



Ordine
dei Dottori Agronomi
e dei Dottori Forestali
della Provincia di Bari

Giornata sul tema
CAMBIAMENTI CLIMATICI
CAMBIAMENTI COMPORTAMENTALI

Bari, 26 ottobre 2019

**La diversa frequenza
degli estremi idrologici:
mito o realtà?**



Politecnico di Bari

Umberto Fratino

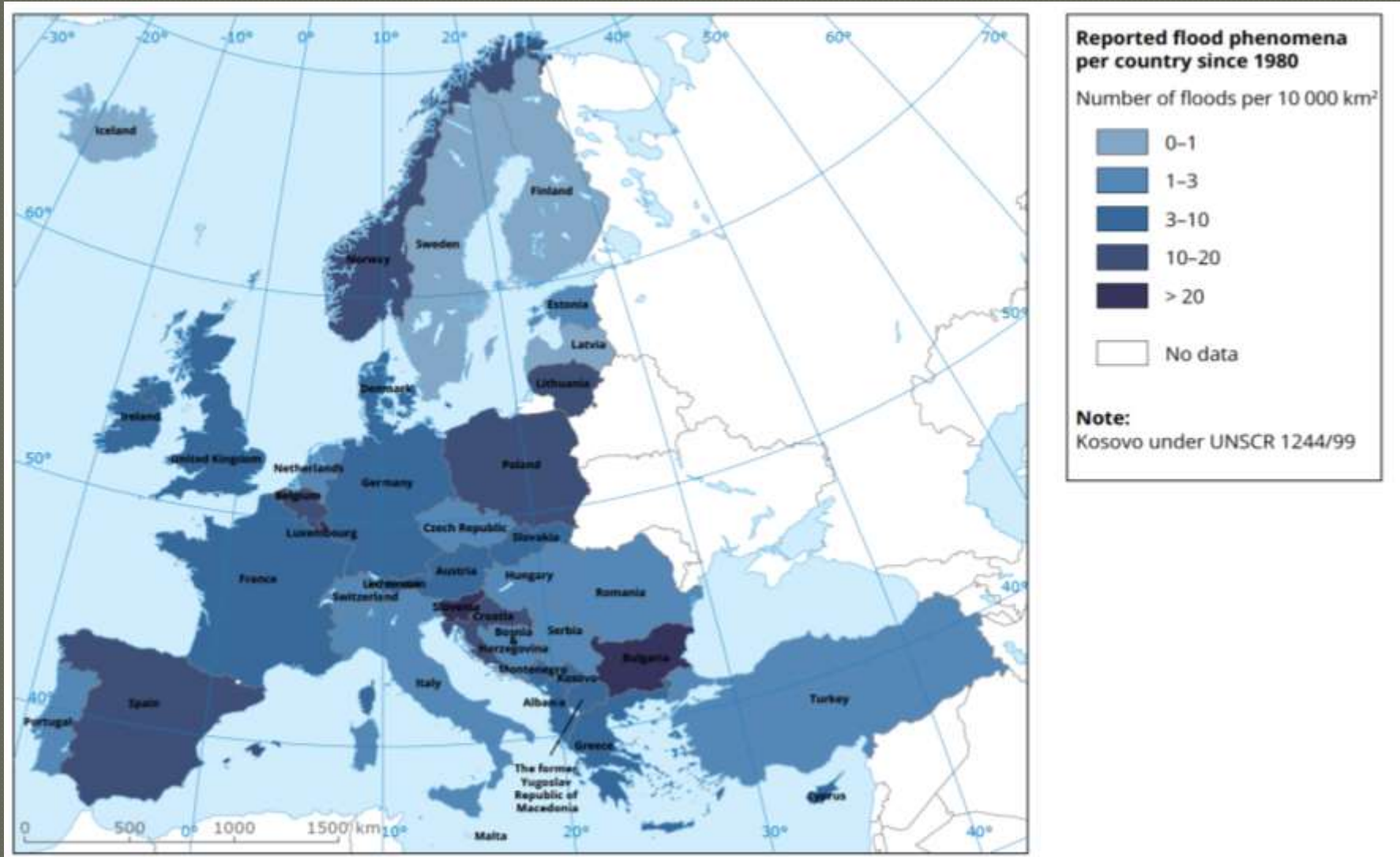


Sicilia, novembre 2018



Piemonte, ottobre 2019

Una evidenza incontestabile



Che succede? Perché succede?



Major flood events in Québec
1996/2011/2017

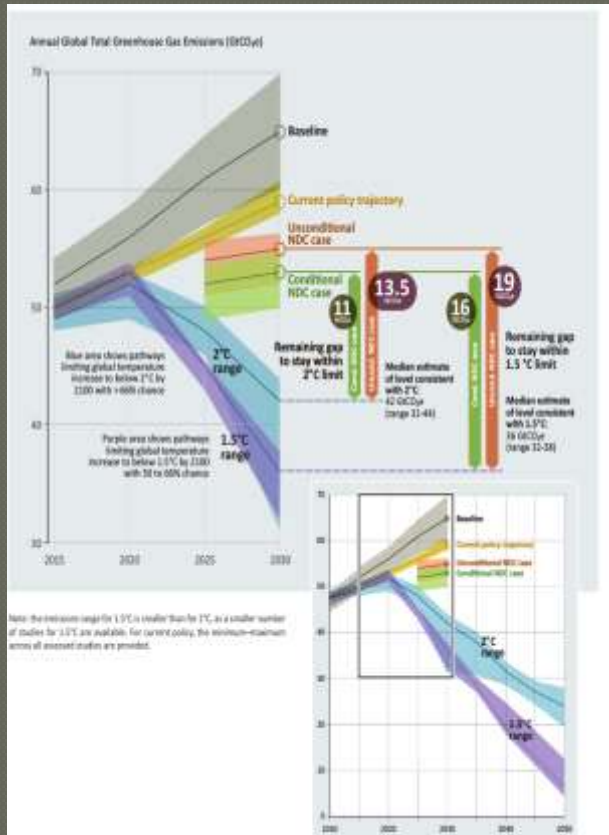


Major flood events in Bavaria
1999/2002/2005/2013/2016

« Extreme precipitation events over most of the mid-latitude land masses and over wet tropical regions will *very likely* become more intense and more frequent. » - IPCC AR5 report



CAMBIAMENTO CLIMATICO?



Donald J. Trump

@realDonaldTrump

Follow

The concept of global warming was created by and for the Chinese in order to make U.S. manufacturing non-competitive.

Reply Retweet Favorite

2,112

RETWEETS

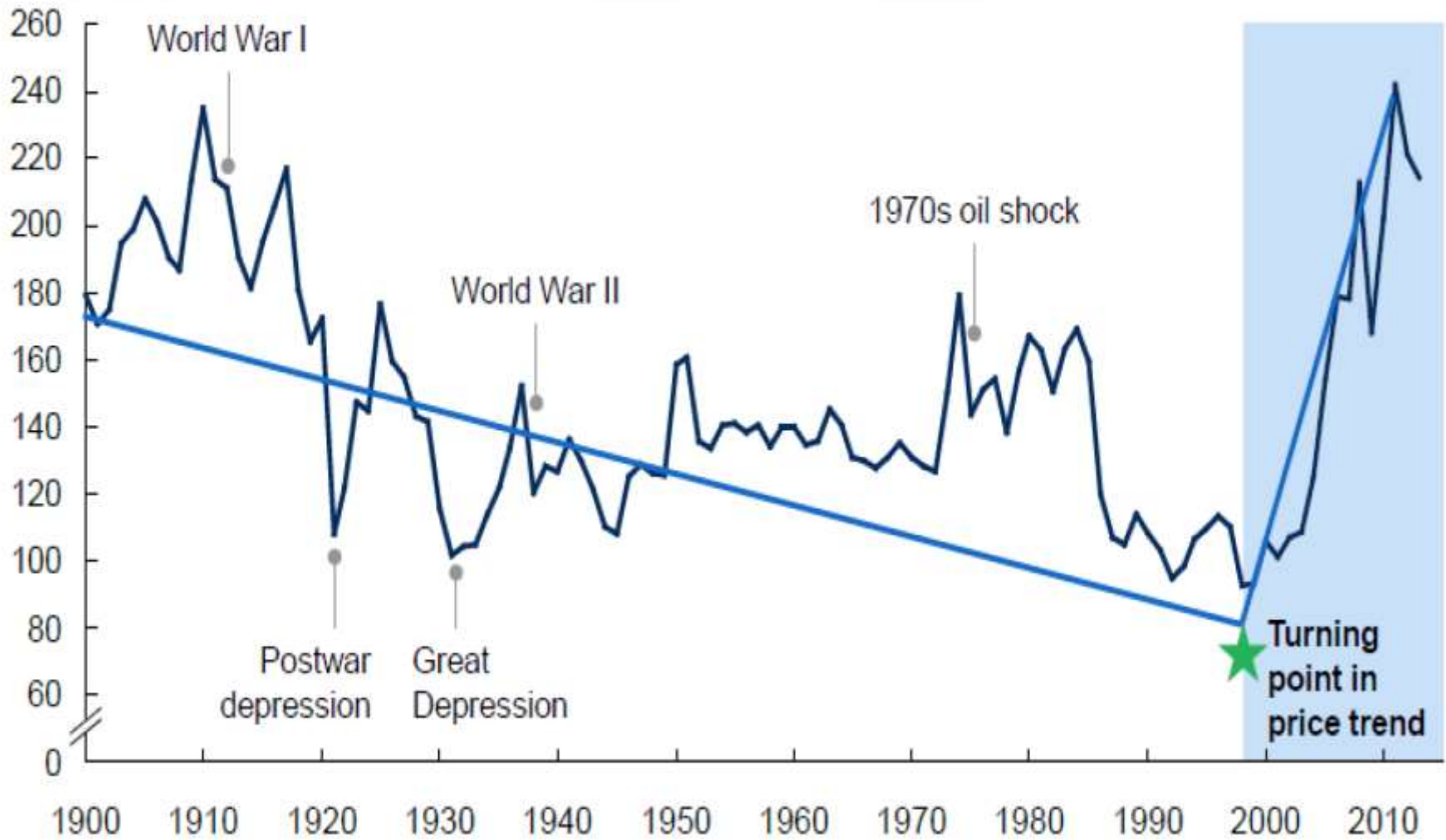
328

FAVORITES



11:15 AM - 6 Nov 12 · Embed this Tweet

COSTO DELLE RISORSE NATURALI?



EFFETTI INARRESTABILI

Arctic

- Temperature rise much larger than global average
- Decrease in Arctic sea ice coverage
- Decrease in Greenland ice sheet
- Decrease in permafrost areas
- Increasing risk of biodiversity loss
- Intensified shipping and exploitation of oil and gas resources

Coastal zones and regional seas

- Sea-level rise
- Increase in sea surface temperatures
- Increase in ocean acidity
- Northward expansion of fish and plankton species
- Changes in phytoplankton communities
- Increasing risk for fish stocks

North-western Europe

- Increase in winter precipitation
- Increase in river flow
- Northward movement of species
- Decrease in energy demand for heating
- Increasing risk of river and coastal flooding

Mediterranean region

- Temperature rise larger than European average
- Decrease in annual precipitation
- Decrease in annual river flow
- Increasing risk of biodiversity loss
- Increasing risk of desertification
- Increasing water demand for agriculture
- Decrease in crop yields
- Increasing risk of forest fire
- Increase in mortality from heat waves
- Expansion of habitats for southern disease vectors
- Decrease in hydropower potential
- Decrease in summer tourism and potential increase in other seasons

Northern Europe

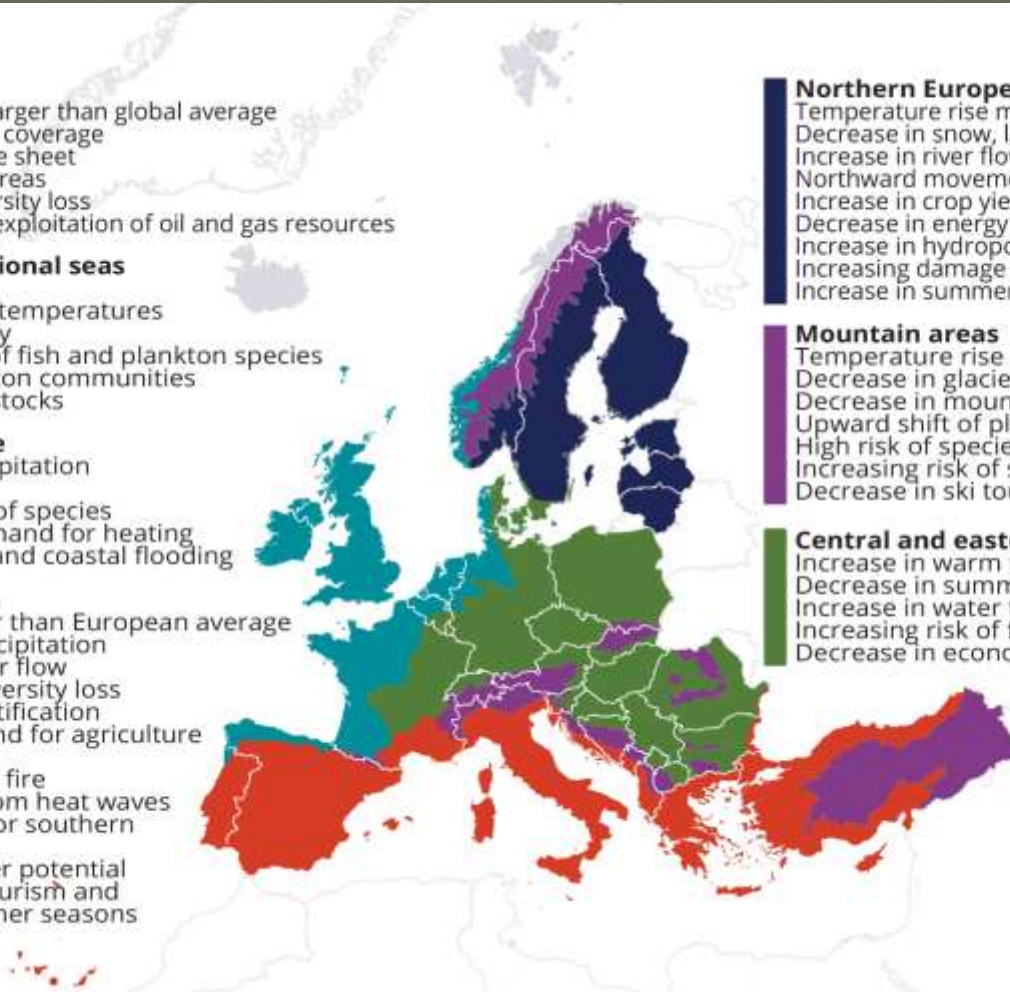
- Temperature rise much larger than global average
- Decrease in snow, lake and river ice cover
- Increase in river flows
- Northward movement of species
- Increase in crop yields
- Decrease in energy demand for heating
- Increase in hydropower potential
- Increasing damage risk from winter storms
- Increase in summer tourism

Mountain areas

- Temperature rise larger than European average
- Decrease in glacier extent and volume
- Decrease in mountain permafrost areas
- Upward shift of plant and animal species
- High risk of species extinction in Alpine regions
- Increasing risk of soil erosion
- Decrease in ski tourism

Central and eastern Europe

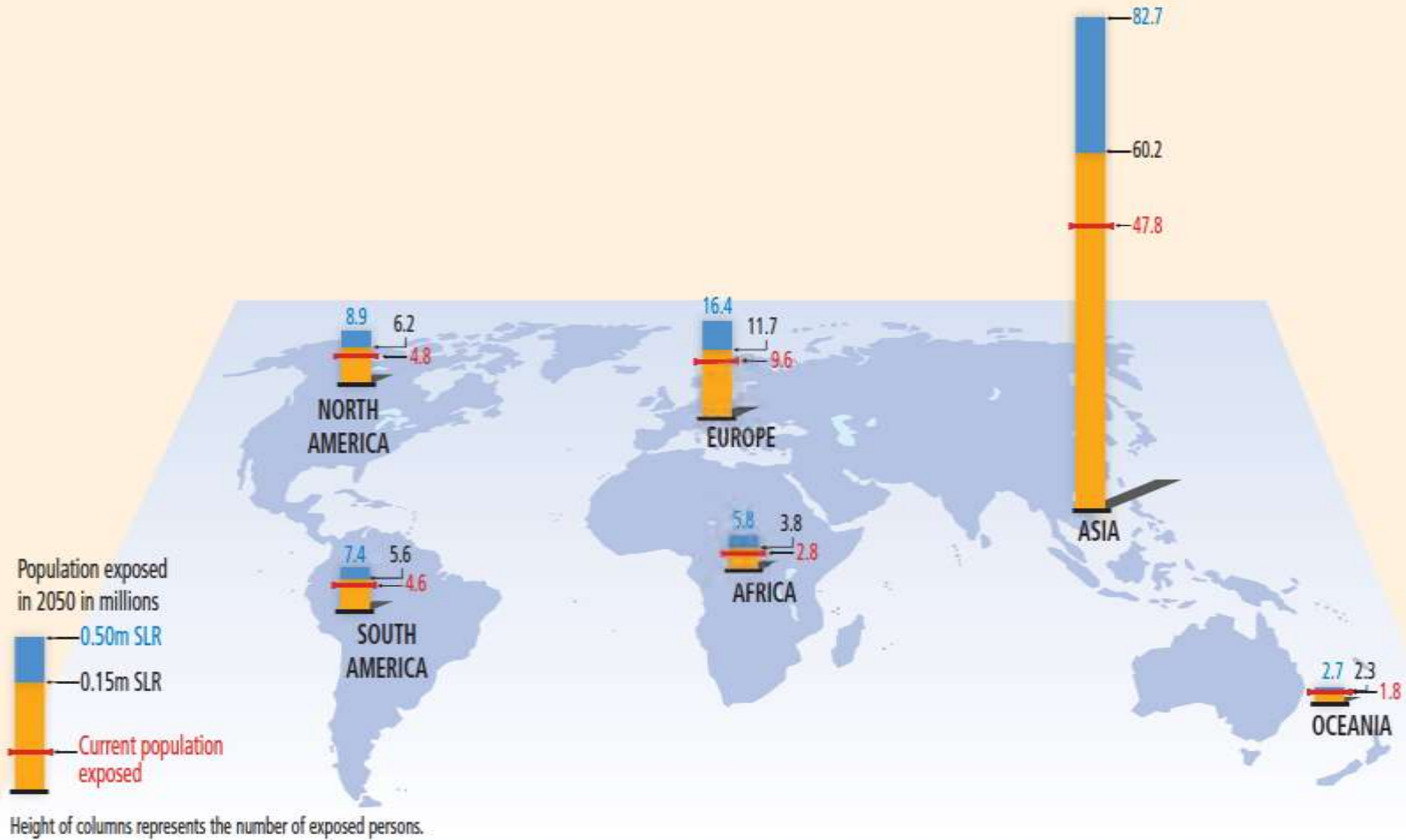
- Increase in warm temperature extremes
- Decrease in summer precipitation
- Increase in water temperature
- Increasing risk of forest fire
- Decrease in economic value of forests



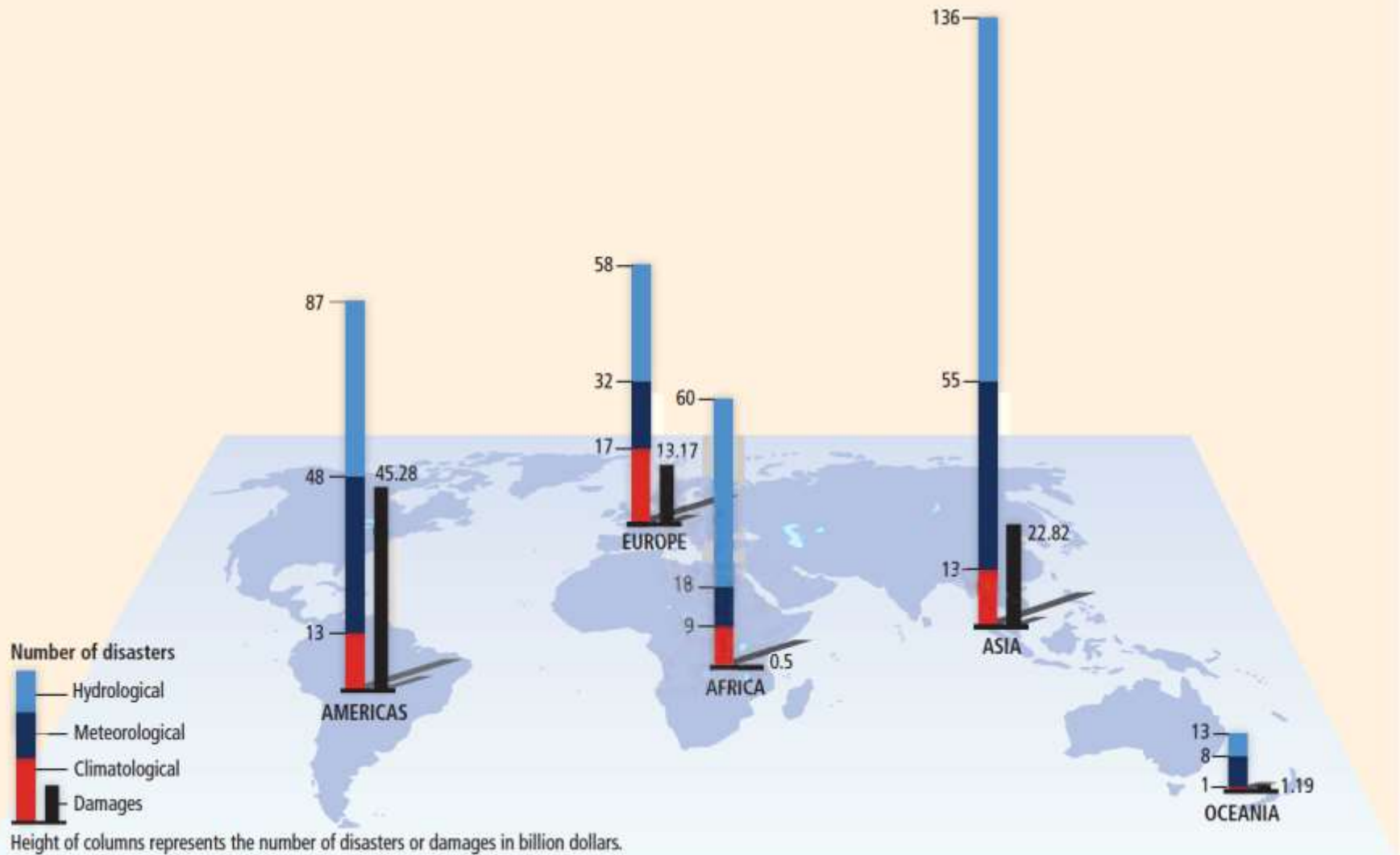
European Environment Agency



AUMENTO DEL LIVELLO DEL MARE



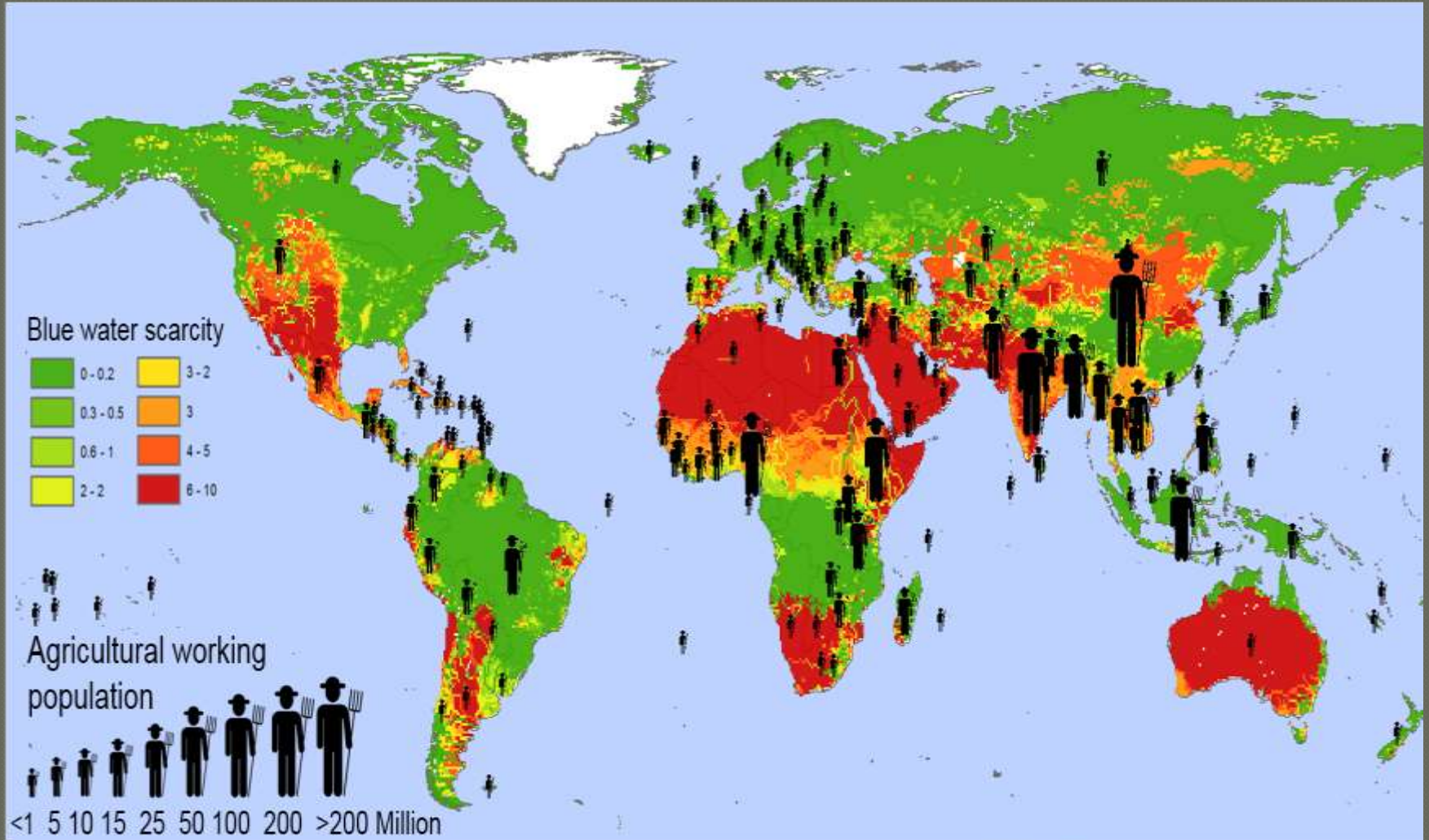
RISCHIO SOCIALE ED ECONOMICO



IPCC report, 2012

MIGRAZIONI CLIMATICHE

Agricultural employment and blue water scarcity



Hoestra et al, 2017

QUINDI ?



**KEEP
CALM**

and formulate your

**RESEARCH
QUESTION**

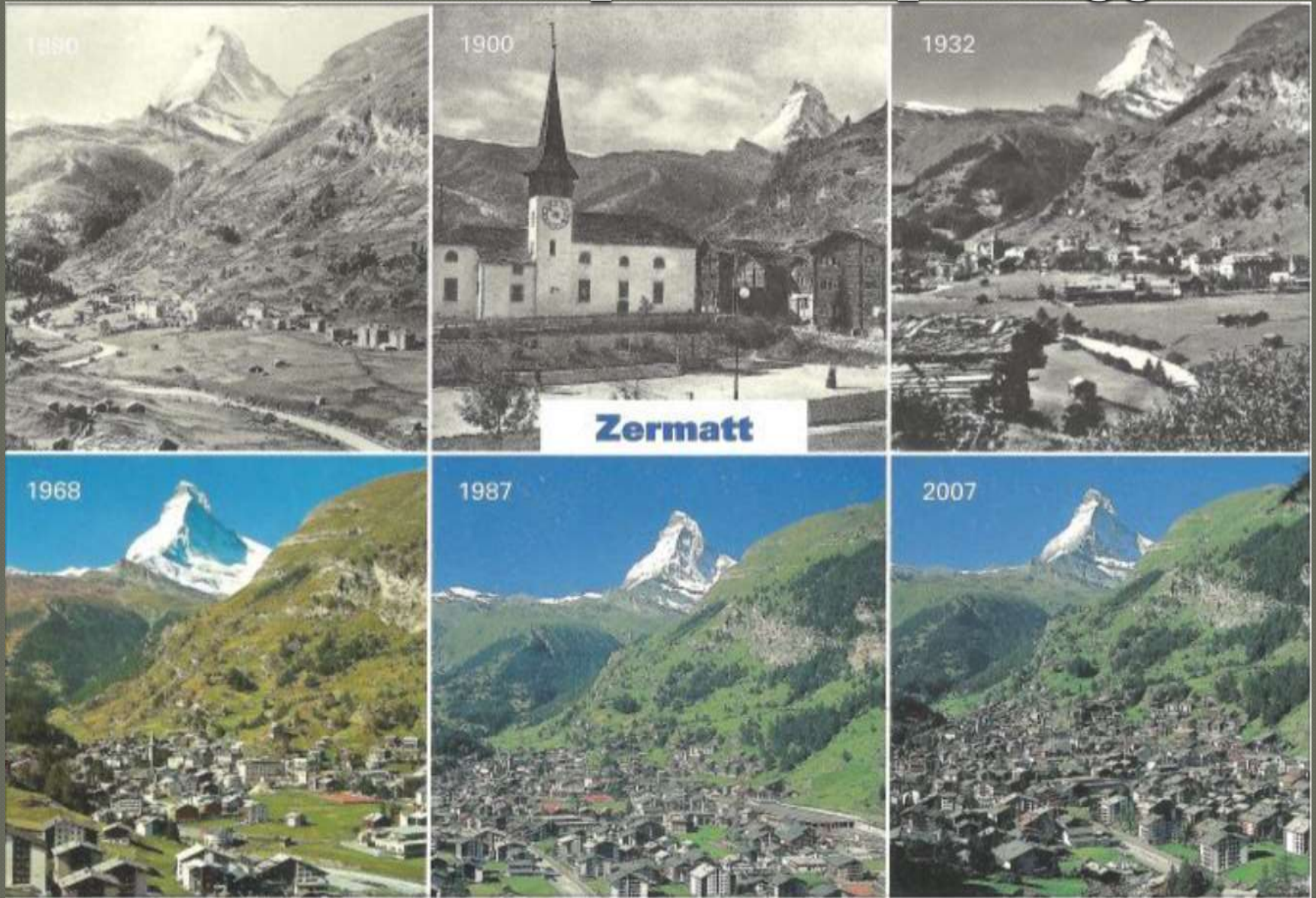


Research gaps



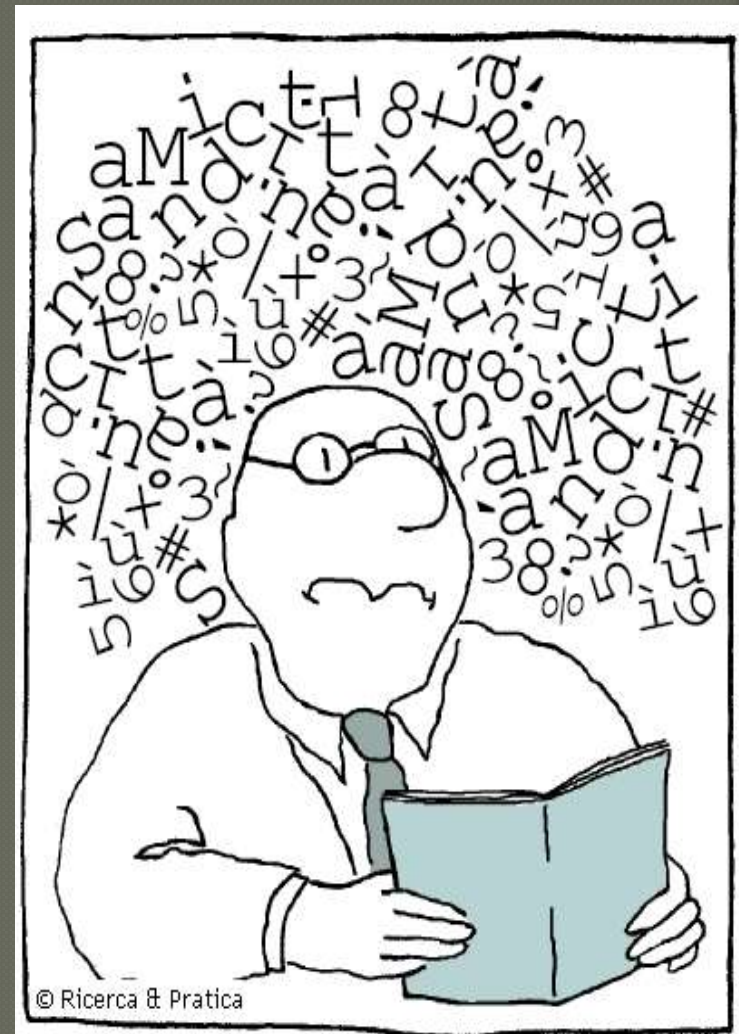
1. Sviluppare strumenti e metodi aggiornati per l'analisi degli eventi idrologici estremi in questo nuovo contesto
2. Colmare il gap di conoscenza sul **SE** e sul **COME** il CC modifica dimensione e frequenza degli eventi estremi, avendo cura di distinguere da questi gli effetti delle variabilità naturali
3. Adattare, a livello regionale, la gestione del rischio alla nuova dinamicità

Modifiche antropiche del paesaggio?



(From <https://scenicsolutions.world/landscape-change>)

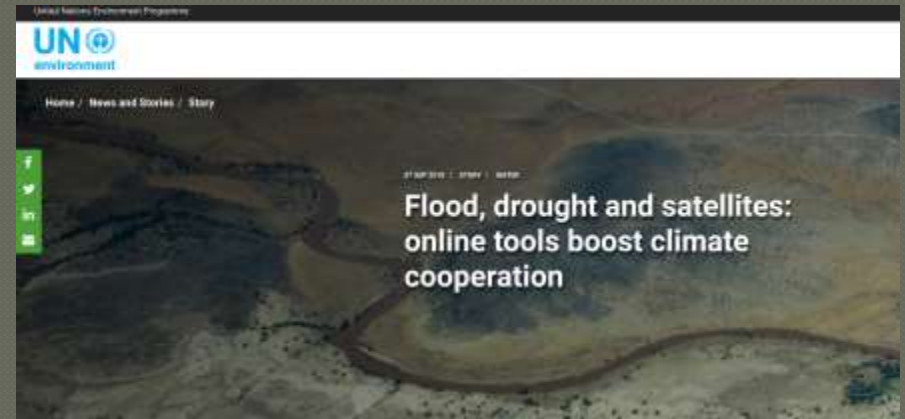
Quindi.....



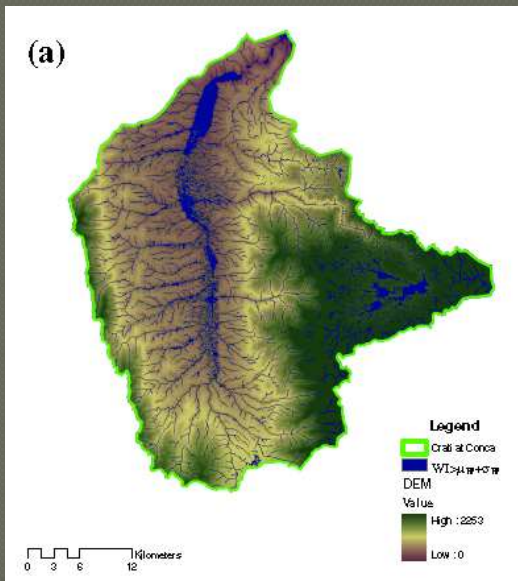
Nuovi strumenti e metodi



Modelli idraulici



Remote sensing



Modelli DEM-based

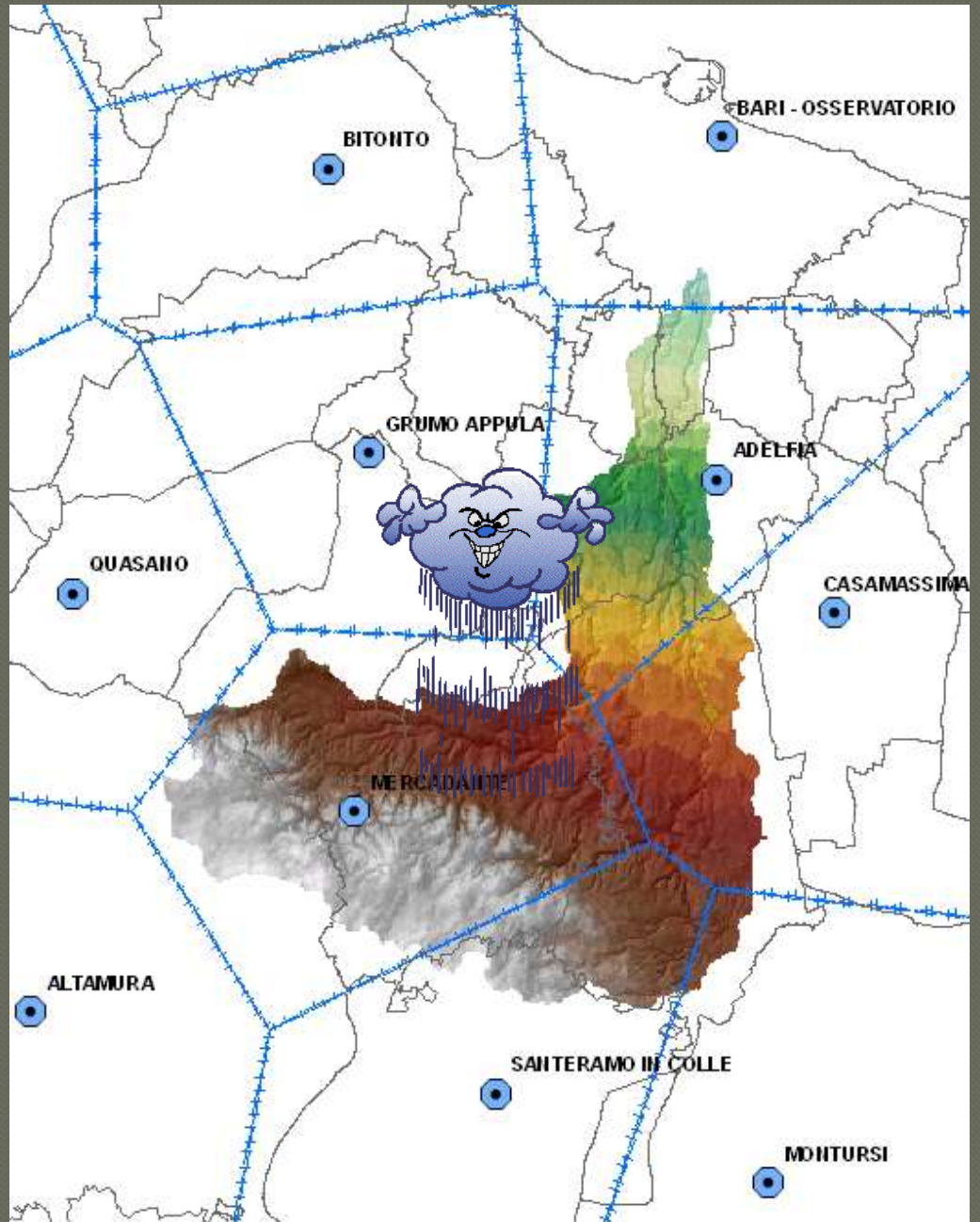
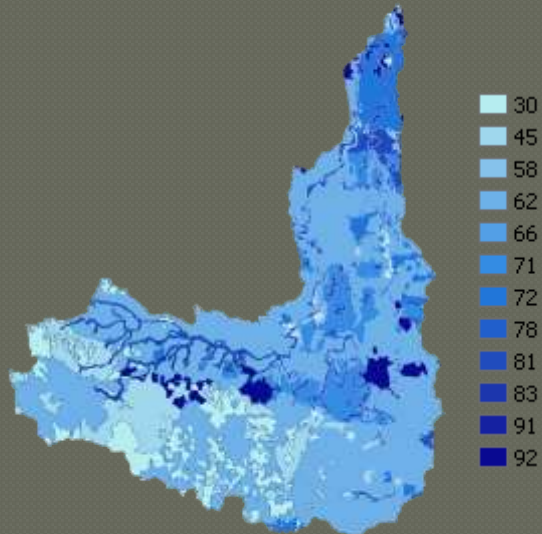
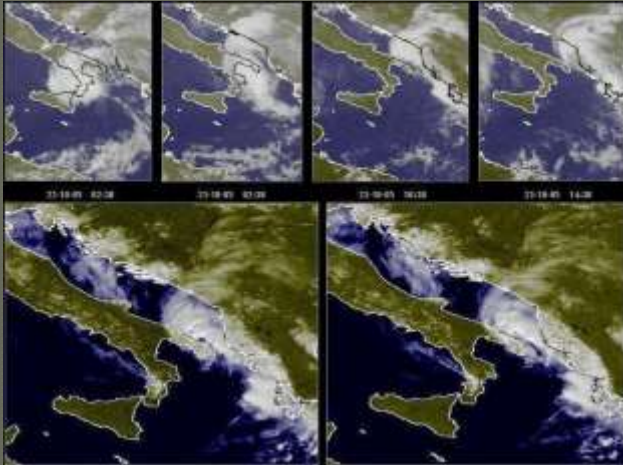


Una lunga storia : Bari e le sue lame

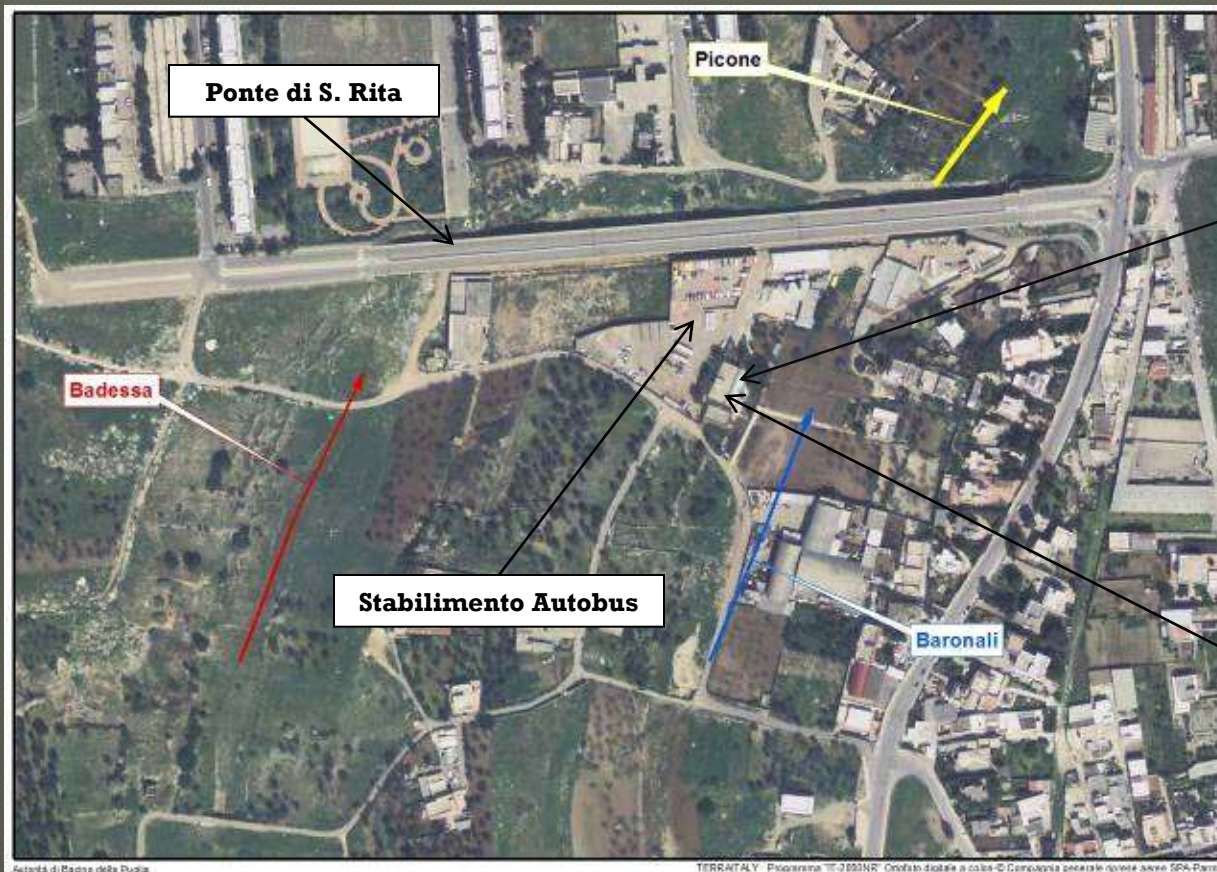


PRECIPITAZIONE

Il TLC (Tropical Like Cyclones)
del 22-23 ottobre 2005

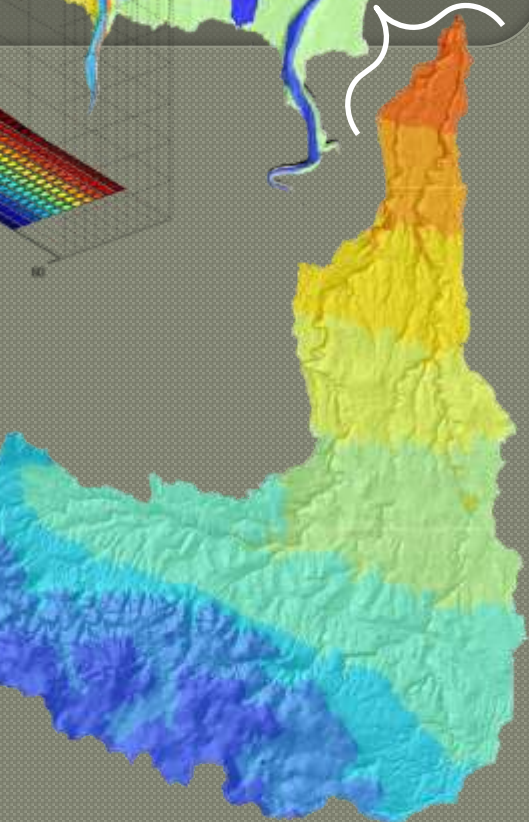
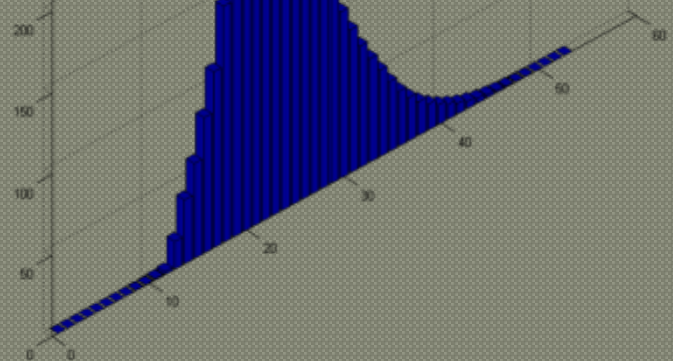
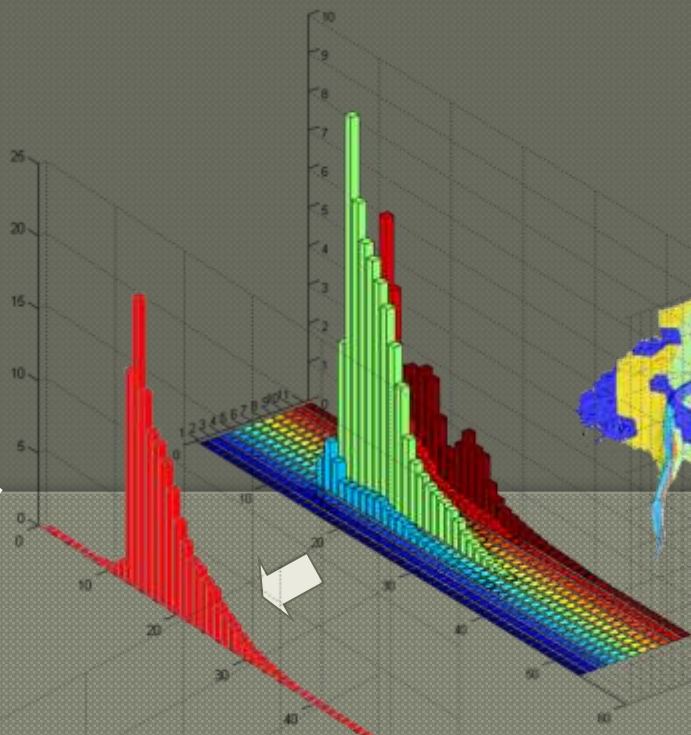
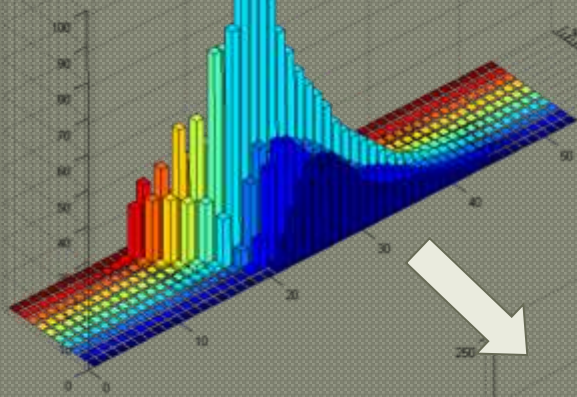
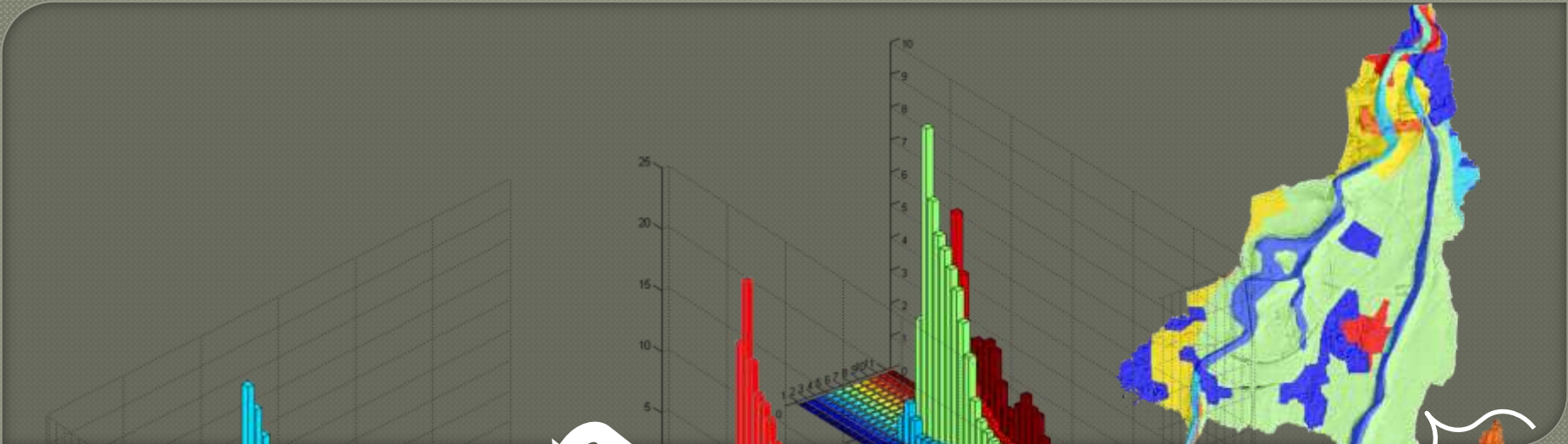


Confluenza Badessa – Baronale: I luoghi



Confluenza Badessa – Baronale: 23 ottobre 2005



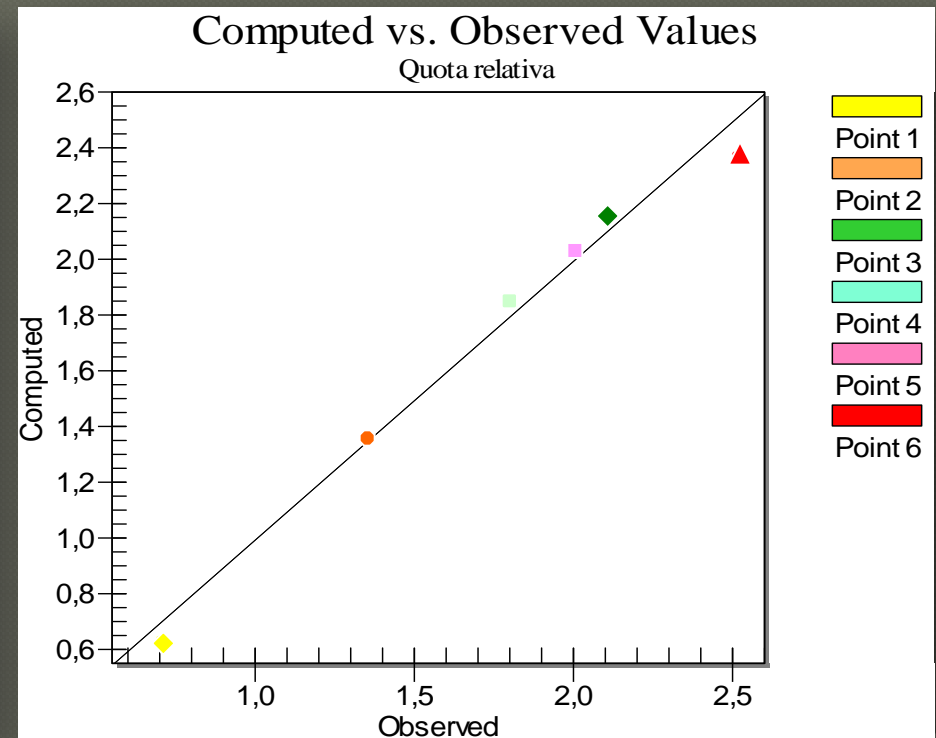


SIMULAZIONE IDRAULICA



Calibrazione del modello sull'evento alluvionale del 2005

	Color	Observe	Name	x	y	Observed Value	Interval	Computed Value	Residual Value
1	Yellow	-	Point 1	656105....	454780...	0.7	0.07	0.637	-0.063
2	Orange	-	Point 2	656246....	454774...	1.35	0.135	1.359	0.009
3	Green	-	Point 3	656269....	454776...	2.1	0.21	2.169	0.069
4	Cyan	-	Point 4	656277.4	454765...	1.8	0.18	1.842	0.042
5	Pink	-	Point 5	656274....	454786...	2.0	0.2	2.031	0.031
6	Red	-	Point 6	656076....	454783...	2.51	0.251	2.375	-0.135



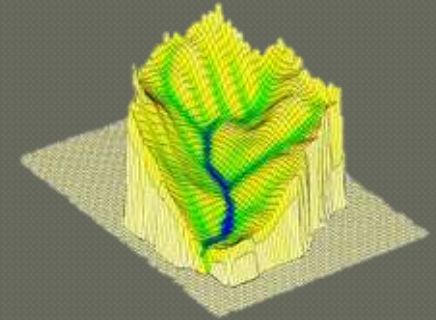
I descrittori geomorfologici per la definizione di aree inondabili

INDICE TOPOGRAFICO

(Beven & Kirkby, 1975)

$$TWI = \log\left(\frac{a}{\tan \beta}\right)$$

- a area sottesa da una determinata sezione;
- β pendenza cella.



individua la tendenza dell'acqua ad accumularsi in aree a debole pendenza e vicine alle aste fluviali

INDICE TOPOGRAFICO MODIFICATO

(Manfreda et al, 2011)

$$TWIm = \log\left(\frac{a^n}{\tan \beta}\right) \quad 0 < n < 1$$

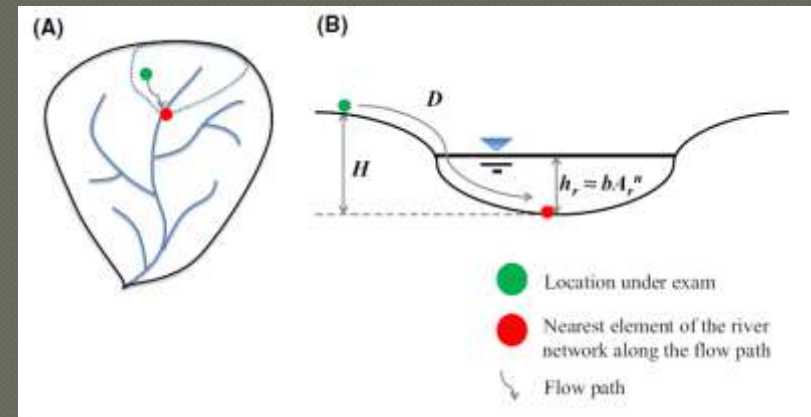
Tiene conto dell'influenza dei processi di esondazione delle aste del primo e del secondo ordine (classificazione di Horton)

Approccio DEM-based

Metodi che consentono di individuare le potenziali zone allagabili in base alle caratteristiche geomorfologiche del bacino

Descrittori sintetici

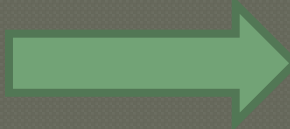
1. Area contribuyente, A_s
2. Curvatura della superficie, $\nabla^2 E$
3. Pendenza locale, S
4. Distanza dal reticolo idrografico, D
5. Differenza di quota rispetto al reticolo, H



Manfreda et al. (2015)

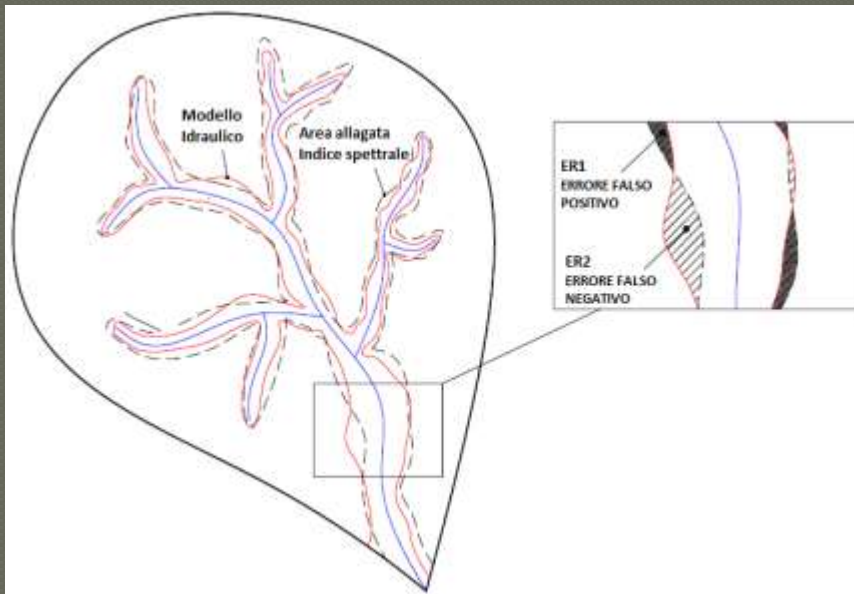
Metodo dei classificatori binari

- ✓ TP (True Positive)
- ✓ FP (False Positive)
- ✓ TN (True Negative)
- ✓ FN (False Negative)



$$r_{tp} = \frac{TP}{TP + FN} \quad \text{true positive rate}$$

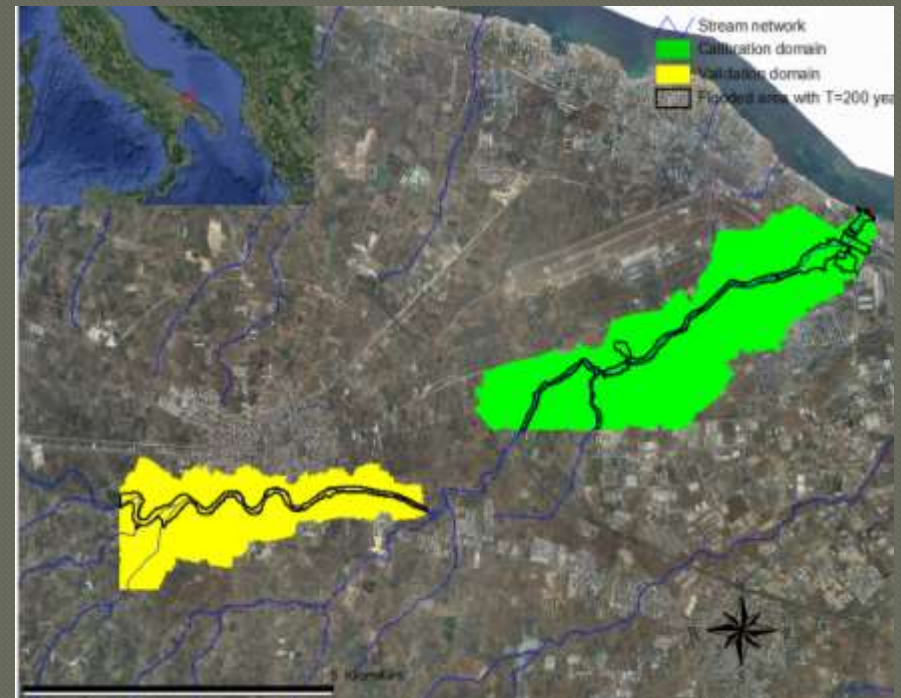
$$r_{fp} = \frac{FP}{FP + TN} \quad \text{false positive rate}$$



*FUNZIONE
OBIETTIVO*

$$OB = r_{fp} + (1 - r_{tp})$$

CASO STUDIO: Lama Balice



In giallo l'area di validazione mentre in verde quella di calibrazione; le linee di contorno nere definiscono l'area allagabile per un tempo di ritorno $T = 200$ anni.

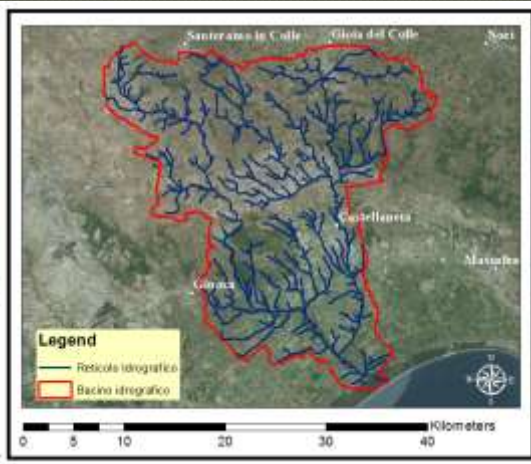
Flood prone areas

(Calibrazione e validazione del dato)



Caso di Studio : il Bacino del Fiume Lato

EVENTO DI PIENA DEL 6 E 7 OTTOBRE 2013



Ritrovato l'ultimo disperso quattro le vittime di Ginosa

Pino unito nella tragedia a Rossella e alla coppia di Altamura
Dell'infermiere erano stati rinvenuti prima auto e borsello

ANGELO LORETO

CASTELLANETA. La commercia-
lita di Ginosa, gli sposi di Altamura,
l'infermiere di Mottola. Tre città e
due regioni piangono le loro vittime.
L'alluvione di lunedì sera ha unito nel
dolore questo triangolo di bassa Mar-
gita, tra le province di Bari e Taranto,
che sovrasta nella vicina Basilicata.
Quattro i morti causati dalla furia del
maltempo. La notizia che ha definito il



INTORNIARE
A VIVERE.
La tragedia che tra
lunedi e martedì
scorsi ha colpito
Ginosa ha archiviato il
suo carico di lutti e di
dolore. Col
ritrovamento del corpo
dell'ultimo disperso
sono quattro i morti
accertati. Pochissime le
lacrime, tra Ginosa e



IMMAGINE SATELLITARE UTILIZZATA

DATA DI ACQUISIZIONE 10 OTTOBRE 2013 ore 09:37:07

DATA EVENTO ALLUVIONALE 7 OTTOBRE 2013

RISOLUZIONE SPAZIALE OLI: bande multispettrali : 30 m
OLI: banda pancromatica: 15 m



Cursor Value

Geo: 40°27'21.33"N,16°59'24.82"E
Map: 668755.4370,4480264.6289
MGRS: 33TXE6875580265
Proj: UTM, Zone 33 N, WGS-84

Crosshair
Loc: 1405.0350,1510.1914
Geo: 40°27'21.30"N,16°59'26.63"E
Map: 668798.0245,4480264.6286
MGRS: 33TXE6879880265

pan_mask_ottobre
File: 11744.1958,6796.1914
Data: [0.000000,0.000000,0.000000]

CALIBRAZIONE, CORREZIONE E CAMPIONAMENTO IMMAGINE SATELLITARE

Acquisizione di un immagine satellitari LANDSAT-8, selezionata in base alla

- ✓ DISPONIBILITÀ di scene con bassa copertura nuvolosa
- ✓ DATA DI ACQUISIZIONE prossima all'evento alluvionale oggetto di studio

I. CALIBRAZIONE RADIOMETRICA

Necessaria per convertire, in ciascuna banda spettrale, i Digital Numbers dell'immagine nei valori di radianza

II. CORREZIONE ATMOSFERICA CON IL METODO *DARK-SUBTRACTION*

Necessaria per attenuare l'effetto di diffusione, assorbimento e rifrazione delle onde elettromagnetiche, dovuto alla presenza di gas atmosferici, aerosol e nuvole.

III. RICAMPIONAMENTO CON ALGORITMO DI GRAM-SCHMIDT

Al fine di unire il dato pancromatico e quello multispettrale per ottenere una dettagliata rappresentazione delle aree inondate con risoluzione geometrica pari a 15 m.

INDICI SPETTRALI

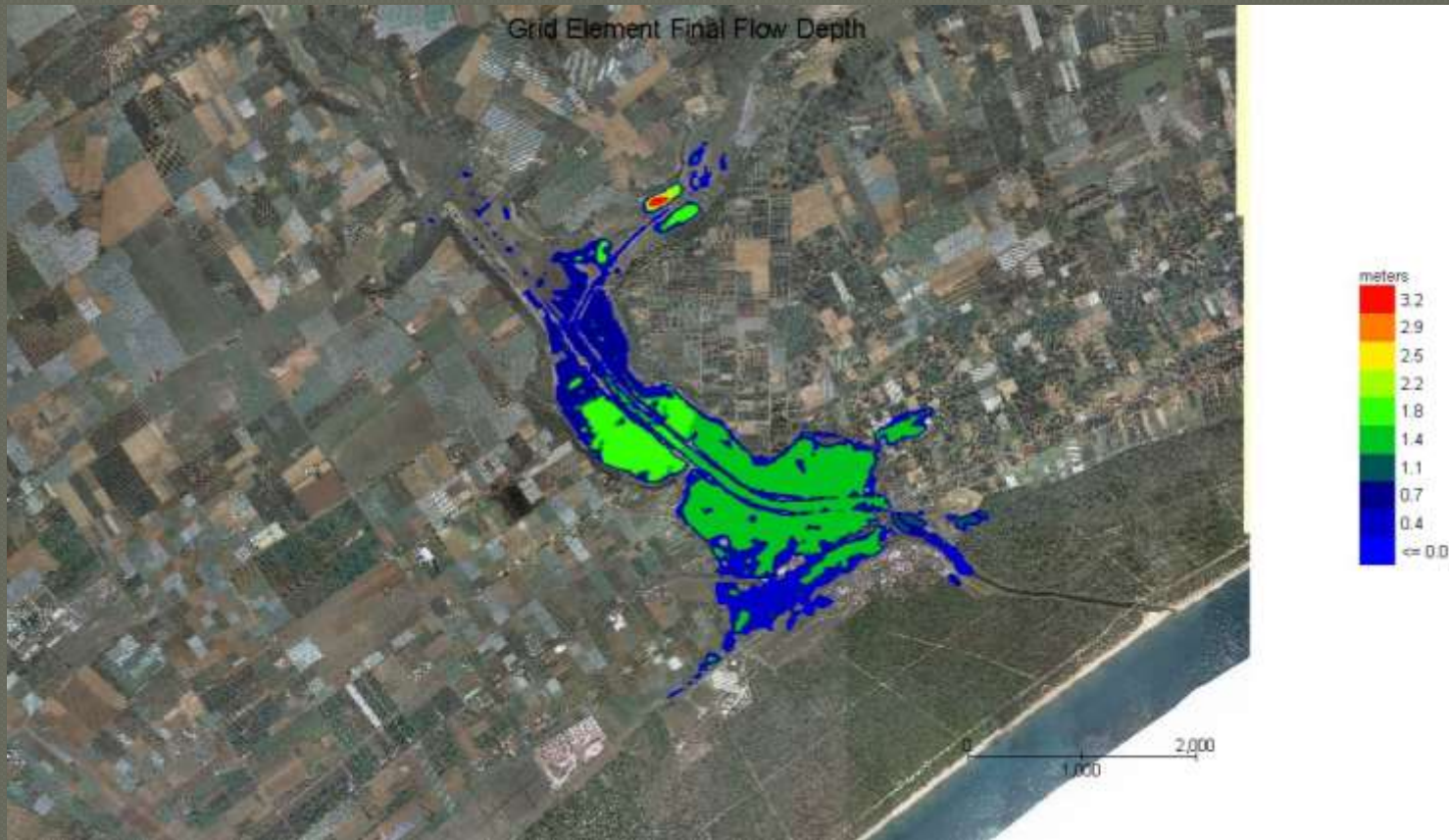
Si sono adoperate tecniche di telerilevamento che fanno uso delle misure spettrali nel visibile e nell'infrarosso termico. In particolare si è fatto ricorso a indici che utilizzano la firma spettrale di riflettanza

Indice spettrale	formulazione
SIMPLE RATIO Pearson and Miller, 1972	$SR = \frac{\rho_{nir}}{\rho_{red}}$
NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX Rouse et al., 1974	$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$
LAND SURFACE WATER INDEX Gao, 1996 e Chen et al., 2005	$LSWI = \frac{NIR_{858} - SWIR_{2130}}{NIR_{858} + SWIR_{2130}}$
OPTICAL WATER INDEX Guerschman et al., 2008	$OWI = 0 \text{ se } EVI \geq 0$ $OWI = GVMi - EVI \text{ se } EVI \leq 0$
AUTOMATED WATER EXTRACTION INDEX Gudina L. Feyisa, 2013	$AWEI_{nsh} = 4 * (\rho_{banda2} - \rho_{banda5}) - (0.25 * \rho_{banda4} + 2.75 * \rho_{banda7})$

SIMULAZIONE



- Modello di propagazione idraulica bidimensionale**
- E' basato sul **principio di conservazione del volume** utilizzando dei dati topografici estrapolati da un DTM.



VALIDAZIONE

INDICE
SPETTRALE
OWI –
MODELLO
IDRAULICO

indice	ER2 [%]	ER1 [%]	OB = ER1 + ER2 [%]
$0 < SR < 1$	52.73	1.27	54.00
$NDVI < 0$	52.73	1.27	54.00
$LSWI > 0.4$	51.29	7.42	58.70
$LSWI > 0.45$	55.18	2.83	58.01
$LSWI > 0.5$	58.78	1.05	59.84
$LSWI > 0.55$	61.83	0.70	62.53
$LSWI > 0.6$	64.44	0.45	64.90
$OWI > 0.2$	22.69	22.66	45.35
$OWI > 0.25$	28.78	15.62	44.40
$OWI > 0.3$	34.16	11.79	45.95
$OWI > 0.35$	39.67	9.23	48.91
$OWI > 0.4$	45.43	7.33	52.76
$AWEI > 0$	46.59	2.54	49.14
$AWEI > 0.1$	51.64	1.22	52.86
$AEI > 0.2$	56.48	0.68	57.16



L'indice spettrale che ha fornito il valore più basso della funzione obiettivo è l'**Optical Water Index (OWI)** con soglia **0,25**



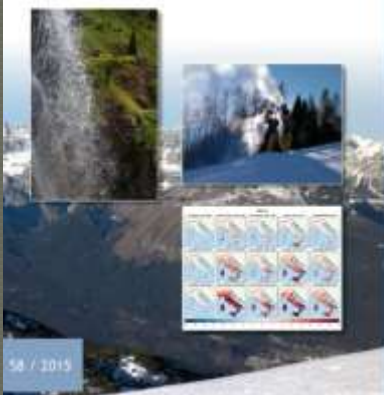
0 0.5 1 2 3 4 Kilometers



Legend

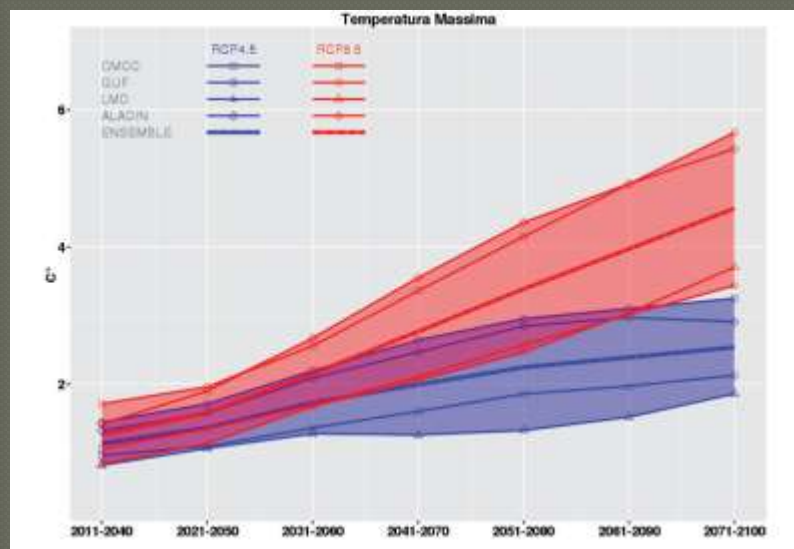
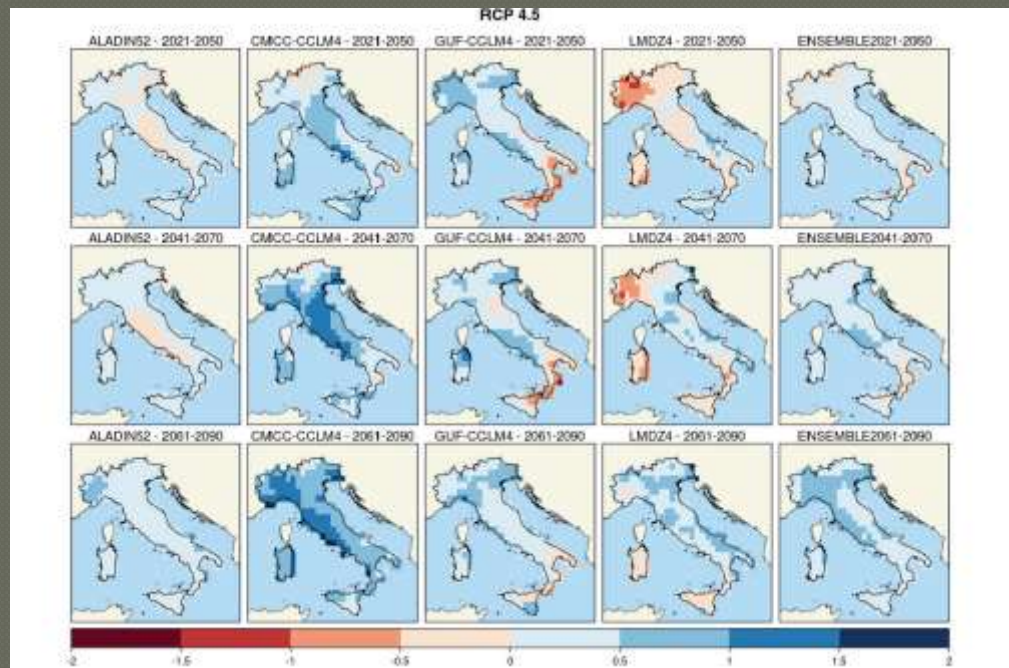
-  IMPRONTA ALLAGATA -MODELLO IDRAULICO
-  IMPRONTA ALLAGATA OWI > 0.25 (IMMAGINE OTTOBRE)

Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali



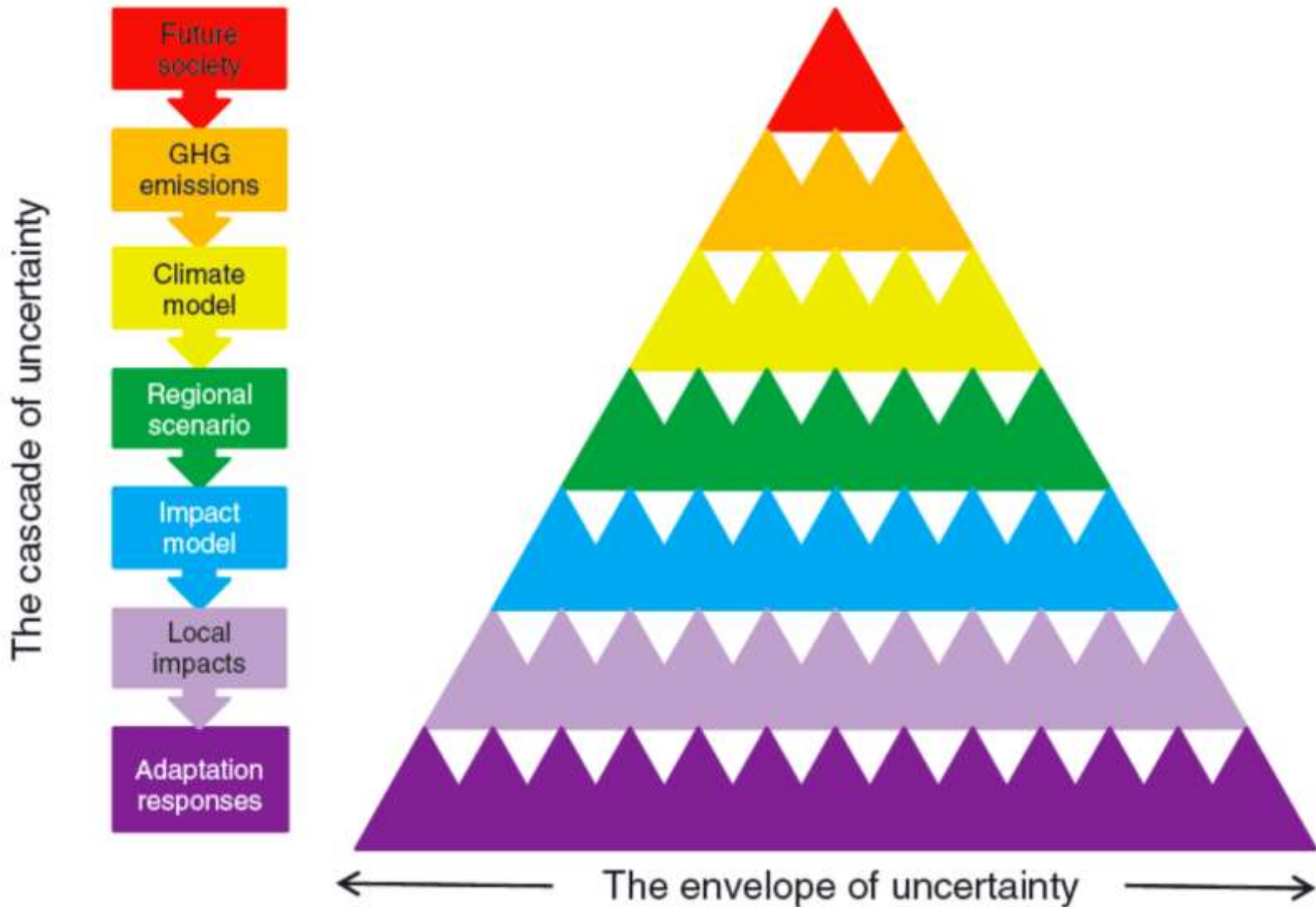
58 / 2013

Modelli climatici



IPCC - Representative Concentration Pathways – RCP - scenario intermedio

La piramide dell'incertezza



La Direttiva Europea 2007/60/CE ed il relativo decreto legislativo di recepimento (D.Lgs. 49/2010) richiedono una esplicita stima degli effetti dei cambiamenti climatici.

Tuttavia il Decreto Legislativo 49/2010 stabilisce che, relativamente alla valutazione dell'effetto dei CC, essa diventi obbligatoria per i successivi riesami dei dispositivi (2018-2021 – secondo ciclo e successivamente ogni 6 anni) permettendo che, nella prima fase (la cui chiusura era prevista per il dicembre 2015), possa essere opzionale o limitarsi ad analisi di tipo qualitativo.

Purtroppo su tali scale temporali sub-giornaliere (in particolare per i valori estremi), i risultati delle simulazioni climatiche sono caratterizzate da incertezze (ed errori associati) sensibilmente superiori a quelli restituiti fino alla scala giornaliera limitandone in molti casi l'utilizzo.

Revisiting the Concepts of Return Period and Risk for Nonstationary Hydrologic Extreme Events

Jose D. Salas, M.ASCE¹; and Jayantha Obeysekera, M.ASCE²

Abstract: Current practice using probabilistic methods applied for designing hydraulic structures generally assume that extreme events are stationary. However, many studies in the past decades have shown that hydrological records exhibit some type of nonstationarity such as trends and shifts. Human intervention in river basins (e.g., urbanization), the effect of low-frequency climatic variability (e.g., Pacific Decadal Oscillation), and climate change due to increased greenhouse gasses in the atmosphere have been suggested to be the leading causes of changes in the hydrologic cycle of river basins in addition to changes in the magnitude and frequency of extreme floods and extreme sea levels. To tackle nonstationarity in hydrologic extremes, several approaches have been proposed in the literature such as frequency analysis, in which the parameters of a given model vary in accordance with time. The aim of this paper is to show that some basic concepts and methods used in designing flood-related hydraulic structures assuming a stationary world can be extended into a nonstationary framework. In particular, the concepts of return period and risk are formulated by extending the geometric distribution to allow for changing exceeding probabilities over time. Building on previous developments suggested in the statistical and climate change literature, the writers present a simple and unified framework to estimate the return period and risk for nonstationary hydrologic events along with examples and applications so that it can be accessible to a broad audience in the field. The applications demonstrate that the return period and risk estimates for nonstationary situations can be quite different than those corresponding to stationary conditions. They also suggest that the nonstationary analysis can be helpful in making an appropriate assessment of the risk of a hydraulic structure during the planned project-life. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000820. © 2014 American Society of Civil Engineers.

Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 649–671, 2014
www.hydrol-earth-syst-sci.net/18/649/2014/
doi:10.5194/hess-18-649-2014
© Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.



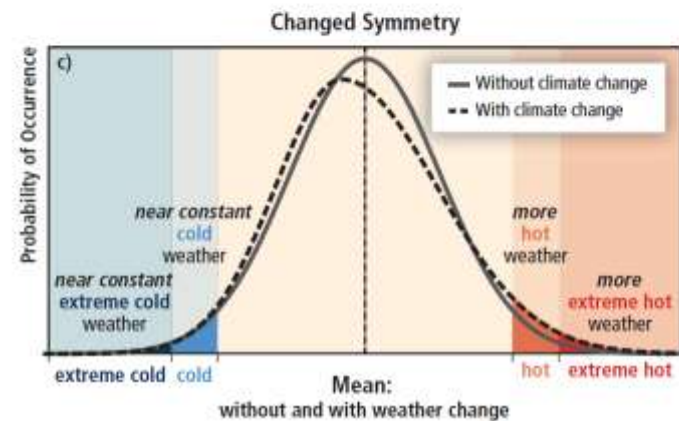
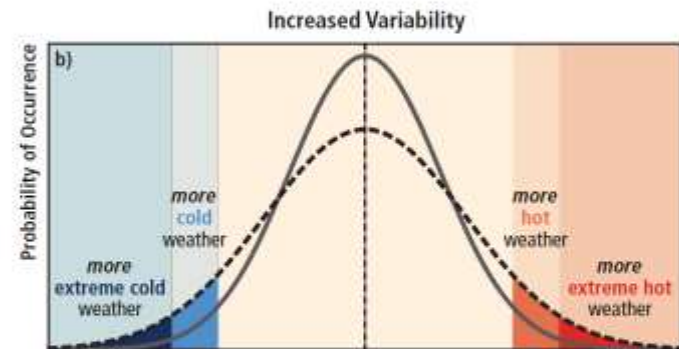
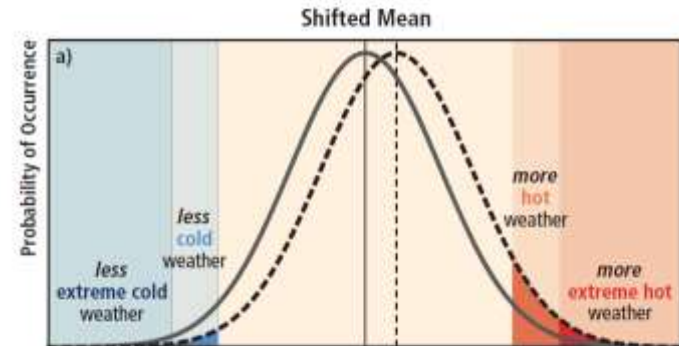
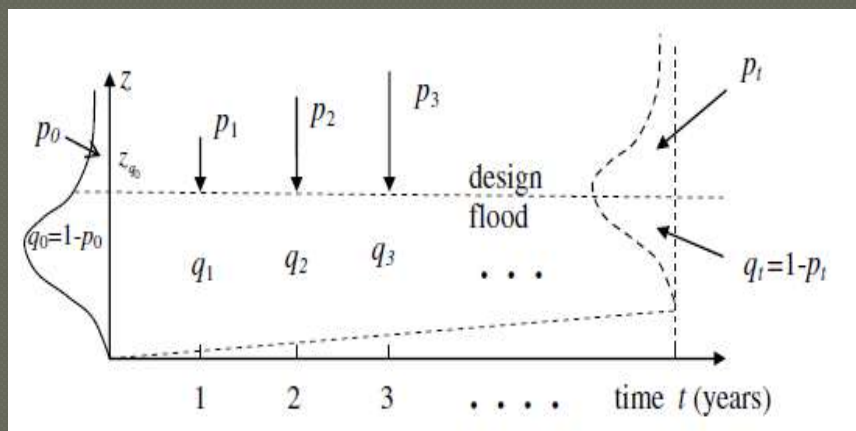
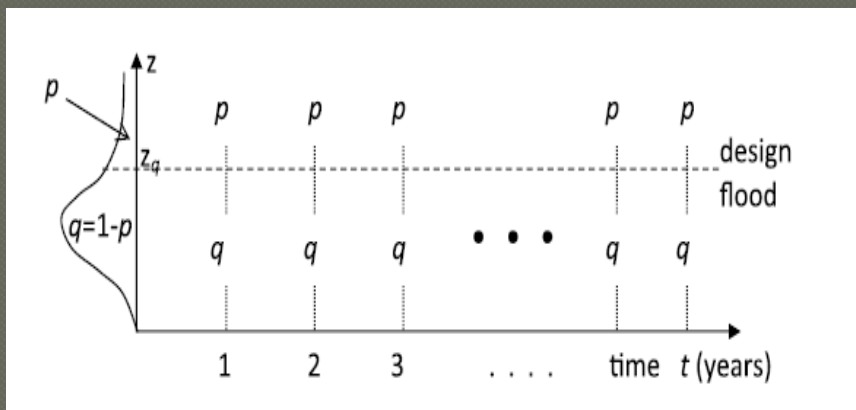
Hydrology and
Earth System
Sciences



Advancing catchment hydrology to deal with predictions under change

U. Ehret , H. V. Gupta , M. Sivapalan , S. V. Weijjs , S. J. Schymanski , G. Blöschl , A. N. Gelfan , C. Harman , A. Kleidon , T. A. Bogaard , D. Wang , T. Wagener , U. Scherer , E. Zehe , M. F. P. Bierkens , G. Di Baldassarre , J. Parajka , L. P. H. van Beek , A. van Griensven , M. C. Westhoff , and H. C. Winsemius

GLI EFFETTI

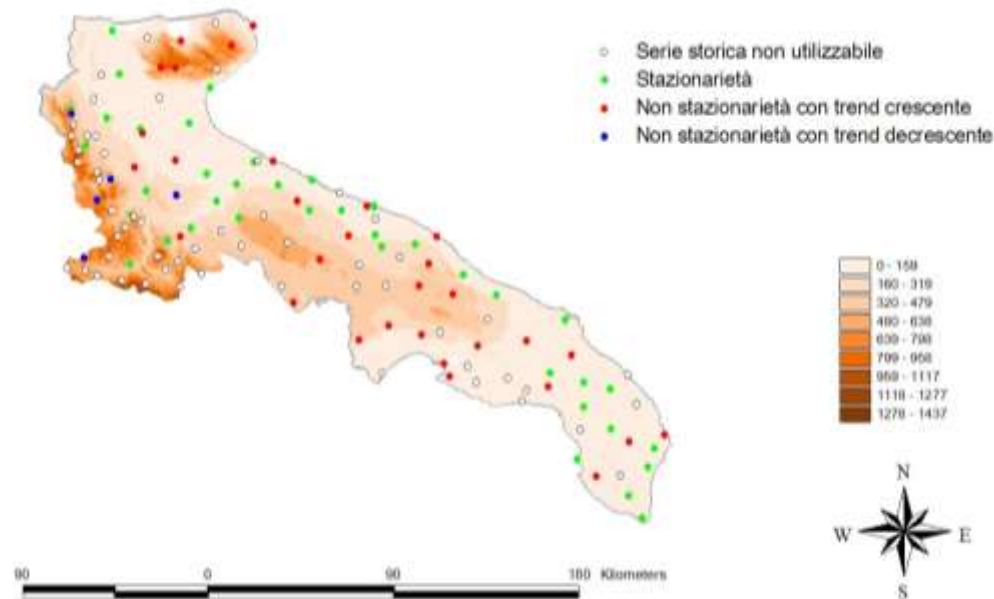


Analisi di non stazionarietà

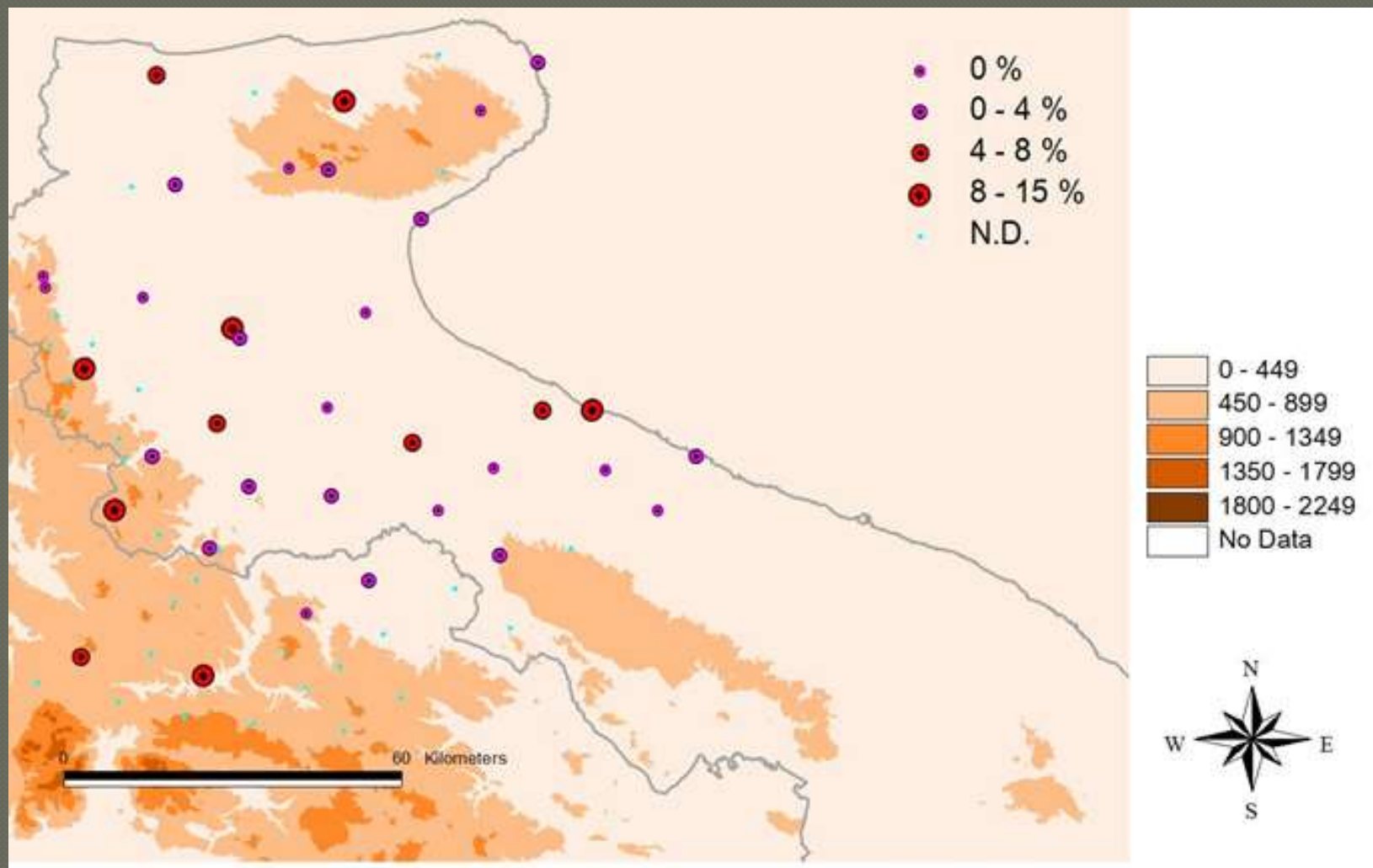
GEV distribution

$$F(z, \underline{\theta}_t) = \exp\left\{-\left[1 + \varepsilon\left(\frac{z - \mu_t}{\sigma_t}\right)\right]^{-1/\varepsilon}\right\}$$

$$\mu_t = \mu_0 + \mu_1 t$$

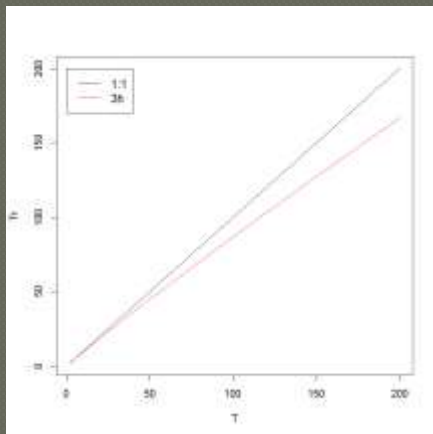


Analisi degli outliers

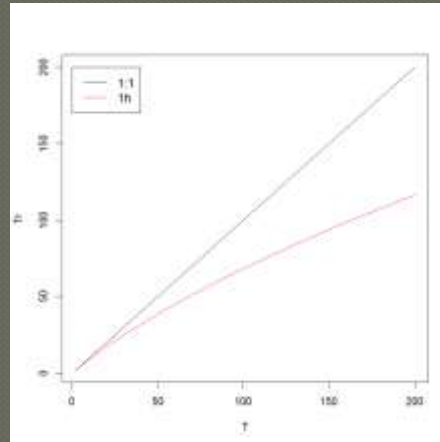


Effetto della non stazionarietà sul tempo di ritorno

Stazione di Barletta



Stazione di Corato



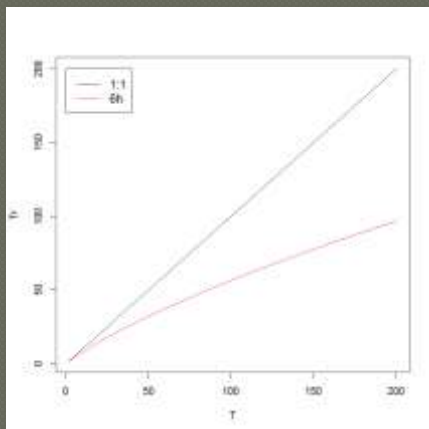
Per eventi estremi

$$Tr = 1 + \sum_{x=1}^{x_{max}} \prod_{t=1}^x (1 - p_t)$$

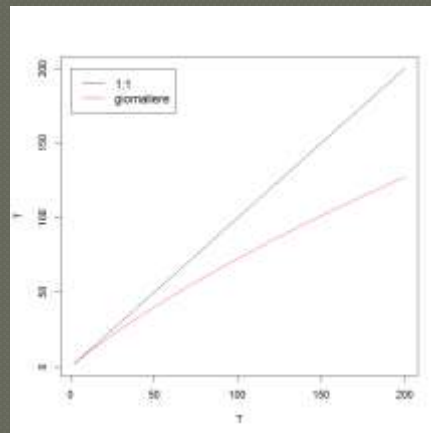
essendo x_{max} il tempo per cui $x = 1$

(da Salas ed Obeysekera, 2014)

Stazione di San Marco in Lamis



Stazione di Castelluccio dei Sauri



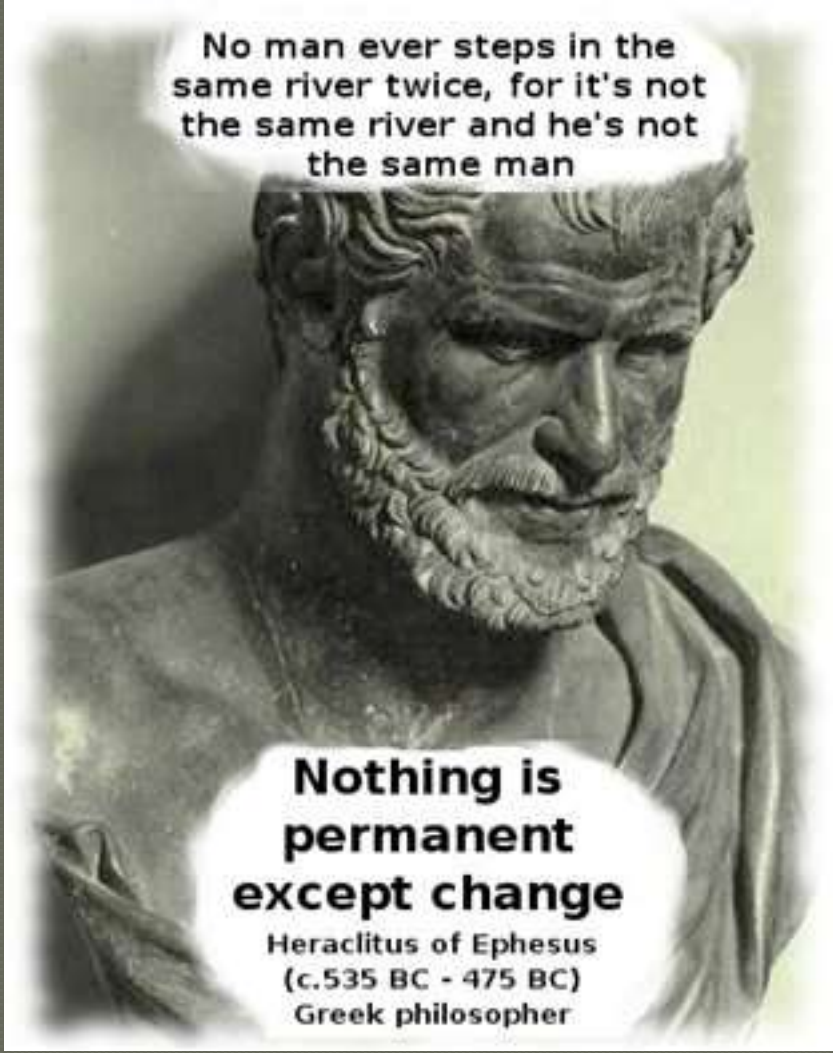
- T: tempo di ritorno nel caso stazionario
- Tr: tempo di ritorno nel caso non-stazionario

Conclusioni

La valutazione degli impatti climatici sulla previsione di medio-lungo periodo richiede:

- Una rigorosa valutazione dei trend osservati;
- Una efficace analisi regionale sulla presenza di outliers
- Una modellazione in grado di interpretare il fenomeno nella sua evoluzione temporale
- L'adozione di modelli probabilistici idonei alla rappresentazione dei fenomeni non stazionari
- La capacità di sfruttare l'enorme mole di dati rivenienti dalla osservazione della terra
- La necessità di rivitalizzare la misura delle precipitazioni e delle portate di piena.



A black and white photograph of a marble bust of the Greek philosopher Heraclitus of Ephesus. The bust shows an elderly man with a full, curly beard and hair, looking slightly to the right. The background is a plain, light color.

**No man ever steps in the
same river twice, for it's not
the same river and he's not
the same man**

**Nothing is
permanent
except change**

Heraclitus of Ephesus
(c.535 BC - 475 BC)
Greek philosopher

**Grazie per
l'attenzione**