



HIGH RESOLUTION HYDROLOGY: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Luca Brocca⁽¹⁾, Silvia Barbetta⁽¹⁾, Stefania Camici⁽¹⁾, Luca Ciabatta⁽¹⁾, Christian Massari⁽¹⁾, Angelica Tarpanelli⁽¹⁾, Farhad Bahmanpouri⁽¹⁾, Hamidreza Mosaffa⁽¹⁾, Paolo Filippucci⁽¹⁾, Sara Modanesi⁽¹⁾, Evelina Volpe⁽¹⁾, Bianca Bonaccorsi⁽¹⁾, Sara Galeazzi⁽¹⁾, Jacopo Dari^(1,2), Shima Azimi^(1,3), and Cristiano Corradini⁽¹⁾

1. *CNR, Research Institute for Geo-Hydrological Protection, Perugia.*
2. *Department of Civil and Environmental Engineering, University of Perugia.*
3. *Department of Agrifood and Environmental Sciences, University of Trento*

e-mail: idrologia@irpi.cnr.it

PERCHÉ L'IDROLOGIA AD ALTISSIMA RISOLUZIONE?

2

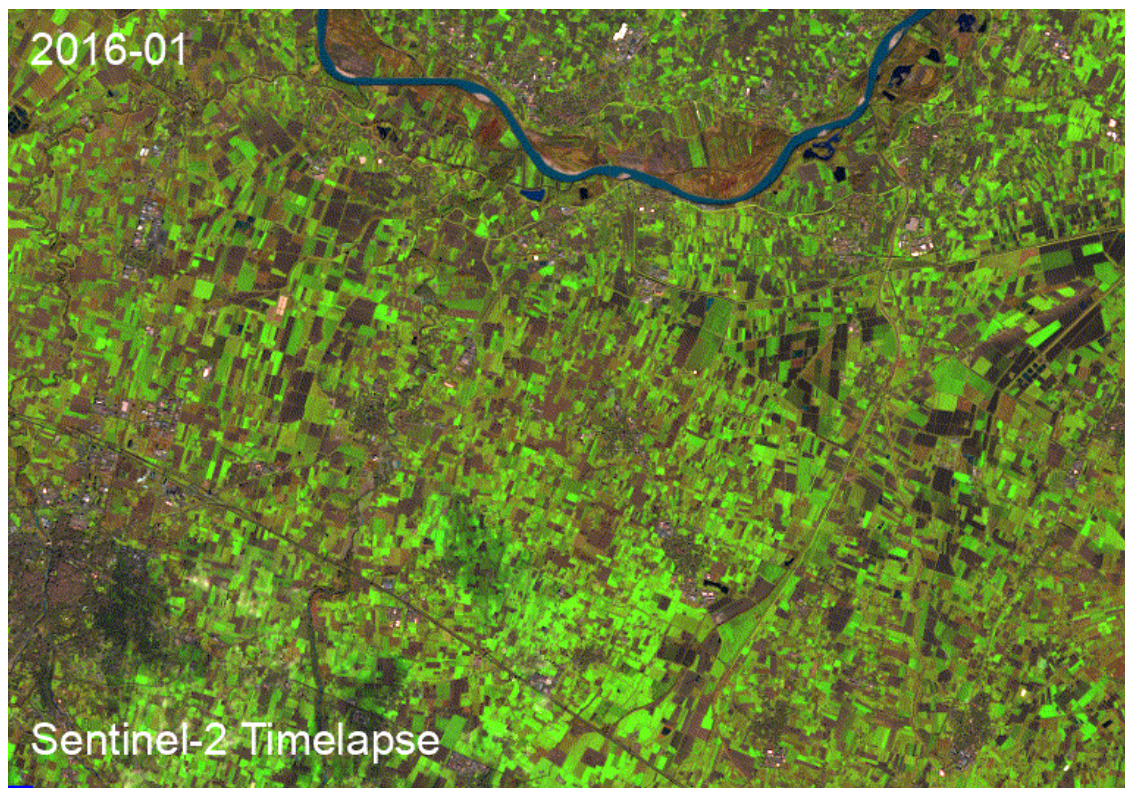
1. Gli effetti più importanti di piene, frane e siccità si verificano a piccola scala
2. L'impatto umano sul ciclo idrologico è sempre maggiore e non più trascurabile



PERCHÉ L'IDROLOGIA AD ALTISSIMA RISOLUZIONE?

3

1. Gli impatti più importanti di piene, frane e siccità si verificano alla piccola scala
2. L'impatto umano sul ciclo idrologico è sempre maggiore e non più trascurabile

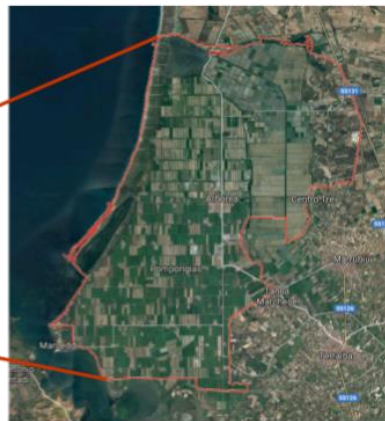
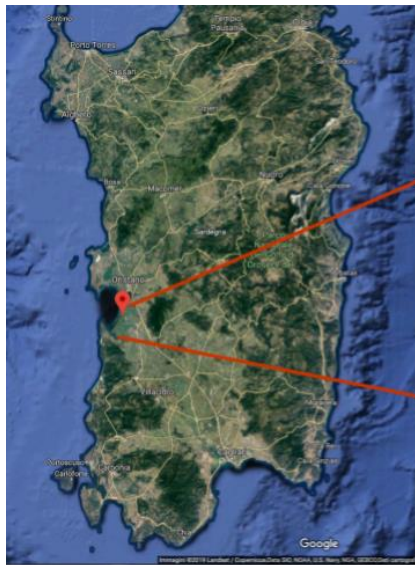


I dati satellitari sono attualmente in grado di fornire dati e informazioni ad altissima risoluzione (<1 km) anche per variabili di interesse per l'idrologia:

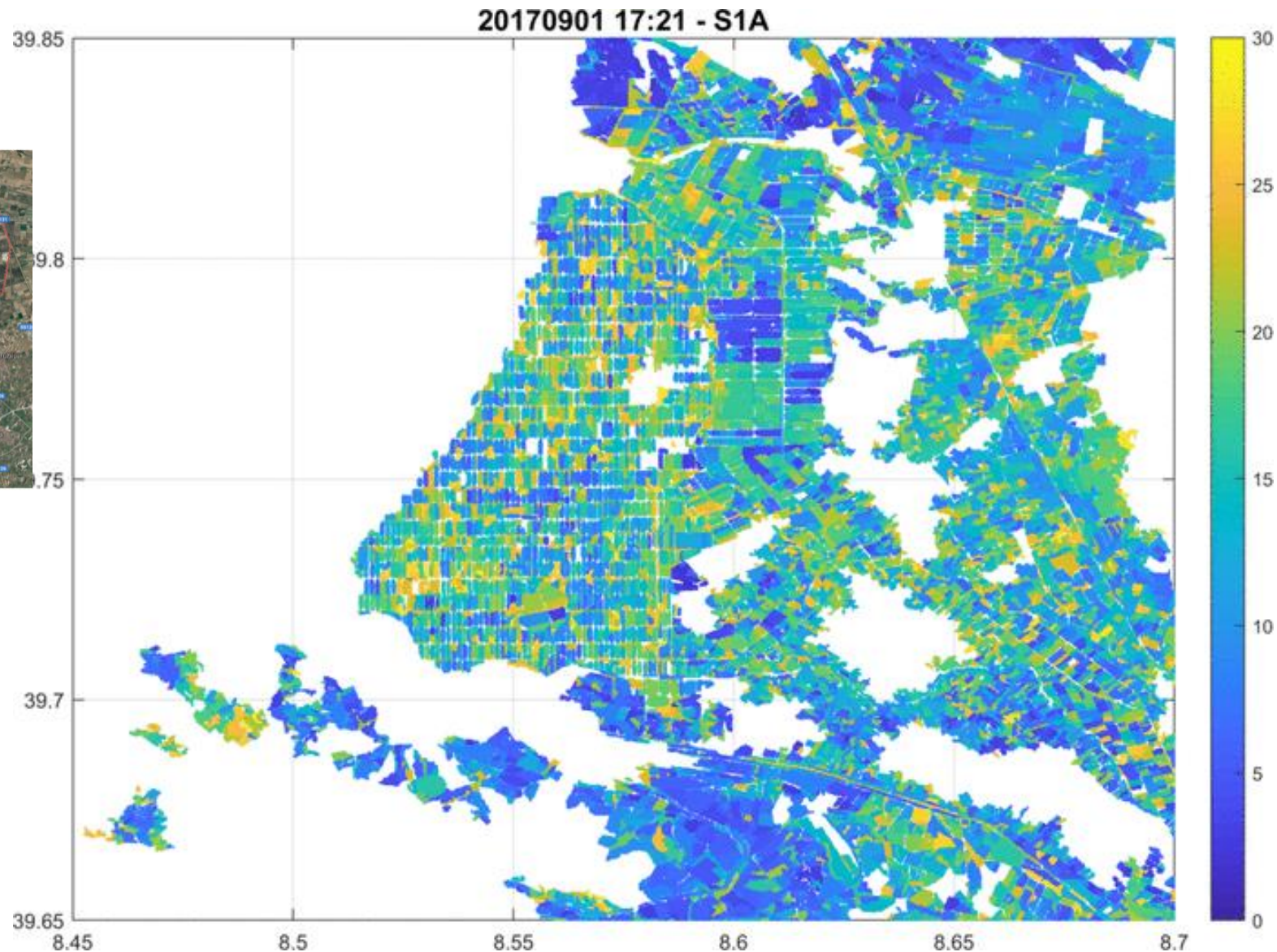
- Precipitazioni
- Umidità del suolo
- Evaporazione
- Neve
- Vegetazione
- ...

UMIDITÀ DEL SUOLO A SCALA DI CAMPO

4



Utilizzando i dati forniti dal satellite ESA Sentinel-1 si ottengono misure di umidità del suolo superficiale alla scala di campo (100 m)



PIOGGIA AD ALTA RISOLUZIONE, È POSSIBILE?

5

SM2RAIN-ASCAT

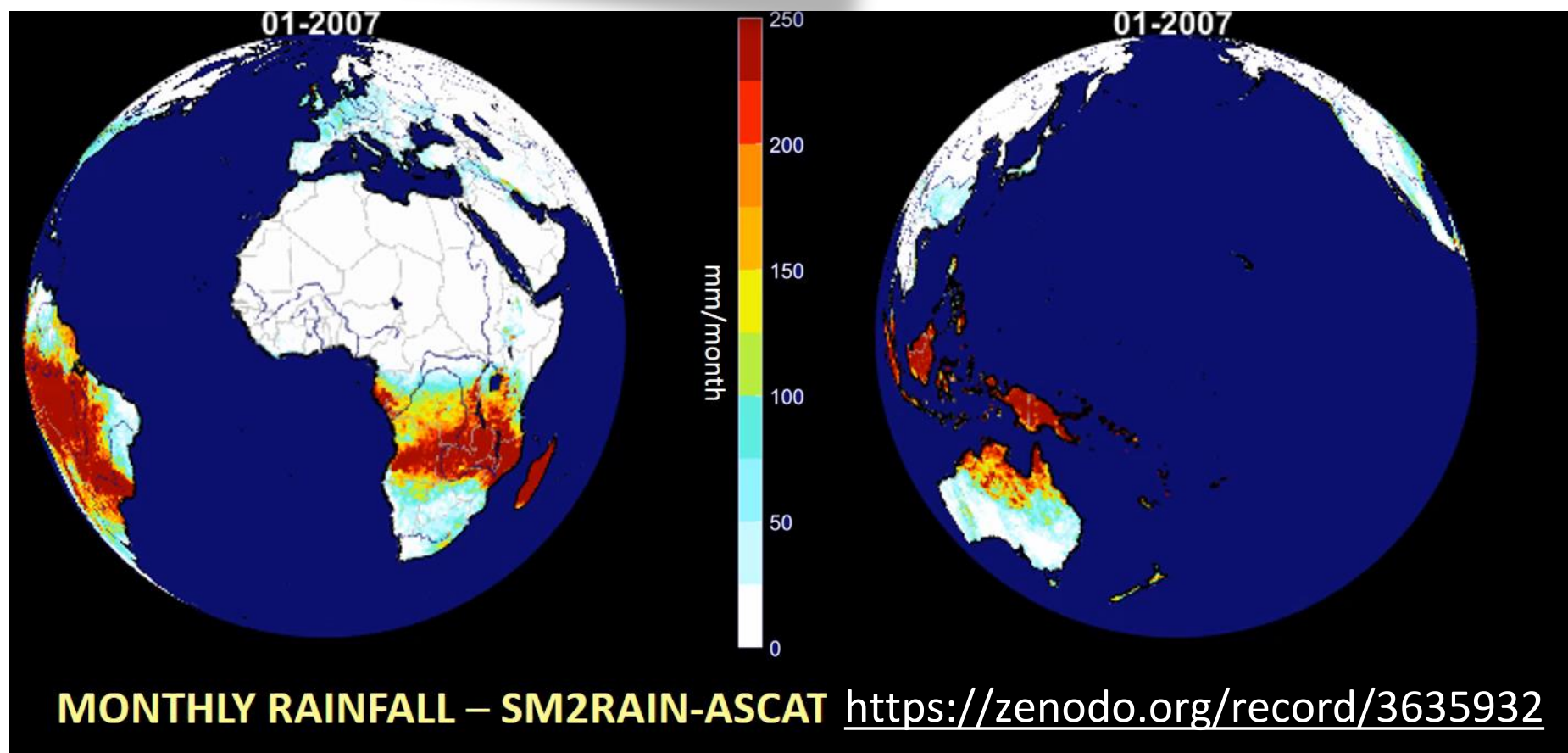
SM2RAIN-ASCAT (2007–2018): global daily satellite rainfall data from ASCAT soil moisture observations

Luca Brocca¹, Paolo Filippucci¹, Sebastian Hahn², Luca Ciabatta¹, Christian Massari¹,
Stefania Camici¹, Lothar Schüller³, Bojan Bojkov³, and Wolfgang Wagner²

Open Access
Earth System
Science
Data

Data Period: 2007-2020

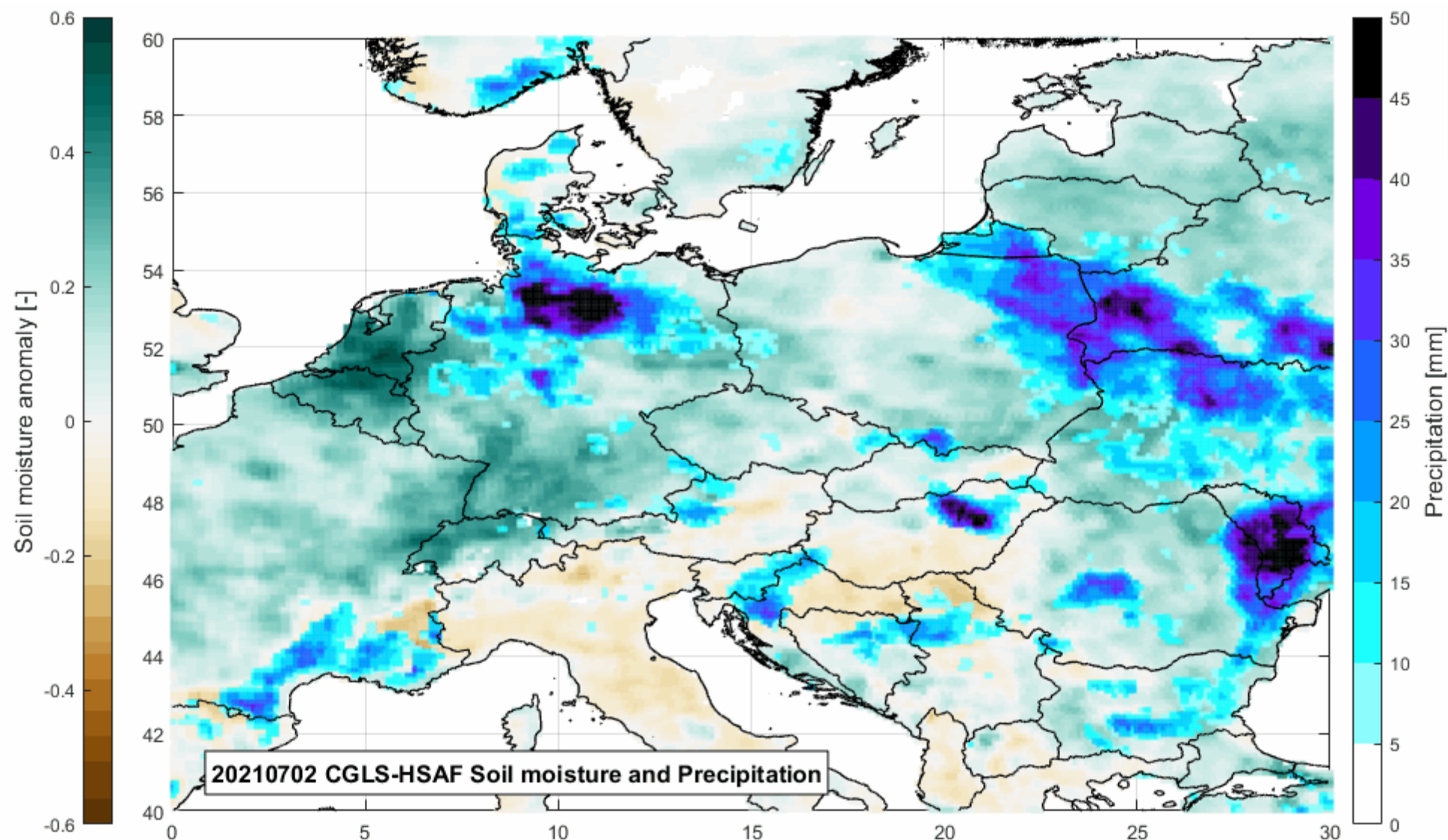
Spatial\Temporal Resolution: 10 km\1 day



Brocca et al. 2019 (ESSD)

PIOGGIA AD ALTA RISOLUZIONE, È POSSIBILE?

6



Evento di piena
in Europa
Centrale

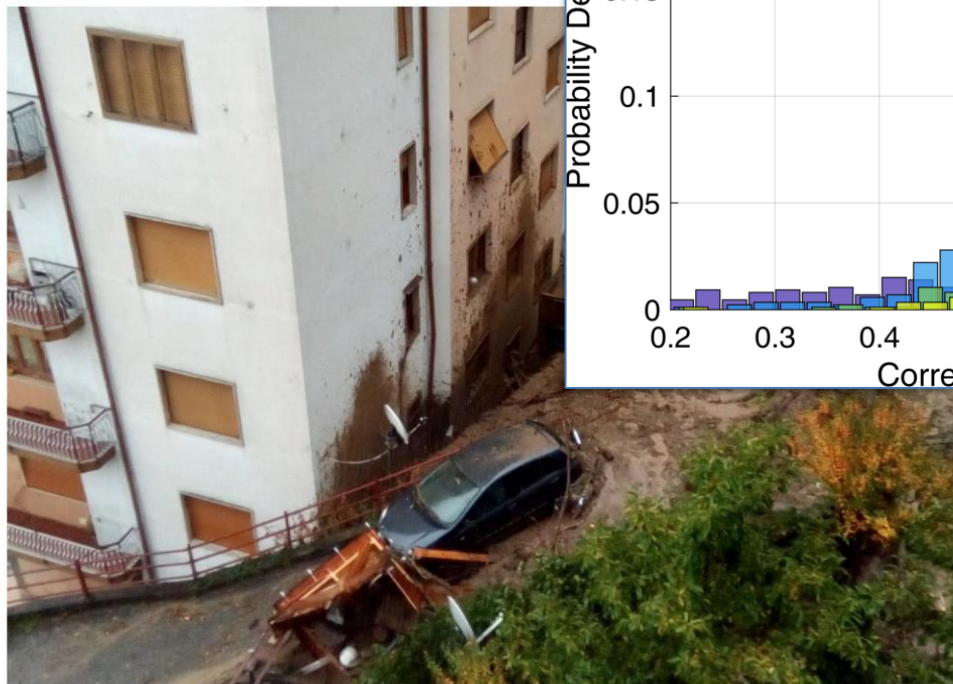
PIOGGIA AD ALTA RISOLUZIONE, È POSSIBILE?

7

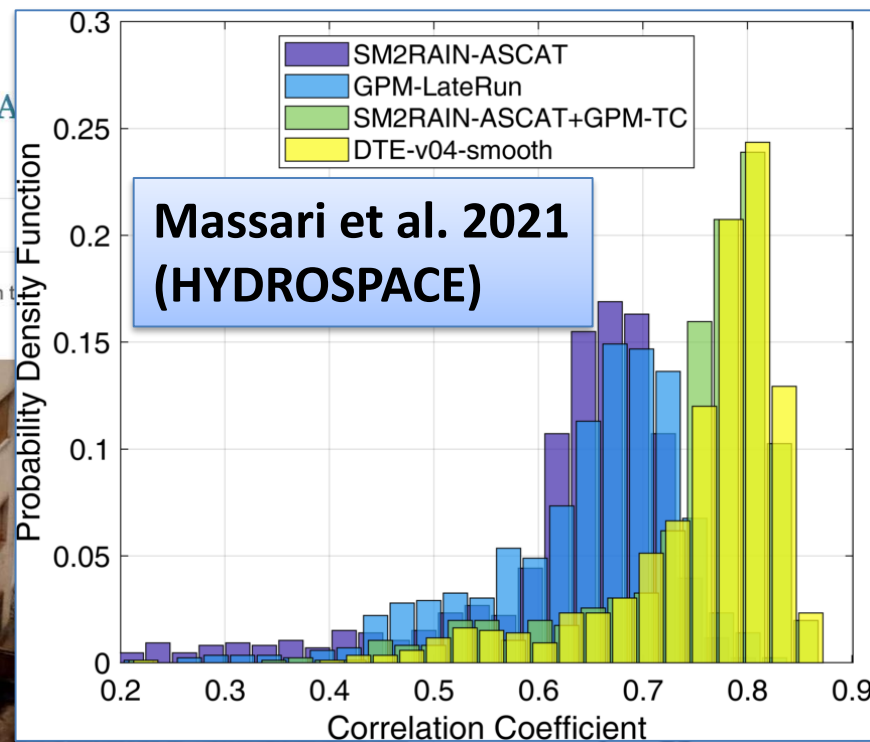
Italy – Flash Floods and Landslides A Hours

22 OCTOBER, 2019 BY [FLOODLIST NEWS IN EUROPE](#), [NEWS](#)

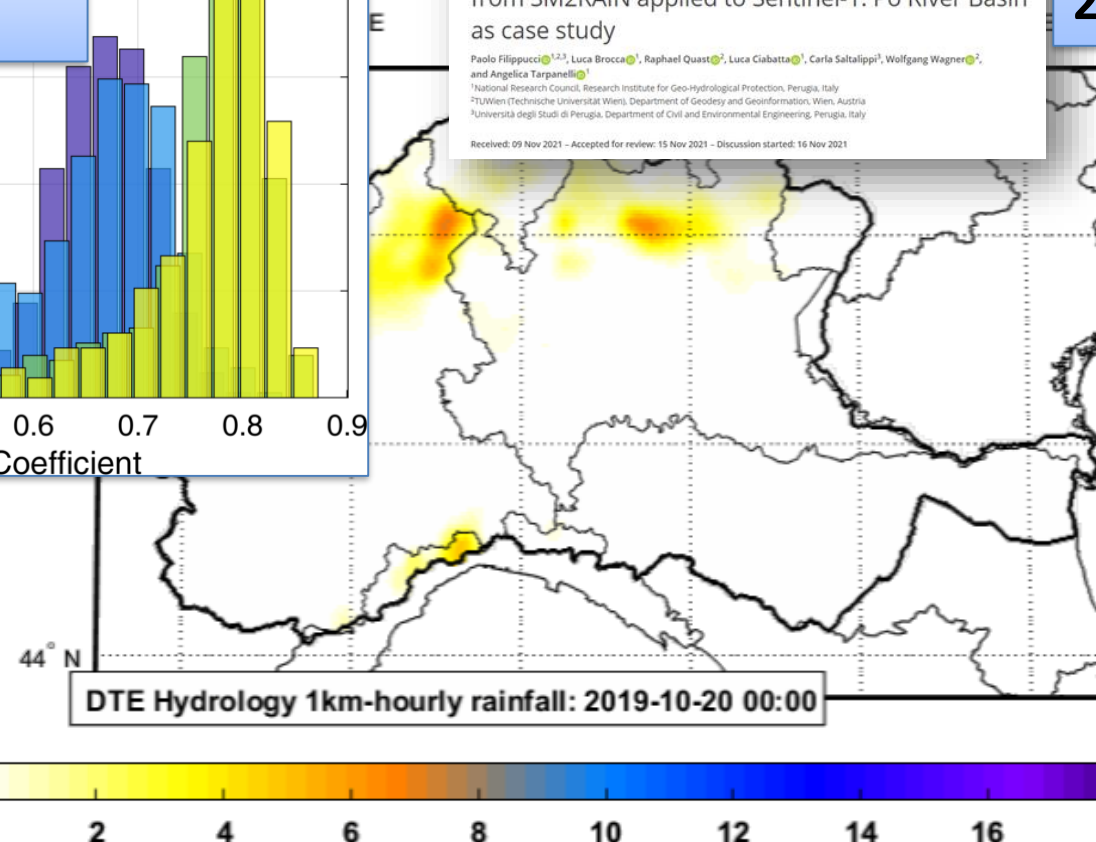
Heavy rain in northern **Italy** has caused floods and landslides in the Liguria.



Heavy rain triggered landslides in northern Italy, 20 to 22 October 2019. Photo: Vigili del Fuoco



Filippucci et al. (HESSD), online dal 16 Novembre 2021



È LA PORTATA FLUVIALE...

8

Tarpanelli et al. 2013 (RSE)



SENTINEL 2

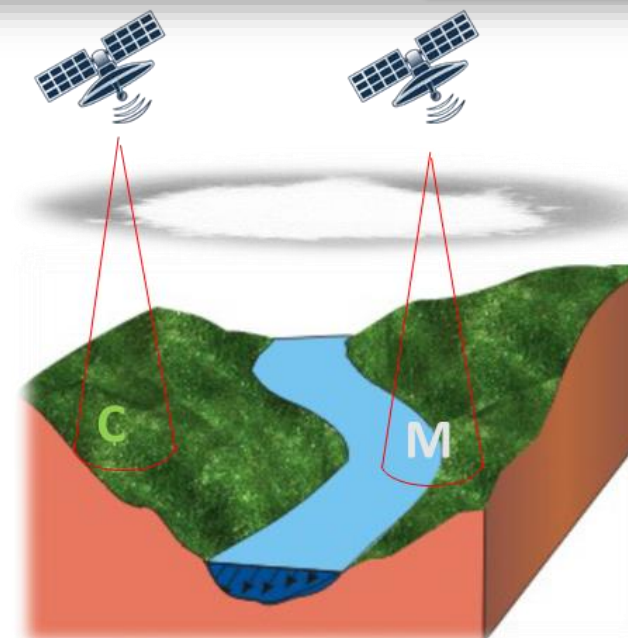
Remote Sensing of Environment

Sentinel-2 high-resolution data for river discharge monitoring

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Article Type:	Research Paper
Section/Category:	Hydrology and water resources
Keywords:	NIR reflectance; river discharge; Sentinel-2; sediment transport; Google Earth Engine
Corresponding Author:	Paolo Filippucci, Master Degree Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica Consiglio Nazionale delle Ricerche Perugia, Umbria ITALY
First Author:	Paolo Filippucci, Master Degree
Order of Authors:	Paolo Filippucci, Master Degree Luca Brocca, Phd Stefania Bonafoni, Associate Professor Carla Saltalippi, Associate Professor Wolfgang Wagner, Professor Angelica Tarpanelli, Phd

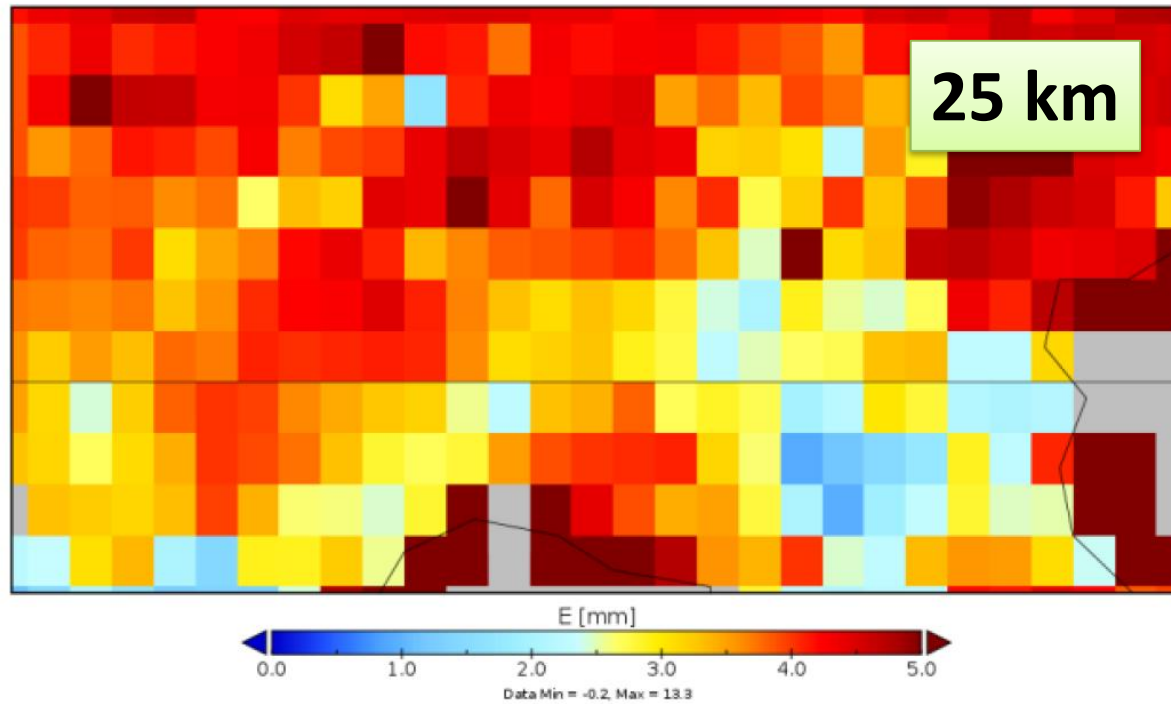
Filippucci et al.
(RSE), sottomesso
9 Novembre 2021



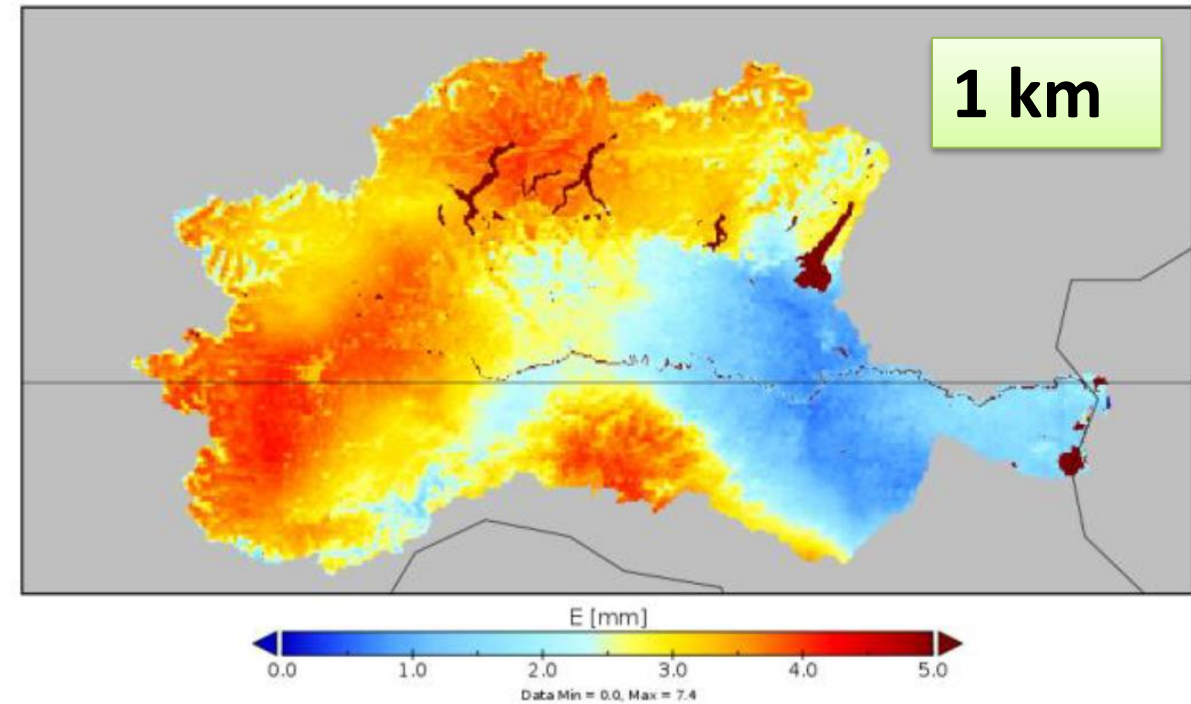
ED ANCHE L'EVAPORAZIONE...

9

23-07-2019



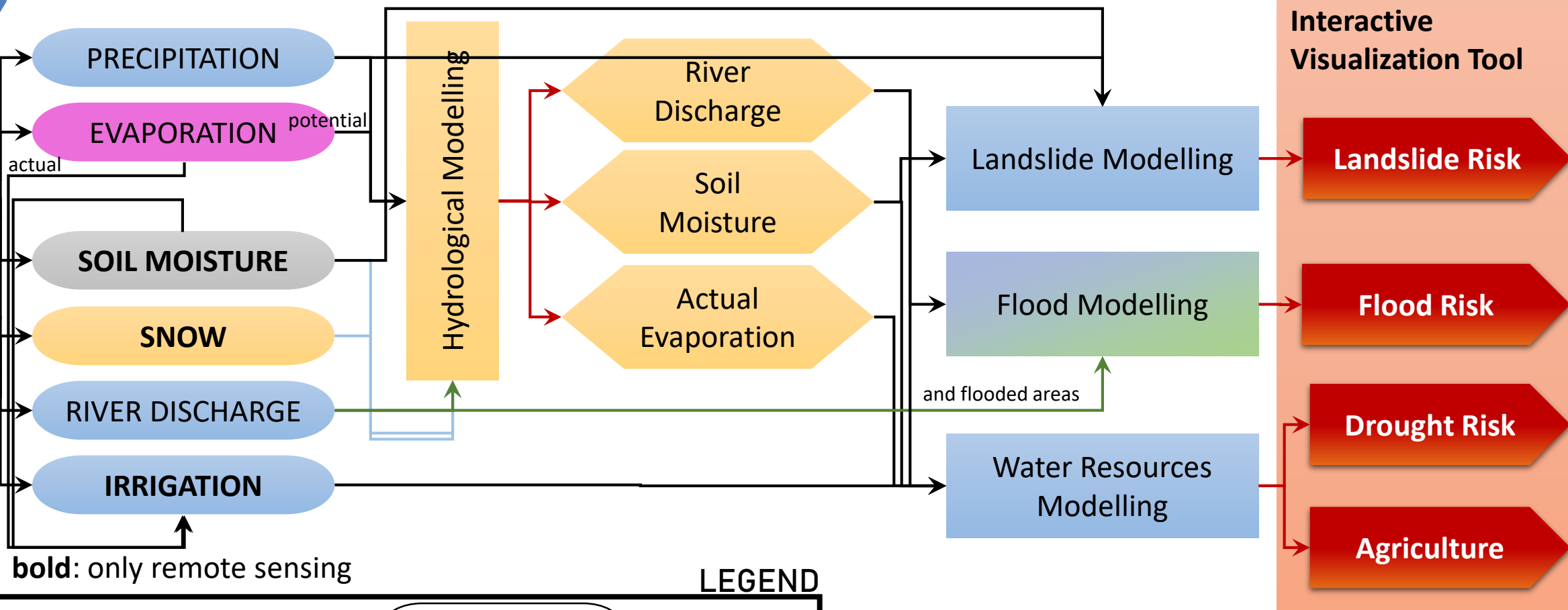
23-07-2019



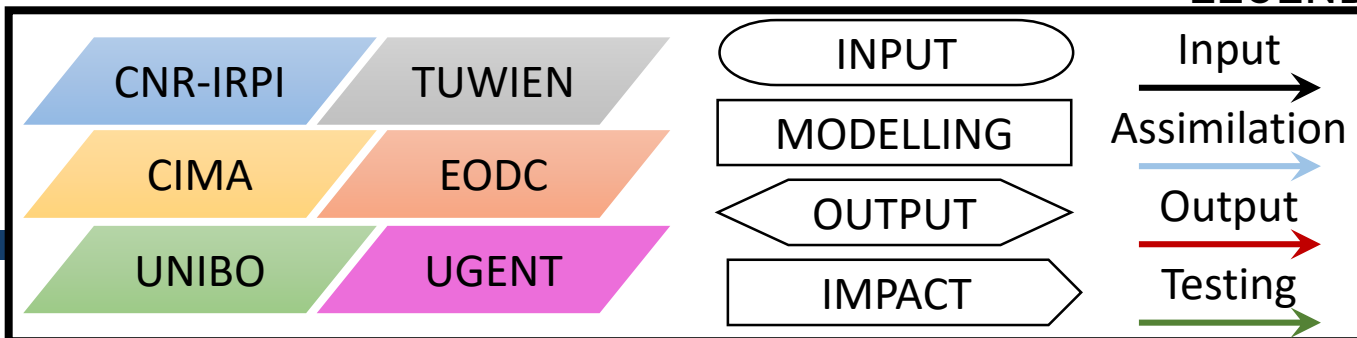
IL PROGETTO DTE HYDROLOGY

10

REMOTE SENSING +
GROUND OBSERVATIONS



LEGEND

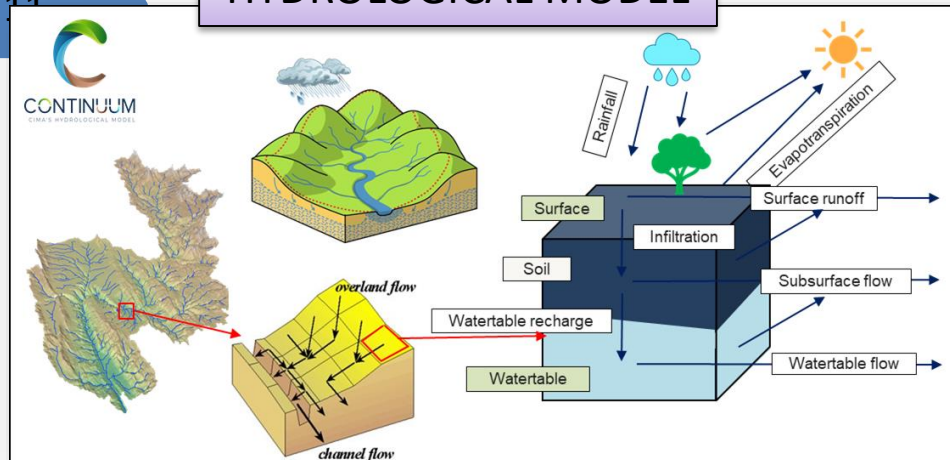


5 novembre 2021

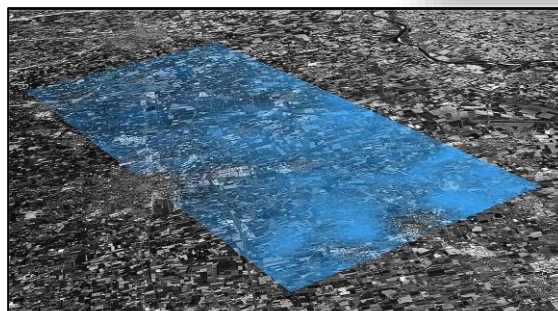
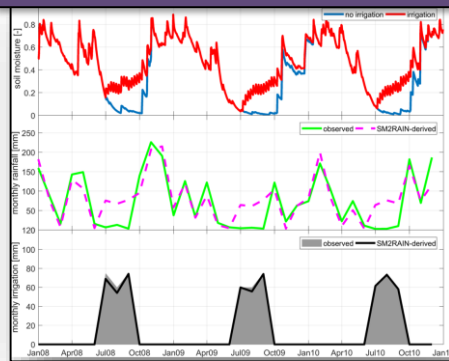


IL PROGETTO DTE HYDROLOGY

HYDROLOGICAL MODEL

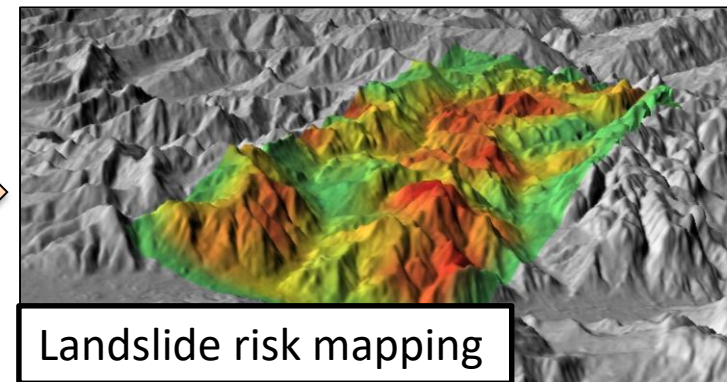
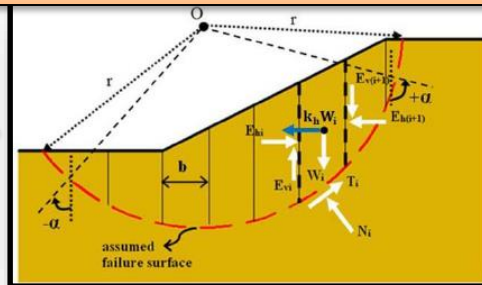


IRRIGATION MODULE

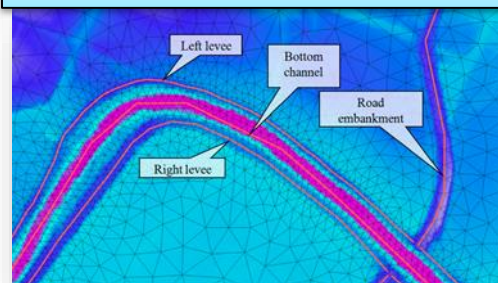


Irrigation water use mapping and quantification

LANDSLIDE RISK MODULE



FLOOD RISK MODULE



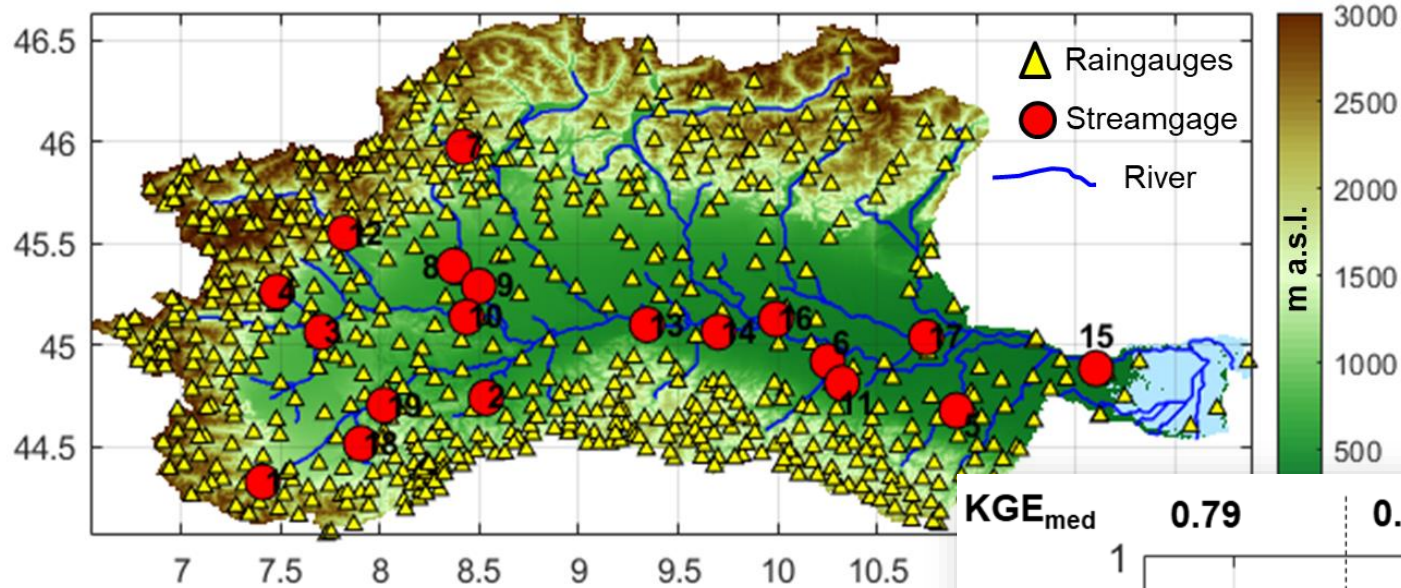
Flood risk mapping



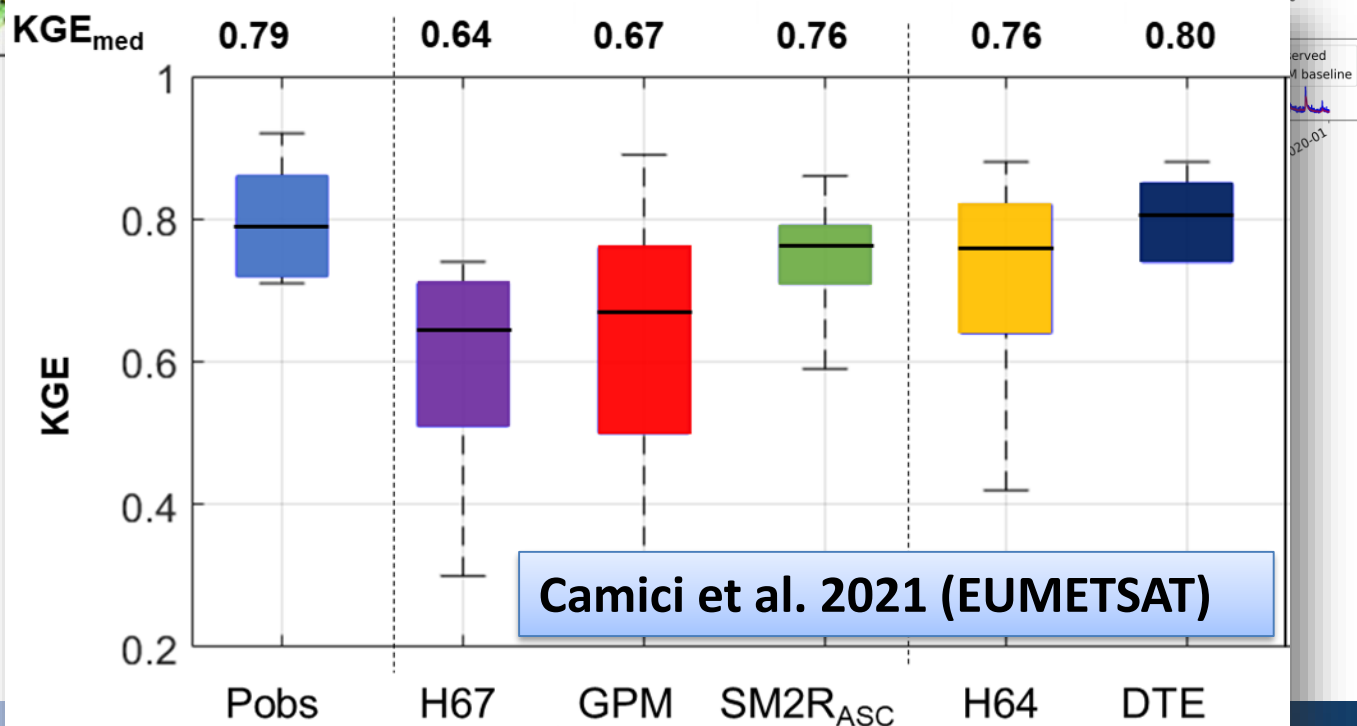
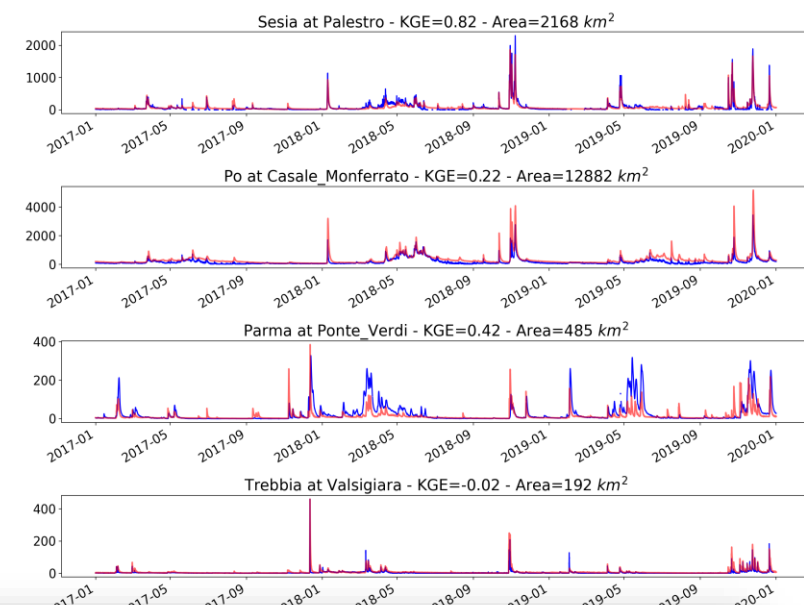


RISULTATI DEL PROGETTO DTE HYDROLOGY

13

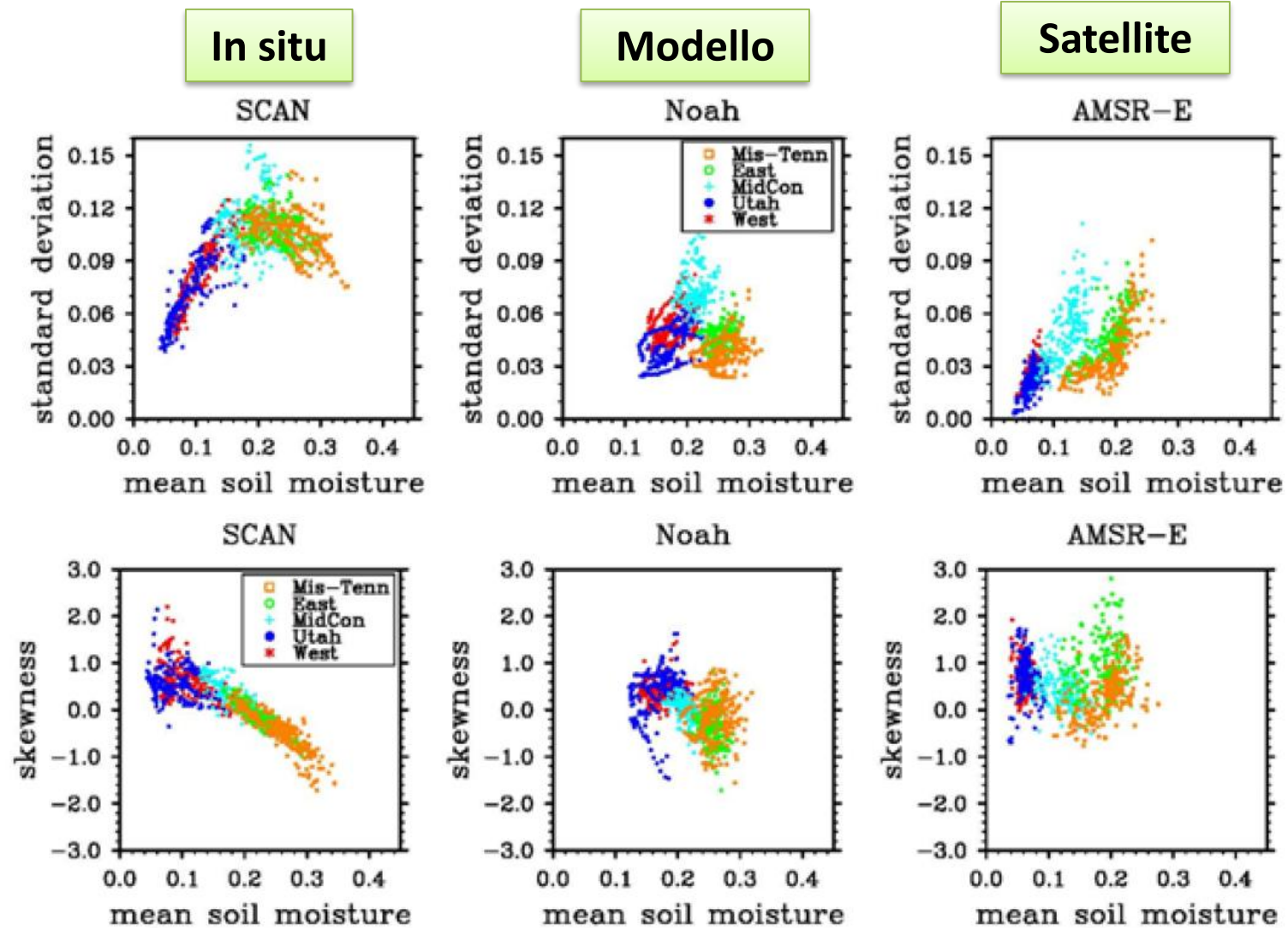


Il prodotto di pioggia sviluppato nel progetto DTE, e basato solo su dati satellitari, fornisce risultati leggermente migliori dei dati a terra (600+ pluviometri) in termini di simulazione/previsione delle portate fluviali con il modello idrologico MISDc



VARIABILITÀ SPAZIALE DI DATI IN SITU, SATELLITARI E MODELLI

14

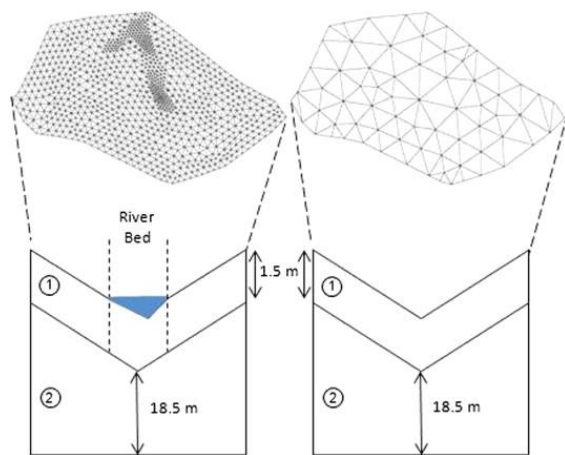
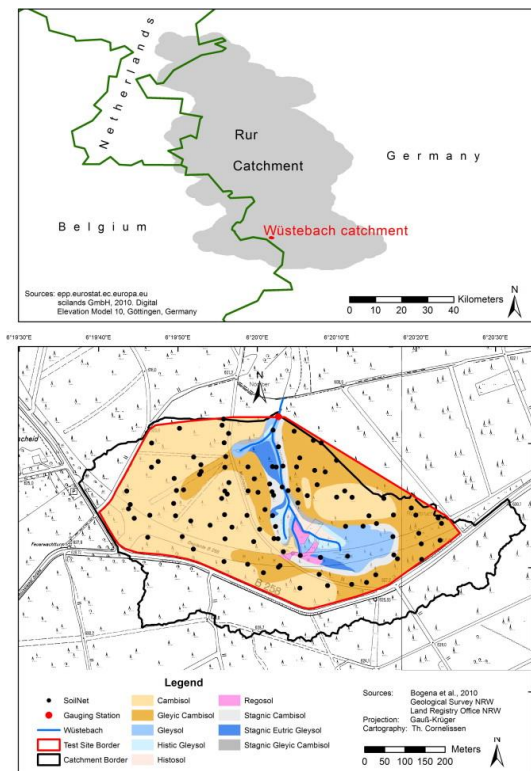


Li and Rodell (2013), doi: 10.5194/hess-17-1177-2013

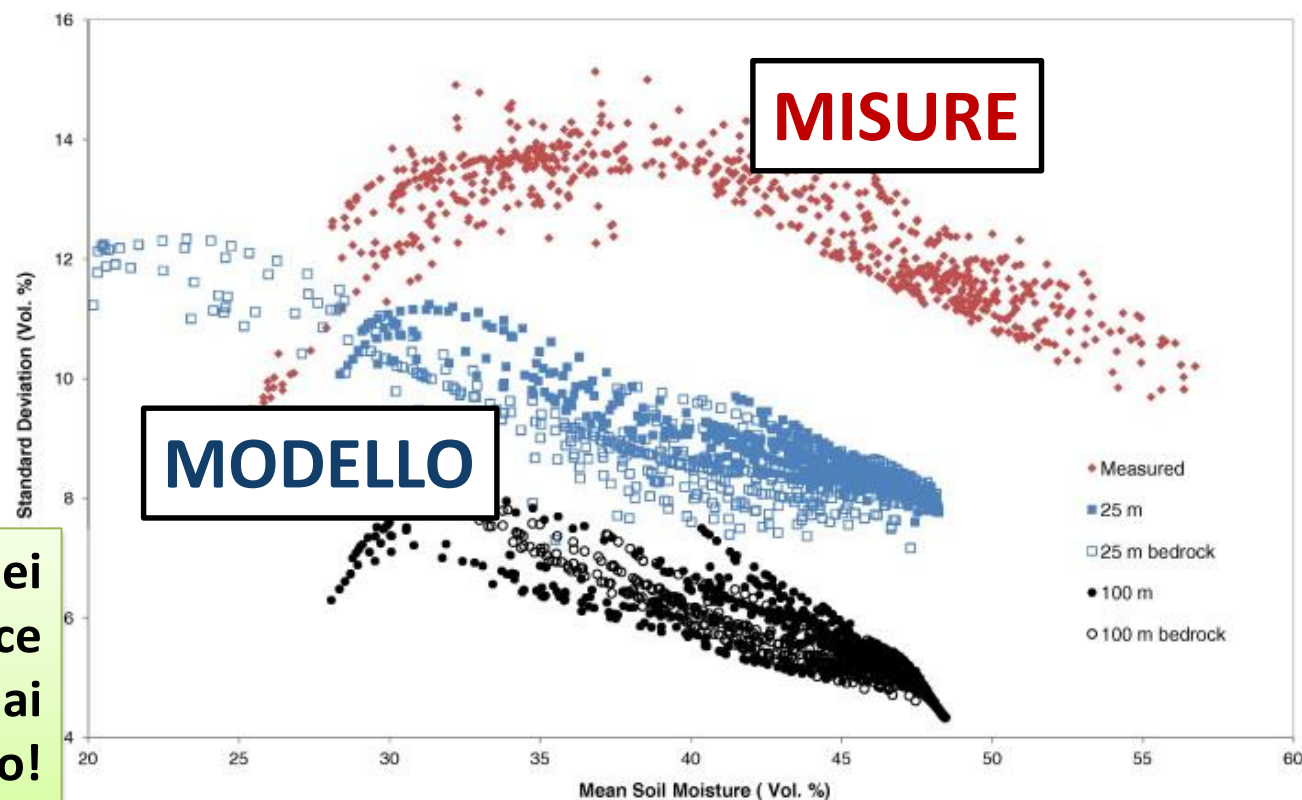
MODELLARE LA VARIABILITÀ SPAZIALE AD ALTA RISOLUZIONE?

15

In questo studio gli autori hanno modellato la variabilità spaziale e temporale dell'umidità del suolo per un piccolo bacino ($<0.27 \text{ km}^2$), super strumentato (900 sensori), con un modello idrologico 3D fisicamente basato.



La variabilità SPAZIALE dei dati osservati differisce significativamente dai risultati del modello!



Cornelissen et al. (2004), doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.01.060

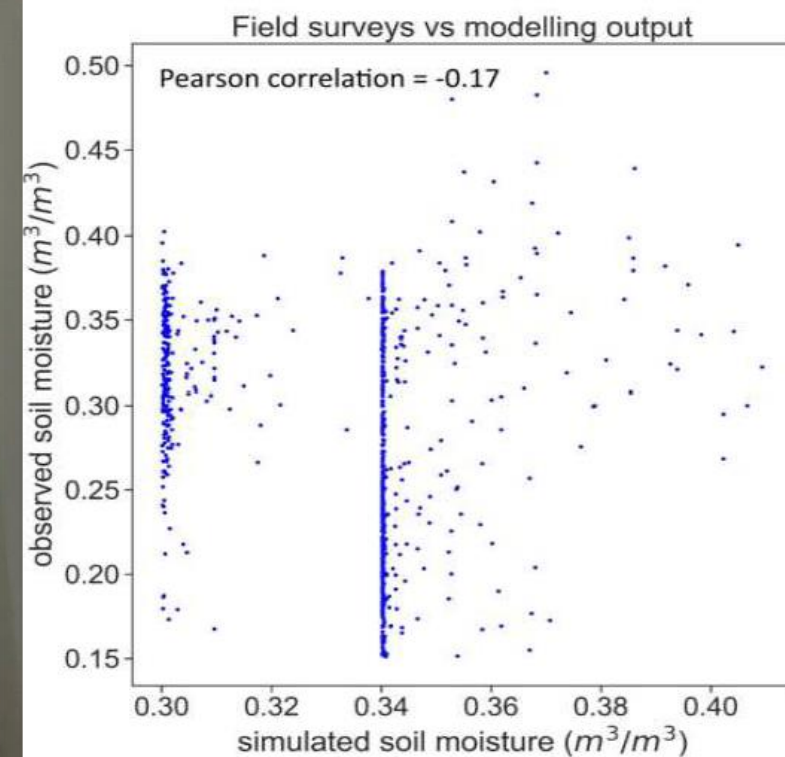
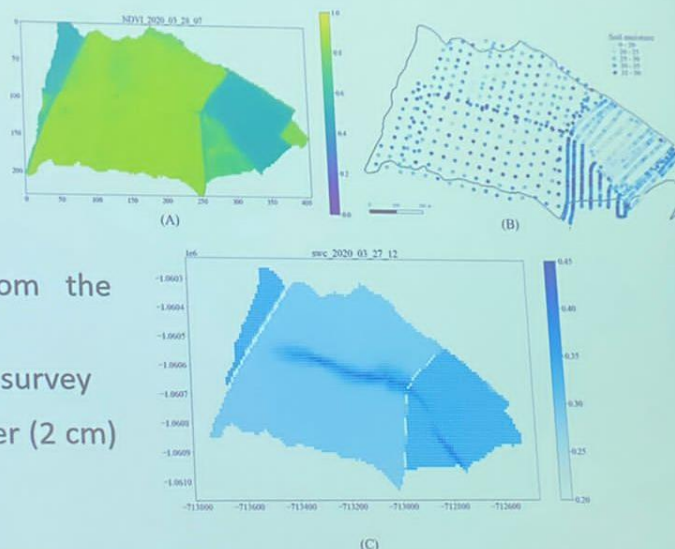
MODELLARE LA VARIABILITÀ SPAZIALE AD ALTA RISOLUZIONE?

16

La variabilità SPAZIALE dei dati osservati differisce significativamente dai risultati del modello!

Spatial patterns

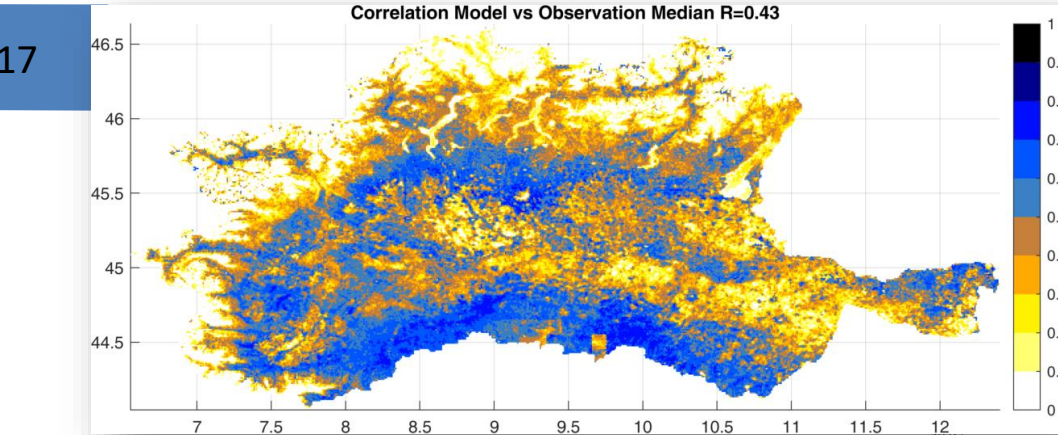
- (A) NDVI values obtained from the satellite (Planet)
- (B) Soil moisture from the field survey
- (C) Soil moisture at the top layer (2 cm) from the MIKE-SHE.



DTE HYDROLOGY: MODELLO VS SATELLITE (UMIDITÀ DEL SUOLO)

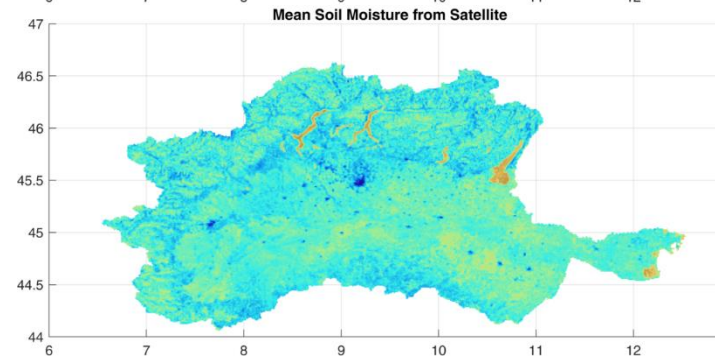
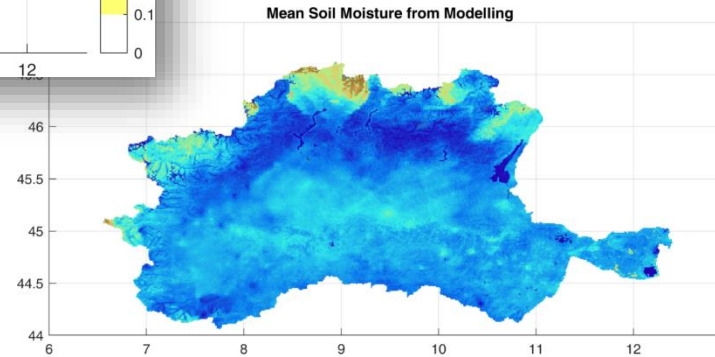
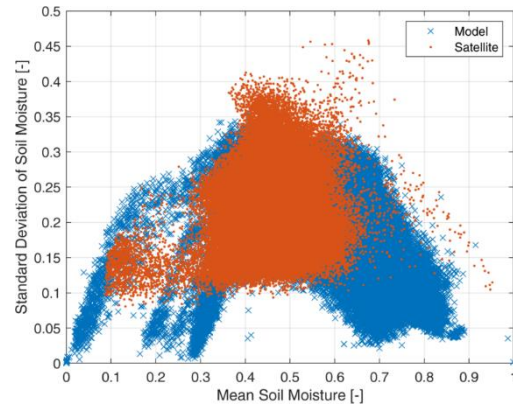
17

La correlazione temporale tra il modello e i dati satellitari è abbastanza buona, c'è un chiaro bias tra i due dataset e anche la variabilità spaziale della variabilità temporale (scusate il gioco di parole) è decisamente diversa.

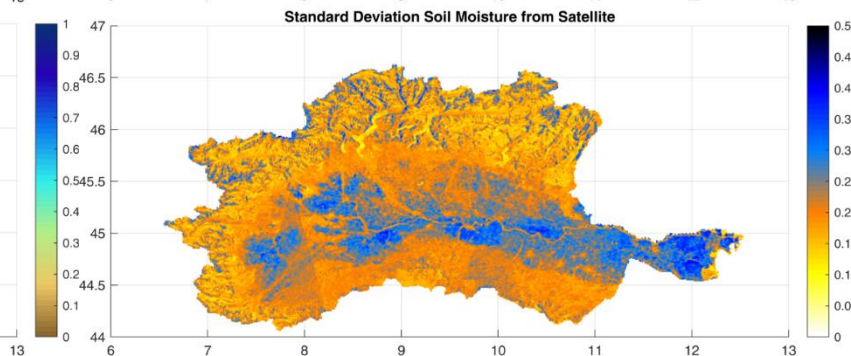
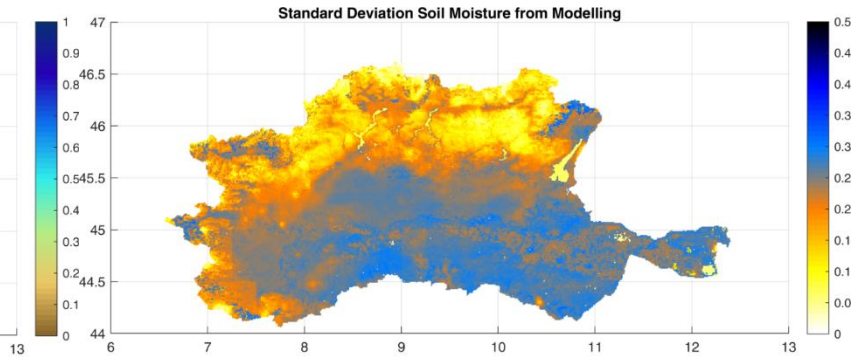


MODELLO

SATELLITE



MEDIA TEMPORALE



DEVIAZIONE STANDARD TEMPORALE

IDROLOGIA AD ALTA RISOLUZIONE: QUALI SONO I LIMITI?

18

- I prodotti satellitari per l'idrologia ad alta risoluzione sono stati sviluppati molto recentemente e la loro qualità va testata in dettaglio soprattutto nella loro capacità di riprodurre la variabilità nello spazio ad alta risoluzione. La risoluzione temporale è importante quanto la risoluzione spaziale.
- I modelli idrologici su grande scala hanno forti limitazioni nel simulare alcuni processi (trasporto laterale dell'acqua in superficie e nella zona non satura, interazione zona radicale e falda, dinamica della vegetazione, ...).
- L'impatto dell'uomo sul ciclo idrologico è molto importante, soprattutto ad alta risoluzione (es. domanda e offerta non sono all'interno dello stesso pixel), e risulta sempre più rilevante in tempi recenti. La modellazione del comportamento umano è molto più complicata della modellazione dei processi fisici.

IDROLOGIA AD ALTA RISOLUZIONE: QUALI SONO LE OPPORTUNITÀ?

19

- Oggi sono disponibili nuovi prodotti satellitari per applicazioni idrologiche che non erano disponibili sino a 2-3 anni fa. Il loro utilizzo per studi e applicazioni idrologiche rappresenterà sicuramente un avanzamento di conoscenza e sarà estremamente rilevante dal punto di vista scientifico.
- La modellazione ad alta risoluzione apre una serie di sfide da affrontare e da comprendere, quindi spazio per fare nuova attività di ricerca.
- La sfida probabilmente più importante è quella di «inserire» l'uomo nella modellazione del ciclo idrologico, sia nell'ambito della modellazione che della nostra capacità di «misurare» il ciclo dell'acqua. Sono necessarie nuove osservazioni per indirizzare il problema.

Contatti



luca.brocca@irpi.cnr.it

idrologia@irpi.cnr.it



<http://hydrology.irpi.cnr.it>



@Hydrology_IRPI

