

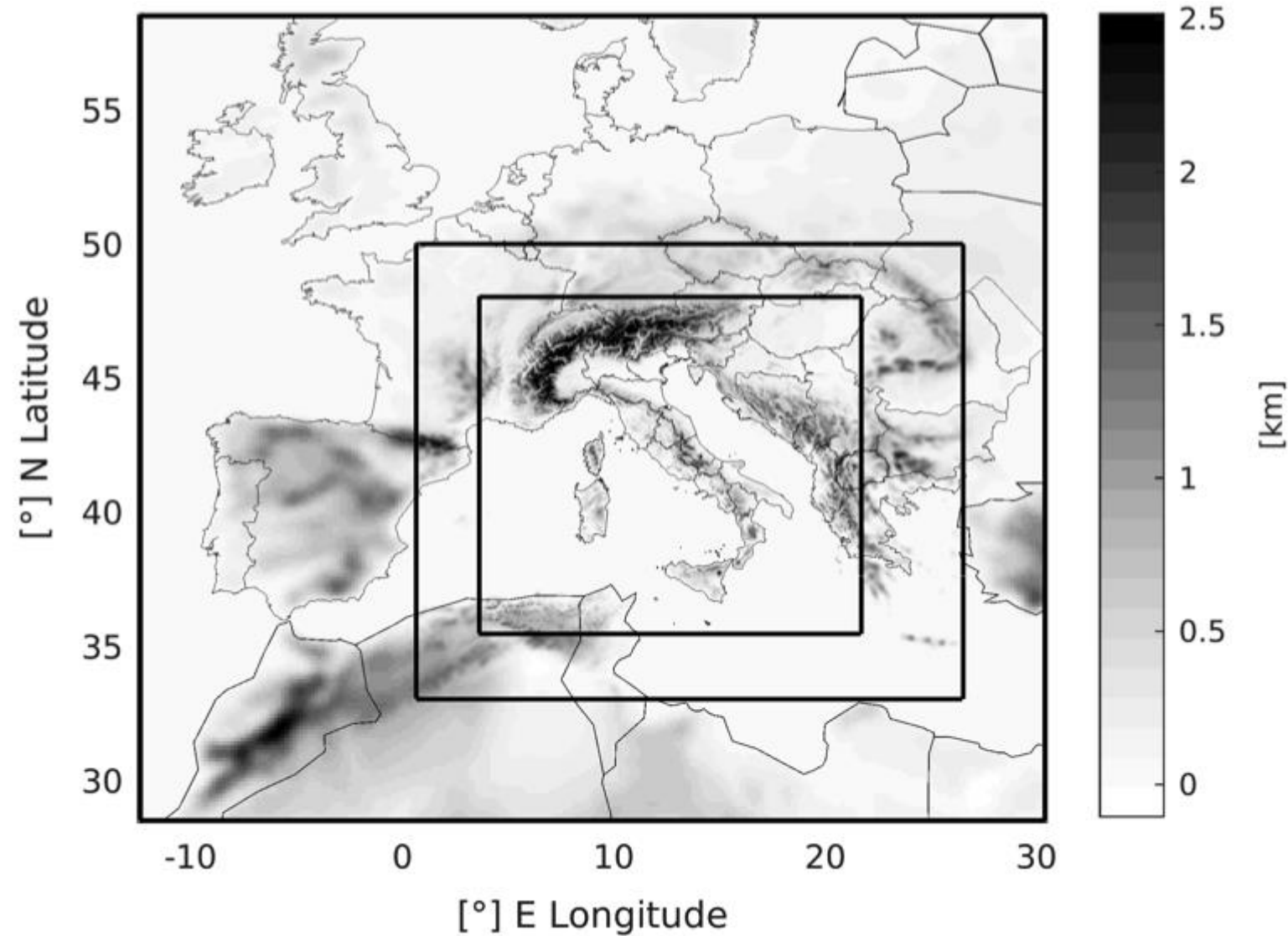
LA MODELLISTICA METEO-IDROLOGICA
PREVISIONALE DI FONDAZIONE CIMA

A. PARODI

F. SILVESTRO, M. LAGASIO, F. PIGNONE

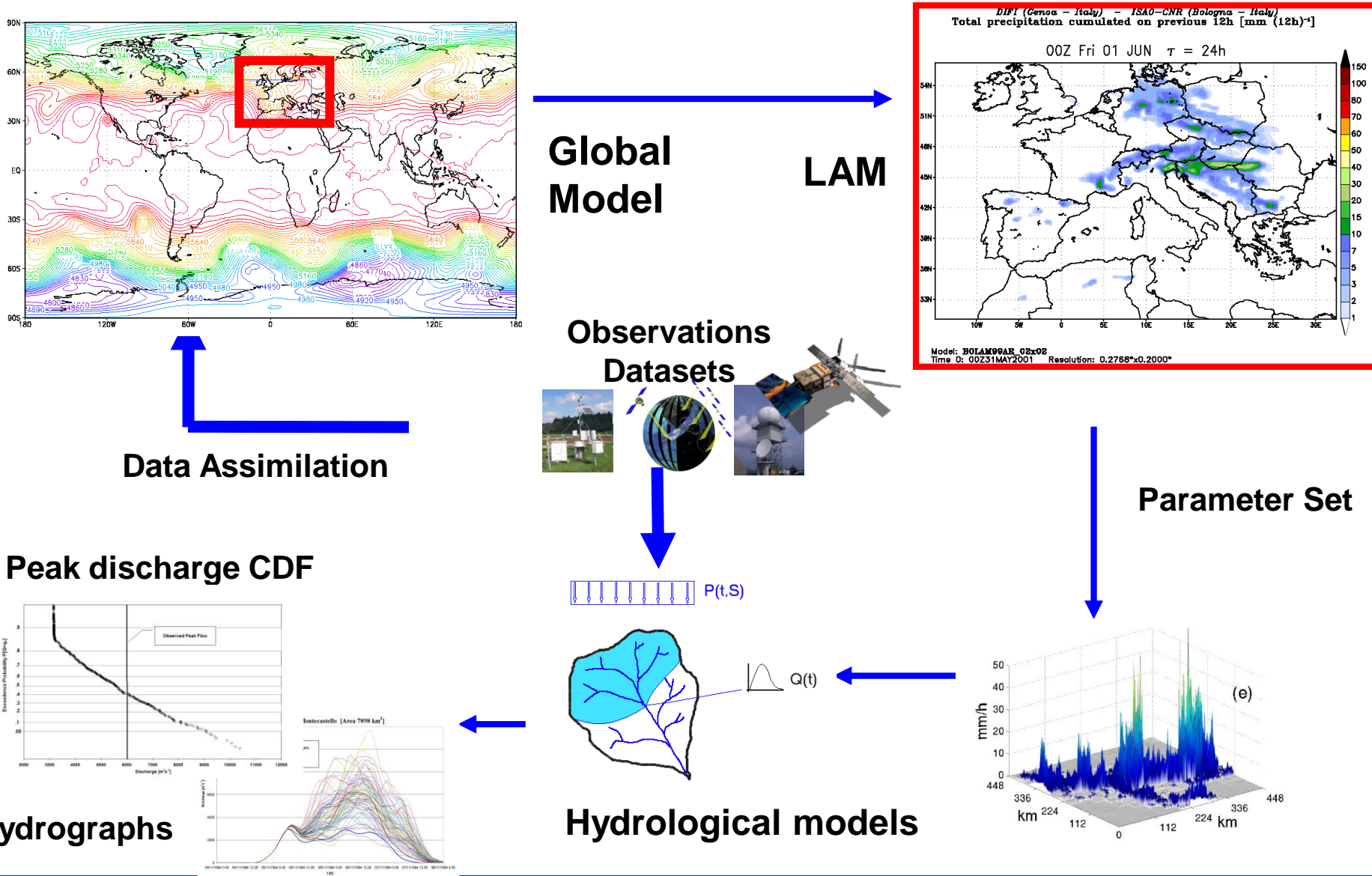


MODELLO WRF 1.5 KM OPERATIVO A SCALA NAZIONALE



**VALIDAZIONE PER ANNO 2018 IN COOPERAZIONE ARPA PIEMONTE:
FUZZY LOGIC APPROACH**

CATENA DI PREVISIONE METEO-IDROLOGICA



Silvestro et al. 2011, 2016; Laiolo et al. 2014;

ESPERIMENTI PIEMONTE 1994: 4-5-6 NOVEMBRE

Esperimenti con stream Analysis (AN): 31 km, 72 ore di simulazione, condizioni al contorno orarie

Esperimenti con stream Forecast (FC): 31 km, 72 ore di simulazione, condizioni al contorno orarie

Chiusura turbolenta: Yonsei University Scheme (YSU)

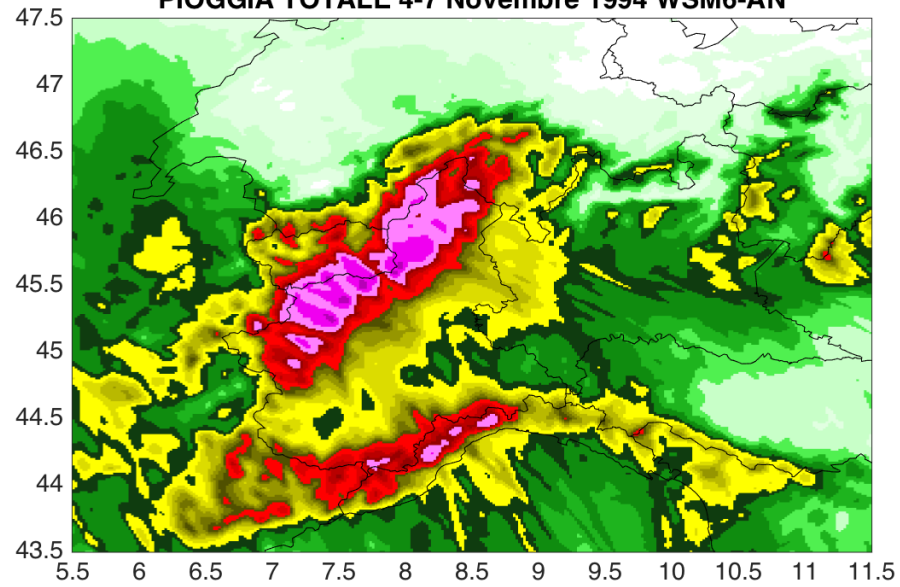
Radiazione: RRTMG Shortwave and Longwave Schemes

Modello di suolo: RUC Land Surface Mode

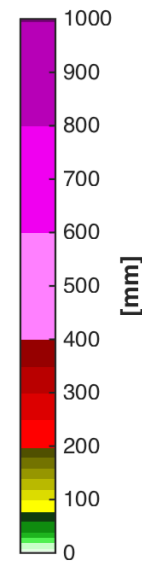
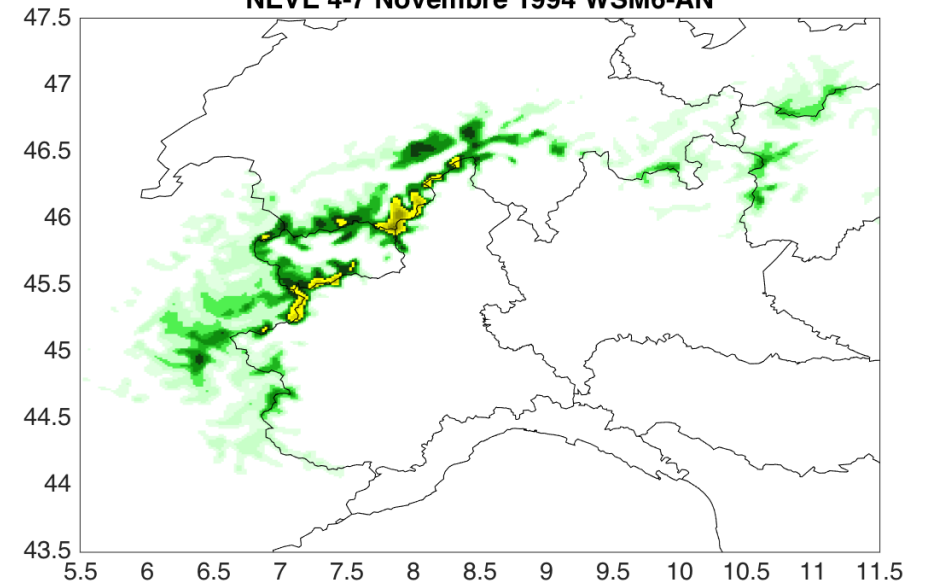
Microfisica	Specie previste	Parametri DSD previsti
WRF Single-moment 6-class Scheme (WSM6)	Qc Qr Qi Qs Qg	-
Goddard Scheme	Qc Qr Qi Qs Qg	-
Thompson Scheme	Qc Qr Qi Qs Qg	Ni Nr
Milbrandt-Yau Double Moment Scheme	Qc Qr Qi Qs Qg Qh	Nc Nr Ni Ns Ng Nh

WSM6-AN

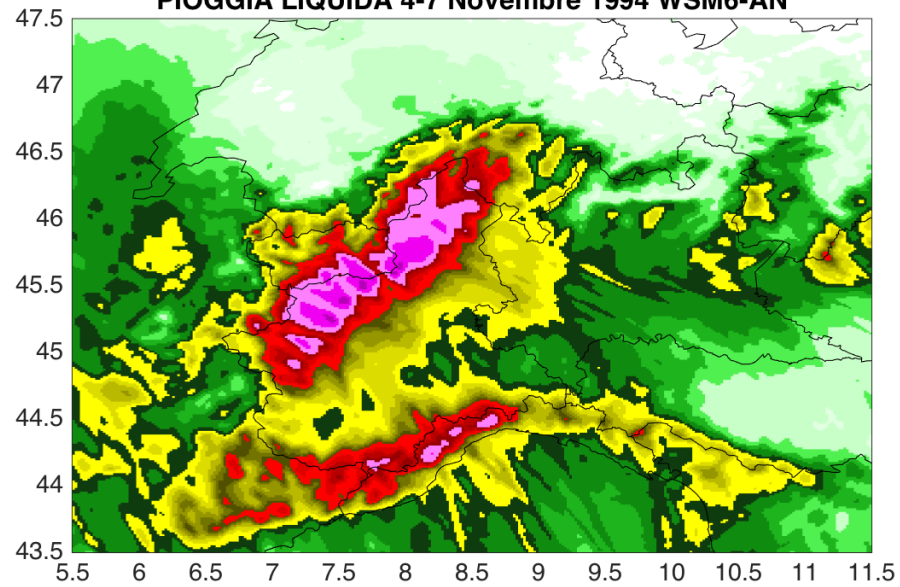
PIOGGIA TOTALE 4-7 Novembre 1994 WSM6-AN



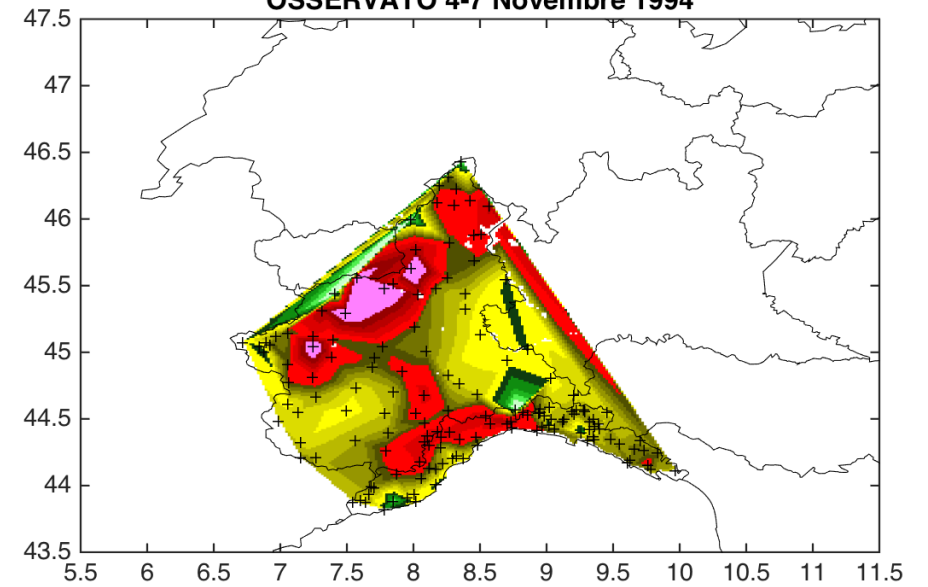
NEVE 4-7 Novembre 1994 WSM6-AN



PIOGGIA LIQUIDA 4-7 Novembre 1994 WSM6-AN

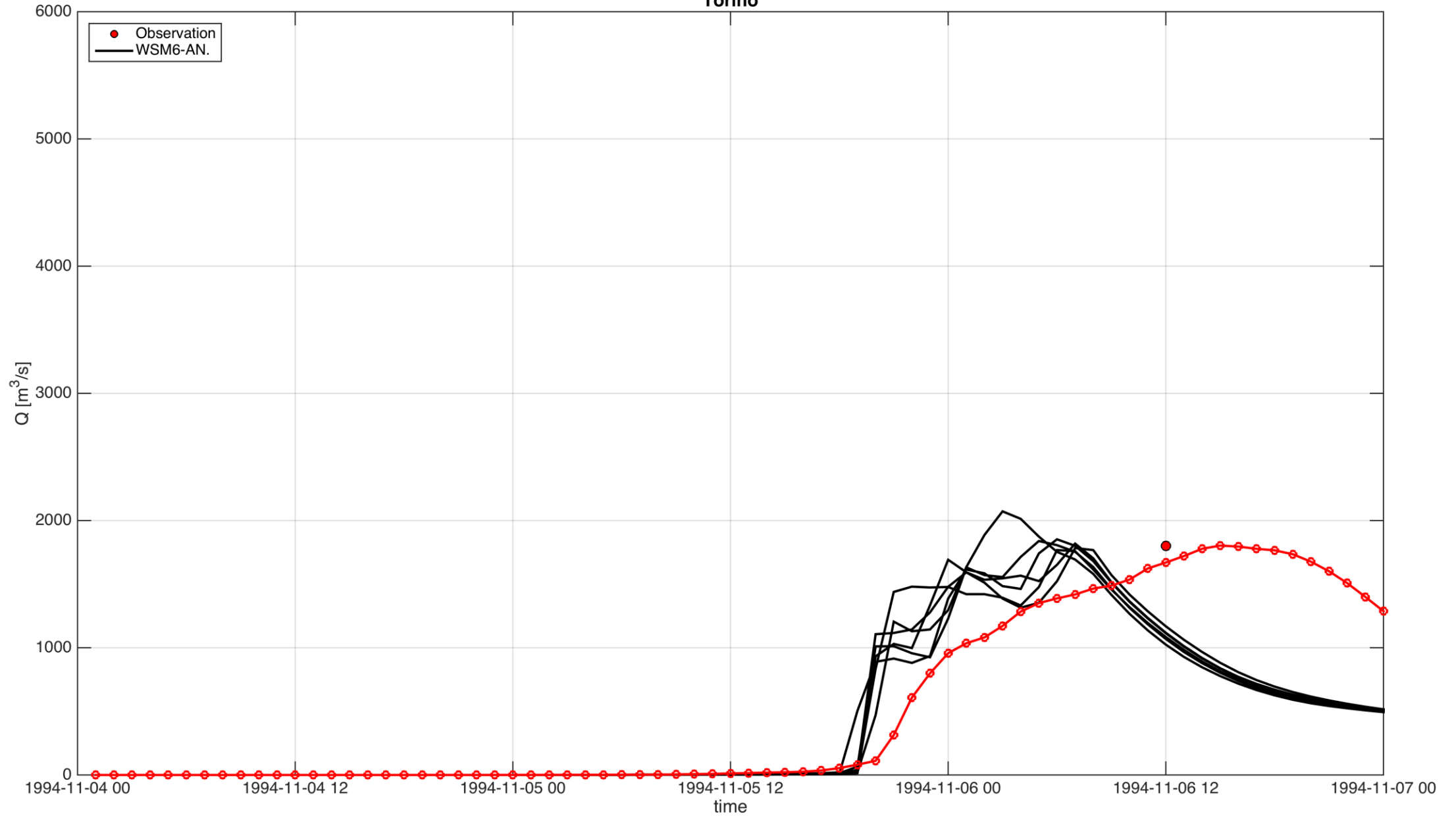


OSSERVATO 4-7 Novembre 1994



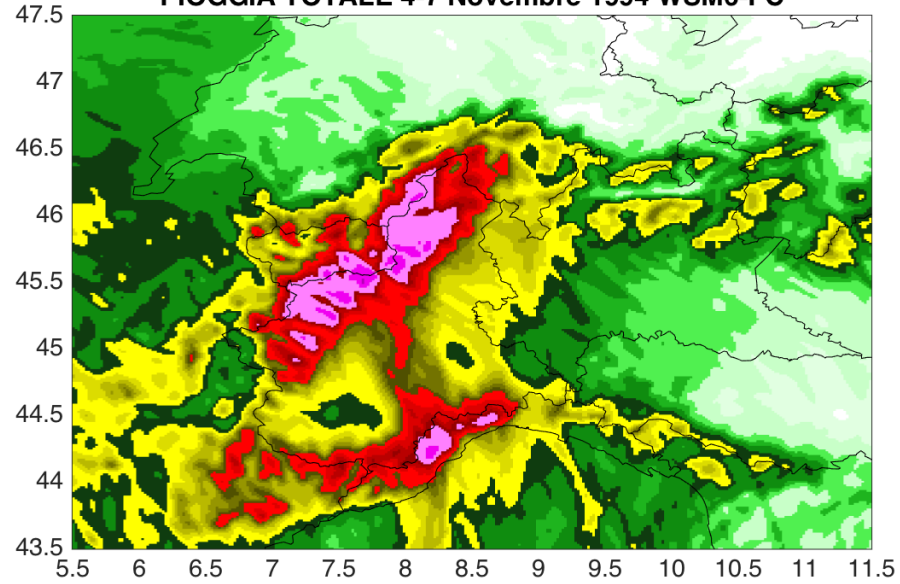
WSM6-AN+Continuum hydrological model

Torino

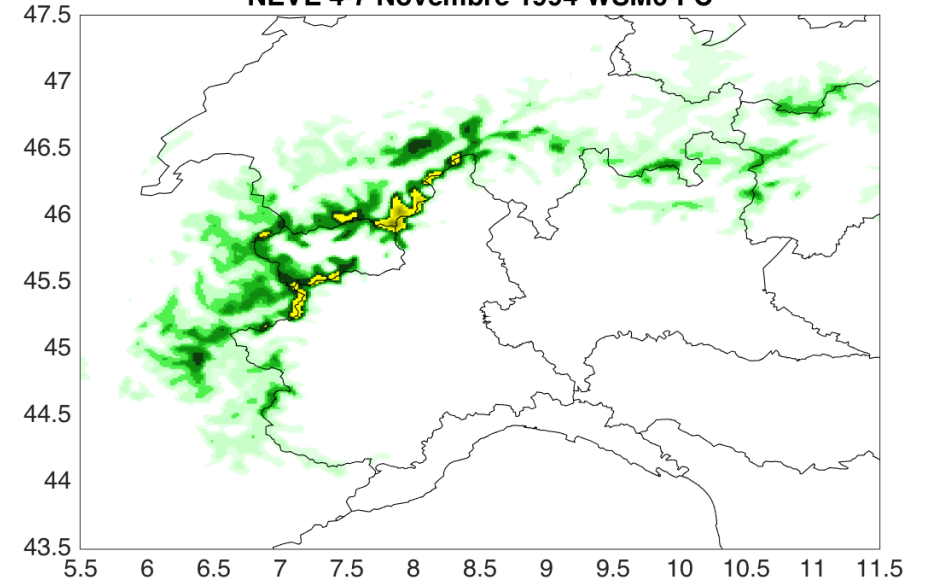


WSM6-FC

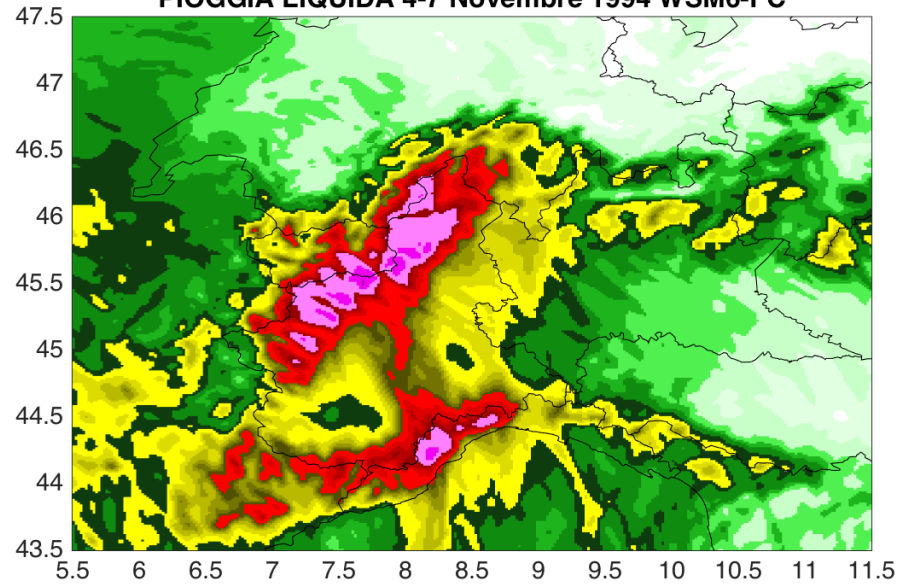
PIOGGIA TOTALE 4-7 Novembre 1994 WSM6-FC



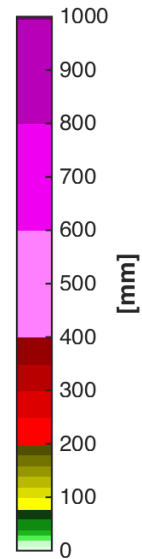
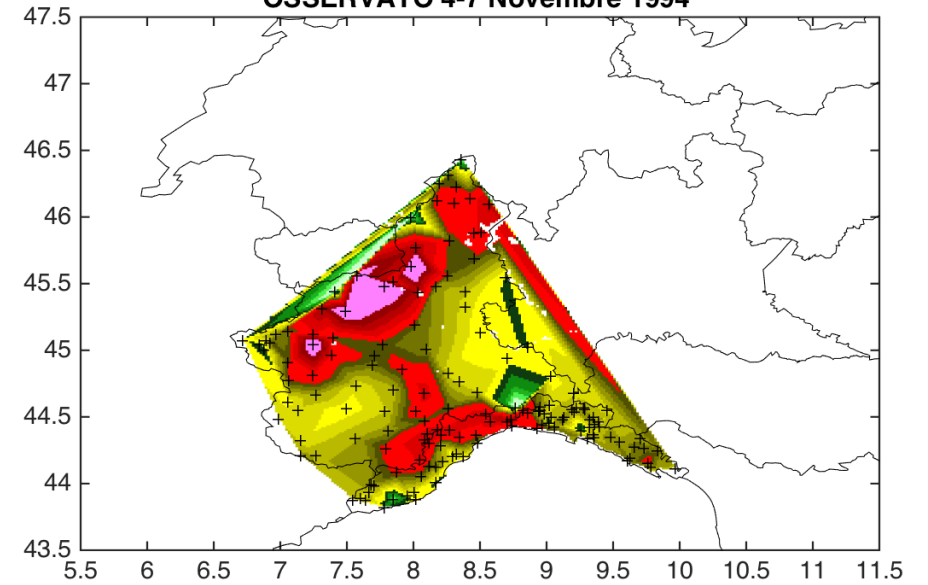
NEVE 4-7 Novembre 1994 WSM6-FC



PIOGGIA LIQUIDA 4-7 Novembre 1994 WSM6-FC

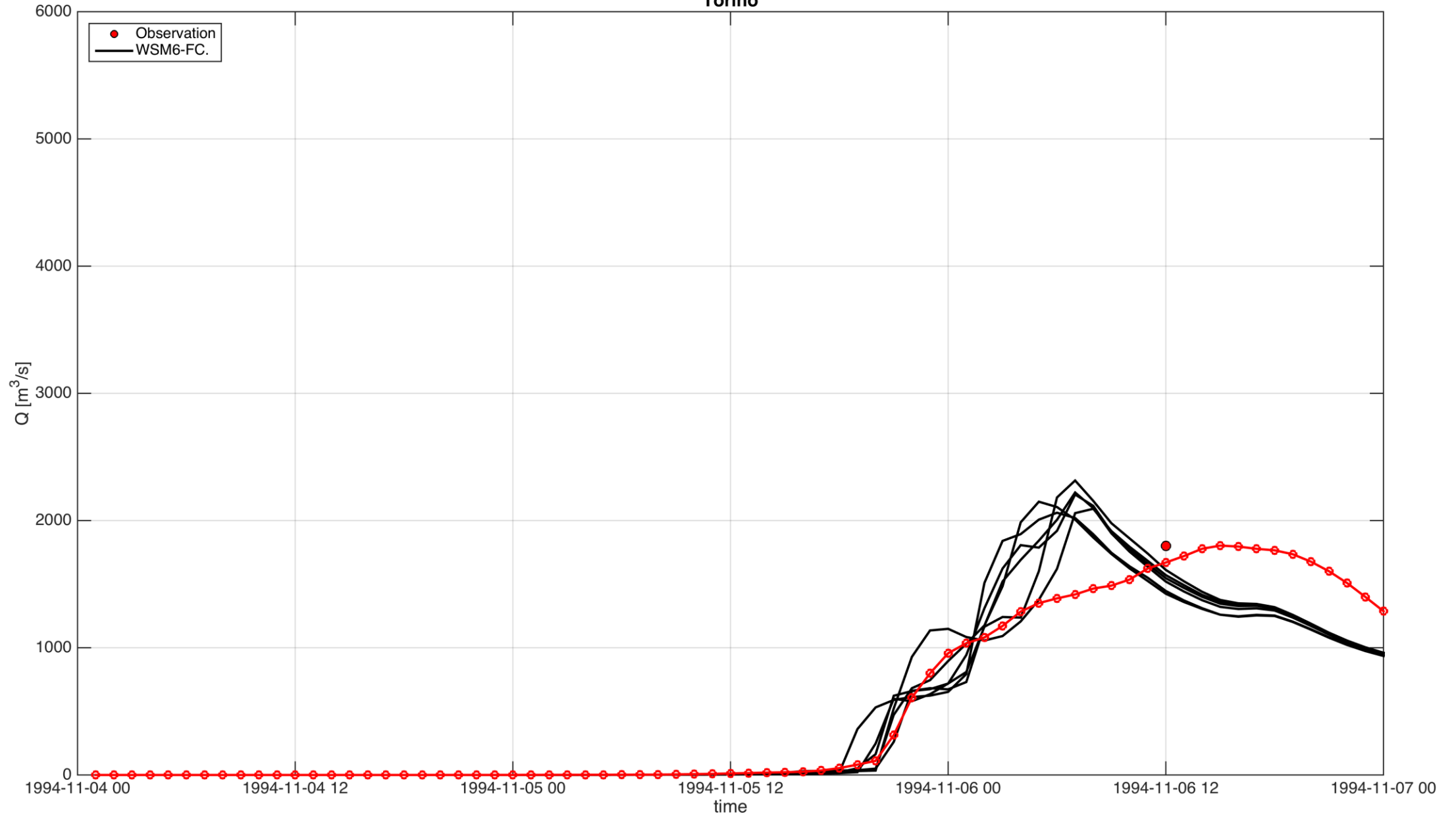


OSSERVATO 4-7 Novembre 1994



WSM6-FC+Continuum hydrological model

Torino



4 NOVEMBRE 1994:

**TEMPORALE PERSISTENTE E AUTORIGENERANTE
SUL PONENTE LIGURE**

WSM6-AN

05-11 00UTC

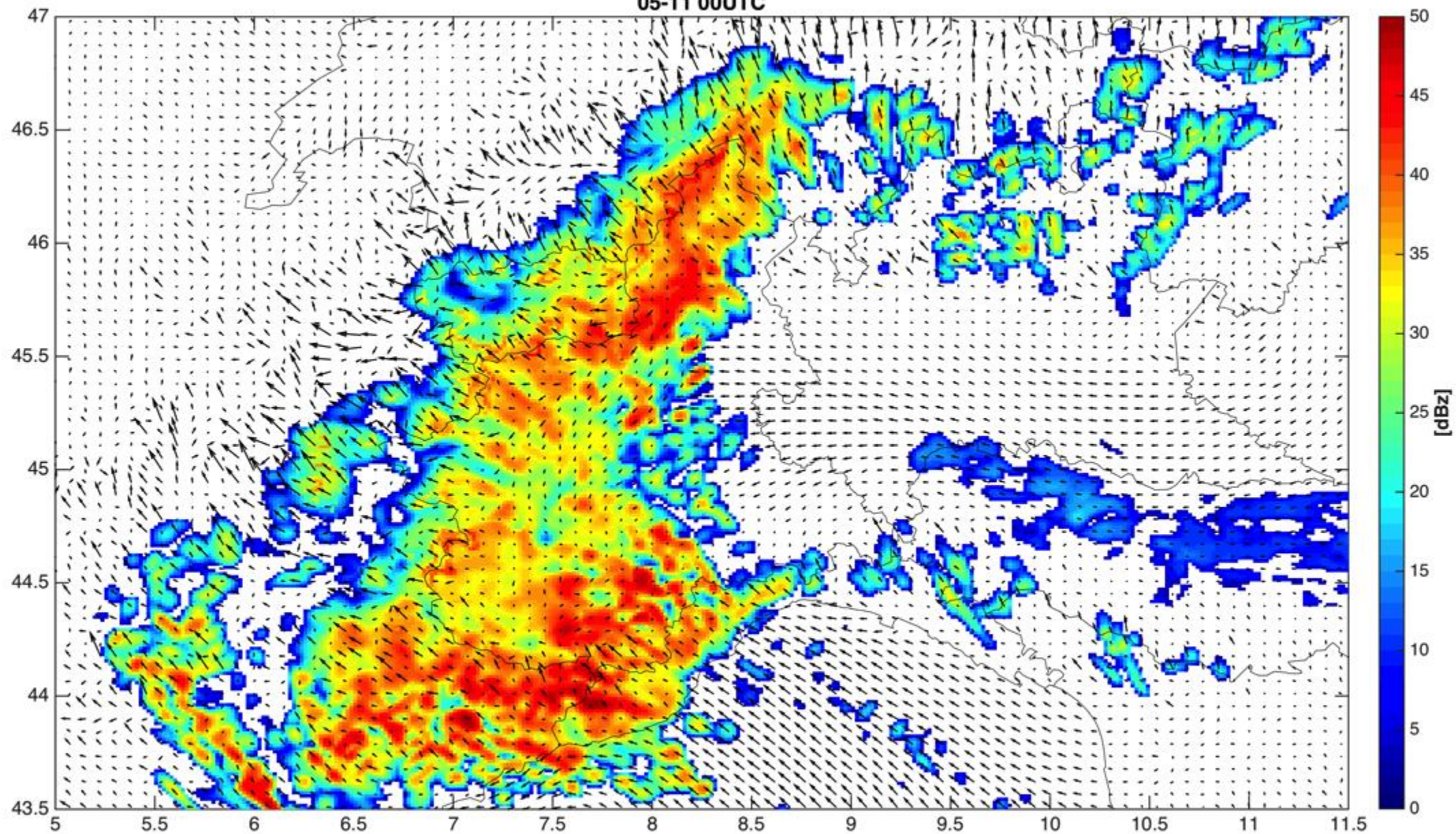


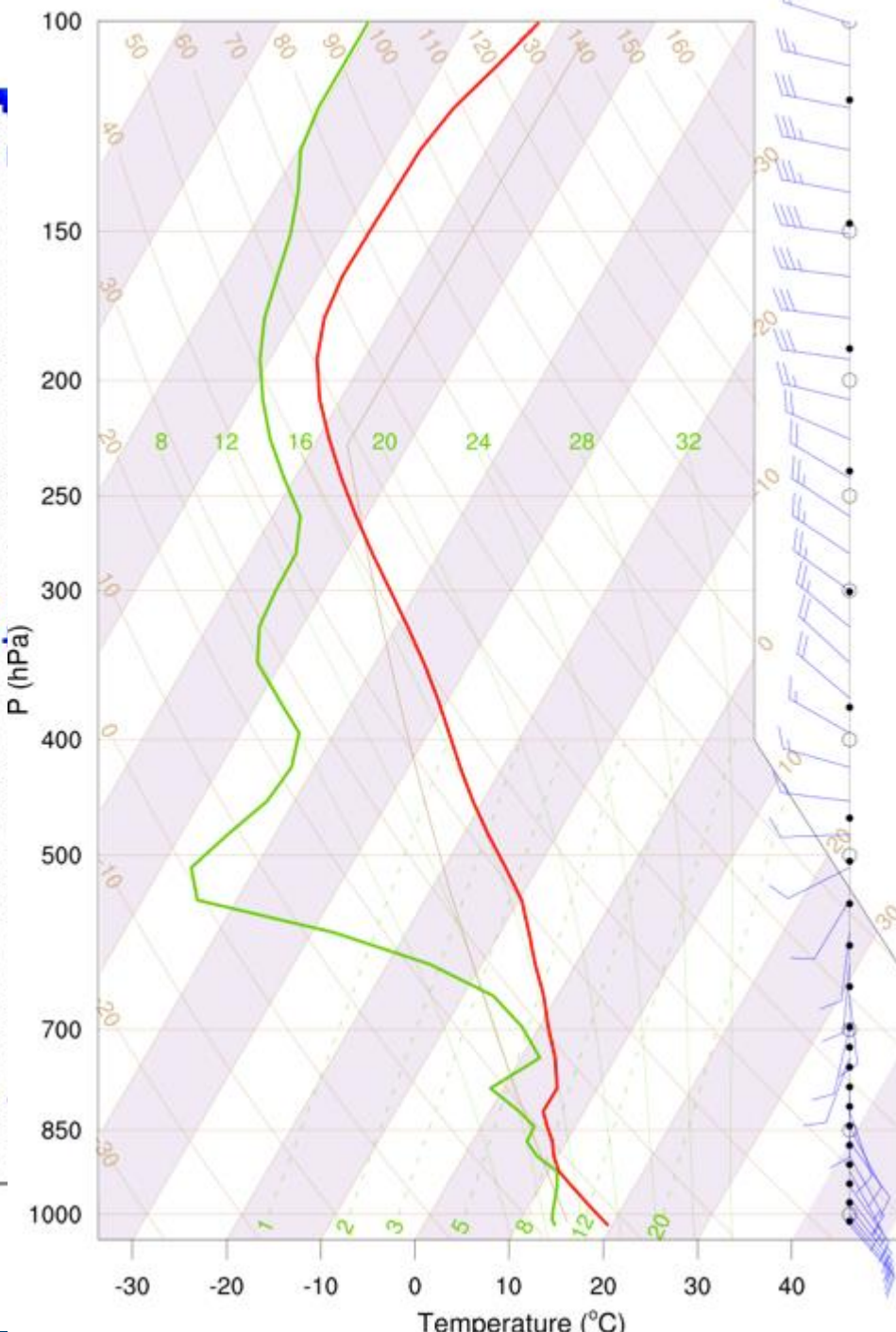
Tabella III - Precipitazioni di massima intensità registrate ai pluviografi

Anno 1994

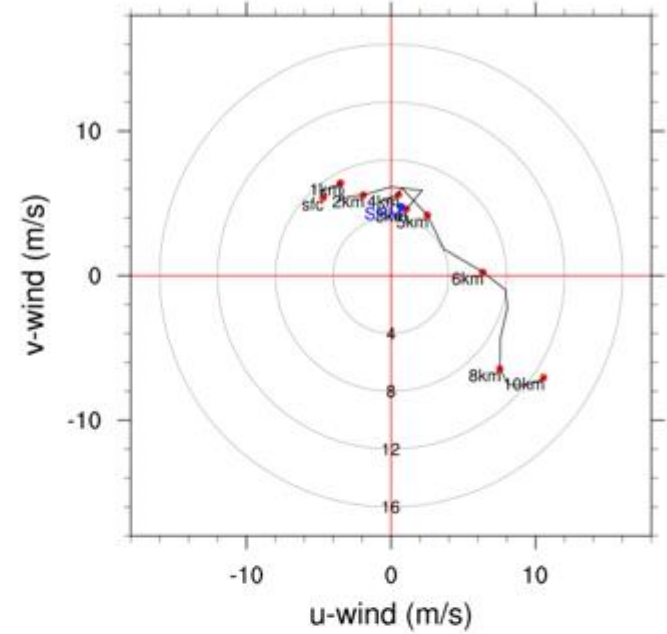
BACINO E STAZIONE	INTERVALLO DI ORE														
	1			3			6			12			24		
	mm	INIZIO		mm	INIZIO		mm	INIZIO		mm	INIZIO		mm	INIZIO	
		giorno	mese		giorno	mese		giorno	mese		giorno	mese		giorno	mese
(segue)															
CENTA															
Castelvecchio di R. B. ♦	27.6	5	Nov.	50.4	5	Nov.	62.0	5	Nov.	82.0	5	Nov.	100.0	4	Feb.
Alto	24.8	5	Nov.	37.0	5	Nov.	73.2	5	Nov.	114.8	5	Nov.	181.0	4	Nov.
Isolabella (Albenga Forestale)	53.0	5	Nov.	68.0	5	Nov.	78.6	5	Nov.	102.0	5	Nov.	109.4	5	Nov.
BACINI MINORI FRA CENTA E QUILIANO															
Balestrino	39.0	5	Nov.	63.0	5	Nov.	76.0	5	Nov.	117.0	5	Nov.	135.4	5	Nov.
Verzi Loano	37.0	8	Set.	76.8	8	Set.	85.4	8	Set.	85.4	8	Set.	92.0	5	Nov.
Calice Ligure	46.0	8	Set.	68.4	8	Set.	96.0	8	Set.	96.0	8	Set.	96.0	8	Set.
Feglino	46.4	8	Set.	46.6	8	Set.	67.4	8	Set.	72.0	5	Feb.	101.4	4	Feb.
Manie	22.6	8	Set.	35.0	4	Nov.	39.4	9	Nov.	70.0	4	Feb.	94.6	4	Feb.
LETIMBRO															
Sella di Savona	39.0	8	Set.	42.4	8	Set.	73.0	8	Set.	88.0	4	Feb.	121.0	4	Feb.
Savona I. N. ♦	60.0	8	Set.	67.0	8	Set.	82.8	4	Nov.	89.4	4	Nov.	108.6	4	Feb.
SANSOBBIA															
Ellera (Ponte Poggi)	38.6	8	Set.	54.2	4	Nov.	91.2	4	Nov.	99.8	4	Nov.	149.2	4	Feb.
Sanda	47.0	4	Nov.	96.0	4	Nov.	120.0	4	Nov.	140.2	4	Nov.	159.4	4	Nov.
SANSOBBIA															
Ellera (Ponte Poggi)	38.6	8	Set.	54.2	4	Nov.	91.2	4	Nov.	99.8	4	Nov.	149.2	4	Feb.
Sanda	47.0	4	Nov.	96.0	4	Nov.	120.0	4	Nov.	140.2	4	Nov.	159.4	4	Nov.
BACINI MINORI FRA SANSOBBIA E POLCEVERA															
Sciarborasca	57.0	4	Nov.	93.2	4	Nov.	111.0	4	Nov.	132.2	4	Nov.	143.4	4	Nov.
Lerca	29.4	4	Nov.	65.6	4	Nov.	79.6	4	Nov.	102.6	4	Nov.	108.0	4	Nov.
Arenzano	33.4	26	Giu.	64.2	26	Giu.	71.2	26	Giu.	76.2	26	Giu.	76.2	26	Giu.
Fiorino ♦	87.0	4	Nov.	114.0	4	Nov.	142.2	4	Nov.	175.6	4	Nov.	190.8	4	Nov.
Mele	60.0	4	Nov.	116.8	4	Nov.	160.0	4	Nov.	199.8	4	Nov.	211.8	4	Nov.
Madonna delle Grazie	58.8	2	Set.	67.0	5	Mag.	102.8	4	Nov.	123.4	4	Nov.	134.8	4	Nov.
POLCEVERA															
Monte Capellino	79.0	24	Set.	83.4	24	Set.	86.0	24	Set.	99.0	24	Set.	105.0	23	Set.
Mignanego	69.0	24	Set.	75.6	24	Set.	78.8	24	Set.	87.8	24	Set.	120.2	8	Set.
Isoverde ♦	57.2	2	Ott.	119.0	4	Nov.	138.0	4	Nov.	144.6	4	Nov.	152.2	3	Nov.
Crocetta D'Orero	42.6	24	Set.	51.0	2	Ott.	66.0	2	Ott.	74.4	2	Ott.	76.0	2	Ott.

**5-6 NOVEMBRE 1994:
FLUSSO MERIDIONALE VERSO ALPI**

WSM6-AN



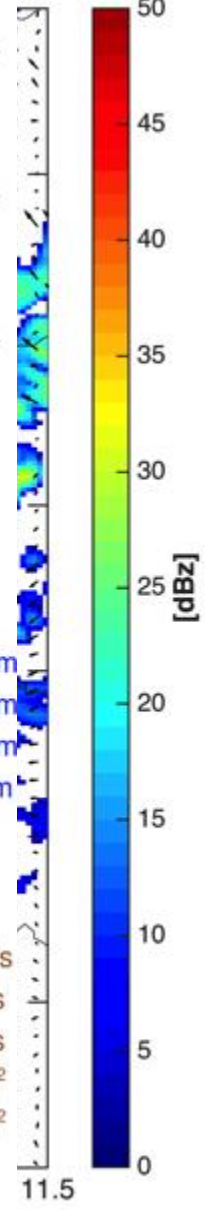
Height (Km)



Thermodynamic parameters

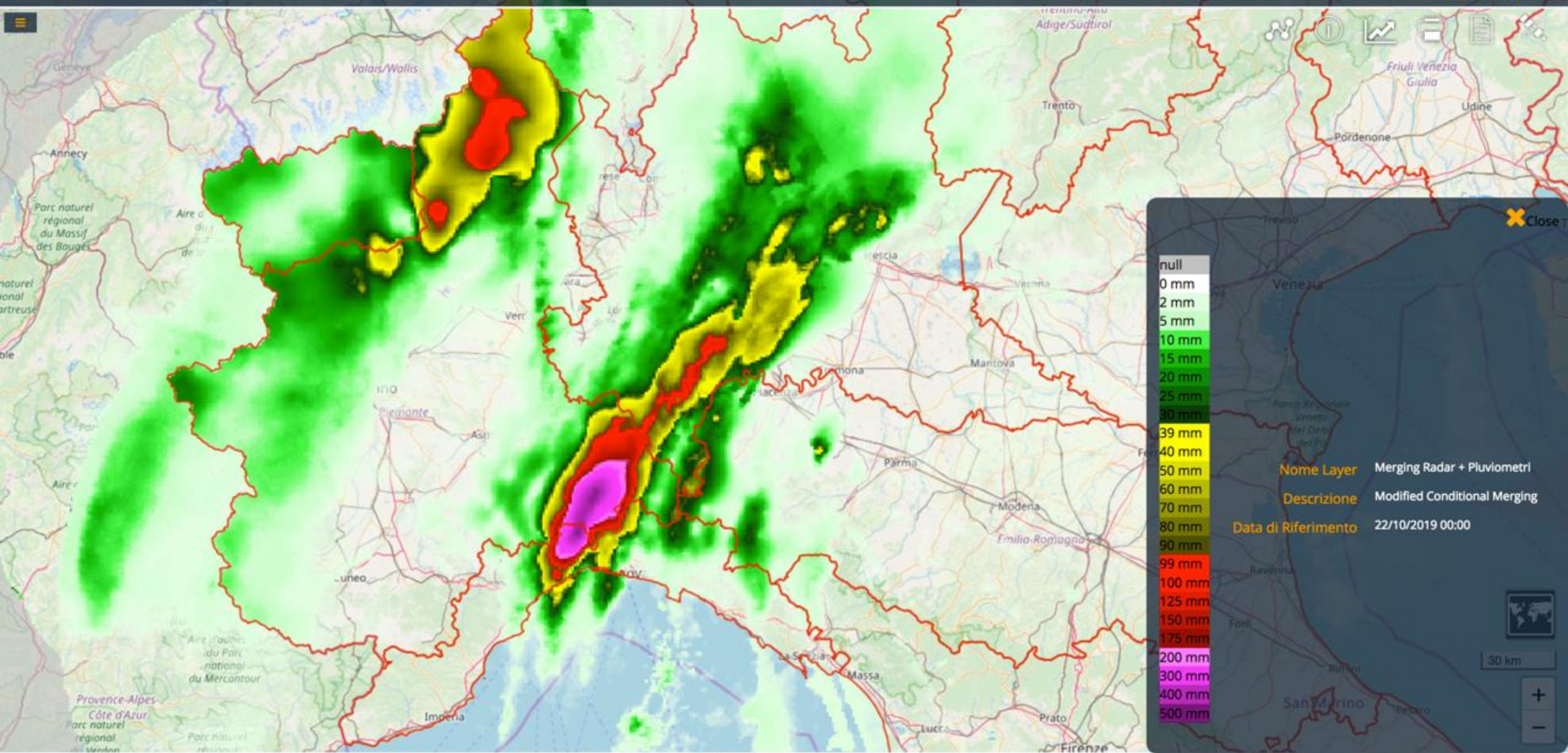
MUCAPE = 53 J/kg
 PBL mixing = 7.7 g/kg
 LCL hgt = 2.9 km
 LFC hgt = 20.2 km
 PWAT = 27 mm
 TQ index = 11 °C
 K-index = 24 °C
 EL = 1.9 km
 SWI = 5.1 °C
 SWEAT = 234
 KO-index = 16.9 K
 Total Totals = 40 °C
 Lifted index = 6.1 °C
 LR 850-600 = 4.2 °C/km
 Thompson index = 17.9 °C

Th1000-500 = 5581 gpm
 Th1000-850 = 1363 gpm
 Th1000-700 = 2949 gpm
 Freezing level = 2707 m
 T850 = 7.4 °C
 T700 = 1 °C
 T500 = -13.5 °C
 Shear 0-6km = 12.2 m/s
 Shear 0-3km = 5.8 m/s
 Shear 0-1km = 1.6 m/s
 SREH0-3km = 53 m²/s²
 SREH0-1km = 12 m²/s²
 EHI0-3km = 0
 STP = 0
 BRN = 0.7
 SCP = 0



21-22 OTTOBRE 2019:

ANALOGIE?



Close

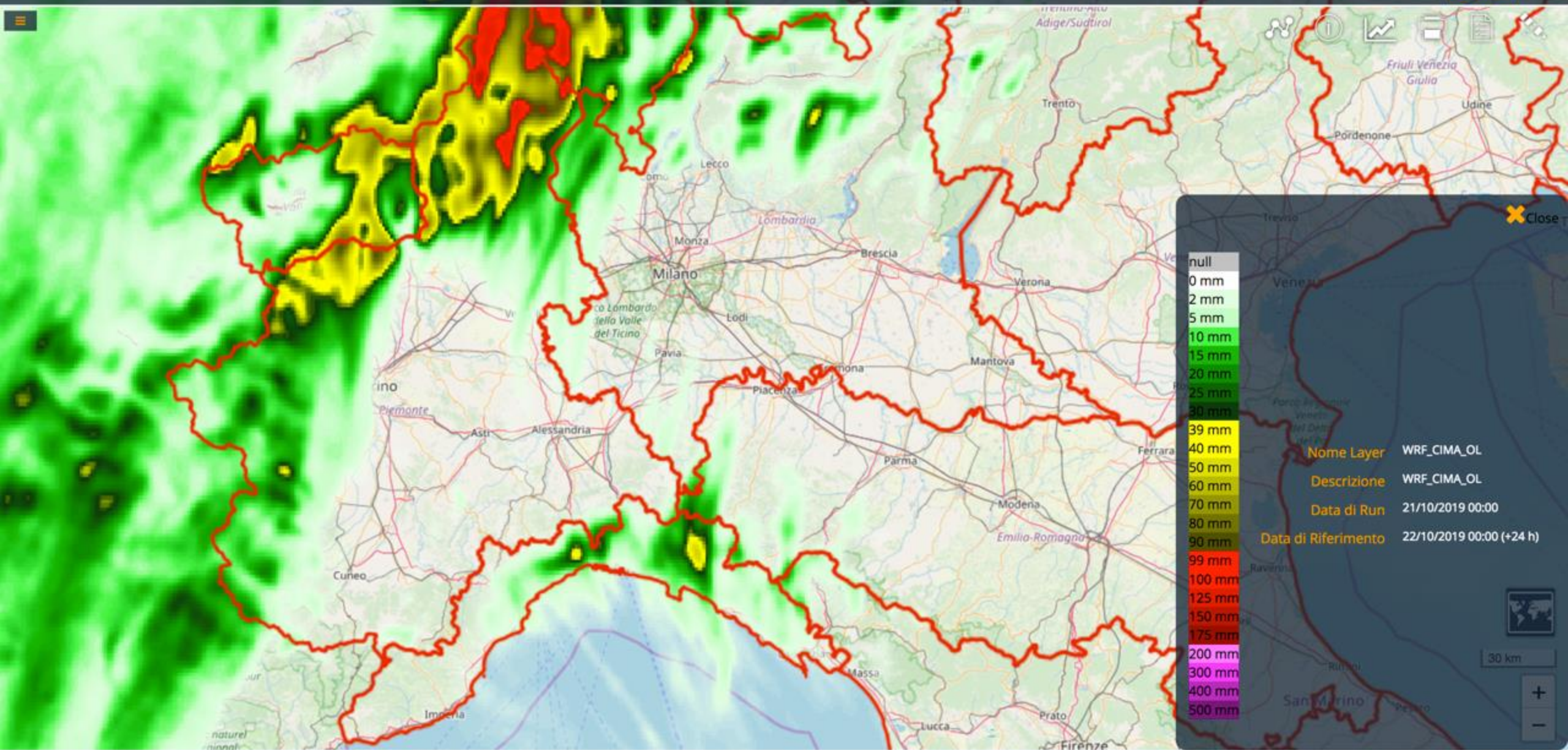
0 mm
2 mm
5 mm
10 mm
15 mm
20 mm
25 mm
30 mm
39 mm
40 mm
50 mm
60 mm
70 mm
80 mm
90 mm
99 mm
100 mm
125 mm
150 mm
175 mm
200 mm
300 mm
400 mm
500 mm

Nome Layer Merging Radar + Pluviometri
Descrizione Modified Conditional Merging
Data di Riferimento 22/10/2019 00:00

30 km

+

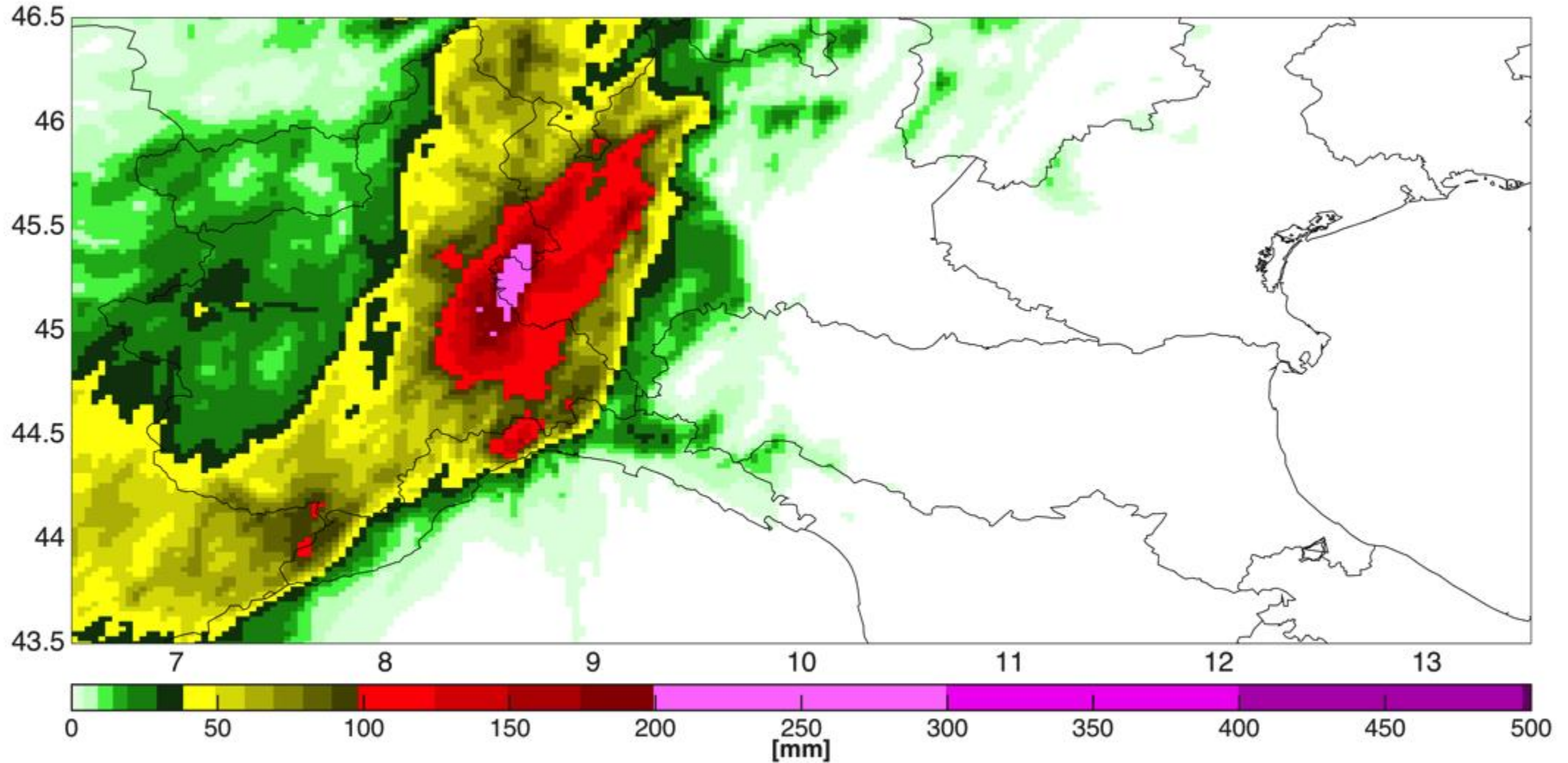
-



21/10/2019 12:00 UTC 22/10/2019 12:00 UTC

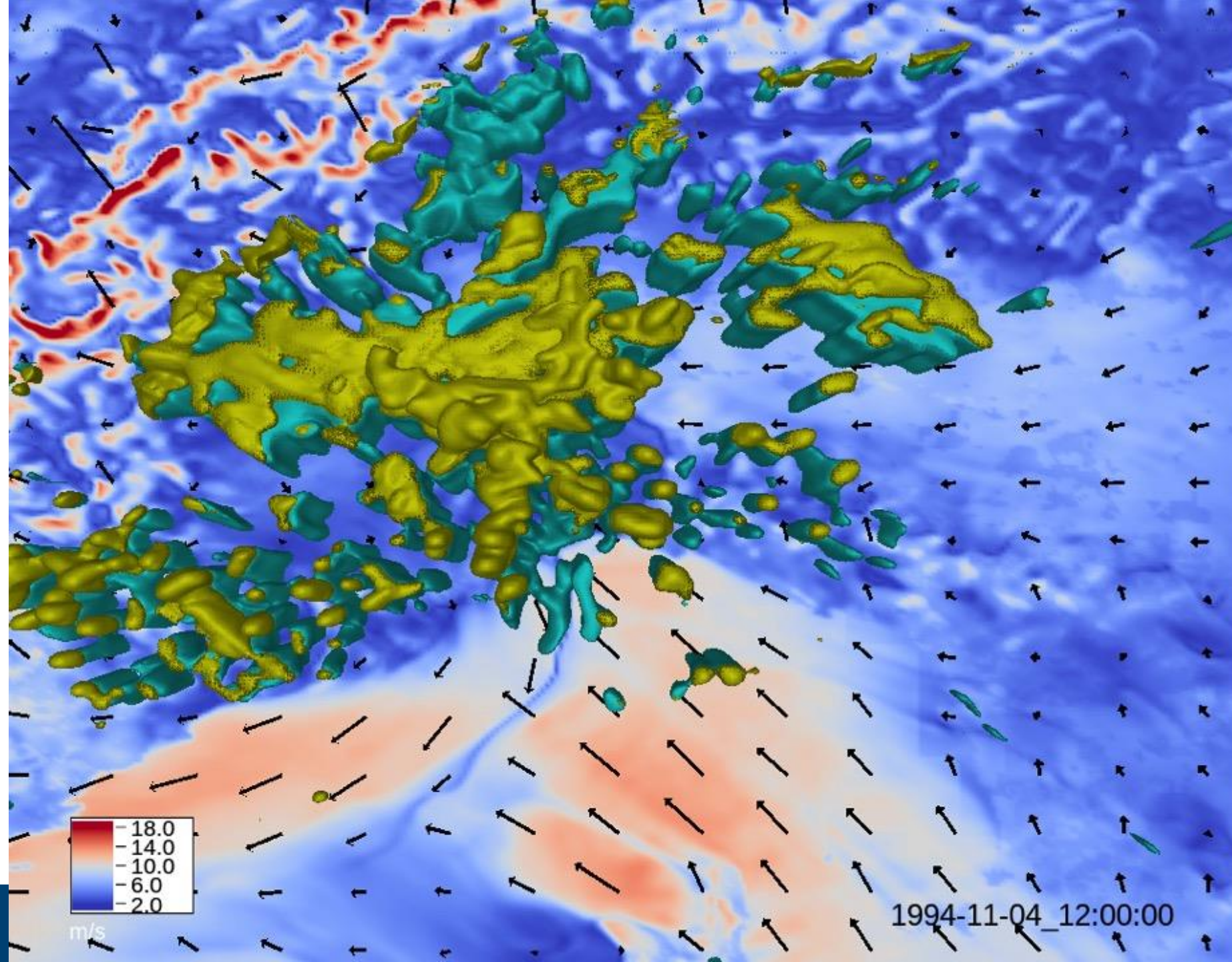
mercoledì 30 ottobre 2019, 16:47:20 CET

**QPF WRF NOWCASTING CON DATI RADAR 12UTC 21/10 - 00
22/10**

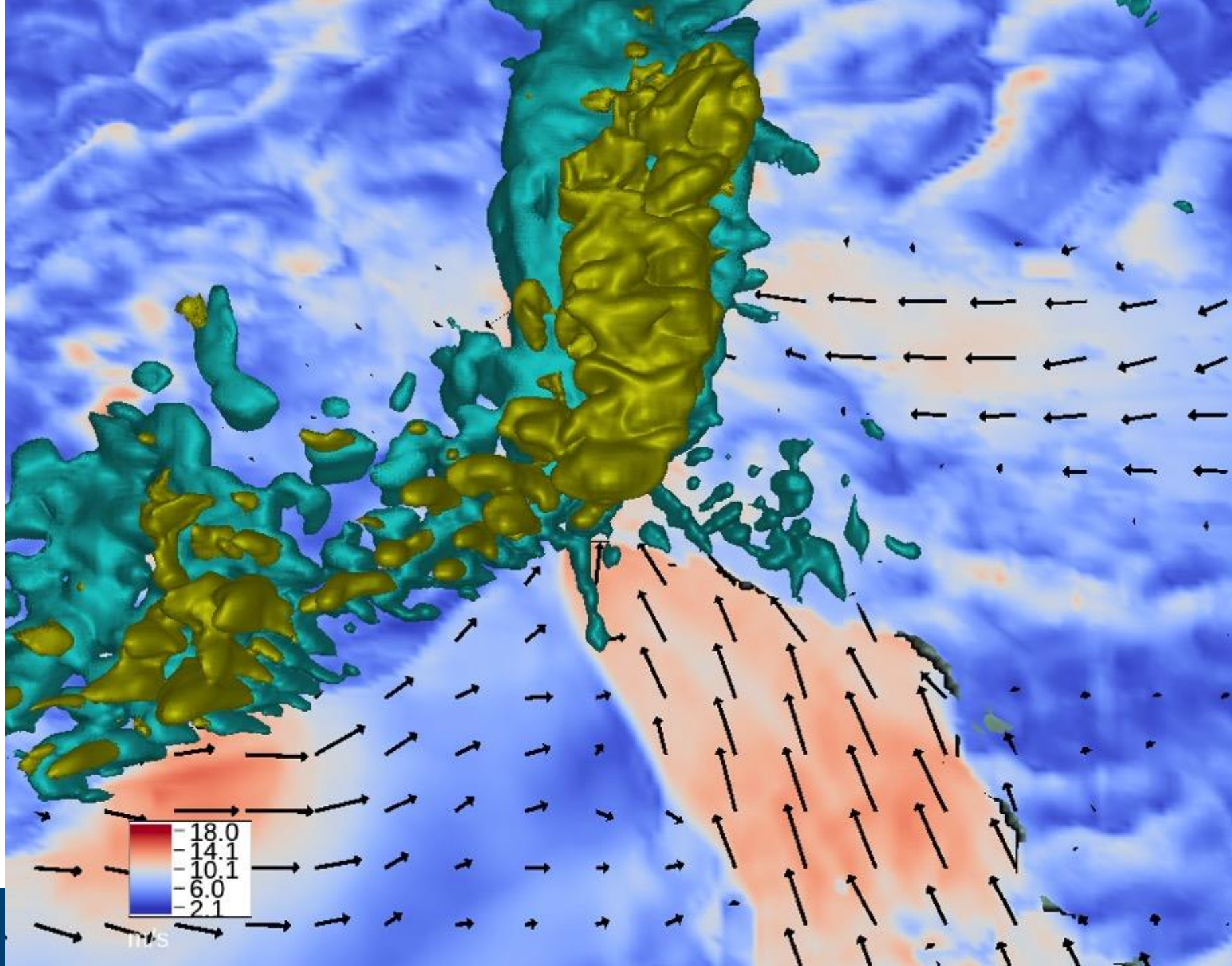


Lagasio, M., Silvestro, F., Campo, L., & Parodi, A. (2019). Predictive capability of a high-resolution hydrometeorological forecasting framework coupling WRF cycling 3dvar and Continuum. *Journal of Hydrometeorology*, (2019).

WSM6-AN:
convergenza
tramontana
-
scirocco

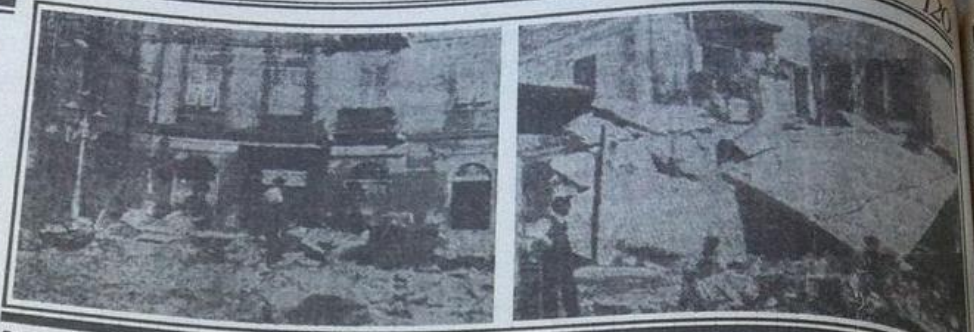


NOWCASTING:
convergenza
libeccio
-
scirocco



CAMBIAMENTO CLIMATICO

Teiro
rta via
a suora



Due immagini dell'alluvione di Rapallo pubblicate dal «Secolo XIX»

Tragedia nella Riviera di Levante
l'acqua irrompe, distrugge e uccide

già ingenti a
Pera, si fanno
Parasio enormi
all'entità maci-
mi in un'arcata
non potendo
arco superstiti,
tanti e con una
no poteva cre-
ono i quattro
to Nicola, la-
ico ricordo, in
ppero quindi
ve divelso i
ne peso
buona distan-
arono il pian
Florida oste-
lletto fratello
onale, e ne
ne con im-
e corsero
reda.

Il disastro della riviera di Levante.
A Rapallo. — L'acqua caduta sordida-
riamente abbondante nelle vallate di
San Pietro, Sant'Anna, Santa Maria,
San Martino, la notte dal 24 al 25 fece
gonfiare spaventosamente i torrenti
Boate e San Pietro gli argini dei quali
non resistettero alla violenza delle cor-
renti.

La massa d'acqua invase la pianura
detta degli Orti, tratterata per brevi
istanti dal nuovo terrapieno su cui
corre la strada ferrata, terrapieno che
venne sfondato fra il ponte ferroviario
sul Boate, che non venne demolito ma
soltanto lievemente danneggiato, ed il
ponticello che sovrasta corso Umber-
to.

L'acqua del Boate, a cui si era unita
quella del torrente Cerighetto, pure in
piena tofo ogni ostacolo si slanciò
con furia inaudita sulla città imboccan-
do corso Umberto, via Vittorio Ema-
no dall'altro. In pochi istanti tutte le vie,
i vicoli, i passaggi, i portici furono
invasi dalle acque mugugni. Molti
abitanti si trovavano fuori a costruire
proprietà. Fortunati quelli che poterò
non raggiungere le proprie abitazioni o
barricarsi! Parecchi, troppi sventurata-
mente, non fecero in tempo a porsi in
salvo. Quattro uomini, sette donne e
due bambini vennero travolti dalla cor-
rente sbattuti contro i muri delle case
orribilmente straziati.

Le acque flagellarono i negozi tutti,
non uno rimase intatto. Le porte ven-
nero scardinate, abbattute, infrante le
saracinesche, divelte contorte alzate e
piegate in mille guise come gigante-
schi fogli di carta. L'acqua penetrando
nell'interno dei locali li sbarazzò quasi
completamente, rendendo inservibile
quella merce che per il peso resistette

alla furia delle acque.

Nella quasi totalità le insegne so-
pra le porte dei negozi vennero di-
velte e le vedemmo jermattina pen-
dere dai muri insozzati di fanghiglia
giallastra.

Come sono ridotte le strade, i nego-
zi di Rapallo non si può dire. È una
visione spaventosa di rovina, di distru-
zione, di devastazione. Una buona
metà dei giardini pubblici in piazza
delle Saline non esiste più. A destra il
mare s'insinua nell'interno della piazza
Giustiniani una sessantina di metri fino
all'altezza dell'ingresso principale dell'
Hotel Europa. A sinistra fino alla base
del monumento a Cristoforo Colombo
donato alla cittadinanza di Rapallo
dalla colonia americana, il monumento
s'erge nettamente sull'acqua poiché
anche il torrente Boate ha fatto franare
buona parte della piazza giungendo fin
sotto il basamento della statua.

È pure crollato il ponte sul Boate
che congiungeva il viale di Santa Mar-
gherita coi giardini pubblici. I danni
sono ingentissimi. Si fanno ascendere
a parecchi milioni di lire. Non è ancora
possibile precisare una cifra perché
ancora non si conosce l'entità dei
danni arrecati alle proprietà private.

Dei 15 cadaveri rintracciati, otto
jermattina erano ancora nella camera
mortuaria dell'ospedale civile di Rapal-
lo. In giornata dovevano avere luogo i
funerali che vennero rimandati a stam-
ane. Ecco la lista completa delle
vittime.

Bianca Sartirana fu Cesare, abitante
in corso Umberto; Giovanni Boso fu
Michele, di Lecco, muratore detto il
Veneziano; Vincenzo Arata, di anni 13,
di San Pietro; Rosa Tassara di Giovan-
ni di Foggia; Vincenzo Dore, mare-
scallo di Finanza, delegato del porto,
Rosa Castagneto fu Stefano, di San
Pietro; Clotilde Mezzano, domestica

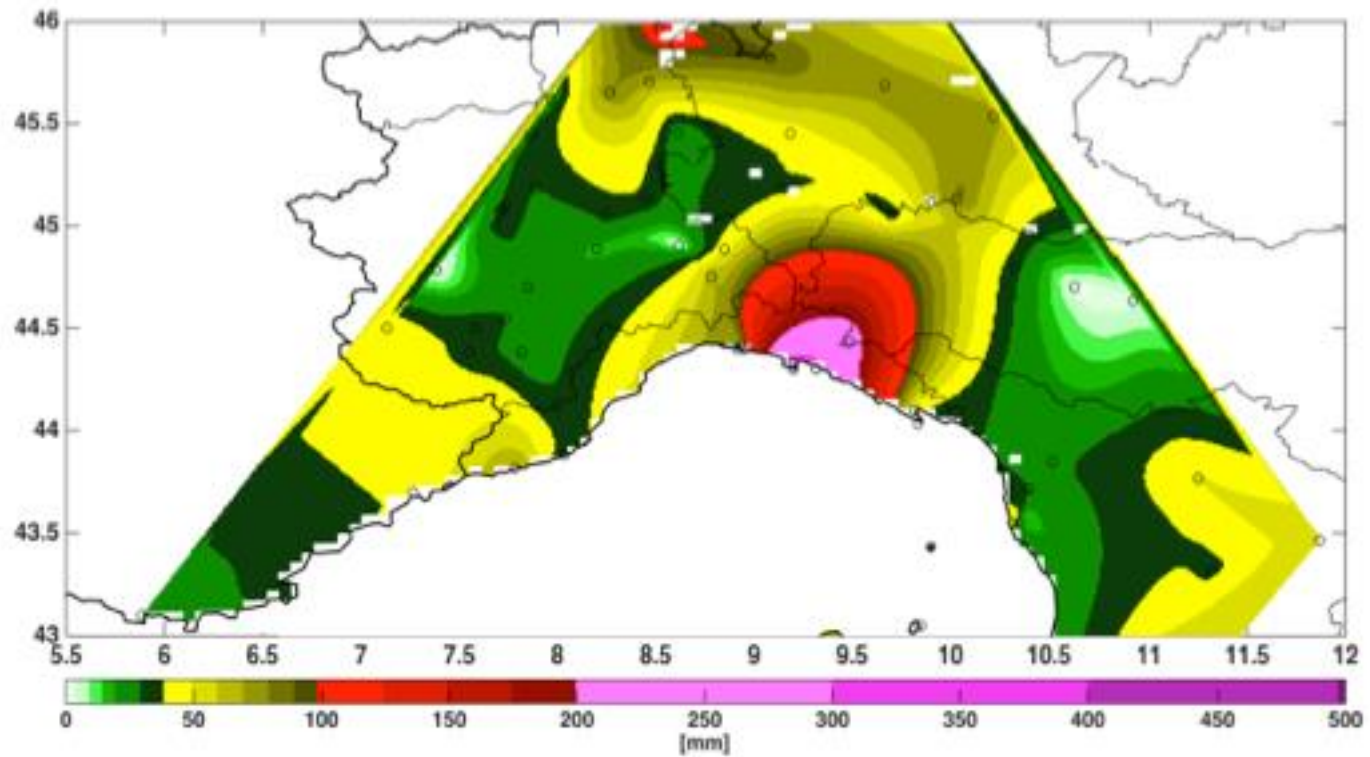
dei reali carabinieri, Rosa Maffei fu
Bortolo, di anni 60; la bimba Garavini,
lattivendola, Vaccaro Michelangelo di
anni 22, marinaio; Emma Vaccaro,
casalinga, Luigia Tassara di Gerolamo,
casalinga, Maria Oneto di anni 60. Ripportarono
ferite però assai leggere certo Fortuna-
to Quelrolo e la casalinga Teresa Raffa.

Anche ai ridottissimi paesini di San
Pietro, Sant'Anna e Santa Maria, fra-
zioni del comune di Rapallo, l'alluvione
arrecò danni gravissimi. La frazione di
Sant'Anna fu devastata dalla piena del
torrente S. Pietro. Parecchi edifici fu-
rono rasi al suolo. Una casa di contadi-
ni s'inabissò nel torrente colle persone
che l'abitavano. Non si hanno finora
notizie della sorte dei disgraziati. An-
che a San Pietro crollarono diverse
case. Non si hanno ancora notizie di
altre vittime, oltre il tredicenne Vincen-
zo Arata e Rosa Castagneto.

A Santa Margherita. — (Vice) — Il
terribile disastro che ha colpito Santa
Margherita è il più grave che si ricordi
a memoria d'uomo. L'acqua della Fo-
ce, scendendo con spaventosa rapidità
dalla conca di San Lorenzo invase il
viale di San Siro e rompendo argini e
muri invase via Cavour e via Palestro,
raggiunse piazza Caprera e nel suo
corso distrusse tutti i negozi annien-
tandone il contenuto. Frattanto un'altra
corrente scendeva da via Roma in
piazza Mazzini e le acque riunite in
piazza Colombo precipitavano in mare
distruggendo tutti i negozi ed apor-
tando gran parte della piazza stessa e
tutta la copertura della Foce. La Chiesa
principale fu invasa dall'acqua che
raggiunse un'altezza di oltre due metri.
Assai danneggiato fu il magnifico
ospedale della Croce Rossa, special-
mente al piano terreno e gravi danni
subirono le raccolte del Museo.

Si recita
il requiem
futurista

San Fruttuoso, 25 Settembre 1915:
pioggia in 24 ore



Parodi, A., Ferraris, L., Gallus, W., Maugeri, M., Molini, L., Siccardi, F., & Boni, G. (2017). Ensemble cloud-resolving modelling of a historic back-building mesoscale convective system over Liguria: the San Fruttuoso case of 1915. *Climate of the Past*, 13(5), 455.

CONCLUSIONI

Il modello meteorologico WRF 1.5 km riproduce correttamente l'evento del
4-5-6 Novembre 1994

La catena meteo-idrologica WRF-Continuum prevede con buona accuratezza le
portate di picco osservate

Il modello meteorologico WRF 1.5 km suggerisce la formazione di un
temporale organizzato e persistente (back-building Mesoscale Convective
System) il 4 Novembre 1994 sul Ponente Ligure

Importanti analogie tra l'evento del Piemonte 1994 e il recente evento
del 21-22 Ottobre 2019: temporale organizzato e persistente

L'evento del 21-22 Ottobre 2019 è stato caratterizzato da una intrinseca
minore predicibilità, la cui previsione avrebbe richiesto l'utilizzo di
tecniche di nowcasting fisicamente basato



SCIENCE • AWARENESS • BEHAVIOURS

www.cimafoundation.org