Metodologia di analisi e rappresentazione agro-ambientale

Analisi territoriale agronomico-ambientale

- **Due componenti:**

1. ***Analisi ed elaborazione dei dati locali:***
   - approccio statistico
   - approccio classificatorio
   - approccio modellistico
2. ***Analisi ed elaborazione dei dati nel contesto territoriale (spazializzazione):***
   - dati puntuali (geostatistica)
   - campi discreti
   - campi continui

Approccio statistico

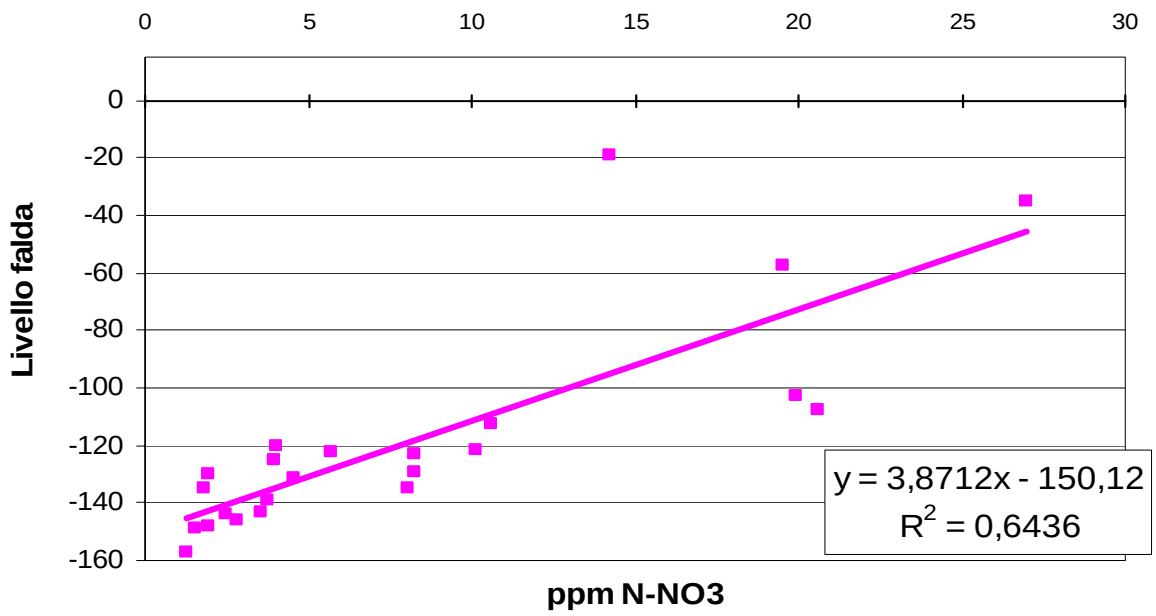
- **STATISTICA DESCRITTIVA:**
  - Indici di tendenza centrale
    - media
    - mediana
    - moda
  - Indici di dispersione
    - intervallo di variazione
    - varianza
    - coefficiente di variabilità

Approccio statistico

- **RELAZIONI FRA VARIABILI**:
  - *Analisi della covarianza e correlazione*
- **RELAZIONI FRA INDIVIDUI**:
  - *Indici di somiglianza*
- **ORDINAMENTO**: riduzione di un insieme multivariato a una o poche dimensioni.
  - *Analisi delle componenti principali*

Approccio statistico: relazione fra variabili

correlazione tra profondità e contenuto di azoto nitrico della falda



Somiglianza: cluster di profili pedologici

	CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3	CLUSTER 4	CLUSTER 5	CLUSTER 6
	centroide 1	centroide 2	centroide 3	centroide 4	centroide 5	centroide 6
Orizzonte 1						
limite inferiore (cm)	32,43	42,87	51,96	61,42	43,59	41,10
Sabbia %	20	58	75	45	37	25
Limo %	35	22	14	23	27	48
Argilla %	35	18	11	31	36	27
C organico %	2,31	1,10	0,88	1,37	1,25	1,67
Orizzonte 2						
limite inferiore (cm)	73,59	68,77	88,97	109,59	75,70	72,60
Sabbia %	19	61	84	47	33	21
Limo %	34	21	10	25	28	50
Argilla %	35	16	6	27	38	29
C organico %	1,72	0,69	0,33	0,65	0,60	0,92
	medio-argilloso	**medio-sabbioso**	**sabbioso-limoso**	**medio-sabb.-argill.**	**medio-argill.**	**grana media**

Somiglianza: profili pedologici rappresentativi

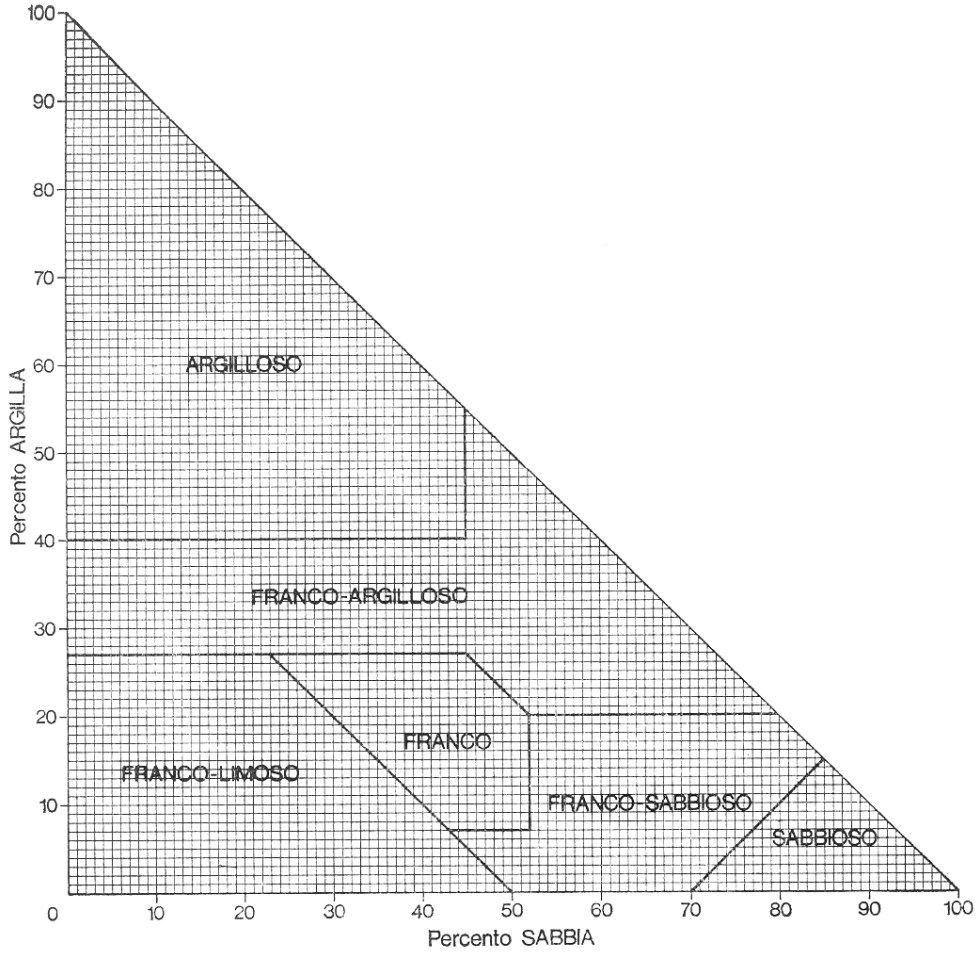
	CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3	CLUSTER 4	CLUSTER 5	CLUSTER 6
	medio-argilloso	**medio-sabbioso**	**sabbioso-limoso**	**medio-sabb.-argill.**	**medio-argill.**	**grana media**
	98-Boaria	32-Liettoli B.S.	16-Brenta B.	9-Molinella	6-Soranzo	74-S.Biagio C.
Orizzonte 1						
limite inferiore (cm)	40	50	50	62	47	49
Sabbia %	17	56	82	53	35	24
Limo %	33	20	10	17	32	45
Argilla %	38	24	8	30	33	31
C organico %	2,96	0,71	0,53	1,50	0,96	2,16
Orizzonte 2						
limite inferiore (cm)	80	76	90	127	78	76
Sabbia %	18	60	91	48	34	27
Limo %	32	20	7	24	26	45
Argilla %	39	20	2	28	40	28
C organico %	2,82	0,33	0,14	0,65	0,48	1,62

Approccio classificatorio

- **CLASSIFICAZIONE**: l’atto di suddividere una popolazione o aggregare individui, in gruppi; ovvero descrizione della variabilità di un carattere interpretandola per finalità pratiche;
- *definizione degli scopi*
- *definizione dei parametri utili al suo perseguimento*
- *definizione dei criteri e/o intervalli*

es. triangolo della tessitura

Approccio classificatorio: triangolo della tessitura USDA



Approccio classificatorio: interpretazione delle analisi del terreno

- Giudizio sul terreno

	pH
< 5.4	molto acido
6.0	acido
6.7	subacido
7.3	neutro
8.0	subalcalino
8.6	alcalino
> 8.6	molto alcalino

	Calcare totale		Calcare attivo
< 2.5	non calcareo	< 2.0	scarsamente dotato
10	lievemente calcareo	3.5	mediamente dotato
20	mediamente calcareo	5.0	ben dotato
30	sensibilmente calcareo	7.5	ricco
50	fortemente calcareo	> 10.0	molto ricco

	SO	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	B
molto povero	1.0	0.5	7	40	50	1000	2.5	2	1	1	0.1
scarsamente dotato	1.6	1.0	14	80	100	2000	5.0	4	3	3	0.3
mediamente dotato	2.4	1.6	20	120	150	3000	10.0	6	5	5	0.5
ben dotato	3.5	2.2	30	180	200	4000	15.0	8	10	8	1.0
ricco	5.0	3.5	45	240	250	5000	20.0	10	100	80	1.5

Il sistema climatico di Thornthwaite

- Indice di umidità globale: $$I_m = I_h - I_a = \frac{100 \cdot (P - ETo)}{ETo}$$
  - I_h= I. di umidità = $$I_h = \frac{S}{ETo} \cdot 100$$
  - I_a= I. aridità = $$I_a = \frac{D}{ETo} \cdot 100$$

Dove:

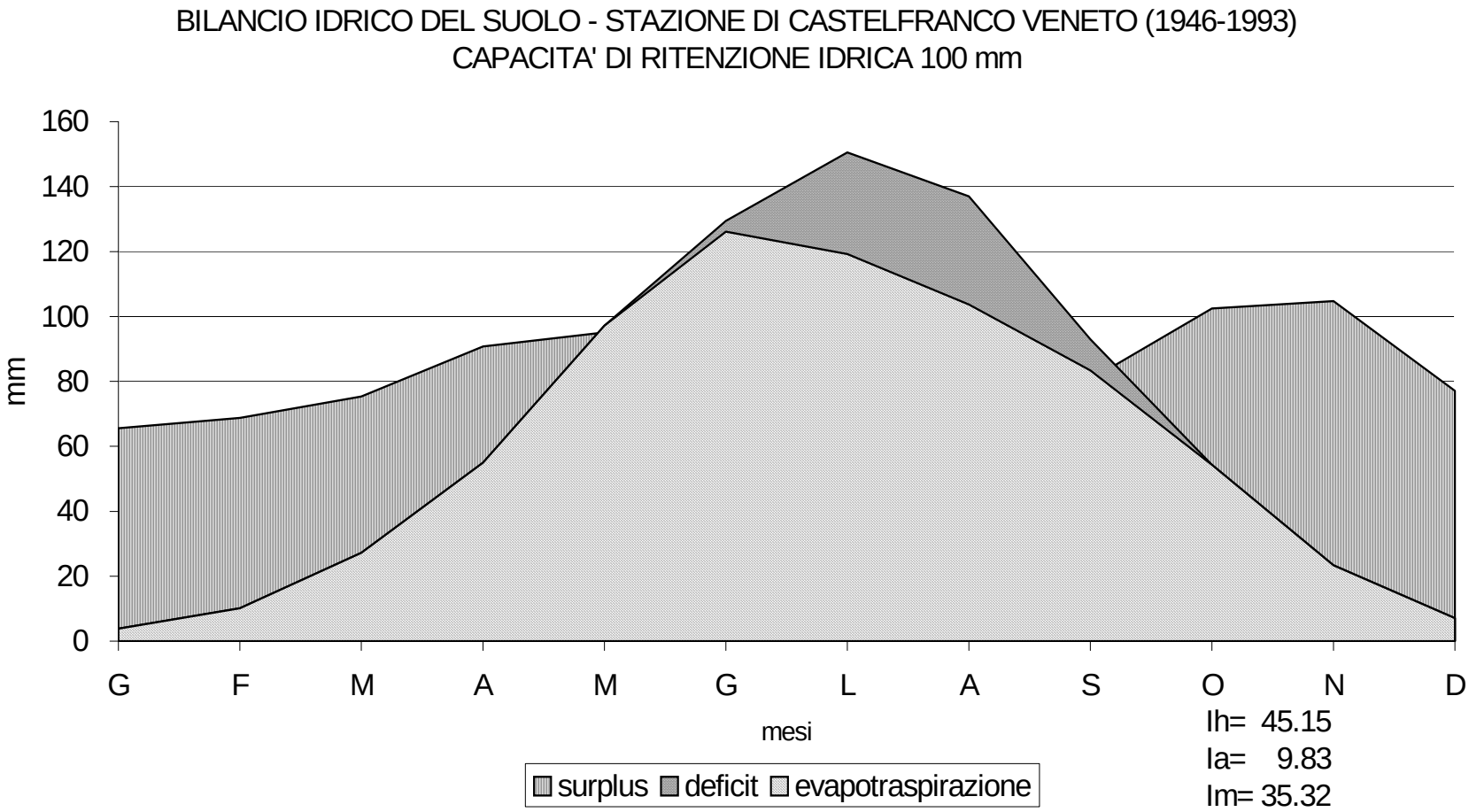
S = P_{mens} - ETc_{mens} = sommatoria dei surplus idrici mensili, con

P = precipitazioni annue, ETc = evapotraspirazione effettiva;

ETo = evapotraspirazione potenziale;

D = ETo_{mens} - ETc_{mens} = sommatoria dei deficit mensili di ET

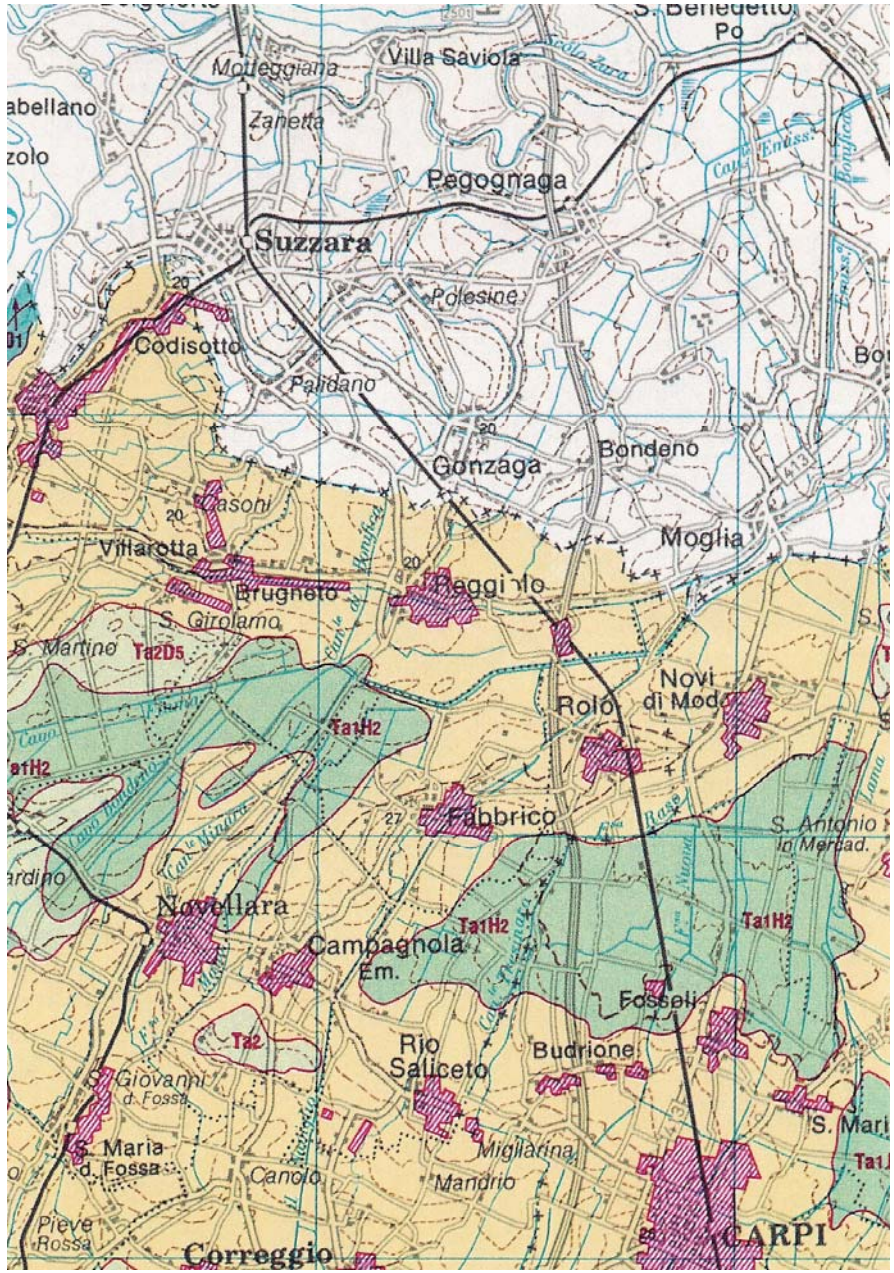
Classificazione pedoclimatica



Land capability: criteri e valori

Caratteristiche	*I*	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*	*VIII*
Scheletro	Assente	da scarso a comune	da comune ad elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
Tessitura	Tutte eccetto sabbiosi sabbioso franchi grossolani ed argilloso molto fini	Tutte eccetto sabbiosi sabbioso franchi grossolani ed argilloso molto fini	Tutte eccetto sabbiosi grossolani	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani Argillosi molto fini
Drenaggio	normale	normale	lento	molto lento o rapido	normale	lento	molto lento o rapido	molto lento
Profondità (cm del suolo)	> 80	80-60	60-40	< 40	20-100	20-60	10-40	< 10
Profondità dell'orizzonte petrocalcico	> 100	80-40	40-20	< 20	—	—	—	—
Profondità della roccia madre								
a) rocce tenere	> 80	80-50	50-30	< 30	< 20	< 20	< 20	< 10
b) rocce dure	> 100	100-60	60-30	< 30	< 30	< 20	< 20	< 10
Salinità	assente	assente	assente	moderata	assente	assente	moderata	alta
Pietrosità	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata	elevata	elevata
Rocciosità	assente	assente	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata
Pericolo di erosione	assente	moderato	da moderato ad elevato	elevato	assente	da moderato ad elevato	elevato	elevato
Pendenze	0-5%	5-15%	5-15%	15-30%	30-40%	30-40%	40-60%	60%

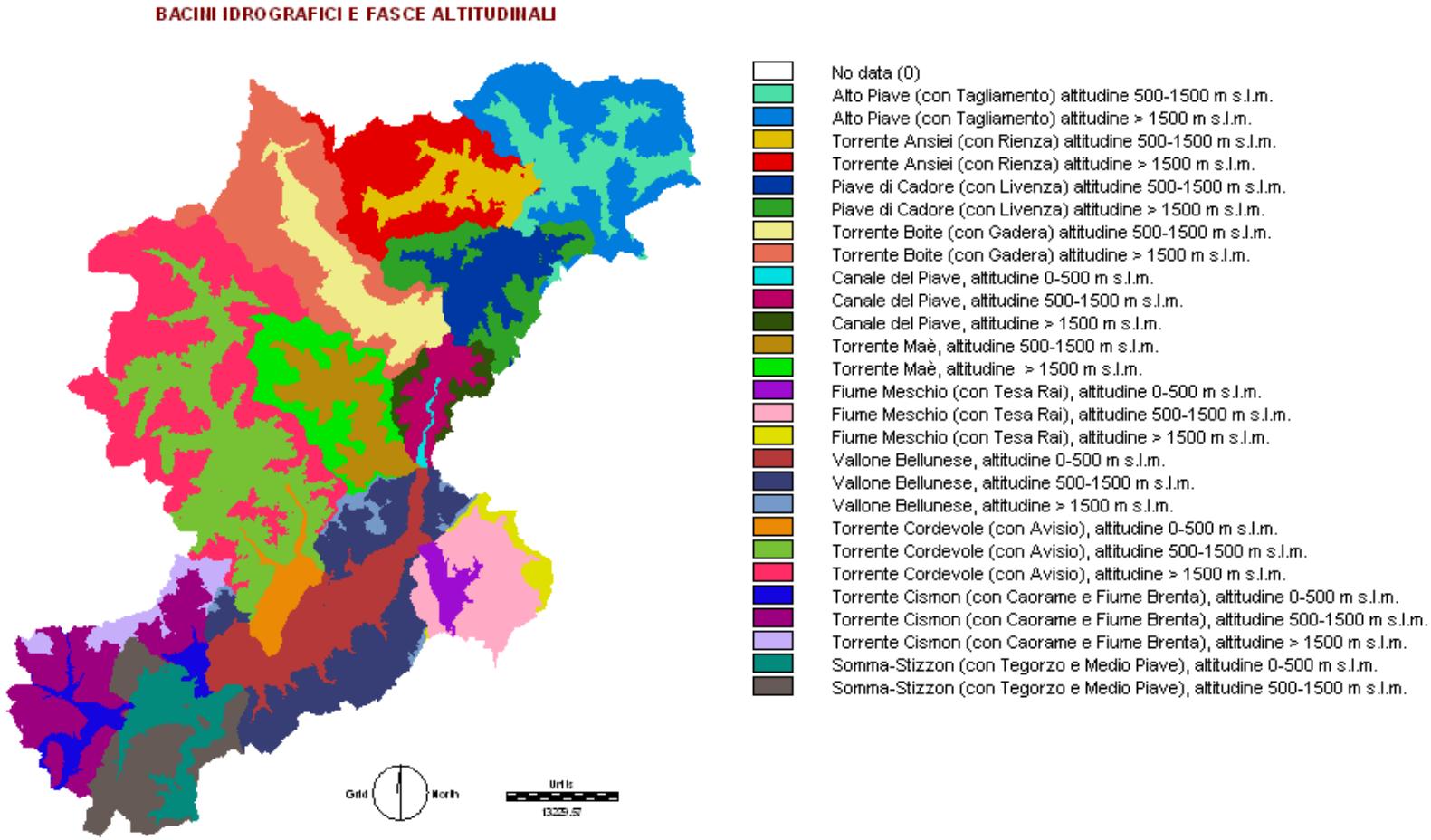
Mappa di Land Capability



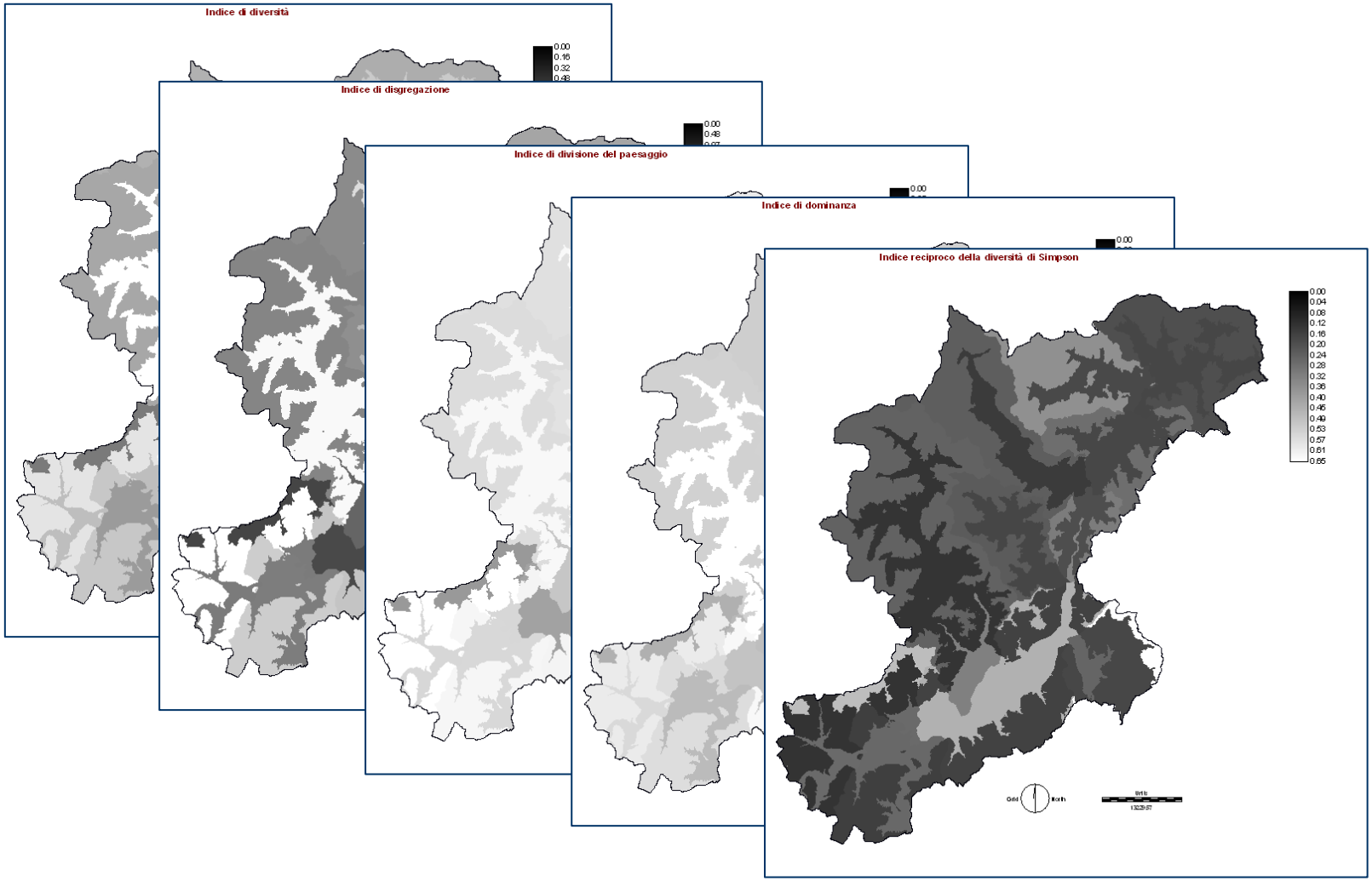
Classificazione numerica

- **SISTEMI GERARCHICI**: gli individui appartengono a piccoli gruppi, questi a loro volta a gruppi più grandi, ...
  - Metodi agglomerativi
  - Metodi divisivi
- **SISTEMI NON GERARCHICI**: i gruppi vengono costituiti con metodi statistico-matematici di ottimizzazione: es. min Var entro gruppi e max Var fra gruppi

Sistemi gerarchici

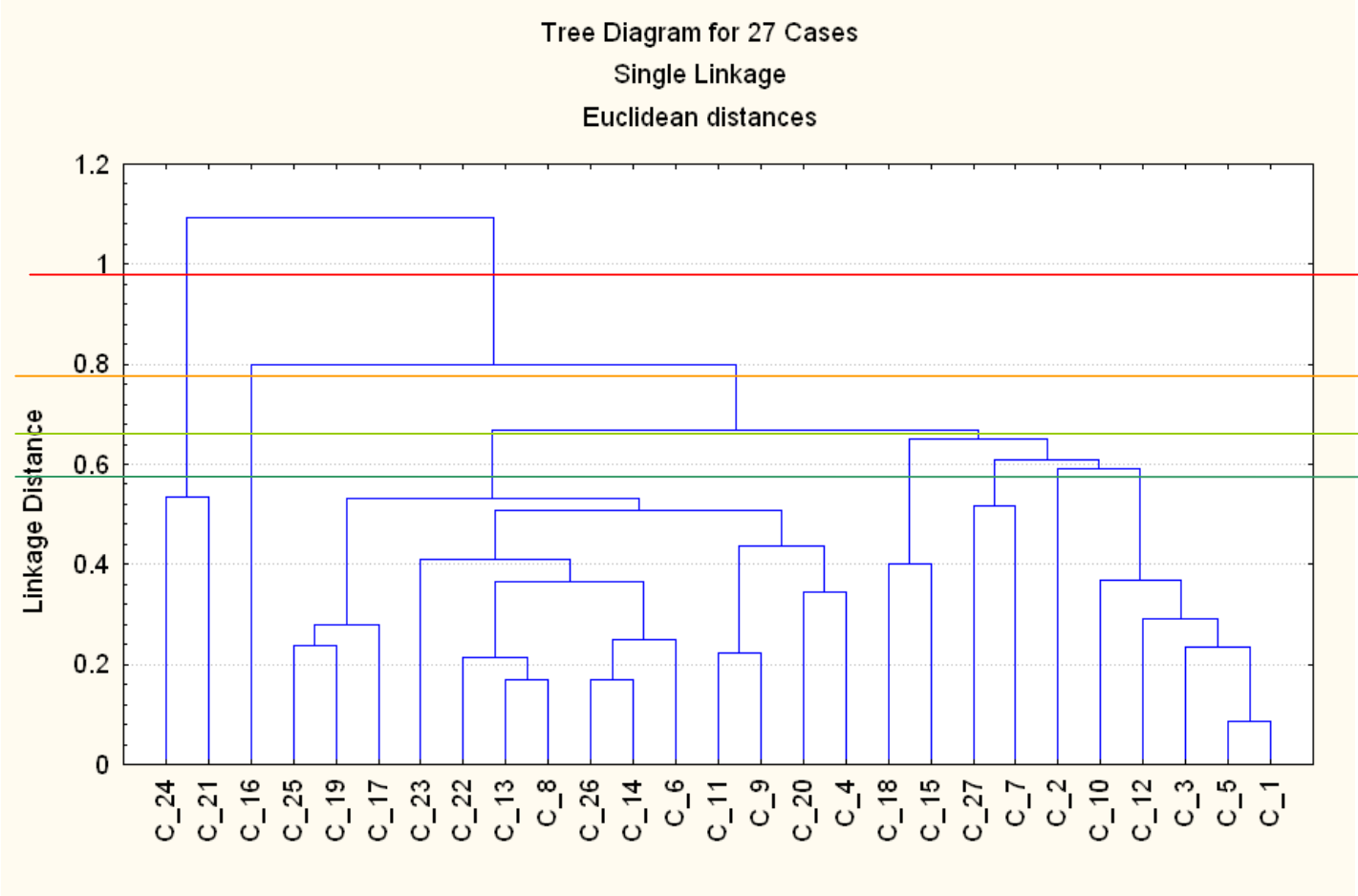


Mappe degli indici

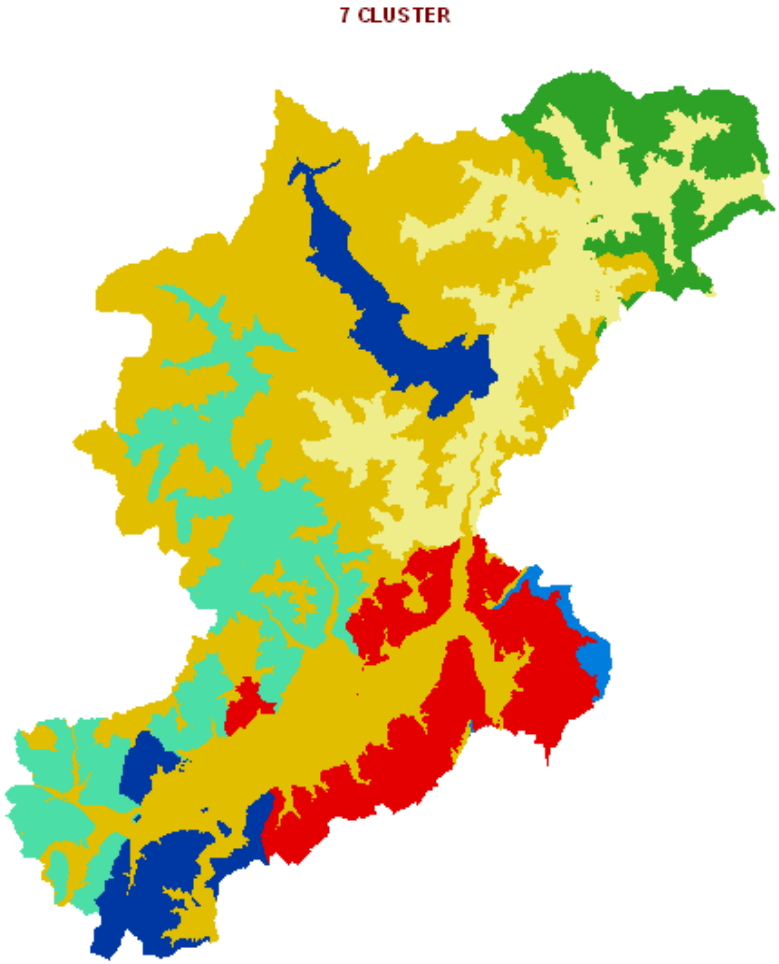


N	AREA OMOGENEA	Indice di diversità	Indice di disgregazione	Indice "landscape division"	Indice di dominanza	Indice reciproco della diversità di Simpson
1	Alto Piave (con Tagliamento) altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.02054	5.59427	0.82125	4.58549	0.17875
2	Alto Piave (con Tagliamento) altitudine > 1500 m s.l.m.	1.73643	4.99475	0.79979	4.30138	0.20021
3	Torrente Ansiei (con Rienza) altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.08922	5.36307	0.81352	4.65417	0.18646
4	Torrente Ansiei (con Rienza) altitudine > 1500 m s.l.m.	1.472	2.73627	0.63454	3.9569	0.36546
5	Piave di Cadore (con Livenza) altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.0306	5.54367	0.81961	4.5155	0.18038
6	Piave di Cadore (con Livenza) altitudine > 1500 m s.l.m.	1.46361	3.56727	0.71967	3.81504	0.28033
7	Torrente Boite (con Gadera) altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.15589	6.63991	0.8494	4.79495	0.1506
8	Torrente Boite (con Gadera) altitudine > 1500 m s.l.m.	1.77291	4.20051	0.76193	4.25782	0.23807
9	Canale del Piave, altitudine 0-500 m s.l.m.	1.38171	2.97839	0.66425	3.46116	0.33575
10	Canale del Piave, altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.13565	5.01837	0.80202	4.7747	0.19927
11	Canale del Piave, altitudine > 1500 m s.l.m.	1.32159	3.18158	0.68569	3.51881	0.31431
12	Torrente Maè, altitudine 500-1500 m s.l.m.	1.76301	5.57514	0.82063	4.40207	0.17937
13	Torrente Maè, altitudine > 1500 m s.l.m.	1.69455	4.33036	0.76907	4.33361	0.23093
14	Fiume Meschio (con Tesa Rai), altitudine 0-500 m s.l.m.	1.58956	3.89387	0.74319	3.98746	0.25681
15	Fiume Meschio (con Tesa Rai), altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.45385	5.54443	0.78717	5.1619	0.18036
16	Fiume Meschio (con Tesa Rai), altitudine > 1500 m s.l.m.	0.85291	1.54415	0.35239	3.25081	0.64761
17	Vallone Bellunese, altitudine 0-500 m s.l.m.	1.38912	2.23061	0.55169	4.02818	0.44831
18	Vallone Bellunese, altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.48135	5.93841	0.8316	5.1204	0.1684
19	Vallone Bellunese, altitudine > 1500 m s.l.m.	1.23358	2.24574	0.55471	3.79853	0.44529
20	Torrente Cordevole (con Avisio), altitudine 0-500 m s.l.m.	1.4386	3.07242	0.67452	3.9235	0.32548
21	Torrente Cordevole (con Avisio), altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.56411	7.53553	0.84491	5.27216	0.1327
22	Torrente Cordevole (con Avisio), altitudine > 1500 m s.l.m.	1.67867	4.01766	0.7511	4.31773	0.2489
23	Torrente Cismon (con Caorame e Fiume Brenta), altitudine 0-500 m s.l.m.	1.91015	3.72072	0.73124	4.4751	0.26877
24	Torrente Cismon (con Caorame e Fiume Brenta), altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.29002	7.72455	0.87054	4.85497	0.12946
25	Torrente Cismon (con Caorame e Fiume Brenta), altitudine > 1500 m s.l.m.	1.23059	2.08749	0.52096	3.62849	0.47904
26	Somma-Stizzon (con Tegorzo e Medio Piave), altitudine 0-500 m s.l.m.	1.55472	3.79315	0.73637	3.8573	0.26363
27	Somma-Stizzon (con Tegorzo e Medio Piave), altitudine 500-1500 m s.l.m.	2.00091	6.20302	0.83879	4.56586	0.16121

Approccio classificatorio: cluster analysis



Approccio classificatorio: mappa dei cluster paesaggistici



1. Zona d'alta quota a bassissima diversità e disgregazione del paesaggio (14%)
2. Zona di quota intermedia ad elevata diversità e disgregazione del paesaggio (1%)
3. Zona di fondo valle e di alta quota a diversità e disgregazione del paesaggio ridotte (45%)
4. Zona di quota intermedia a diversità e disgregazione del paesaggio mediamente alte (11%)
5. Zona di quota intermedia a diversità media e disgregazione del paesaggio elevata (8%)
6. Zona d'alta quota a diversità e disgregazione del paesaggio mediamente basse (7%)
7. Zona di quota intermedia a diversità e disgregazione del paesaggio medie (14%)

Approccio modellistico

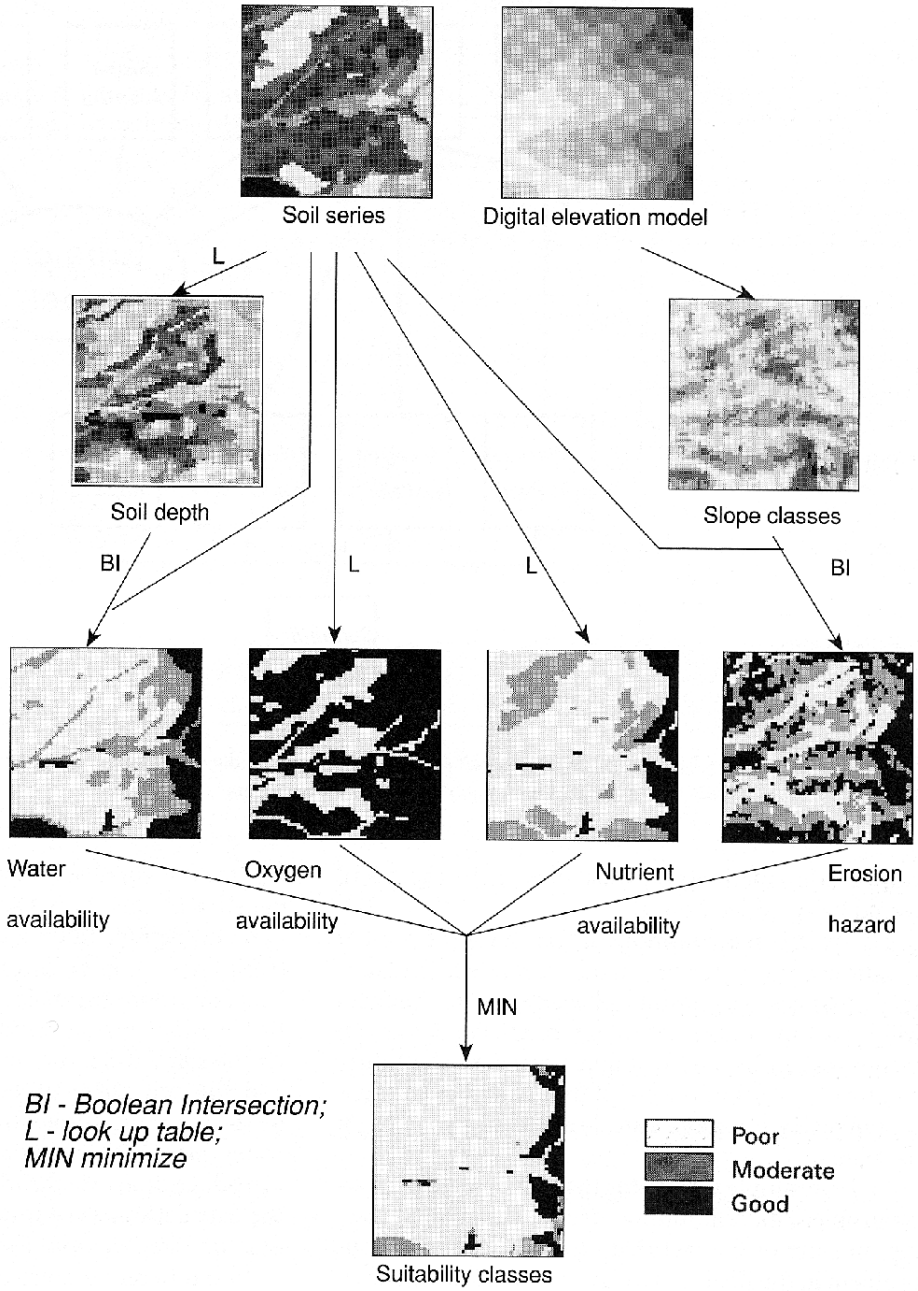
- **MODELLIZZAZIONE**: utilizzazione dei dati (osservazioni del mondo reale) nell'ambito di uno schema (algoritmo) finalizzato alla rappresentazione di un fenomeno dipendente o comunque connesso ad essi.
  - *definizione degli scopi*
  - *definizione del sistema*
  - *definizione dell'algoritmo*

es. calcolo dell'evapotraspirazione

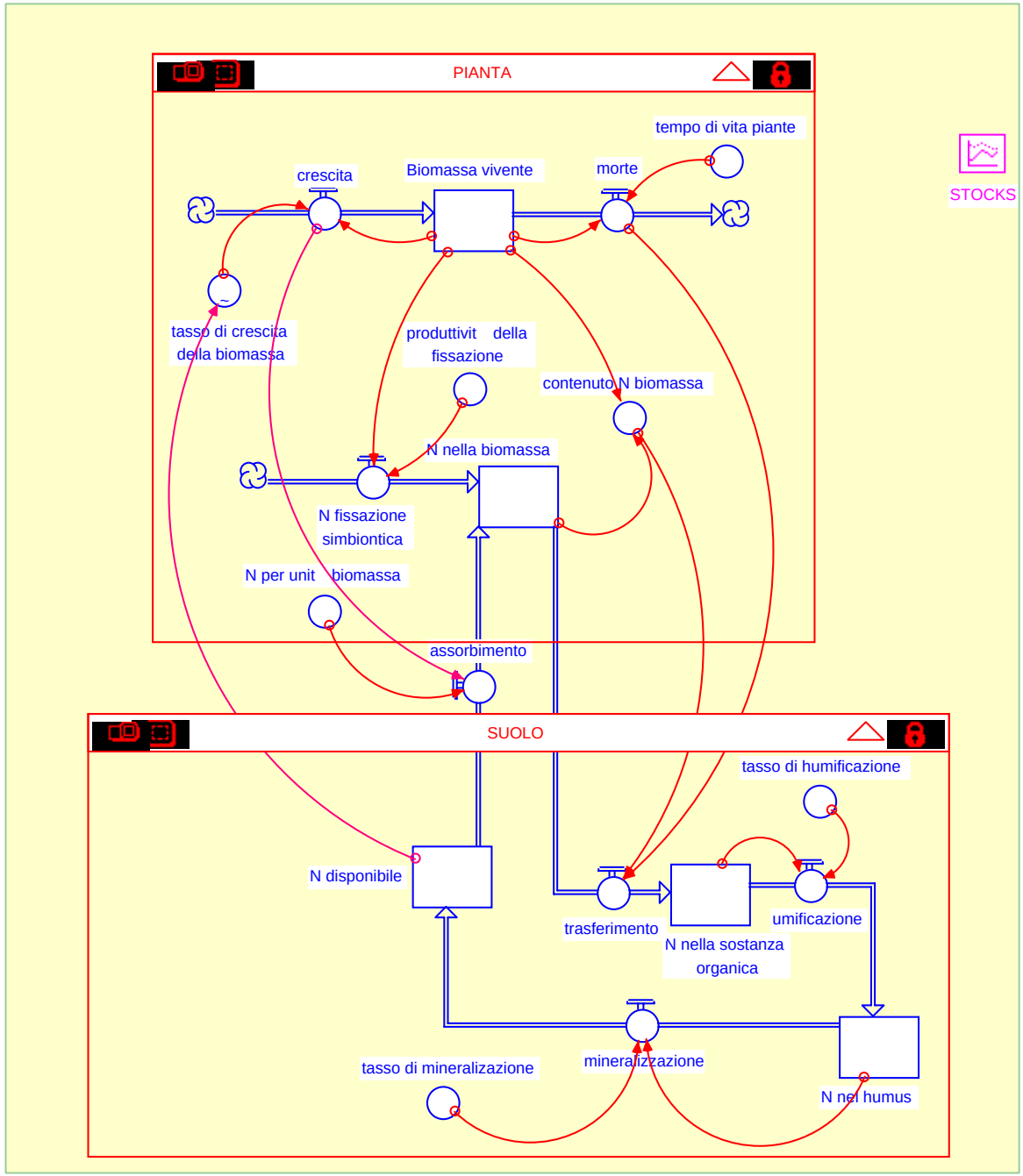
Approccio modellistico

- Semplici formule empiriche
  - es. stima dell’ET
- Semplici modelli statistici
  - es. regressioni multiple
- Modelli cartografici
  - es. metodo C.A.T.
- Modelli matematici veri e propri
  - es. modello idrologico SWAT

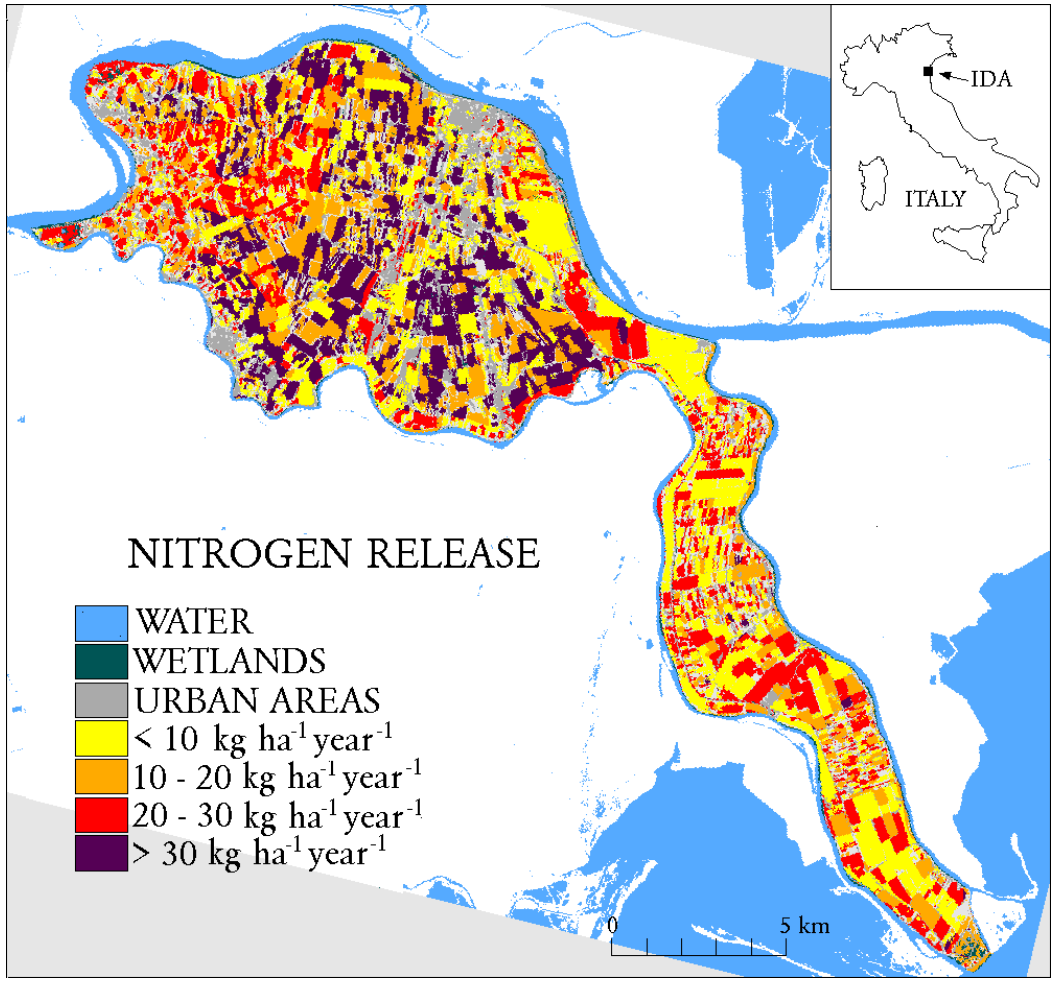
Modelli cartografici



Modelli meccanicistici esplicativi dinamici: es. ciclo dell' azoto nel sistema pianta-suolo



Modelli geografici: mappatura del bilancio dell'azoto

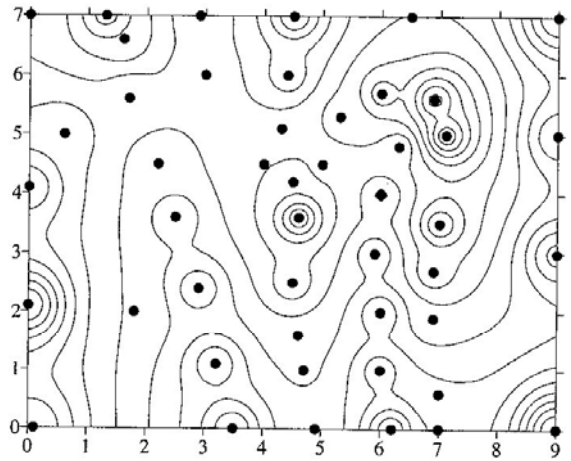


Analisi territoriale agronomico-ambientale

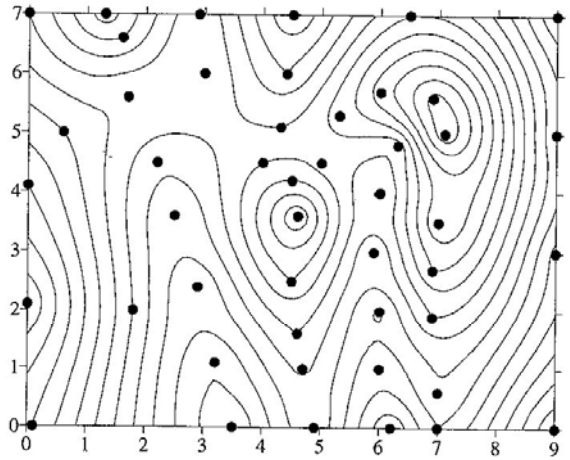
- **Due componenti:**

1. ***Analisi ed elaborazione dei dati locali:***
   - approccio statistico
   - approccio classificatorio
   - approccio modellistico
2. ***Analisi ed elaborazione dei dati nel contesto territoriale (spazializzazione):***
   - dati puntuali (geostatistica)
   - campi discreti
   - campi continui

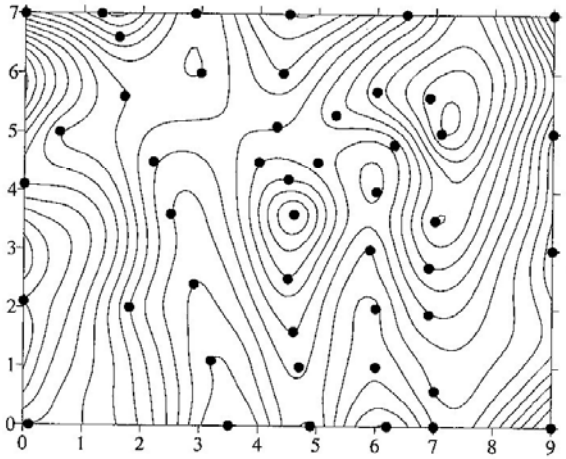
Effetti dei diversi metodi di spazializzazione di dati puntuali



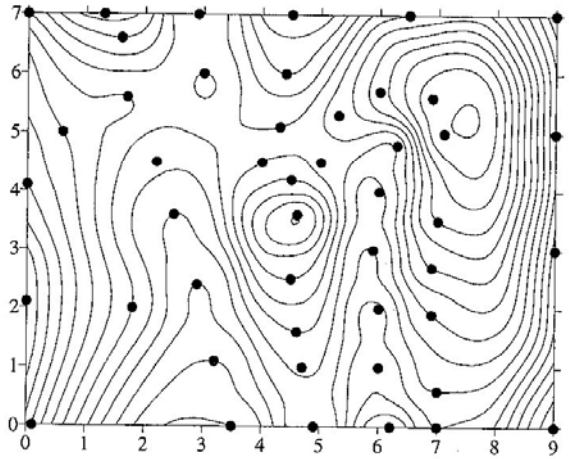
Inverse Distance to a Power



Kriging

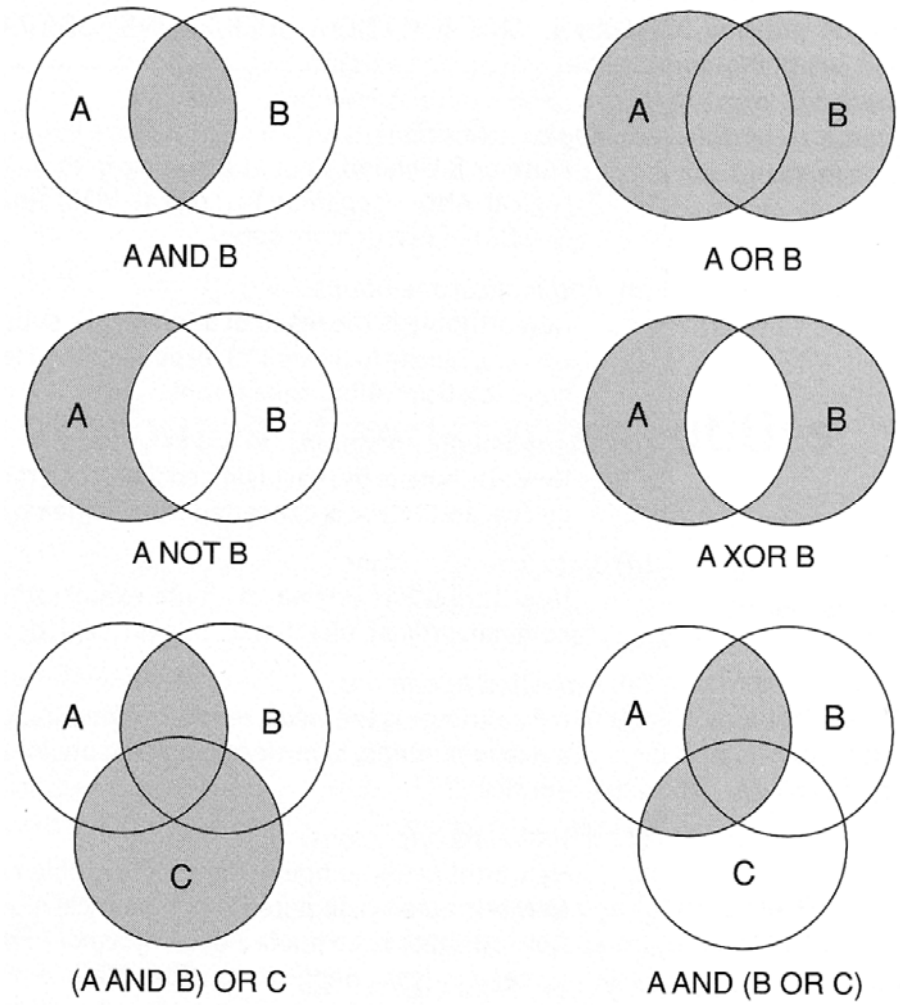


Minimum Curvature



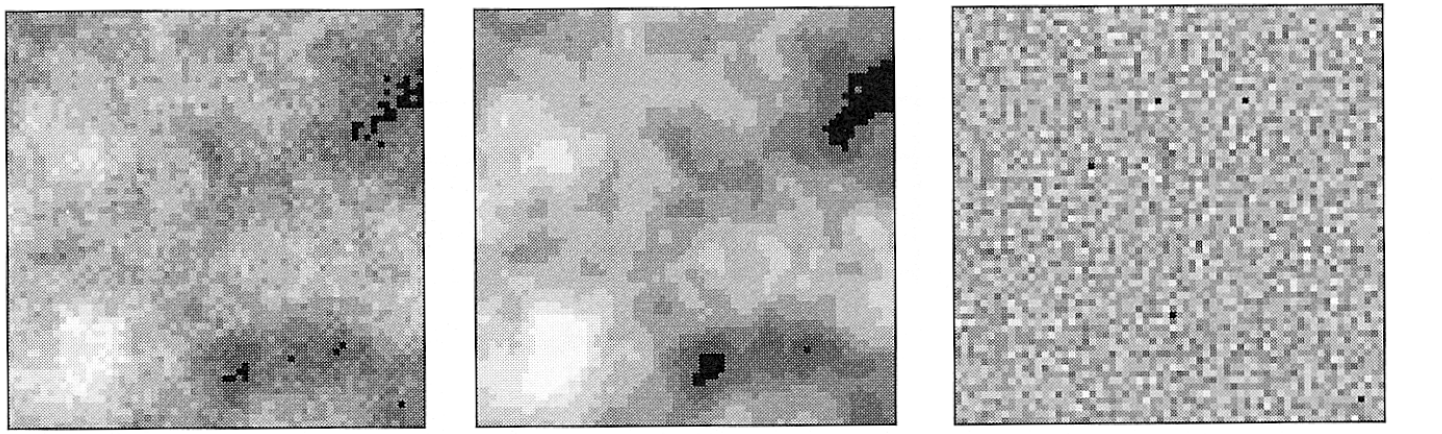
Modified Shepard's Method

Operatori booleani: procedure di elaborazione su campi discreti

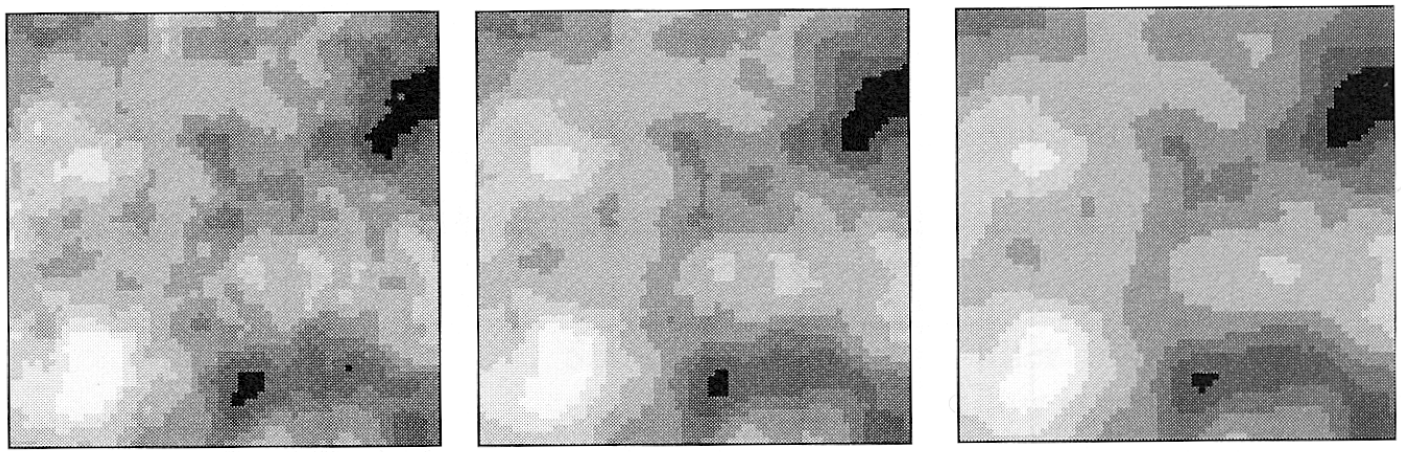


producono un nuovo piano tematico caratterizzato da entità spaziali simili e diversa legenda

Filtri spaziali



(a) original (b) low-pass 3x3 window (c) high-pass = original - low-pass



(a) 3 x 3 (b) 5 x 5 (c) 7 x 7