Controllo di qualità e analisi dei dati meteorologici presso ARPAE-SIMC

Gabriele Antolini, Valentina Pavan
gantolini@arpae.it
vpavan@arpae.it

ARPAE – Servizio IdroMeteoClima

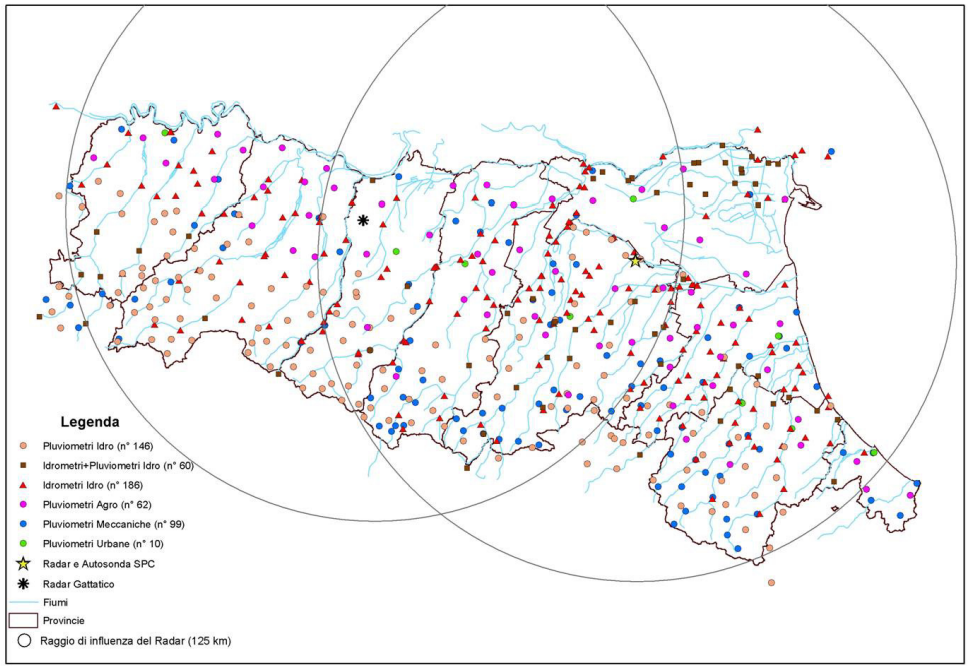
Tipologie di dati

- Dati da **Annali Idrologici**: dati idrometeorologici validati (ritardo di almeno 6 mesi), parzialmente ricostruiti

- Dati osservati in tempo reale: dati soggetti a controlli di qualità automatici e semi-automatici

Flusso dei dati meteo in tempo reale

Sensori	nr
Precipitazione	282
Livello idrometrico	242
Temperatura aria	188
Vento	40
Radiazione solare	28
Pressione	33
Umidità aria	83
Spessore neve	13
Totale	**909**



Controllo qualità

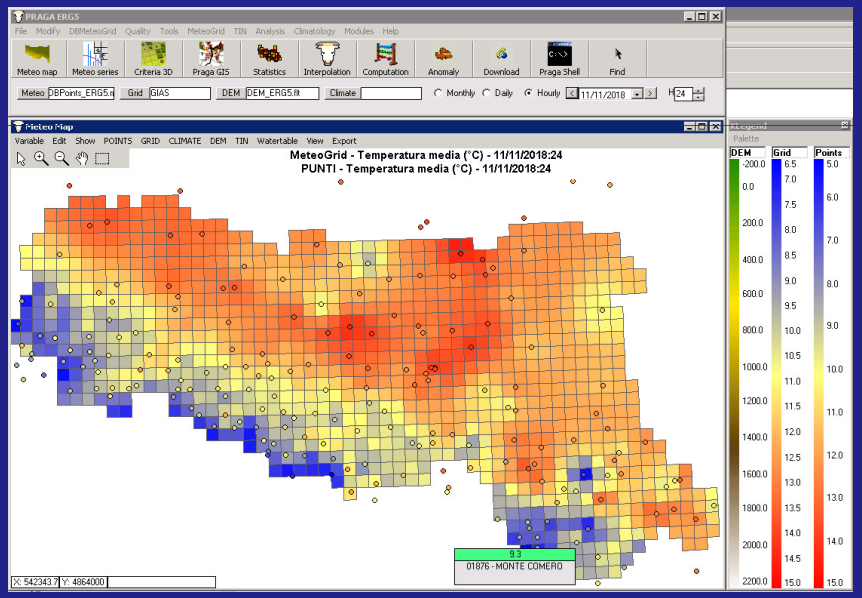
- automatico: in fase di archiviazione dati
- semi-automatico: valutazione esperta giornaliera con l'ausilio di software dedicati
- controlli una tantum (es. persistenze temporali)

Controllo qualità
Automatico

- controllo di plausibilità specifico per sensore (flag 0-1)
- altre flag (0/1): dato ricostruito, dato invalidato manualmente, “dato relativo ad un intervallo diverso a quello cui è riferito”
- Altre flag in fase di sviluppo: “ dato scioglimento neve” (0/1), “precipitazione nevosa rilevata parzialmente” (0/1), controllo automatico climatologico/spaziale/temporale (flag progressiva 0-100)
- flag riassuntiva (0/1) in base a tutte le flag disponibili

Controllo qualità

Semi-automatico

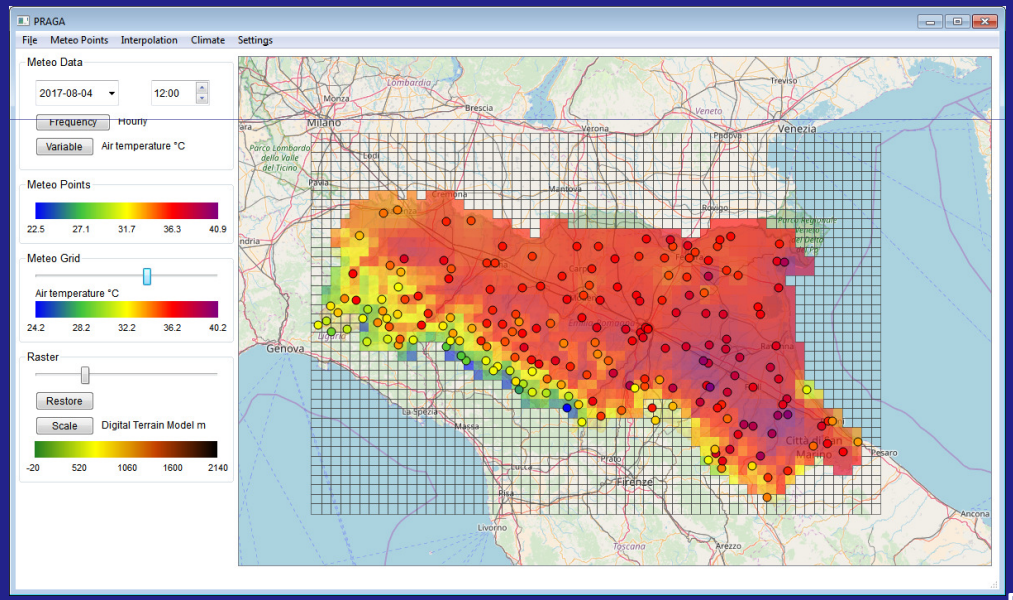


- cadenza giornaliera (giorni feriali)
- utilizzo di software dedicati con QC automatico di supporto per evidenziare problemi (PRAGA)
- invalidazione attivata in base ad una valutazione soggettiva di interpolazioni regionali dei riassuntivi giornalieri dei singoli parametri
- invalidazione estesa in automatico fino a manutenzione effettuata (sospensione manuale della procedura di invalidazione)

Software PRAGA

- scritto in Visual Basic con librerie C
- sviluppato da Area R&S Agrometeo di Arpae-Simc (circa 15 anni di vita)
- distribuito ad altri Enti e Istituti con licenza ....(es. convenzione ARCIS)
- documentazione e assistenza: punti critici!
- attualmente in corso di riscrittura in C++ (Qt)

https://github.com/ARPA-SIMC/CRITERIA3D/tree/master/PRAGA



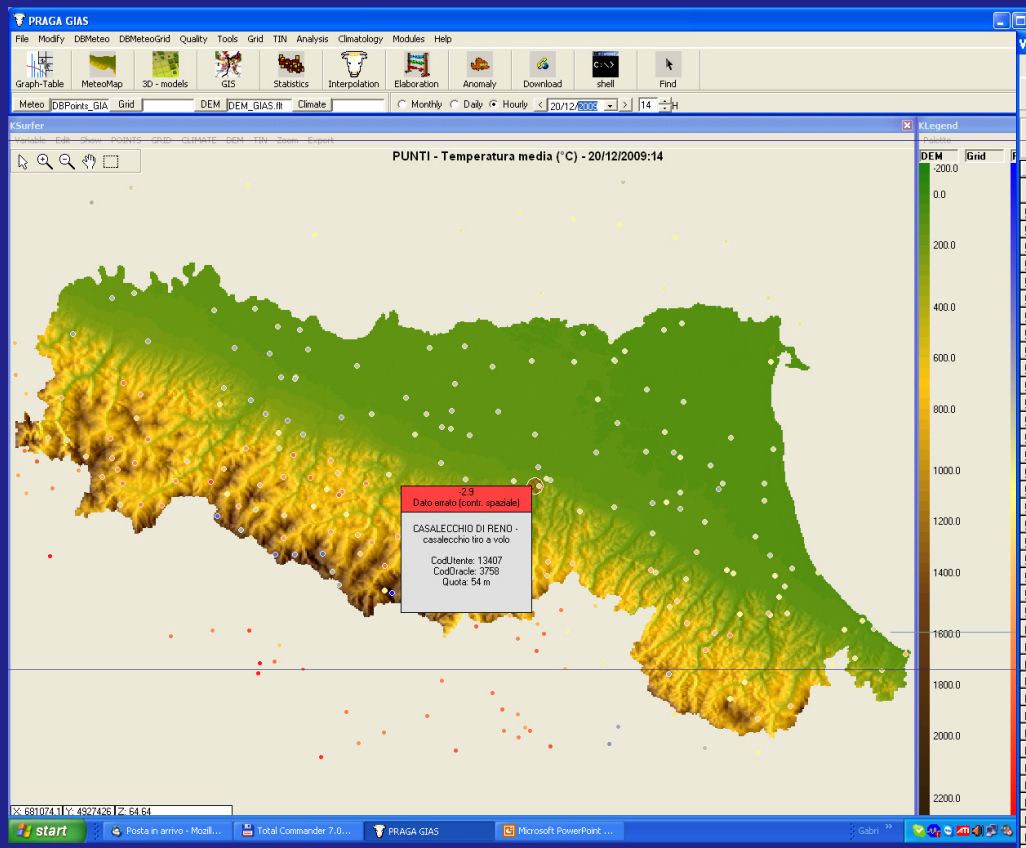
Controllo qualità
PRAGA

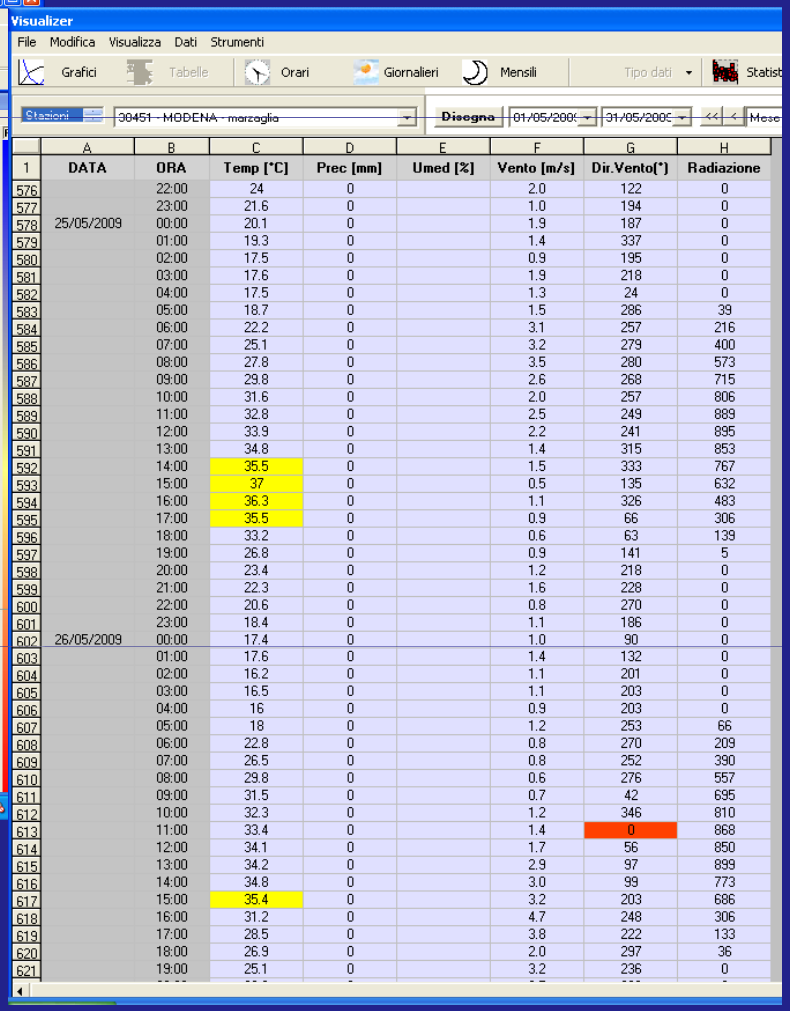
- controlli real time
  - plausibilità
  - plausibilità interna (fra parametri)
  - controllo climatologica
  - controllo spaziale
  - controllo temporale

- controlli una tantum
  - persistenza
  - omogeneità statistica
  - sincronicità fra serie
  - controllo di interpolazione: differenza fra valori annuali osservati e interpolati in “cross validation”

Controllo qualità

PRAGA – real time QC





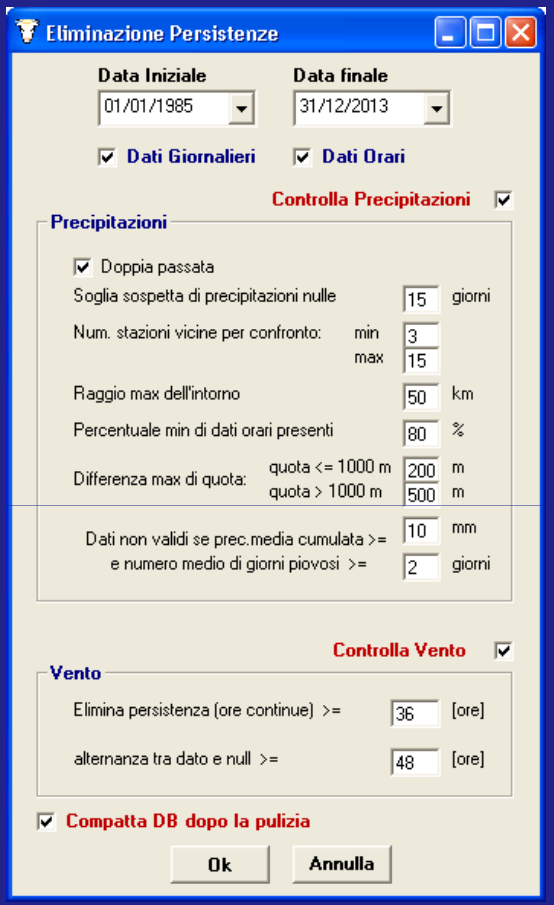
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	DATA	ORA	Temp [°C]	Prec [mm]	Umed [%]	Vento [m/s]	Dir.Vento[°]	Radiazione
576		22:00	24	0		2.0	122	0
577		23:00	21.6	0		1.0	194	0
578	25/05/2009	00:00	20.1	0		1.9	187	0
579		01:00	19.3	0		1.4	337	0
580		02:00	17.5	0		0.9	195	0
581		03:00	17.6	0		1.9	218	0
582		04:00	17.5	0		1.3	24	0
583		05:00	18.7	0		1.5	286	39
584		06:00	22.2	0		3.1	257	216
585		07:00	25.1	0		3.2	279	400
586		08:00	27.8	0		3.5	280	573
587		09:00	29.8	0		2.6	268	715
588		10:00	31.6	0		2.0	257	806
589		11:00	32.8	0		2.5	249	889
590		12:00	33.9	0		2.2	241	895
591		13:00	34.8	0		1.4	315	853
592		14:00	35.5	0		1.5	333	767
593		15:00	37	0		0.5	135	632
594		16:00	36.3	0		1.1	326	483
595		17:00	35.5	0		0.9	66	306
596		18:00	33.2	0		0.6	63	139
597		19:00	26.8	0		0.9	141	5
598		20:00	23.4	0		1.2	218	0
599		21:00	22.3	0		1.6	228	0
600		22:00	20.6	0		0.8	270	0
601		23:00	18.4	0		1.1	186	0
602	26/05/2009	00:00	17.4	0		1.0	90	0
603		01:00	17.6	0		1.4	132	0
604		02:00	16.2	0		1.1	201	0
605		03:00	16.5	0		1.1	203	0
606		04:00	16	0		0.9	203	0
607		05:00	18	0		1.2	253	66
608		06:00	22.8	0		0.8	270	209
609		07:00	26.5	0		0.8	252	390
610		08:00	29.8	0		0.6	276	557
611		09:00	31.5	0		0.7	42	695
612		10:00	32.3	0		1.2	346	810
613		11:00	33.4	0		1.4	0	868
614		12:00	34.1	0		1.7	56	850
615		13:00	34.2	0		2.9	97	899
616		14:00	34.8	0		3.0	99	773
617		15:00	35.4	0		3.2	203	686
618		16:00	31.2	0		4.7	248	306
619		17:00	28.5	0		3.8	222	133
620		18:00	26.9	0		2.0	297	36
621		19:00	25.1	0		3.2	236	0

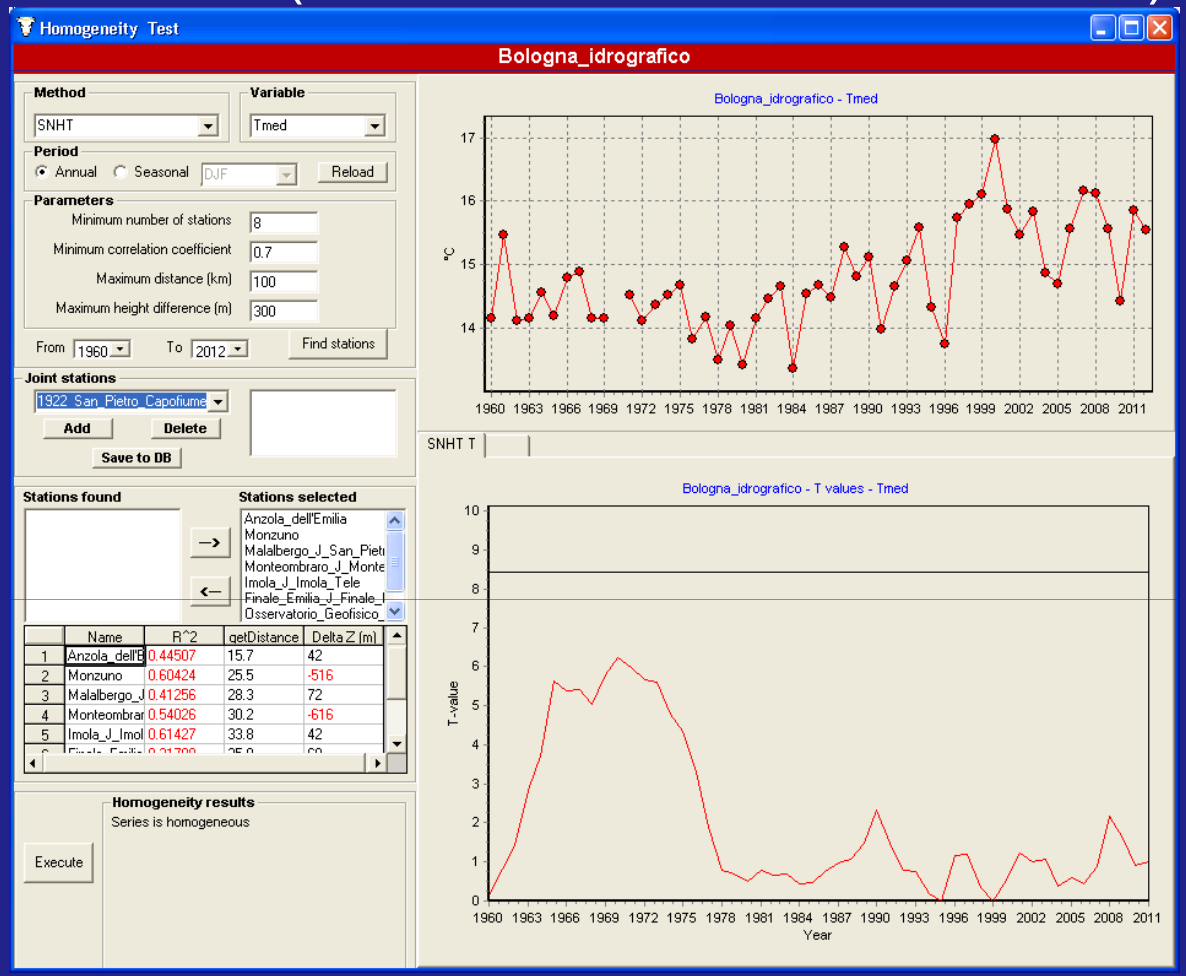
Controllo qualità

PRAGA – una tantum QC

Omogeneità statistica (SNHT, Craddock, Vincent)

Persistenza temporale

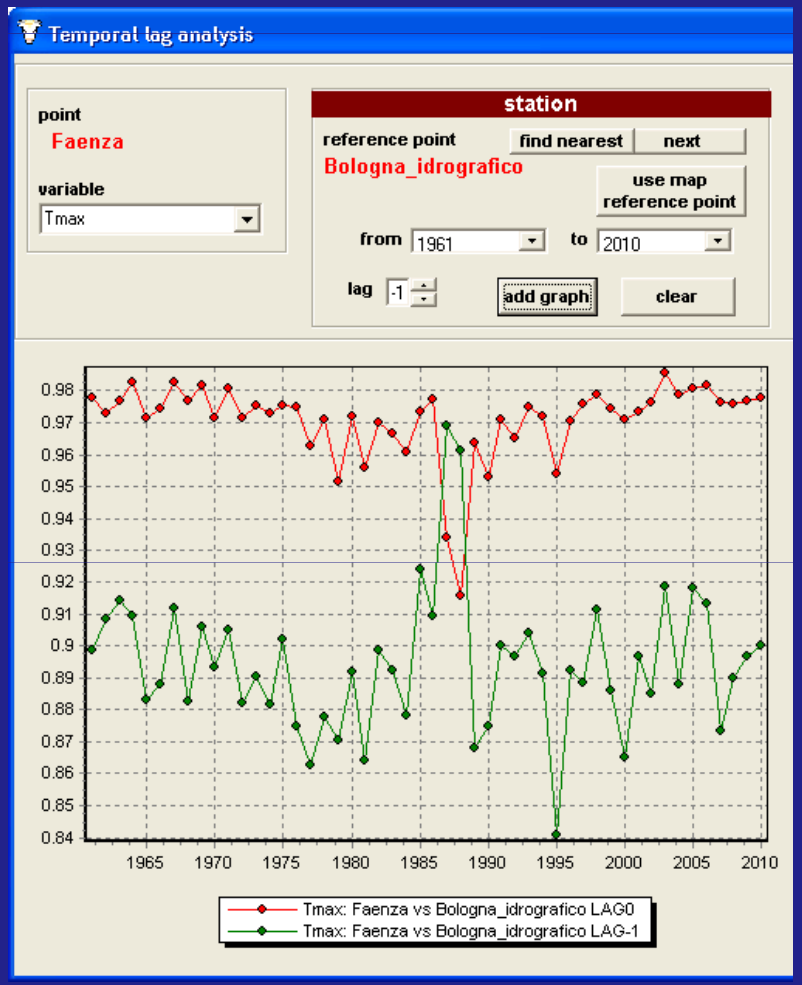


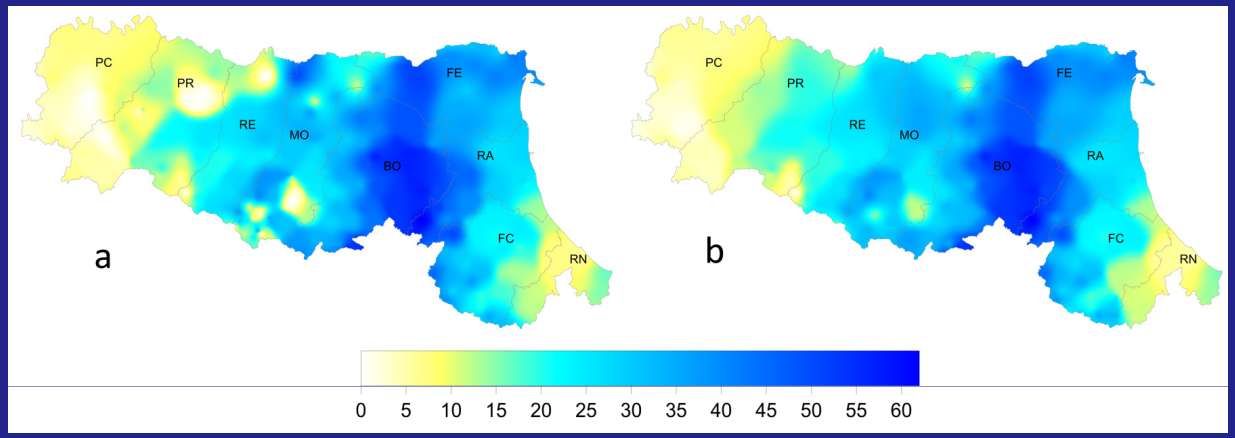


Controllo qualità

PRAGA – una tantum QC

Sincronicità temporale: controllata calcolando serie di correlazioni annuali fra stazioni



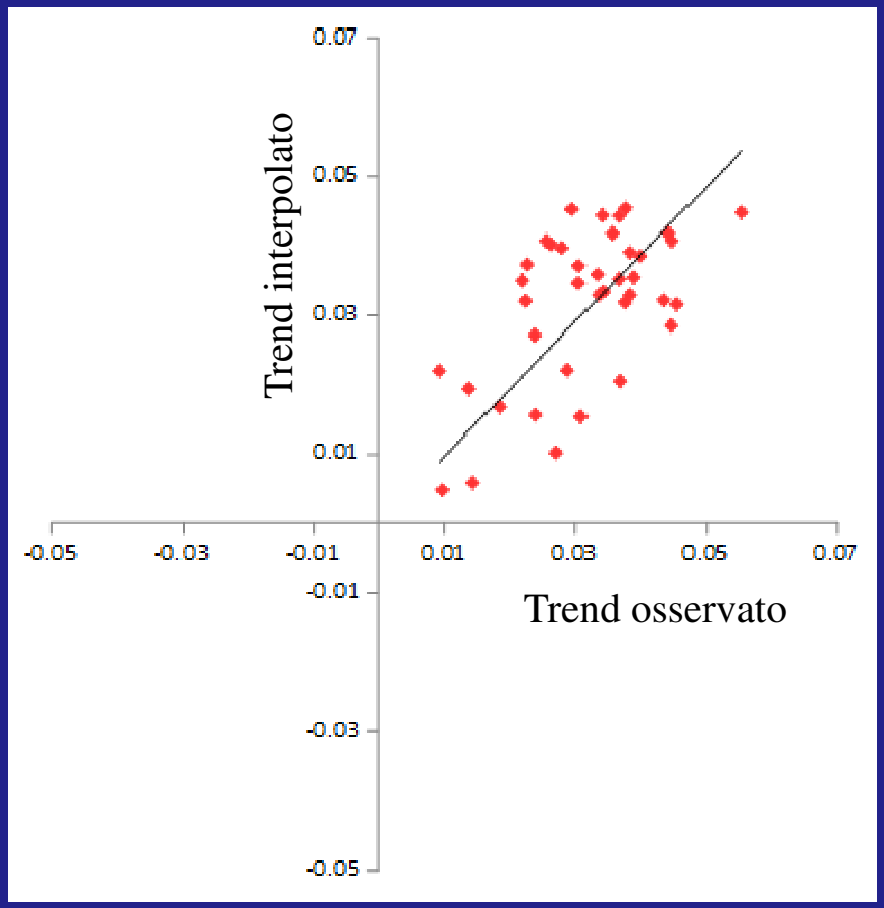


Controllo qualità

PRAGA – una tantum QC

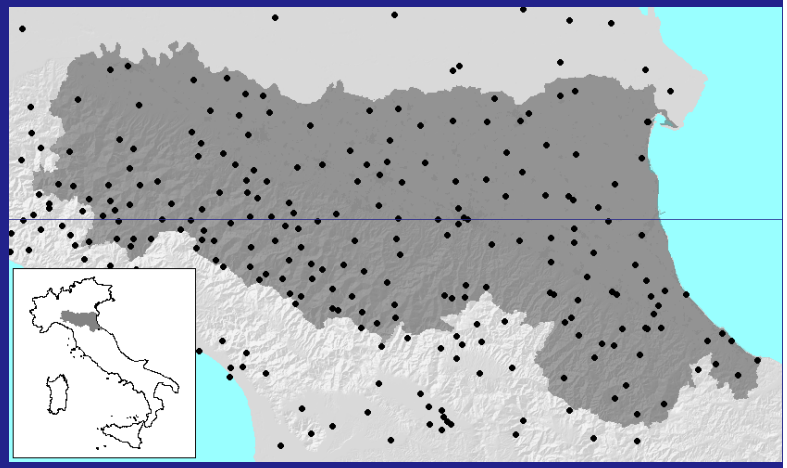
- confronto tra valori annuali osservati e interpolati in cross validation

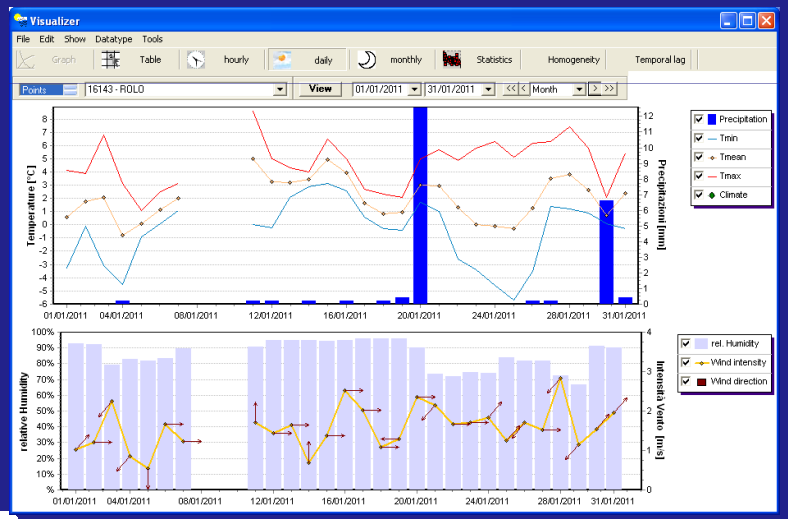
- controllo trend osservato.vs.interpolato in c.v.

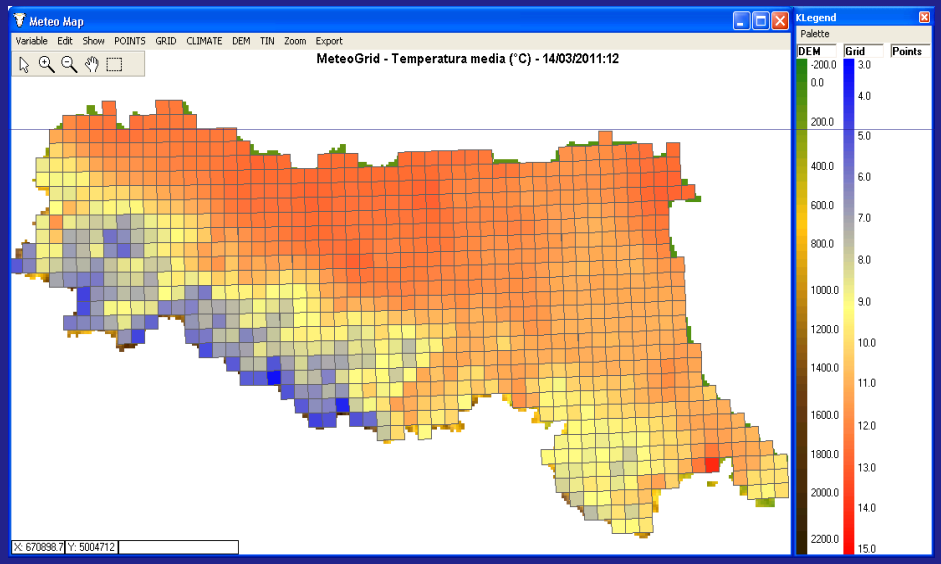


Interpolazione spaziale

Per creare un data-set con caratteristiche omogenee nello spazio e nel tempo che si estenda a tutta la regione e sia facilmente utilizzabile per studi climatologici e di impatto.



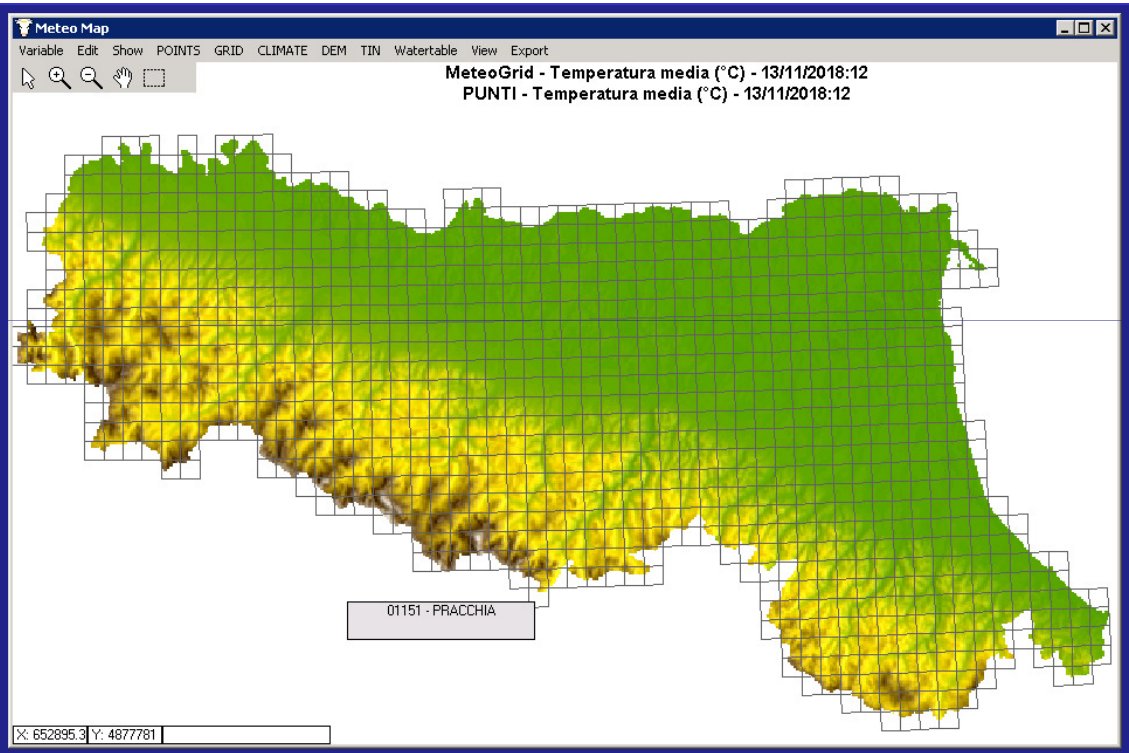




arpae emilia-romagna

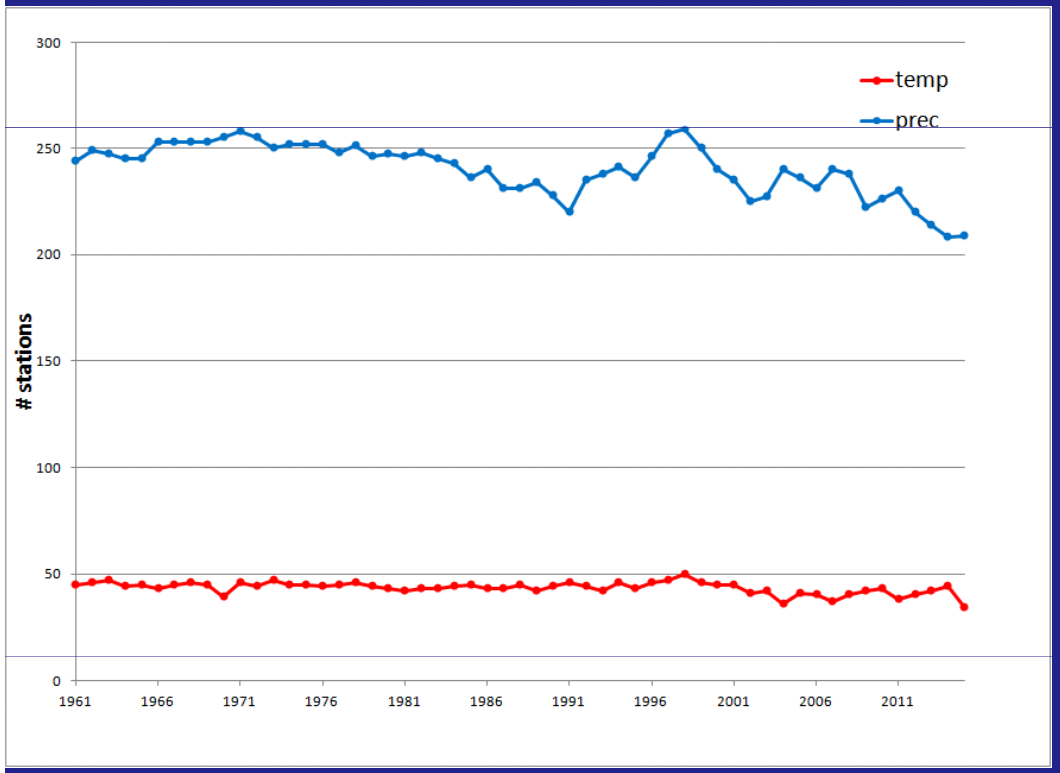
Dataset su griglia

Dataset	Densità stazioni	Griglia	Periodo	Applicazioni	Frequenza dati	Variabili
Eraclito	Costante	Regular lat-lon ~5x5km	1961-2015 (ieri)	Climatologia	Giornaliera	T, P
ERG5	Variabile	Regular lat-lon ~5x5km	2001-ieri	Monitoraggio	Oraria e giornaliera	T, P, RH, W, RAD, LW, ET0

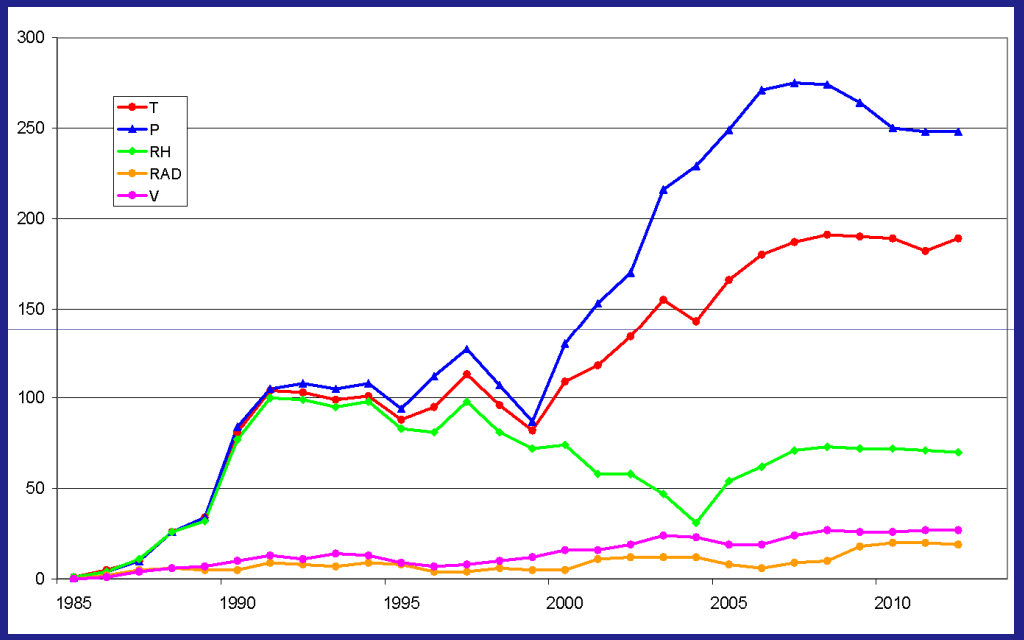


Densità stazioni

Eraclito



ERG5

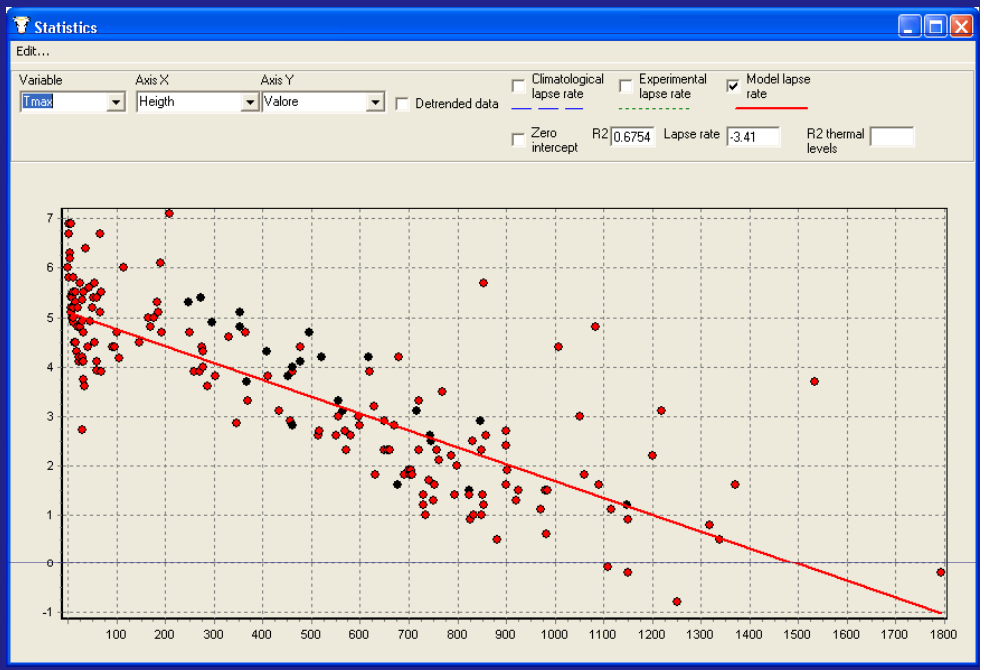


Metodi di interpolazione

Temperatura - Detrending

Detrending multiplo con i seguenti predittori:

- Quota s.l.m. (double lapse rate)
- Frazione urbana
- Posizione topografica relativa

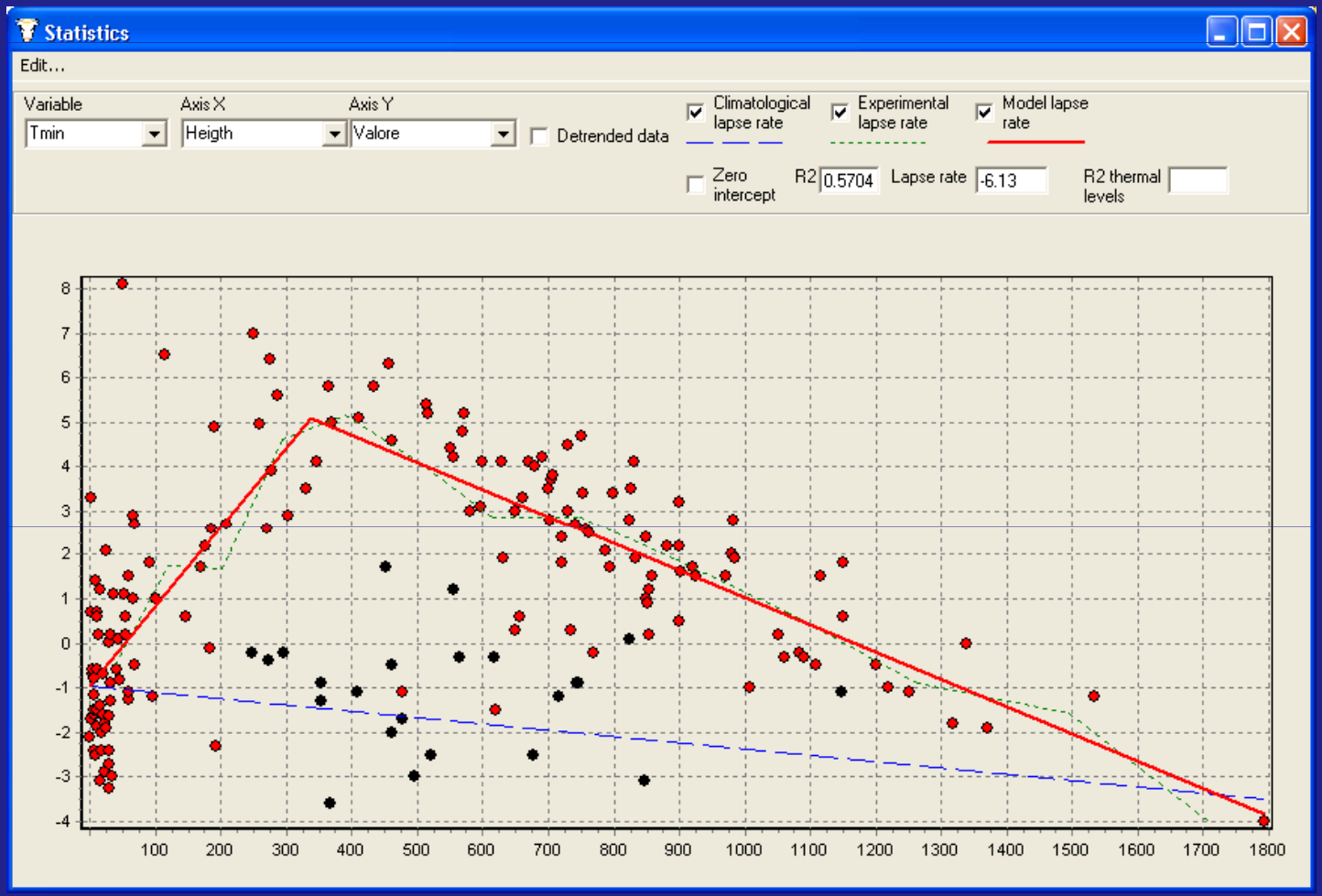


G. Antolini, L. Auteri, V. Pavan, F. Tomei, R. Tomozeiu, V. Marletto, 2015. A daily high-resolution gridded climatic data set for Emilia-Romagna, Italy, during 1961-2010. International Journal of Climatology 08/2015; DOI:10.1002/joc.4473

Metodi di interpolazione

Temperatura – Detrending - Quota

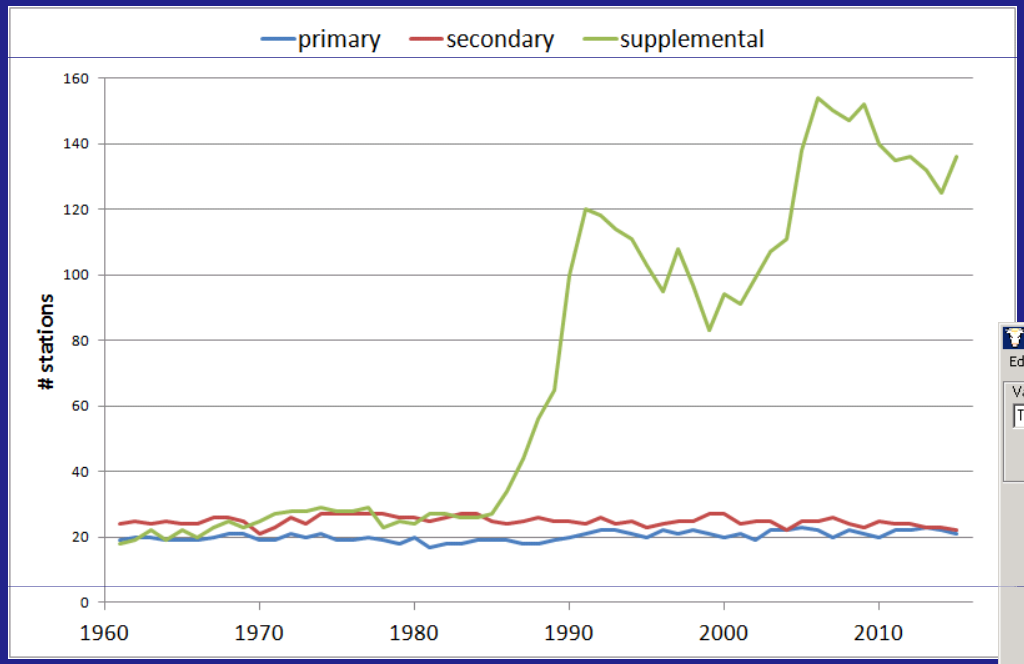
Ruolo stazioni (primarie e secondarie)

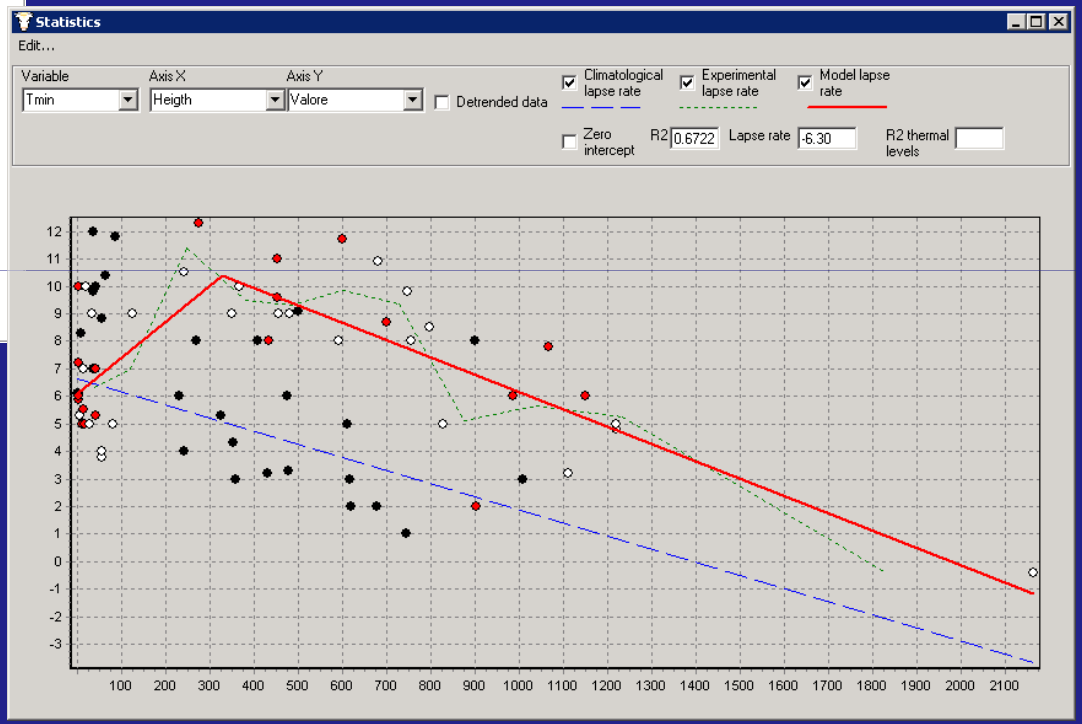


Metodi di interpolazione

Temperatura – Detrending - Quota

Ruolo stazioni (primarie, secondarie, supplementari)

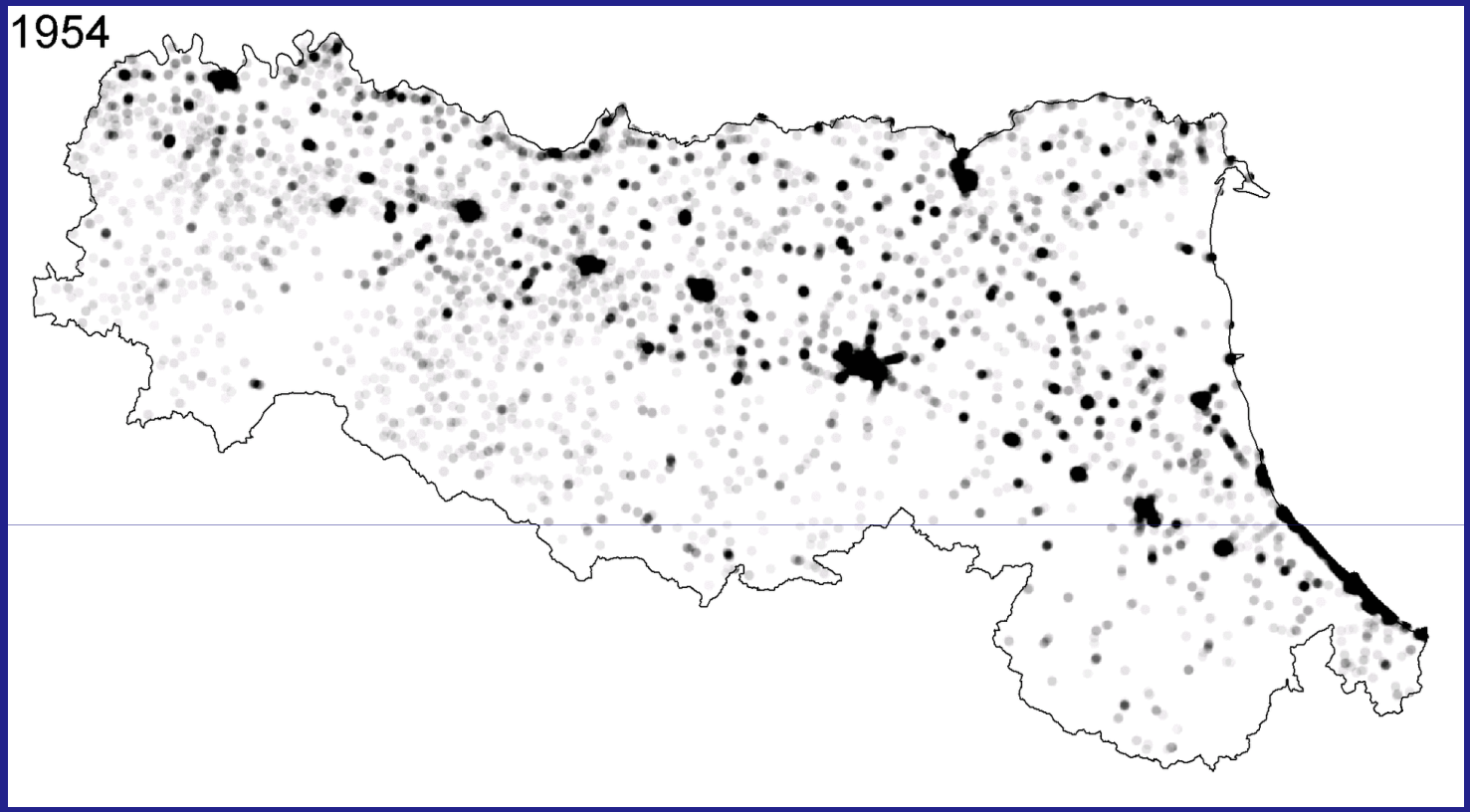




Metodi di interpolazione

Temperatura – Detrending – Frazione urbana

Mappe uso del suolo: 1954, 1976, 1994, 2003, 2008

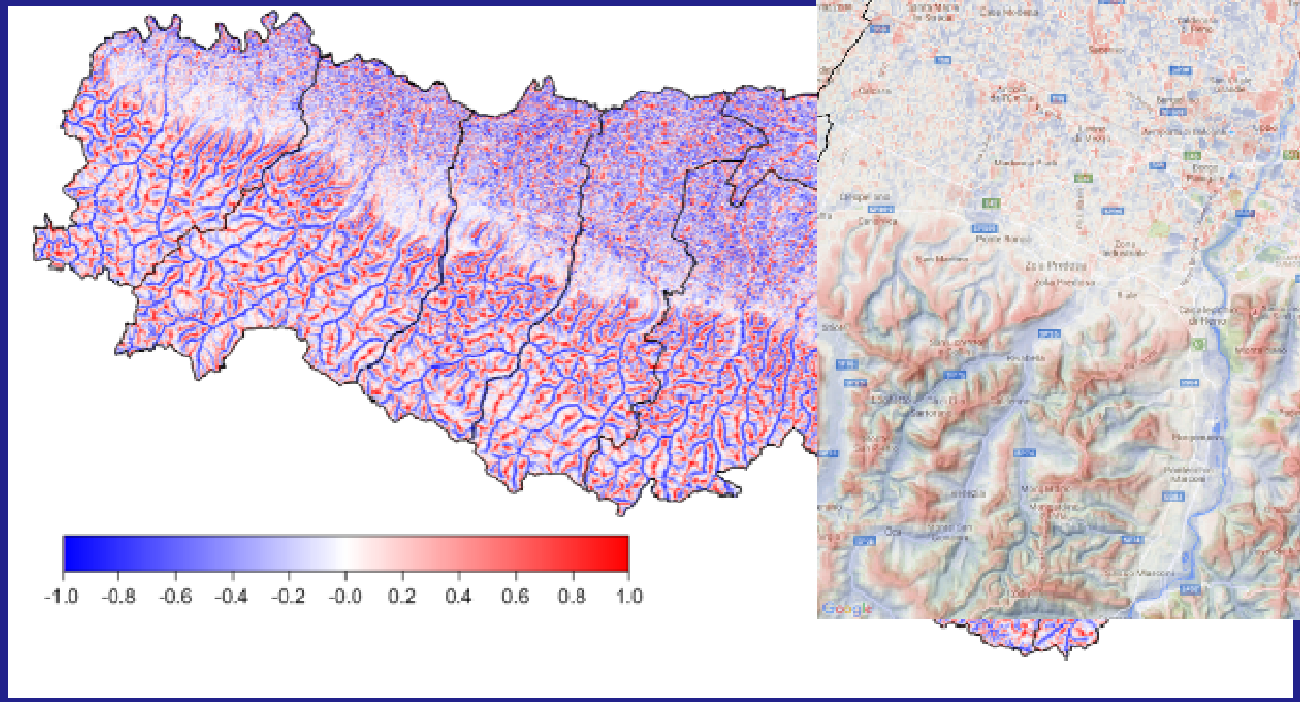


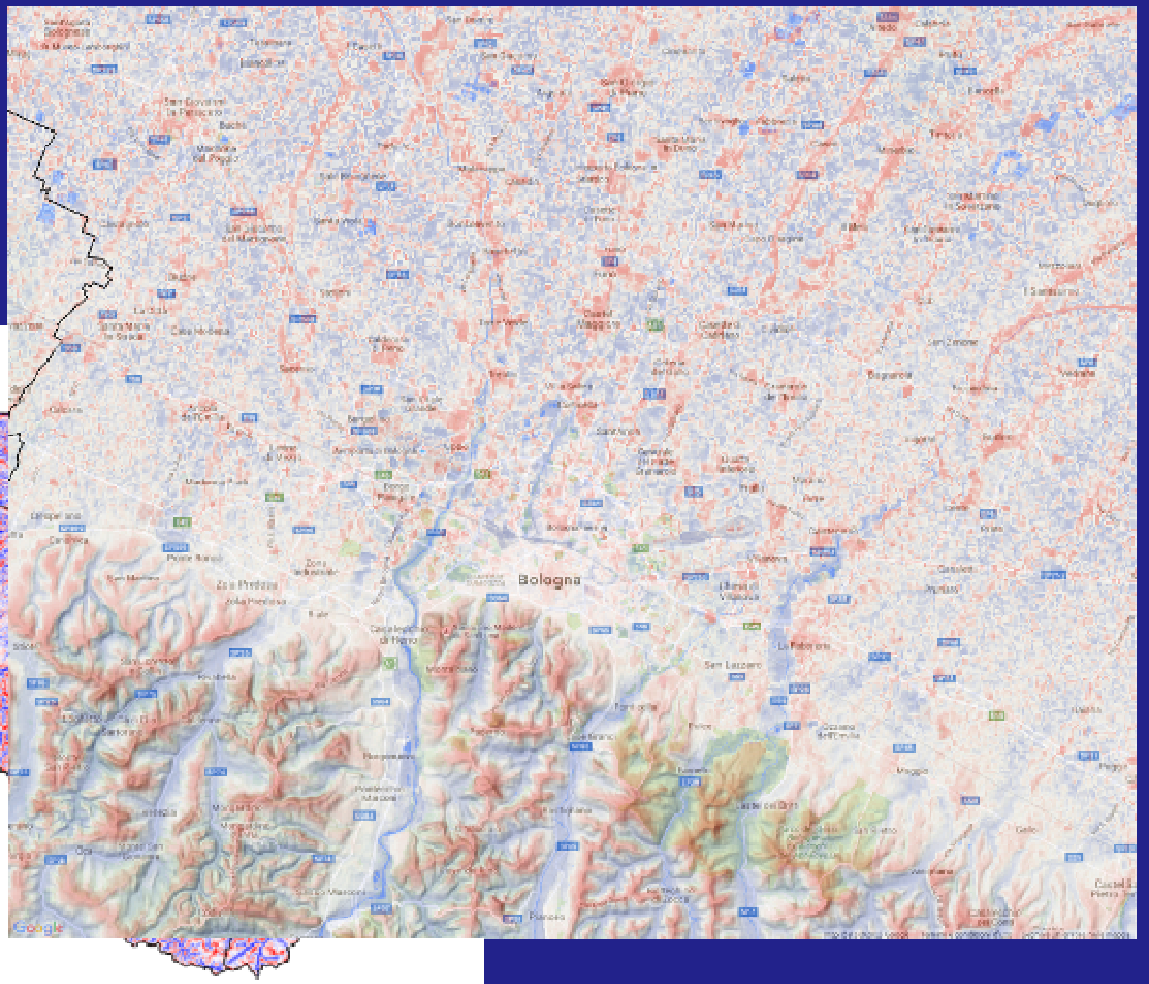
Metodi di interpolazione

Temperatura – Detrending – Topografia

$$TRP = \frac{\sum_i w_i - \sum_j w_j - \frac{1}{2}\sum_k w_k}{\sum_i w_i + \sum_j w_j + \sum_k w_k}$$

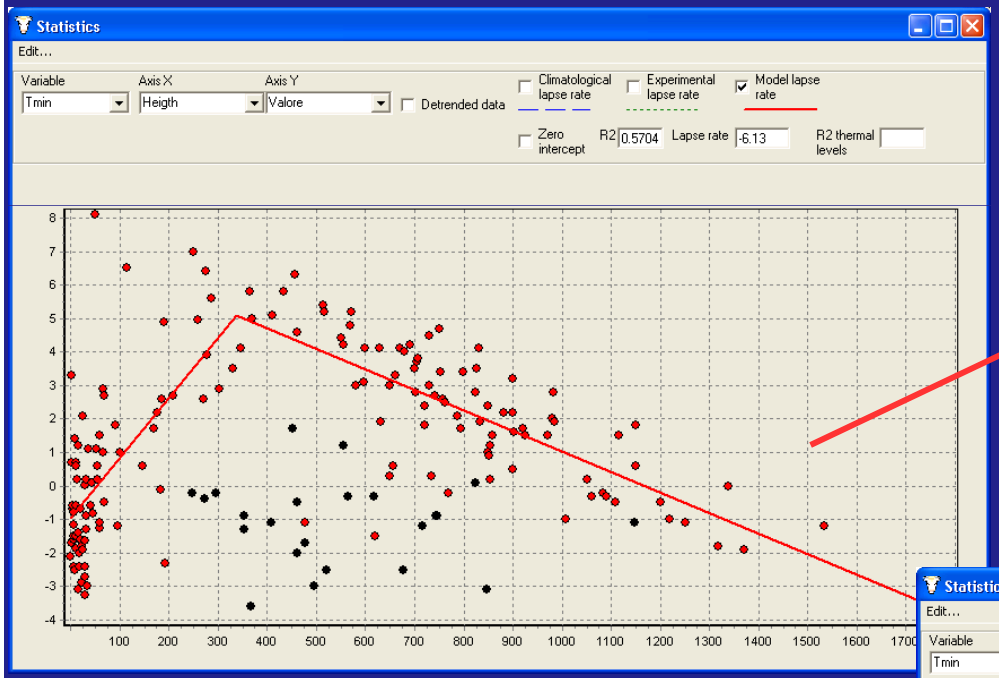
$$w_x = 1 - \frac{r_x}{r_{max}} \quad (x = i, j, k)$$



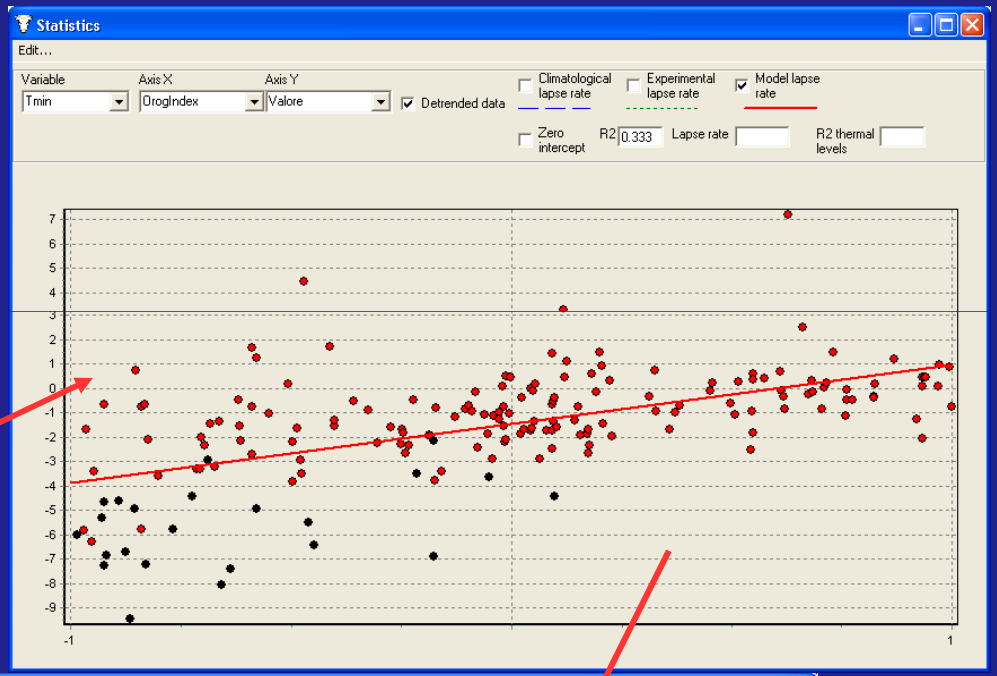


Metodi di interpolazione: temperatura
Multiple detrending (separazione di scala)

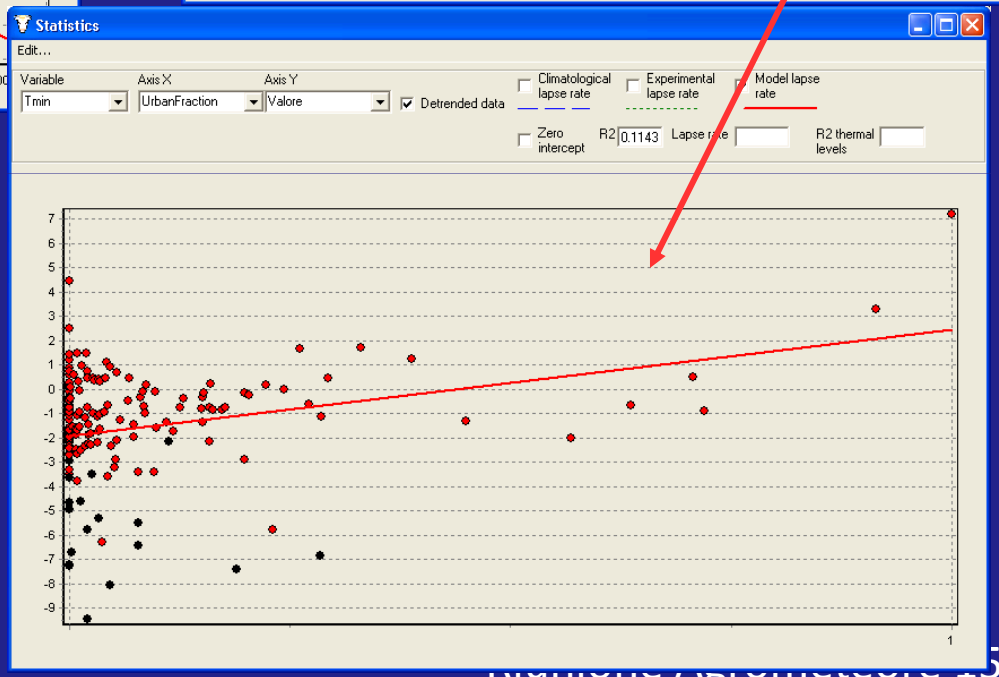
Quota



TPR

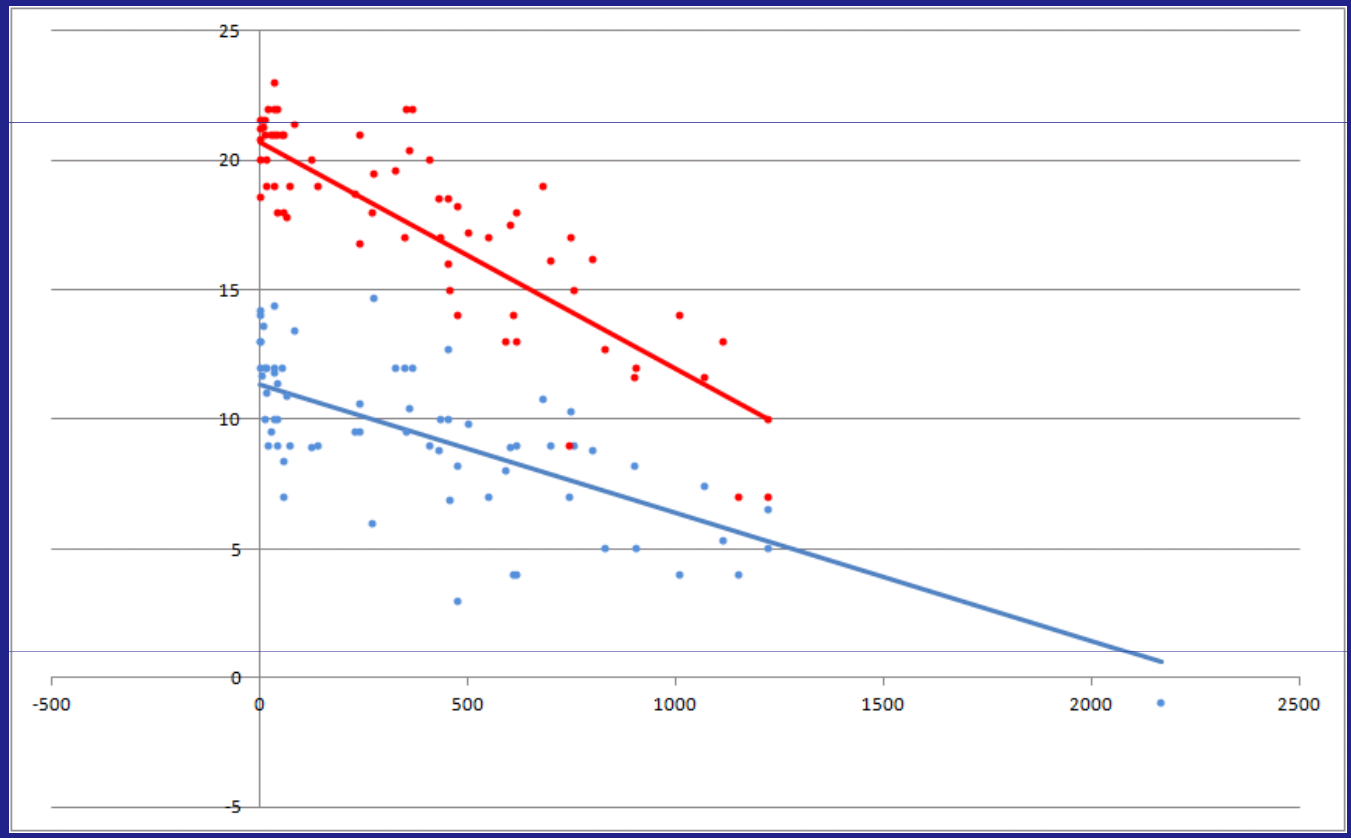


Urban fraction



Metodi di interpolazione

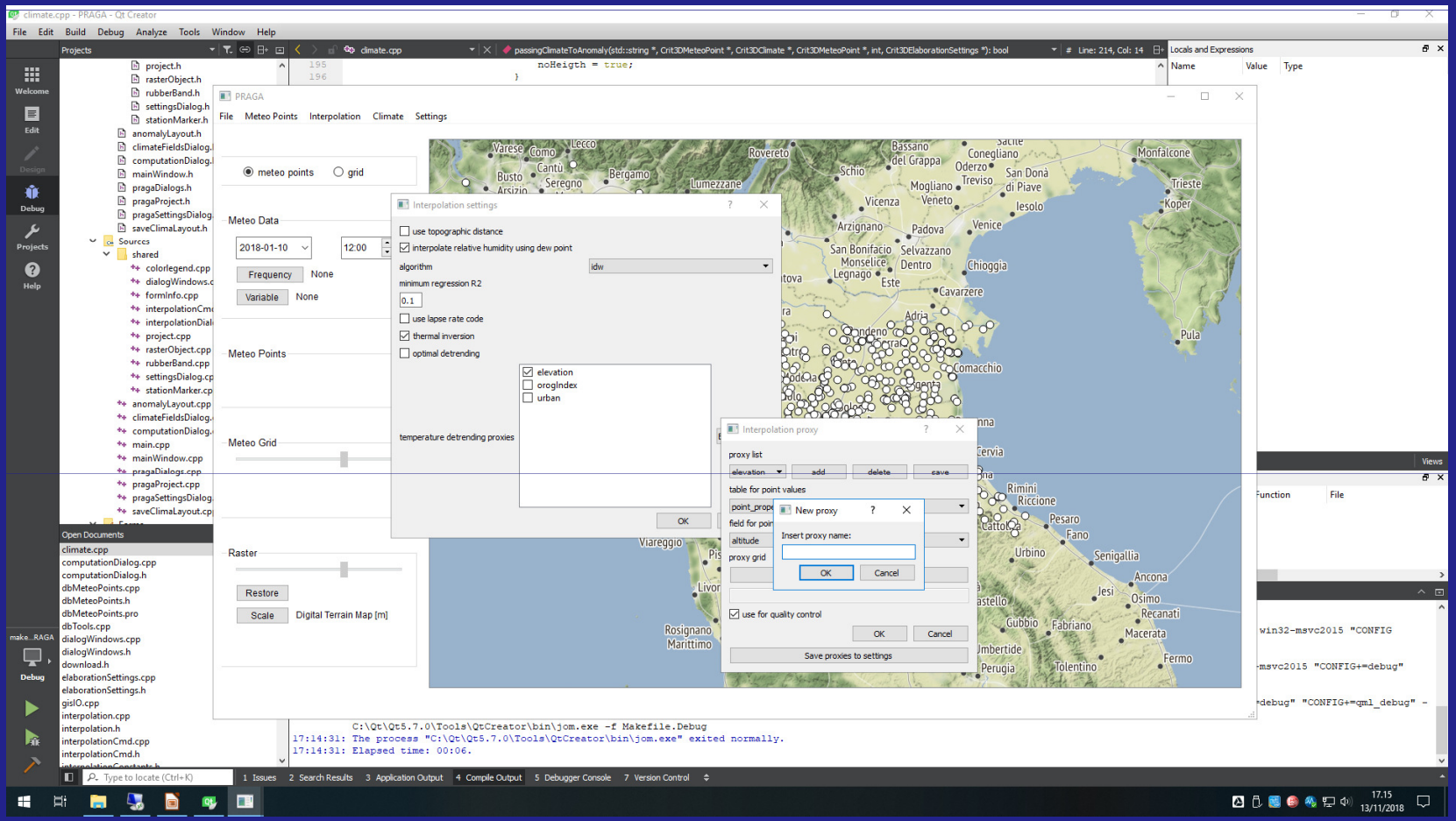
Temperatura – Controllo coerenza giornaliera



Metodi di interpolazione

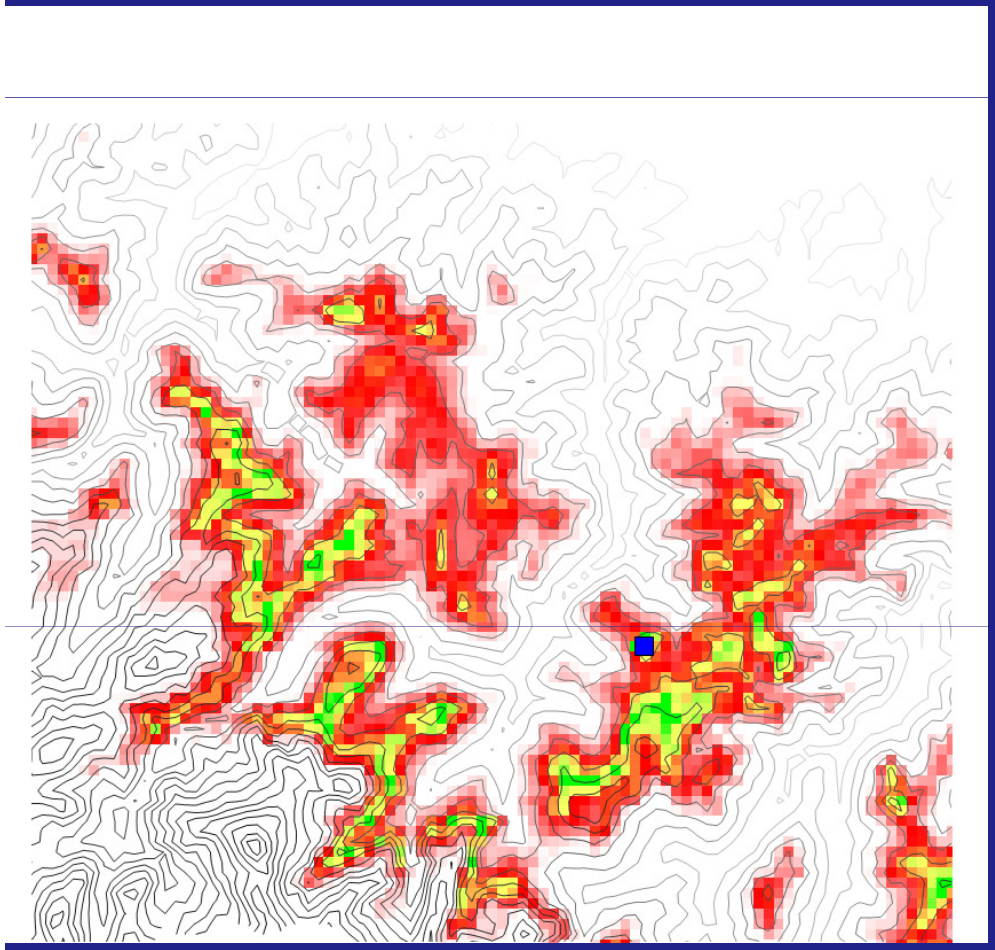
Detrending

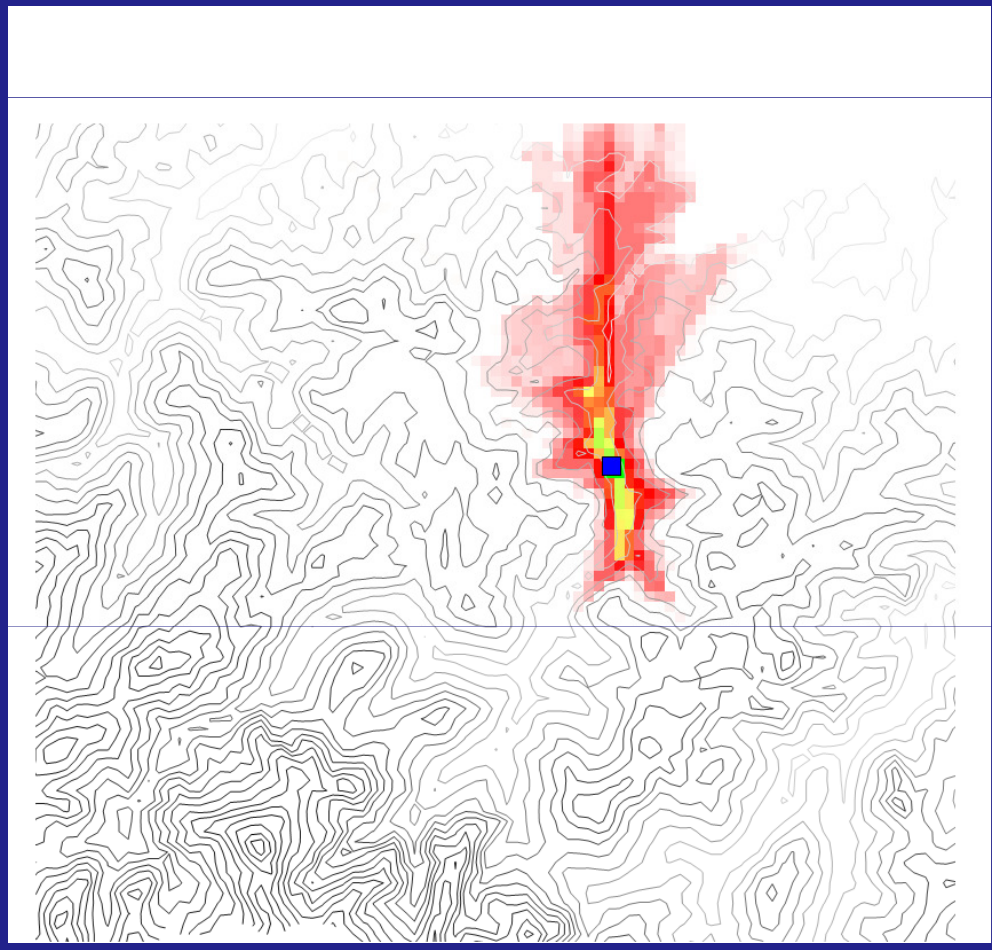
Custom proxy nel nuovo PRAGA Qt

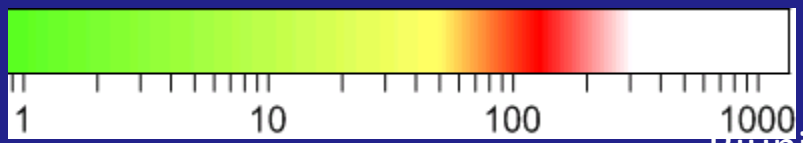


Metodi di interpolazione

Distanze topografiche (sia temepratura che precipitazione)



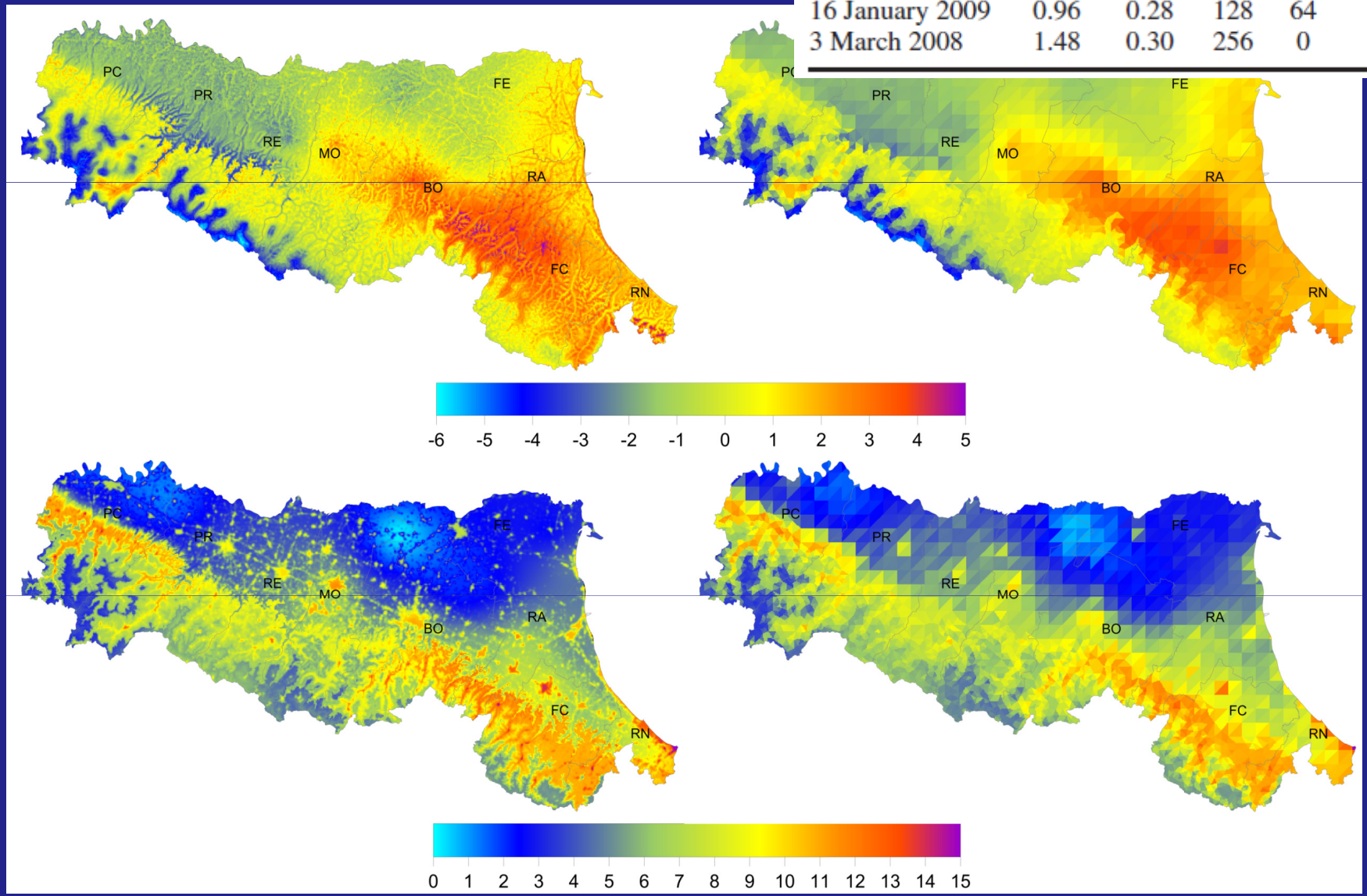




Metodi di interpolazione

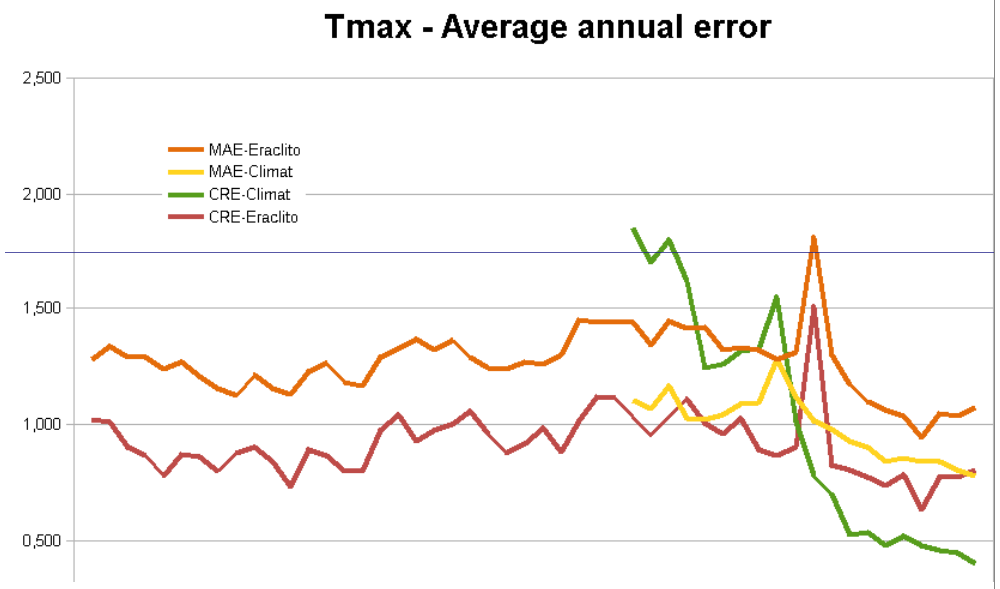
Casi studio

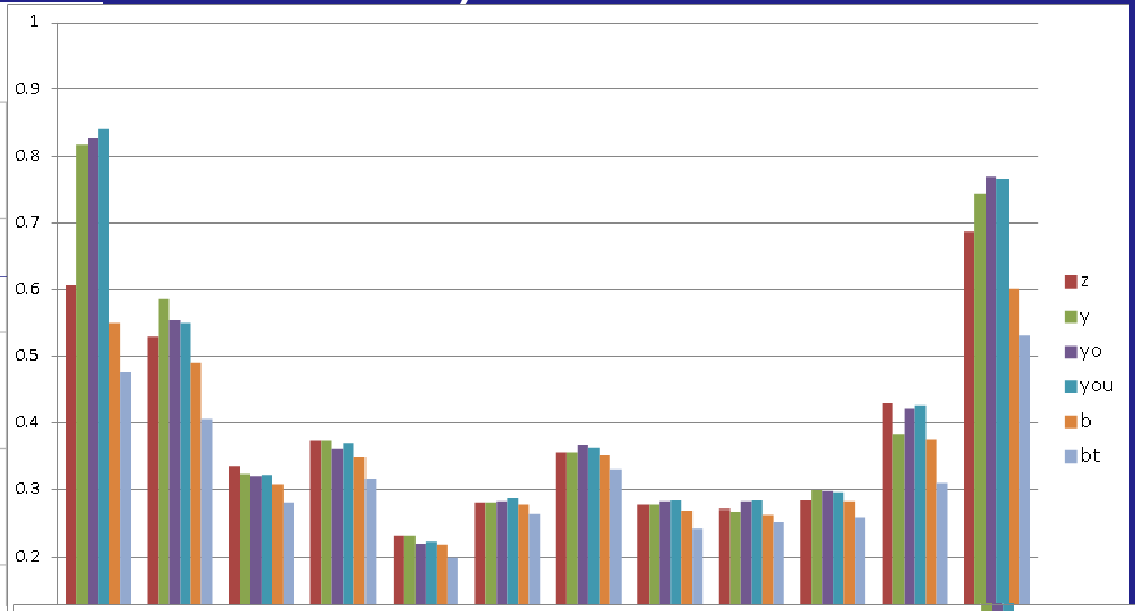
	MAE	CRE	k_z	k_h	Upper lapse rate (°C km^{-1})
16 January 2009	0.96	0.28	128	64	−8.7
3 March 2008	1.48	0.30	256	0	−6.7

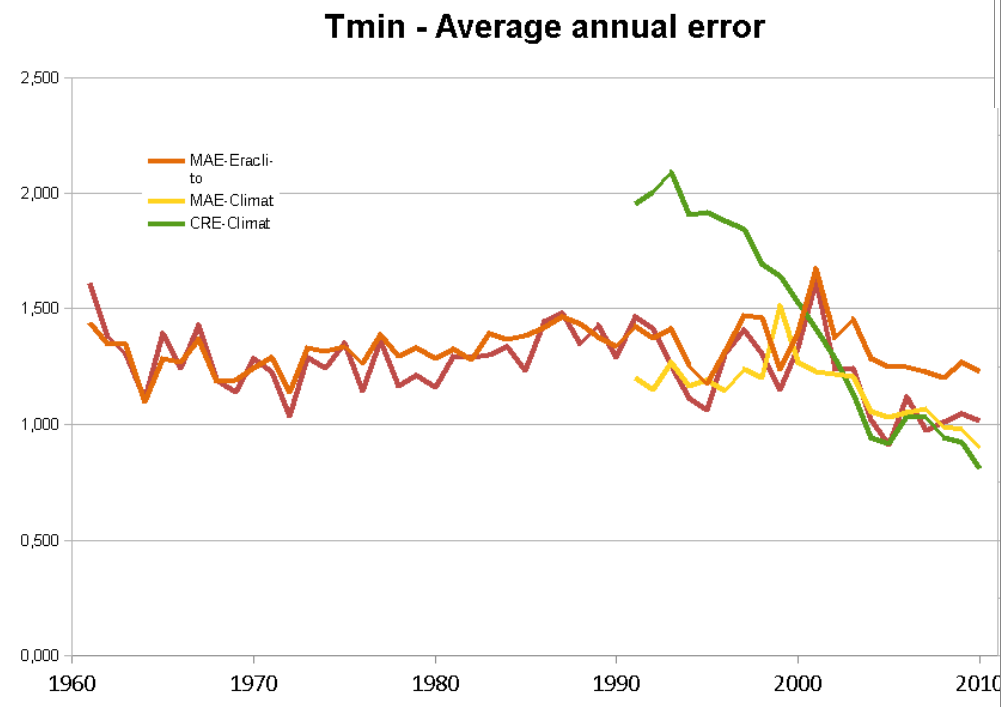


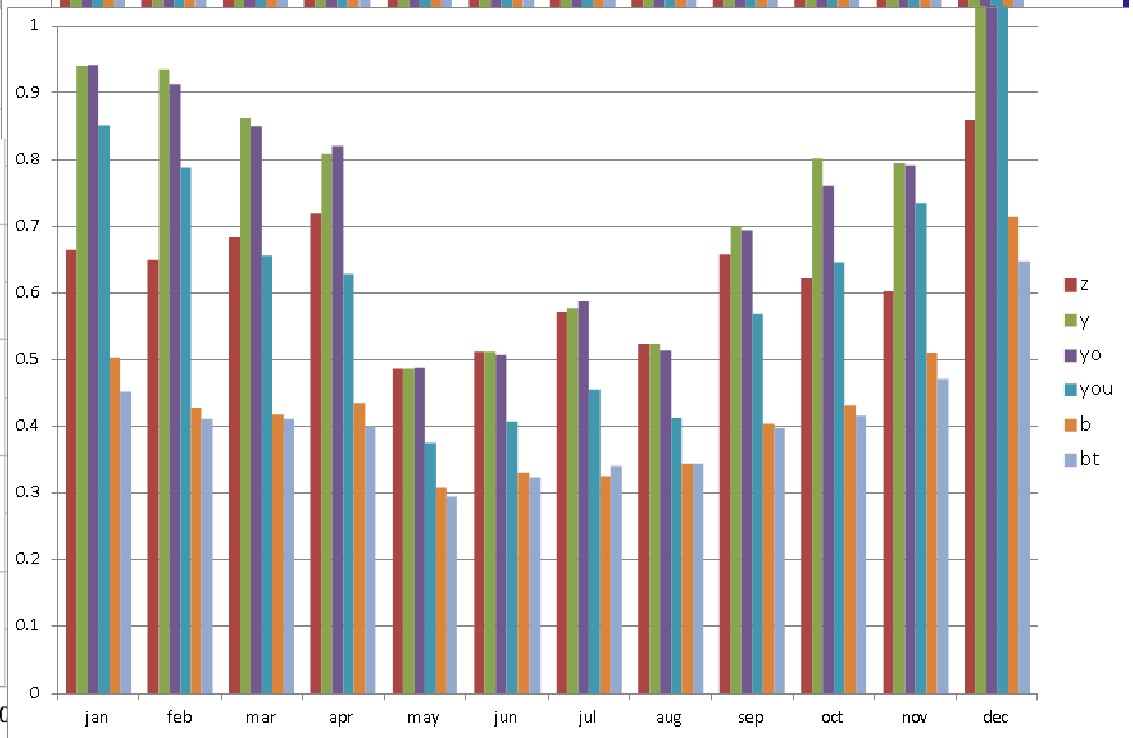
Metodi di interpolazione

Valutazione errori (cross validation)



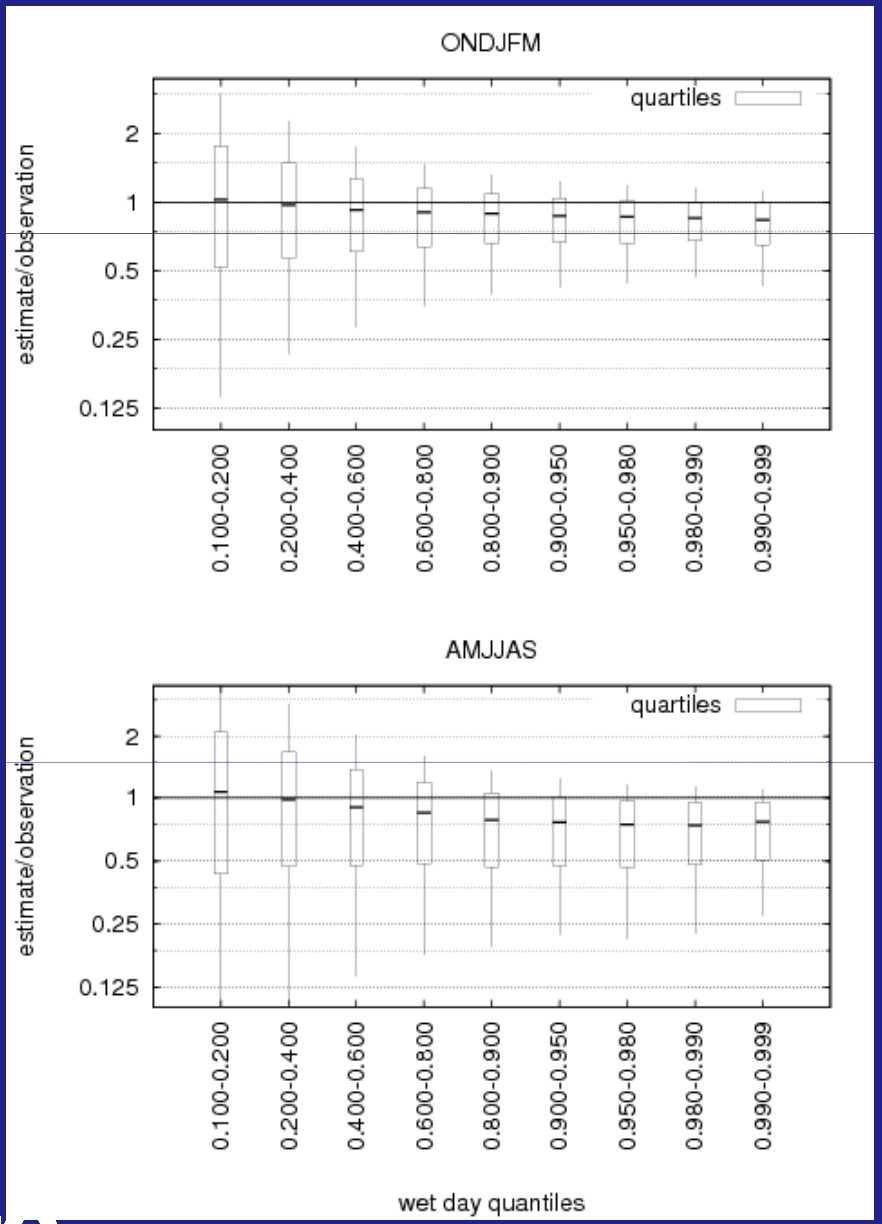


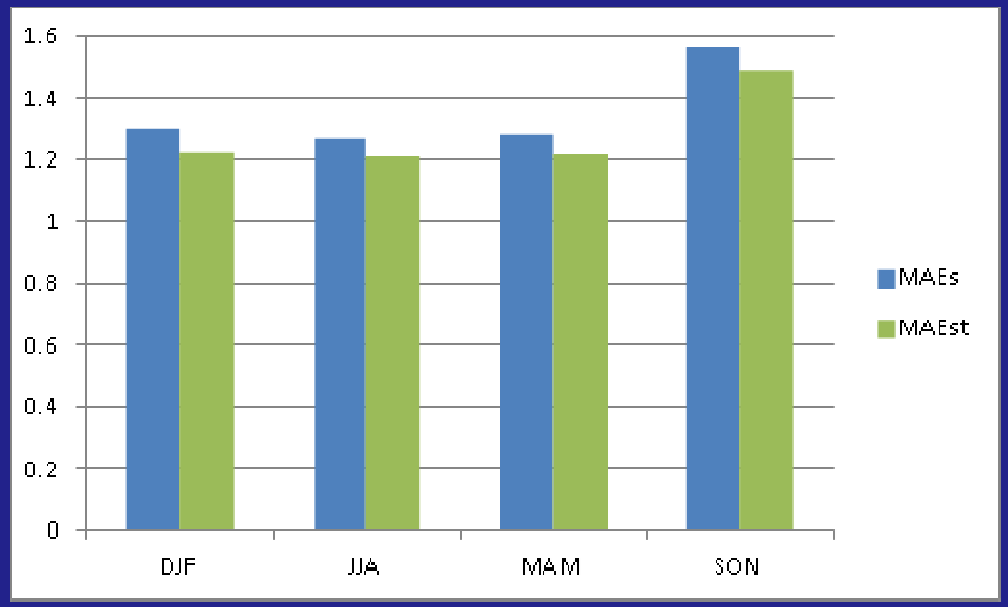




Metodi di interpolazione

Valutazione errori (cross validation)



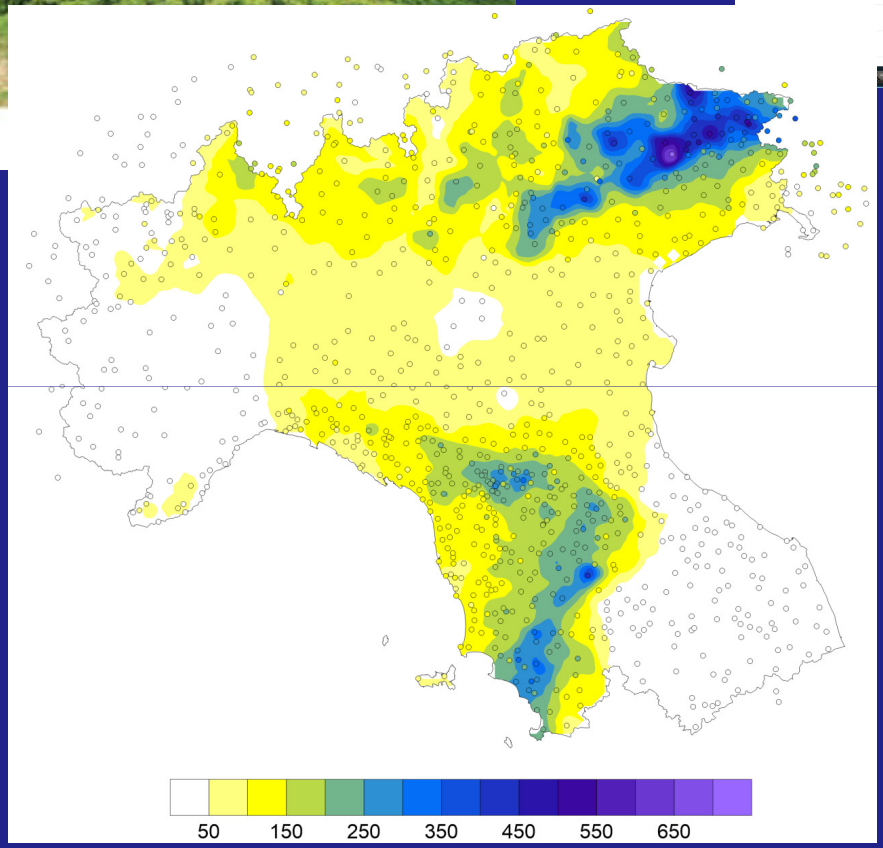


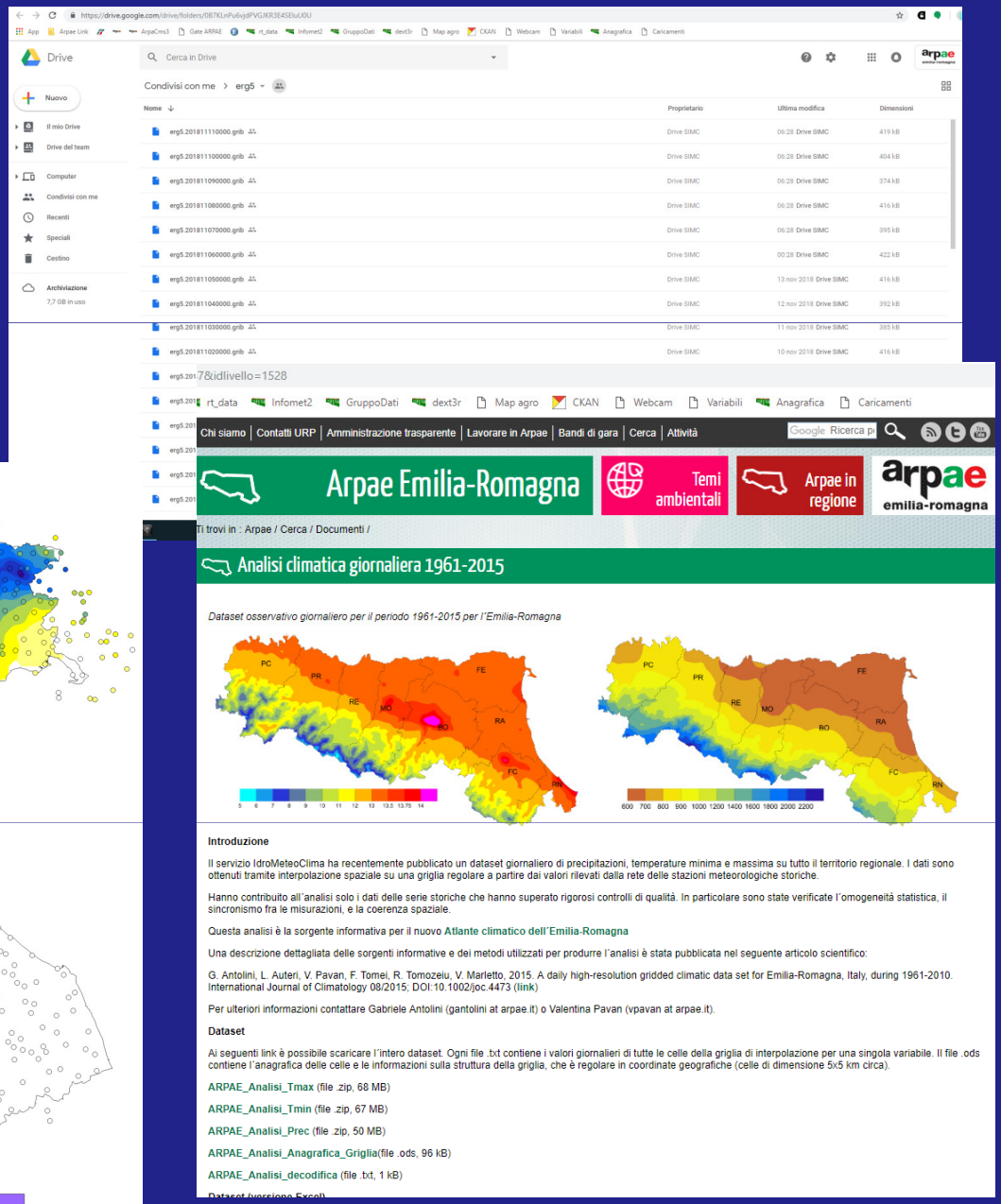
Applicazioni e utenti

- riferimenti climatologici areali
- monitoraggio siccità
- reporting ambientale
- fabbisogni irrigui
- input per modelli agroambientali
  - bilanci idrici
  - fabbisogni irrigui
  - inquinamento da nitrati
  - fitopatologie
  - rischio incendi
- applicazioni energetiche
- validazione modelli meteorologici

- consorzi di bonifica
- servizi regionali
- amministrazioni comunali
- Università e Istituti di ricerca
- studi di consulenza

Prodotti e accessibilità





Grazie per l'attenzione