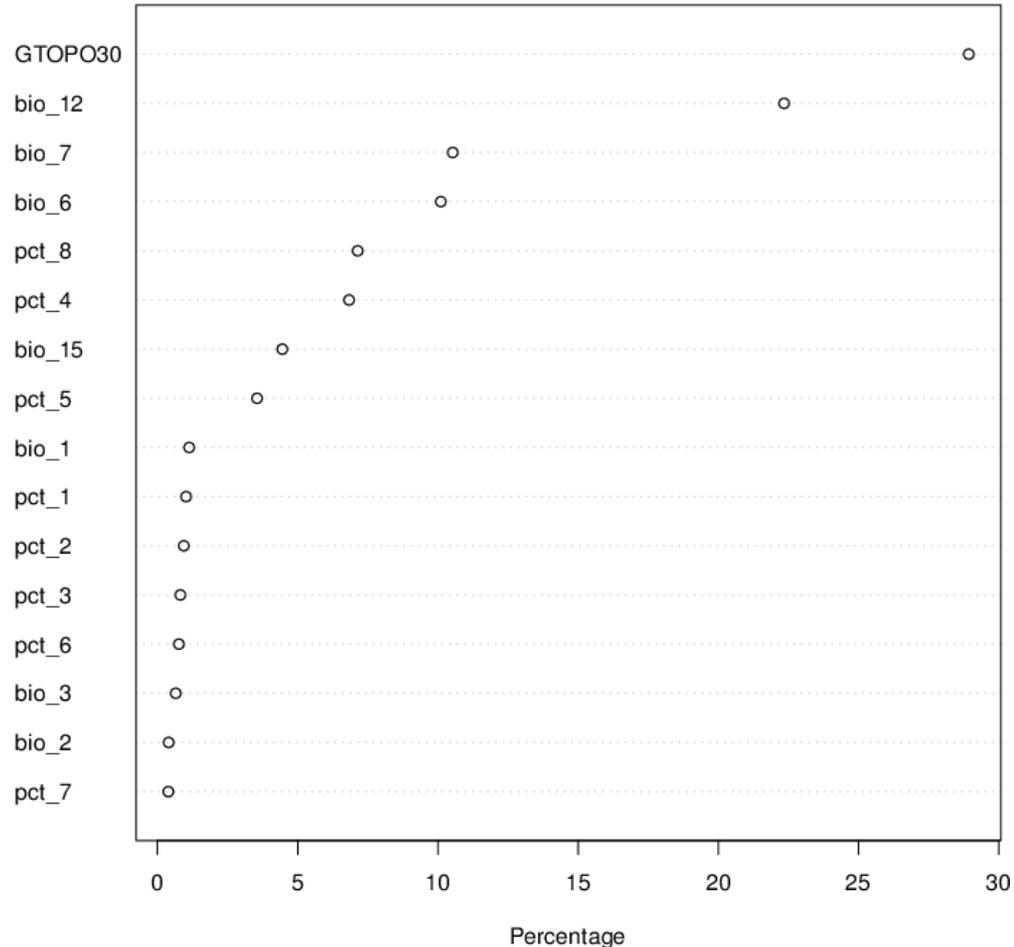
0

riano G Preatoni - 18 Ottobre 2011

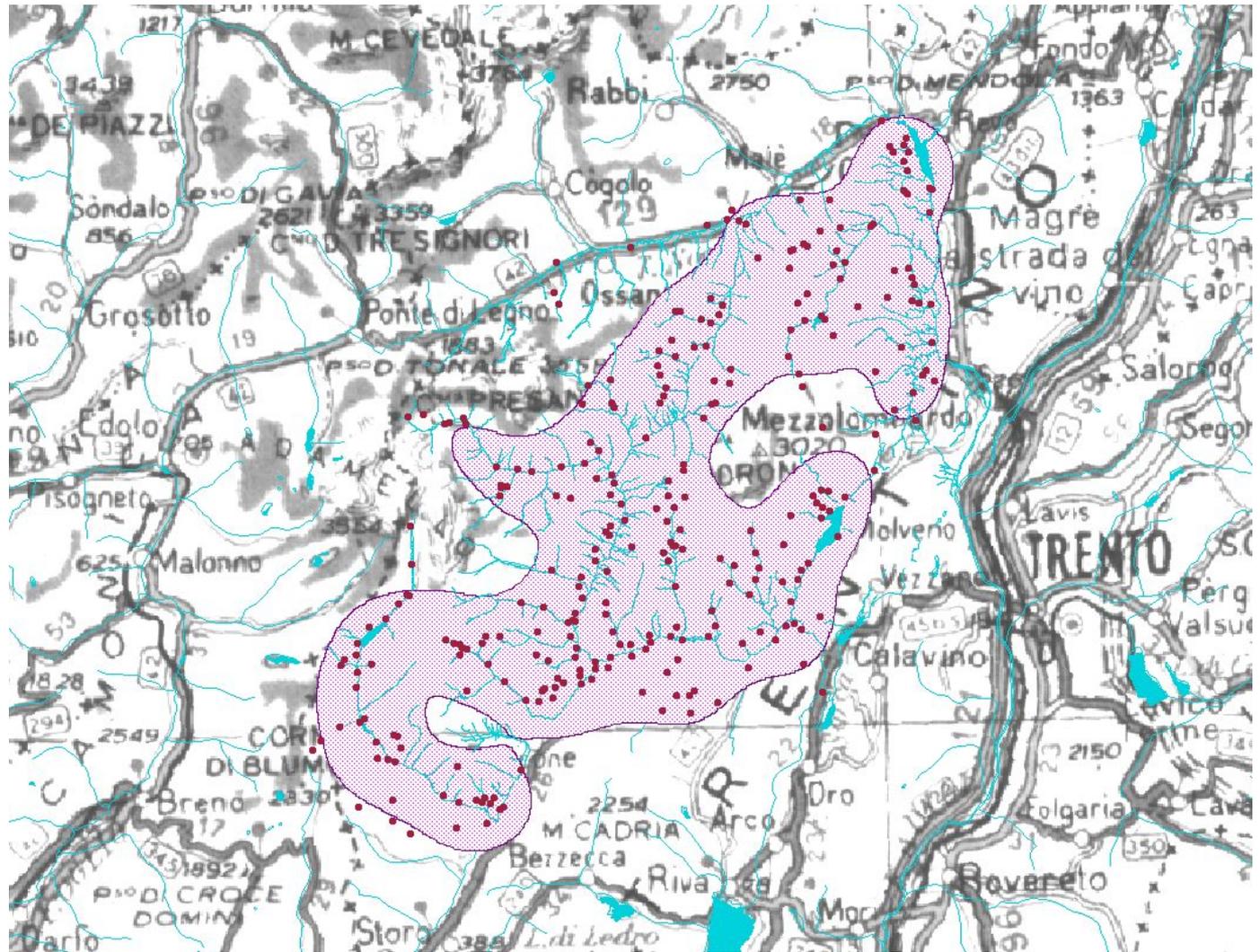
# Modellistica "solo presenza"



Variable contribution

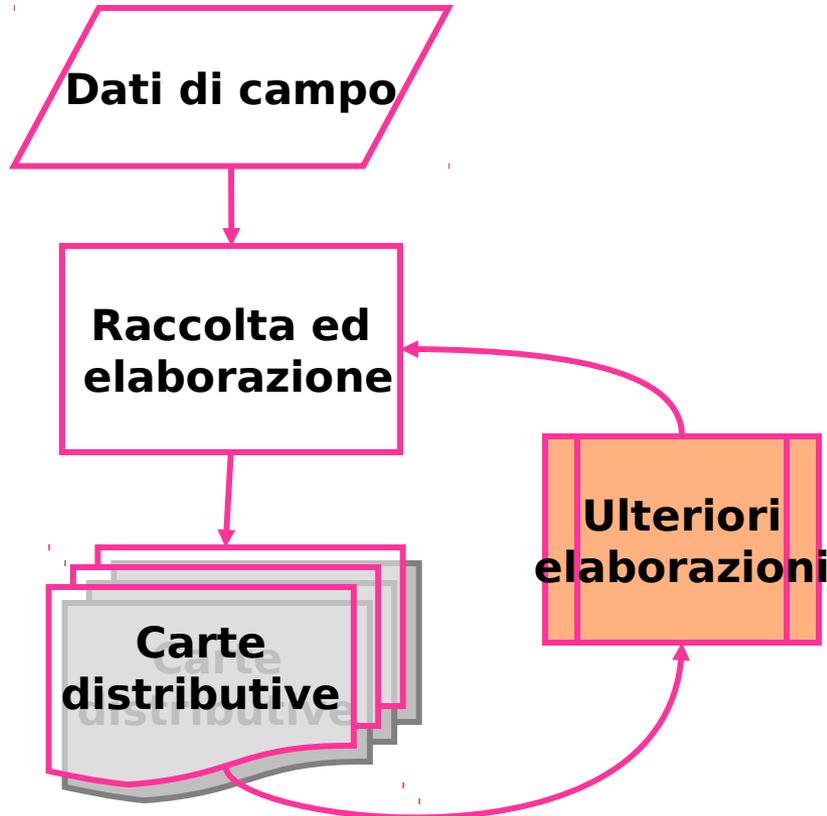


# Presentazione dei dati - "Kernel"



# Quale cartografia distributiva?

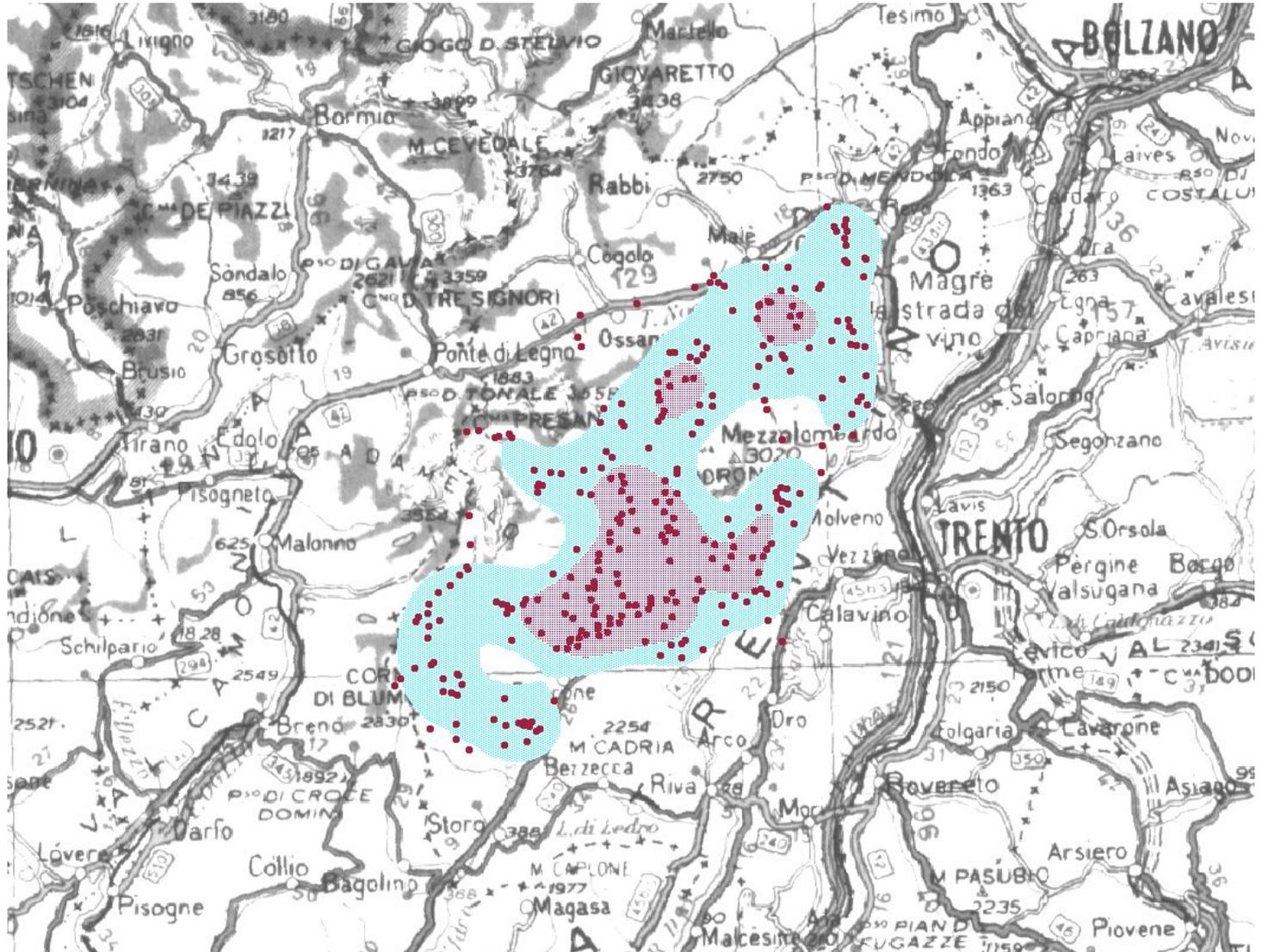
**Una carta distributiva è un dato di sintesi...**



... ma di che tipo e qualità?

- Tutte le elaborazioni effettuate su di un areale dipendono dalle modalità adottate per rappresentarlo
- Non esiste una tecnica univoca per rappresentare un areale
- La distribuzione reale di una specie è anisotropa e *fuzzy*

# Una buona approssimazione?



Metodi oggettivi di definizione dell'areale, pur con i limiti visti, permettono

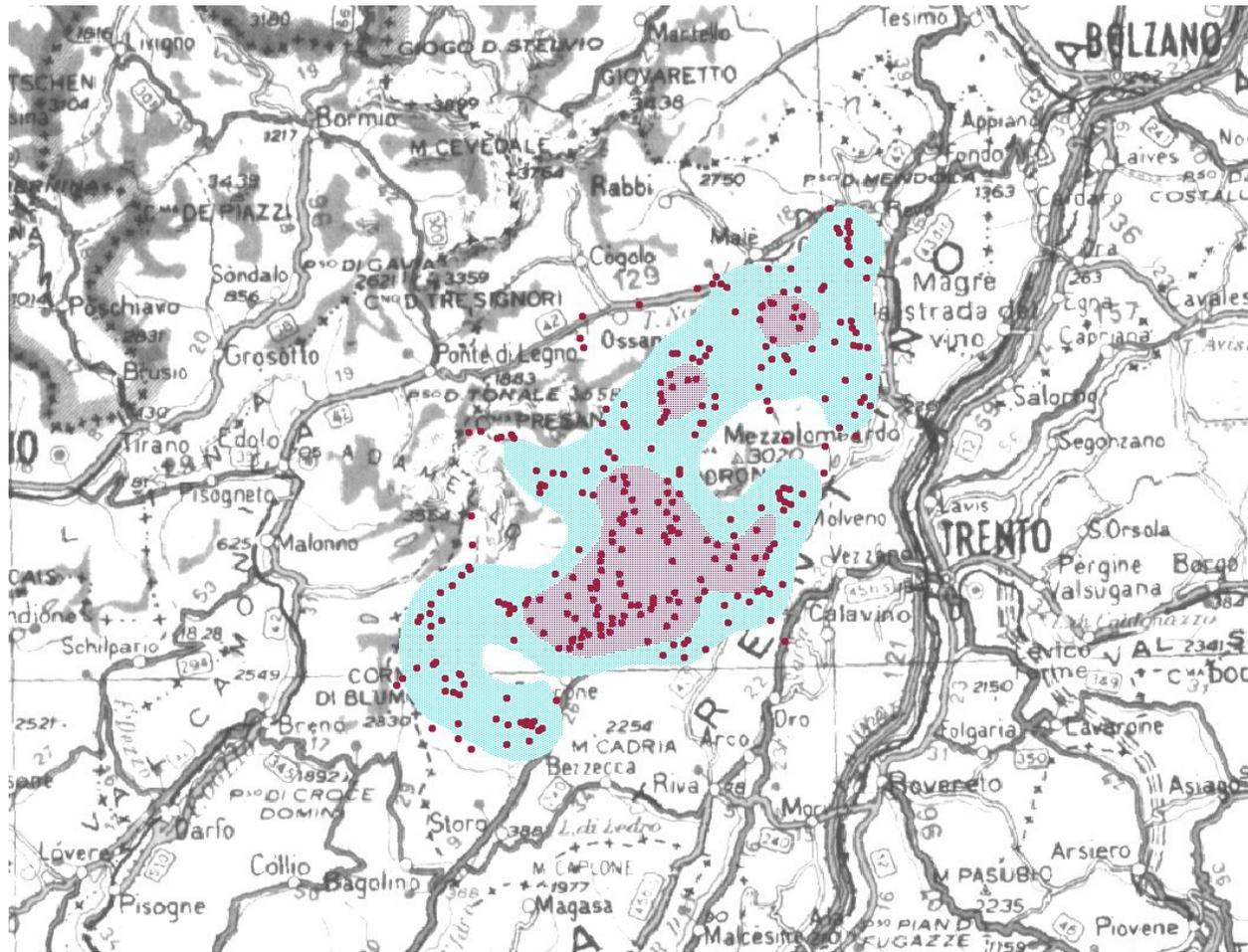
- **Analisi sincroniche:**

confronto di areali di specie diverse nello stesso momento

- **Analisi diacroniche:**

confronto di areali nel tempo

# Analisi biogeografiche



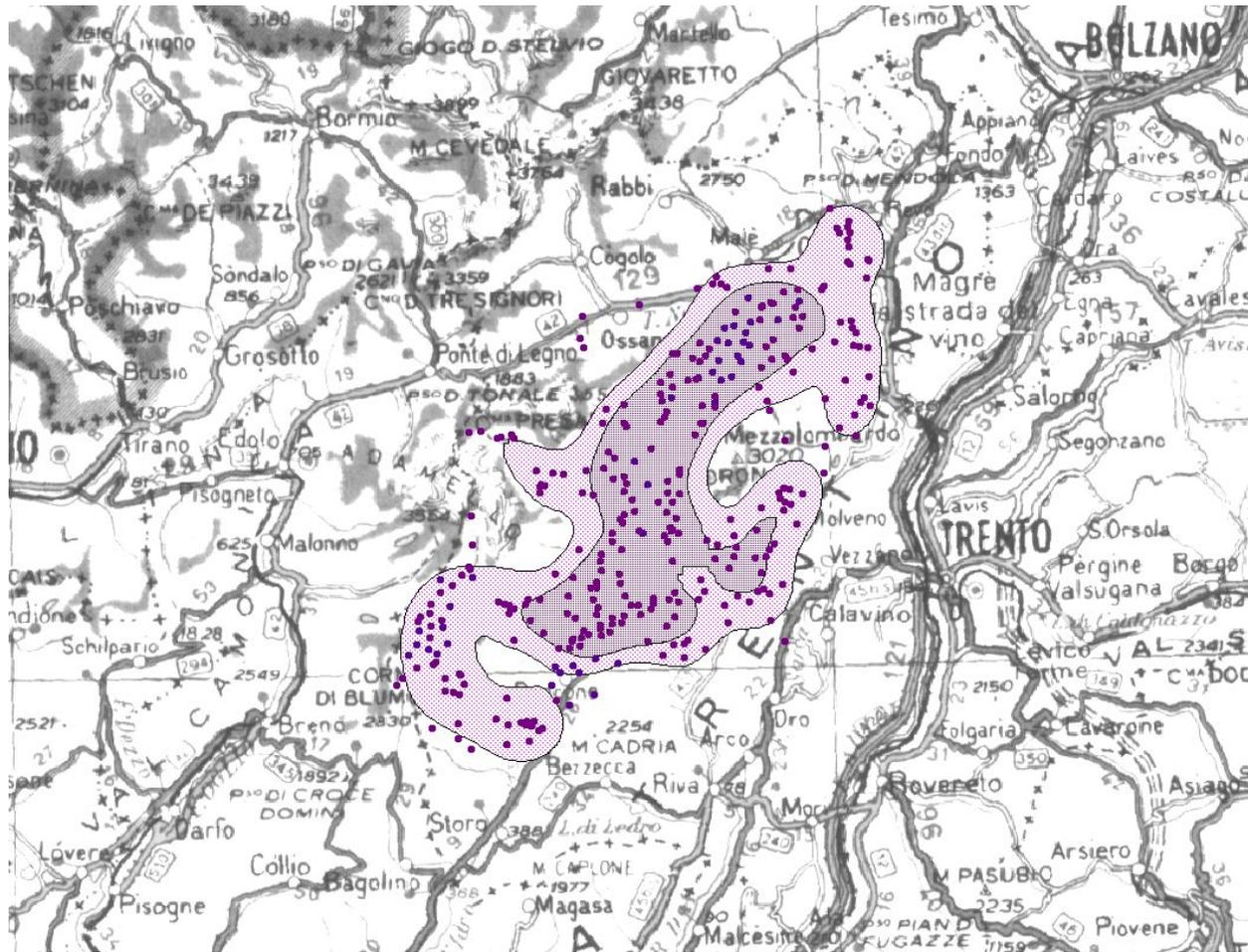
Un esempio

Confronto  
oggettivo  
delle  
distribuzioni  
nel tempo:

- Stesso metodo (Kernel)
- Stessa scala

**Tempo = 1**

# Analisi biogeografiche



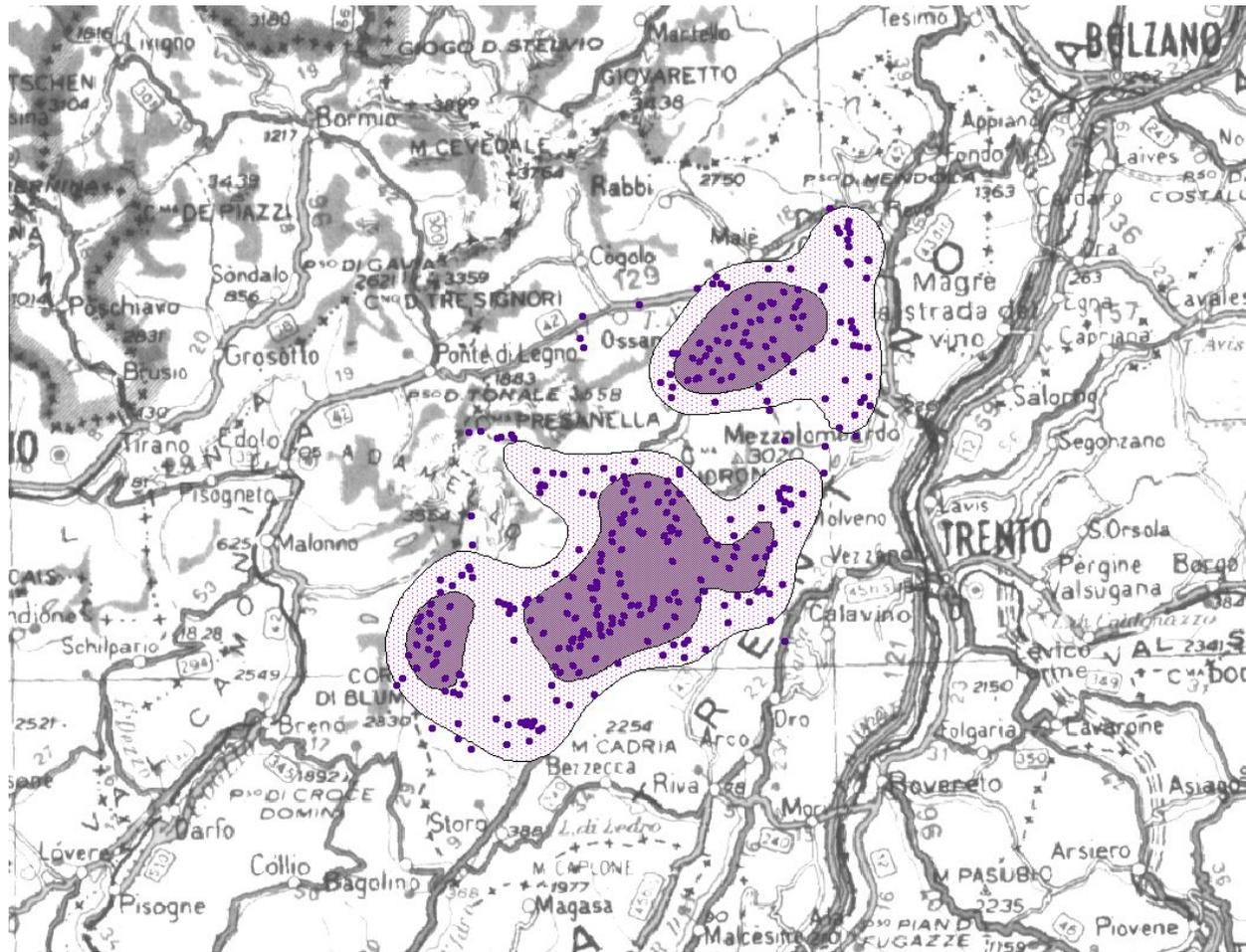
**Tempo = 2**

Un esempio

Confronto  
oggettivo  
delle  
distribuzioni  
nel tempo:

Espansione  
dell'areale

# Analisi biogeografiche



Un esempio

Confronto  
oggettivo  
delle  
distribuzioni  
nel tempo:

Frammentazione  
dell'areale

**Tempo = 3**