



Pierluigi Claps [claps@polito.it]

Il progetto **CUBIST**:
*Ricerca e Costruzione di Sistemi
Informativi* per la caratterizzazione
morfoclimatica ed idrologica del
territorio italiano

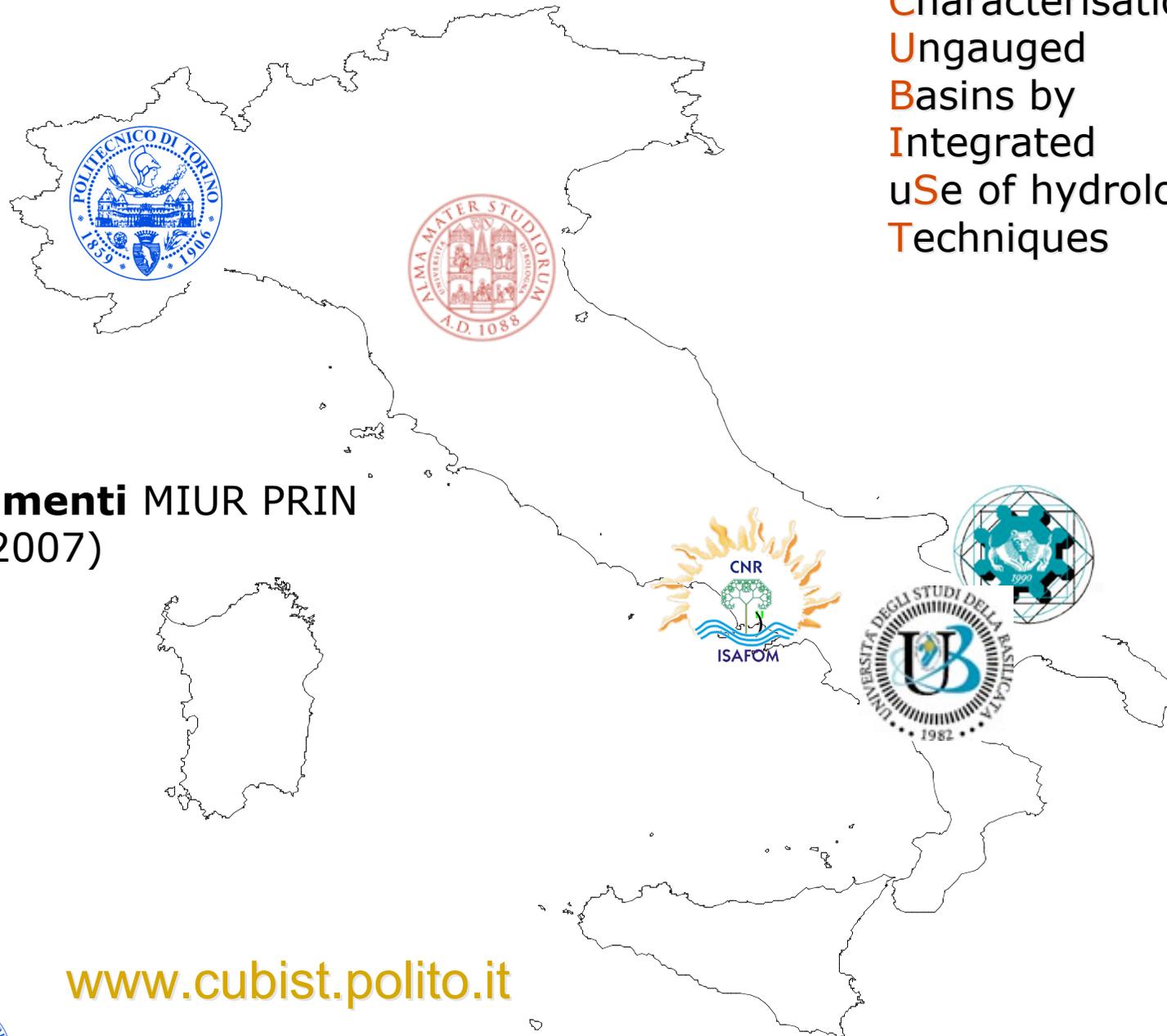


www.cubist.polito.it

E. Bartolini, M. Berardi, M. De Agostino, E. Gallo,
G. Laguardia, F. Laio, G. Vezzù, A. Viglione

Characterisation of
Ungauged
Basins by
Integrated
uSe of hydrological
Techniques

**Finanziamenti MIUR PRIN
(2005 e 2007)**



www.cubist.polito.it



Predictions in Ungauged Basins
From a cacophony of noises to a harmonious melody

WHAT'S NEW ? EVENTS JOINING PUB DOCUMENTS

Overall Goal of PUB

The **IAHS** Decade on Predictions in Ungauged Basins (PUB) is aimed at formulating and implementing appropriate science programmes to engage and energise the scientific community, in a coordinated manner, towards achieving major advances in the capacity to make predictions in ungauged basins.

PUB

Home

Organization

Specificità della ricerca

❖ **Integrazione** tra *indagini modellistiche e sperimentali* sui processi idrologici ed *analisi statistica* di dati idroclimatologici *su area vasta*.

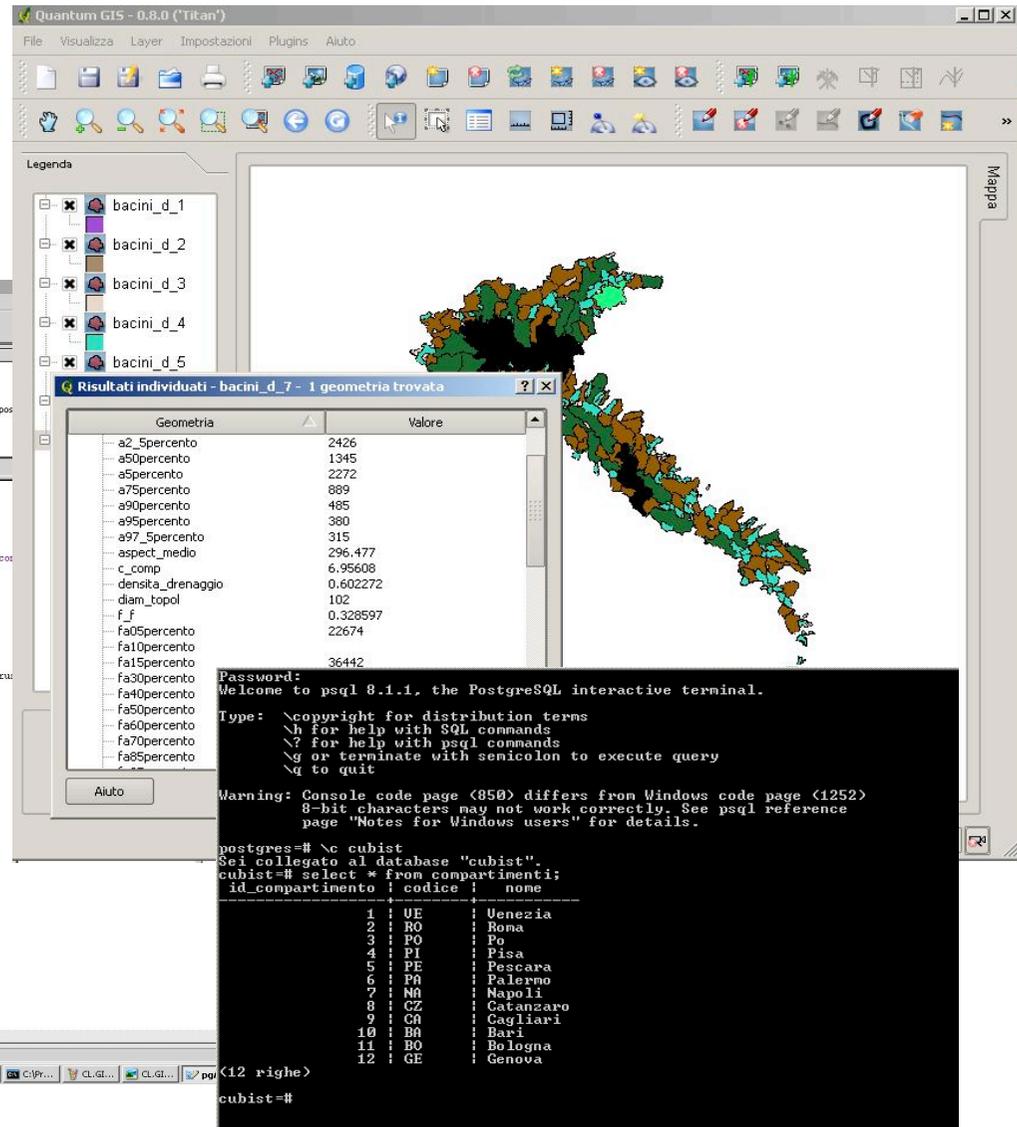
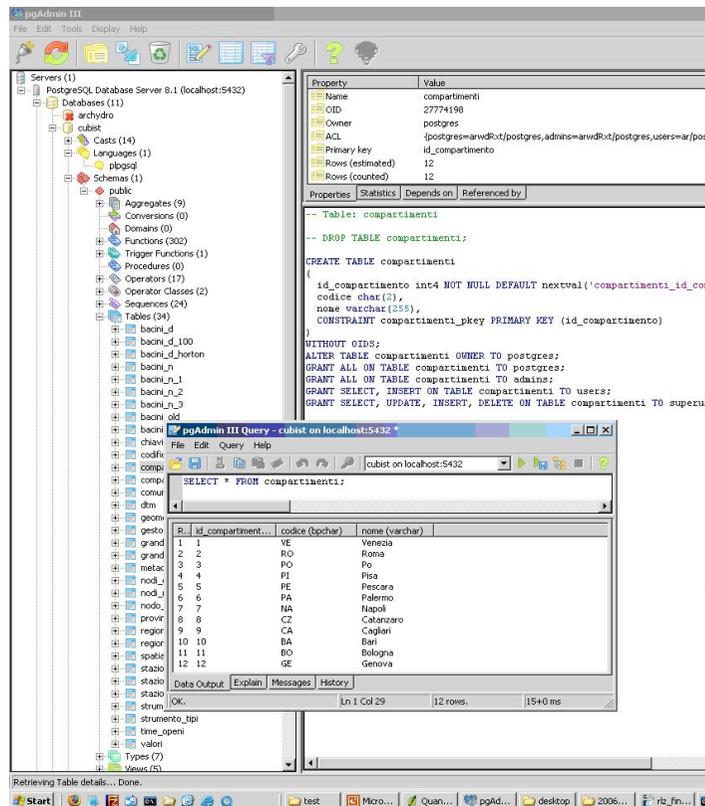
Obiettivi:

- ❖ Miglioramento della previsione probabilistica delle portate caratteristiche (medie o estreme) in bacini non strumentati del territorio italiano.

- ❖ Miglioramento della capacità di ricostruzione di scenari idrologici a partire da scenari climatologici

Per entrambi: Necessaria una rappresentazione quantitativa della variabilità spaziale di grandezze morfo-climatiche, per la caratterizzazione dei bacini idrografici

Necessità di una base-dati nazionale

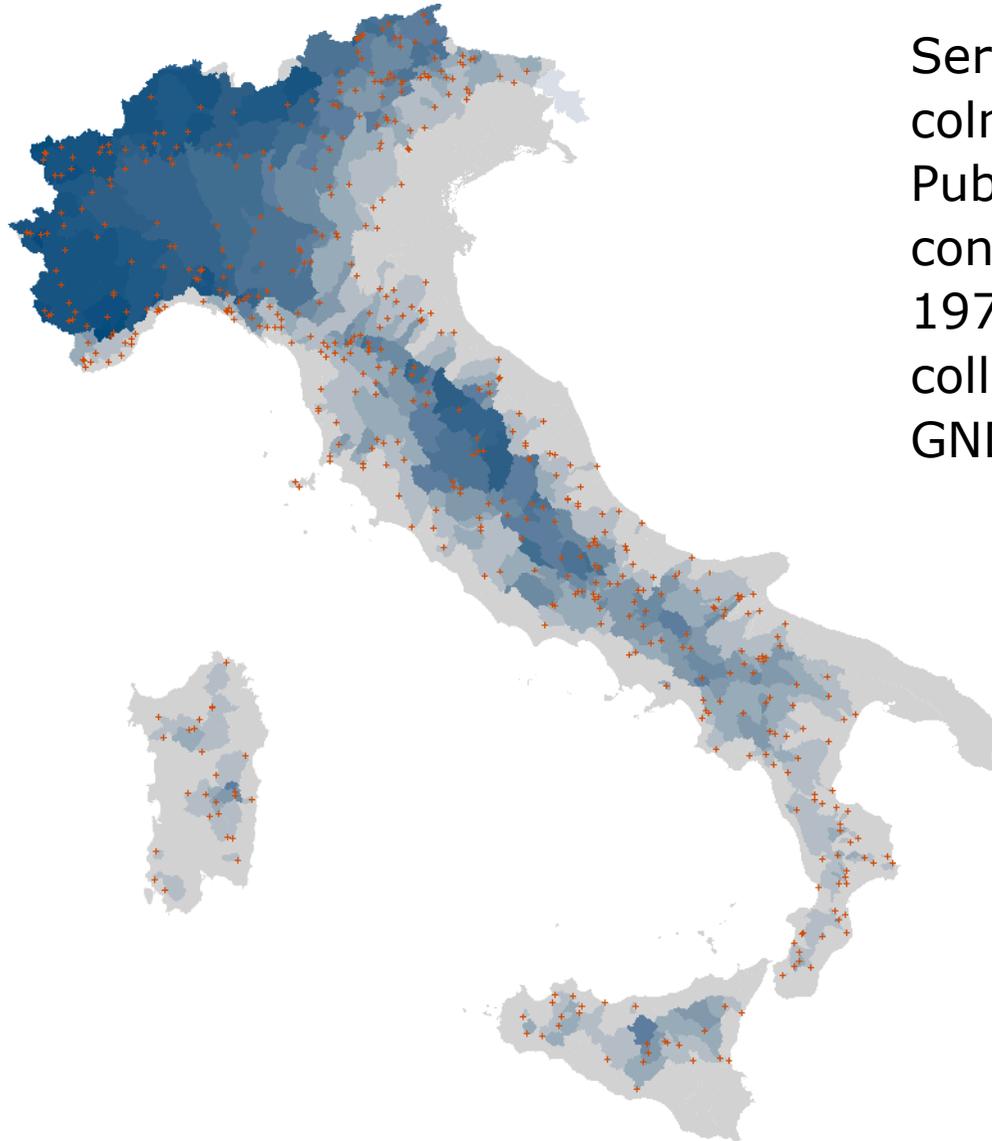


Banca Dati Idrologica

Fonti: Pubblicazione n. 17 del Servizio Idrografico Italiano
Annali Idrologici
Progetto VAPI (GNDCI)
Banca dati ENEA
Banca dati UCEA
Progetti operativi regionali

- 6000 stazioni pluviometriche (Estremi annui 1-24 h)
- 700 stazioni termometriche (medie mensili)
- 400 stazioni idrometriche (bacini idrografici)

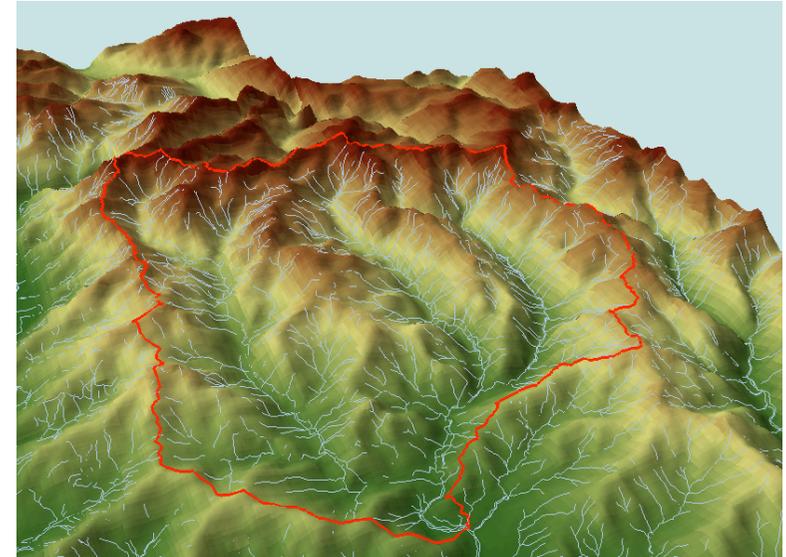
Esempio: Portate al colmo di piena



Serie storiche delle portate al colmo di piena ottenute dalla Pubblicazione 17 del S.I.M.N., con copertura temporale fino al 1970, integrate con i dati collezionati nel progetto VAPI-GNDCI

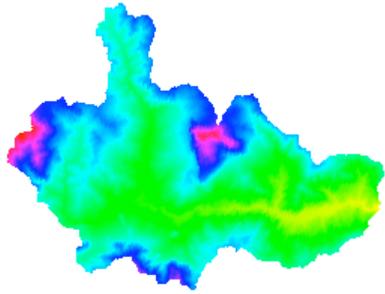
Analisi di DEM ed calcolo di parametri morfologici

- DEM NASA-SRTM
- Tools di GRASS, librerie Fluidturtle (R. Rigon) e librerie statistiche di R
- Ambiente Linux e software Open-Source

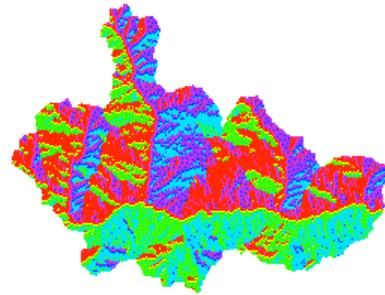


```
Applications Places System thea@greenriver: ~/local/bin Wed 9 Apr, 09:45
File Edit View Terminal Tabs Help
GRASS 5.3.0 - Monitor: x0
***** mark outlets *****
*****
Enter the FLOW file name
Enter the OUTPUT file name
Reading input raster "P022_uff_new_flow"...
Percent complete: 98%
Converting to fluidturtle data structures...
Percent complete: 98%
Working...
Percent complete: 100%
Writing outputfile "P022_uff_new_mark_outlets"...
Percent complete: 98%
***** end of mark outlets *****
100%
*****
***** tca *****
*****
Enter the FLOW file name
Enter the TCA (output) file name
Reading input raster "P022_uff_new_mark_outlets"...
Percent complete: 98%
Converting to fluidturtle data structures...
Percent complete: 98%
Working on tca...
Percent complete: [ ]
```

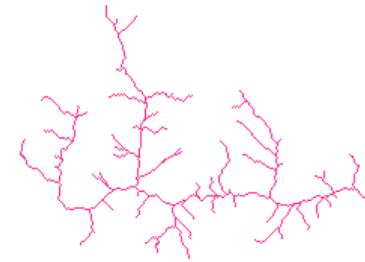
parametri geomorfologici



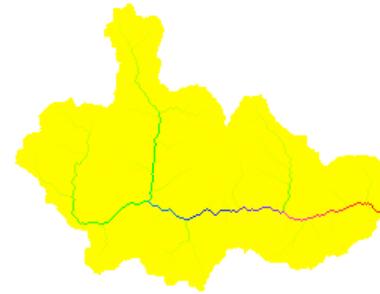
DEM



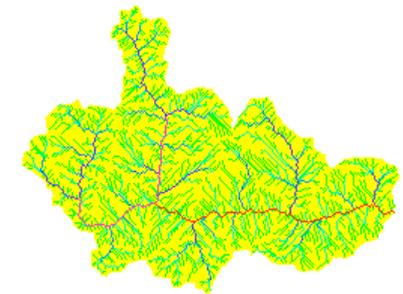
Direzioni di drenaggio



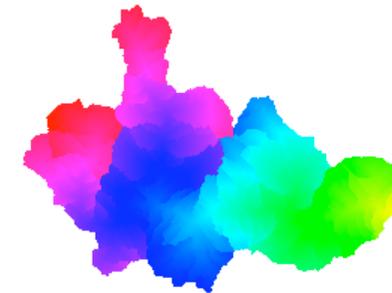
Rete di drenaggio



Aree contribuenti



Ordini di Strahler



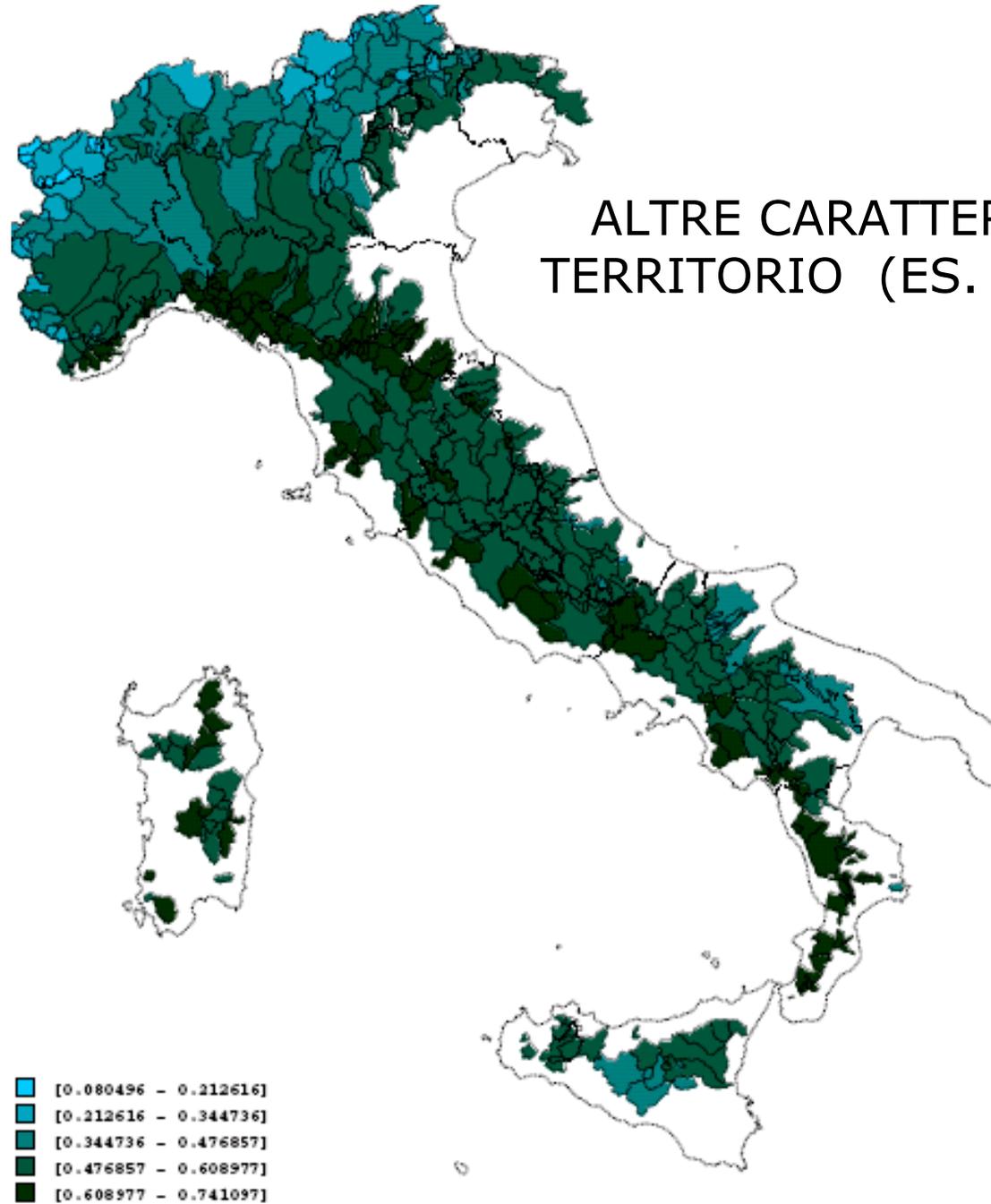
Distanze dalla
sezione di Chiusura

Parametri topologici delle reti
idrografiche

Caratteristiche altimetriche, di forma,
geografiche

Fino a 40 diversi parametri, alcuni complessi

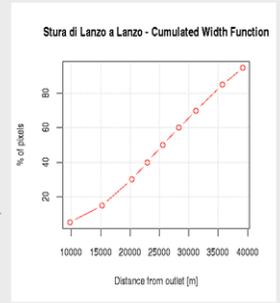
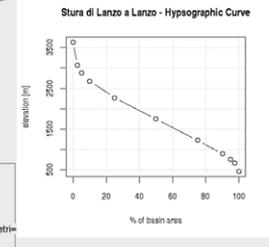
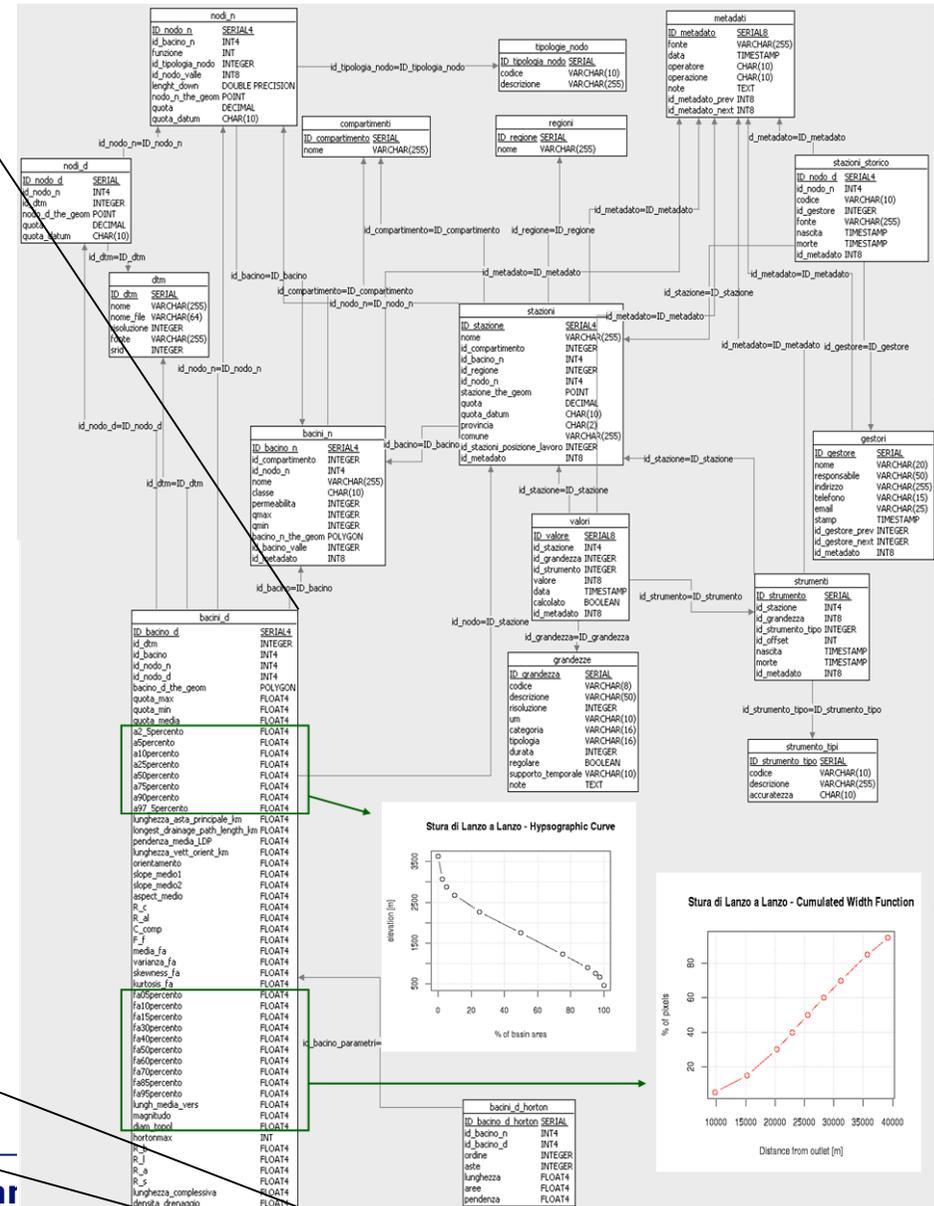
ALTRE CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO (ES. NDVI MEDIO)



ENTITY-RELATIONSHIP MODEL

- Portate medie e di piena per circa 400 bacini
- circa 50 parametri morfoclimatici per ogni bacino

bacini_d	
ID_bacino_d	SERIAL4
id_dtm	INTEGER
id_bacino	INT4
id_nodo_n	INT4
id_nodo_d	INT4
bacino_d_the_geom	POLYGON
quota_max	FLOAT4
quota_min	FLOAT4
quota_media	FLOAT4
a2_5percento	FLOAT4
a5percento	FLOAT4
a10percento	FLOAT4
a25percento	FLOAT4
a50percento	FLOAT4
a75percento	FLOAT4
a90percento	FLOAT4
a97_5percento	FLOAT4
lunghezza_asta_principale_km	FLOAT4
longest_drainage_path_length_km	FLOAT4
pendenza_media_LDP	FLOAT4
lunghezza_vett_orient_km	FLOAT4
orientamento	FLOAT4
slope_medio1	FLOAT4
slope_medio2	FLOAT4
aspect_medio	FLOAT4
R_c	FLOAT4
R_al	FLOAT4
C_comp	FLOAT4
F_f	FLOAT4
media_fa	FLOAT4
varianza_fa	FLOAT4
skewness_fa	FLOAT4
kurtosis_fa	FLOAT4
fa05percento	FLOAT4
fa10percento	FLOAT4
fa15percento	FLOAT4
fa30percento	FLOAT4
fa40percento	FLOAT4
fa50percento	FLOAT4
fa60percento	FLOAT4
fa70percento	FLOAT4
fa85percento	FLOAT4
fa95percento	FLOAT4
lungh_media_vers	FLOAT4
magnitudo	FLOAT4
diam_topol	FLOAT4
hortonmax	INT
R_b	FLOAT4
R_l	FLOAT4
R_a	FLOAT4
R_s	FLOAT4
lunghezza_complessiva	FLOAT4
densita_drenaggio	FLOAT4



Accesso e manipolazione dati

Sistemi client e web-based permettono accesso pieno e diretto ai dati

I DB geografici possono essere navigati ed interrogati attraverso sistemi GIS desktop e web-based

È stato implementato un potente ambiente OLAP finalizzato all'esplorazione di cubi di dati e all'applicazione di tecnologie di Business Intelligence in idrologia

I DB geografici possono essere navigati ed interrogati attraverso sistemi GIS desktop e web-based

The image shows two overlapping windows. The left window is phpPgAdmin, displaying a query result for the 'cubist2' database. The right window is the CURIST web interface, showing a bar chart and a data table for precipitation data across various stations.

Query Results from phpPgAdmin:

id_compartimento	codice	nome
1	VE	Venezia
2	RO	Roma
3	PO	Po
4	PI	Pisa
5	PE	Pescara
6	PA	Palermo
7	NA	Napoli
8	CZ	Catanzaro
9	CA	Cagliari
10	BA	Bari
11	BO	Bologna
12	GE	Genova

12 row(s)
Total runtime: 36.157 ms
SQL executed.

CURIST Data Table:

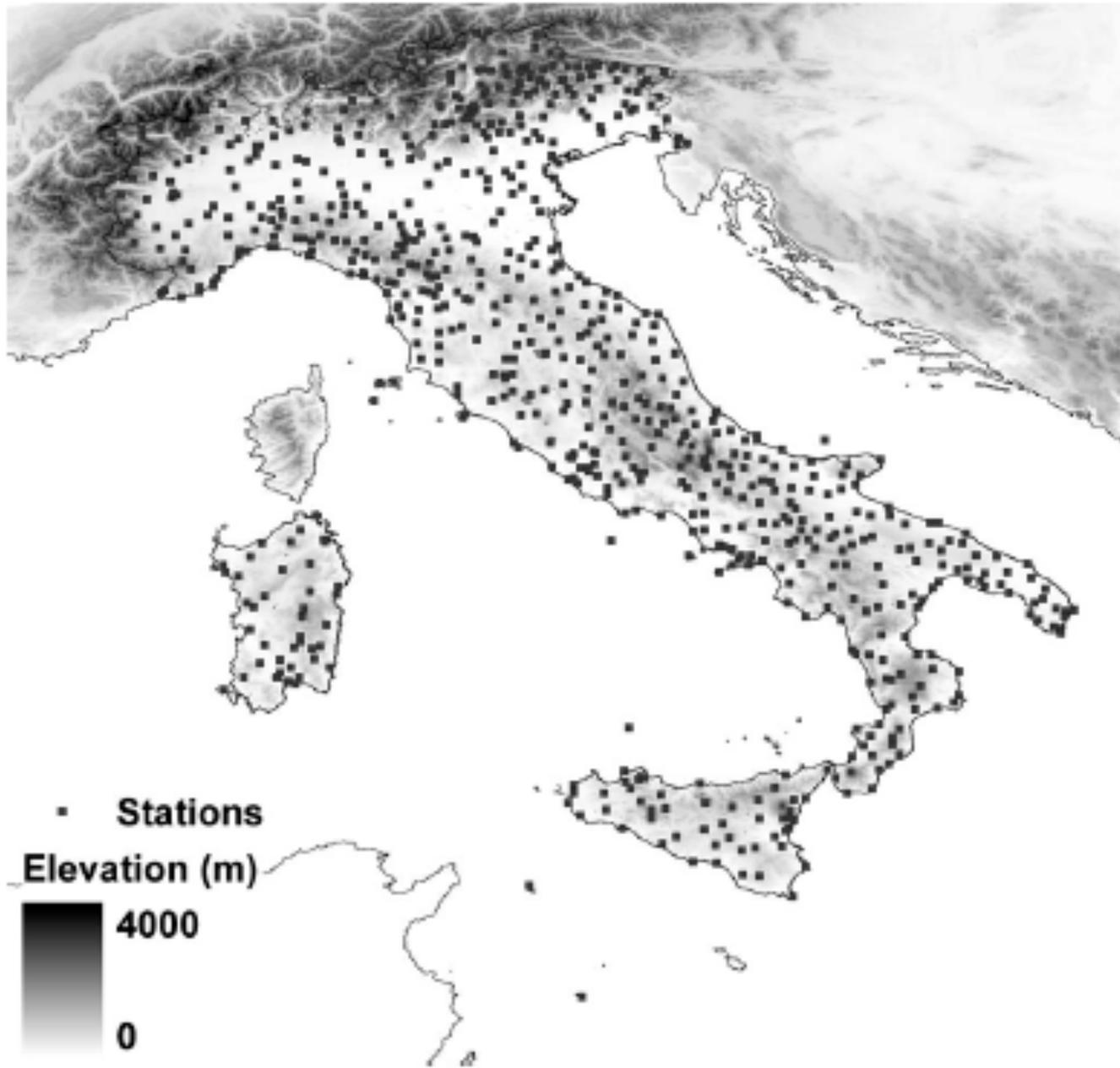
Stazione	1970-1979 Grandezza		1980-1989 Grandezza	
	Portata max annuale al colmo - mc	Portata media giornaliera max annuale - mc	Portata max annuale al colmo - mc	Portata media giornaliera max annuale - mc
-tutte le stazioni	242	253	4	4
-BA	9	9		
-BO	18	19		
-CA	10	11		
-CZ	23	24		
-GE	15	15		
-NA	70	61	4	4
-PA	11	11		
-PE	18	18		
-PI	20			

I 20 massimi pluviometrici più severi dal 1922 al 1992

Stazione	Compartimento	data	descrizione	valore	um
GIFFONE	Catanzaro	1-gen-59	Pioggia breve 3h	360	mm
SALERNO	Napoli	1-gen-54	Pioggia breve 3h	277	mm
BOLZANETO	Genova	1-gen-70	Pioggia breve 3h	274	mm
SELLA DI SAVONA	Genova	1-gen-92	Pioggia breve 3h	271	mm
CRETO	Po	1-gen-69	Pioggia breve 3h	270	mm
PIEDIMONTE D'ALIFE	Napoli	1-gen-66	Pioggia breve 3h	259.6	mm
CASTELLUCCIO	Pisa	9-mag-84	Pioggia breve 3h	258.8	mm
FLERI	Palermo	1-gen-79	Pioggia breve 3h	254	mm
SUCCISO	Po	1-gen-72	Pioggia breve 3h	247	mm
SERRA S. BRUNO	Catanzaro	1-gen-35	Pioggia breve 3h	240	mm
TIGLIOLO	Genova	1-gen-82	Pioggia breve 3h	237.8	mm
CORITIS	Venezia	21-ago-69	Pioggia breve 3h	231	mm
PADULI Diga	Po	1-gen-72	Pioggia breve 3h	229.4	mm
LAVAGNINA (Centrale)	Po	1-gen-35	Pioggia breve 3h	225	mm
S. LUCA	Catanzaro	1-gen-64	Pioggia breve 3h	224	mm
ARIIS	Venezia	22-ago-65	Pioggia breve 3h	223.2	mm
CISERIIS	Venezia	26-set-91	Pioggia breve 3h	218.4	mm
TAVARONE	Genova	1-gen-70	Pioggia breve 3h	217.4	mm
LENTINA (Contrada)	Palermo	1-gen-65	Pioggia breve 3h	216	mm
	Venezia	26-set-91	Pioggia breve 3h	213.6	mm

Rappresentazione quantitativa della variabilità spaziale di grandezze morfo-climatiche

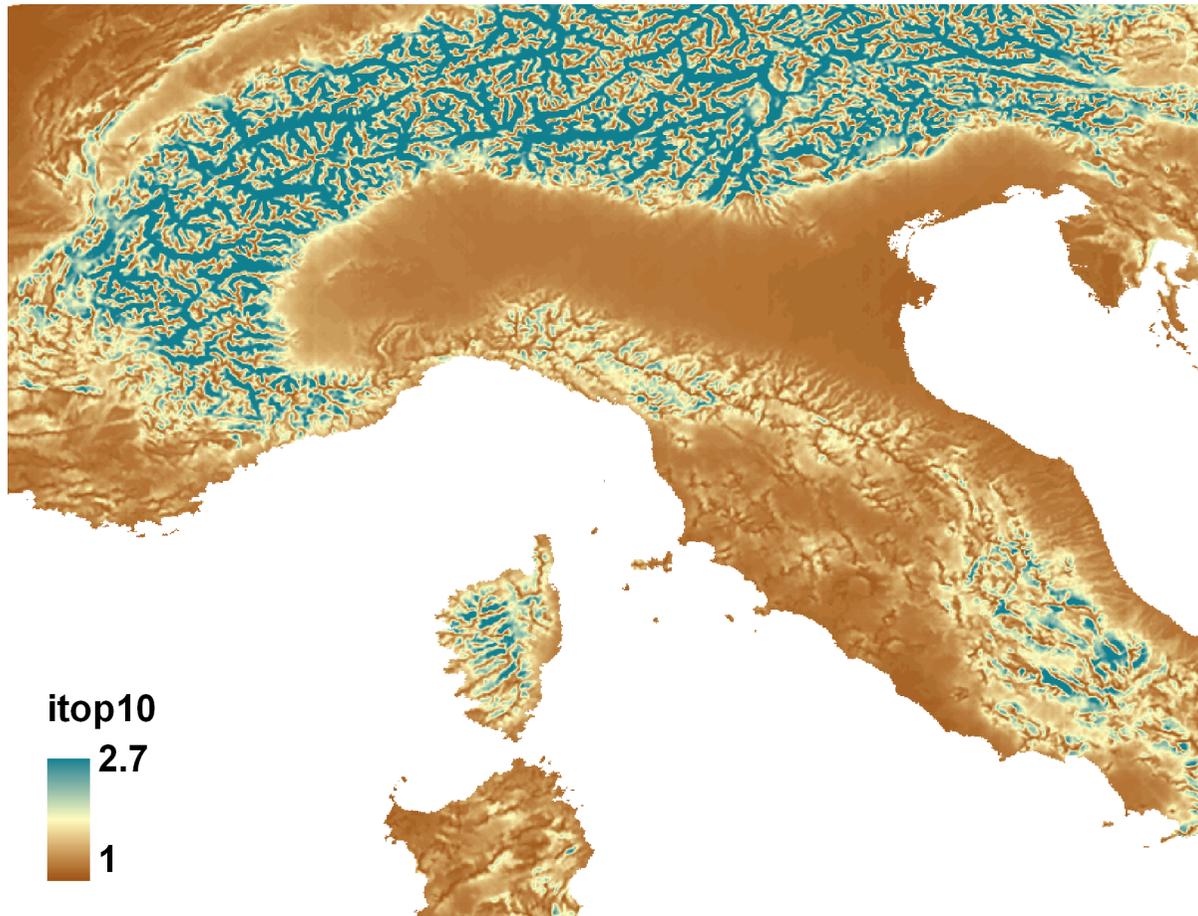
- Temperature medie



Definizione di variabili geografiche e morfologiche

$$I_{top10} = \sqrt[8]{\prod_{i=1}^8 10^{2tg\alpha_i}}$$

Definisce quantitativamente la concavità del territorio, parametro definito empiricamente da Gentili (1959) e identificato come *indice topografico*. La variabile permette di individuare le località allocate all'interno di valli o conche che possono influenzare notevolmente il regime termometrico. Le stazioni ad elevato *I_{top10}* sono localizzate esclusivamente nelle strette vallate alpine.



Indice

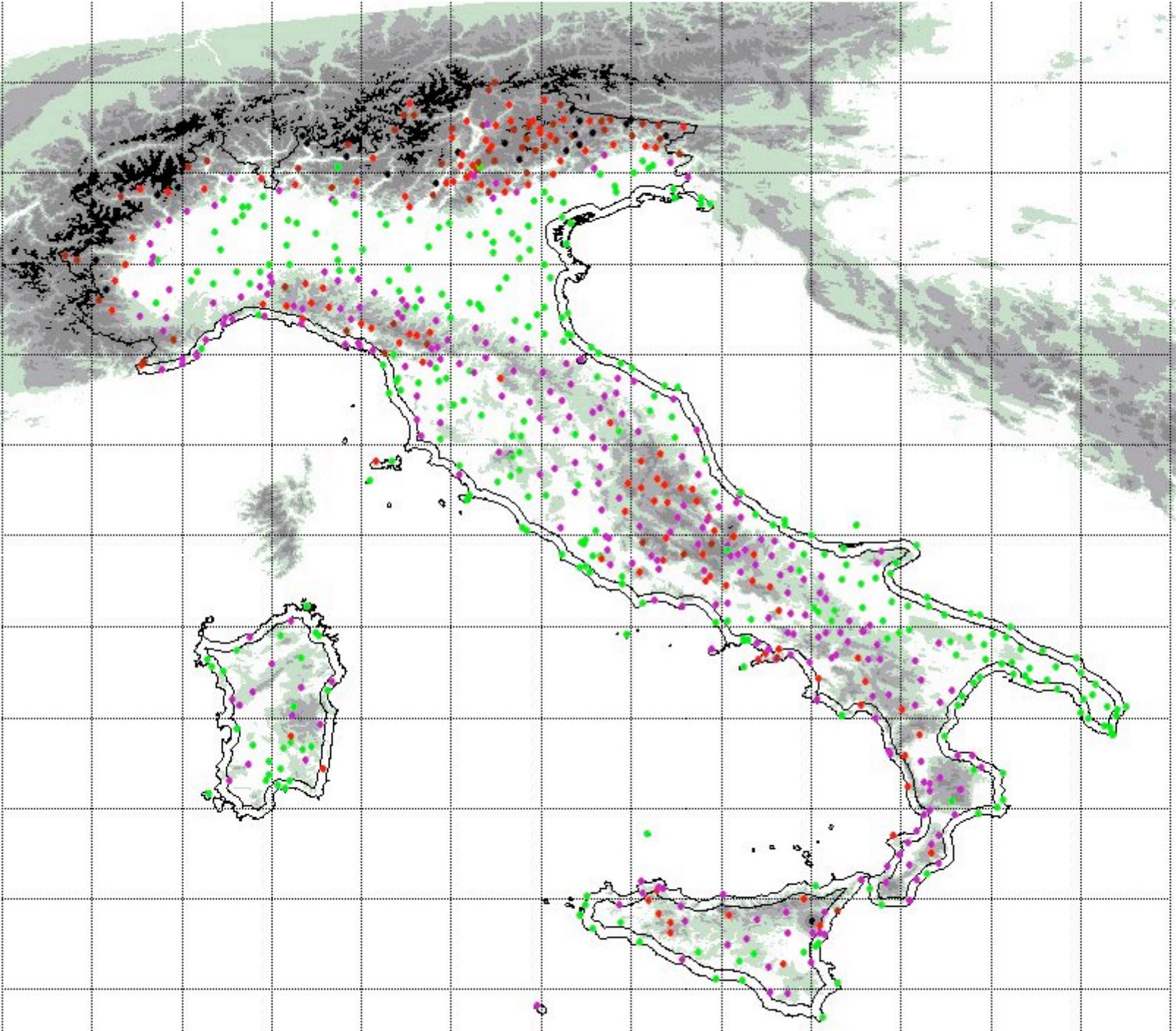
●

●

●

●

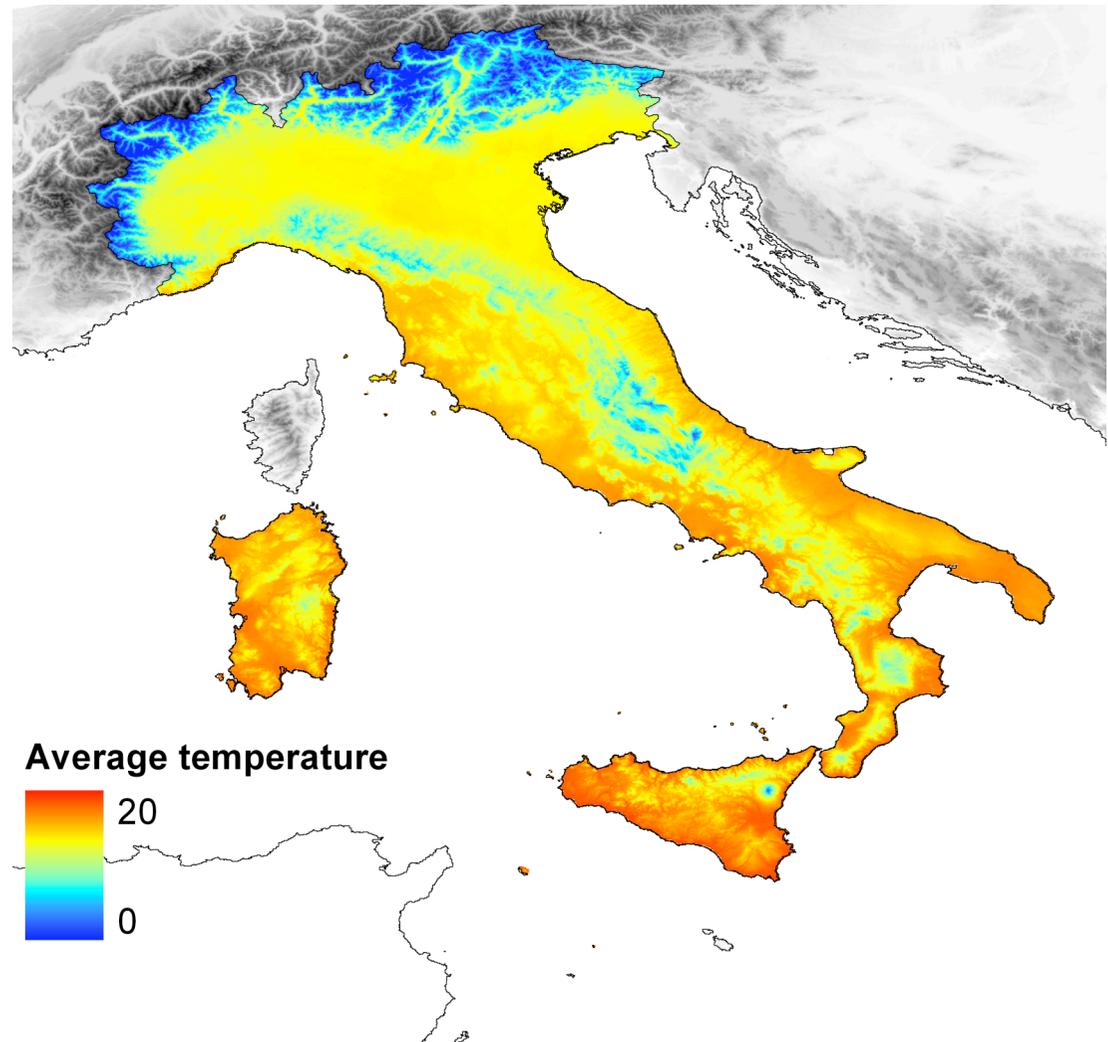
●



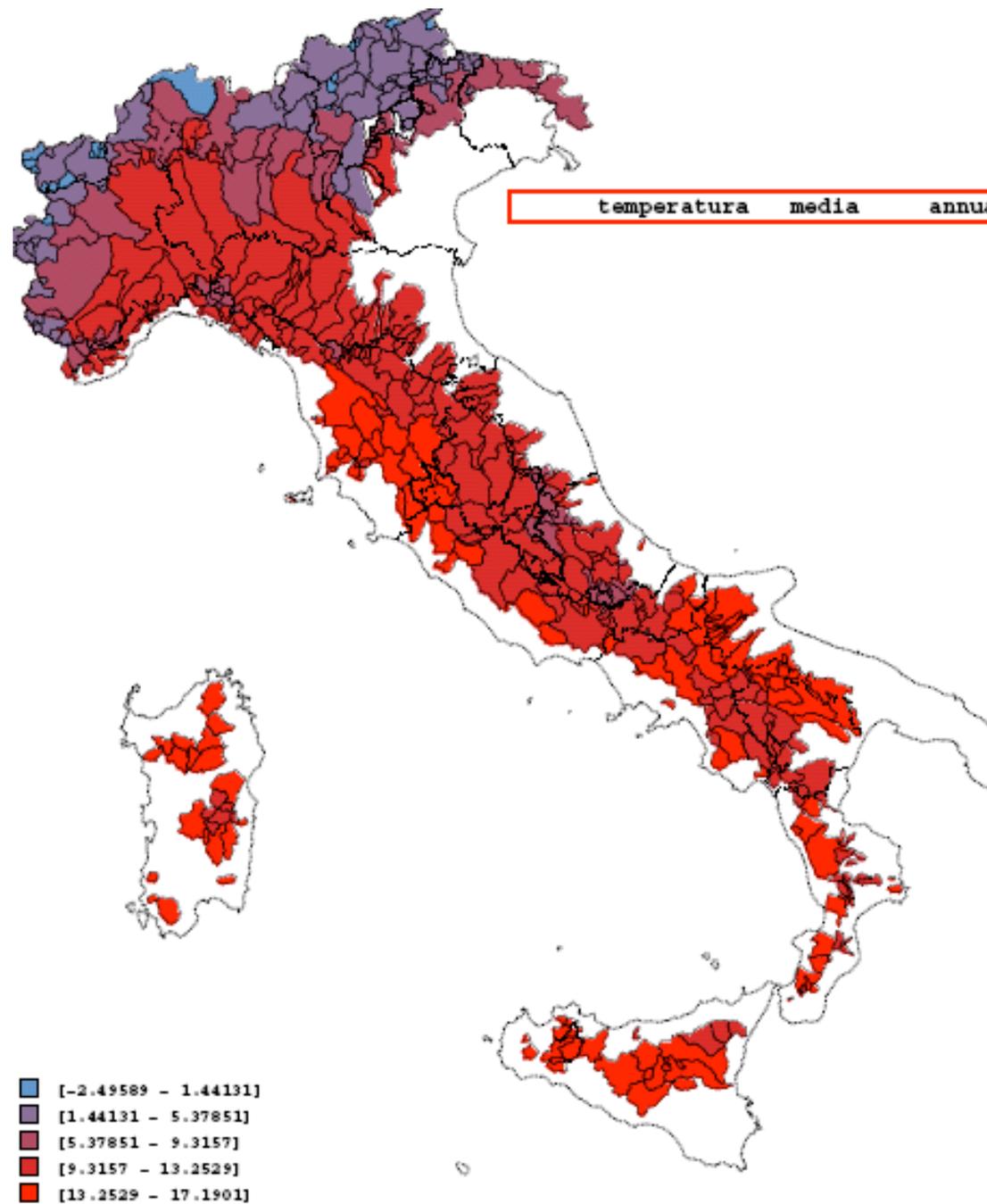
Analisi di grandezze climatiche – Temperatura media annua

$$\begin{aligned} T_a = & 39.94 \\ & - 0,0053 Z \\ & - 0,5739 \text{ Lat} \\ & + 0,0011 \text{ MARE_MEDGEO} \\ & + 0.068 \text{ ESPSEA} \\ & + 0,1375 \text{ ltop10} \\ & + e_{\text{reg}} \end{aligned}$$

Il gradiente termico è di 1°C per ogni 190 m di quota, e di 0.57 per ogni grado di latitudine, in buon accordo con i valori di letteratura.



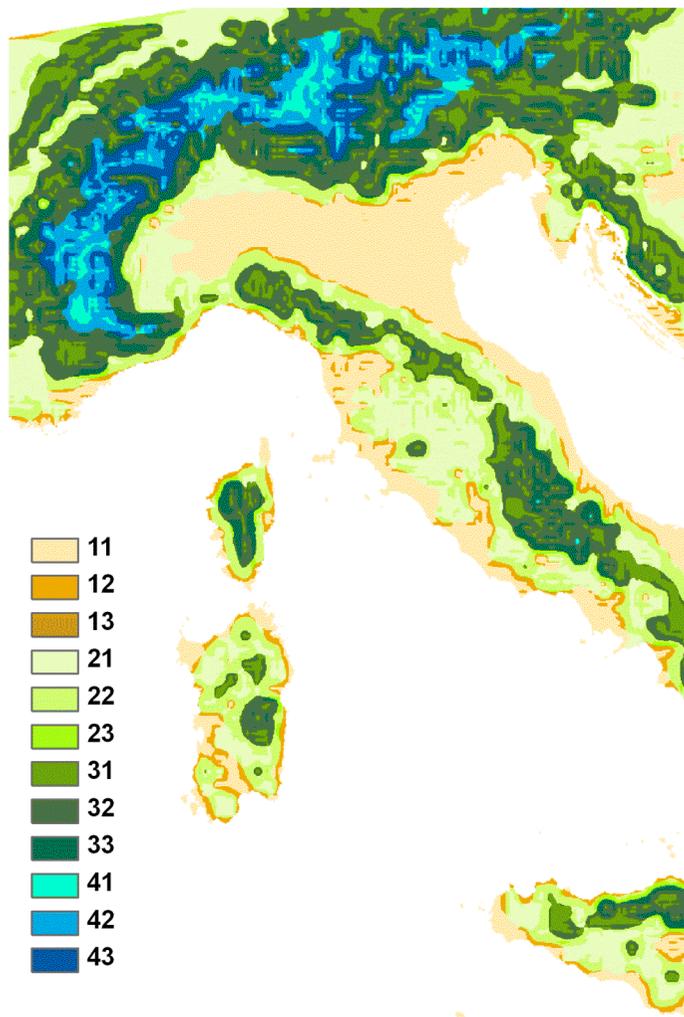
Claps, Giordano, Laguardia, ASCE JHE, 2008



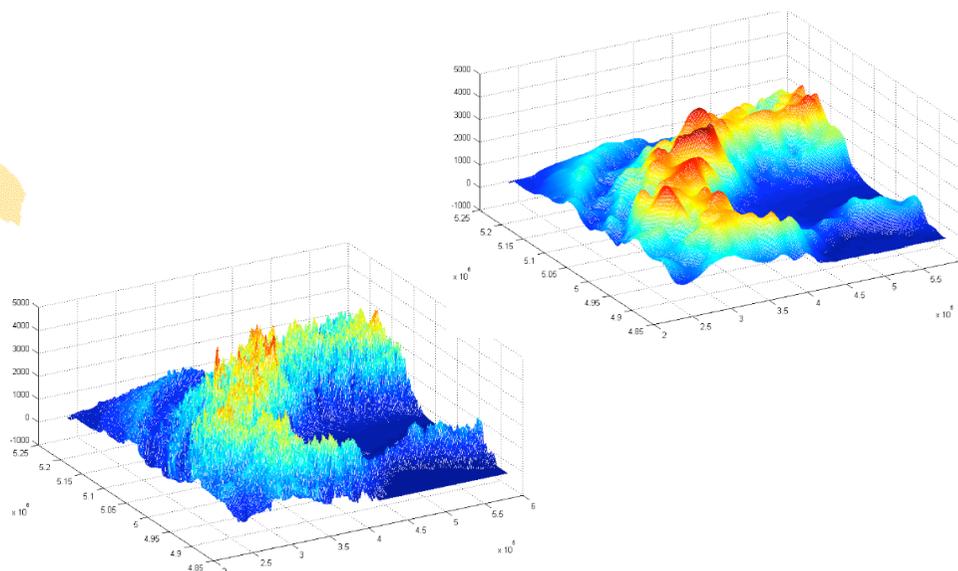
Classificazione quantitativa di caratteri morfoclimatici dei bacini Italiani

Esempio 1: Morfologia

Classificazione morfologica quantitativa del territorio tramite wavelet



		Slope classes		
		$0^\circ \div 1^\circ$	$1^\circ \div 3^\circ$	$> 3^\circ$
Elevation classes (m a.s.l.)	$0 \div 200$ m	Alluvial plain (floodplain)	Piedmont	-
	$200 \div 600$ m	Gentle slope hill	Hill	-
	$600 \div 1700$ m	Plateau	Secondary mountain range	Steep secondary mountain range
	> 1700 m	Mountainous plateau	Primary mountain range	Isolated peak

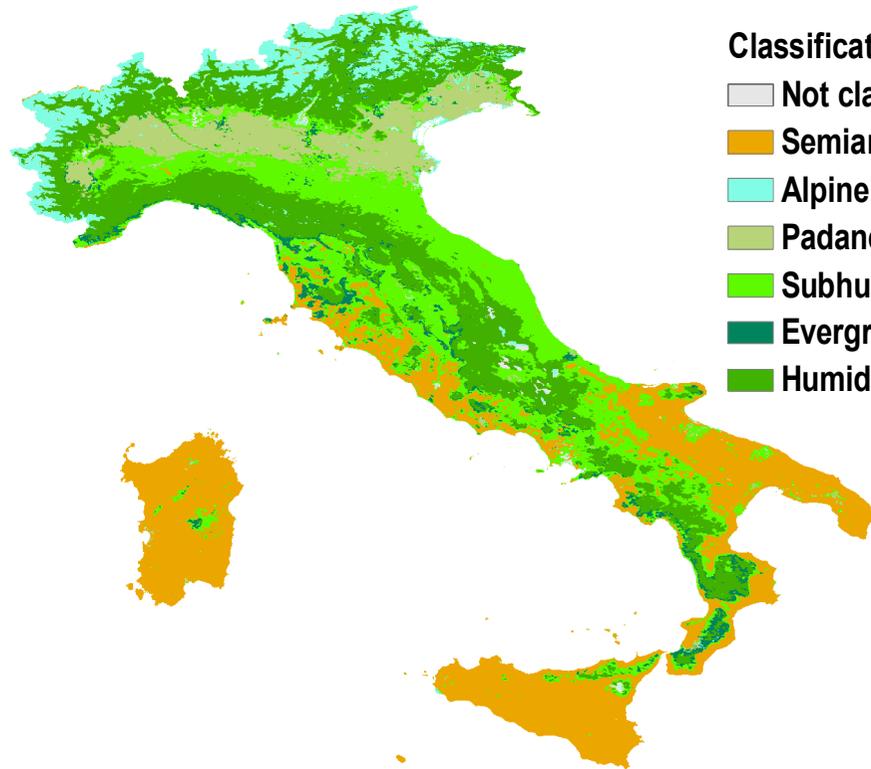


Claps, De Agostino, Laguardia, submitted, 2009

esempio 2: Vegetazione

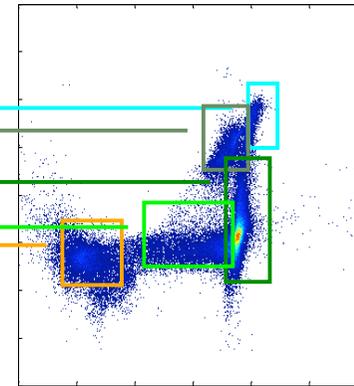
Classificazione della vegetazione in base a tipo fenologico

Stagionalità di NDVI riprodotta mediante serie di Fourier. Ampiezza e fase delle armoniche sono state riconosciute essere dipendenti da fattori climatici.

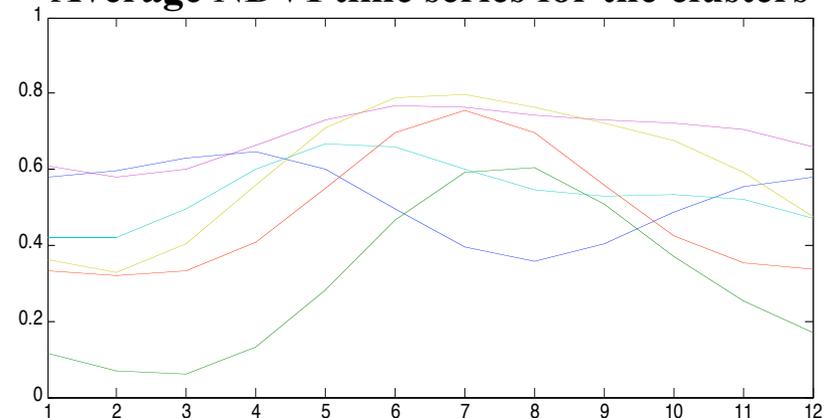


- Classification**
- Not classified
 - Semi-arid
 - Alpine
 - Padane
 - Sub-humid
 - Evergreen
 - Humid

Phase 1 - phase 2 density plot



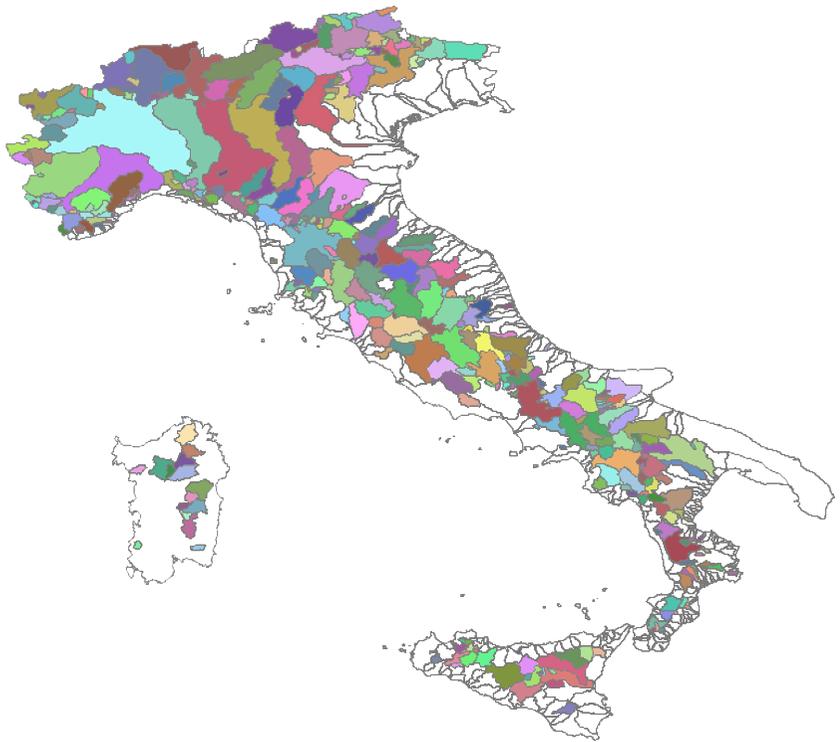
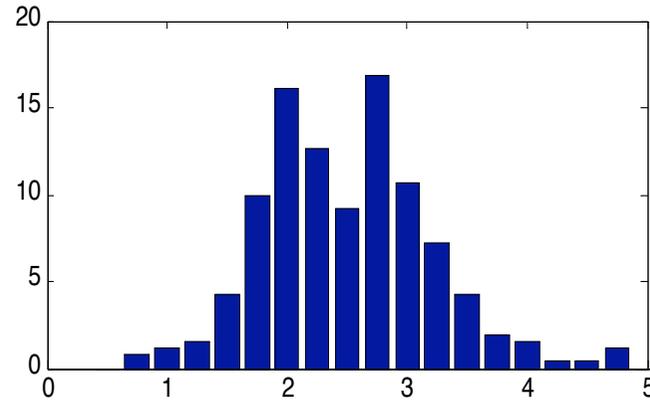
Average NDVI time series for the clusters



Connessioni tra
grandezze morfo-climatiche
e
deflussi fluviali

Applicazione: analisi regionale del deflusso medio annuo

261 stazioni idrometriche italiane con disponibilità di pioggia e deflusso medi annui. La dimensione dei bacini sottesi varia da 6 a 70910 km².



Annual rainfall and avg. temperature

