



Progetto AgriCS

# ***Il controllo della qualità dei dati per le applicazioni agrometeorologiche e l'interpolazione dei dati*** **Andrea Cicogna**

**Osservatorio meteorologico ARPA FVG**

*webinar*

***Programma specialistico divulgativo ICS di AgriCS***

# Il dato ambientale:

disponibilità temporale  $\leftrightarrow$  precisione

**Tempo**

Anni/mesi

giorni

ore

minuti

subito!

Climatologia

Meteorologia  
previsione/  
monitoraggio

Esigenze di  
Protezione  
Civile

Turismo,  
Giornalismo...  
Curiosità del  
WEB

**Precisione**

Ma erano  
28,6 o 28,7 ° C ?

28 ° C o 29 ° C  
15 o 30 mm

Piove /non piove  
Fa caldo / fa freddo

Piove Molto  
(alluvione?)  
Caldo da emergenza  
sanitaria?

# Il dato ambientale: qualità ↔ quantità

**Territorio**

**&**

**Dati  
Meteorologici**

**N° sufficiente di stazioni di  
misura ben  
rappresentative del  
territorio**

**Qualità dei dati adeguata a  
tutti i campi di utilizzo  
(max esigenze  
climatologia)**



oni di

ata a

ne

Pi  
Rete stazioni

**Brutte stazioni**  
**Brutti strumenti**  
**Siti non rappresentativi**

# Brutti strumenti





# Siti non rappresentativi





# Siti non rappresentativi



# Siti non rappresentativi



# Siti non rappresentativi



**qualità  $\leftrightarrow$  quantità**



**Il dato ambientale  $\rightarrow$  Dato Agrometeorologico**



**disponibilità temporale  $\leftrightarrow$  precisione**

## Dipende che cosa intendiamo per dato agrometeorologico o, in ultima analisi, a cosa serve

E' un dato AgroClimatico ( sommatorie termiche, indici....) ?

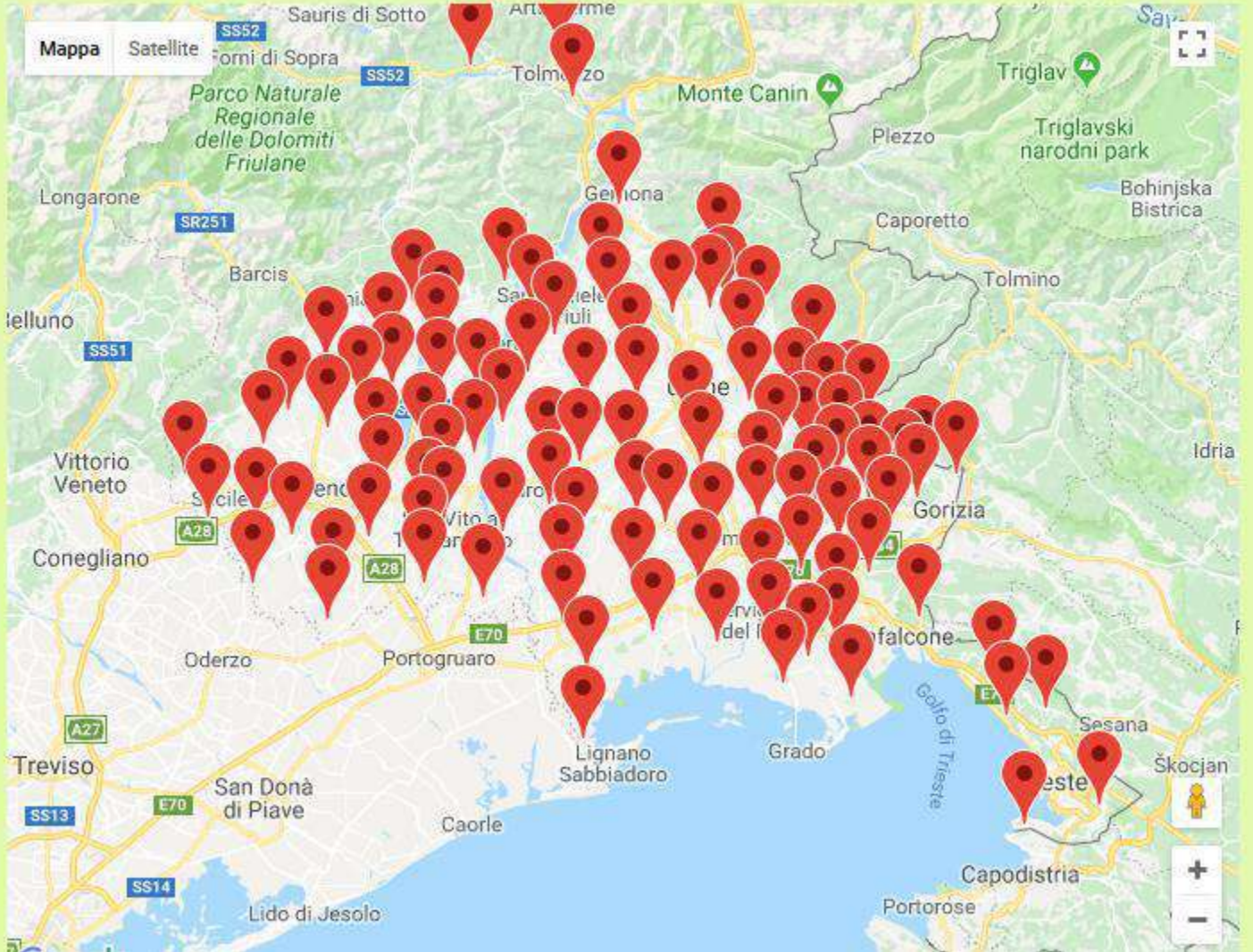
- alta precisione, disponibilità temporale «rilassata»
- alta qualità del dato, spesso descrizione territoriale non troppo spinta

E' un input per un modello fitoiatrico, insetti, bilancio idrico....?

- precisione meno spinta....ma il dato mi serve entro 1 gg o 2-3 ore
- buona qualità del dato, spesso descrizione territoriale molto spinta ( richieste tecniche e o «particolari»)

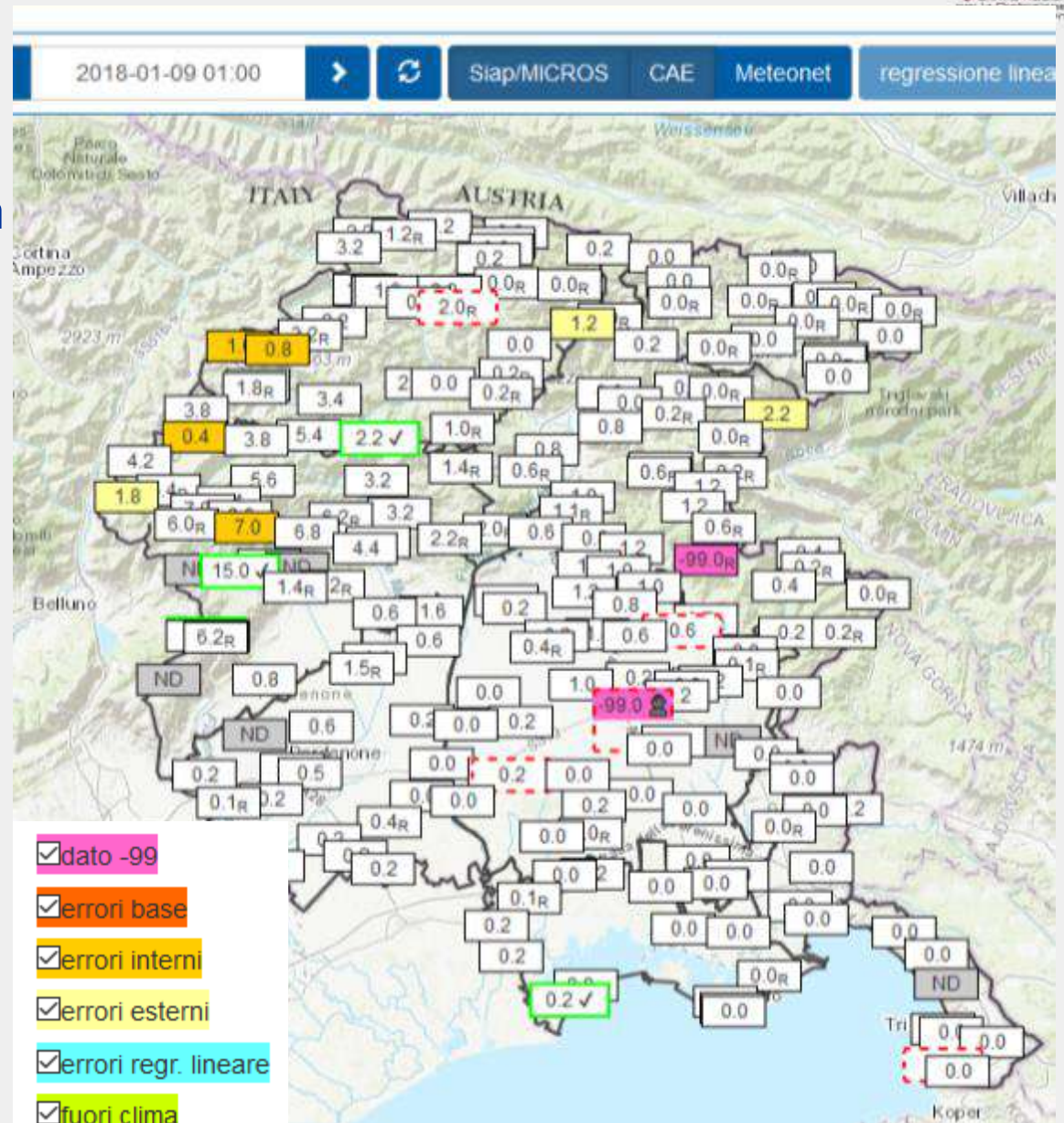
# Dettaglio territoriale richiesto

Dati Meteo



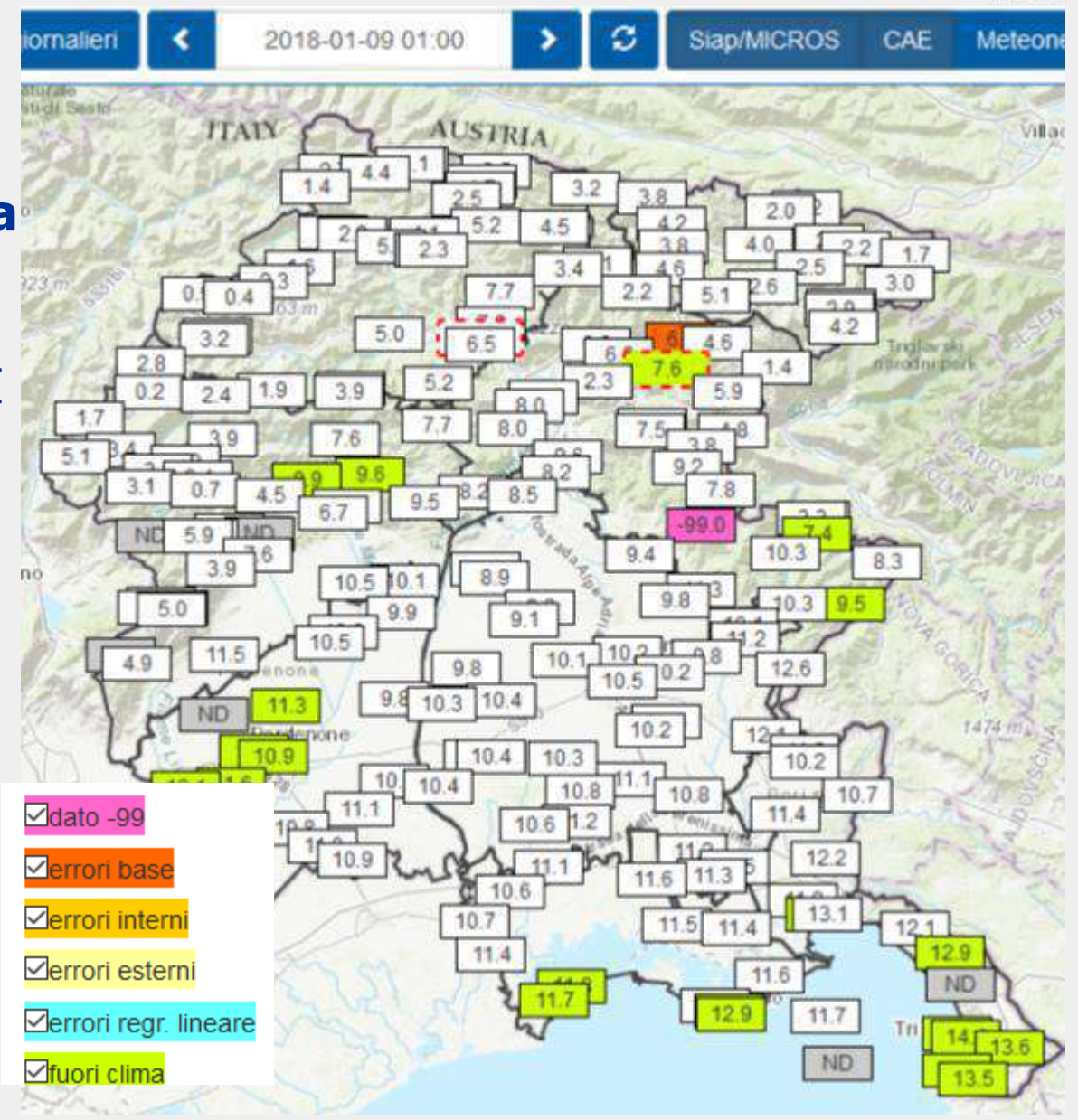
# Rete idrometeorologica regionale FVG

- circa 260 PLUVIOMETRI

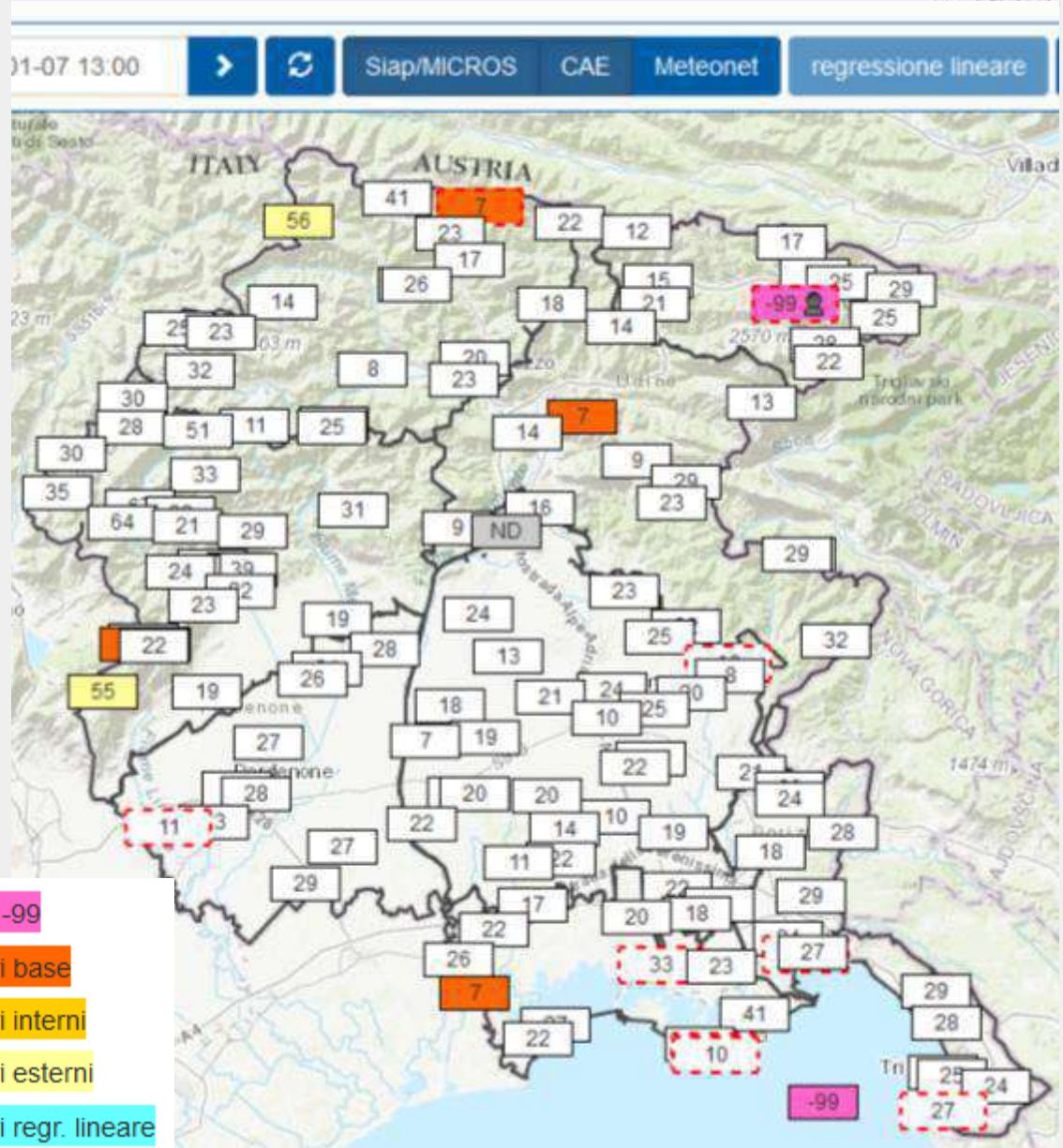


# Rete idrometeorologica regionale FVG

- circa 200 TERMOMETRI







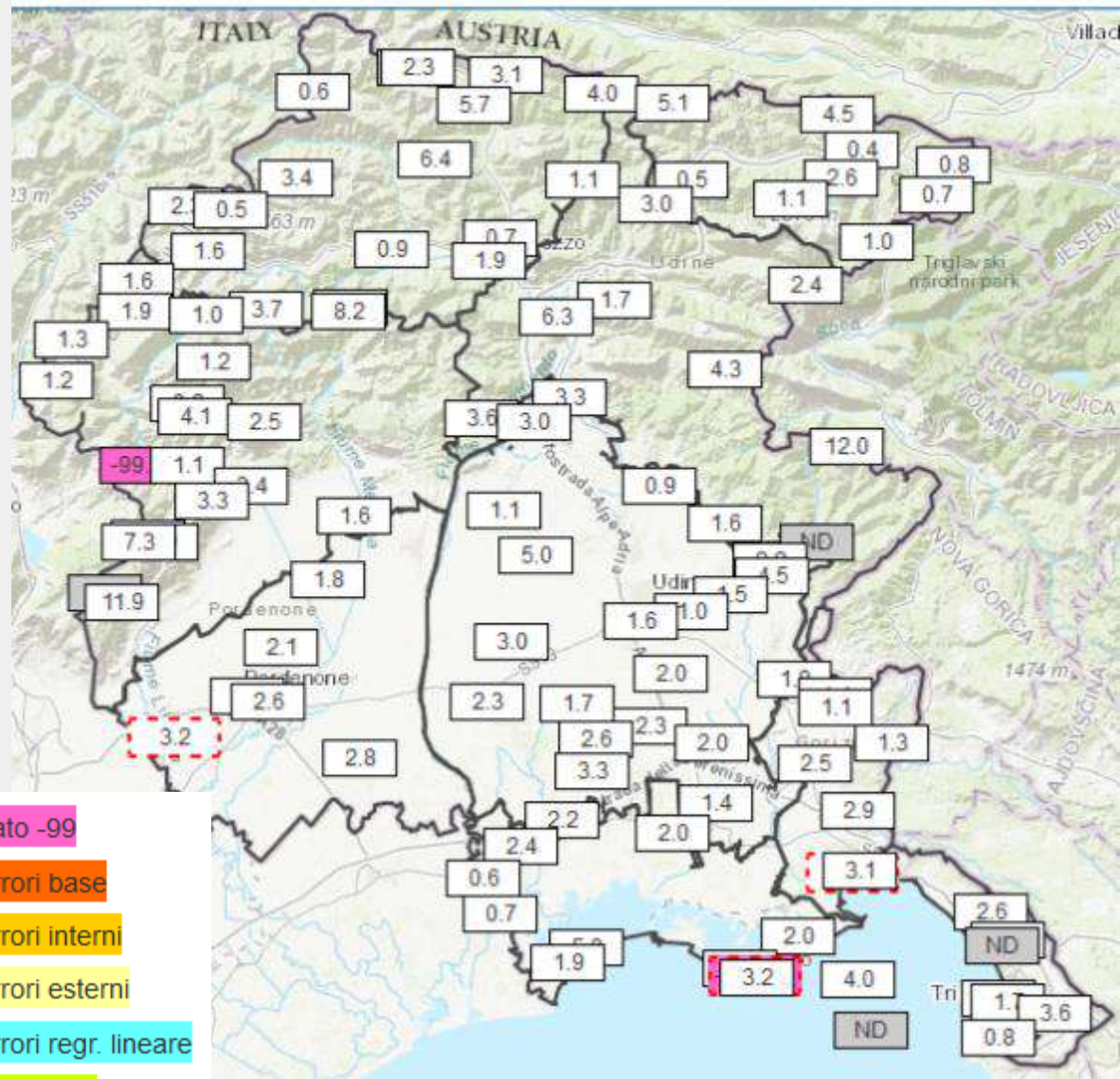
# Rete idrometeorologica regionale FVG

- circa 140 IGROMETRI

- dato -99
- errori base
- errori interni
- errori esterni
- errori regr. lineare
- fuori clima

# Rete idrometeorologica regionale FVG

- circa 110 ANEMOMETRI
- 110 BANDERUOLE



## **Necessità** di procedure informatiche di controllo automatico

Le procedure informatiche  
**non correggono,**  
**non cancellano,**  
**non invalidano autonomamente** il dato  
ma solo **segnalano** il problema.

## TEST AUTOMATICI

- **Esistenza dato**
- **Range**
- **Continuità**
- **Persistenza**
- **Controlli tra sensori nella stessa stazione**
- **Controlli incrociati tra stazioni**
- **Climatici**

## Controlli di Esistenza dato

## Controlli di Range: (DefinizioniVarMeteoOrarie.csv EccezioniVarMeteoOrarie.csv)

#NomeVariabile	range limite Basso	range limite alto
RR	0	130
T180	-20	60
U	8	100
BF	0	60
DD10	0	360
FF10	0	20
V10	0	35
V2	0	25
P	780	1050
RG	0	35000
TINS	0	60
T50	-20	50
T20	-20	50
T0	-20	50
TM10	-20	50
TM20	-20	50
DDVVmax	0	360
FF10max	0	40
TMareM200	0	45
Hneve	-5	250
Tsabbia5	-10	60
Tsabbia10	-10	60
Tsabbia15	-10	60
Tsabbia20	-10	60
TMareM40	0	45
TMareM15000	0	45
TMareMfondo	0	45

## Controlli di Continuità: (DefinizioniVarMeteoOrarie.csv EccezioniVarMeteoOrarie.csv)

le variazioni orarie massime devono essere inferiore al limite soglia stabilito

#NomeVariabile	Differenza max tra due ore successive
RR	130
T180	8
U	35
BF	60
DD10	360
FF10	10
V10	10
V2	7
P	5
RG	50000
TINS	60
T50	15
T20	20
T0	25
TM10	5
TM20	5
DDVVmax	360
FF10max	10
TMareM200	4
Hneve	100
Tsabbia5	8
Tsabbia10	8
Tsabbia15	8
Tsabbia20	8

## 6.1 Dati Orari: primi test

**Controlli di Persistenza:** (DefinizioniVarMeteoOrarie.csv EccezioniVarMeteoOrarie.csv) per valori compresi tra una soglia alta e una bassa, viene verificato che il dato non riporti lo stesso valore per n ore

#NomeVariabile	verifica per persistenza per valori superiori a	verifica per persistenza per valori inferiori a	Numero ore per persistenza (max23)
RR	0	130	4
T180	-20	60	4
U	-0.99	99	4
BF	0	59	4
DD10	-0.99	361	5
FF10	-0.99	20	5
V10	-0.99	35	5
V2	-0.99	25	5
P	600	1050	10
RG	500	35000	5
TINS	0	60	18
T50	-20	50	3
T20	-20	52	3
T0	-20	52	3
TM10	-20	52	10
TM20	-20	50	10
DDVVmax	-0.99	361	4
FF10max	-0.99	40	5
TMareM200	0	45	5
Hneve	0	250	15
Tsabbia5	-20	60	4
Tsabbia10	-20	60	7
Tsabbia15	-20	60	8
Tsabbia20	-20	60	10
TMareM40	0	45	5
TMareM15000	0	45	23
TMareMfondo	0	45	23

## 6.3 Dati Orari: Controlli Tra Sensori nella stessa stazione

(TestIncrociatiVarMeteoOrarie.csv)

### Pioggia:

Sigla Controllo	descrizione	A	B	C
HH_RR_01	<b>Precipitazioni significative con cielo sereno:</b> per RR superiore a (A) con TINS uguale a (B) e RG maggiore del ( C) della Radiazione Teorica	5	60	0.8
HH_RR_02	<b>Precipitazioni deboli non imputabili a rugiada:</b> per RR superiore a (A) con BF uguale a (B)	0.2	0	
HH_RR_03	<b>Precipitazioni imputabili all'oscillazione del pluviometro:</b> per RR superiore a (A) con BF uguale a (B) e V10 maggiore di ( C)	0.2	0	6
HH_RR_04	<b>Precipitazioni imputabili all'oscillazione del pluviometro:</b> per RR superiore a (A) con BF uguale a (B) e V2 maggiore di ( C)	0.2	0	4
HH_RR_05	<b>Precipitazioni imputabili all'oscillazione del pluviometro:</b> per RR superiore a (A) con V10 maggiore di (B)	0.2	8	
HH_RR_06	<b>Precipitazioni non correttamente rilevata causa neve:</b> per Pluviometro non riscaldato - RR superiore a (A) con T180 inferiore a (B)	0.2	1	



## 6.3 Dati Orari: Controlli Tra Sensori nella stessa stazione

(TestIncrociatiVarMeteoOrarie.csv)

### Temperatura - Umidità:

Sigla Controllo	descrizione	A	B	C	D	E
HH_T180_01	<b>Temperatura a 180 maggiore a T 50 di giorno-</b> con cielo sereno- senza pioggia: per T180 superiore a (A) con (1) T180 superiore (T50+scarto ammesso( B)) e (2) RG maggiore del (C) della Radiazione Teorica e (3) Radiazione Teorica superiore a (D) e (4) RR superiore a (E)	- 20	0. 5	0.8	60	0.4
HH_T50_01	<b>Temperatura a 50 maggiore a T 0 di giorno-</b> con cielo sereno- senza pioggia: per T50 superiore a (A) con (1) T50 superiore (T0+scarto ammesso( B)) e (2) RG maggiore del (C) della Radiazione Teorica e (3) Radiazione Teorica superiore a (D) e(4) RR superiore a (E)	- 20	0. 5	0.8	60	0.4
HH_T180_02	<b>Temperatura a 180 inferiore a T 50 di notte:</b> per T180 superiore a (A) con T180 inferiore (T50-scato ammesso( B)) e Radiazione Teorica inferiore a (C)	- 20	0. 5	60	-	-
HH_T50_02	<b>Temperatura a 50 inferiore a T 0 di notte:</b> per T50 superiore a (A) con T50 inferiore (T0-scato ammesso( B)) e Radiazione Teorica inferiore a (C)	- 20	0. 5	60	-	-
HH_U_01	Per <b>variazioni positive orarie dalla temperatura superiori</b> ad (A) corrispondono variazioni positive dell'umidità pari a (B) o viceversa	2	5	-	-	-

## 6.4 Dati Orari: Controlli Incrociati tra Stazioni

# Variabili **non** dipendenti dalla quota:

Pioggia, umidità, radiazione, tempo d' insolazione e temperatura del mare

# Variabili **dipendenti** dalla quota:

Temperatura dell'aria, temperatura del suolo e pressione

## 6.4 Dati Orari: Controlli Incrociati tra Stazioni

# Variabili **non** dipendenti dalla quota

- **Distanza massima:** (DefinizioniVarMeteoOrarie.csv EccezioniVarMeteoOrarie.csv)
- **Dati validi:** superati i test di range, continuità, persistenza
- Con 4 staz → statistiche: min, media, max, dev. Sd.

**Il dato in esame **passa** il test**

**| Dato-media |  
inferiore**

**$n * \text{dev. st} + \text{scarto assoluto}$  comunque ammesso**

## 6.4 Dati Orari: Controlli Incrociati tra Stazioni

# Variabili dipendenti dalla quota

- **Tutte le stazioni (escluse stazioni costa)**
- **Dati validi:** superati i test di range, continuità, persistenza  
**NO CLIMA**
- **Regressione quota Vs. variabile** (iterazione processo con eliminazioni stazioni distanti dalla regressione )

Dato calcolato = quota \* pendenza + intercetta

**Con  $r^2 > 0.5$  il dato in esame passa il test**

**| Dato misurato – dato calcolato |  
inferiore**

**$n * \text{dev. St (residui)} + \text{scarto ass. comunque ammesso}$**

## 6.4 Dati Orari: Controlli Incrociati tra Stazioni

# Variabili dipendenti dalla quota

regressione lineare



codice	Tipo di Flag	Descrizione
-9500	Segnalazione anomalia dato	Il dato non esiste (mancante)
-9400	Segnalazione anomalia dato	Il dato non e' valido ( -99   -98 )
-9000	Segnalazione anomalia dato	Fuori range strumentale
-8900	Segnalazione anomalia dato	Fuori range ambientale
-8500	Segnalazione anomalia dato	Il dato e' persistente
-8000	Segnalazione anomalia dato	dV/dT elevato (salto)
-5101	Segnalazione anomalia dato	Differenza max giornaliera di tensione
-5051	Segnalazione anomalia dato	Dato giornaliero non compatibile con i dati orari
-5006	Segnalazione anomalia dato	Precipitazioni non correttamente rilevate causa neve
-5004	Segnalazione anomalia dato	Precipitazioni imputabili all'oscillazione del pluviometro ( V2 + BF )
-5003	Segnalazione anomalia dato	Precipitazioni imputabili all'oscillazione del pluviometro
-5002	Segnalazione anomalia dato	Precipitazioni deboli non imputabili a rugiada
-5001	Segnalazione anomalia dato	Precipitazioni significative con cielo sereno
-4202	Segnalazione anomalia dato	V2 nullo con V10 maggiore della soglia
-4201	Segnalazione anomalia dato	V2 non congruente con V10
-4101	Segnalazione anomalia dato	V10 non congruente con V2
-4002	Segnalazione anomalia dato	Temperatura a 180cm inferiore a T50 di notte
-4001	Segnalazione anomalia dato	Temperatura a 180cm maggiore a T50 di giorno con cielo sereno senza pioggia
-3952	Segnalazione anomalia dato	Temperatura a 50cm inferiore a T0 di notte
-3951	Segnalazione anomalia dato	Temperatura a 50cm maggiore a T0 di giorno con cielo sereno senza pioggia
-3901	Segnalazione anomalia dato	Bagnatura nulla con piogge significative
-3801	Segnalazione anomalia dato	Raffica massima oraria inferiore alla raffica ultimi 10 min
-3709	Segnalazione anomalia dato	Strumento ghiacciato
-3601	Segnalazione anomalia dato	dU e dT180 non congruenti
-2002	Segnalazione anomalia dato	Alto vs. stazioni vicine
-2001	Segnalazione anomalia dato	Basso vs. stazioni vicine
-1902	Segnalazione anomalia dato	Piove solo qui
-1901	Segnalazione anomalia dato	Non piove solo qui
-1801	Segnalazione anomalia dato	Pioggia diversa nella stazione molto vicina
-1005	Segnalazione anomalia dato	Precipitazioni imputabili all'oscillazione del pluviometro (V10)
-900	Segnalazione anomalia dato	Grande outlier
-501	Segnalazione anomalia dato	Fuori da regressione lineare ( stazione di costa )
-500	Segnalazione anomalia dato	Fuori da regressione lineare
0	Dato non sottoposto a controllo automatico	Dato inserito da procedure automatiche non controllato
500	Segnalazione anomalia dato	Dato fuori clima
999	Intervento operatore	Modificato manualmente â€” da testare
1000		Controllo dati completato correttamente
1001	Intervento operatore	Originale â€” test non superati â€” approvato dall'operatore
1049	Intervento operatore	Originale â€” non sottoposto a test â€” approvato dall'operatore
1050	Intervento operatore	Modificato manualmente â€” non sottoposto a test â€” approvato dall'operatore
1100	Intervento operatore	Modificato manualmente â€” test non superati â€” approvato dall'operatore
1200	Intervento operatore	Modificato manualmente â€” test superati â€” approvato dall'operatore
1500	Intervento operatore	Originale â€” test superati â€” approvato dall'operatore
2000	Intervento operatore	Dato corretto manualmente dall'operatore

# Prima Uscita dei controlli automatici: Sub set dati validi .... Con diversi buchi

giorno	ora (UTC)	numero_stazione	rr	t	Rh	V2	rG	T0	BF	V10
15	0	1	0	15.5	94.6	0.6	1	12.9	28	1.6
15	0	2	0	15	99.4	0	0	13.9	60	0.7
15	0	3	-99	17.4	79.3	0	0	15.9	0	0.6
15	0	4	0	17	80.6	1	3	16	0	1.7
15	0	5	0	16.2	80.6	1.1	1	12.5	0	2.3
15	0	6	0	15.6	90	0.4	0	14.6	0	1.6
15	0	7	0	16.1	91.2	0.9	9	12.6	51	1.9
15	0	8	0	15.4	90	0.2	0	12.7	31	1.7
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	0	245	0	0.2	90	-99	0	-99	-99	-99
15	0	246	0	14.2	86	-99	0	-99	-99	-99
15	0	247	0	14.4	91	-99	0	-99	-99	-99
15	0	248	0	17	63	-99	0	-99	-99	-99
15	0	249	0	20.9	45	-99	0	-99	-99	-99
15	0	250	0	19.5	53	-99	0	-99	-99	-99
15	0	251	0	14.5	70	-99	18.6	-99	-99	-99
15	0	252	0	13.9	82	-99	-99	-99	-99	-99

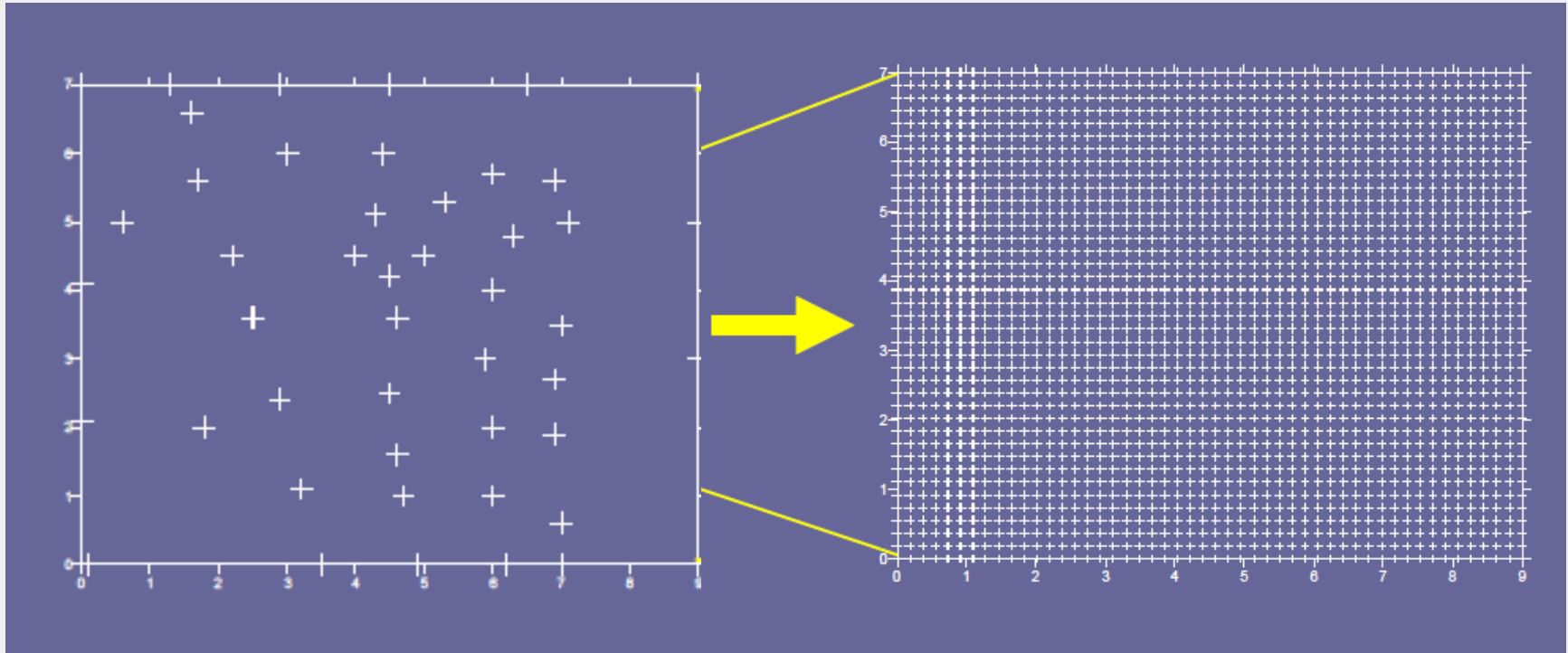
**2 possibilità :**

**1) ricostruisco i dati mancanti**

**2) interpolo dati  
su una griglia  
regolare**



# 2) interpolo dati su una griglia regolare



reti stazioni

controlli

dataora

inizio 2024-02-10 00:00 UTC

fine 2024-02-12 00:00 UTC

dati

tipo dato cumulato

misura RR\_TOT

opzioni

algoritmo Natural Neighbour

palette percentili

controlli

carica dati

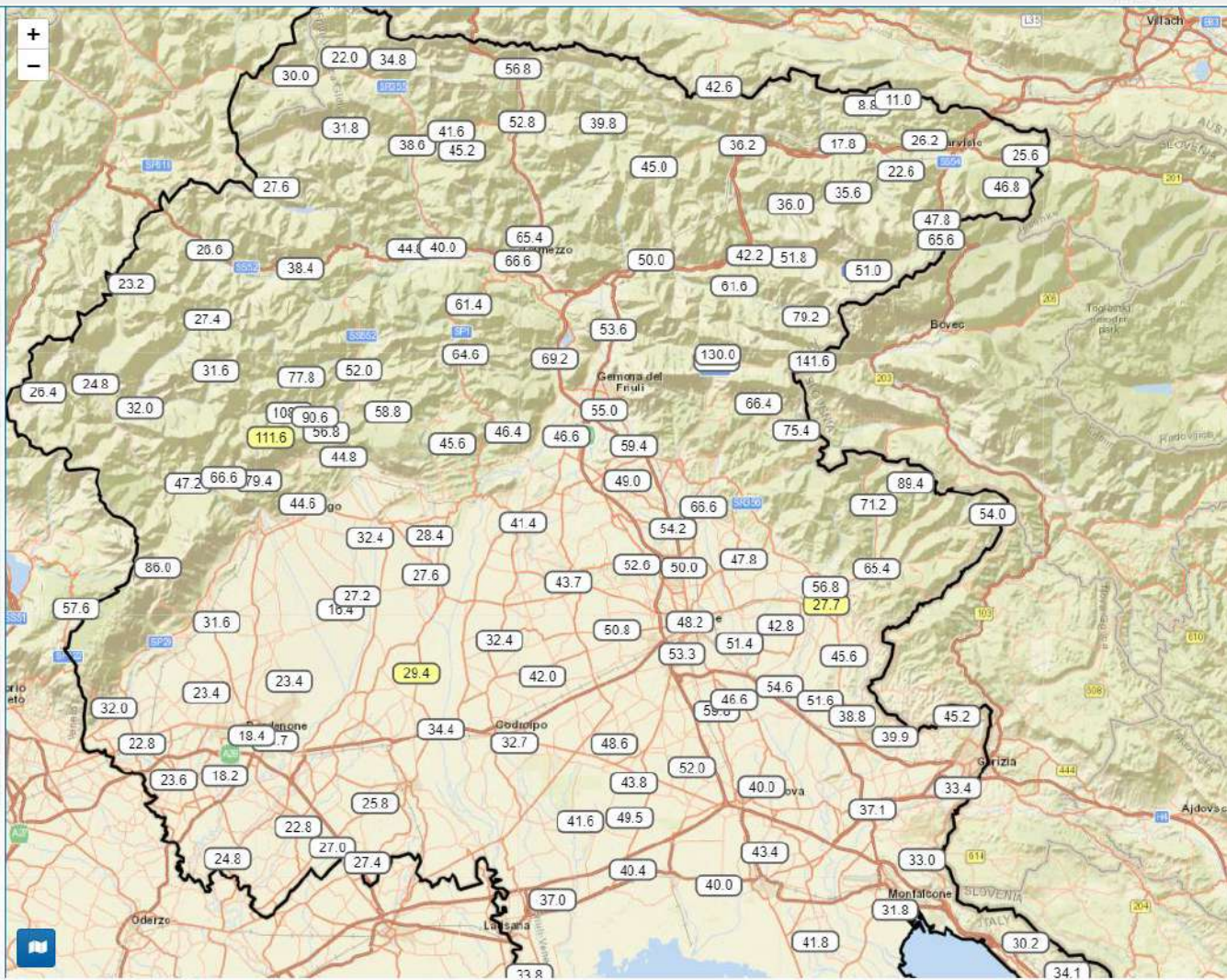
anteprima

scarica progetto

fulminazione

filtri

layers



reti stazioni

controlli

dataora

inizio 2024-02-10 00:00 UTC

fine 2024-02-12 00:00 UTC

dati

tipo dato cumulato

misura RR\_TOT

opzioni

algoritmo Natural Neighbour

palette default

controlli

carica dati

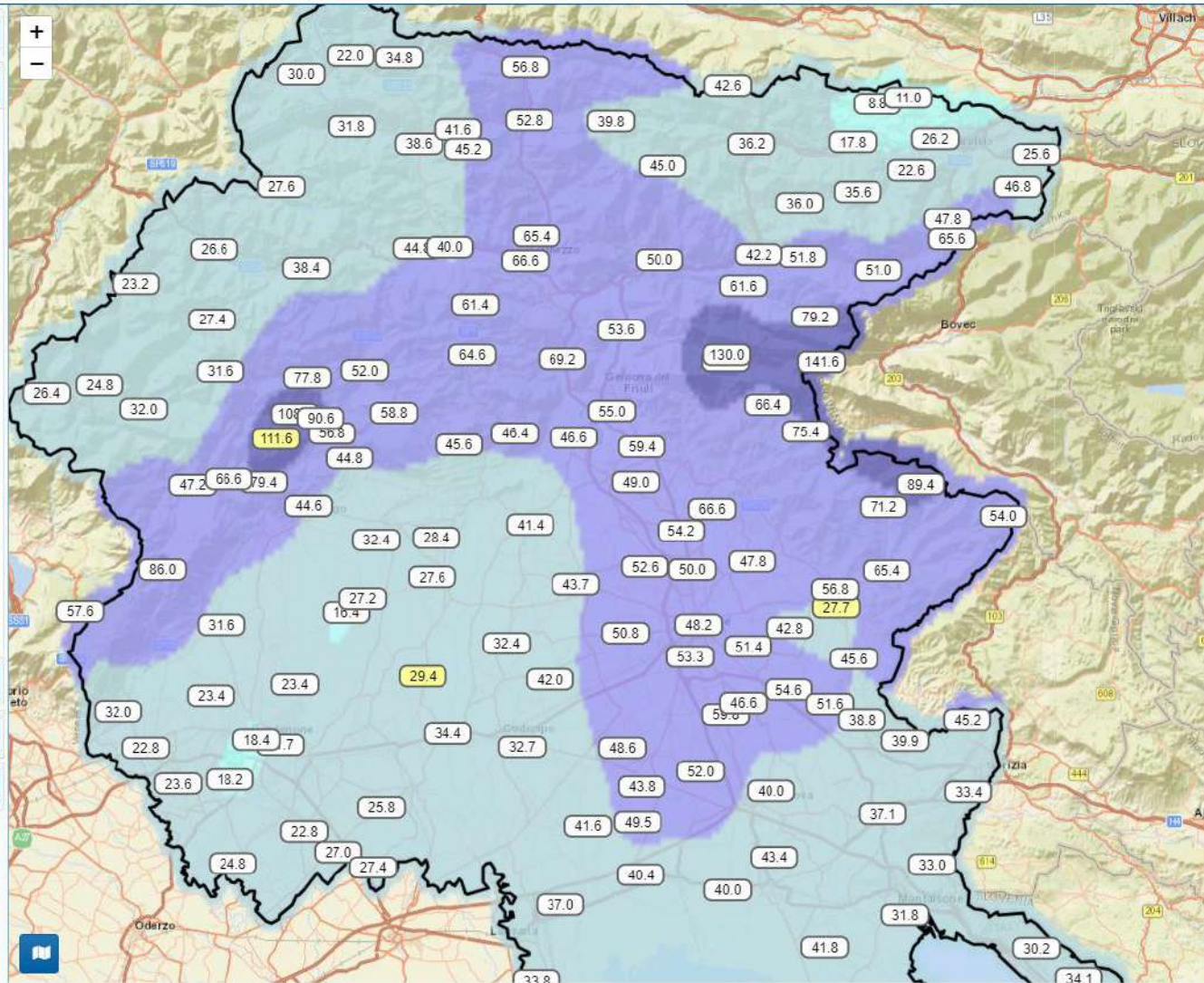
anteprima

scarica progetto

fulminazione

filtri

layers



reti stazioni

controlli

dataora  
inizio 2024-02-10 00:00 UTC  
fine 2024-02-12 00:00 UTC

dati  
tipodato cumulato  
misura RR\_TOT

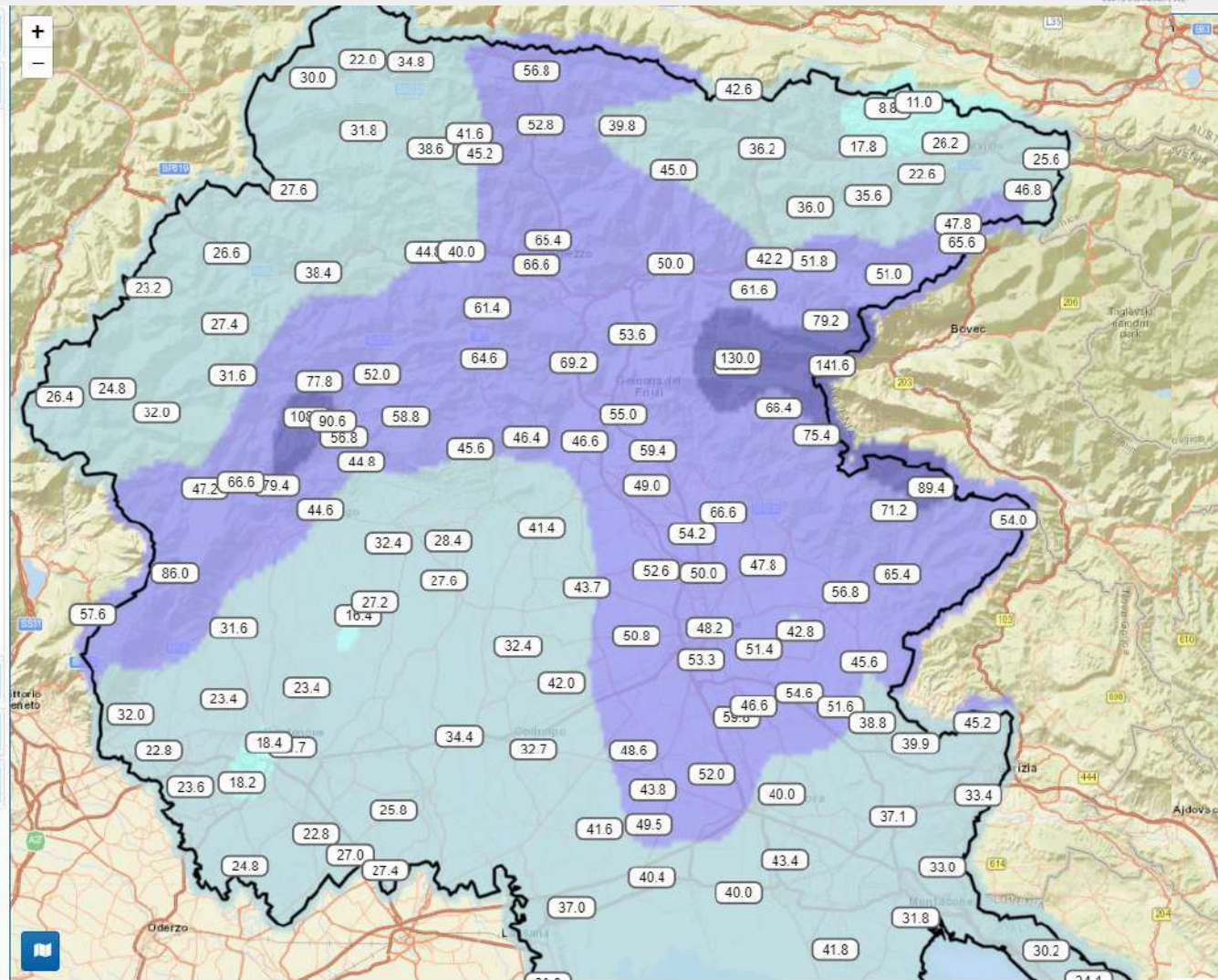
opzioni  
algoritmo Natural Neighbour  
palette default

controlli  
carica dati | anteprima | scarica progetto

fulminazione

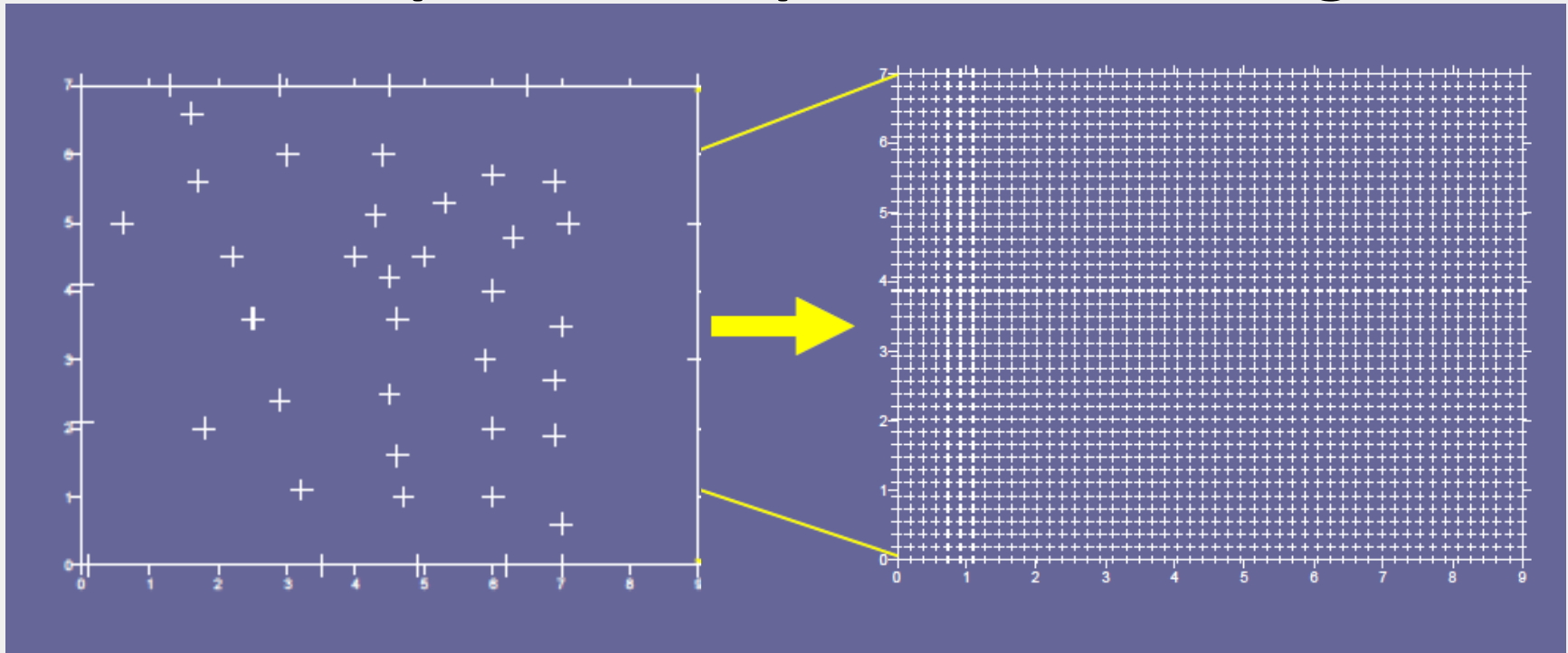
filtri

layers



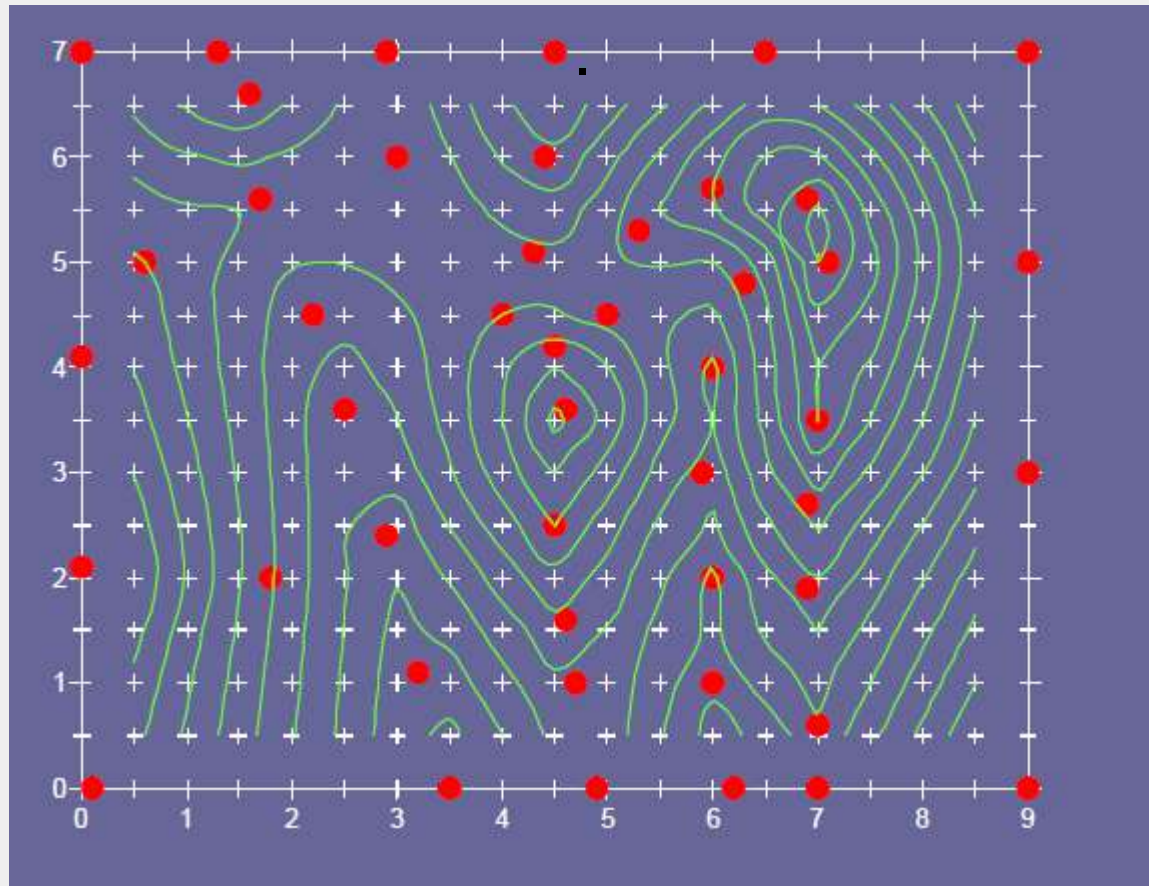
# Variabili non o poco dipendenti dalla topologia

## Interpolazione Spaziale - Gridding



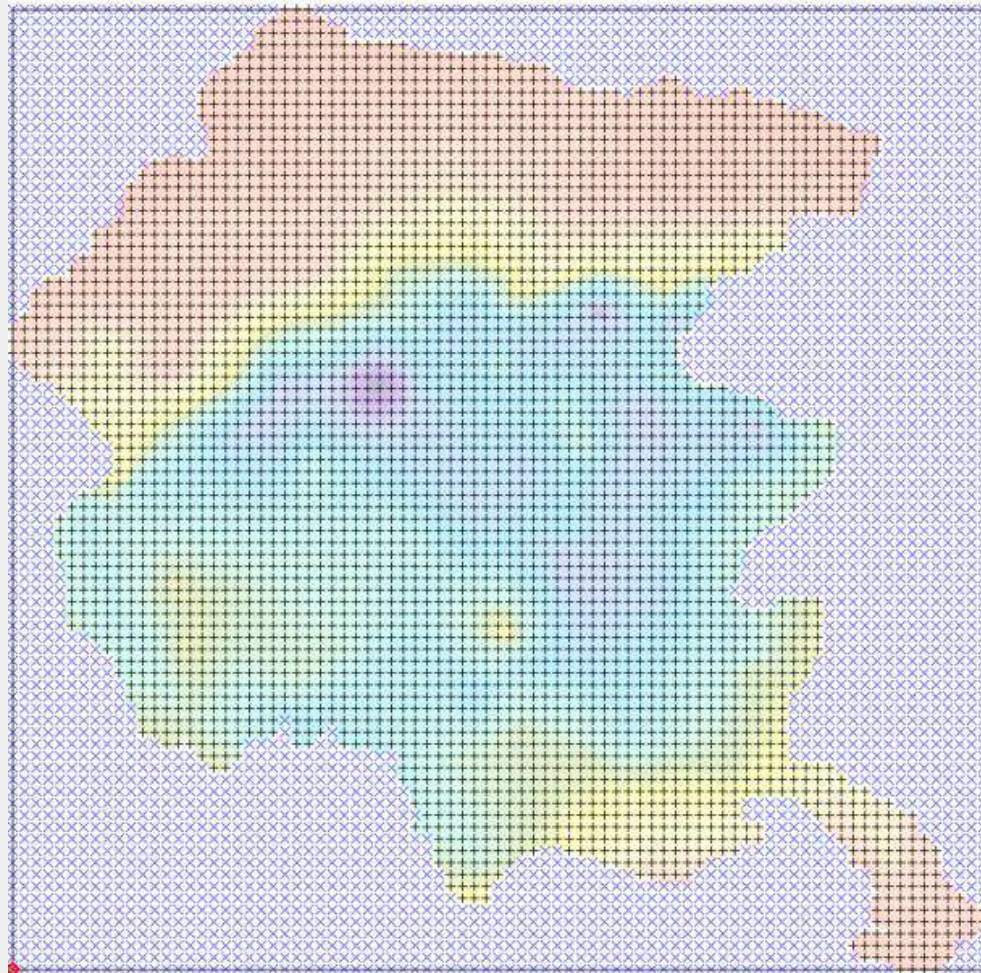
Con il processo di *interpolazione spaziale* viene ricostruito l'andamento di una determinata variabile secondo una griglia regolare di nodi, equamente spaziata, a partire da una serie di valori discreti ed irregolarmente distribuiti nello spazio

Operativamente si utilizza per l'interpolazione il metodo  
**NATURAL NEIGHBOR**



Il *Natural Neighbor* è un metodo di interpolazione **esatto** e **non estrapola**.

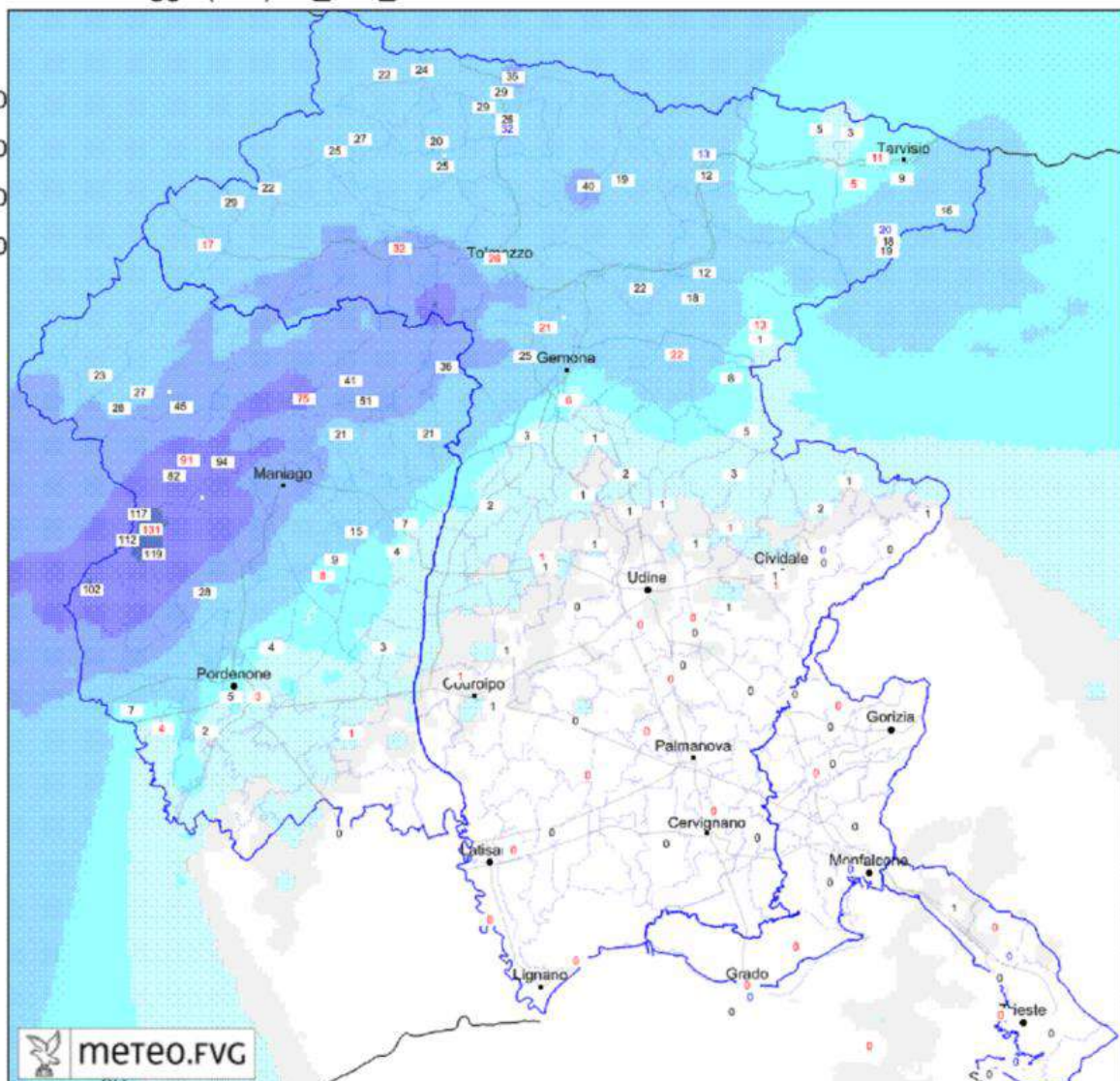
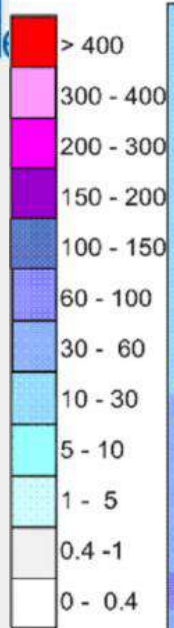
## Griglia pioggia tipo



Grid Size: 244 rows x 248 columns  
 X Spacing: 500  
 Y Spacing: 500

### Grid Geometry

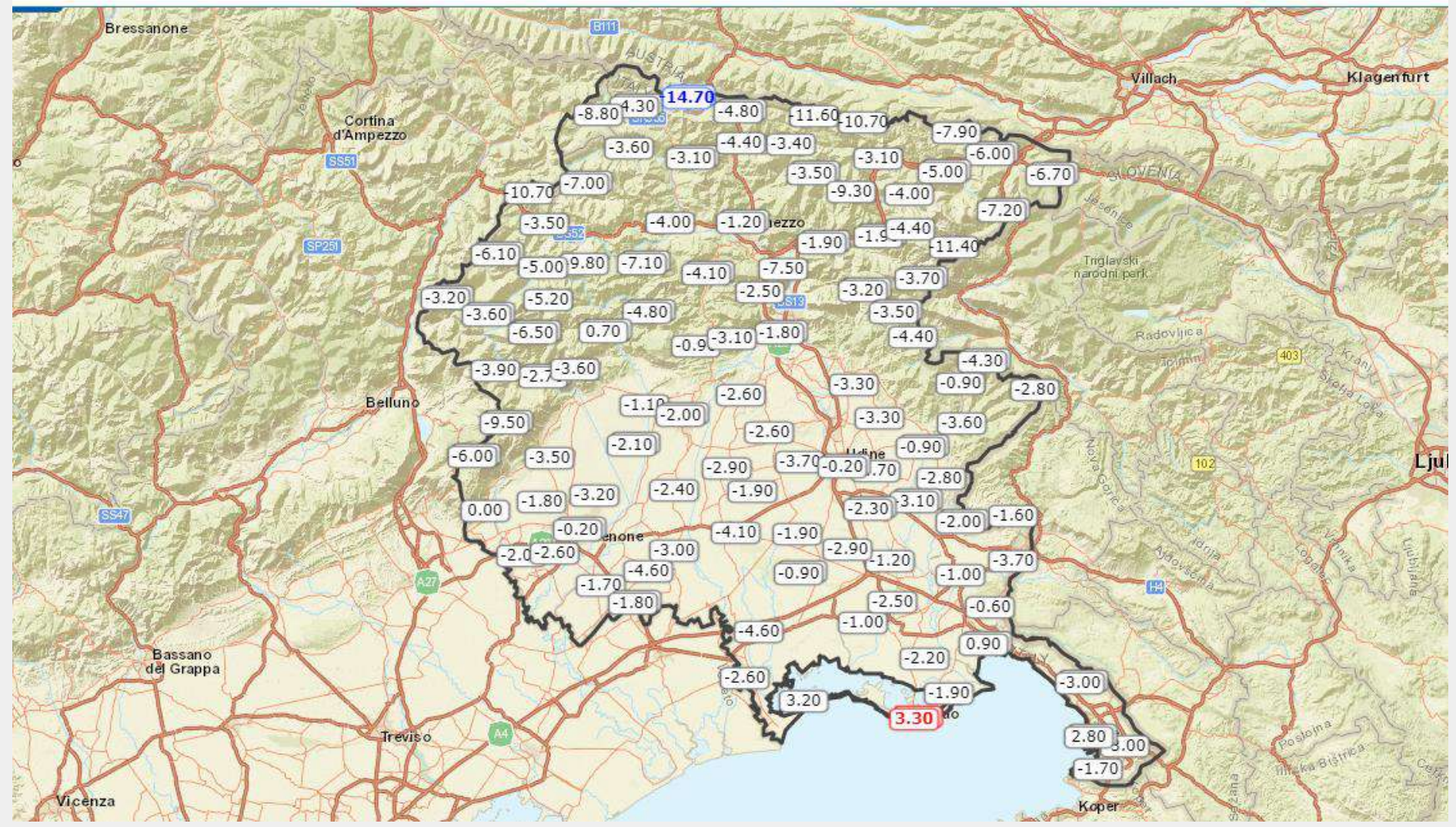
X Minimum: 2313000  
 X Maximum: 2436500  
  
 Y Minimum: 5047500  
 Y Maximum: 5169000



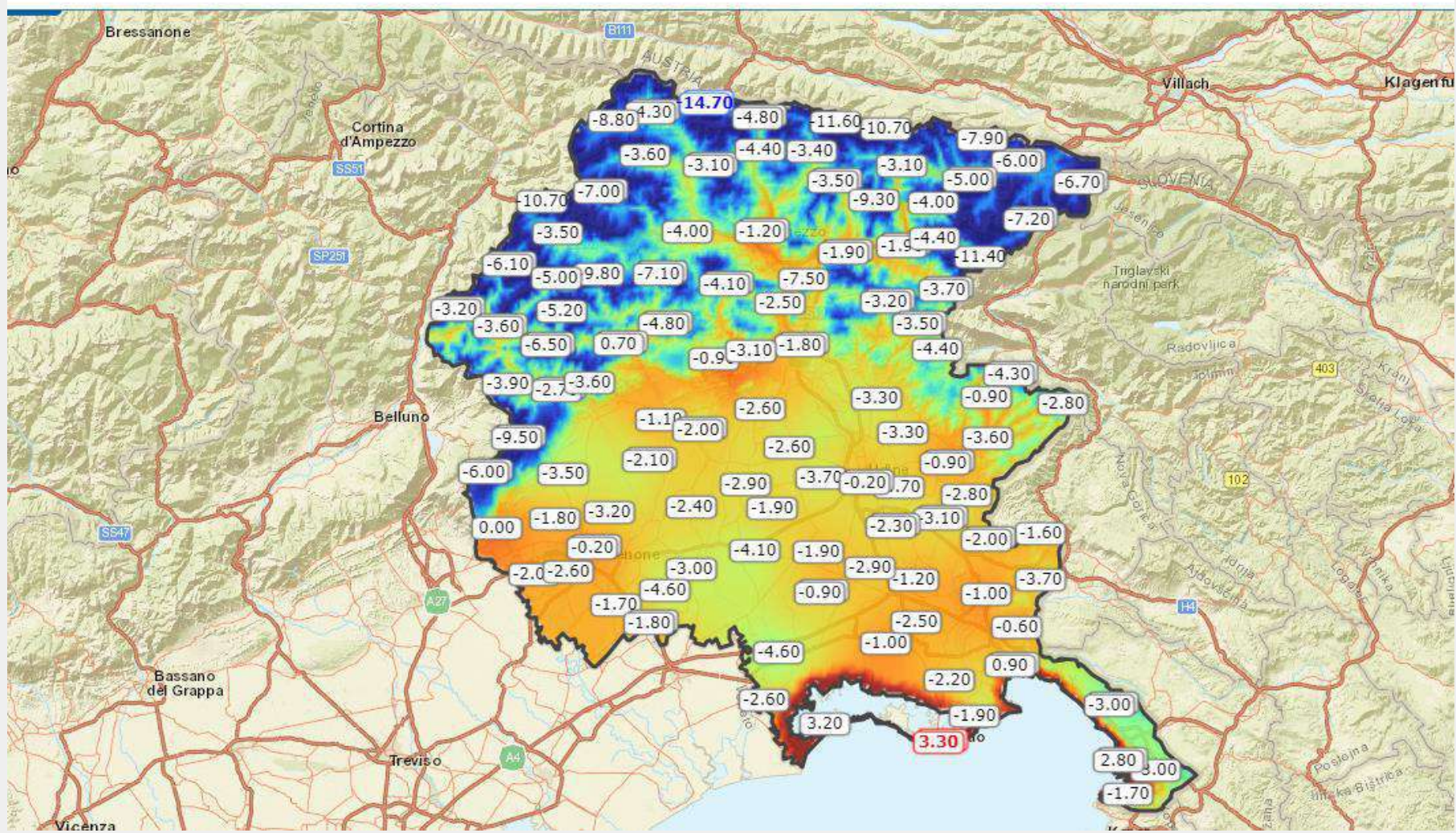
Possibilità di correggere le mappe ottenute dalle stazioni  
**Con le misure da radar.**



inizio 2021-04-07 00:00 fine 2021-04-07 23:00 UTC tipo min T180\_MIN anteprima scarica progetto



inizio 2021-04-07 00:00 fine 2021-04-07 23:00 UTC tipo min T180\_MIN [anteprima](#) [scarica progetto](#)



inizio 2021-04-07 00:00

fine 2021-04-07 23:00

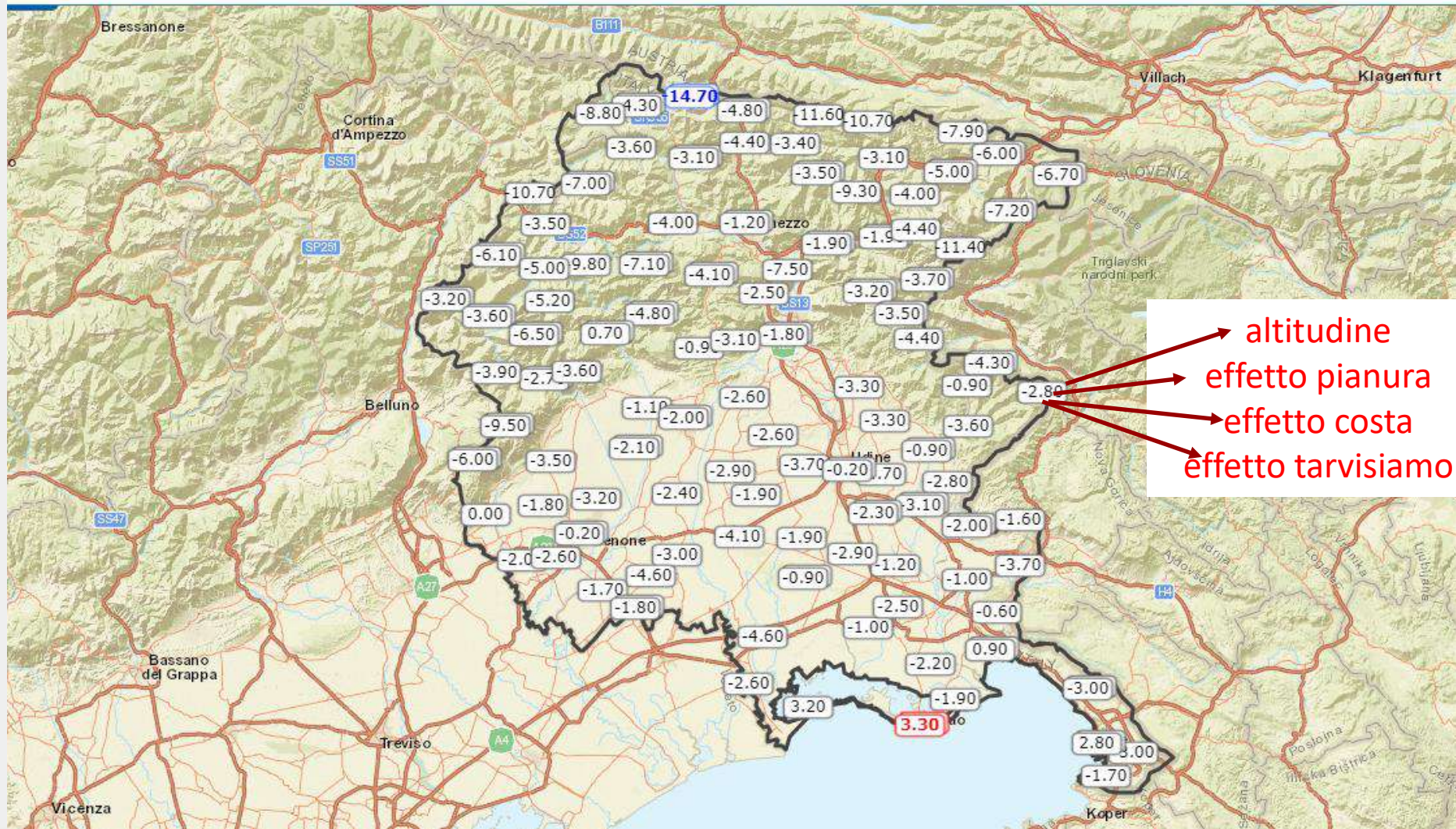
UTC

tipo min

T180\_MIN

anteprima

scarica progetto



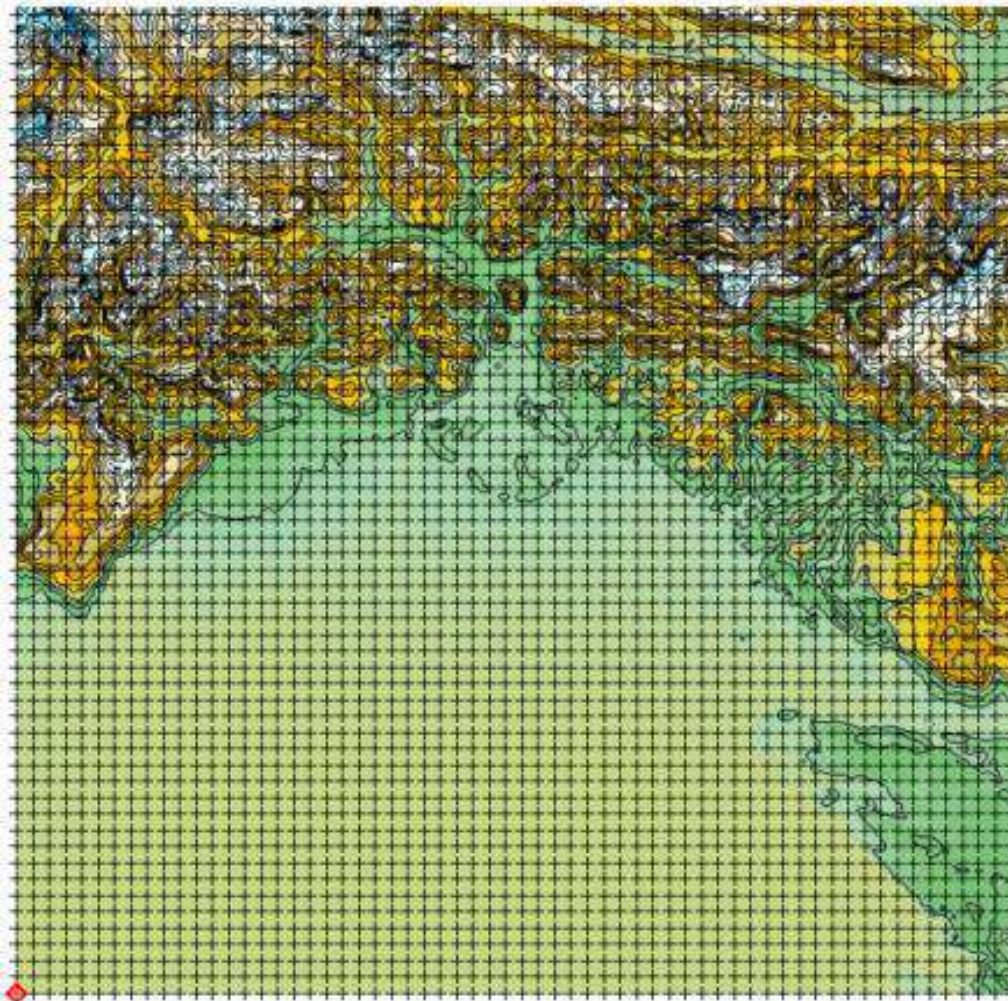
- altitudine
- effetto pianura
- effetto costa
- effetto tarvisiano

# Variabili dipendenti dalla topologia

## Multiregressioni

$$T = b_0 + m_1 * \text{altitudine} + m_2 * \text{effetto pianura} + \\ + m_3 * \text{effetto costa} + m_4 * \text{effetto tarvisiano}$$

## Griglia Altitudine ( DEM)

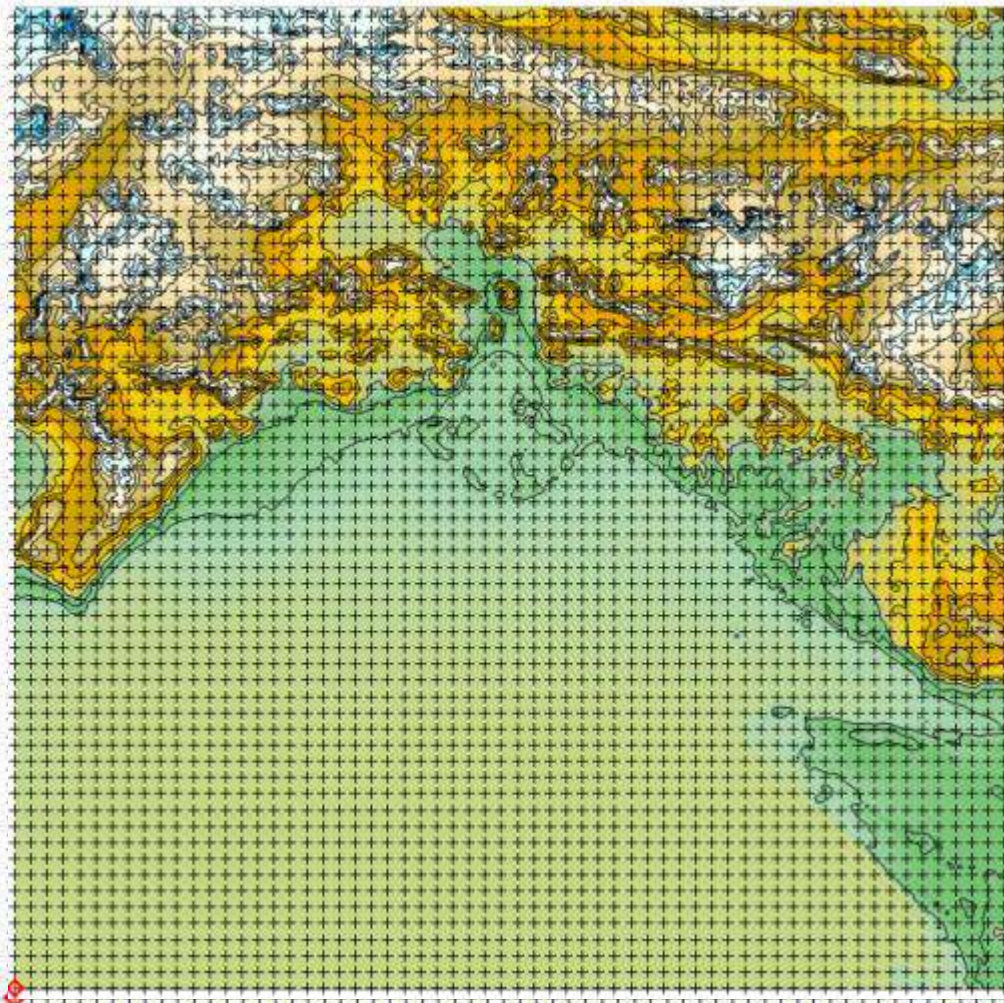


Grid Size: 243 rows x 246 columns  
 X Spacing: 500  
 Y Spacing: 500

### Grid Geometry

X Minimum: 2313000  
 X Maximum: 2435500  
 Y Minimum: 5048000  
 Y Maximum: 5169000  
 Z Minimum: 0  
 Z Maximum: 2940

# Griglia Altitudine modificata



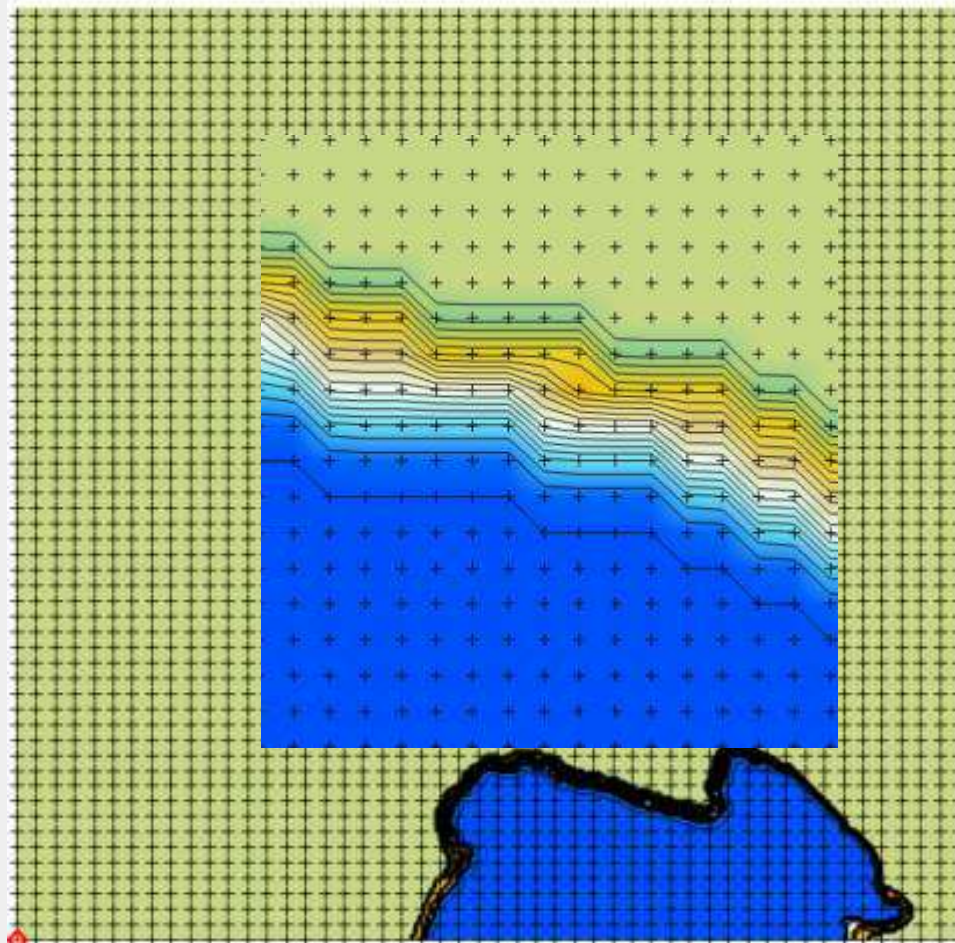
$h'$  è definito nel seguente modo  
 se vallosità < -20  $h'$  = altezza mediata  
 se vallosità > 0  $h'$  = quota

Grid Size: 243 rows x 246 columns  
 X Spacing: 500  
 Y Spacing: 500

## Grid Geometry

X Minimum: 2313000  
 X Maximum: 2435500  
 Y Minimum: 5048000  
 Y Maximum: 5169000  
 Z Minimum: 0  
 Z Maximum: 2940

## Griglia effetto costa



Giudizio esperto

01 sul mare / 0 a 2-3-km dalla costa

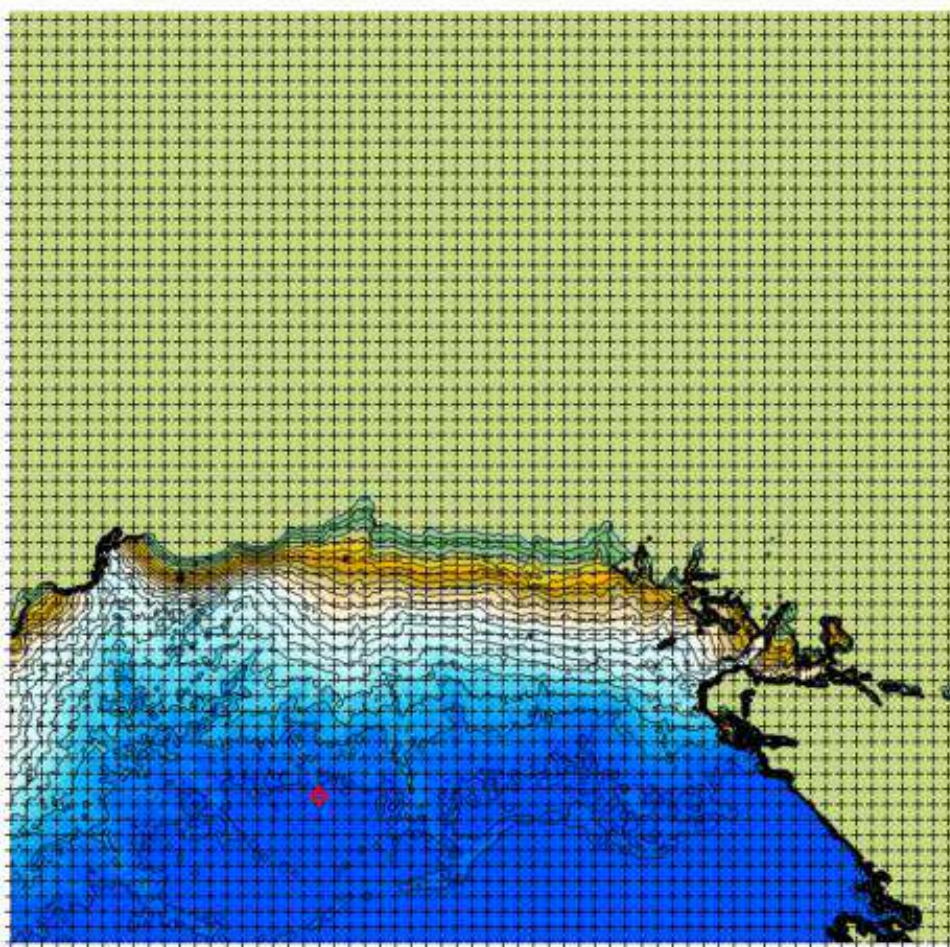
Grid Size: 243 rows x 246 columns  
 X Spacing: 500  
 Y Spacing: 500

### Grid Geometry

X Minimum: 2313000  
 X Maximum: 2435500  
 Y Minimum: 5048000  
 Y Maximum: 5169000

Z Minimum: 0  
 Z Maximum: 1

## Griglia effetto pianura



$\max(0; 100 - \text{quota})$

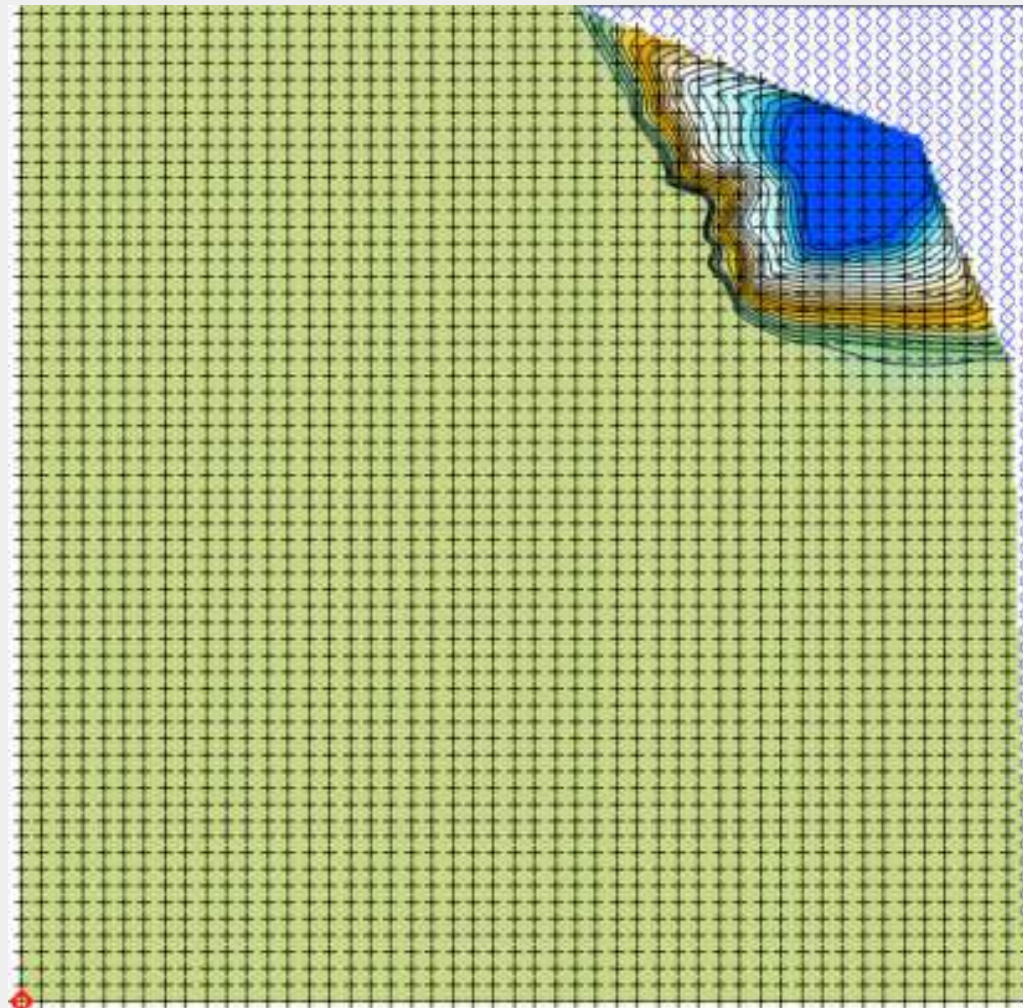
Grid Size: 243 rows x 246 columns  
 X Spacing: 500  
 Y Spacing: 500

### Grid Geometry

X Minimum: 2313000  
 X Maximum: 2435500  
 Y Minimum: 5048000  
 Y Maximum: 5169000  
 Z Minimum: 0  
 Z Maximum: 100



## Griglia effetto Tarvisiano



Grid Size: 243 rows x 246 columns  
 X Spacing: 500  
 Y Spacing: 500

### Grid Geometry

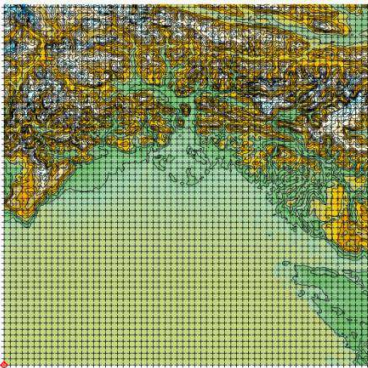
X Minimum: 2313000  
 X Maximum: 2435500  
 Y Minimum: 5048000  
 Y Maximum: 5169000  
 Z Minimum: 0  
 Z Maximum: 1

Giudizio esperto

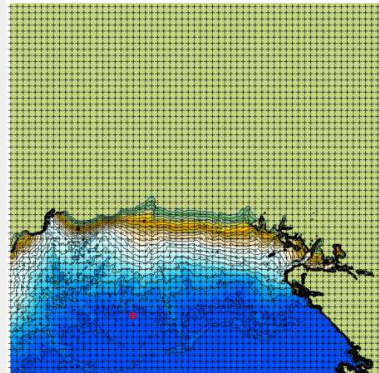
Per determinare  
ogni singolo punto utilizzo la funzione

$$T = b_0 + m_1 * \text{altitudine} + m_2 * \text{effetto pianura} + m_3 * \text{effetto costa} + m_4 * \text{effetto tarvisiano}$$

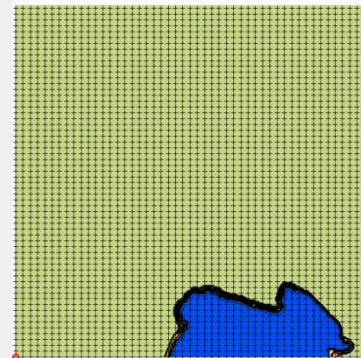
altitudine



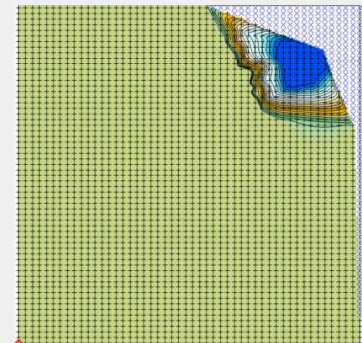
effetto pianura



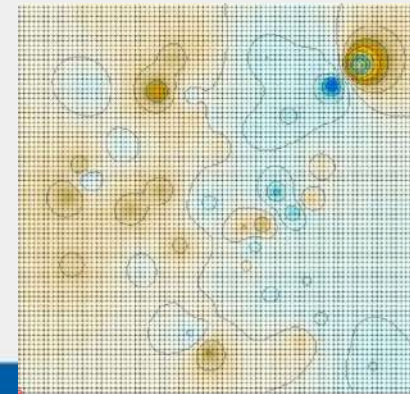
effetto costa



effetto tarvisiano

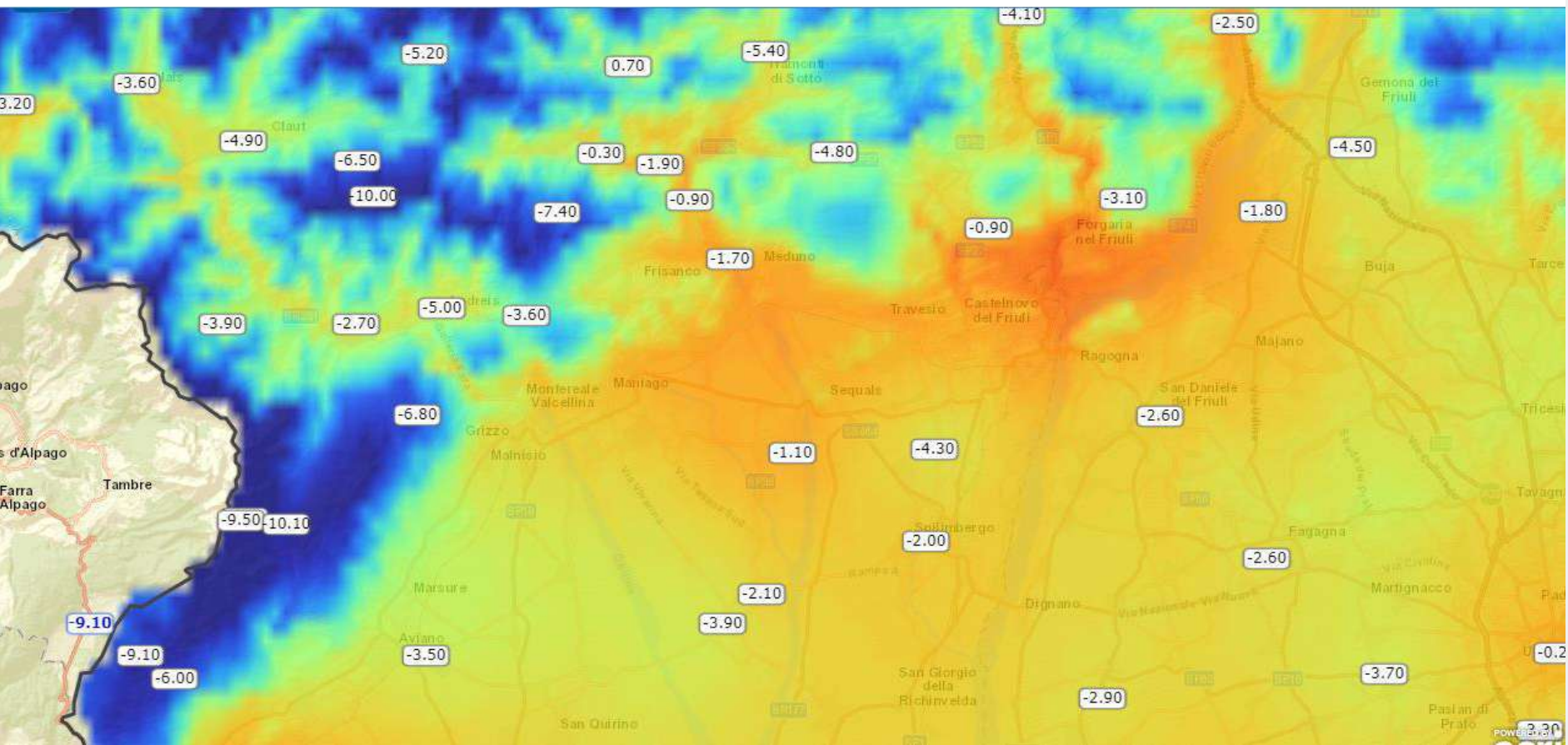


+ errore (interpolato con IDW)



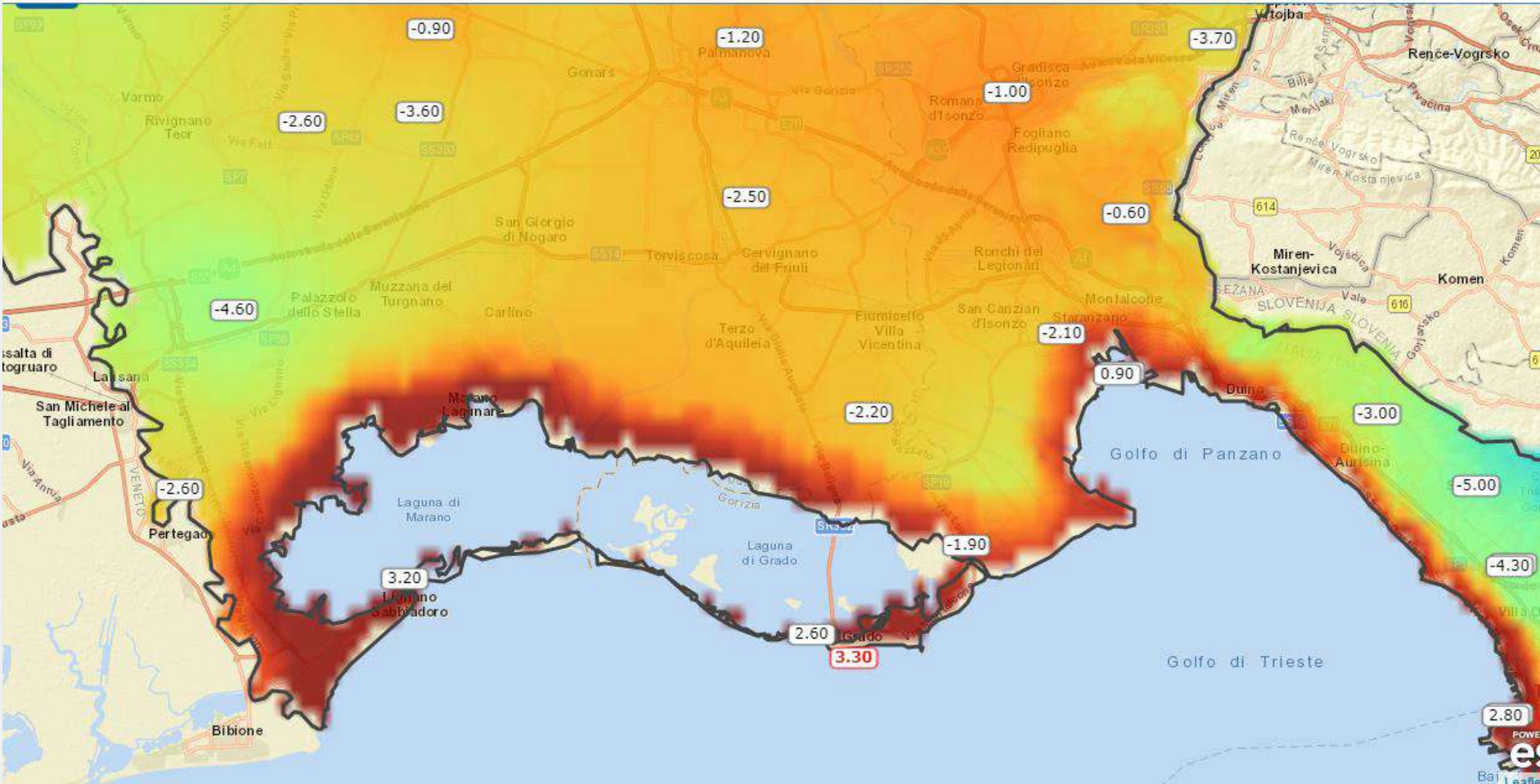
inizio 2021-04-07 00:00 fine 2021-04-07 23:00 UTC tipo min T180\_MIN anteprima scarica progetto

info grigliato



inizio 2021-04-07 00:00 fine 2021-04-07 23:00 UTC tipo min T180\_MIN anteprima scarica progetto

info grigliato



**Acquisizione dati dalle stazioni**

**Validazione automatica dei dati**

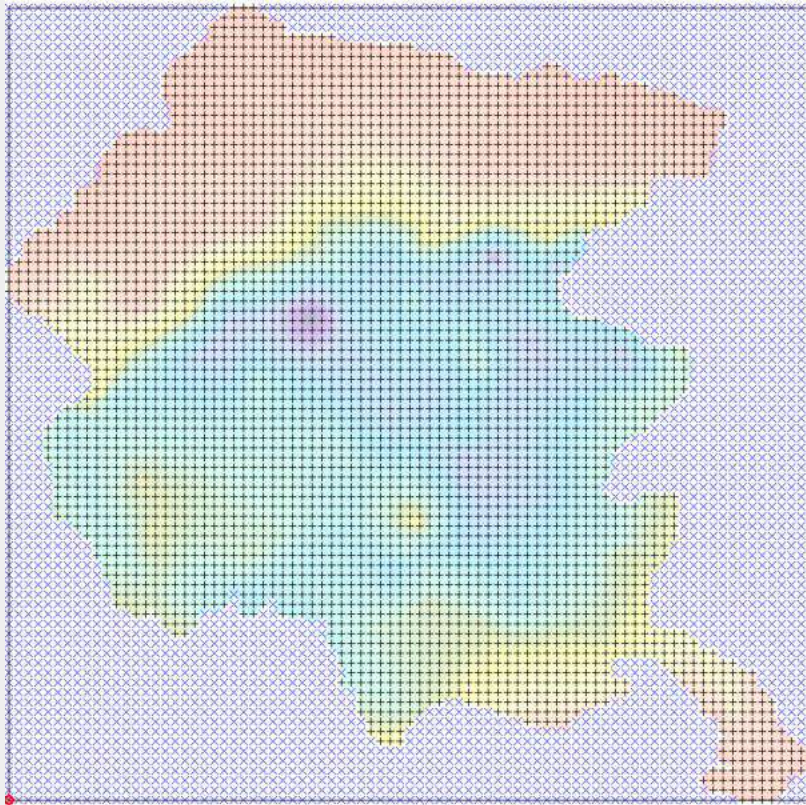
**Interpolazione dei dati validati  
automaticamente**

**Eventuale correzione con i dati del  
RADAR**

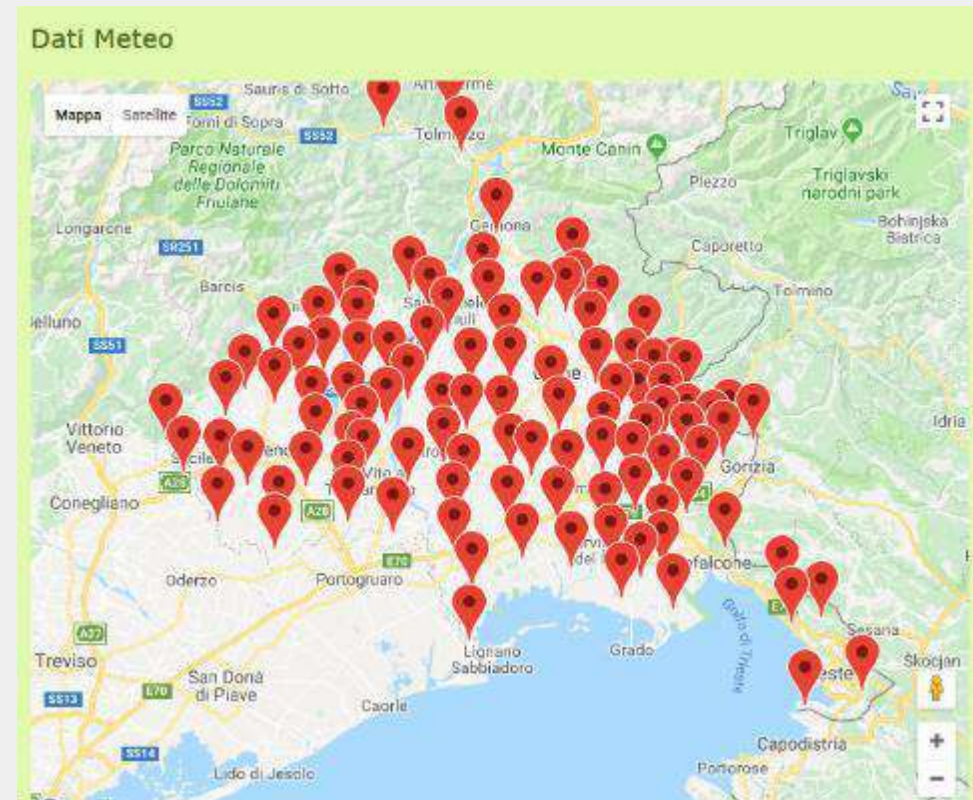
# USCITE

## I dati meteo orari e giornalieri completi su

- Griglia



- Su punti predefiniti estratti da griglie (dati di località)



# Controllo manuale degli allarmi automatici per la rete di riferimento (200 stazioni)

**validazione/invalidazione  
eventuale ricostruzione**

**150 Pioggia**

**160 Temperatura**

**70 Umidità**

**60 Vento**

**30 Pressione**

**40 Rg**

.....

## Quanto lavoro c'è ?

### Dati orari di

- 47 Pluviometri
- 51 Termometri

**dal 01/01/2017 al 29/5/2018**



## Quanto lavoro c'è ?

**578'993 dati orari di pioggia**

**8'485** dati orari, circa **l'1.5 %**, non hanno passato i controlli automatici o sono stati comunque trattati manualmente

## Quanto lavoro c'è ?

**628'269 dati orari di Temperatura**

**5'888** dati orari, circa **l'1 %**, non hanno  
passato i controlli automatici

## Quanto lavoro c'è ?

**628'269 dati orari di Temperatura**

**10'743** dati orari, circa **l'1.7 %**, sono stati corretti o annullati in assenza di segnalazioni !!!!!

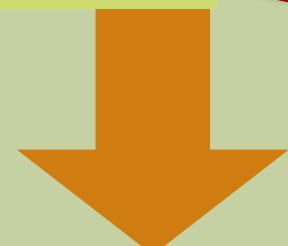
**DERIVE!**

**N° sufficiente di stazioni di misura ben rappresentative del territorio**

**Qualità dei dati adeguata a tutti i campi di utilizzo (max esigenze climatologia)**



**Risorse adeguate & Ottimizzazione del sistema**



**Buona Pianificazione Rete stazioni**

**Attento controllo dati**

**Assidua Manutenzione**

**Acquisizione dati dalle stazioni**

**Validazione automatica dei dati**

**Interpolazione dei dati validati automaticamente**

**Eventuale correzione con i dati del RADAR**

**Validazione manuale dei dati**

**Ri-interpolazione di tutti i dati validati**

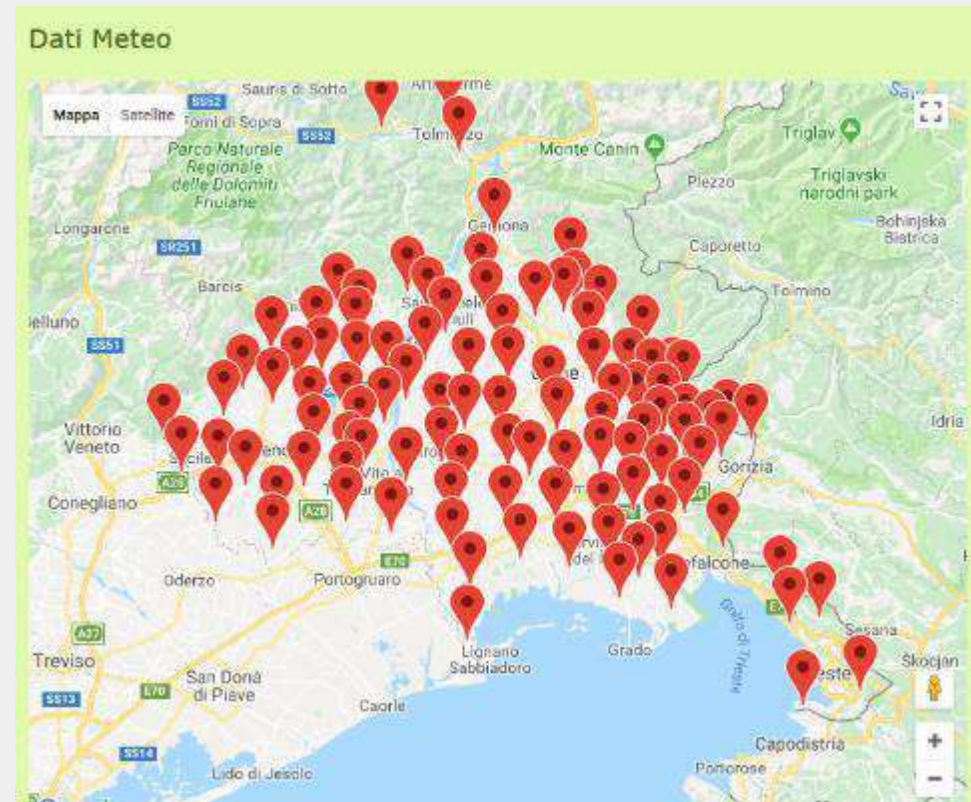
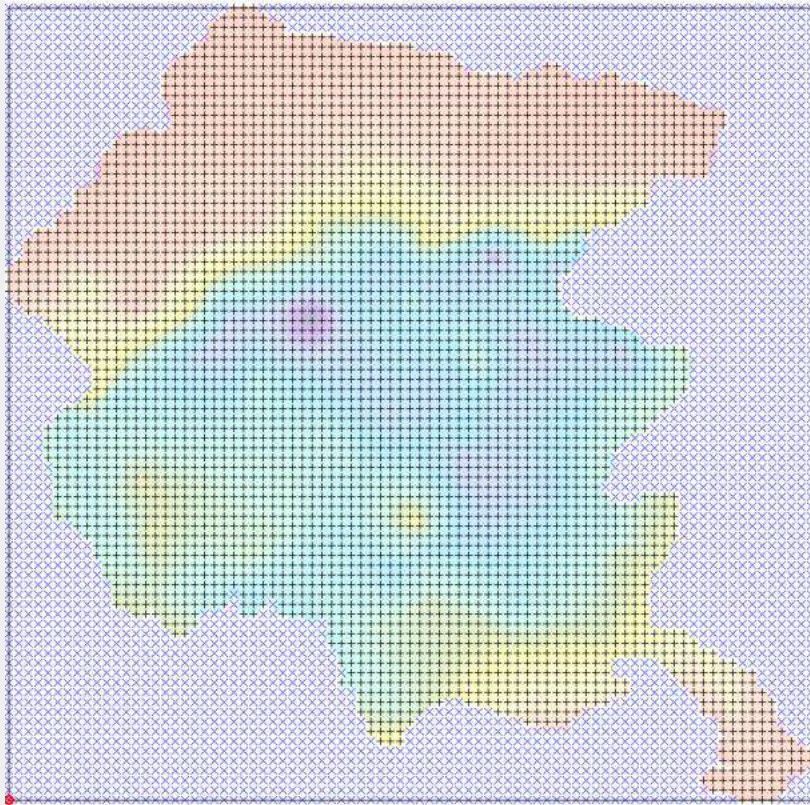
**Eventuale correzione con i dati del RADAR**

# Nuove USCITE aggiornate

## I dati meteo orari e giornalieri completi su

- Griglia

- Su punti predefiniti estratti da griglie (dati di località)





# Agri<sup>CS</sup>, Agricoltura, Conoscenza, Sviluppo

"AgriCS, Agricoltura, Conoscenza, Sviluppo" è un progetto realizzato dall'Agenzia regionale per lo sviluppo rurale (ERSA) e finanziato dalla sottomisura 1.2 del Programma di Sviluppo Rurale FVG 2014-2020.

Il progetto è incentrato su attività di informazione e divulgazione finalizzate alla raccolta e alla disseminazione dei risultati della ricerca e della sperimentazione, al trasferimento delle innovazioni e dei processi innovativi in agricoltura a favore delle imprese, nell'ottica di un aumento della competitività e della sostenibilità delle aziende, contribuendo nel contempo allo sviluppo rurale. Particolare attenzione viene rivolta al tema dei cambiamenti climatici, agli aspetti energetici, all'uso efficiente delle risorse e alla tutela dell'ambiente.

AgriCS si avvantaggia delle potenzialità offerte dalle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) per la diffusione delle conoscenze tecniche a favore dell'agricoltura nei seguenti ambiti: difesa fitosanitaria, irrigazione delle colture e ottimizzazione della risorsa acqua a scopi irrigui, fertilizzazione delle colture e, infine, simulazione degli effetti e delle scelte tecniche e gestionali delle aziende agricole rispetto alla sostenibilità ambientale ed economica.

La piattaforma web di AgriCS comprende sia una serie di modelli matematici di simulazione e previsionali sia dei sistemi di supporto alle decisioni a favore dell'azienda agricola.



PREVISIONI FITOSANITARIE



🔒 SIMULAZIONI AZIENDALI



SCENARI AGROMETEOROLOGICI

# Conclusioni

**1** Per avere buoni dati ci serve un assiduo lavoro di controllo

**2** Automatizziamo il più possibile i controlli

- Disponibilità immediata di sub set dati valido
- Dopo i controlli manuali set dati completo (2-3 gg)

**3** Interpolazione dei dati

- Disponibilità di buoni dato meteo su tutto il territorio
- Minor rischio di errori rispetto al dato della «Stazione più vicina»



**Grazie dell' attenzione**

**... e se ci sono domande...**



*Progetto AgriCS*

# ***Gli scenari agrometeorologici***

***Andrea Cicogna***

***Osservatorio meteorologico ARPA FVG***

*webinar*

***Programma specialistico divulgativo ICS di AgriCS***

### Scenari Agro-meteorologici

Scenari generali a carattere macro-territoriale che considerano sia aspetti fitosanitari che aspetti agronomici



Sviluppo e diffusione territoriale della peronospora della vite secondo l'algoritmo di Goidanich



Sviluppo e diffusione territoriale della ticchiolatura del melo secondo l'algoritmo di Mills



Bilancio idrico territoriale e analisi stress idrico



Pioggia cumulata



Evapotraspirazione



Indice di percorribilità dei suoli



Indice di disagio bioclimatico per bovine da latte



# Scenari AgroMeteorologici (SAM)

## Modelli a livello territoriale

### -Indicazioni generali

# Quanto preciso può essere un servizio territoriale?



**Informazioni da integrare con la  
conoscenza della propria realtà aziendale**



SVILUPPO e DIFFUSIONE TERRITORIALE DELLA  
PERONOSPORA DELLA VITE SECONDO L'ALGORITMO DI  
GOIDANICH

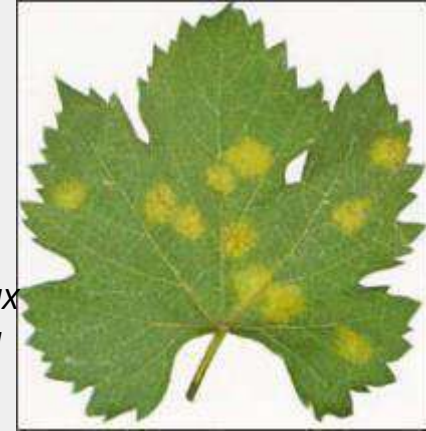


# Scenari Agrometeorologici (SAM)



# La peronospora della vite

E' la malattia più diffusa e più grave che colpisce la vite. In caso di forti attacchi, può essere compromesso tutto il raccolto. *L'agente patogeno della Peronospora è un fungo ficomicete appartenente alla famiglia delle Peronosporaceae; la Plasmopara viticola. Questo fungo è stato importato in Francia dall'America alla fine del XIX secolo. Insieme all'oidio, la peronospora rappresenta una delle più gravi e diffuse avversità della vite.*



## Modello Goidanich

In funzione di alcuni parametri meteorologici riesce a stabilire ogni giorno se si sono realizzate le condizioni per una nuova inoculazione e lo sviluppo dell' infezione.

- **inizio infezione ( primaria o secondaria)**
- **sviluppo**

Inoltre ipotizzando un andamento termoudometrico per i giorni a venire può fare delle ipotesi su quando avverrà l'evasione (sporulazione) delle infezioni in atto.

- **la durata del periodo di incubazione**
- **la percentuale di incubazione giornaliera della peronospora**



# Modello Goidanich

## Input giornalieri



- Pioggia
- T Minima
- T Media
- Umidità Media
- Bagnatura fogliare
- Temperatura media prevista per i prossimi giorni



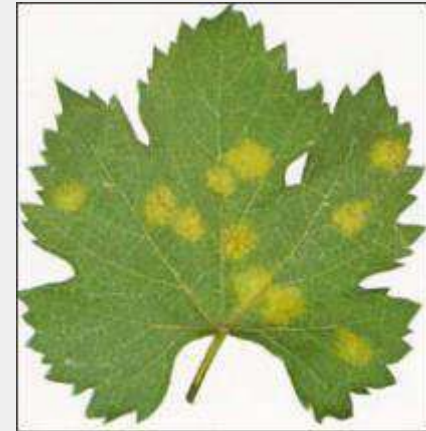
# Modello Goidanich

## Partenza infezioni

### Primarie

ogni giorno può partire un'unica infezione se

- Pioggia  $\geq 10$  mm ( in due giorni consecutivi)
- BF  $\geq 120$  minuti
- T<sub>min</sub>  $\geq 10$  °C
- 10 cm di germoglio



### Secondarie

ogni giorno può partire un'unica infezione secondaria se si verificano queste condizioni:

- Pioggia  $\geq 1$  mm
- BF  $\geq 120$  minuti
- T<sub>min</sub>  $\geq 10$  °C



# Modello Goidanich

## Sviluppo infezioni

Una volta partita, ogni infezione procede dall'inoculazione fino all'evasione (dallo 0% al 100%) con un incremento giornaliero percentuale che dipende dalla temperatura media giornaliera e dalla Umidità secondo questa tabella

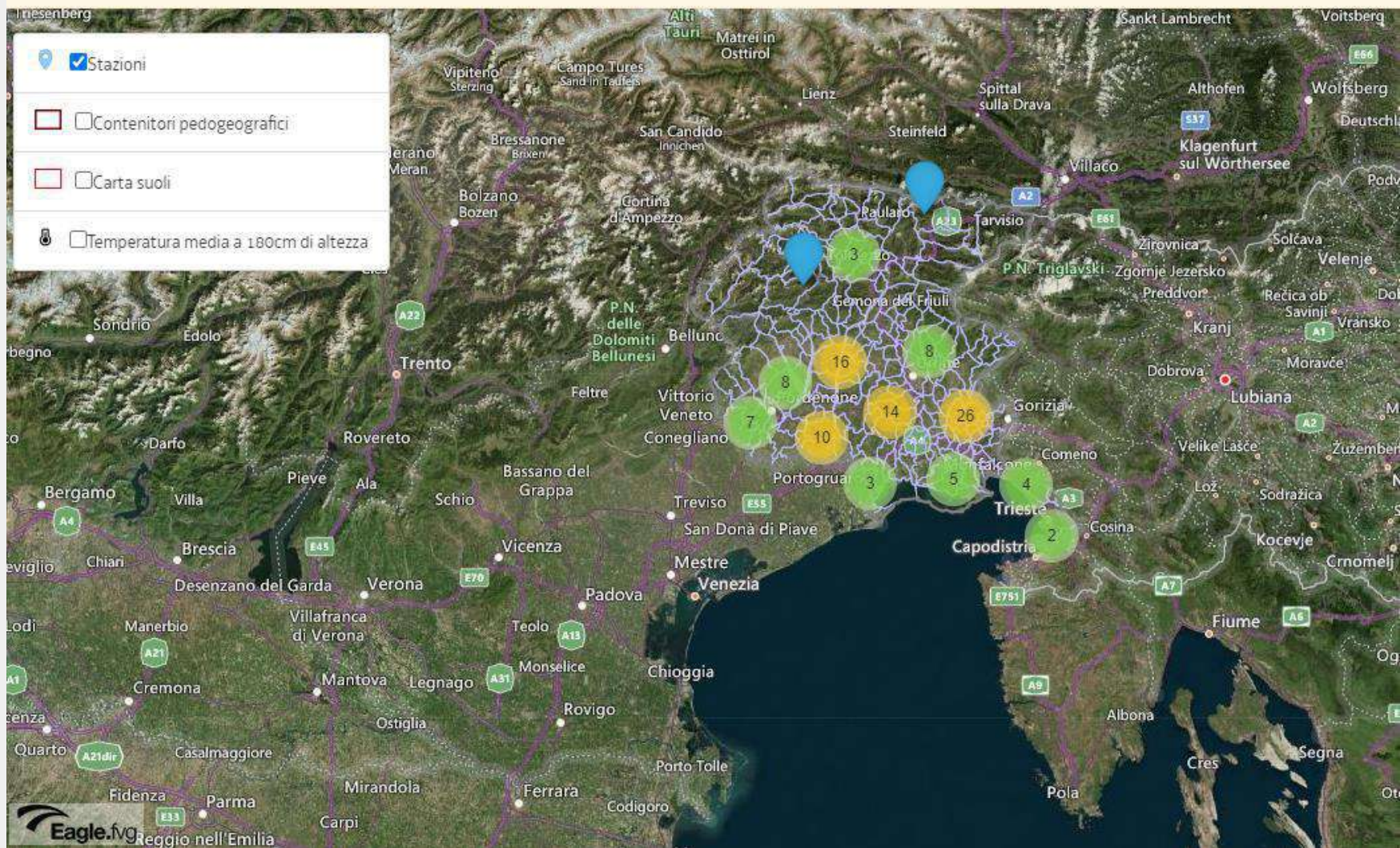


Tabella per il calcolo della durata del periodo di incubazione della peronospora in funzione della temperatura e dell'umidità relativa

temperatura media	Percentuale giornaliera del periodo di Incubazione trascorso	
	umidità <60%	umidità superiore al 60%
10	2.6	5
11	3.6	6
12	4.6	7
13	5.6	8
14	6.6	9
15	7.6	10.5
16	8.6	11.7
17	10	13.3
18	11.1	15.3
19	12.5	16.6
20	14.2	20
21	15.3	22.2
22	16.6	22.2
23	18.1	25
24	18.1	25
25	16.6	22.2
26	16.4	22.2
27	14.2	20
28	12.5	16.6
29	11.1	15.3
30	10	13.3
31	8.6	11.7
32	7.6	10.5

### Sviluppo e diffusione territoriale della peronospora della vite secondo l'algoritmo di Goidanich

Selezionare sulla mappa una stazione virtuale per visualizzare i grafici dei risultati per il periodo disponibile.



Agricoltura

Notizie & Eventi | Abilitazioni

### Sviluppo e diffusione territoriale della peronospora della vite secondo l'algoritmo di Goidanich

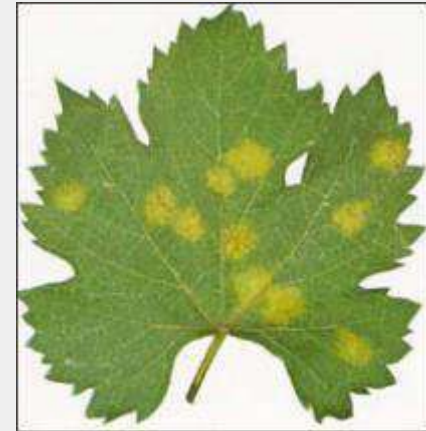


Selezionare sulla mappa una stazione virtuale per visualizzare i grafici dei risultati per il periodo disponibile.



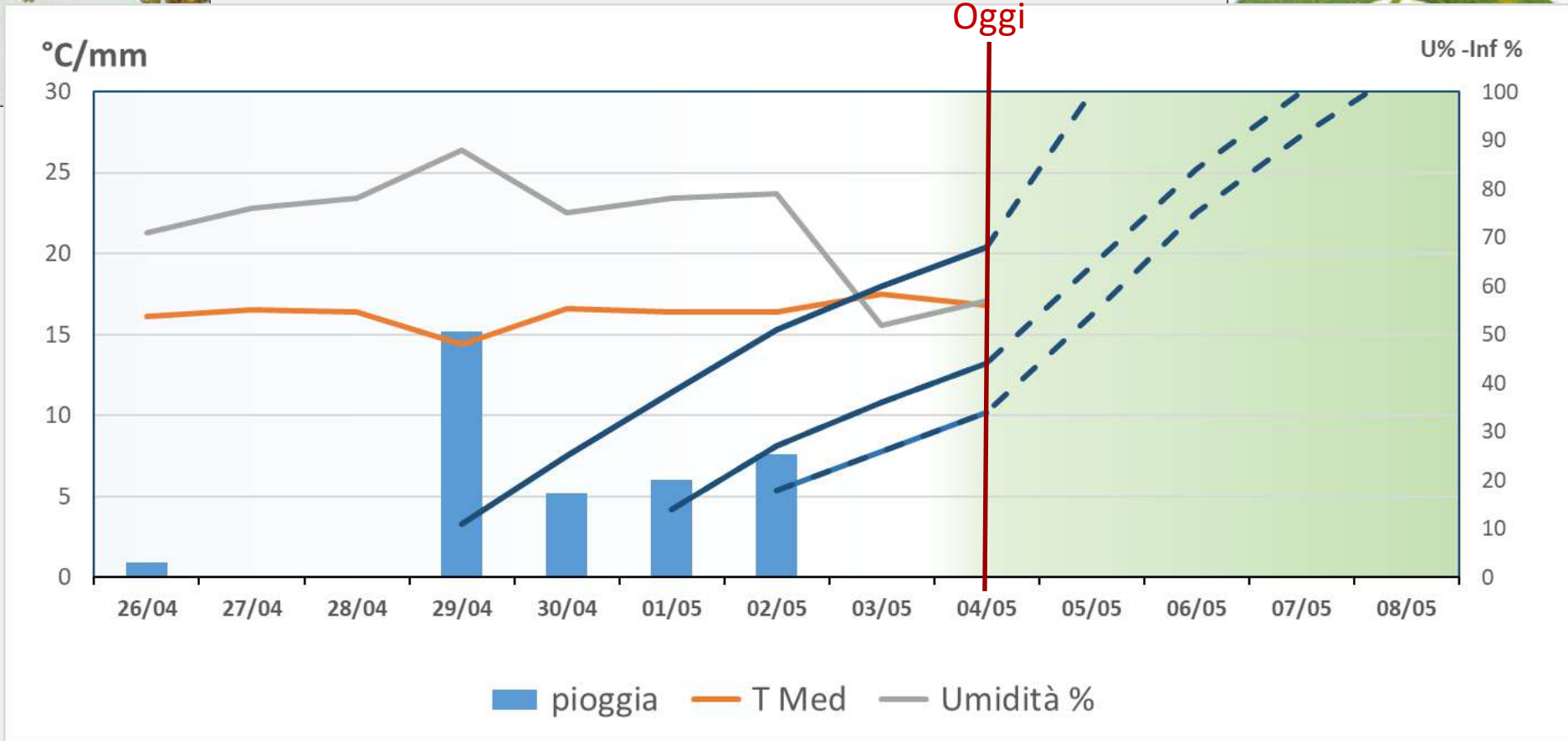
# Modello Goidanich

## Output



stazione	data	piogge			temperatura media	1 ° infezione in corso				
		oggi	3 giorni	7 giorni			partenza	percentuale attuale di sviluppo	data prevista per 80% di sviluppo	data prevista di evasione
Vivaro	04/05/2020	0	8.4	34.1	16.8	P	29-apr	68	04-mag	06-mag

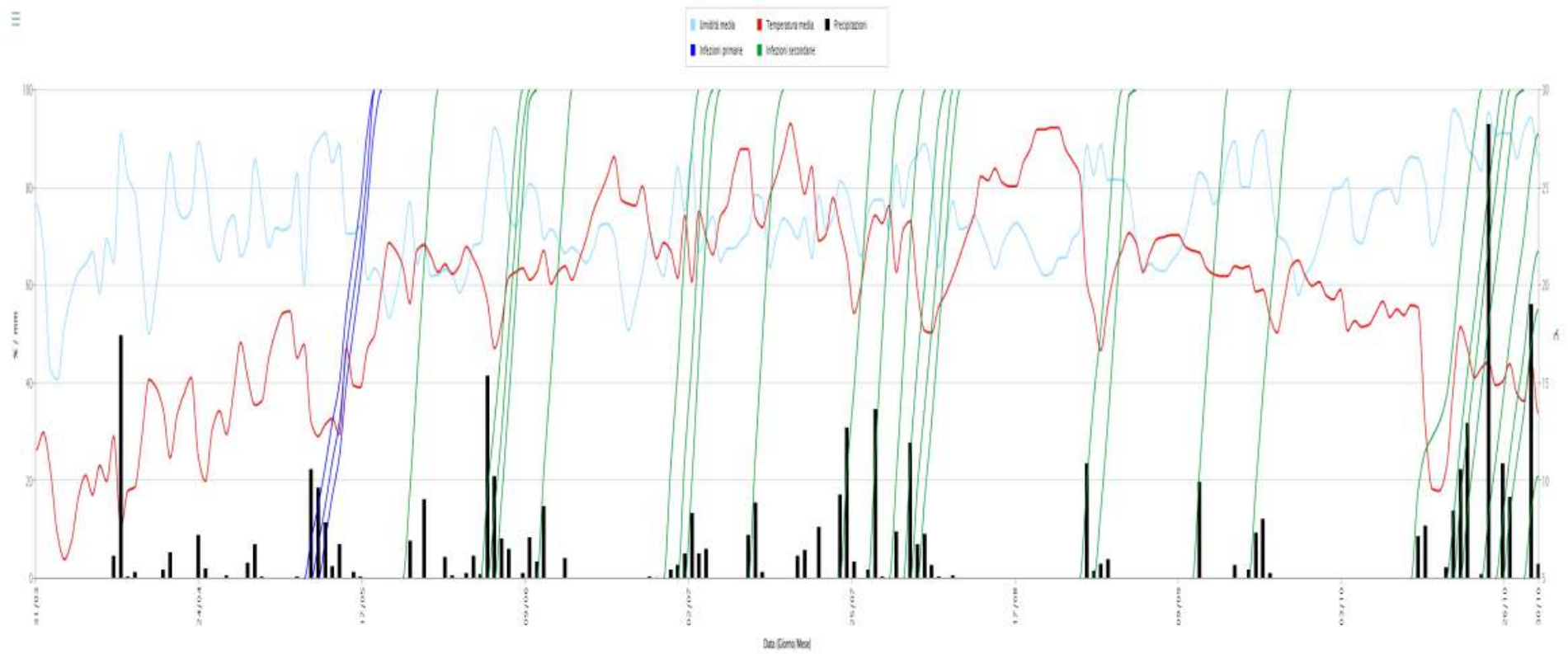
# Modello Goidanich



# Modello Goidanich



Stazione Cisterna del comune di Cisterna





SVILUPPO e DIFFUSIONE TERRITORIALE DELLA  
TICCHIOLATURA DEL MELO SECONDO L'ALGORITMO DI  
MILLS



e analisi | |

|

|



# La ticchiolatura del melo



La Ticchiolatura rappresenta la più grave e diffusa avversità crittogamica del melo, in grado di causare danni rilevanti se non vengono attuate idonee misure di controllo: questo fungo colpisce foglie, germogli e frutti, sia sulla pianta che in magazzino. Il fungo responsabile della ticchiolatura è la *Venturia inaequalis*



## Modello Mills

- temperatura media,
- numero di ore di bagnatura fogliare

### stima

- infezione entità lieve
- infezione entità media
- infezione entità grave
- **Max tre infezioni al giorno**

Il modello non tiene conto della reale presenza in campo di conidi o ascospore lasciando all'utente la valutazione di questo importante parametro.



# Modello Mills



## Input Orari

Temperatura

Bagnatura fogliare

t media	Mills modificato Jones		
	lieve	media	grave
1			
2	51	73	93
3	40	55	72
4	32	43	59
5	26	36	51
6	22	30	45
7	19	27	40
8	16	24	37
9	15	21	33
10	14	19	30
11	13	18	27
12	12	16	25
13	11	15	22
14	11	14	21
15	10	13	20
16	10	13	19
17	10	13	19
18	9	12	19
19	9	12	19
20	9	12	19
21	9	12	18
22	9	12	18
23	9	12	17
24	10	12	18
25	11	14	22
26	13	16	25



# Modello Mills

## Output Orari



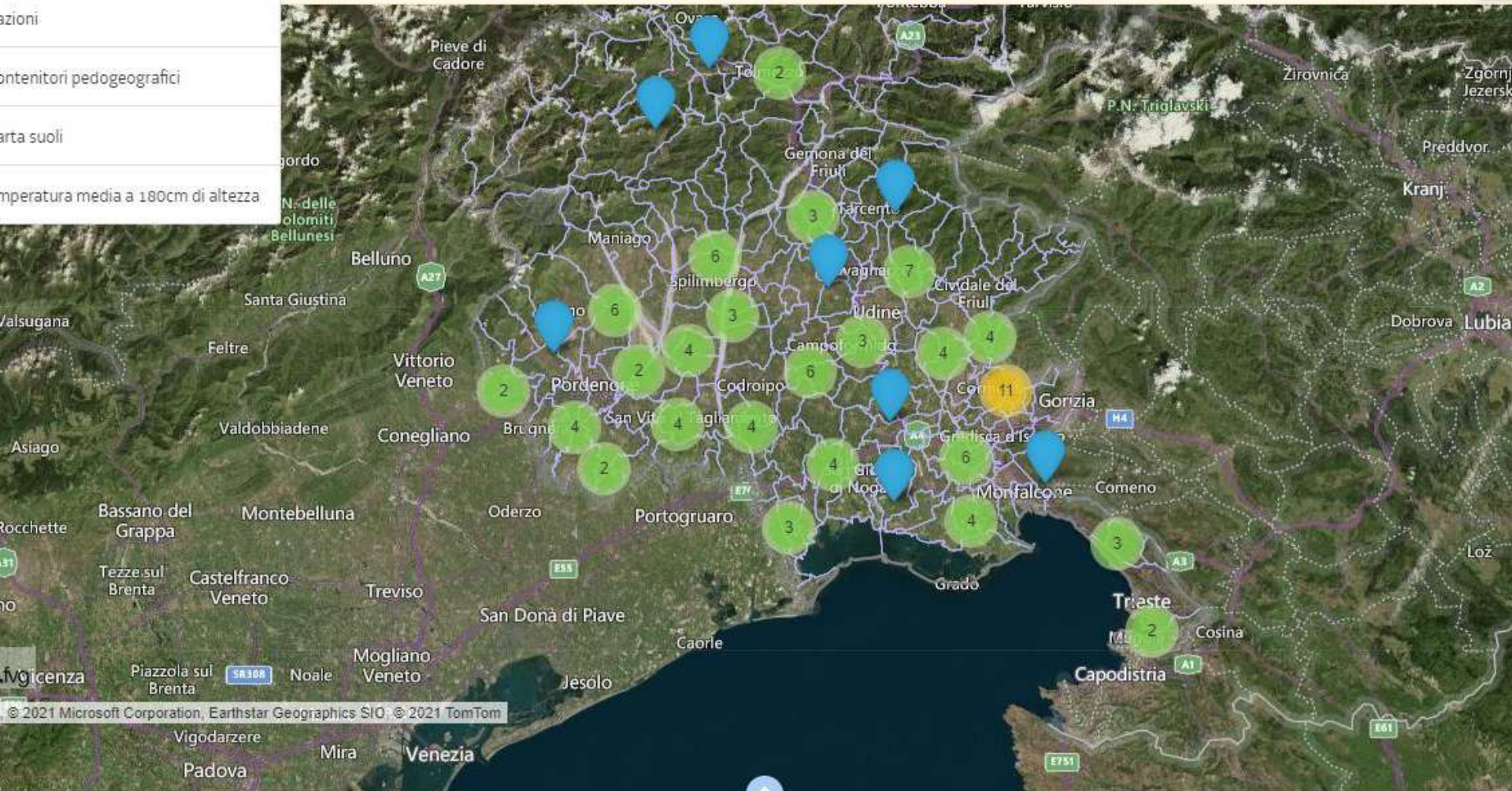
- Giorno e ora di partenza di ogni infezione;
- Andamento della percentuale del tempo di incubazione per ogni infezione
- Gravità dell' infezione
- Andamento dei gradi ora cumulati da ogni infezione;

# Posizione e diffusione territoriale della ticchiolatura del melo secondo l' algoritmo di Mills



Cliccare sulla mappa una stazione virtuale per visualizzare i grafici dei risultati per il periodo disponibile.

- Abilitazioni
- Contenitori pedogeografici
- Carta suoli
- Temperatura media a 180cm di altezza



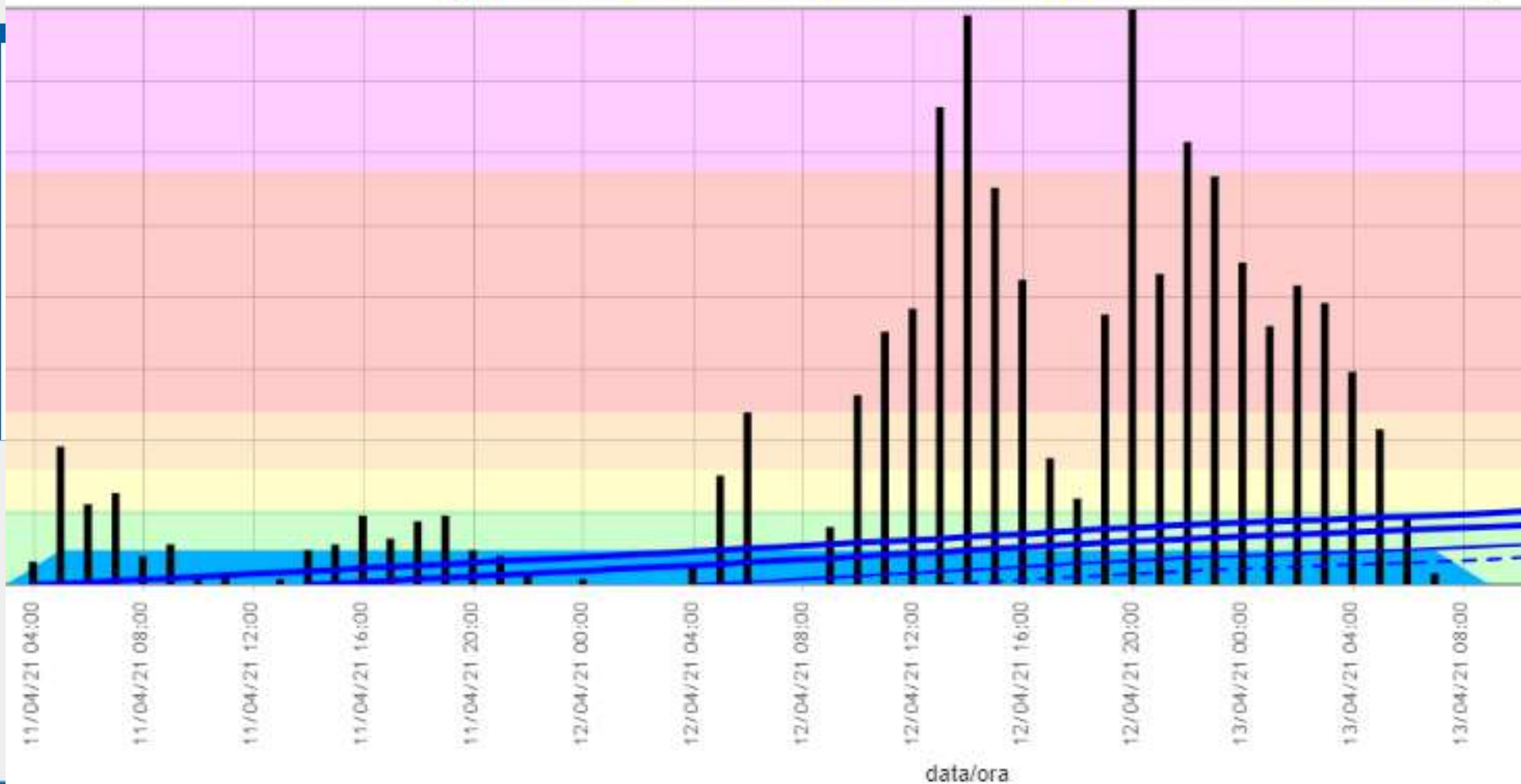
© 2021 Microsoft Corporation, Earthstar Geographics SIO, © 2021 TomTom



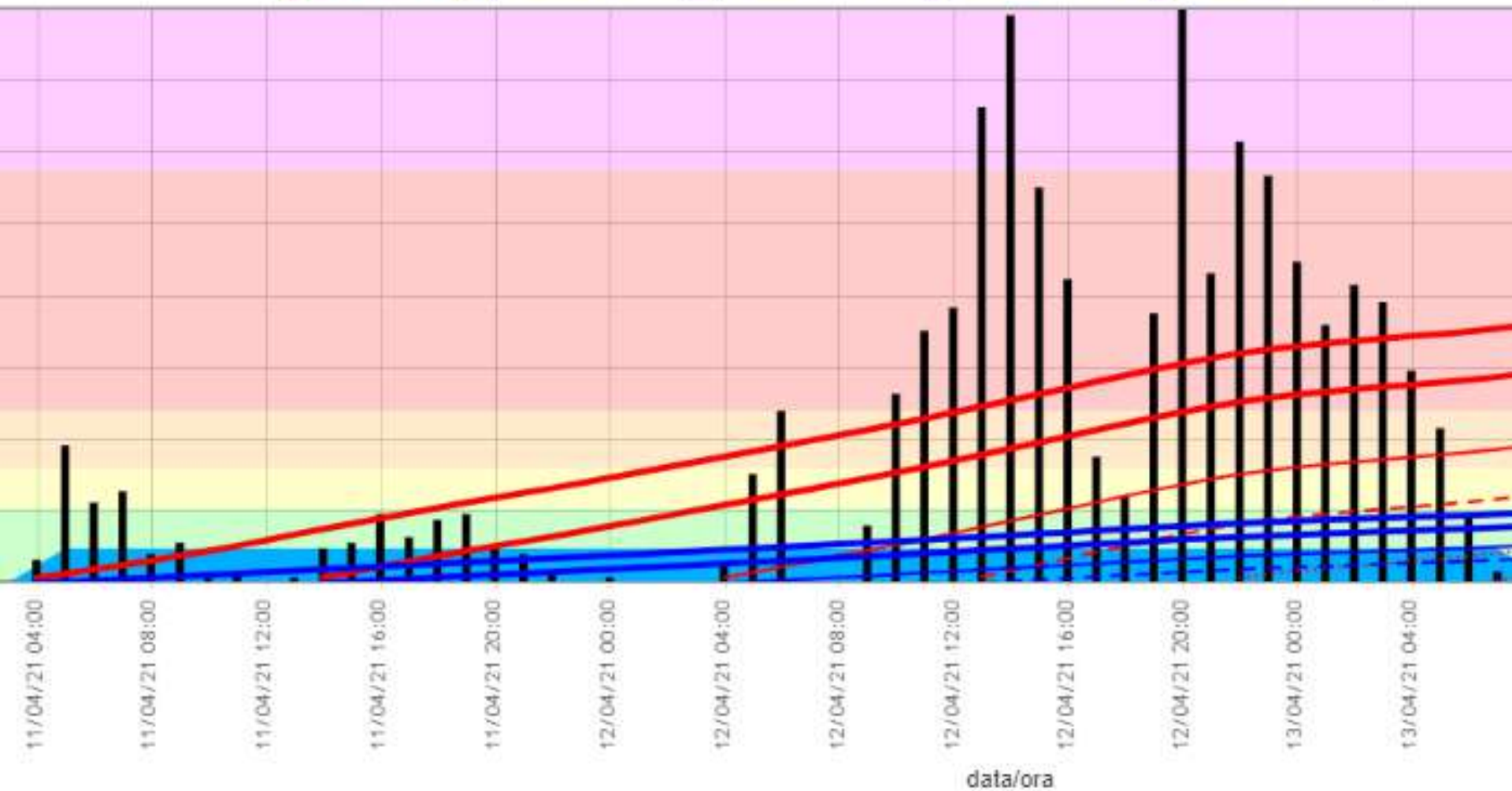
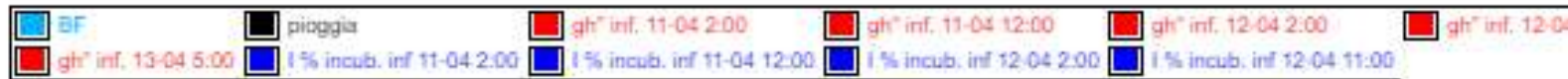
grafico

stazioni virtuali - Rive\_d\_Arcano\_M - Rive d'Arcano - Alt. : 138m. slm - Lat. : 46.126196 - Lon. : 13.0  
 PERIODO DI RIFERIMENTO: 10 aprile 2021 - 14 aprile 2021

■ BF 
 ■ pioggia 
 ■ I % incub. inf 11-04 2:00 
 ■ I % incub. inf 11-04 12:00 
 ■ I % incub. inf 12-04 2:00 
 ■ I % incub. inf 12-04 11:00

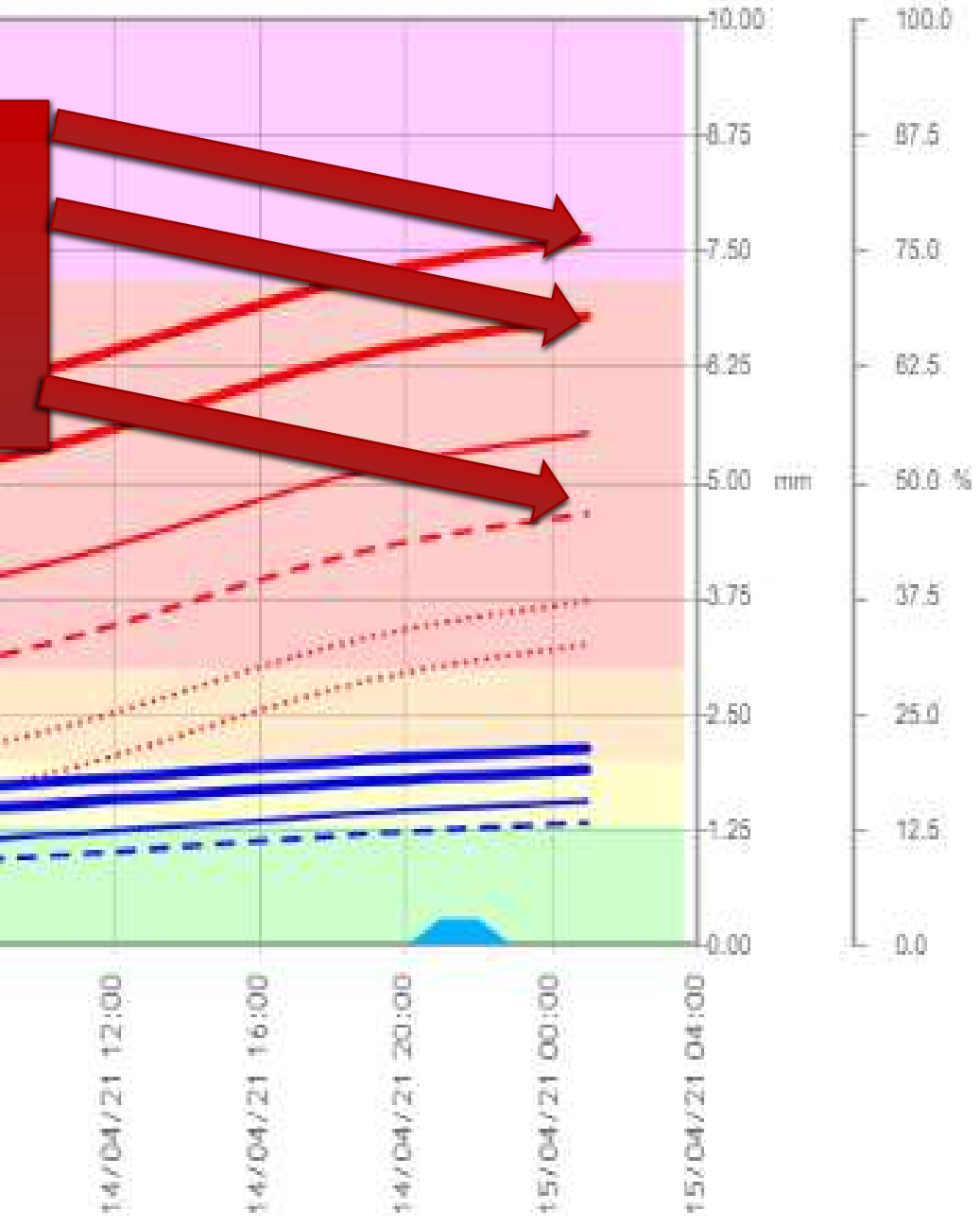
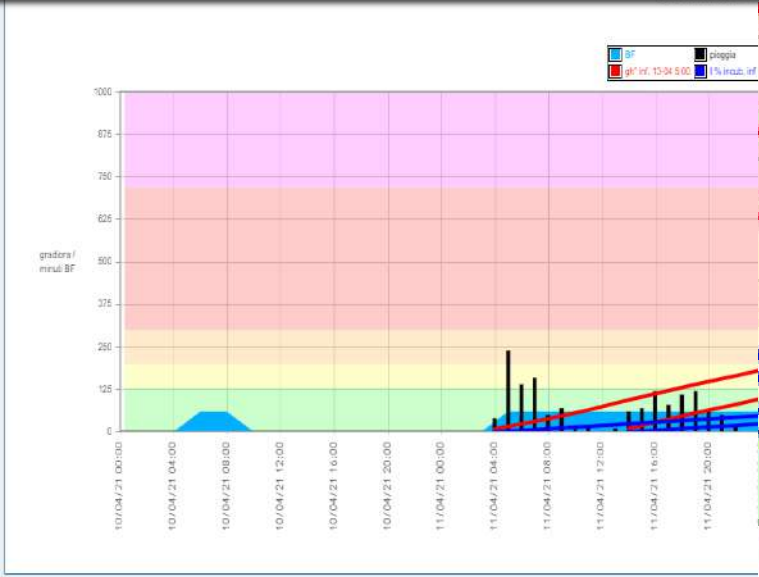


stazioni virtuali - Rive\_d\_Arcano\_M - Rive d'Arcano - Alt. : 138m. slm - Lat. : 46.126196 - Lon.  
 PERIODO DI RIFERIMENTO: 10 aprile 2021 - 14 aprile 2021



Model

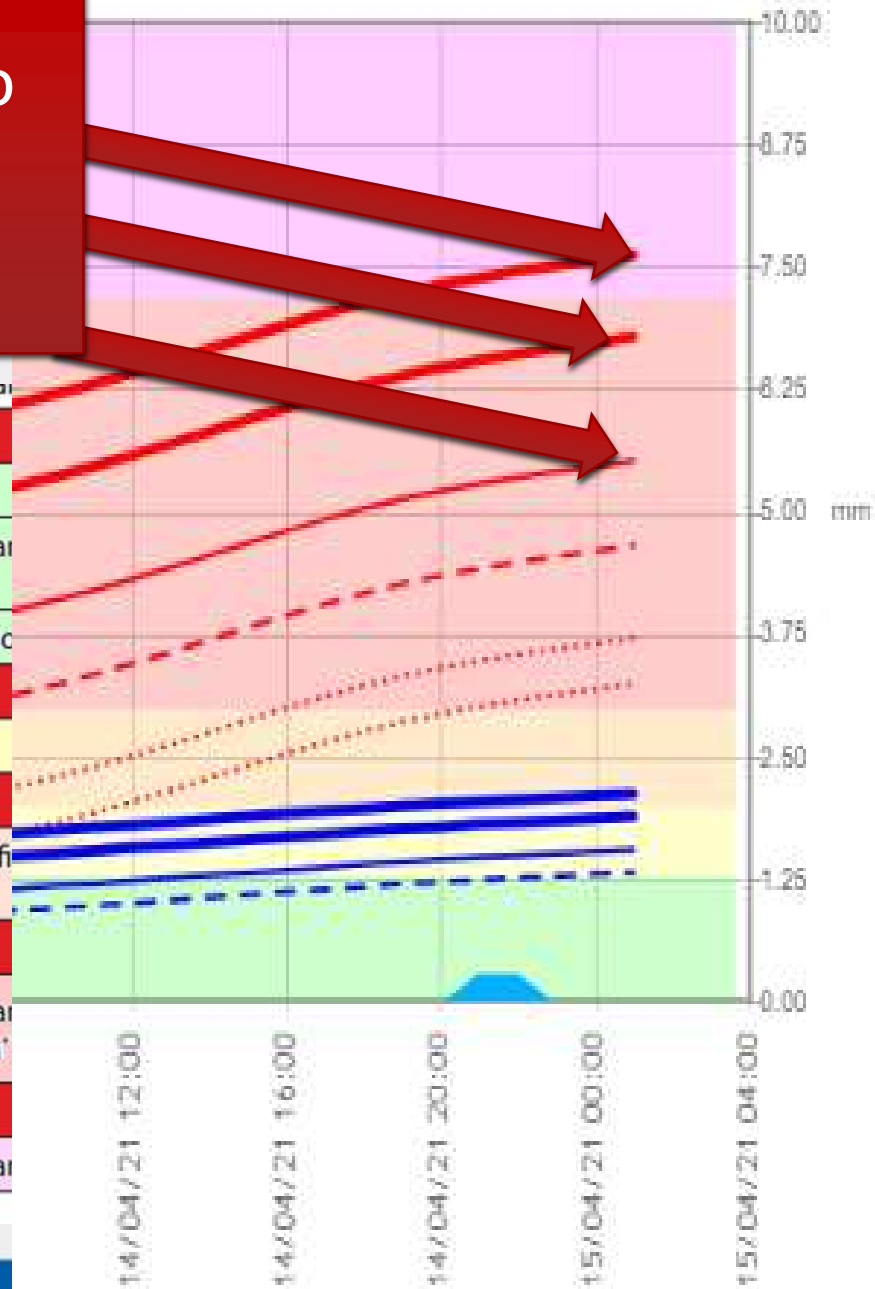
Indicazioni su prodotti  
tempestivi/curativi da  
utilizzare





# Indicazioni sul prodotto tempestivi/curativi da utilizzare

Prodotti per trattamenti tempestivi (da inizio pioggia entro 130° ora)			
Dithianon	Delan 70 WG	0,9 - 1,2 kg	
Fluazinam	Ohayo, ecc.	1 - 1,25 litri	Massimo 3 trattamenti fioritura
Zolfo	Thiopron	4-5 litri	In miscela ad un...
Prodotti per trattamenti tempestivi (da inizio pioggia entro 200 - 250 ° ora)			
Zolfo	Thiopron	9 - 11 litri	
Prodotti per trattamenti tempestivi (da inizio pioggia entro 250 - 300 ° ora)			
Polisolfuro di Calcio	Polisenio	22 - 28 kg (18-22 litri)	30 kg/ha in pre-fioritura*
Prodotti curativi entro 72 ore da inizio pioggia (entro 720° ora)			
Anilino pirimidine	Chorus	0,75 kg*	Massimo 4 trattamenti Scala: 1,5 litri/ha*
	Scala, ecc.	0,9 - 1,25 litri	
Prodotti curativi entro 96 ore da inizio pioggia (entro 960° ora)			
Difenconazolo 10%	Score 10 WG, ecc.	0,55 - 0,65 kg	Massimo 4 trattamenti





### Scenari Agro-meteorologici

Scenari generali a carattere macro-territoriale che conside



Sviluppo e diffusione territoriale  
della peronospora della vite  
secondo l'algoritmo di Goidanich



Indice di produttività della vite

# Scenari



## BILANCIO IDRICO TERRITORIALE e analisi STRESS idrico

Mappa

Info





Bil

$$\begin{aligned} \text{Riserva Utile al giorno } n &= \\ \text{Riserva Utile al giorno } n-1 & \\ + (RR+Fa+ I) & \\ -(ETr+R+P) & \end{aligned}$$

# Servizio Irriguo Territoriale

- Informazione spaziale continua

→ Passaggio da punto a layer :

Griglie sufficientemente definite

## INPUT

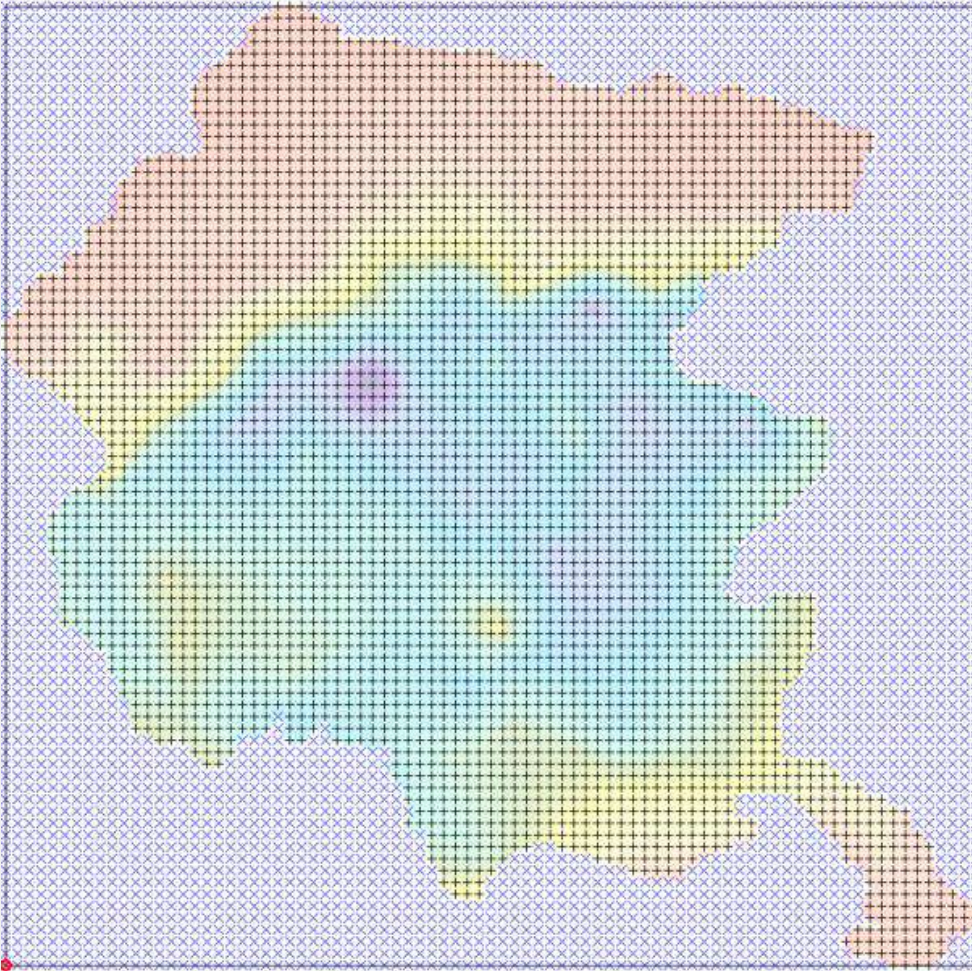
**Tipo  
Terreno**

**Scenari  
irrigui**

**Uso del  
suolo**

**meteo**

## Pioggia ed Evapotraspirazione



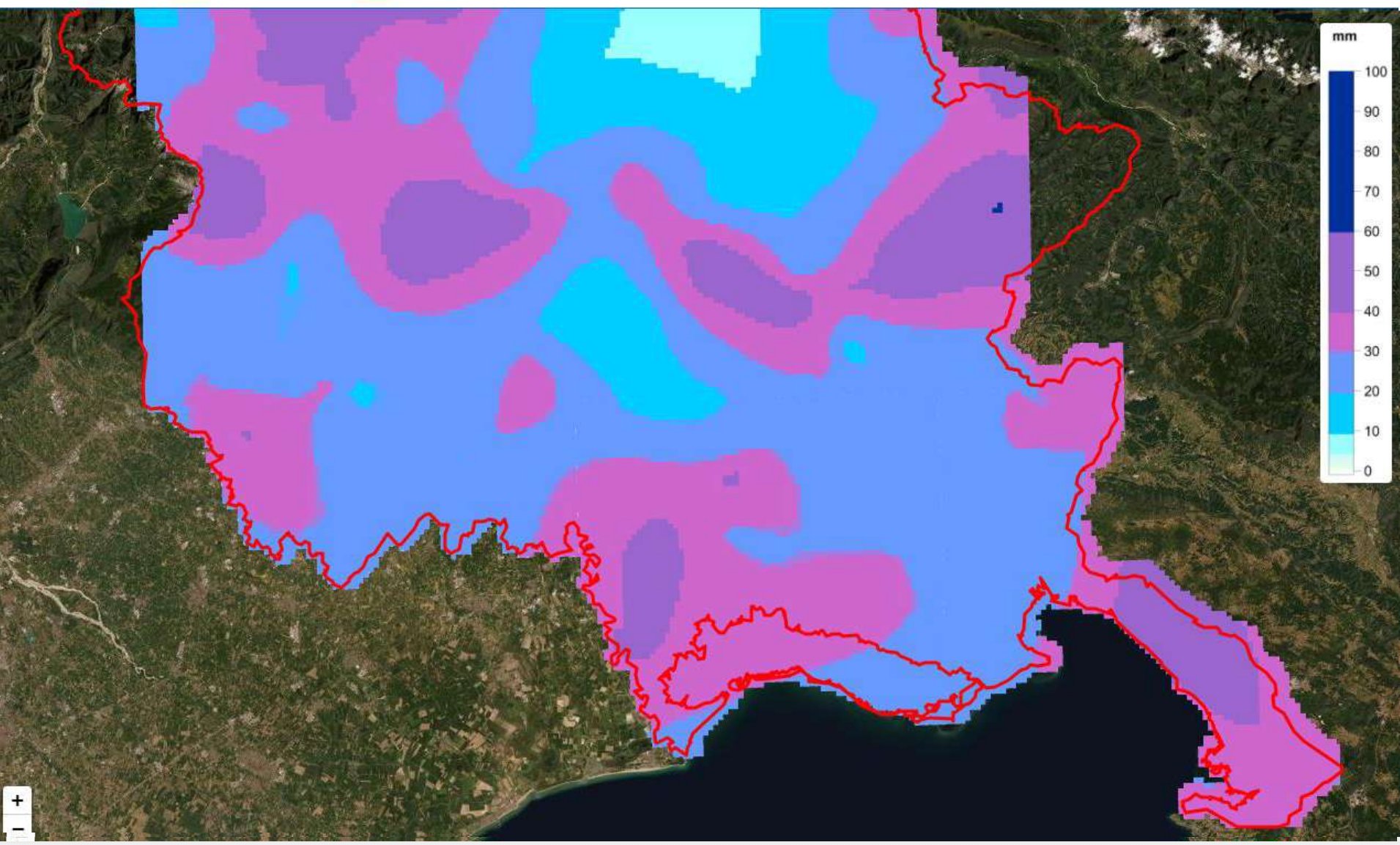
Grid Size: 244 rows x 248 columns  
 X Spacing: 500  
 Y Spacing: 500

### Grid Geometry

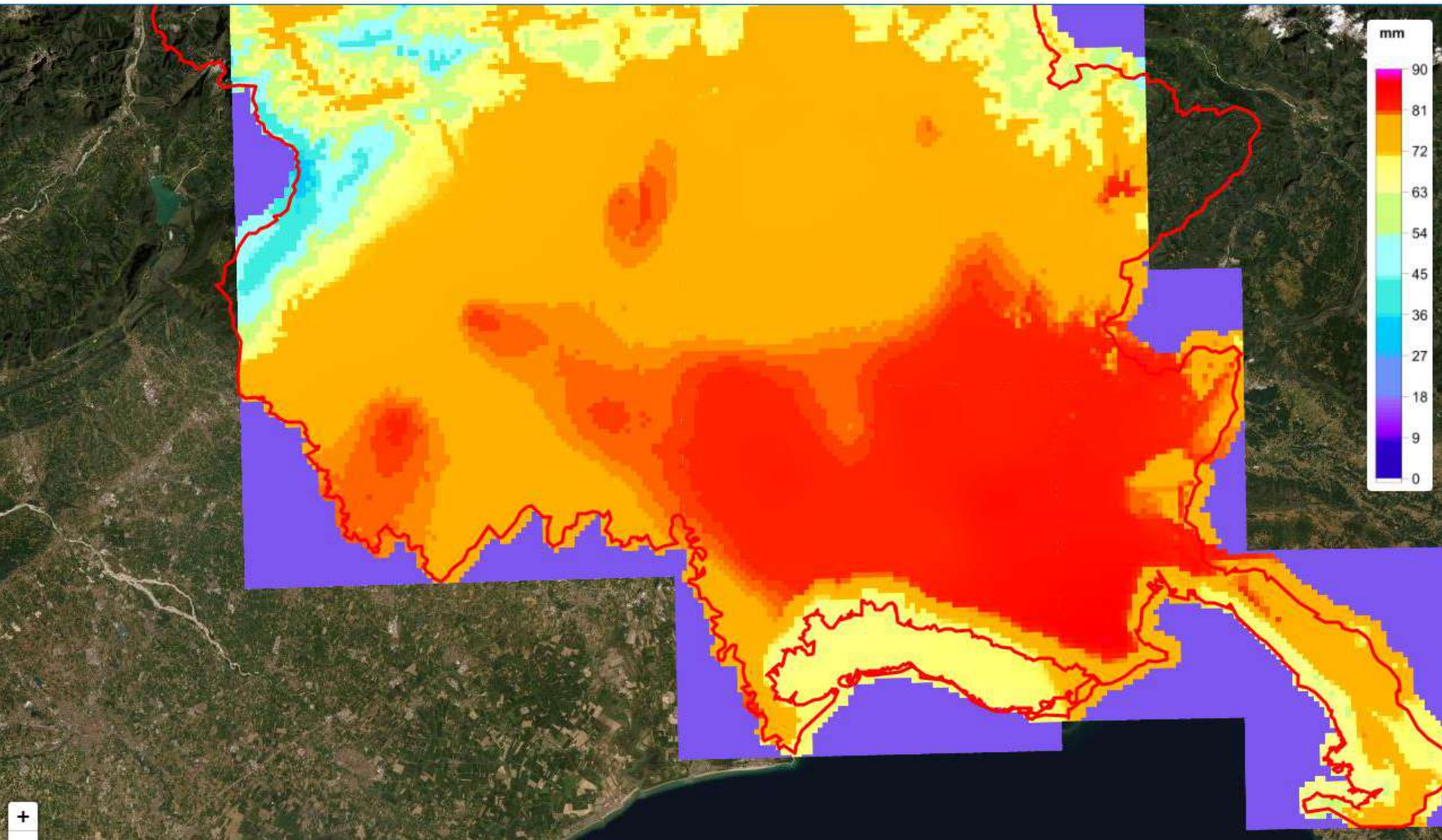
X Minimum: 2313000  
 X Maximum: 2436500  
 Y Minimum: 5047500  
 Y Maximum: 5169000

< 2020-07-21 >

ultimo/i **1 3 6 9 12 15** giorni

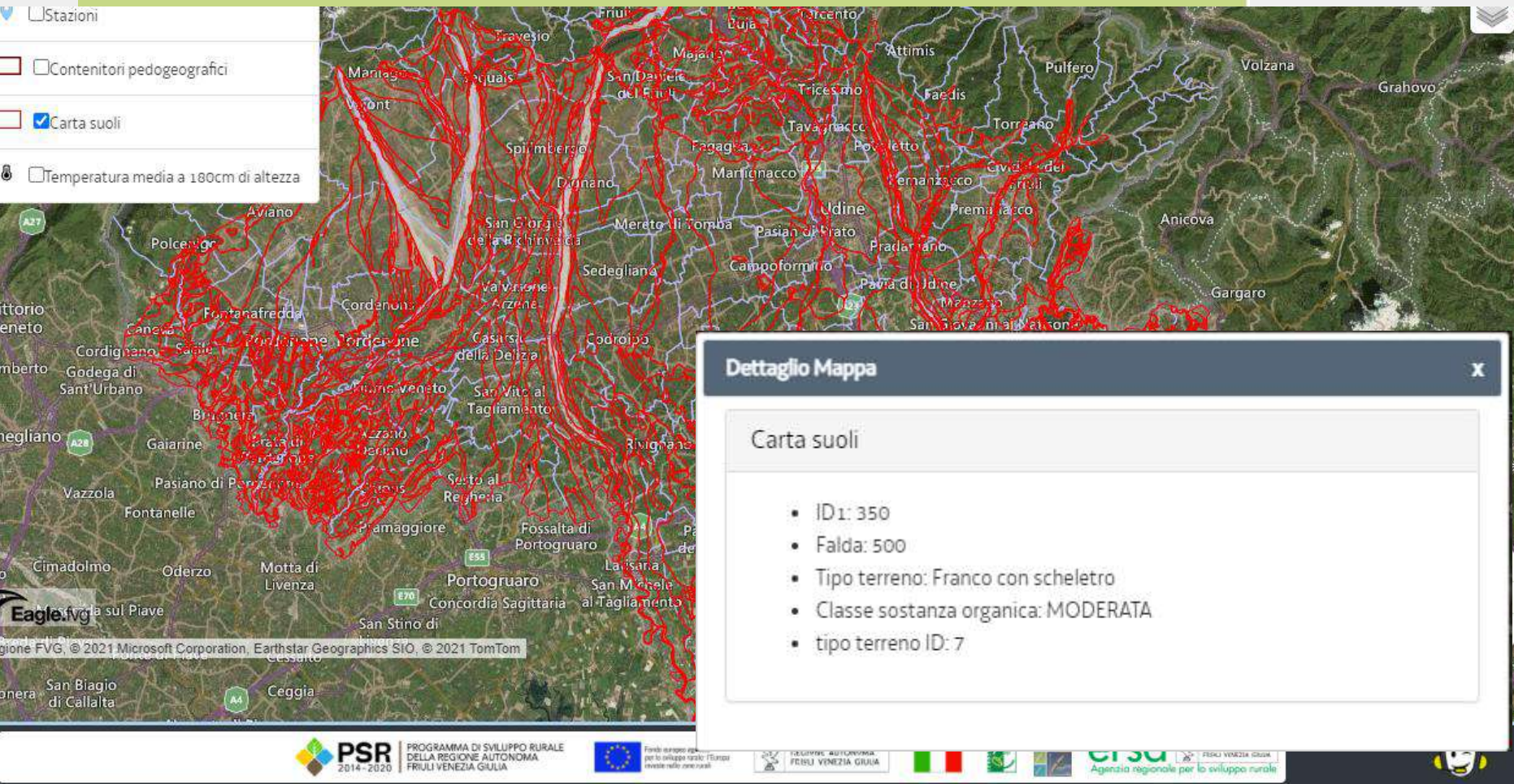


+  
-



# Tipo Terreno

## CARTA Pedologica ERSA



# Tipo Terreno

## Dati pedologici

### 225 unità cartografiche;

- La riserva idrica utile massima (RU-AWC)
- La profondità
- Il contributo idrico da falda (Fa)
- Velocità di percolazione
- Velocità Ruscellamento

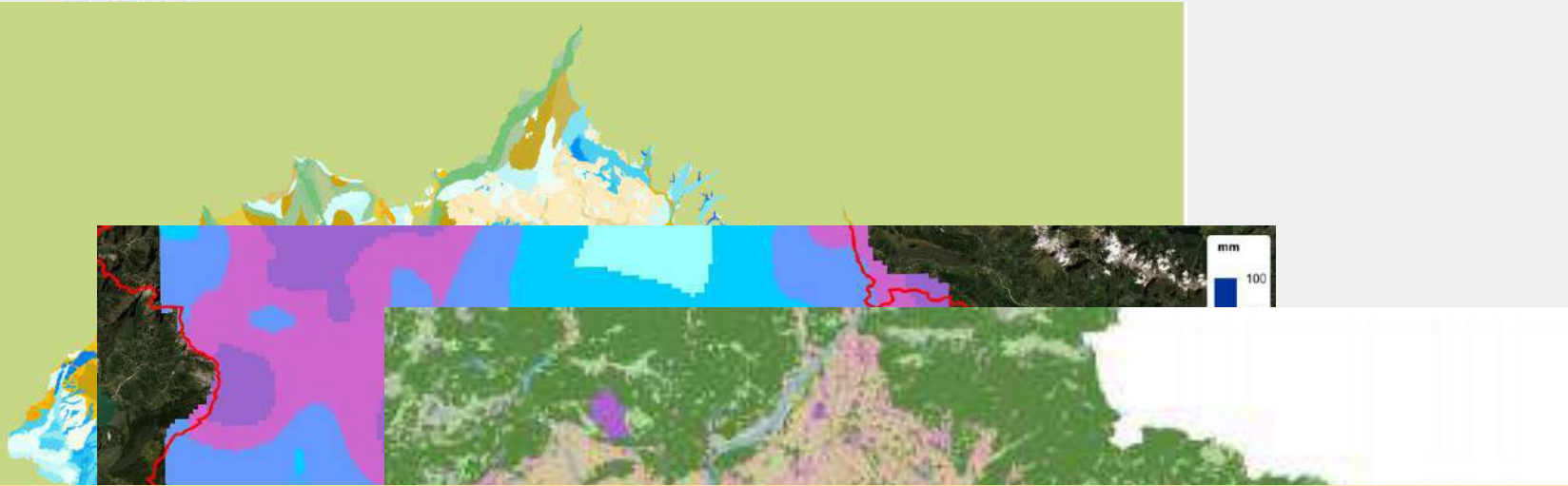
# Uso del Suolo



**Si ipotizza che tutta la superficie agricola sia destinata alternativamente a:**

- cereali autunno vernini
- mais
- soia
- prato
- frutteti
- vite





**Necessità di operare a un dettaglio territoriale piccolo per non perdere informazione nella sovrapposizioni degli strati**





# Servizio Irriguo Territoriale

**UTB= Unita territoriale di base  
50 x 50 metri**

**Tutta la pianura regionale, Carso  
e parte zona collinare**

**1.498.804 utb**

**375.000 ha**

# Servizio Irriguo Territoriale

## Output giornalieri

### Per ogni UTB

- La riserva idrica
- La percentuale della riserva idrica
- La riserva idrica facilmente utilizzabile
- La durata della riserva idrica facilmente utilizzabile

< 2020-07-30 >

seleziona una variabile

vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15



< 2020-07-30 >

seleziona una variabile

vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15

- prati
- boschi e brughiere



PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA



Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR) investito nella vita rurale



ersa Agenzia regionale per lo sviluppo rurale



< 2020-07-30 > seleziona una variabile vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15

- cereali autunno-vernini
- frutteti
- mais
- prato
- soia
- vigneti inerbiti
- vigneti non inerbiti



PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA



ersa Agenzia regionale per lo sviluppo rurale

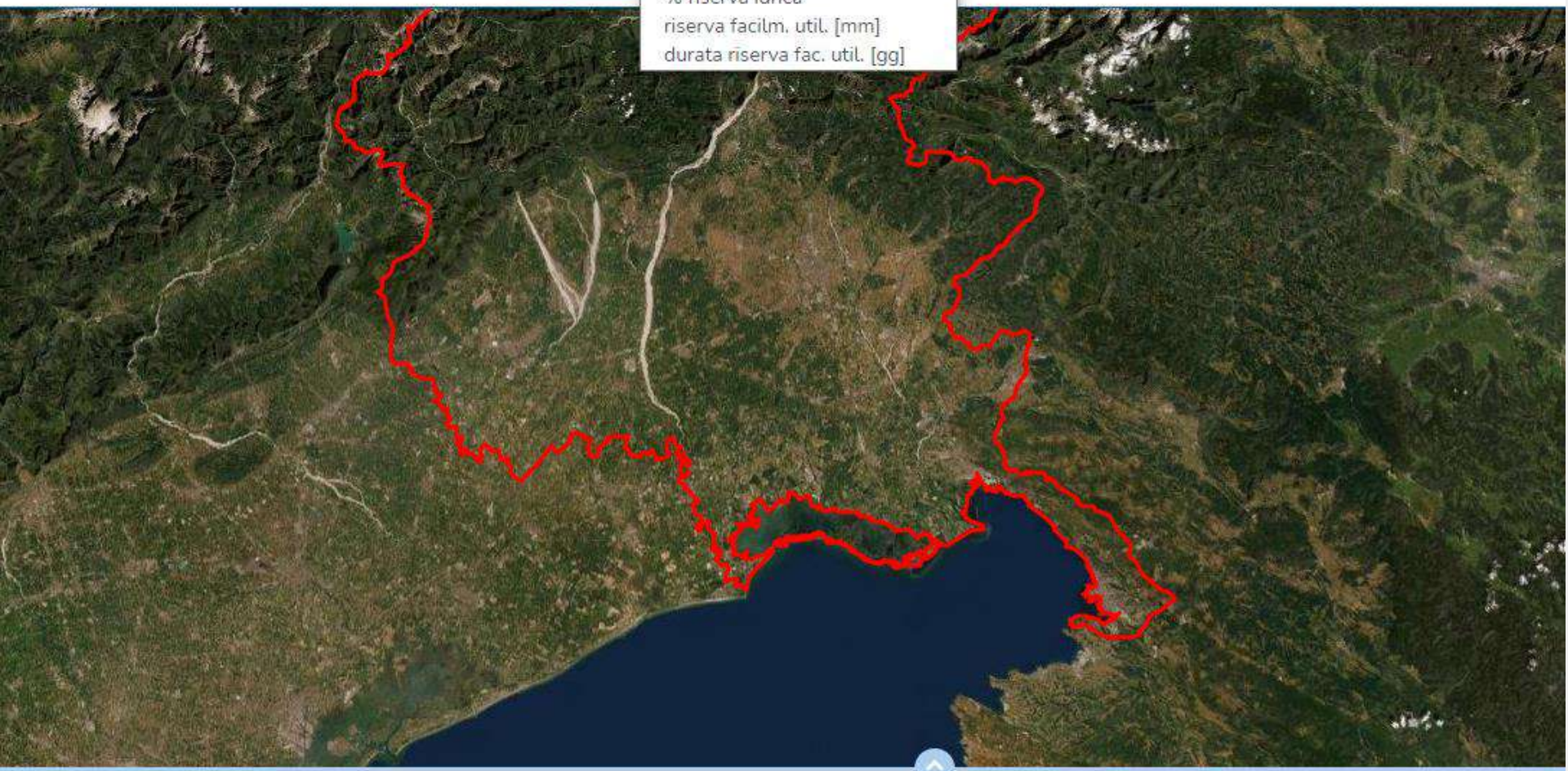


< 2020-07-30 >

- seleziona una variabile
- seleziona una variabile
- riserva idrica [mm]
- % riserva idrica
- riserva facil. util. [mm]
- durata riserva fac. util. [gg]

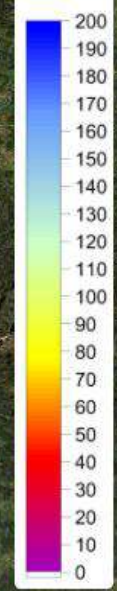
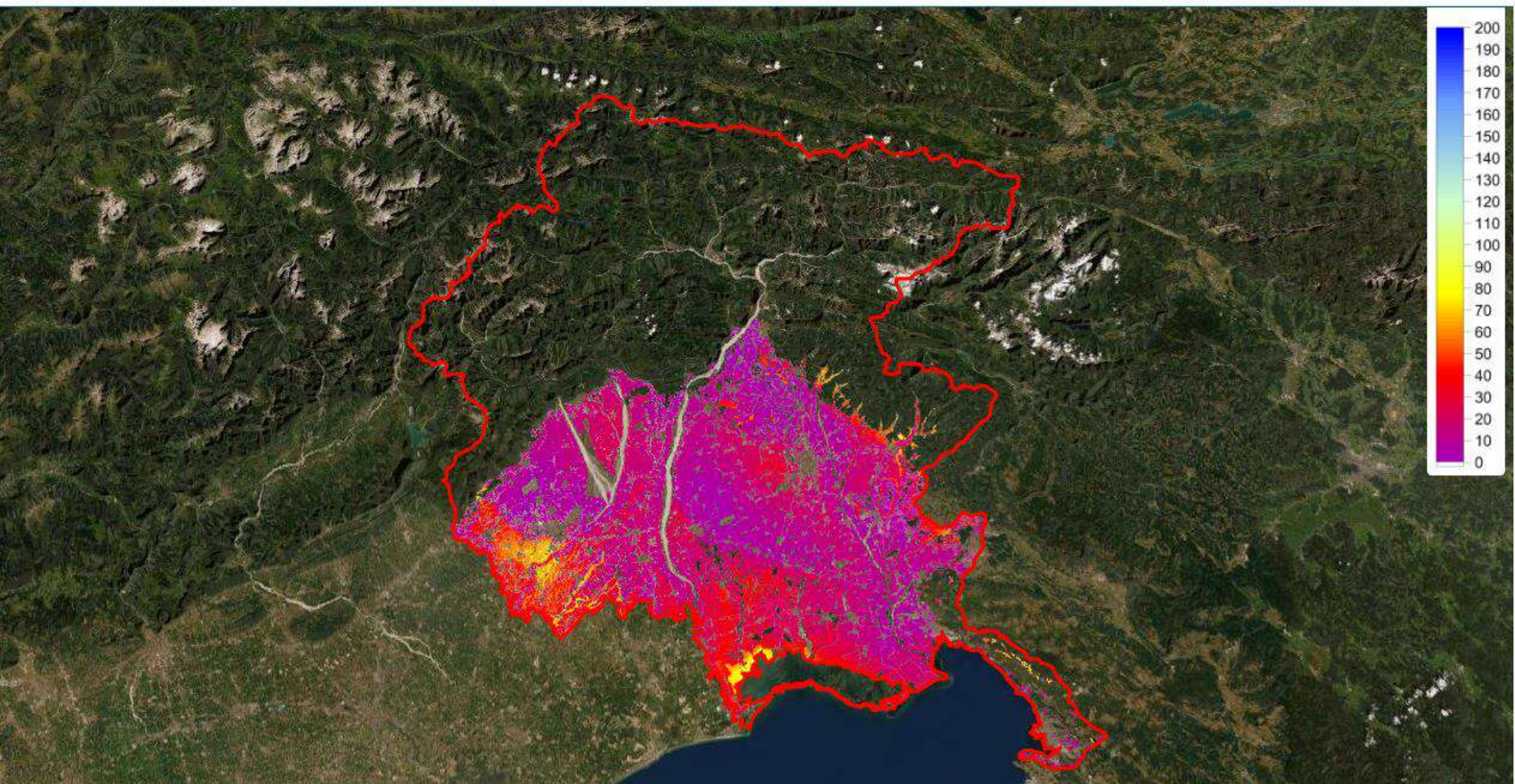
vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6

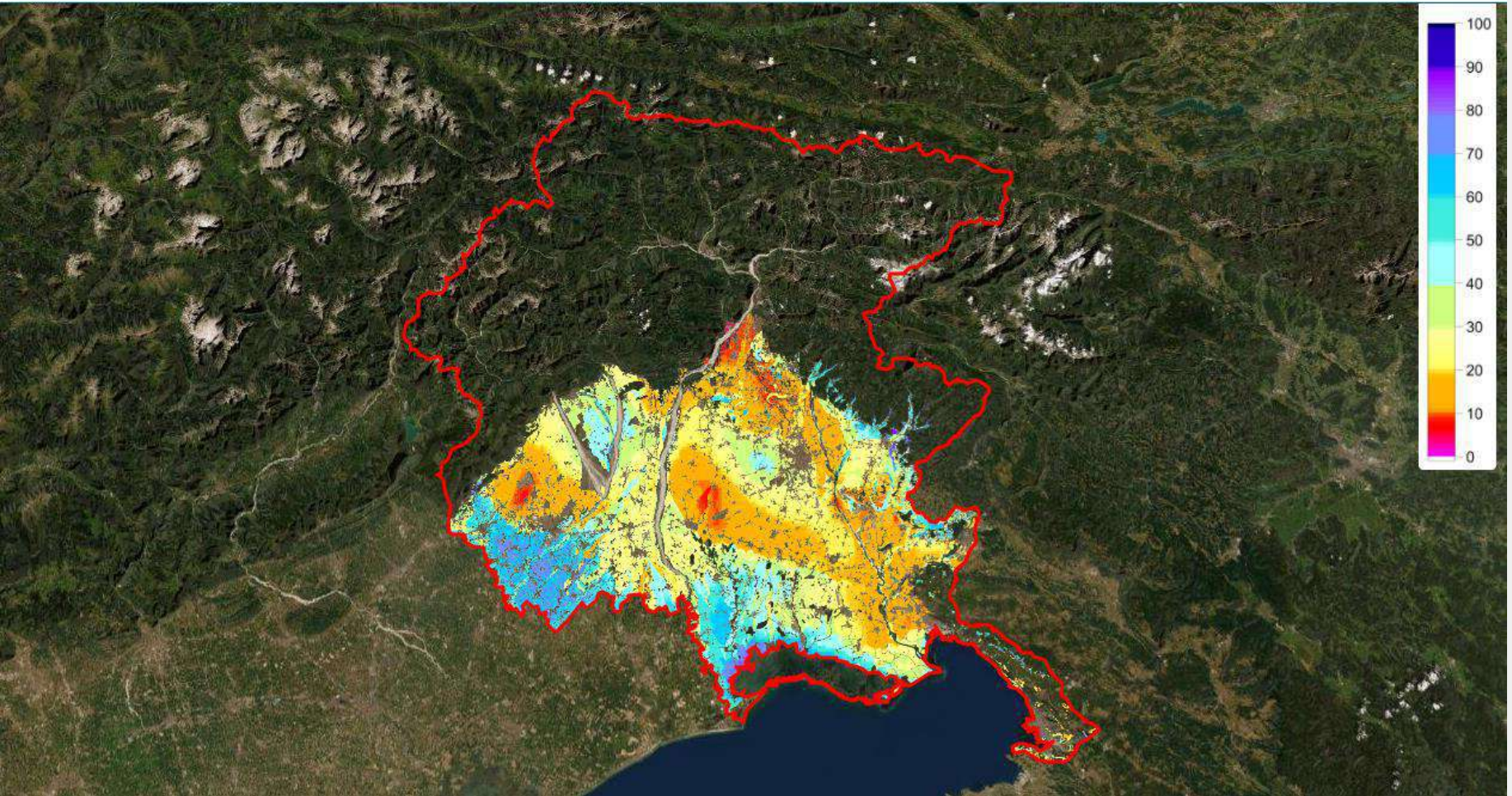




< 2020-07-17 > riserva idrica [mm] ▼ vegetazione spontanea ▼  
colture ▼ ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15

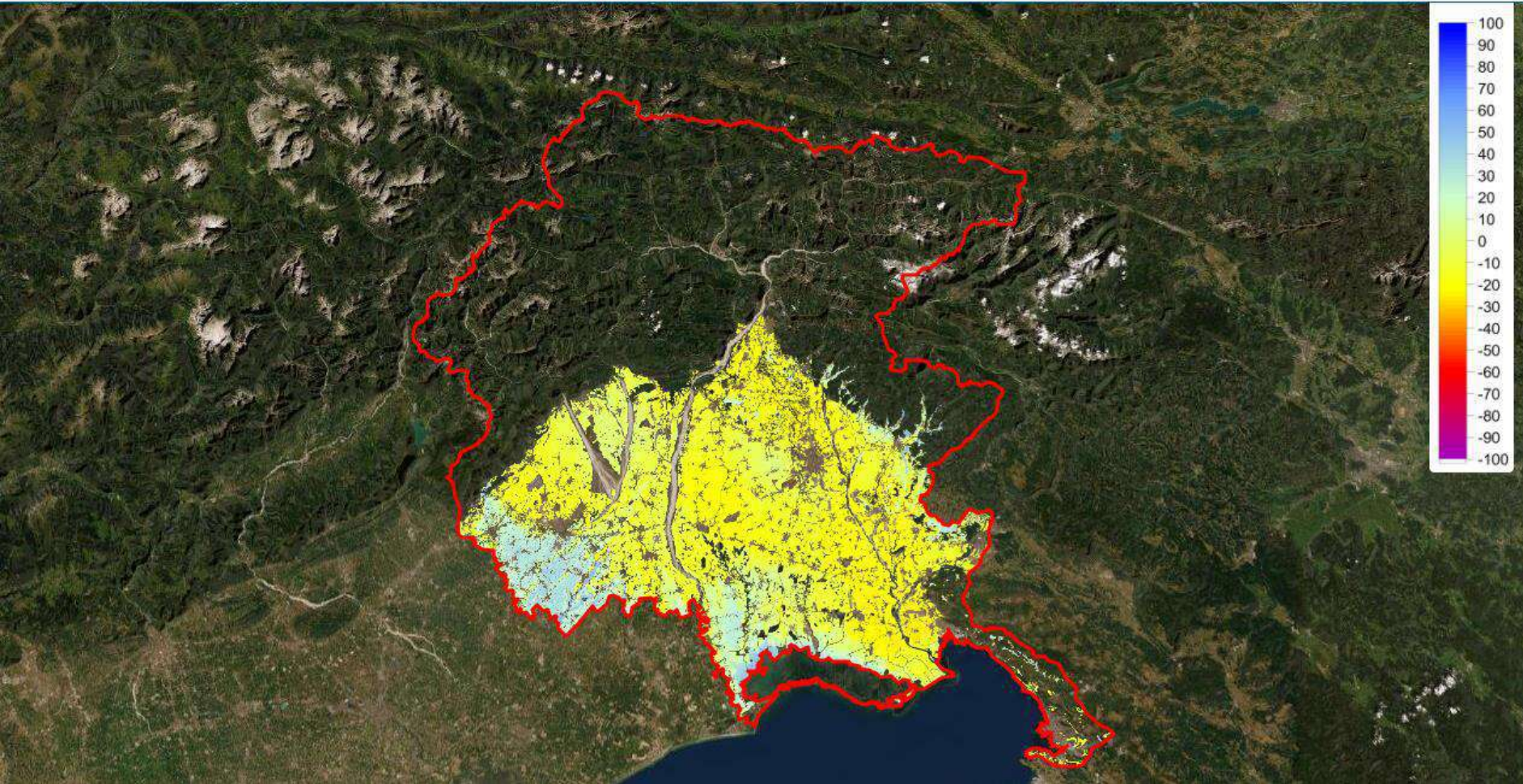


< 2020-07-17 > % riserva idrica ▼ vegetazione spontanea ▼  
colture ▼ ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15

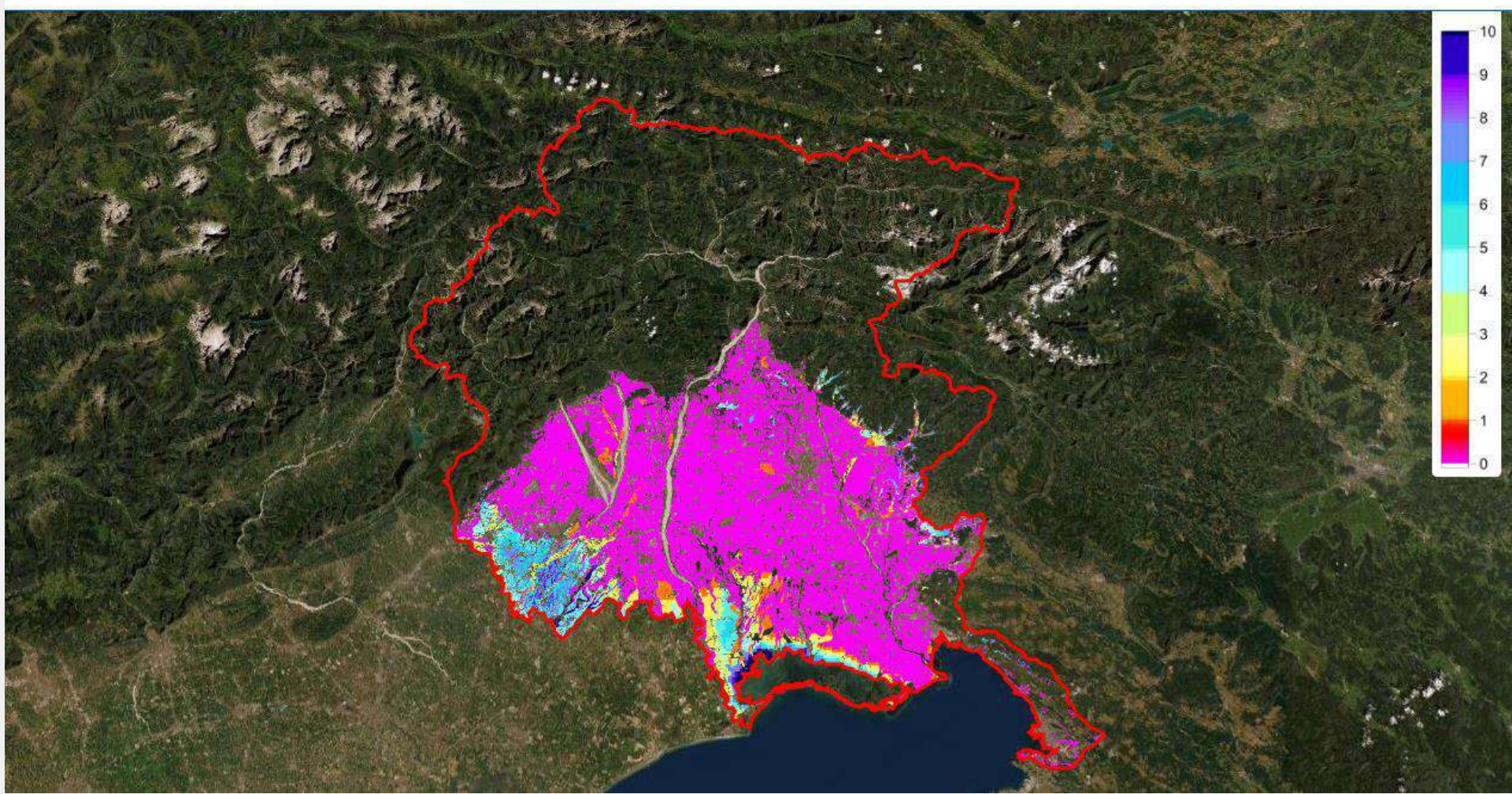


< 2020-07-17 > riserva facilim. util. [mm] vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15

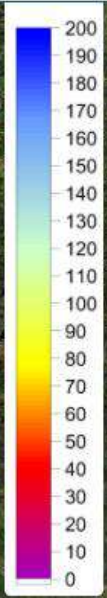
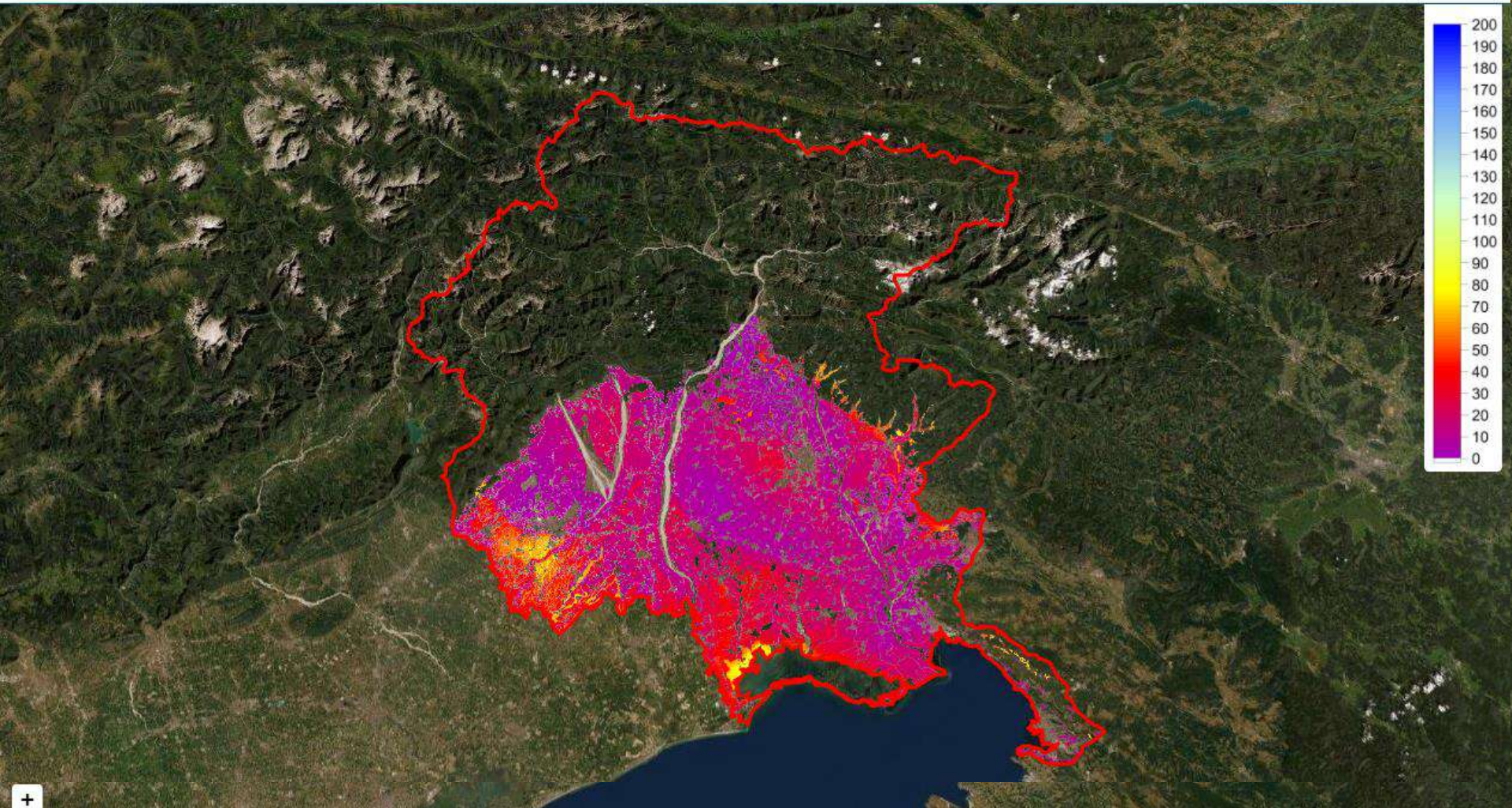


< 2020-07-17 > durata riserva fac. util. [gg] ▼ vegetazione spontanea ▼  
colture ▼ ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15



< 2020-07-17 > riserva idrica [mm] vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15

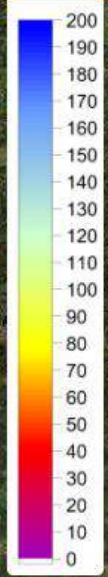
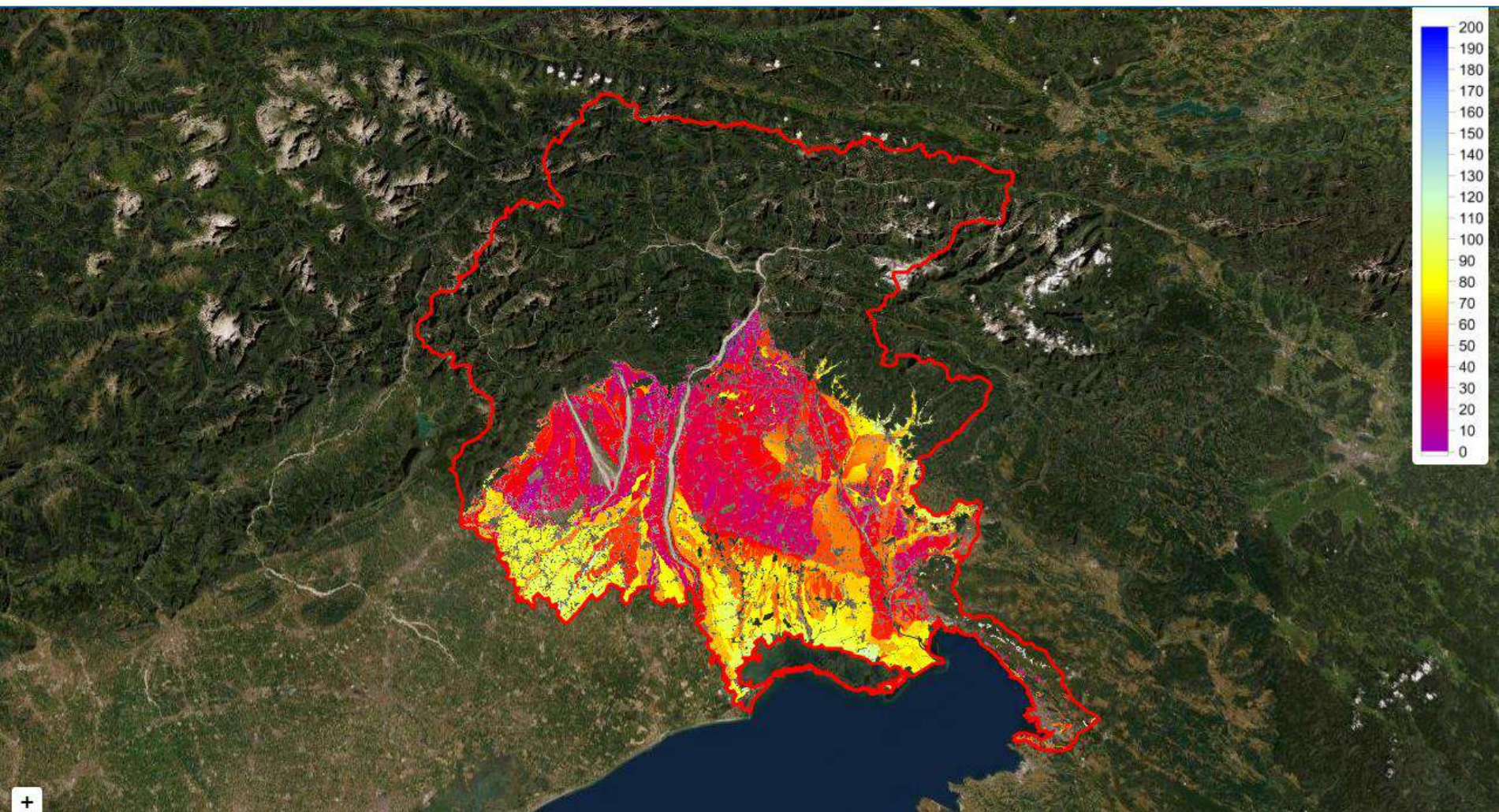


< 2020-07-17 >

riserva idrica [mm]

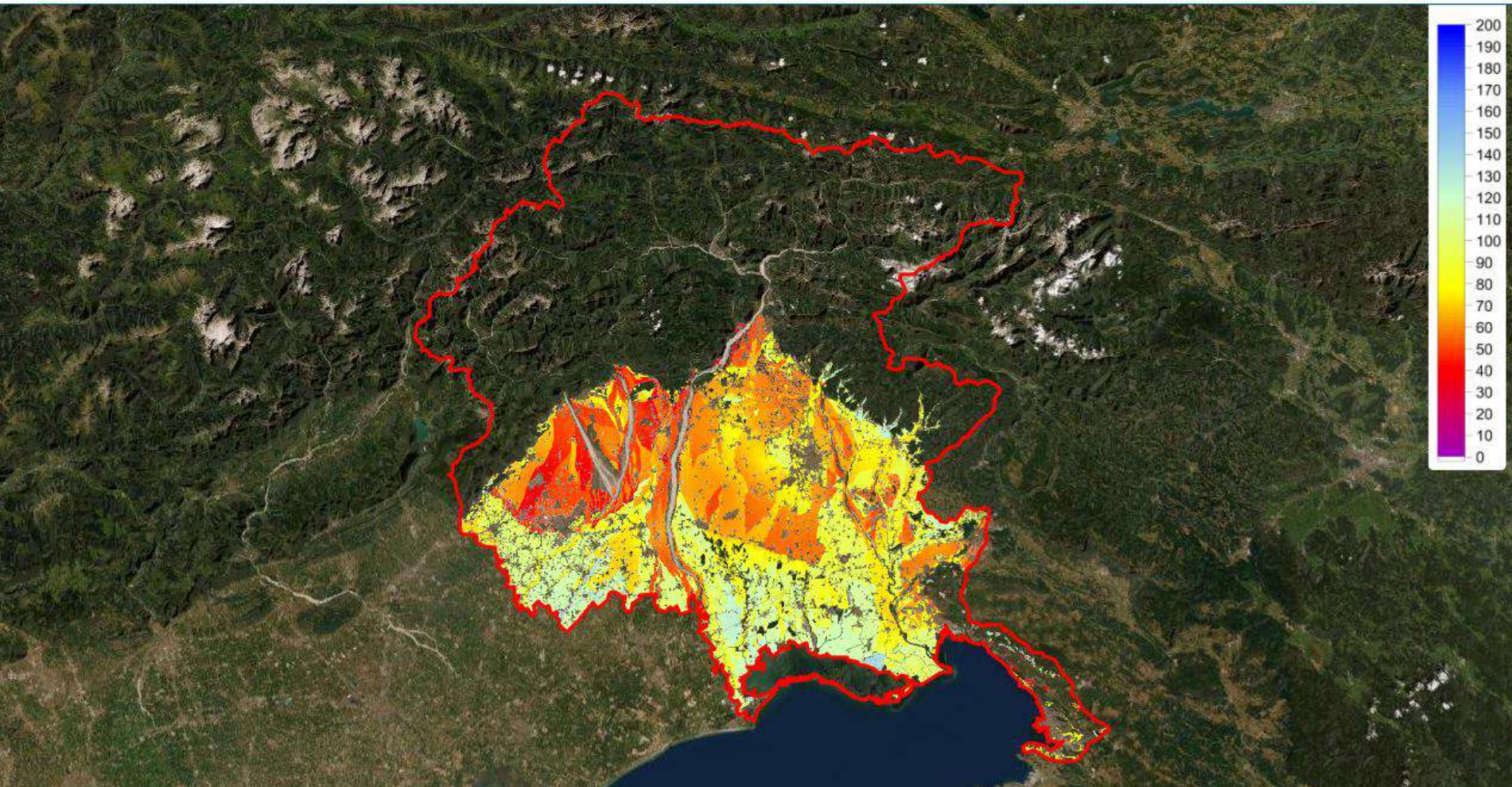
vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15



< 2020-07-17 > riserva idrica [mm] vegetazione spontanea

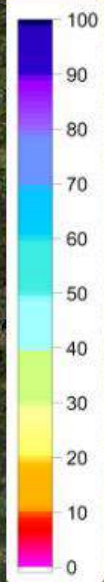
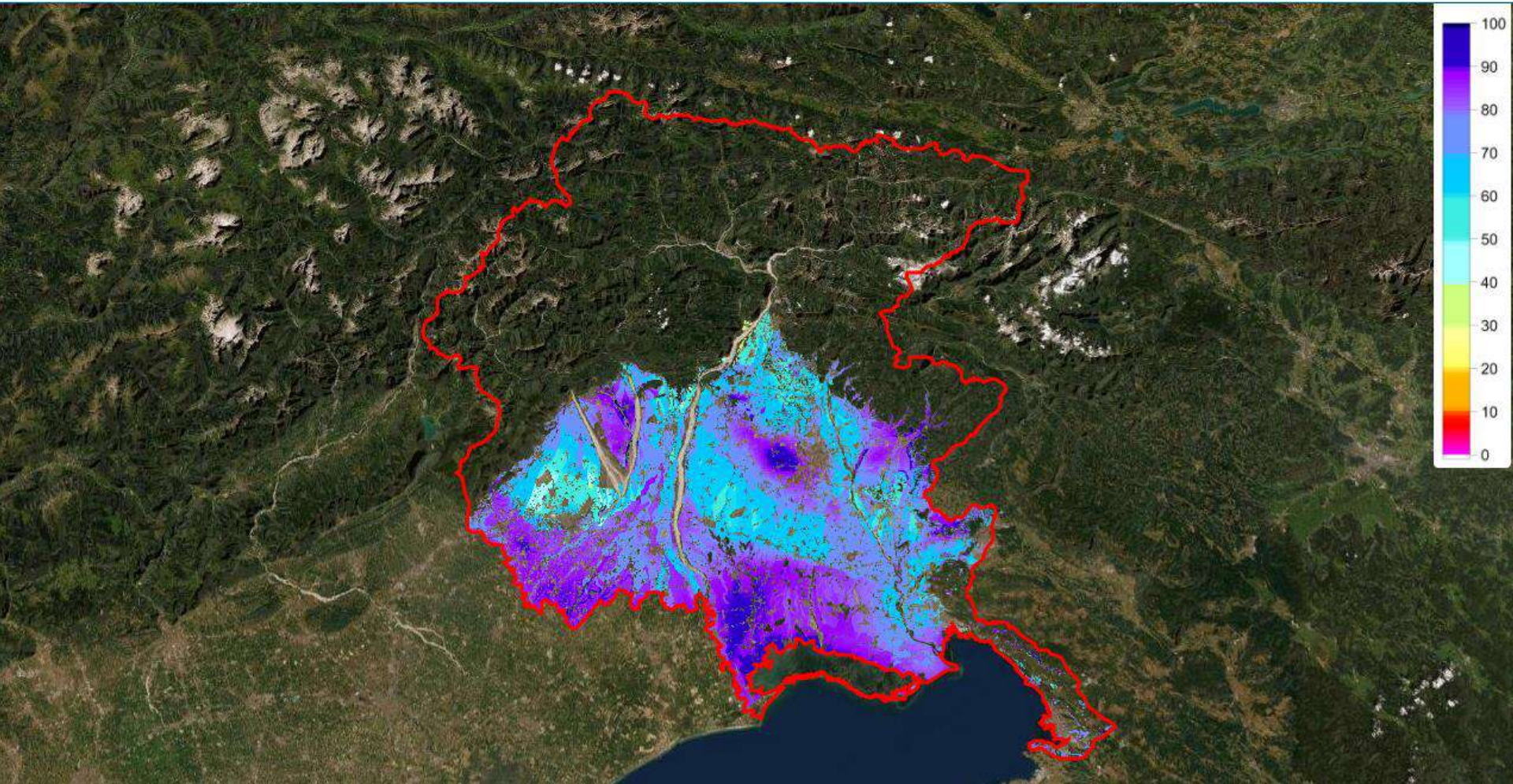
colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15



< 2020-07-17 > % riserva idrica

vegetazione spontanea

colture ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15





< 2020-07-17 >

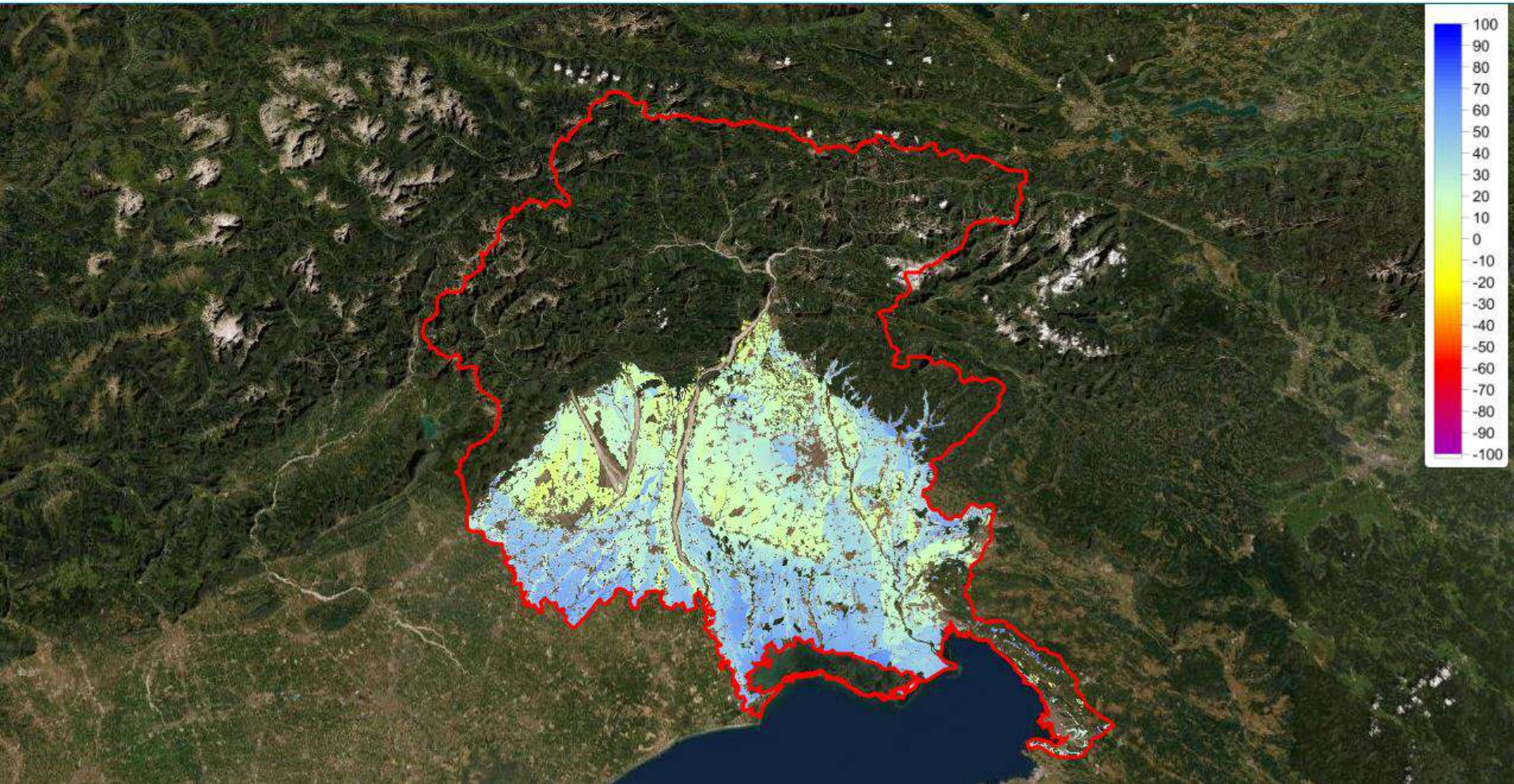
riserva facilm. util. [mm]

vegetazione spontanea

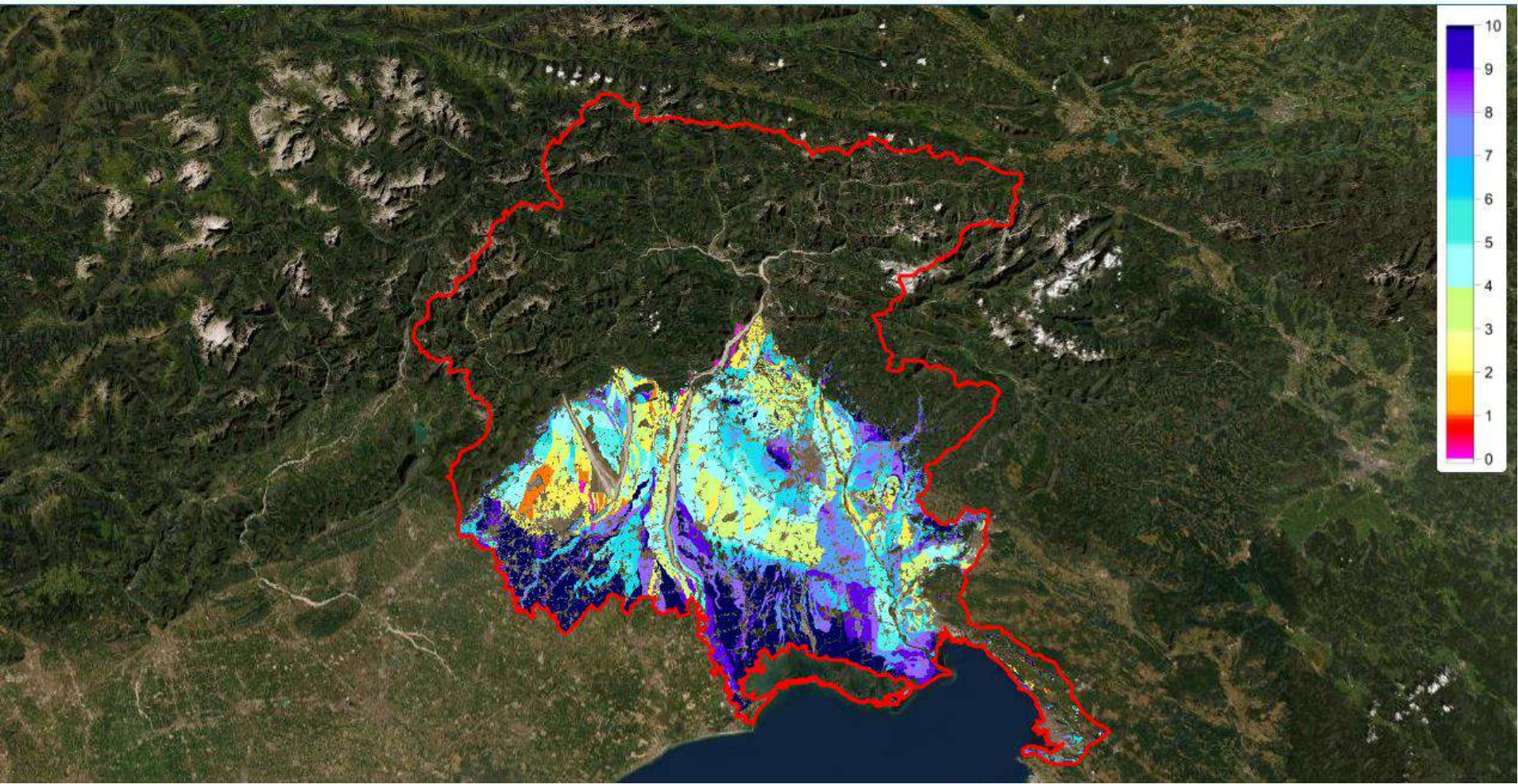
colture

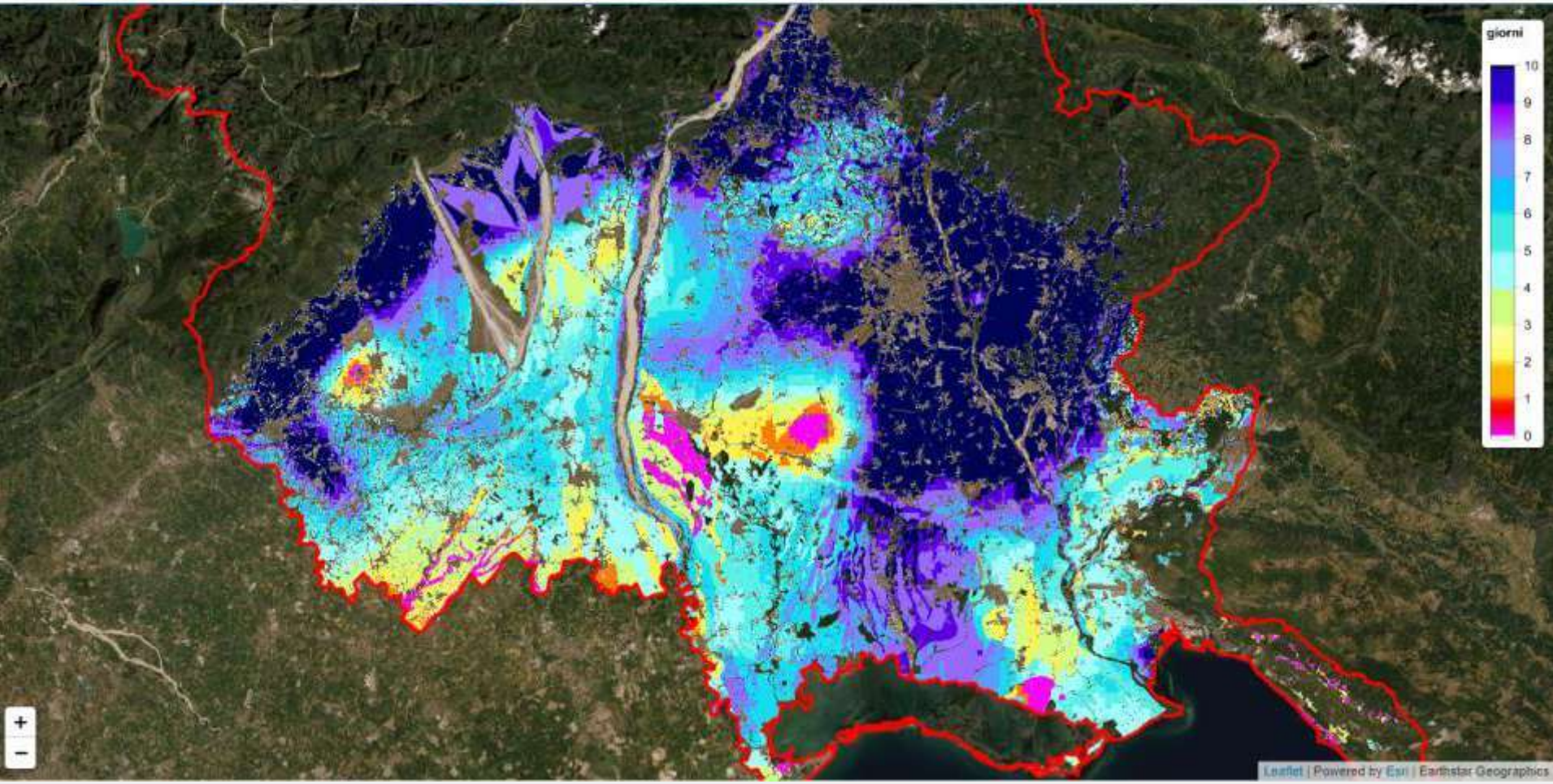
ultima irrigazione

mai 3 6 9 12 15



< 2020-07-17 > durata riserva fac. util. [gg] ▼ vegetazione spontanea ▼  
colture ▼ ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15



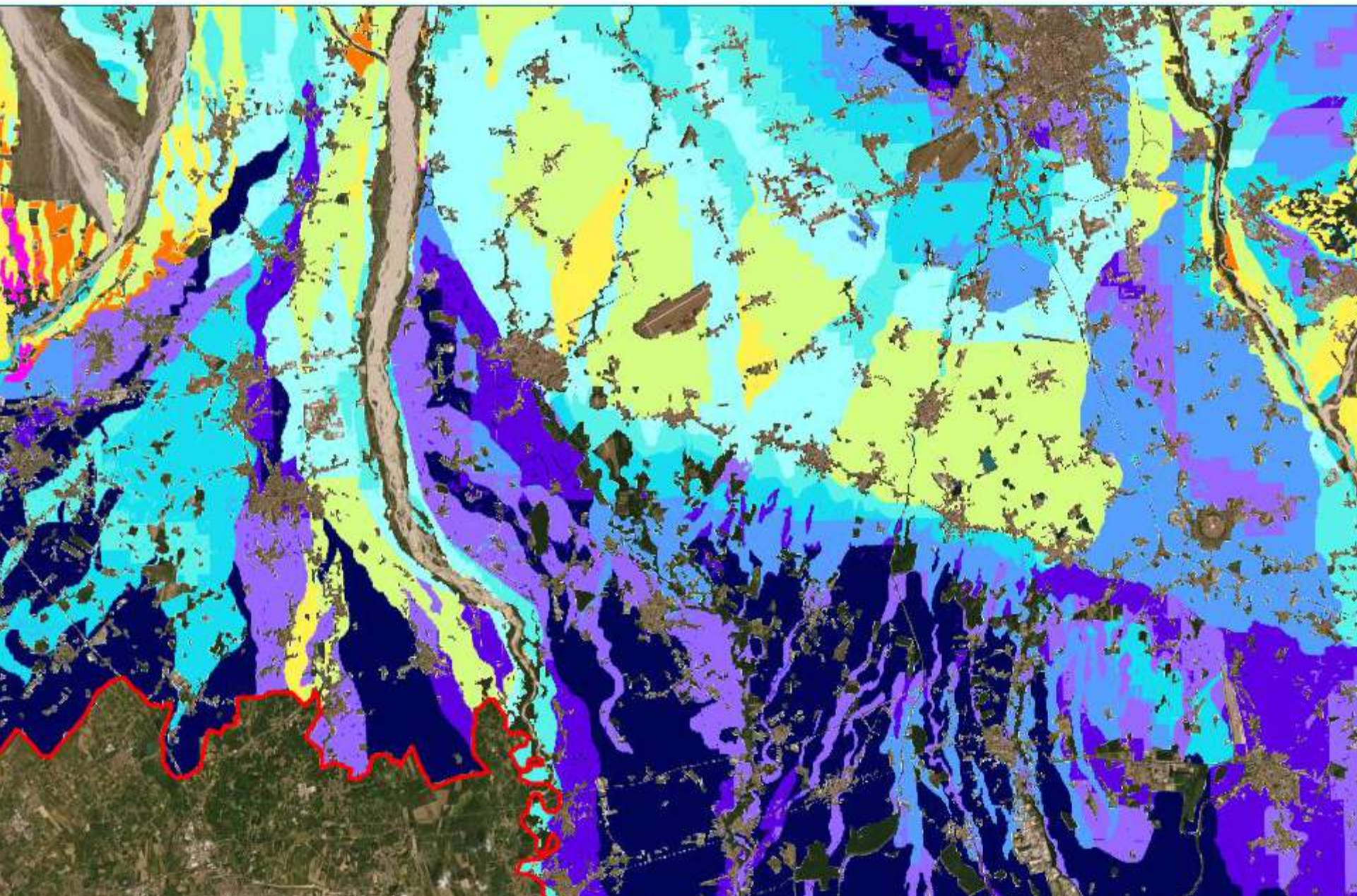


< 2020-07-17 >

durata riserva fac. util. [gg] ▾

vegetazione spontanea ▾

colture ▾ ultima irrigazione mai 3 6 9 12 15



2020-07-17

durata riserva fac. util. [gg]

vegetazione spontanea

colture ▾ ultima irrigazione **mai** 3 6 9 12 15



### Scenari Agro-meteorologici

Scenari generali a carattere macro-territoriale che considerano sia aspetti fitosanitari che aspetti agronomici



Indice di percorribilità dei suoli



# Servizio Irriguo Territoriale

## Particolare Output giornalieri:

### l'indice di percorribilità dei suoli

#### Per ogni UTB

- La percentuale della riserva idrica nell'ipotesi di terreno incolto

Tale indice stima il contenuto percentuale di acqua nel terreno e lo associa alla possibilità più o meno elevata di poter entrare in campo senza provocare problemi di compattamento e degrado della struttura del suolo.

arPa FVG

domenica 11 febbraio 2024

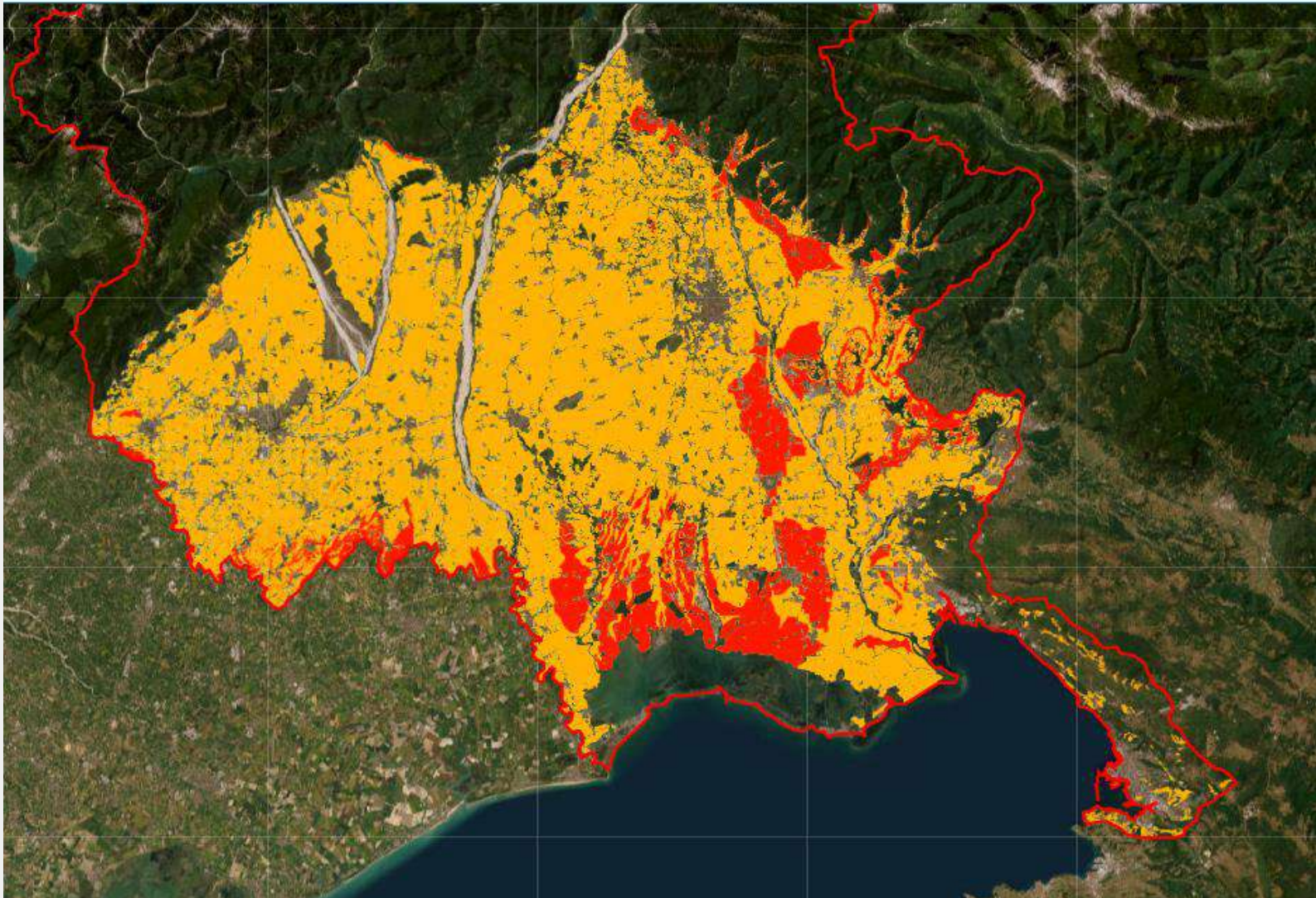
previsione

-

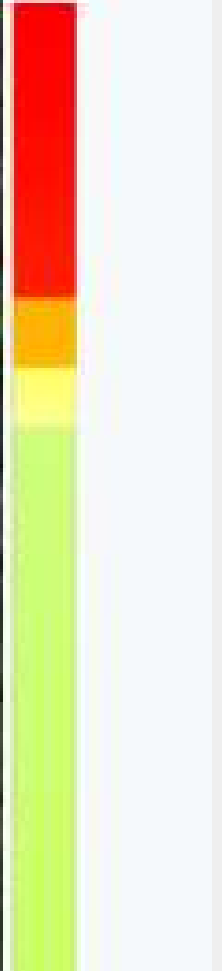
0

+

giorni



percorribilità





# quattro classi di percorribilità

esaminati i primi 30 cm del terreno

**Rossa – entrata in campo sconsigliata**

acqua nel terreno > al 105% della AWC.

**Arancio - entrata in campo con prudenza**

acqua nel terreno compresa tra il 95 e il 105% AWC.

**Gialla - entrata in campo pochi problemi**

acqua nel terreno compresa tra il 85 e il 95% AWC.

**Verde - entrata in campo senza problemi**

acqua nel terreno < al 85% AWC.



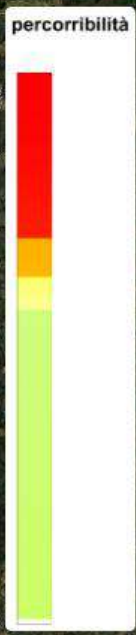
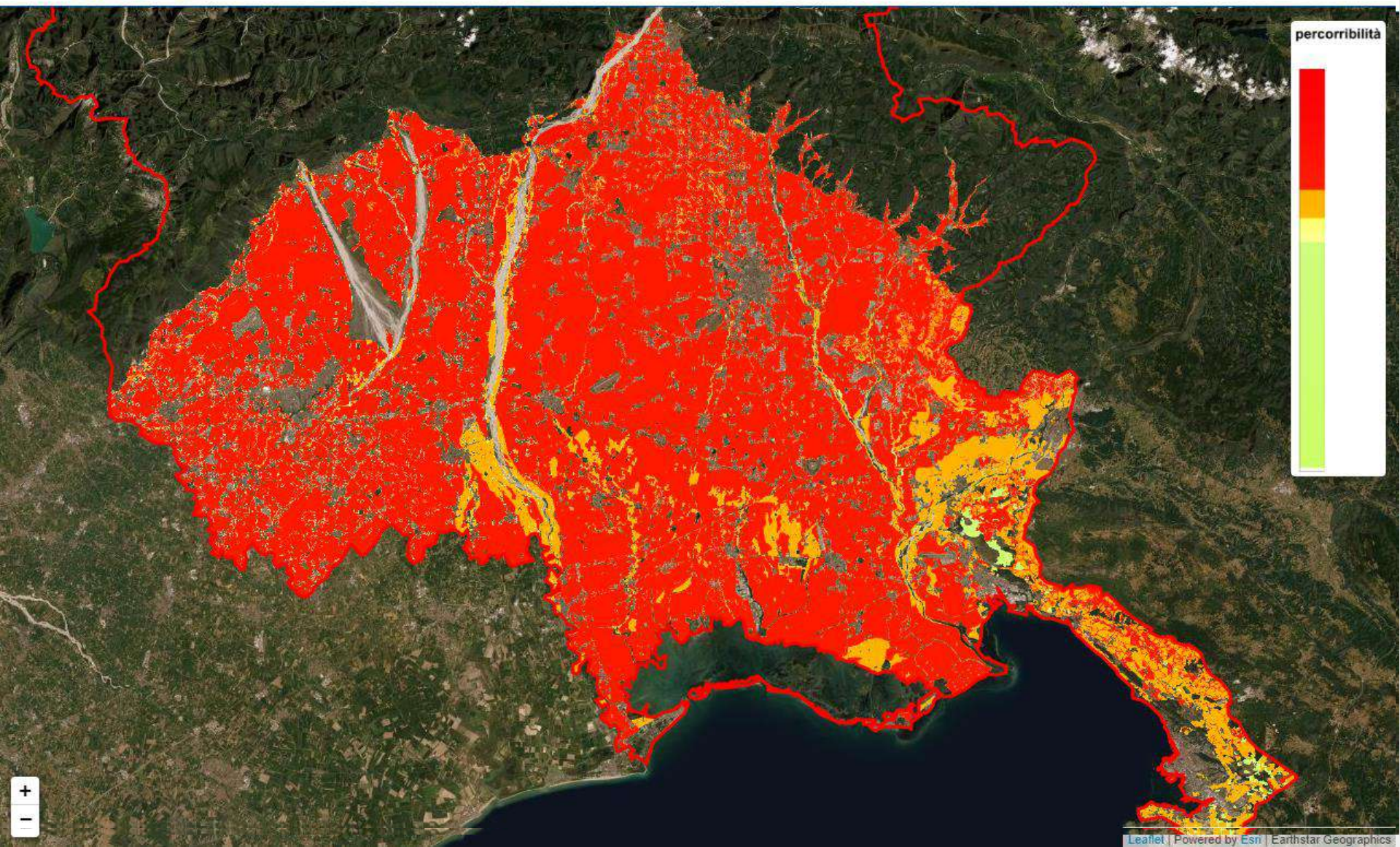
2021-04-9



giorni di previsione



3



### Scenari Agro-meteorologici

Scenari generali a carattere macro-territoriale che considerano sia aspetti fitosanitari che aspetti agronomici



Indice di disagio bioclimatico per  
bovine da latte



ritoriale e analisi



one





## Stress da caldo nelle bovine da latte

- Le temperature possono raggiungere valori che creano discomfort, sia agli uomini sia agli animali.
- D'estate si possono presentare situazioni di particolare disagio per le bovine da latte, tanto da determinare un calo della produzione.
- Il THI - Temperature Humidity Index (indice termoisgrometrico), introducendo delle soglie specifiche, permette di quantificare la diminuzione di produttività relativamente al disagio percepito dagli animali sulla base dei valori di temperatura e umidità ambientali.

# Indice THI dipende da

- Temperatura
- Umidità

		Umidità relativa (%)																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Temperatura (°C)	22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
	23	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
	24	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74	75
	25	67	67	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
	26	68	68	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
	27	69	69	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
	28	69	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
	29	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
	30	71	72	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
	31	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
	32	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
	33	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
	34	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
	35	75	76	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
	36	76	77	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
	37	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99
	38	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100
	39	79	80	81	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	99	100	101	102
	40	80	81	82	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	98	99	100	101	103	104
	41	81	82	83	85	86	87	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	102	103	104	106
	42	81	83	84	86	87	88	90	91	92	94	95	97	98	99	101	102	103	105	106	108
	43	82	84	85	87	88	89	91	92	94	95	97	98	99	101	102	104	105	107	108	109
	44	83	85	86	88	89	90	92	93	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111

# Le soglie

Indice THI	<i>Classi di rischio produttività</i>			
	<b>Nulla</b>	<b>Minimo</b>	<b>Allerta</b>	<b>Emergenza</b>
<b>Massimo giornaliero</b>	THI ≤ 72	72 < THI ≤ 78	78 < THI < 84	THI ≥ 84
<b>Minimo giornaliero (notturno)</b>	THI ≤ 62	62 < THI ≤ 68	68 < THI < 74	THI ≥ 74

# Suddivisione Territoriale



## 8 zone:

- Monti (zone sopra i 1000 m)
- Valli alpine (zone sopra i 300 m)
- Valli Prealpine (zone sopra i 300 m)
- Tolmezzino
- Alta pianura e colline (zone sopra i 130 m o caratterizzate da rilievi di tipo collinare)
- Pianura
- Carso
- Costa

Le aree regionali si colorano in base alle classi di rischio di perdita di produttività, ovvero se in almeno un punto il valore massimo giornaliero previsto supera la soglia di 72, 78, 84 o se il valore minimo giornaliero previsto supera la soglia di 62, 68, 74.

# Previsione dell' Indice THI

## Input

- **modello meteorologico IFS HRES di ECMWF**
- **misure della rete meteorologica regionale.**

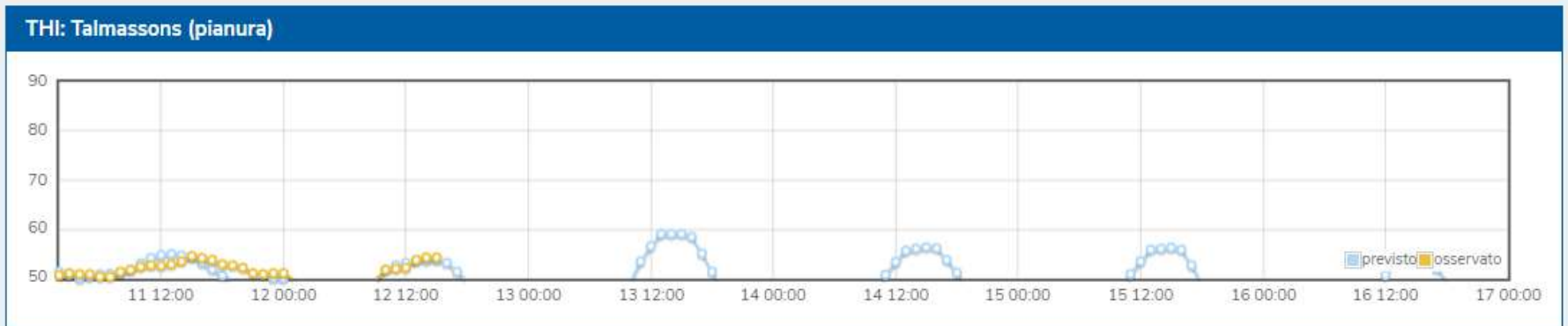
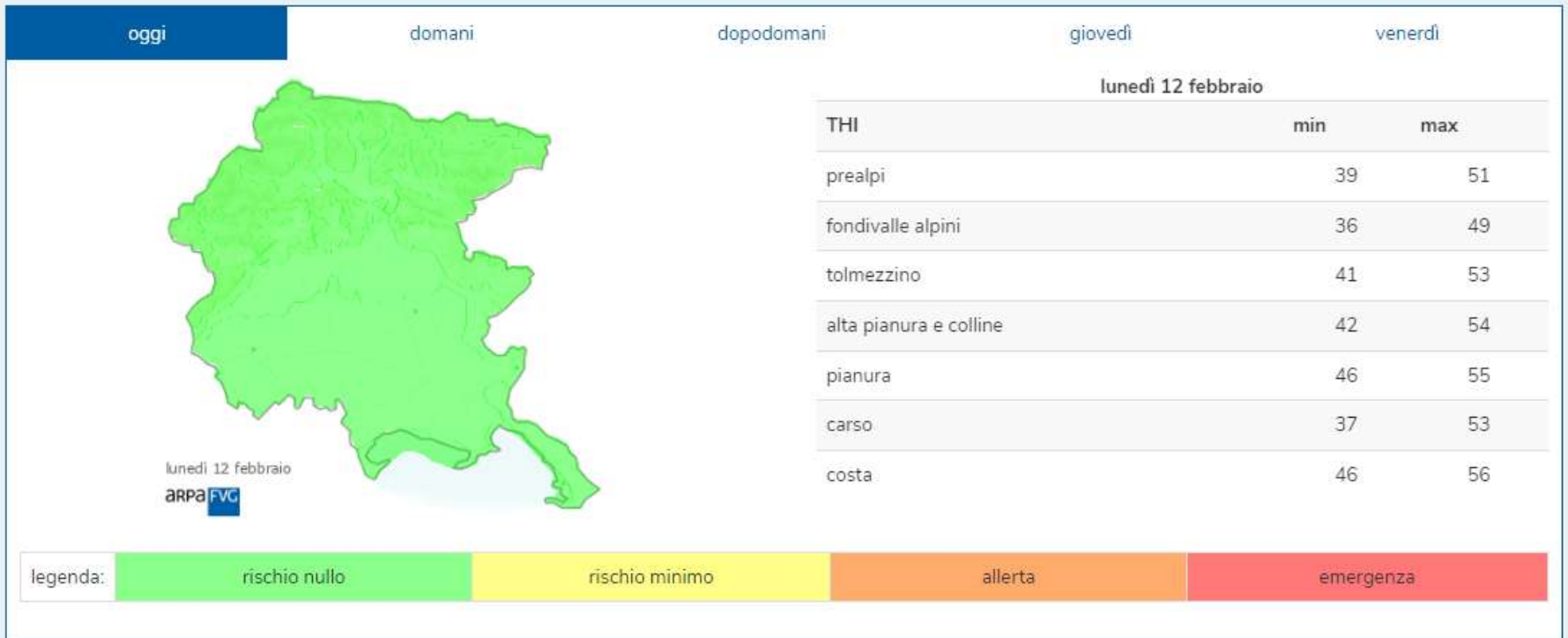
**fattori correttivi per IFA HRES di ECMWF:** medie degli ultimi 7 giorni tra dati orari di temperatura e umidità misurati nella stazione e quelli previsti.

## Output

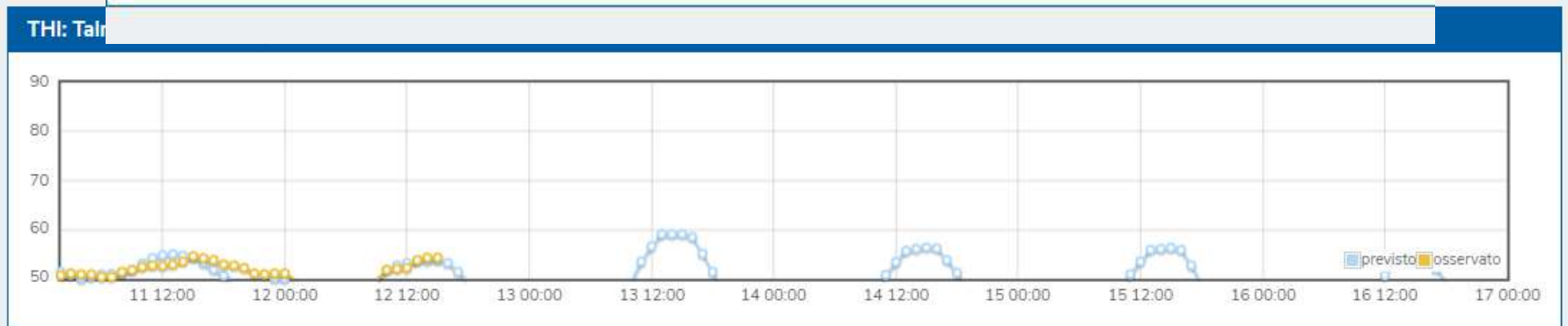
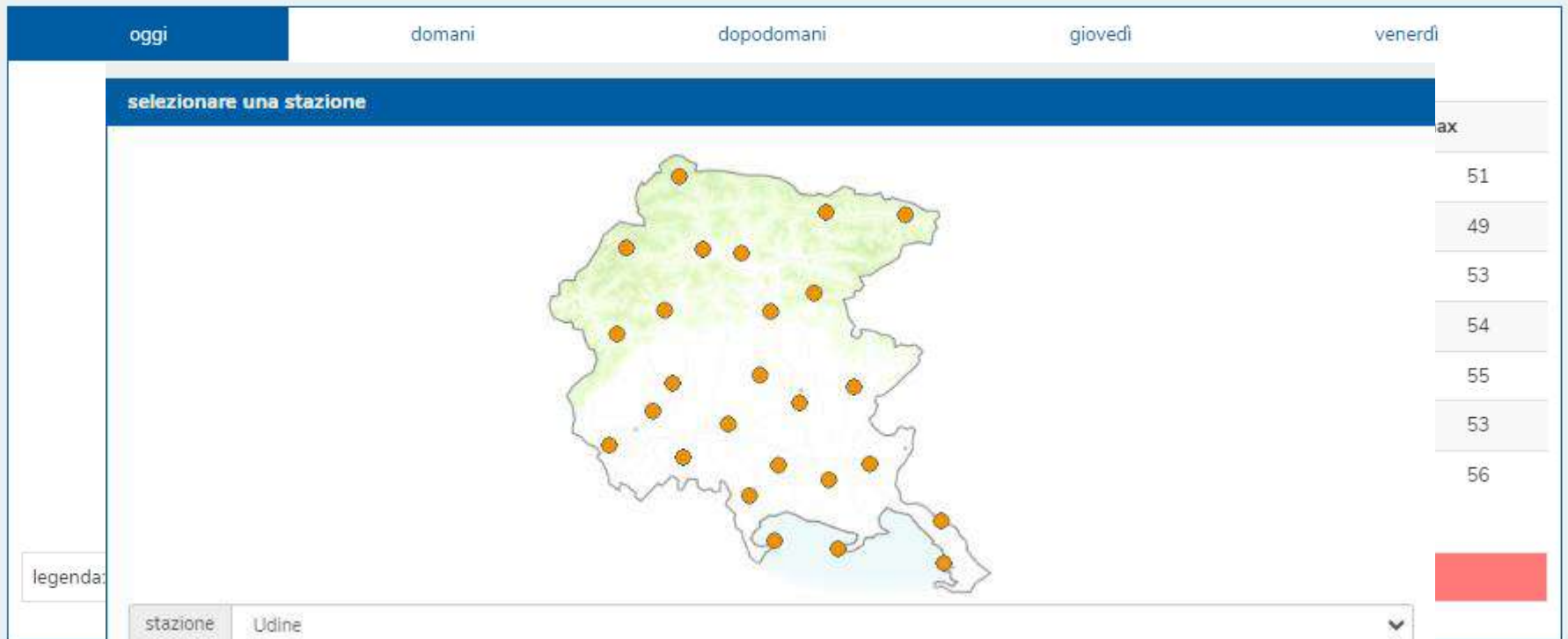
**Previsioni :** THI previsto per il giorno stesso e per i quattro giorni successivi evidenziandone il valore medio ed il valore minimo giornaliero




# Suddivisione Territoriale



# Suddivisione Territoriale



# Quanto preciso può essere un servizio territoriale?



Quanto può essere utile  
un servizio territoriale?

Tanto quanto riesco a integrare le  
informazioni con la conoscenza della  
realtà aziendale