



*Alluvioni e siccità alla  
luce dei futuri  
cambiamenti climatici*

Luca Mercalli

Società Meteorologica Italiana

[www.nimbus.it](http://www.nimbus.it)

**METEOLAB**

III<sup>a</sup> edizione

Alluvioni e Siccità

Il futuro delle precipitazioni sulle Alpi

Forte di Bard - Valle d'Aosta  
sabato 3 novembre 2012

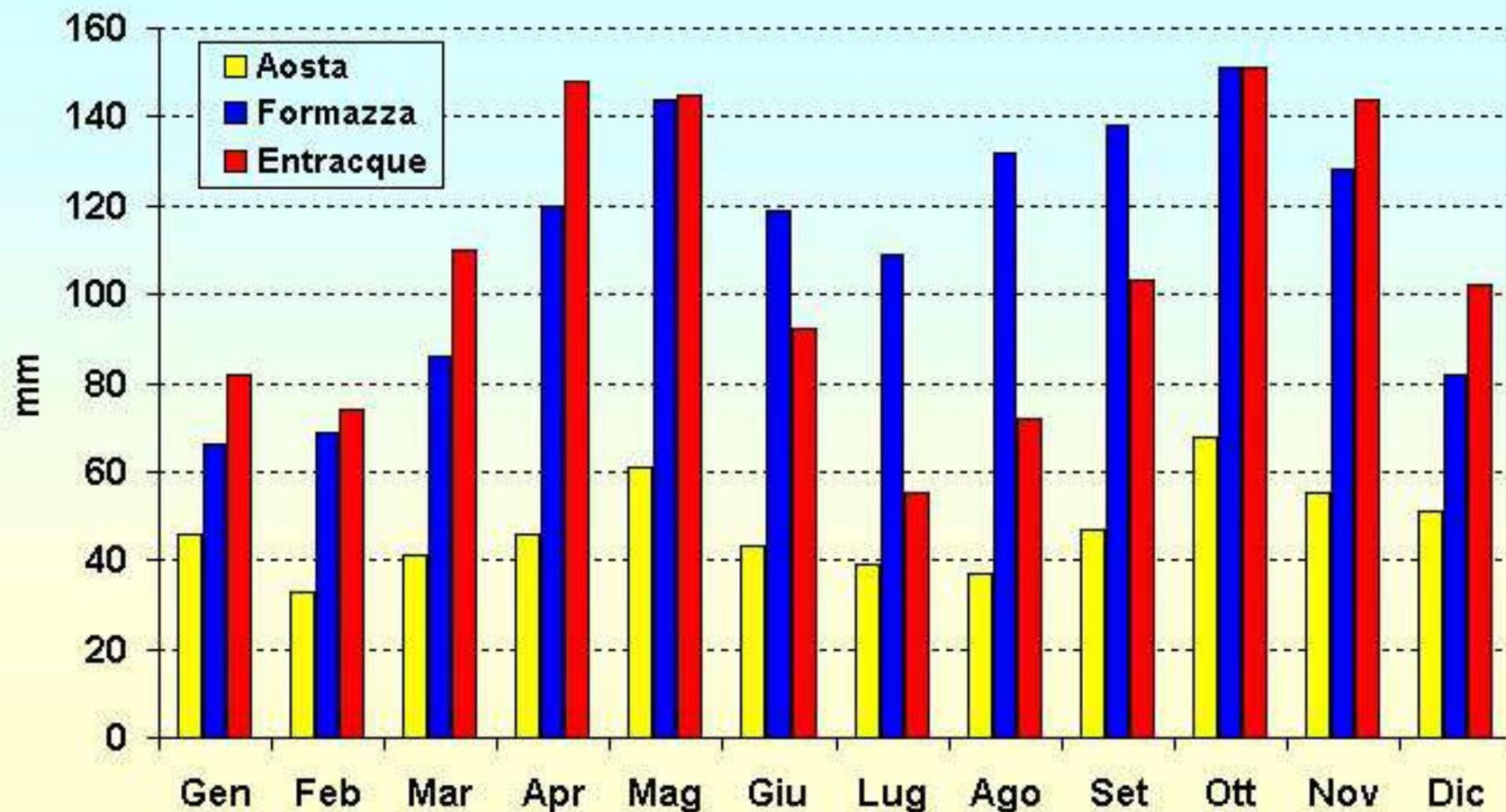




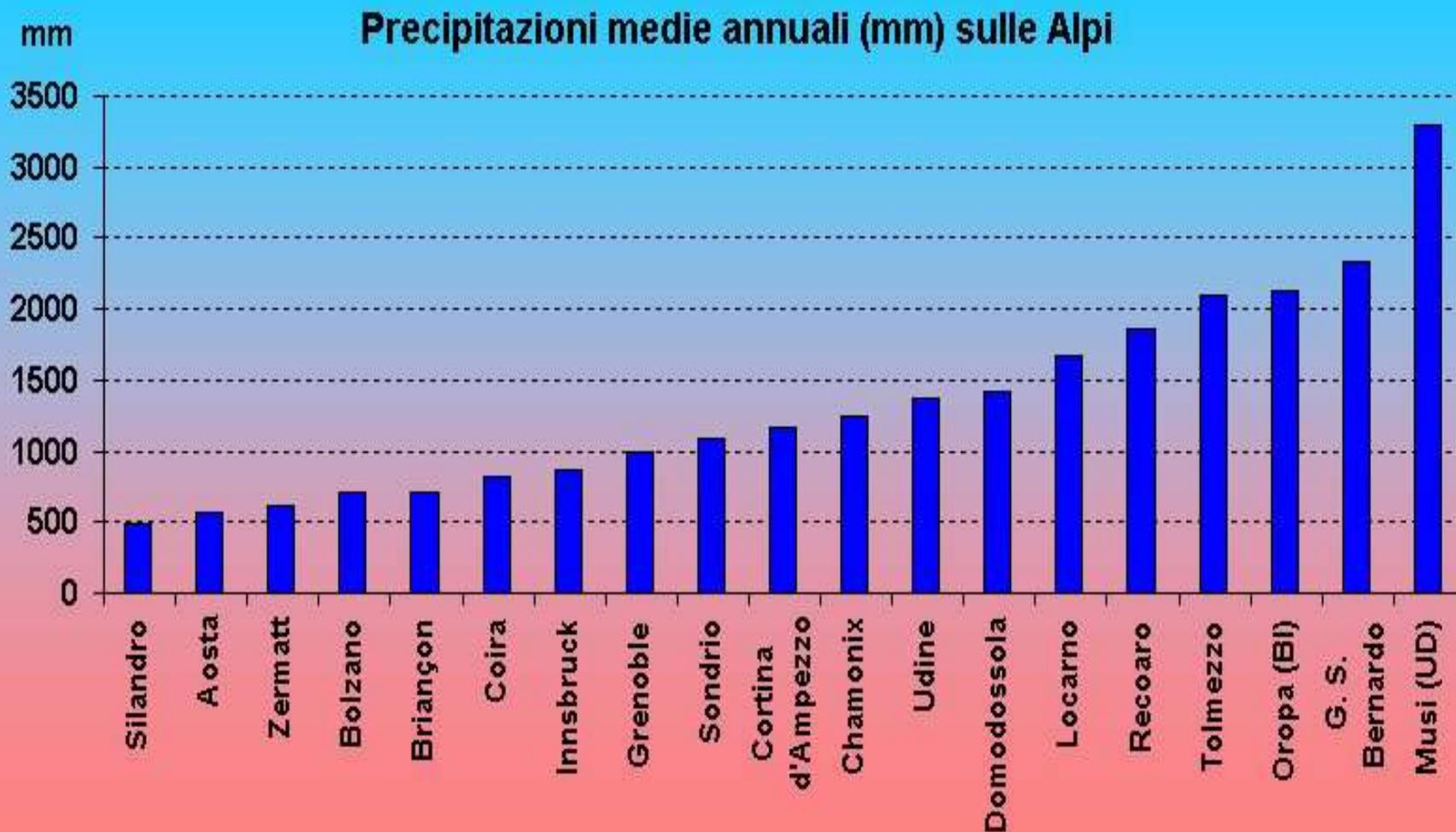
- Alpi, acquedotto d'Europa
- Come stanno cambiando e come potranno cambiare le precipitazioni sulle Alpi?
- Fenomeni intensi e vulnerabilità di territorio e società
- Variazioni dei regimi idrologici, anche a seguito della deglaciazione
- Strategie future di adattamento
- La corretta comunicazione dei rischi

# Distribuzione mensile delle piogge

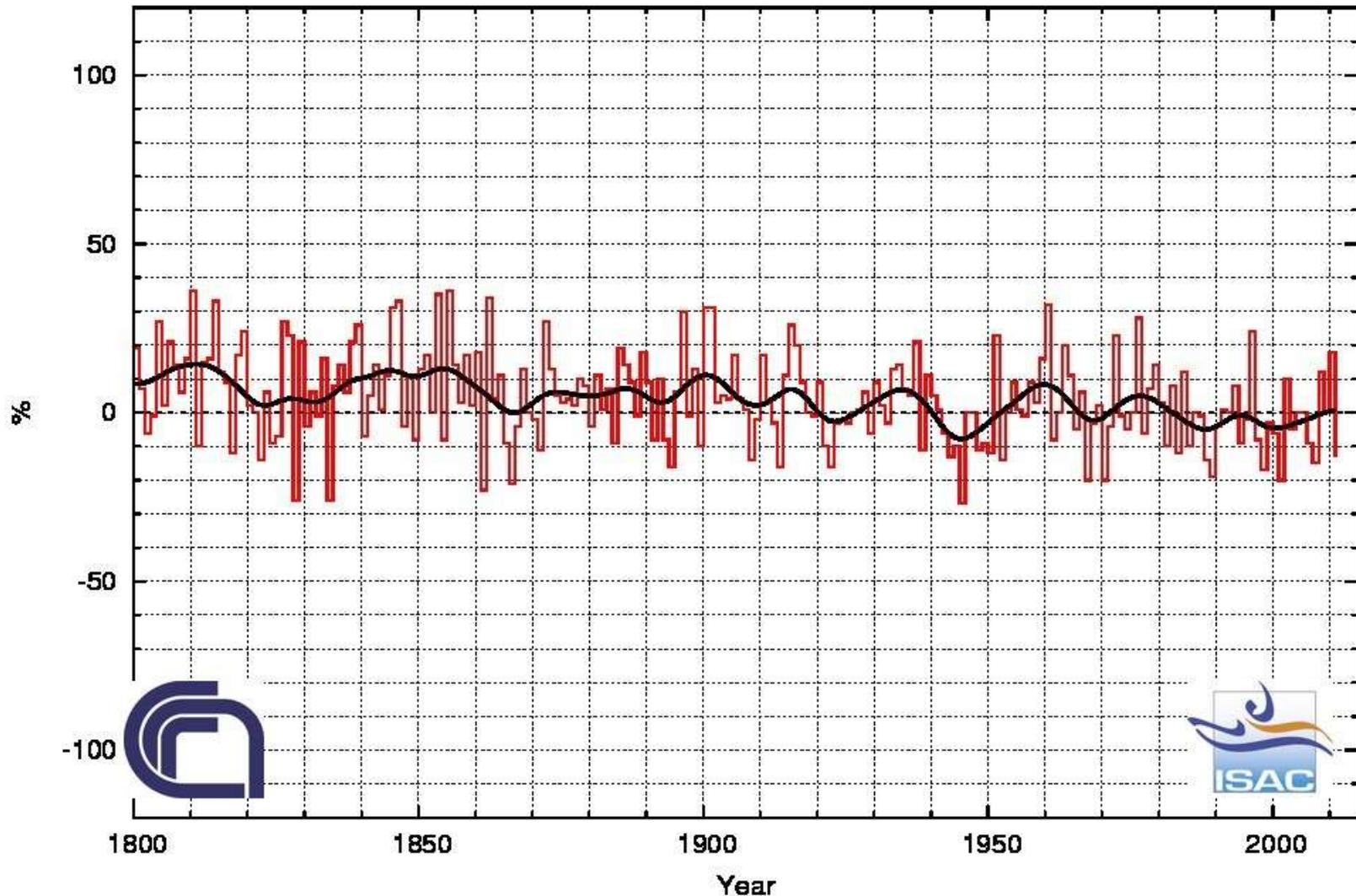
Regime mensile delle precipitazioni - Alpi occidentali



# Quanto piove sulle Alpi?

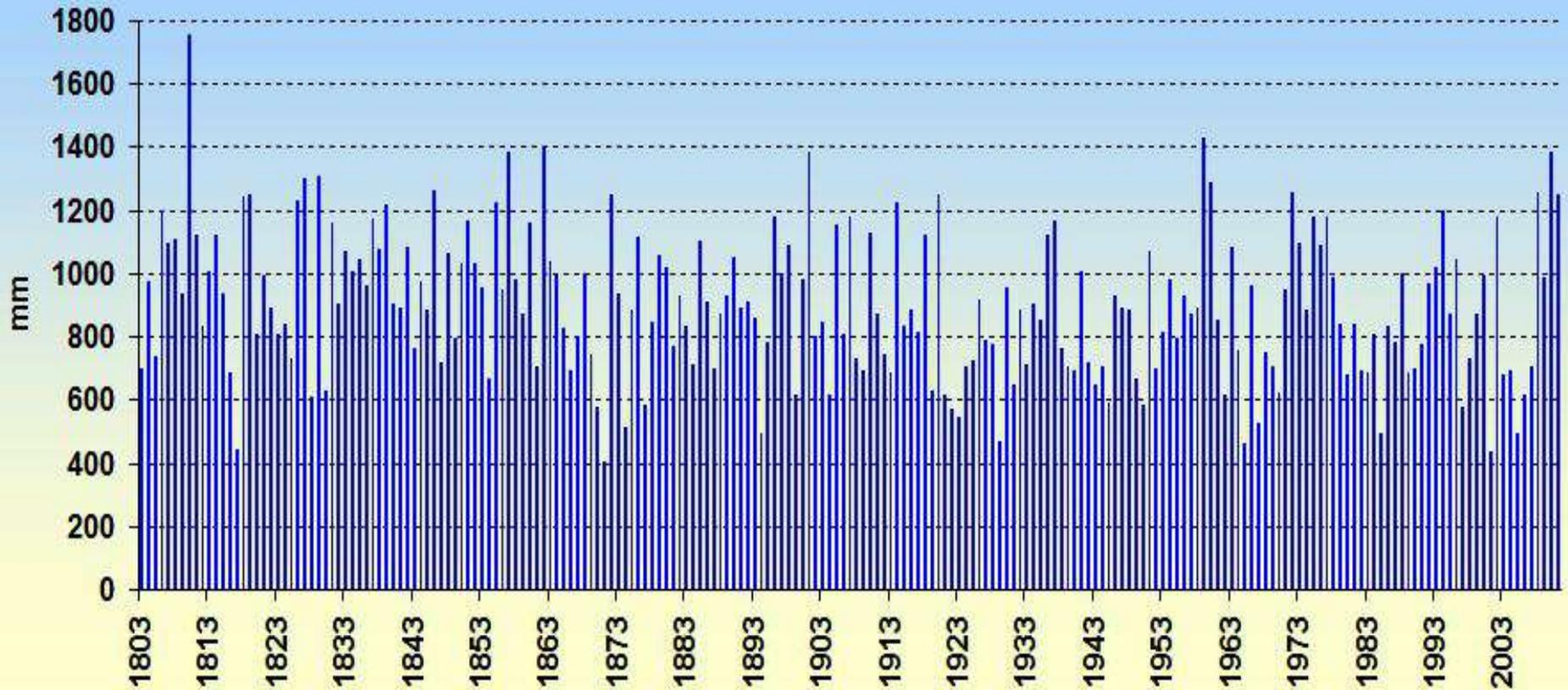


## ANNUAL PRECIPITATION



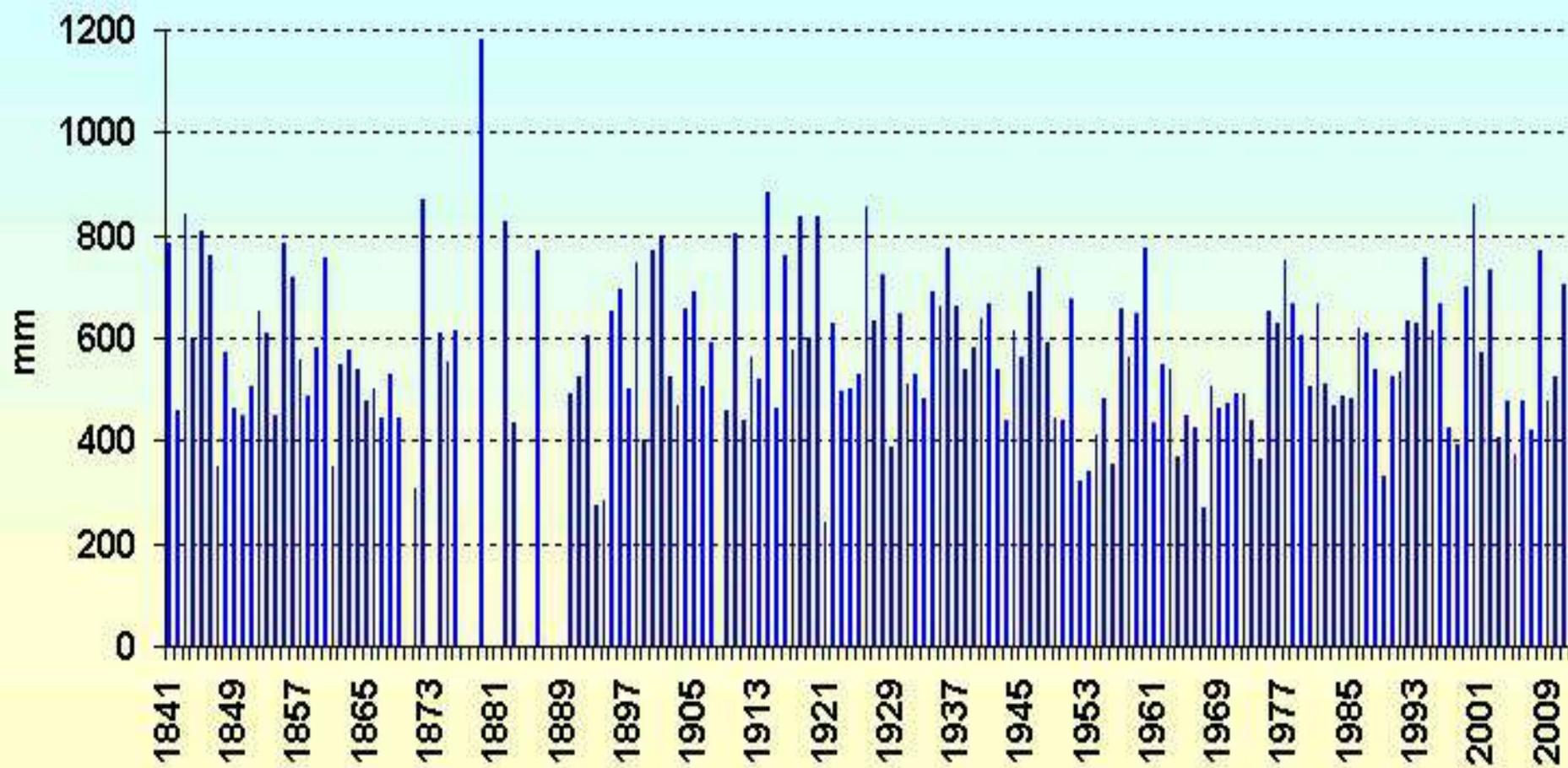
Precipitazioni annue in Italia (1800-2011): tendenze per ora poco evidenti, solo lieve calo rispetto all'Ottocento

## Torino - Precipitazioni annue dal 1803 al 2011 (mm di pioggia e neve fusa)

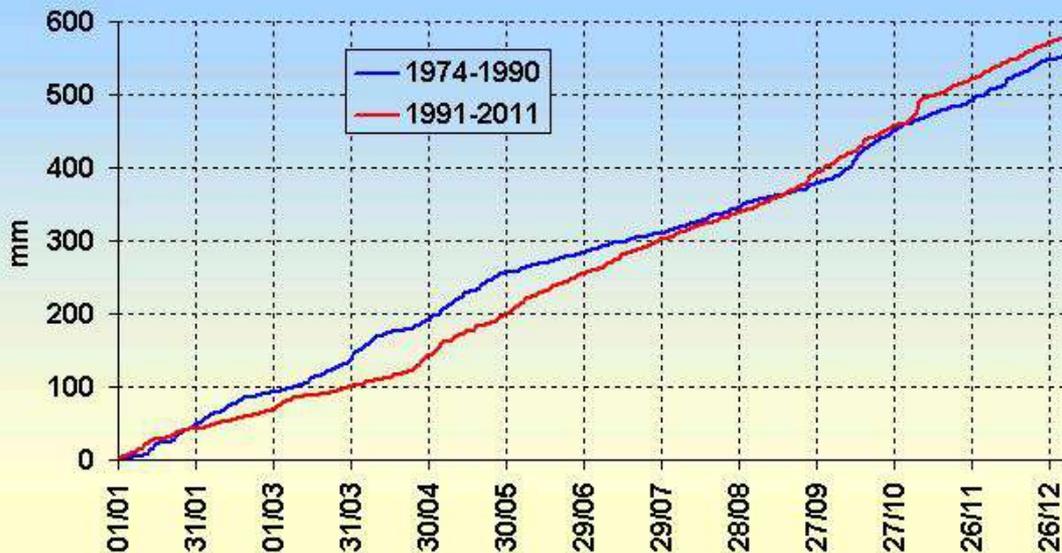


**Per ora, nessuna tendenza evidente  
Anni piovosi si alternano ad altri più asciutti**

Aosta - Serie delle precipitazioni annue dal 1841 al 2011  
(dati continui a partire dal 1909)

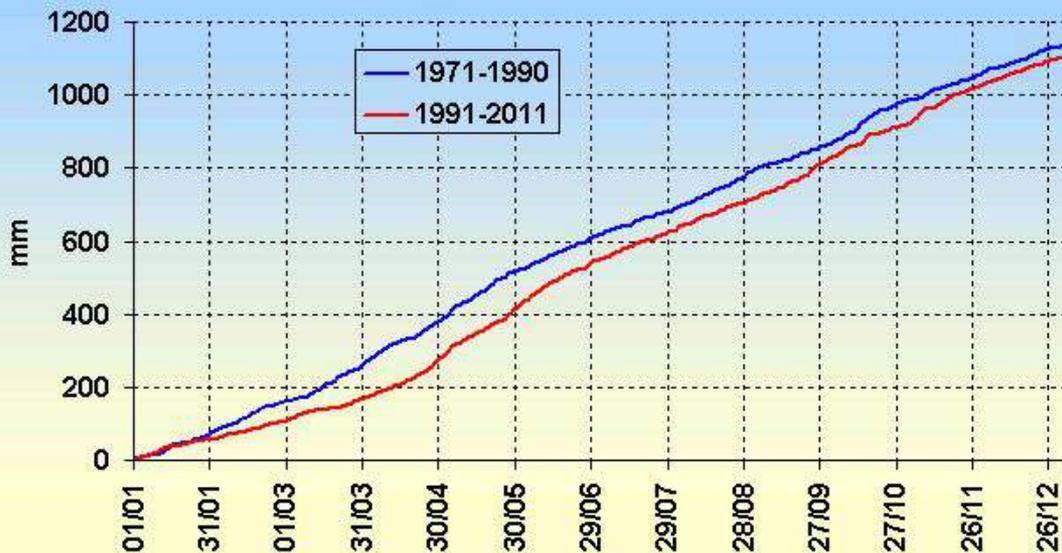


Aosta-aeroporto (544 m) - Precipitazioni cumulate  
nei periodi 1974-1990 e 1991-2011



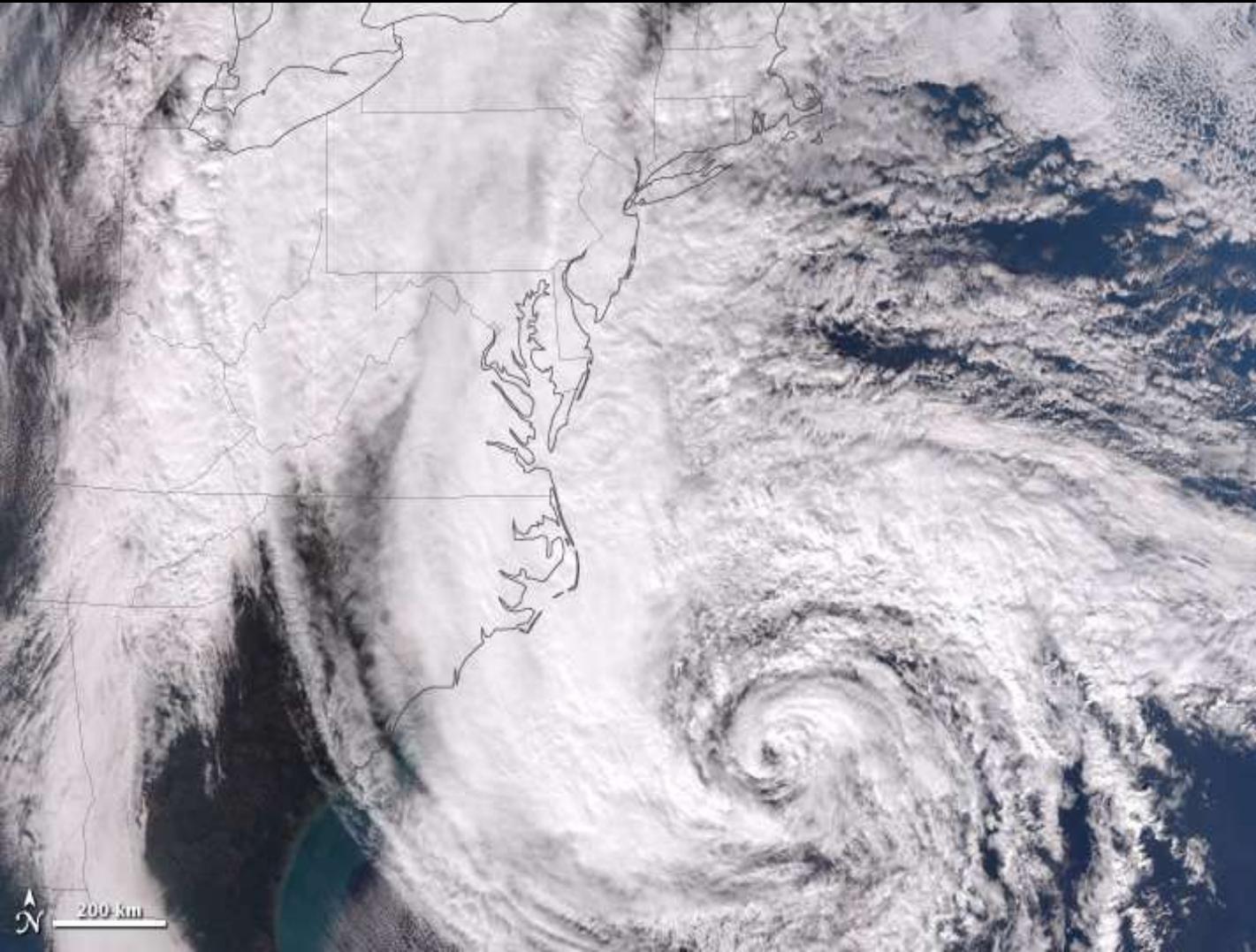
Evoluzione  
recente  
precipitazioni in  
Valle d'Aosta:  
segnali modesti e  
talora contrastanti.

Gressoney-D'Ejola (1850 m) - Precipitazioni cumulate  
nei periodi 1971-1990 e 1991-2011



Negli ultimi 20  
anni meno piogge  
primaverili-estive.

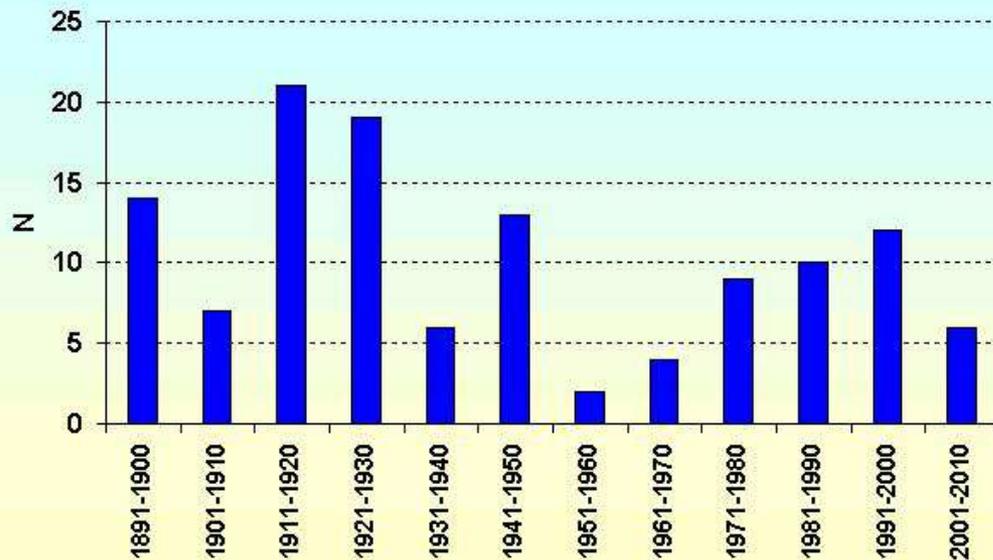
# Riscaldamento di atmosfera e oceani = fenomeni più violenti?



*Uragano  
Sandy di  
fronte alla  
East  
Coast,  
28.10.2012*

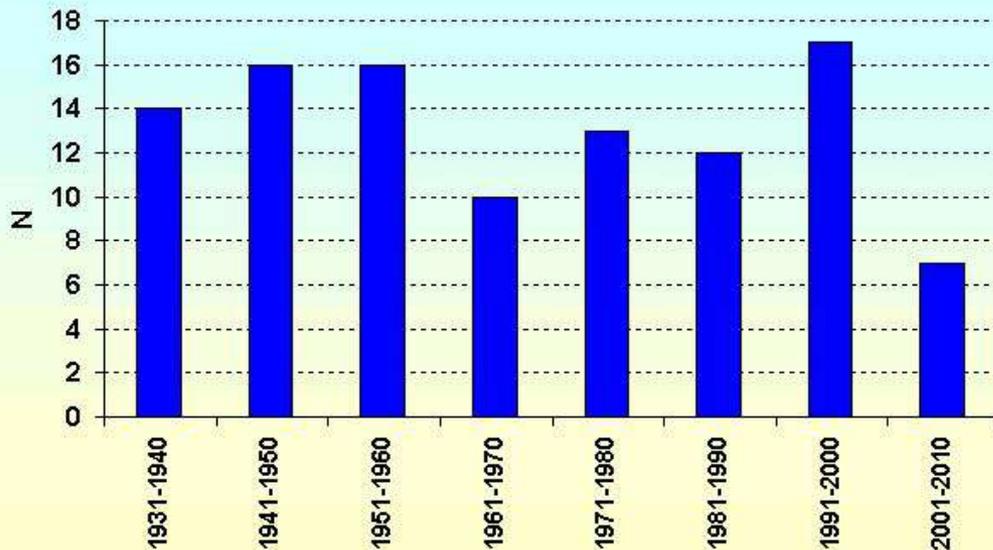
<http://earthobservatory.nasa.gov>

Aosta - Numero decennale di giorni con precipitazioni intense (> 99° percentile, pari a 42 mm)

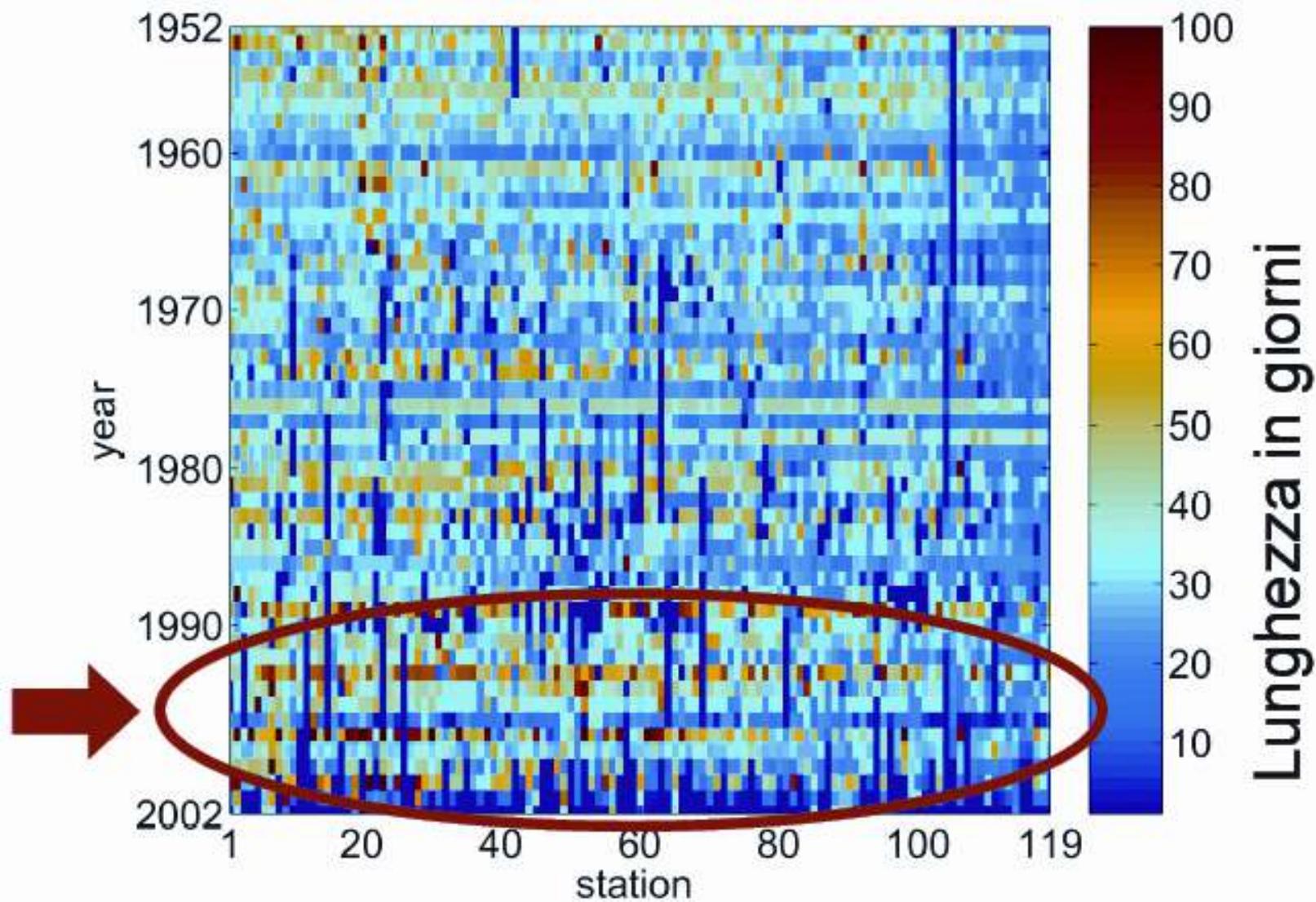


Gli eventi intensi e pericolosi sono più frequenti?

Gressoney - D'Ejola - Numero decennale di giorni con precipitazioni intense (> 99° percentile, pari a 59 mm)



Forse, ma ancora non è chiaro, almeno sulle Alpi.



Qualche timido segnale: **periodi asciutti più lunghi**  
(+0.26 gg/anno Alpi italiane, più casi >70 gg da Anni 1990)  
(fonte: Prog. STRADA, ARPA Piemonte)

**Consumo di suolo, urbanizzazione eccessiva,  
aumento popolazione e infrastrutture ...**

**AUMENTO VULNERABILITA'**

**=**

**PIU' DANNI A PARITA' DI EVENTO**

*Ivrea e la Dora Baltea dall'altante*



25 ottobre 2011, alluvione  
Spezzino e Lunigiana  
(542 mm a Brugnato,  
Val di Vara)



Precipitazioni straordinarie  
su zone poco abitate, ma  
interferenze drammatiche  
con infrastrutture in zone  
inondabili (F. Magra ad  
Aulla) e con la “tombatura”  
dei corsi d’acqua  
(T. Vernazzola a  
Vernazza)

*Alluvionamento poco a monte di Vernazza,  
depositi di detrito fino a 7 m (f. G. Staiano)*



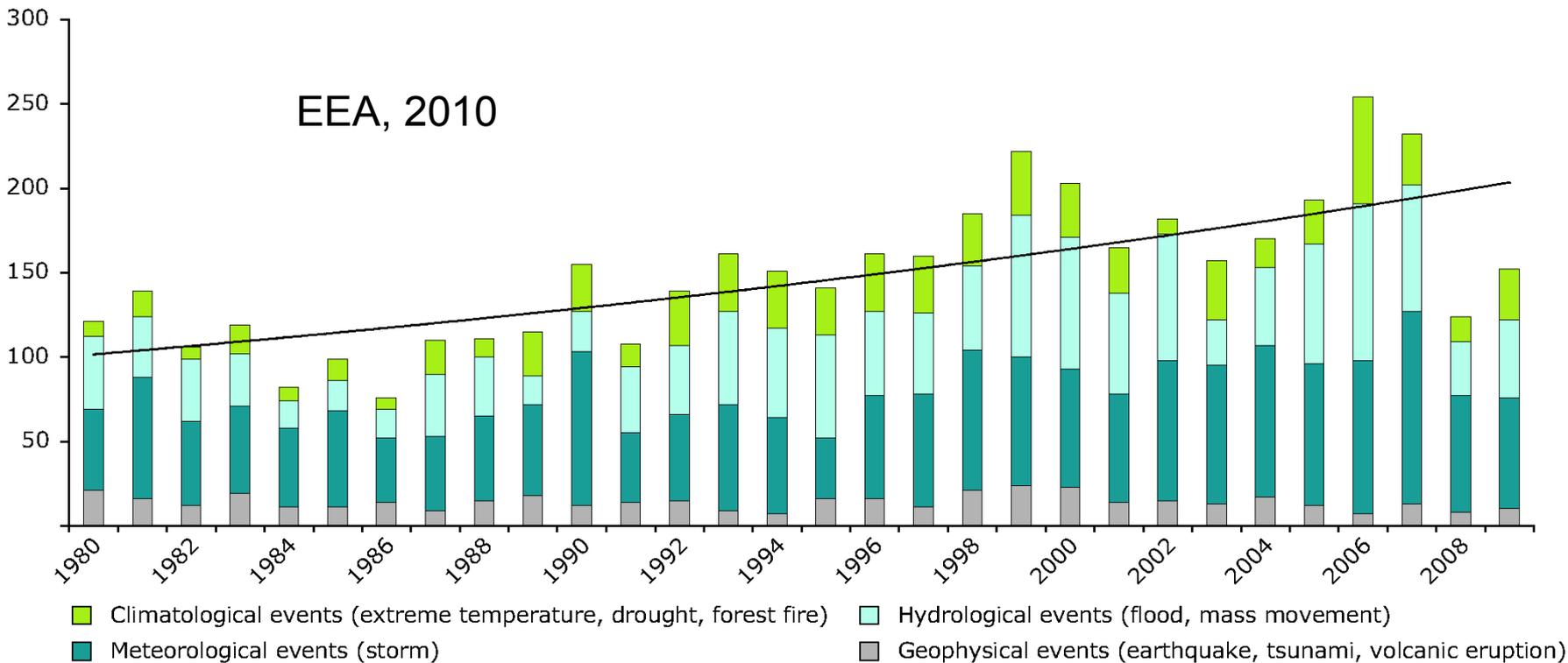
Genova, 4 novembre 2011: 395 mm (274 in 4 ore)

27 settembre 1992: 429 mm

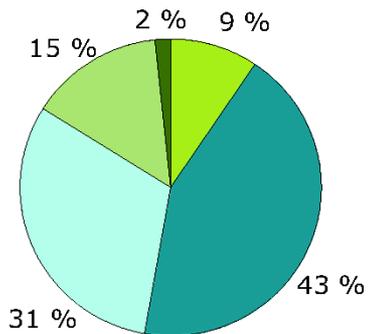
8 ottobre 1970: 389 mm (ma 948 a Bolzaneto, record italiano!)

Effetti disastrosi quasi inevitabili, con tali apporti, in una città di quel tipo;  
necessità di maggiore educazione al rischio e autoprotezione

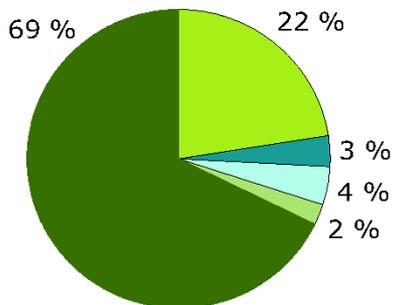
Number of events



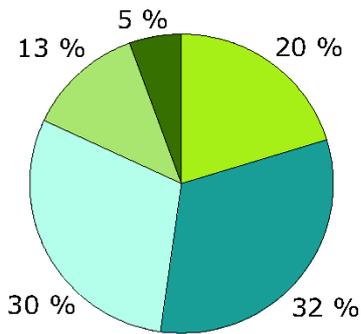
**4 500 loss events \*)**



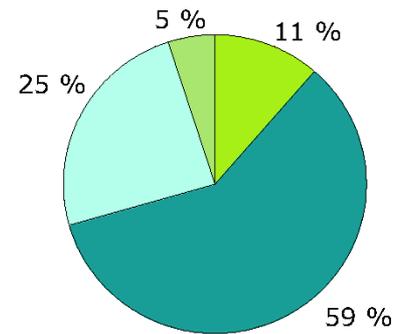
**108 000 fatalities**



**Overall losses \*\*) EUR 414 bn**



**Insured losses \*\*) EUR 121 bn**



- Geophysical events (earthquake, tsunami, volcanic eruption)
- Hydrological events (flood, mass movement)
- Climatological events (heat wave)

- Meteorological events (storm)
- Climatological events (cold wave, drought, forest fire)

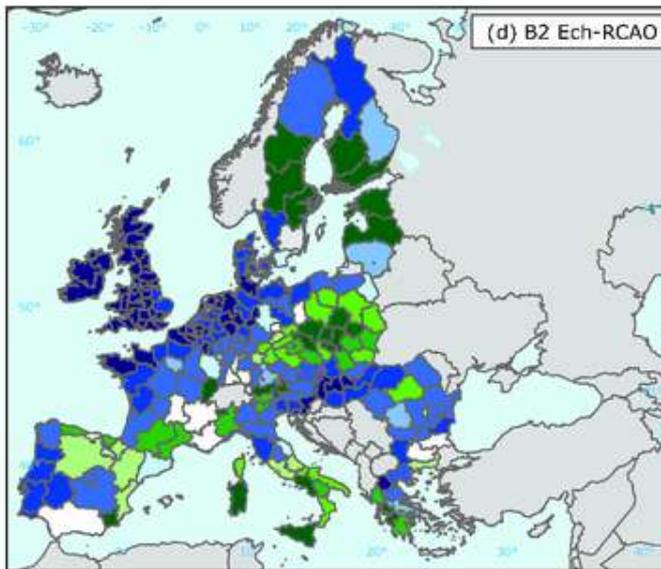
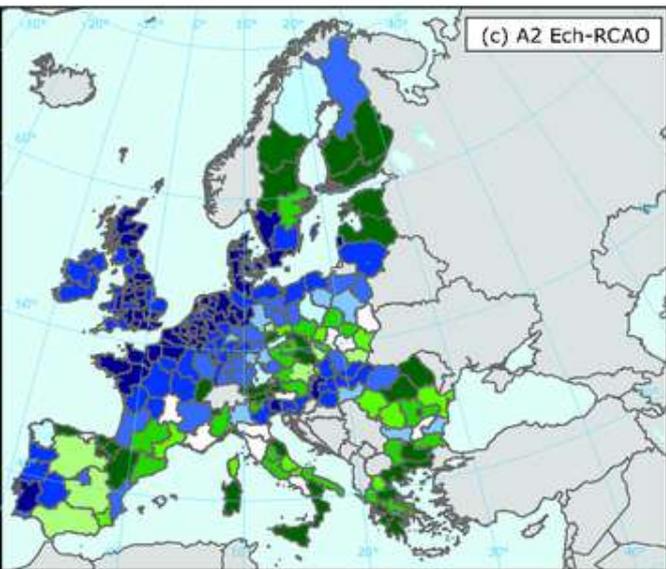
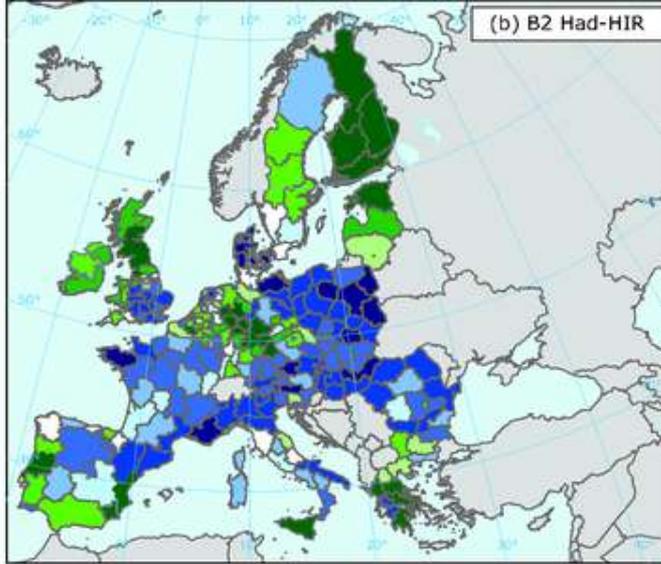
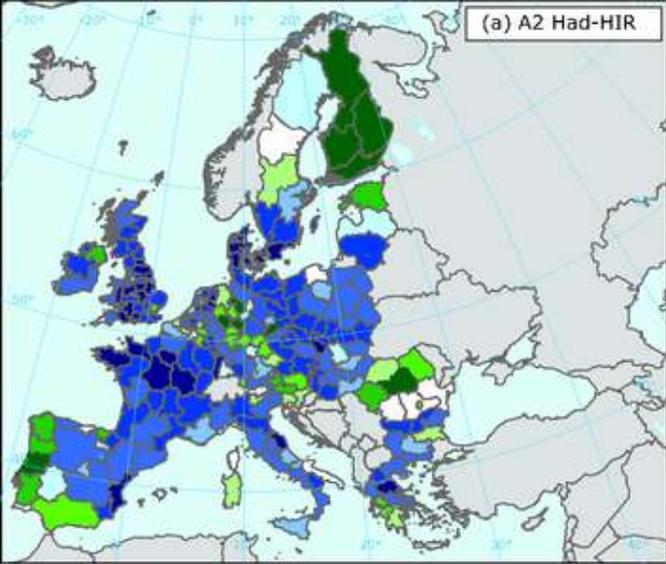


**Major flood disasters, 1950–2009**

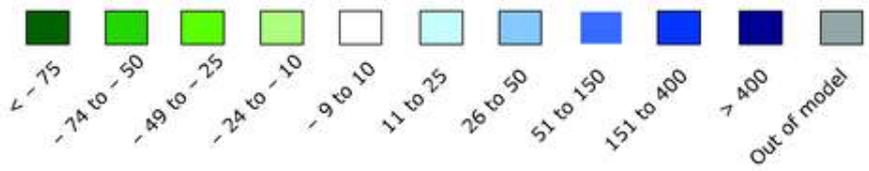
- 1–3 Coastal floods
- 4–20 Flash floods
- 21–44 River floods
- Large regional events
- ▲ Local events

EEA, 2010

Alpi: regione europea tra le più soggette ad alluvioni



Relative change in expected annual damage (EAD) between scenario (2071–2100) and control period (1961–1990) (%)



Atteso un aumento dei danni alluvionali entro fine XXI secolo su gran parte d'Europa, specie sulle regioni centrali del continente

(da: “Adapting to climate change - SOER 2010 thematic assessment”, EEA)

MANAGING THE RISKS OF EXTREME  
EVENTS AND DISASTERS TO ADVANCE  
CLIMATE CHANGE ADAPTATION



SPECIAL REPORT OF THE  
INTERGOVERNMENTAL PANEL  
ON CLIMATE CHANGE



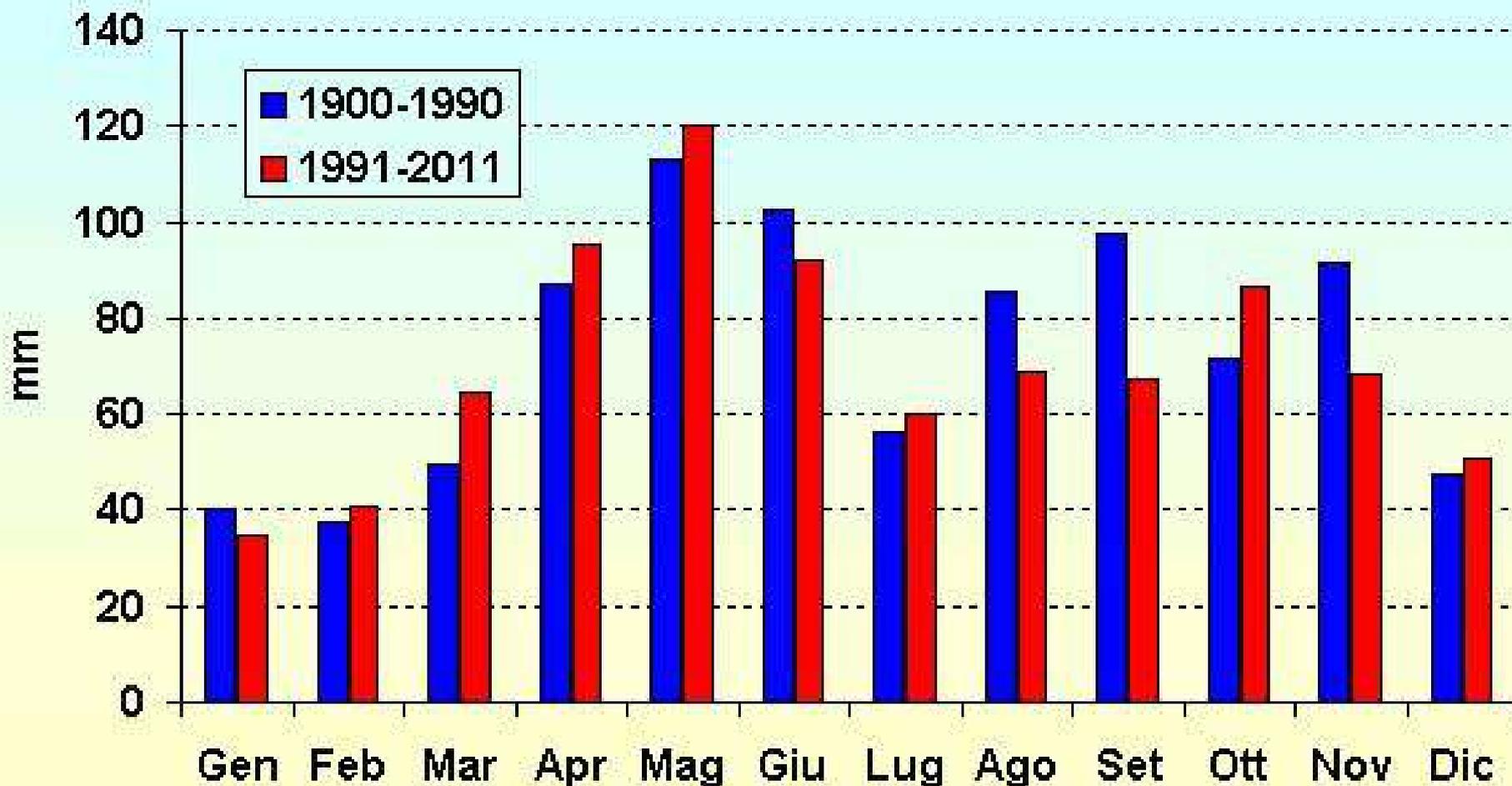
Adattarsi ai  
cambiamenti  
climatici e  
gestire il rischio

Rapporto  
IPCC-SREX  
(2012)

[www.ipcc-wg2.gov/SREX](http://www.ipcc-wg2.gov/SREX)

# Cambierà il regime pluviometrico mensile?

Torino - Precipitazioni medie mensili  
nei periodi 1900-1990 e 1991-2011



### Anomalies de la température de l'air proche de la surface (°C)

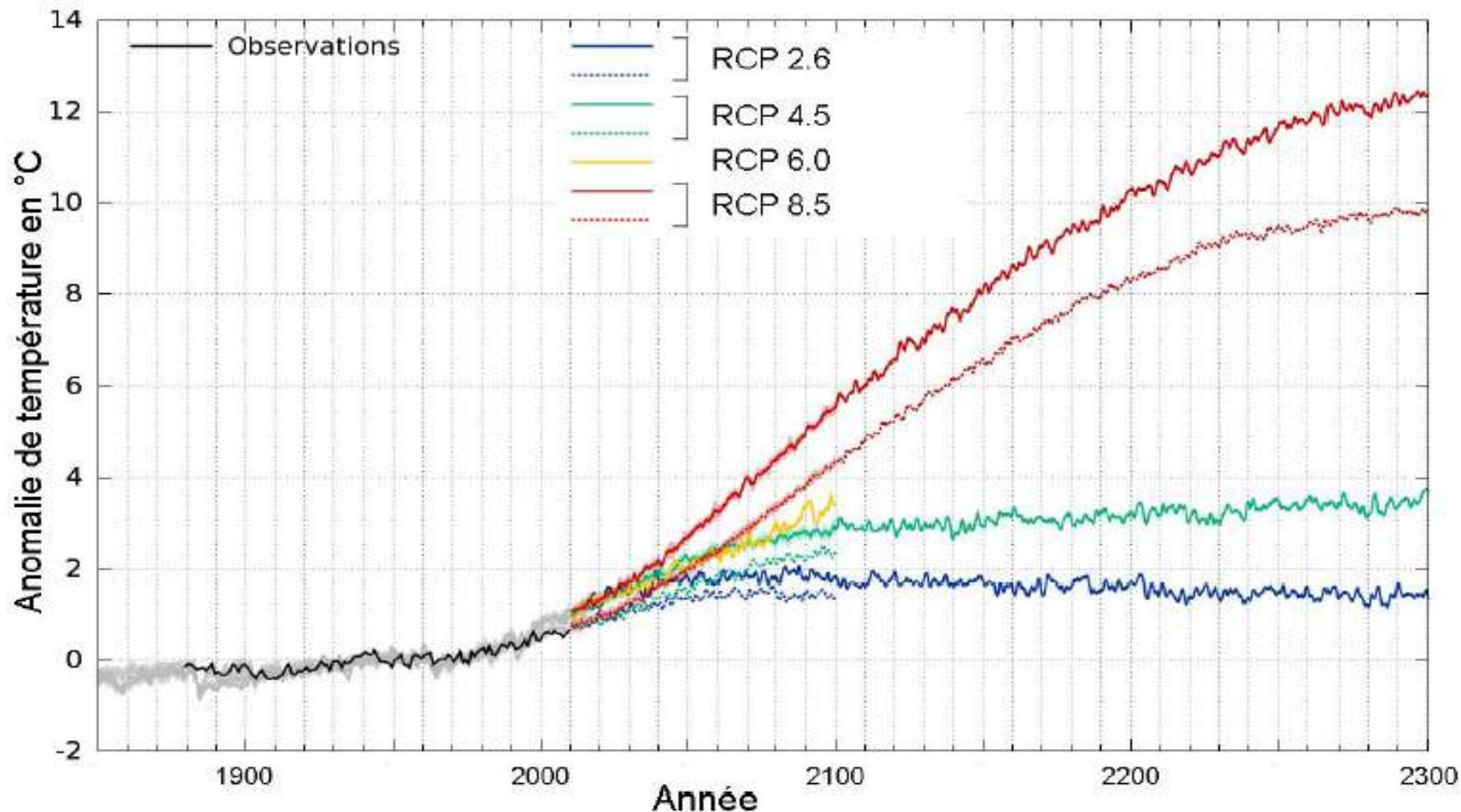


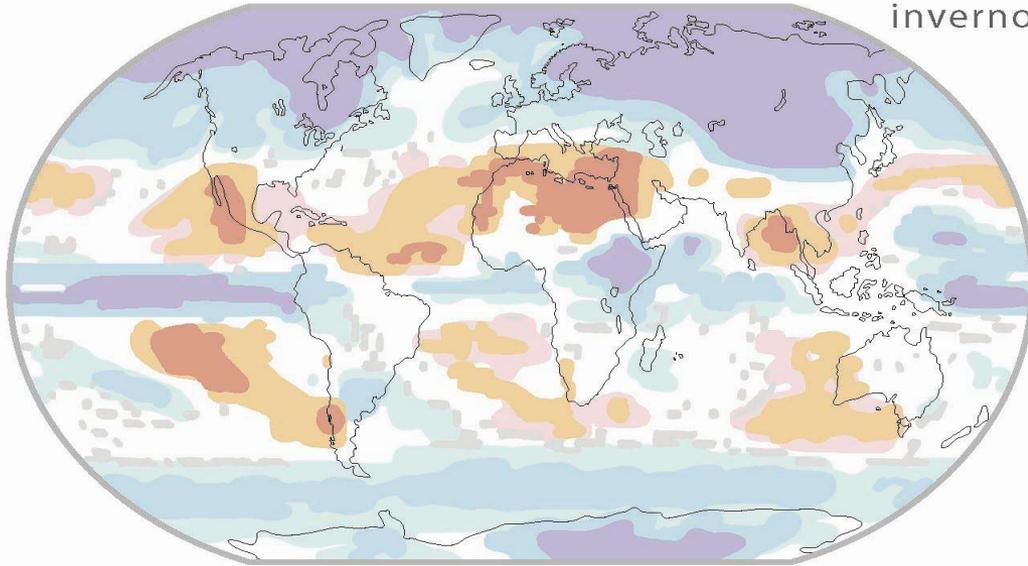
Figure 4.2 : Evolution, de 1850 à 2300, de la température moyenne (°C) à la surface de la Terre par rapport à la moyenne des années 1901-2000 mesurée (courbe noire) et calculée par les modèles du CNRM-CERFACS (traits pointillés) et de l'IPSL (traits pleins) et pour les différents scénarios RCP : RCP2.6 (le plus optimiste), RCP4.5, RCP6.0 et RCP8.5 (le plus sévère).

© Patrick Brockmann (LSCE/IPSL, CEA/CNRS/UVSQ)

# Variazioni previste nelle precipitazioni entro il 2100

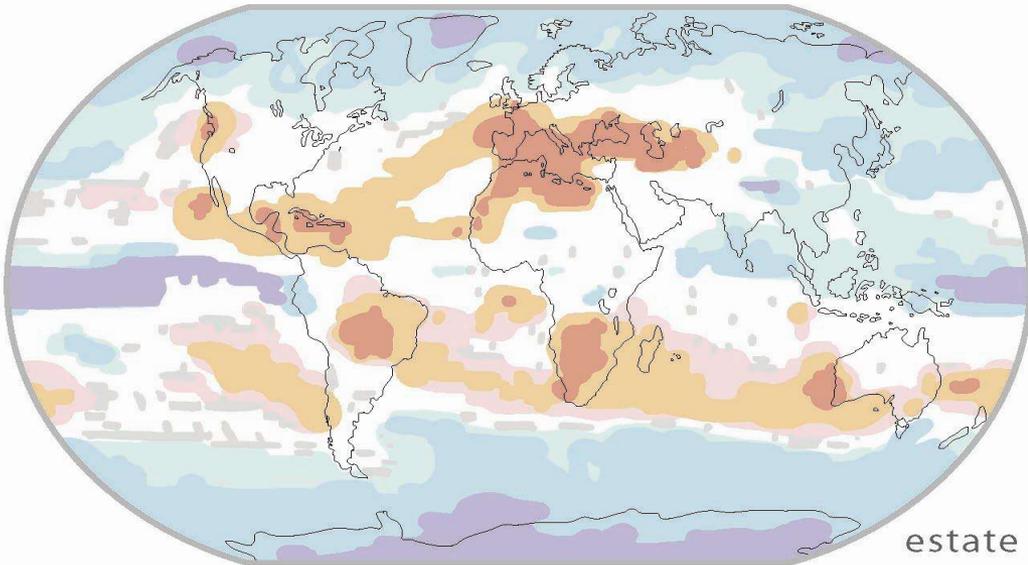
Scenario A1B

inverno



%

Più asciutto -20 -10 -5 5 10 20 Più piovoso



estate

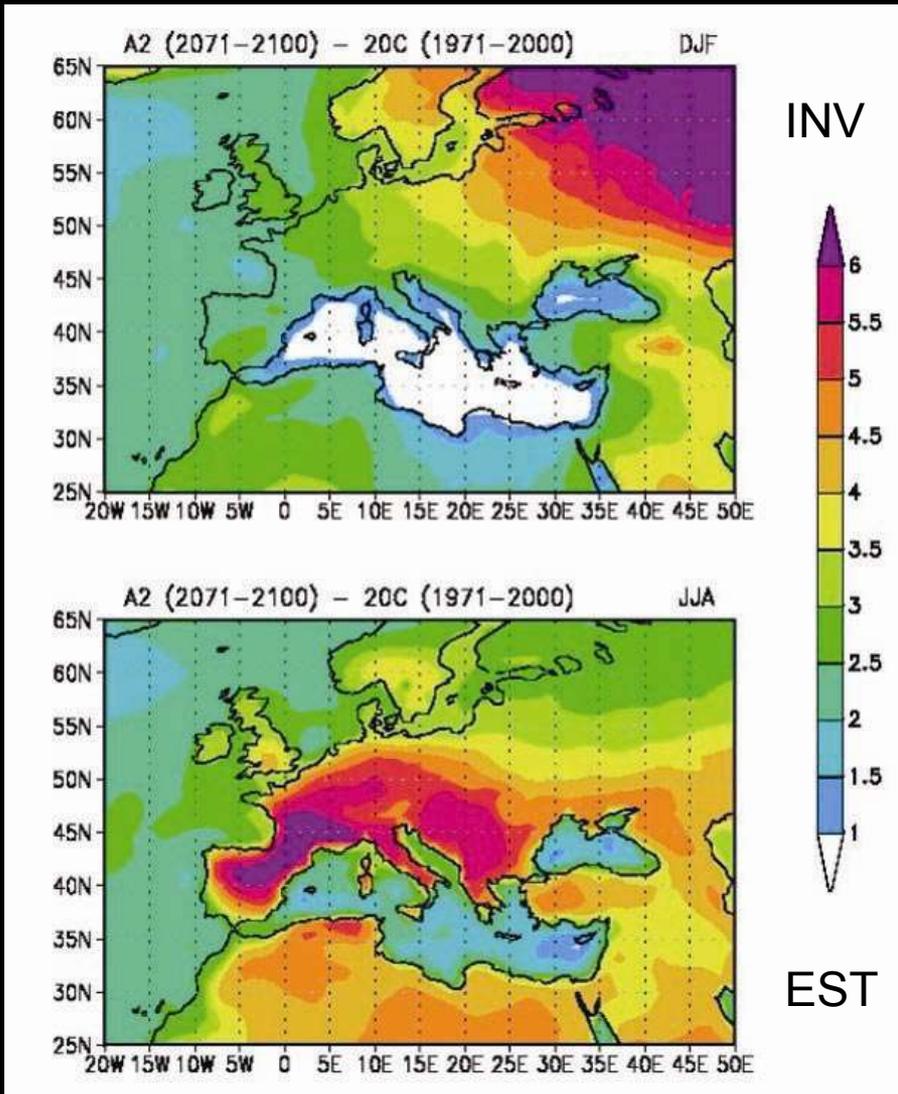
Scenario A1B

**Precipitazioni:  
variazioni  
irregolari**

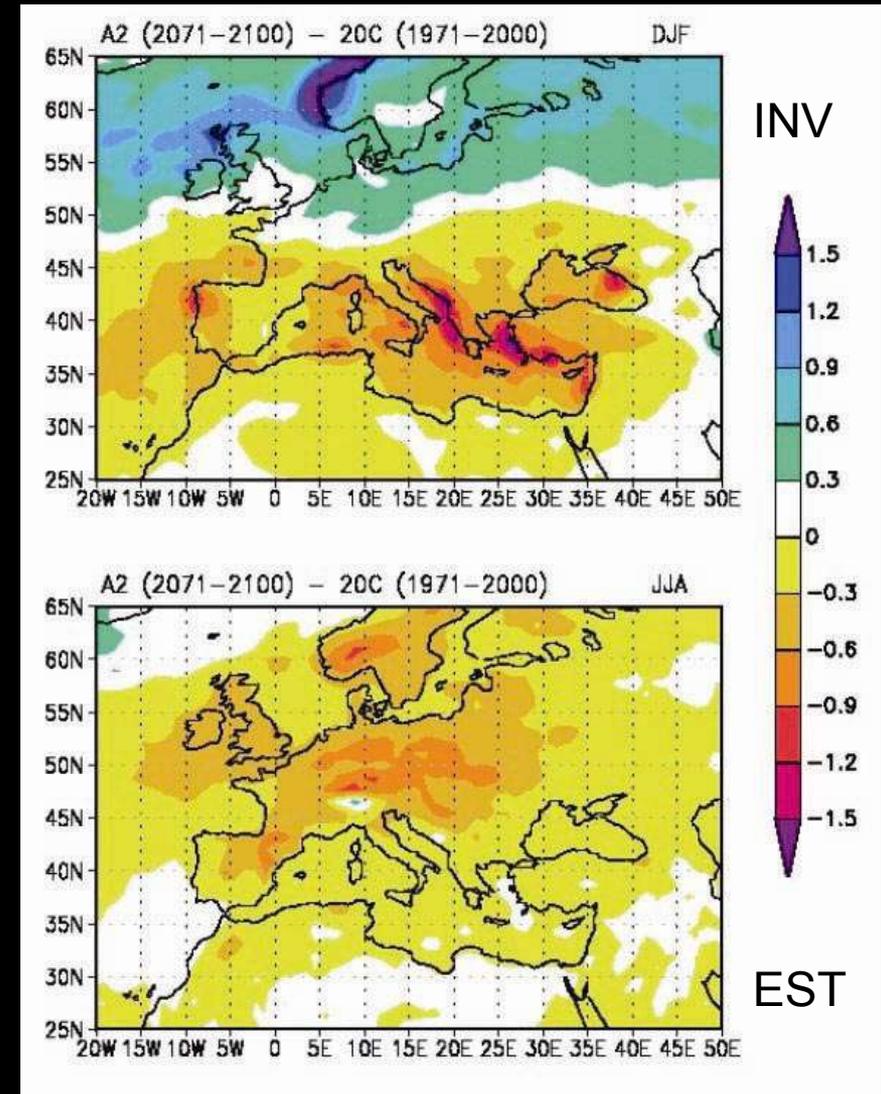
**Siccità nel  
Mediterraneo,  
più piovoso  
alle elevate  
latitudini.**

# Mediterraneo: “hot spot” dei cambiamenti climatici

(fonte: Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici)

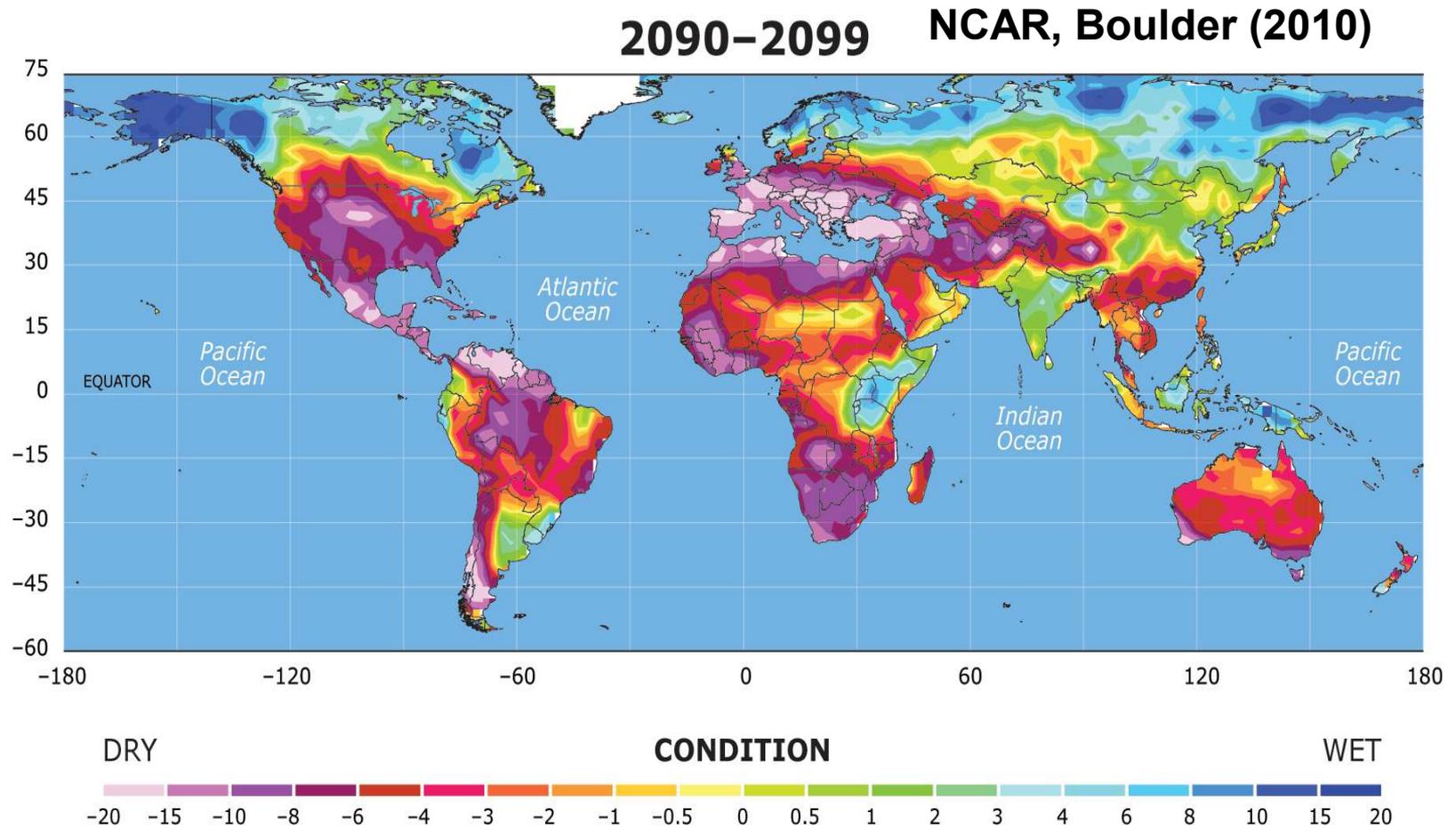


Temperature (°C)



Precipitazioni (mm/giorno)

# Future “megasiccità” in USA e Mediterraneo?

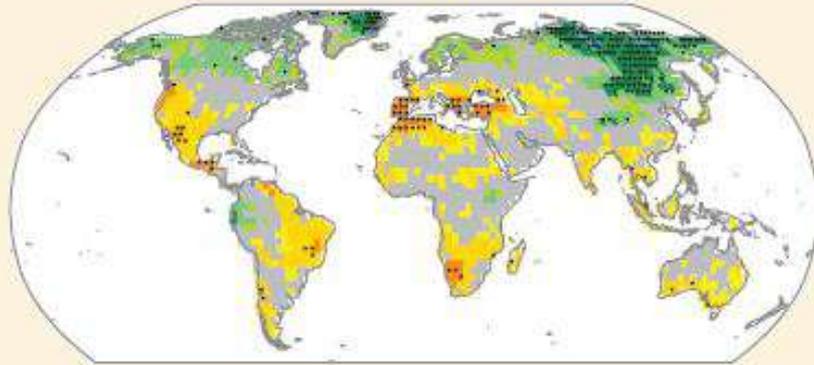


Indice di severità potenziale delle siccità future nel mondo  
< -4 = siccità estrema

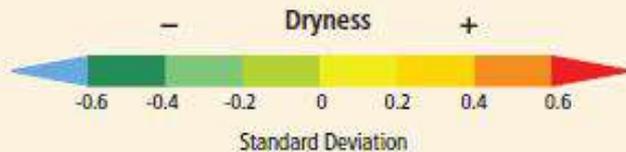
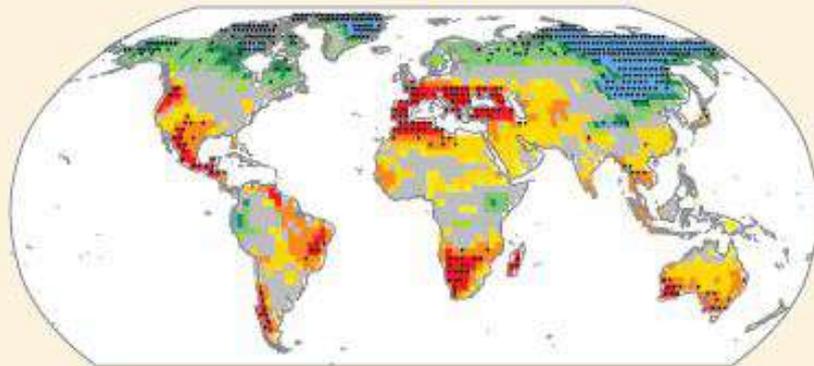
Previsto: da -15 a -20 in molte zone mediterranee e America

Change in consecutive dry days (CDD)

2046 - 2065

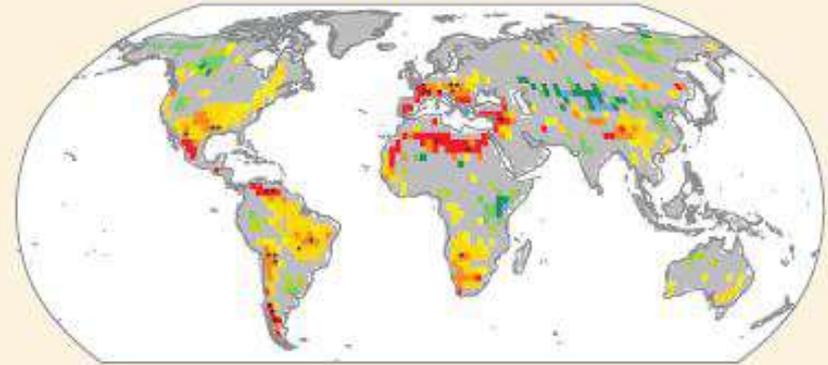


2081 - 2100

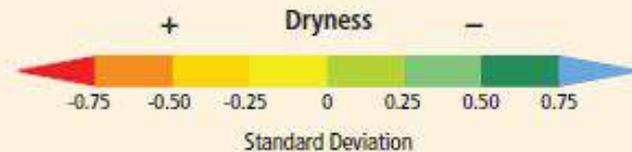
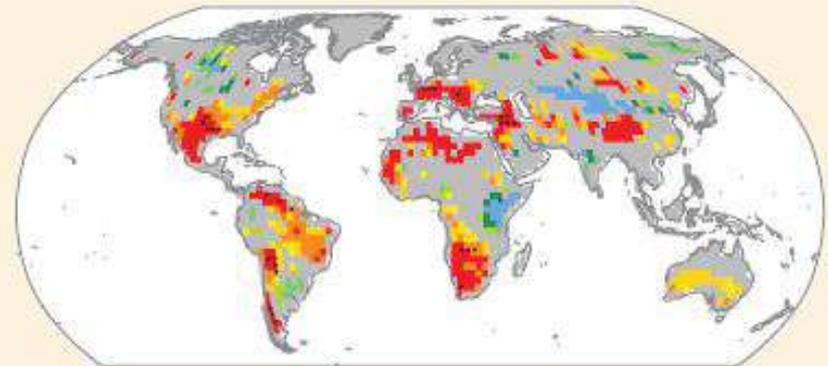


Soil moisture anomalies (SMA)

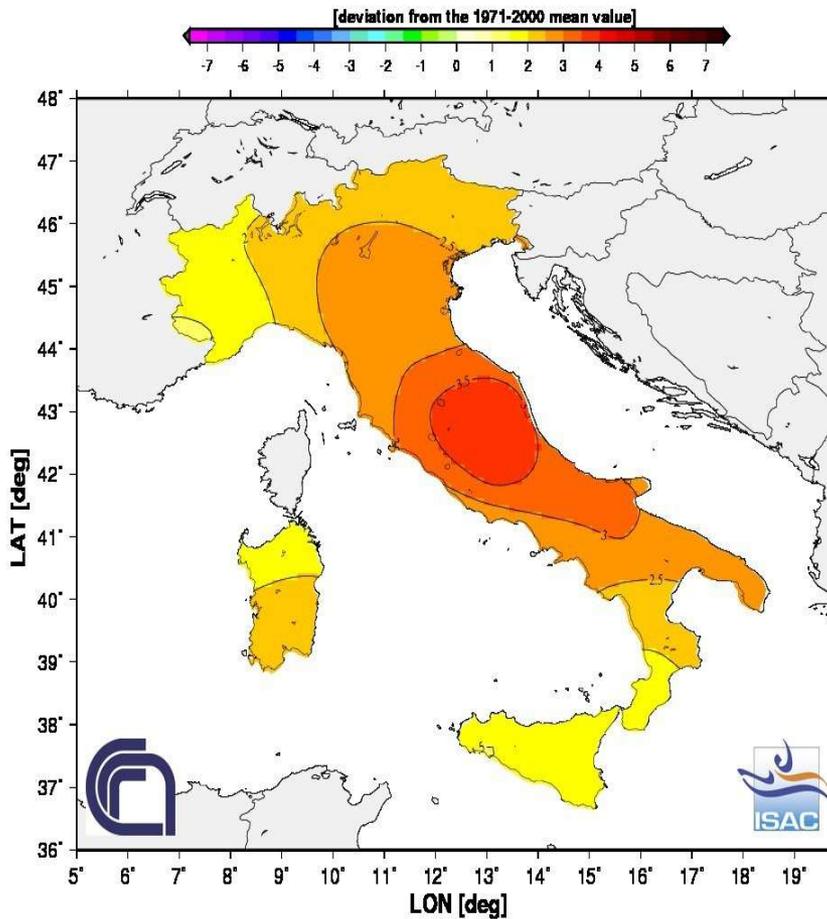
2046 - 2065



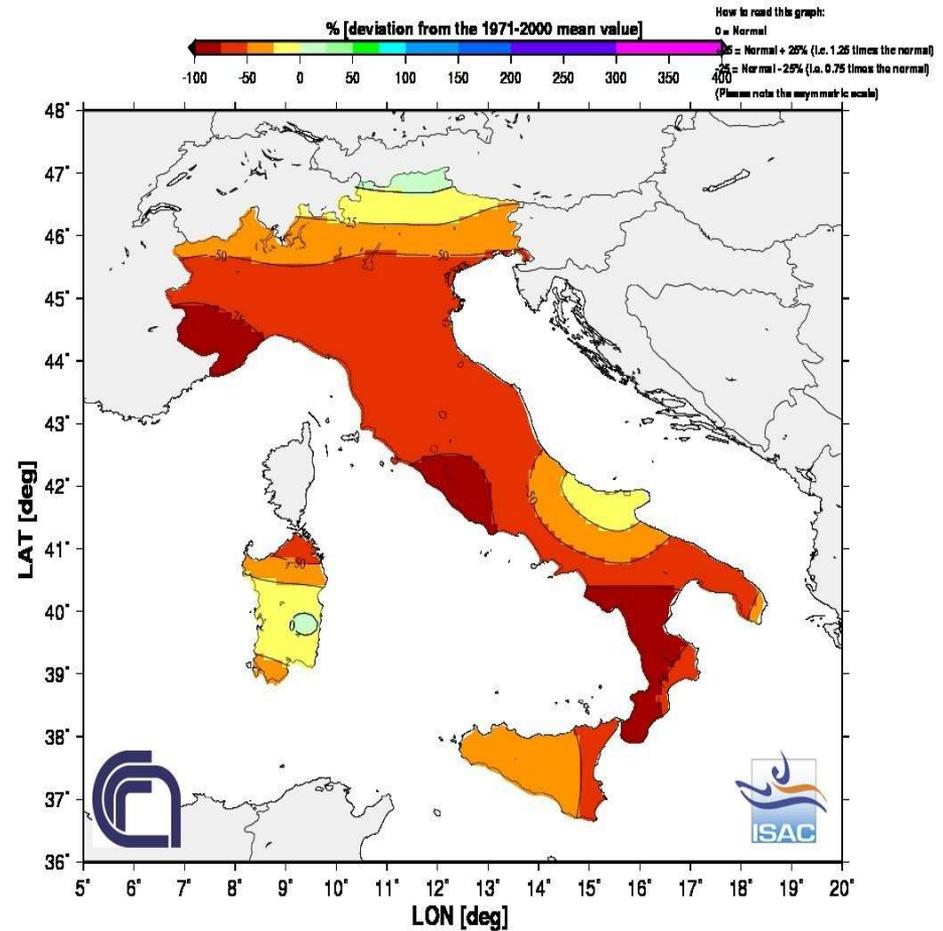
2081 - 2100



**SREX (2012) conferma previsioni di siccità critiche per l'area euro-mediterranea**



**Anomalie termiche**



**Anomalie pluviometriche**

[www.isac.cnr.it](http://www.isac.cnr.it)

**Estate 2012: eccezionale concomitanza di calura e siccità in Italia.**



**1897**  
(f. Druetti)



**2005**  
(f. L. Mercalli)

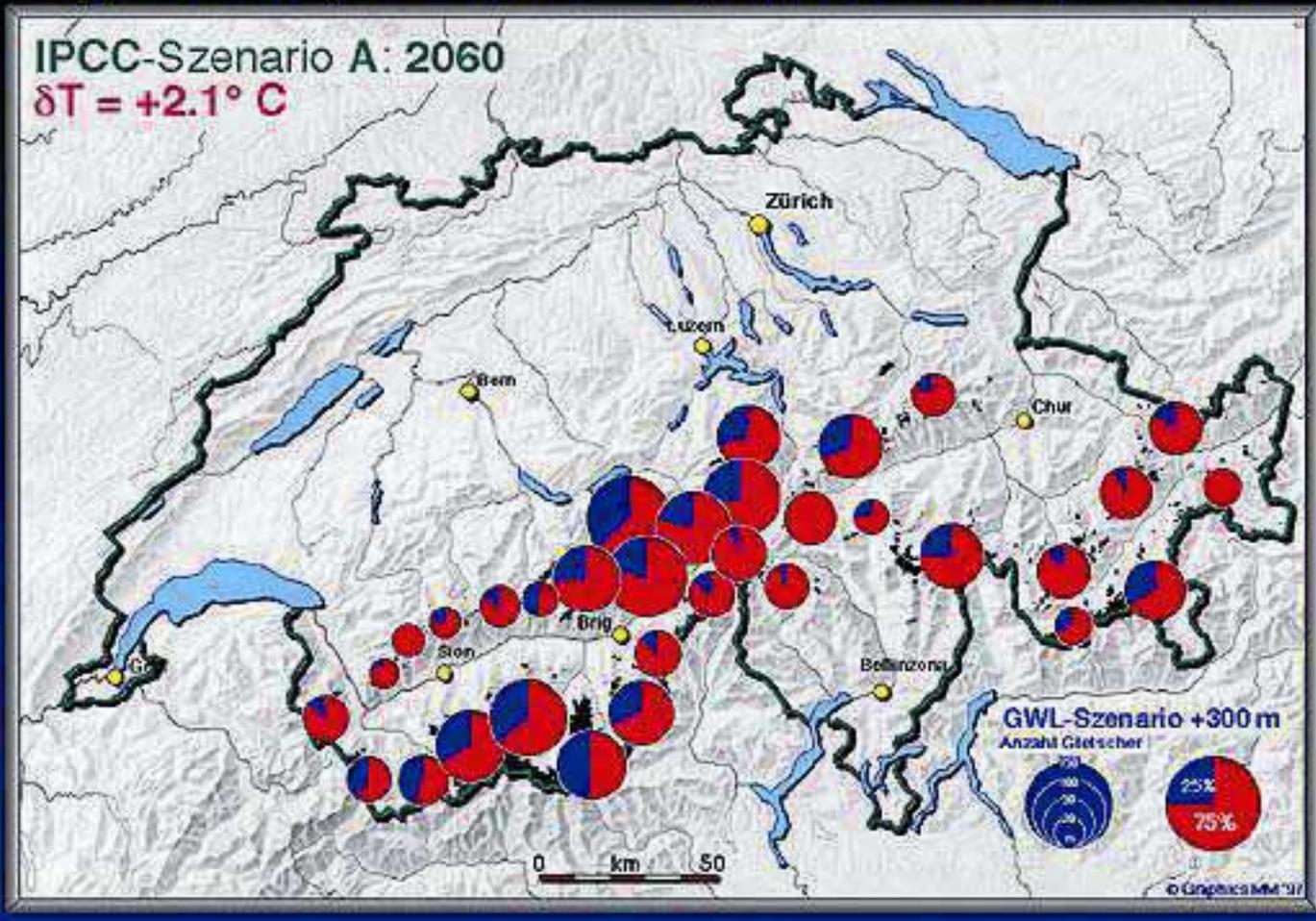


**2012**  
(f. L. Mercalli)

**Ghiacciaio Pré de Bar (Monte Bianco):  
ritiro della fronte di circa 800 m dal 1897 al 2012**

**Riscaldamento, deglaciazione e regimi idrologici**

Vergletscherung der Schweizer Alpen: GWL-Szenario +300 m



Alpi, entro il 2060: -75% superficie glaciale svizzera con  $T + 2.1^\circ \text{C}$



## Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale: the European Alps 1900–2100

M. Huss<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Geosciences, University of Fribourg, 1700 Fribourg, Switzerland

\*Invited contribution by M. Huss, recipient of the EGU Young Scientist Outstanding Poster Paper (YSOPP) Award 2010.

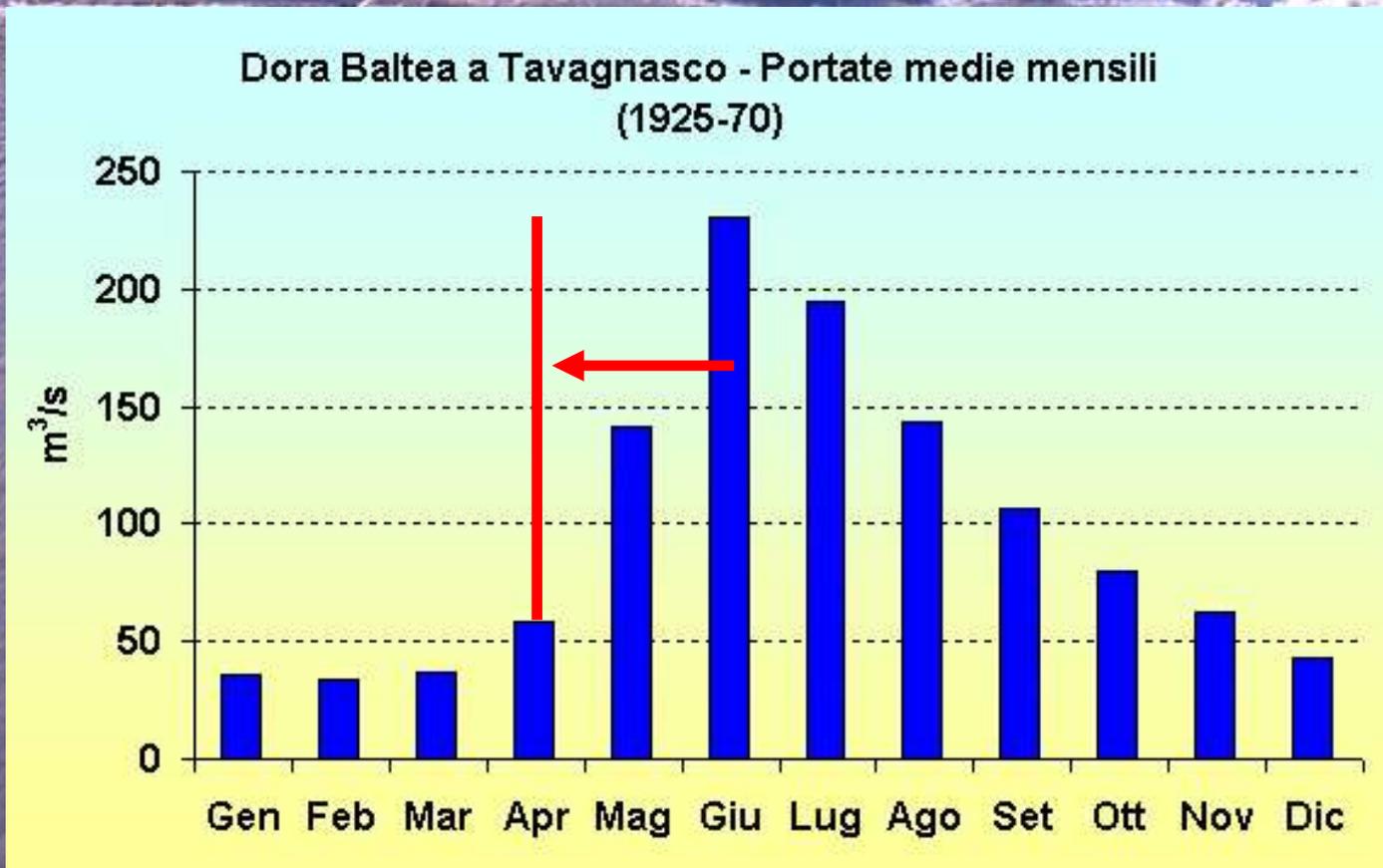
Correspondence to: M. Huss (matthias.huss@unifr.ch)

vary between  $-5.9 \text{ km}^3$  (1947) and  $+3.9 \text{ km}^3$  (1977). Mean mass balances are expected to be around  $-1.3 \text{ m w.e. a}^{-1}$  by 2050. Model results indicate a glacier area reduction of 4–18 % relative to 2003 for the end of the 21st century.

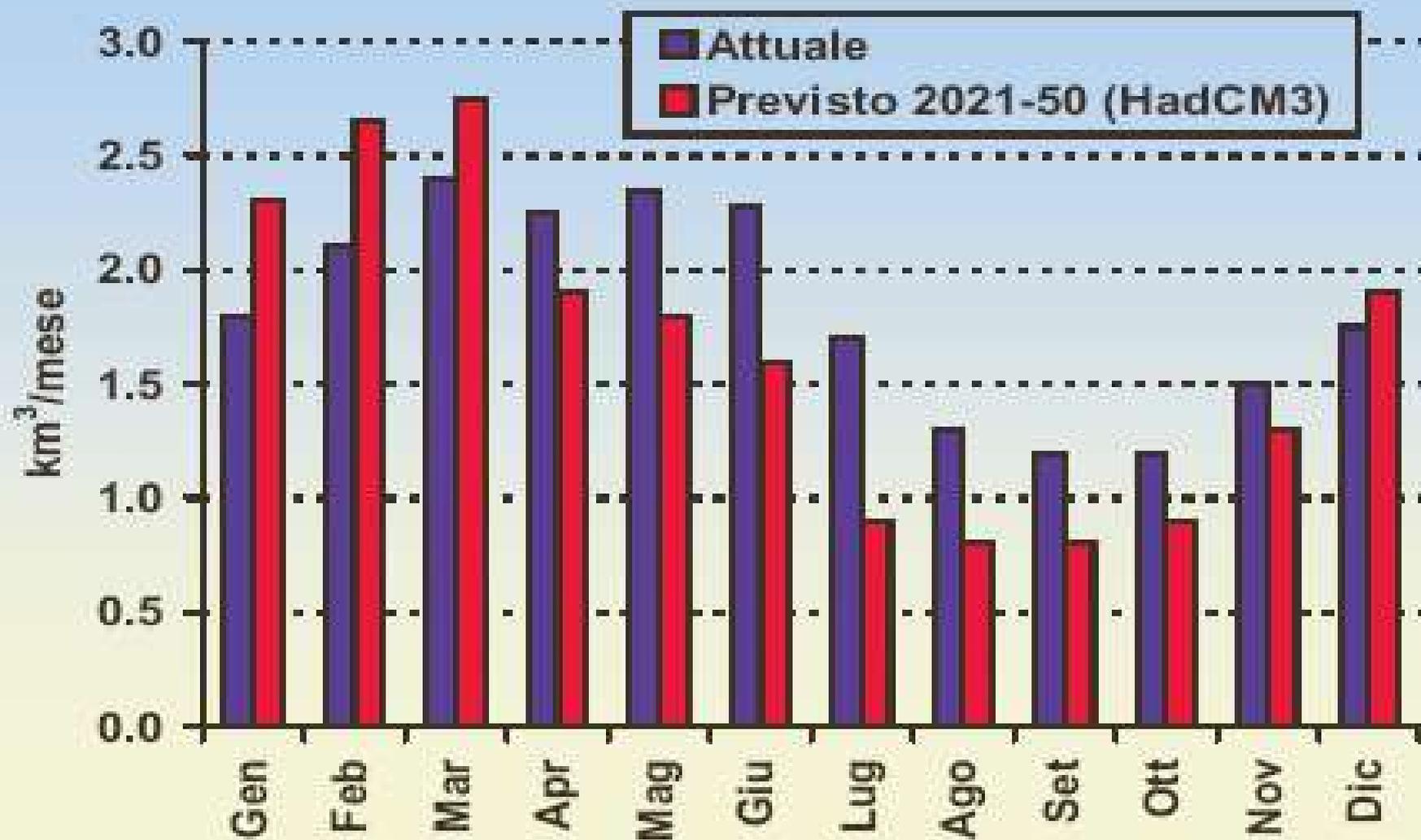
**Variazioni nei regimi idrologici:** più acqua in inverno-primavera (precipitazioni liquide in quota, fusione nivale precoce), meno acqua in estate (minor contributo di fusione glaciale)



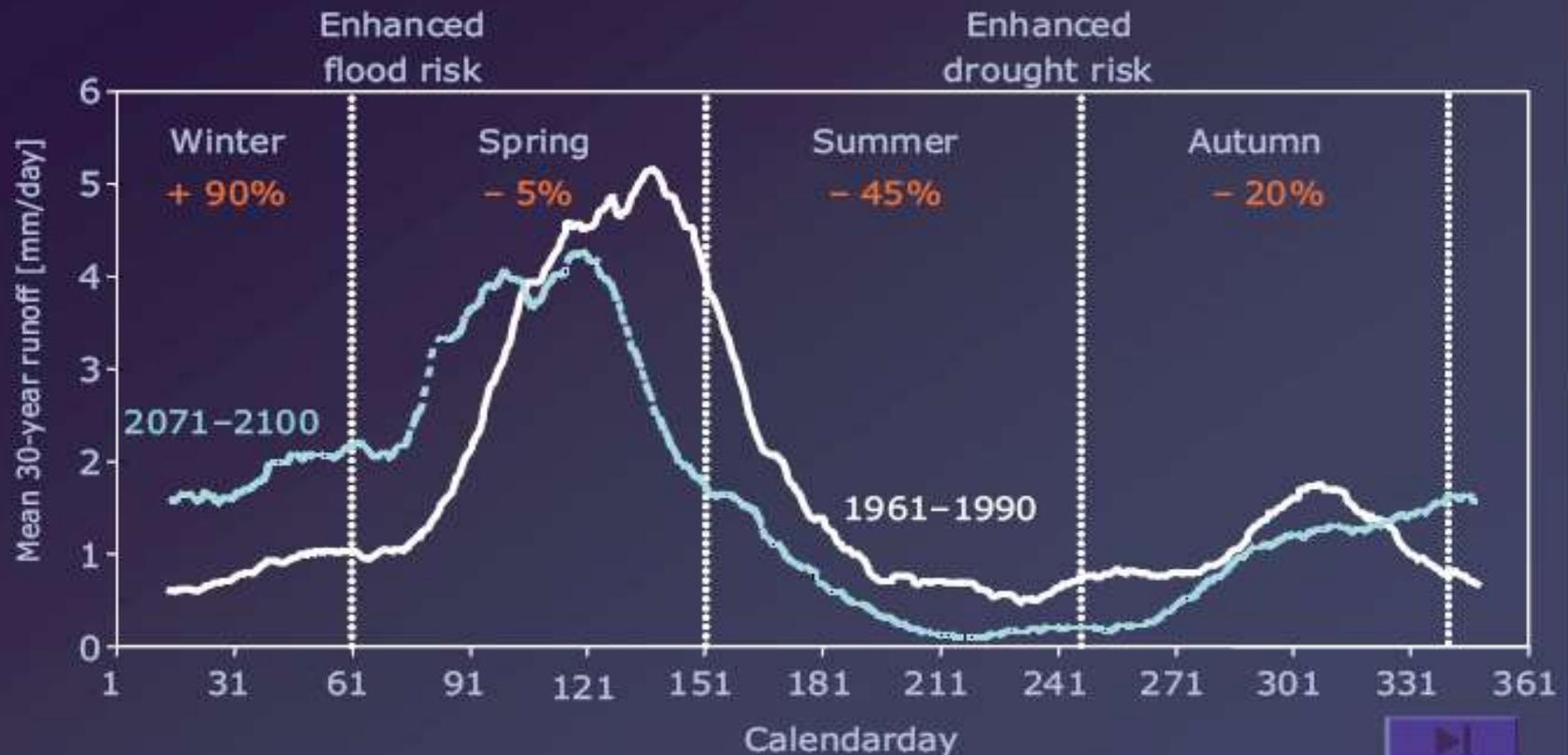
# Cambiamento regime, meno acqua in estate?



## Rodano a Lyon - Deflussi mensili attuali e futuri



# Changes in runoff in the central Alps (HIRHAM RCM)



© 2006 Martin Beniston  
University of Fribourg, Switzerland

Introduction

Current extremes

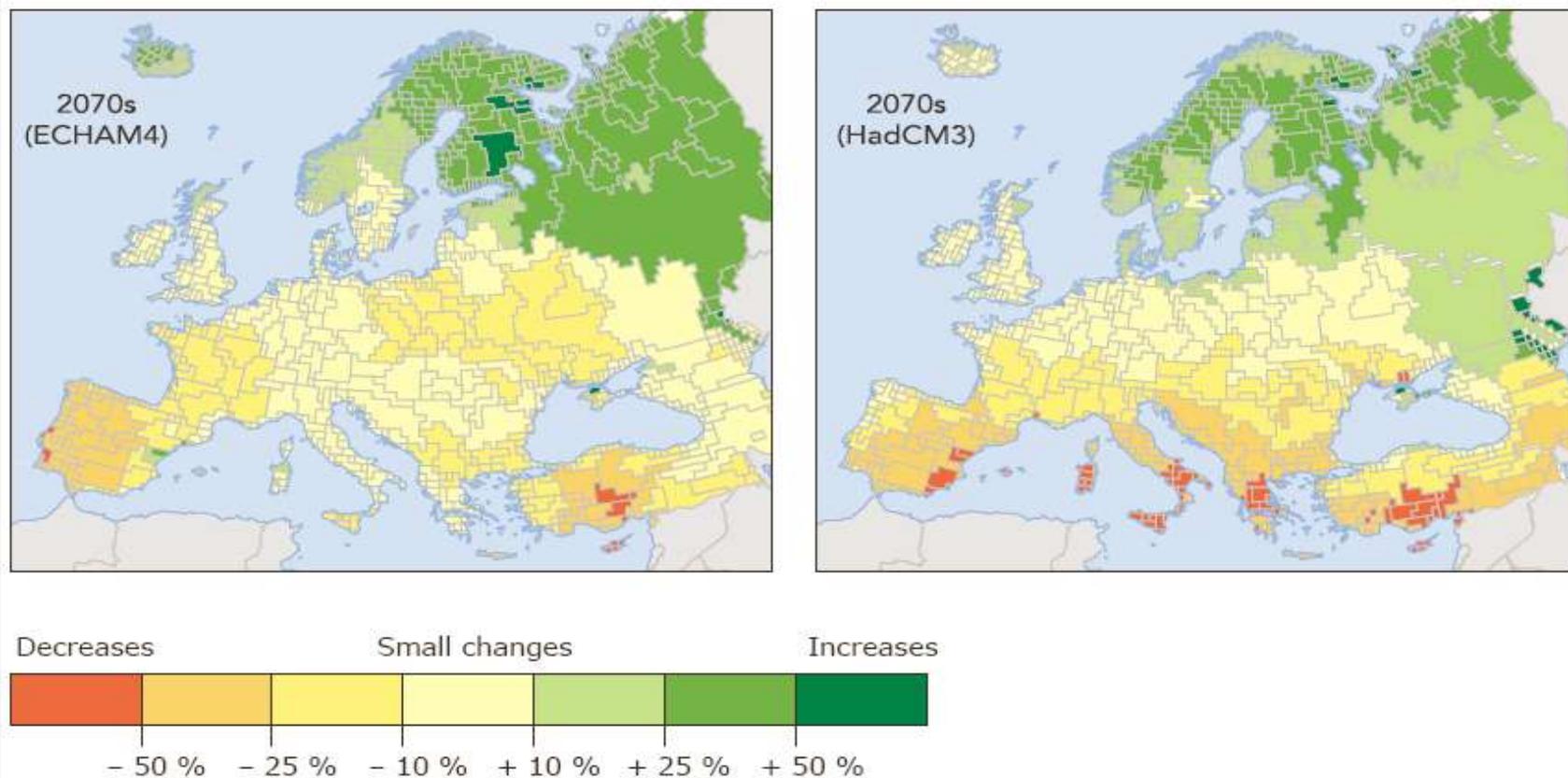
Future extremes

Conclusions

Source: Beniston, 2006.



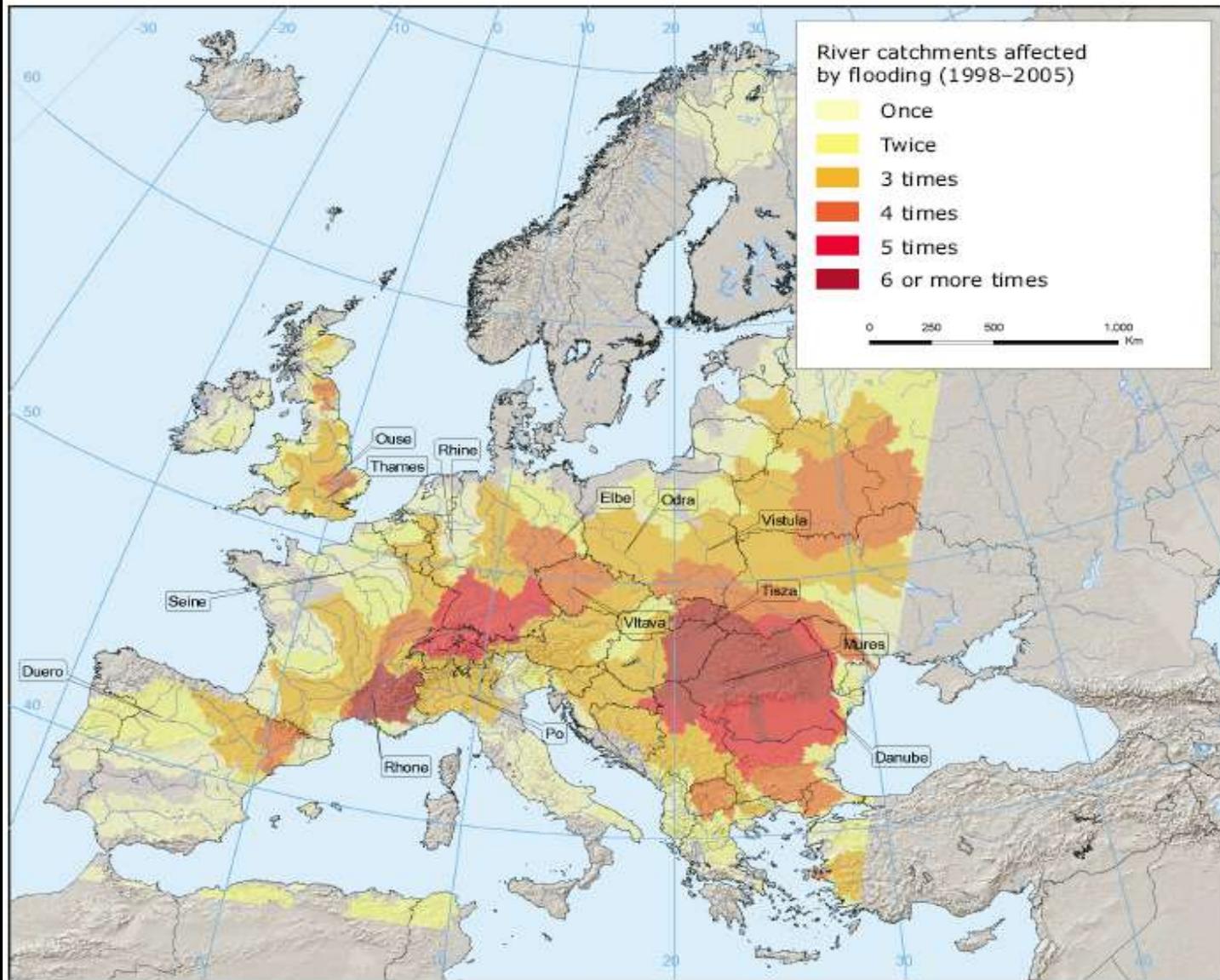
**Figure 1.1 Change in average annual river run-off in Europe 2070 versus 2000**



**Note:** Note that larger changes in seasonal averages are expected in some regions.

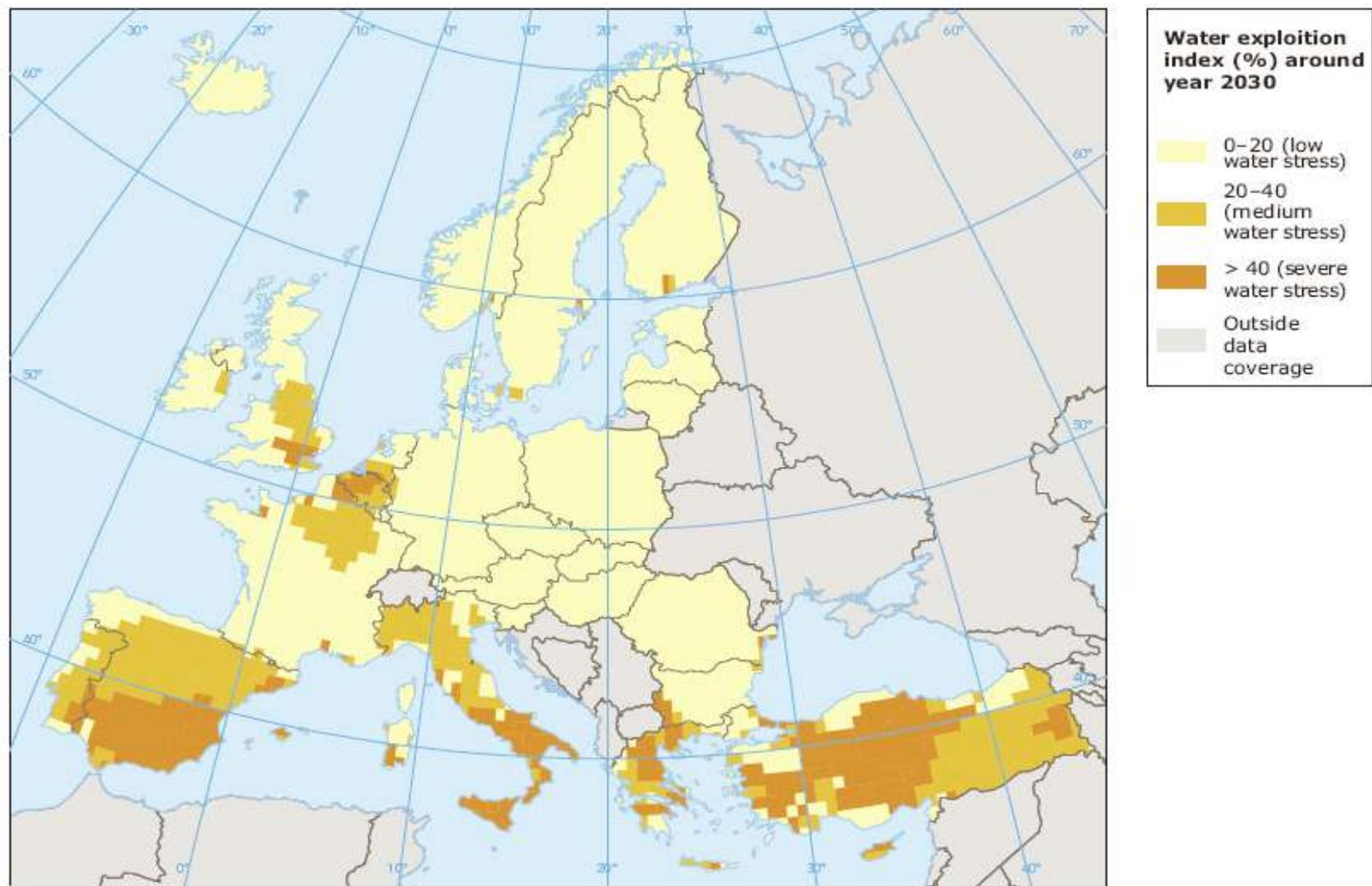
**Source:** Lehner *et al.*, 2001; EEA, 2004.

Figure 1.3 Recurrence of flood events in Europe between 1998 and 2005



Source: EEA, based on data from Dartmouth Flood Observatory.

Figure 1.4 Water stress in European river basins under a base-line scenario by 2030

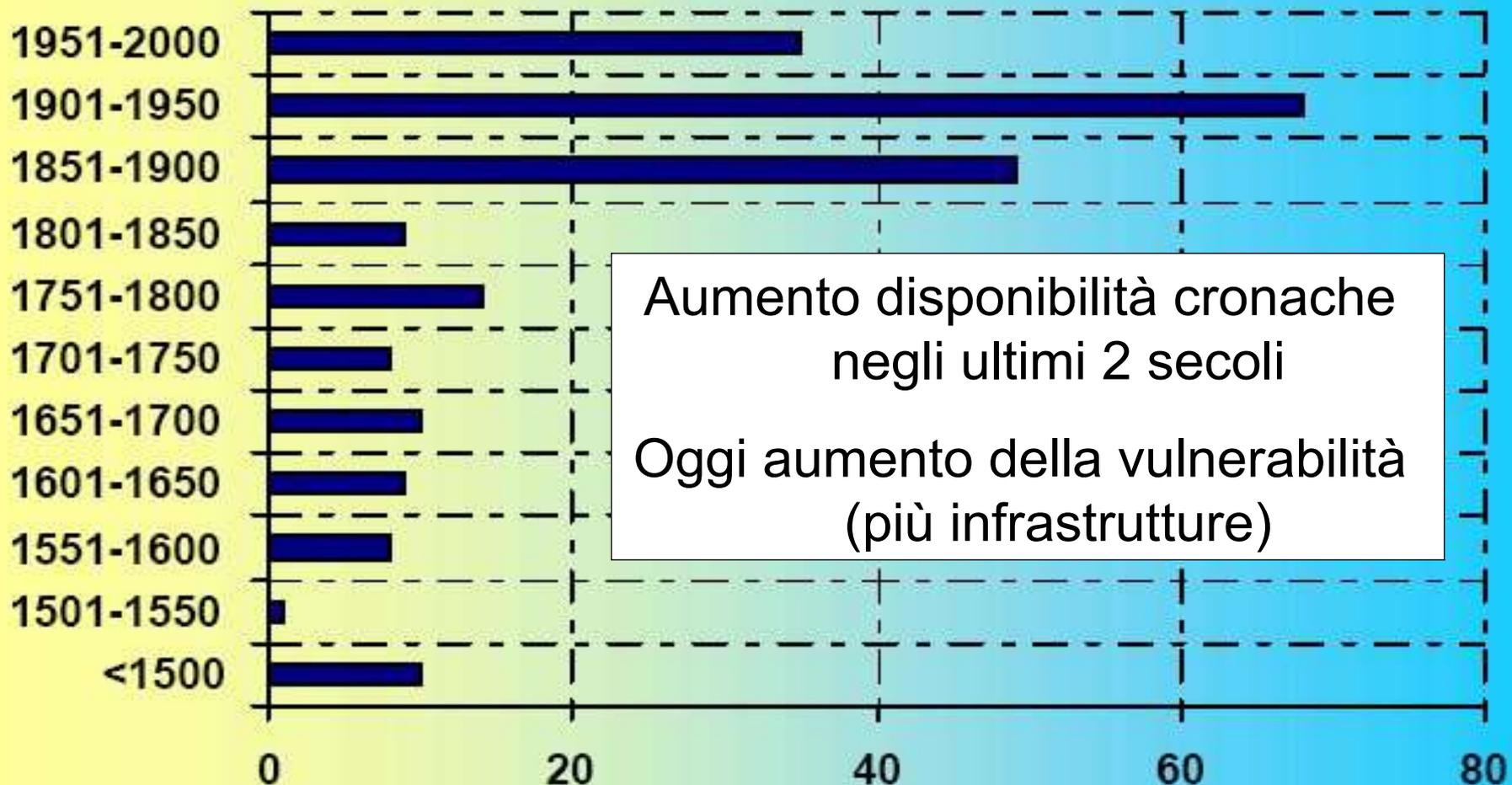


**Note:** The water exploitation index is the percentage of available water resource abstracted each year.

**Source:** EEA, 2005b.

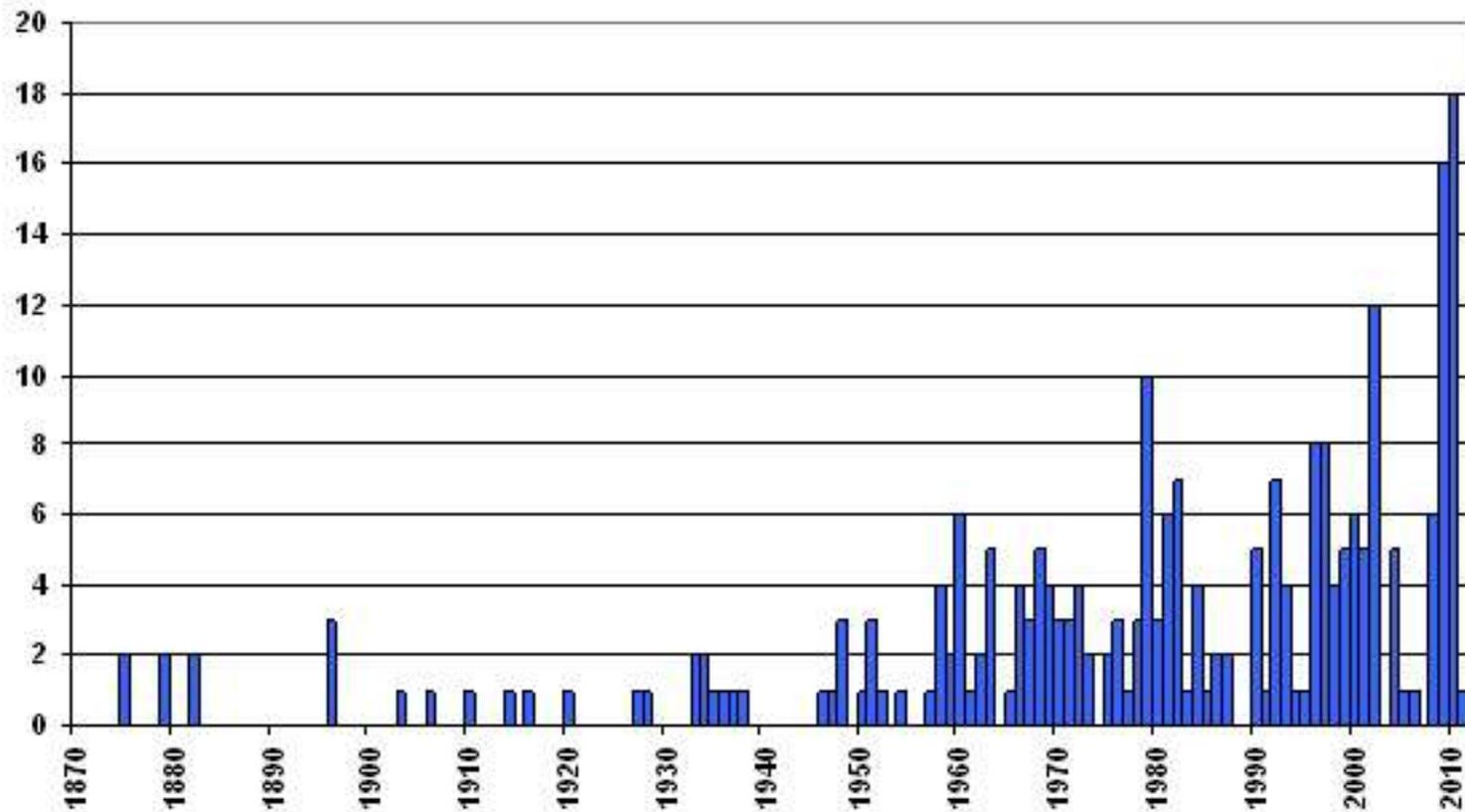
# Le alluvioni: una costante storica

Numero segnalazioni eventi idrogeologici  
in Valle d'Aosta dall'anno 800 al 2000



# Nuove alluvioni... dal mare

Venezia: numero annuo maree > 110 cm

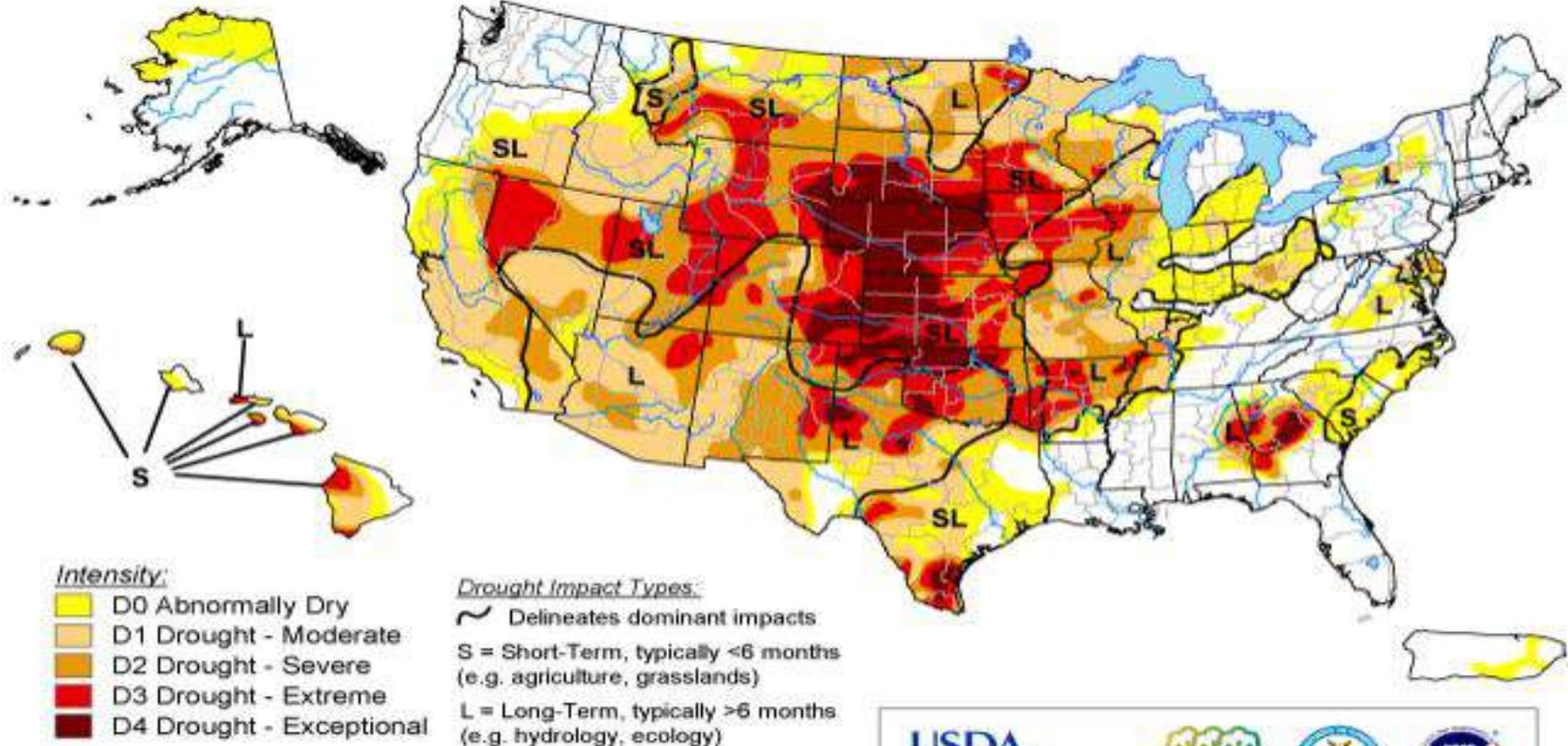




Sandy: marea record a NY. Un assaggio di situazioni vieppiù frequenti in futuro?

# U.S. Drought Monitor

October 23, 2012  
Valid 7 a.m. EDT



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

<http://droughtmonitor.unl.edu/>



Released Thursday, October 25, 2012

Author: Brad Rippey, U.S. Department of Agriculture

Comunicare anomalie e rischi con strumenti moderni, efficaci, in tempo reale

# Raccolta acqua piovana



# Raccolta acqua piovana





Carte n° : 31102012\_10

Actualisation le mercredi 31 octobre 2012 à 09h52  
Prochaine édition le mercredi 31 octobre 2012 à 16h00

Etat maximum de la vigilance "crues" :



- Rouge** : Risque de crue majeure. Menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens.
- Orange** : Risque de crue génératrice de débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective et la sécurité des biens et des personnes.
- Jaune** : Risque de crue ou de montée rapide des eaux n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cas d'activités saisonnières et/ou exposées.
- Vert** : Pas de vigilance particulière requise.

Tronçons de cours d'eau en vigilance "crues" :

Toutes les heures mentionnées sont des heures légales.  
Cliquez sur une zone de la carte pour afficher le détail par Service de Prévision des Crues (S.P.C.).

Carte de vigilance de Météo-France :

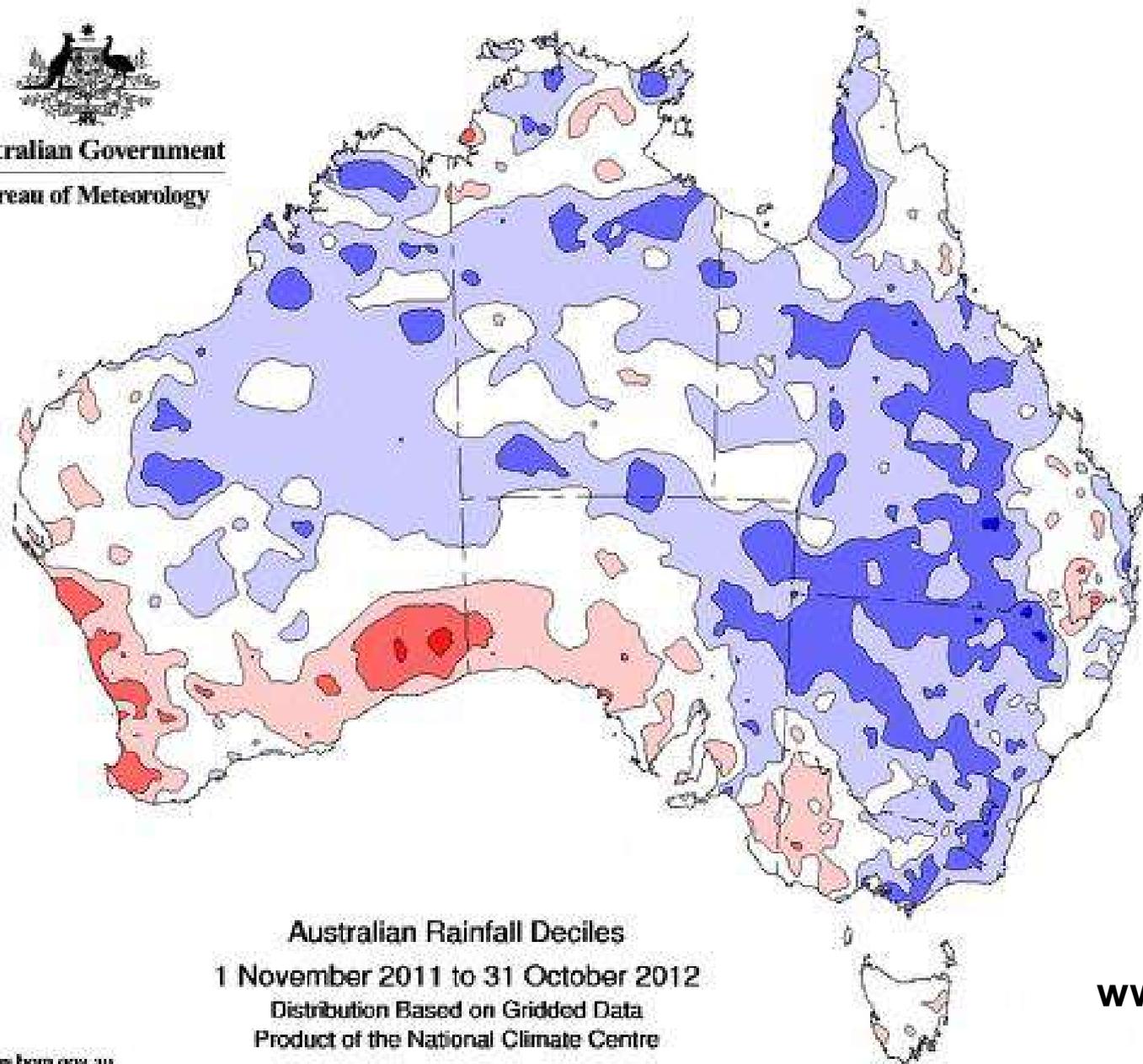


[www.vigicrues.gouv.fr](http://www.vigicrues.gouv.fr)

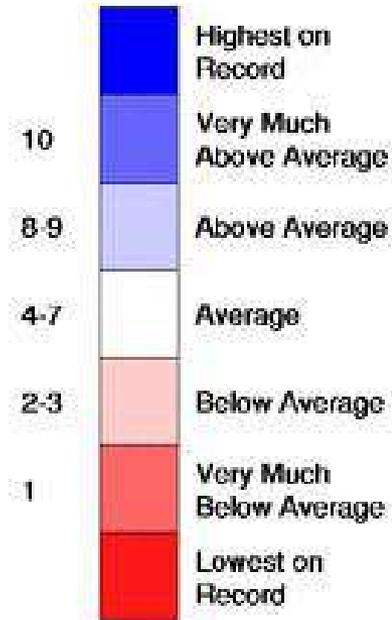
“Vigicrues”, l’ottimo esempio francese di monitoraggio piene e allertamento



**Australian Government**  
**Bureau of Meteorology**



**Rainfall Decile Ranges**



**Australian Rainfall Deciles**

**1 November 2011 to 31 October 2012**

Distribution Based on Gridded Data

Product of the National Climate Centre

[www.bom.gov.au](http://www.bom.gov.au)

# Il problema della comunicazione “Al lupo, al lupo!” Troppi codici rossi?

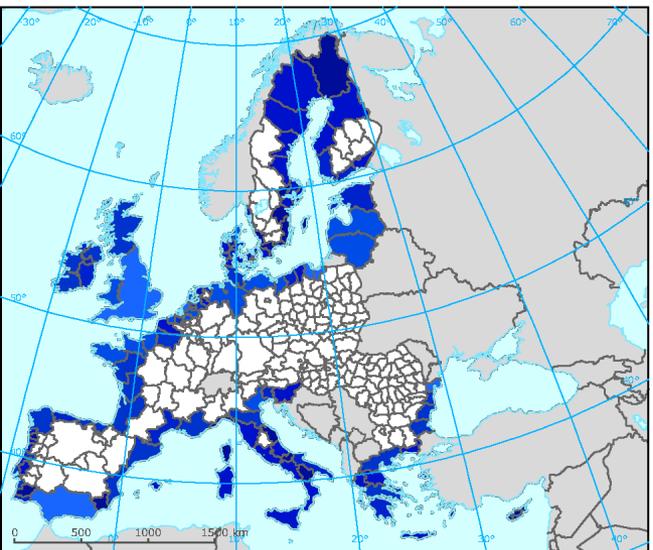
## TROPPI CODICI ROSSI, COSÌ NON CI CREDERÀ PIÙ NESSUNO

LUCA MERCALLI  
SEGUE DALLA PRIMA PAGINA

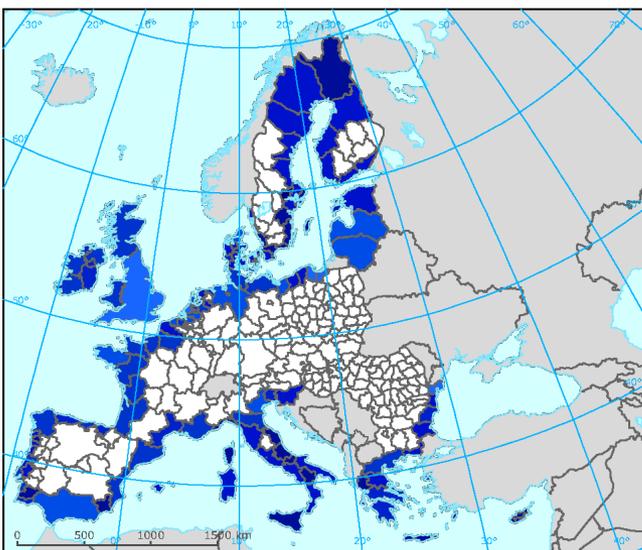
**È** dalla grave alluvione del Po del 15 ottobre 2000 che le informazioni meteorologiche dimostrano attendibilità ottimale per programmare un serio allertamento preventivo. Ma ad oltre dieci anni da allora, ciò che ancora manca è il coordinamento della diffusione degli avvisi, che soffre pure della frammenta-

zione delle fonti, pubbliche e private, moltiplicate dalla rete, nonché la formazione dei comunicatori dell'emergenza e l'educazione al rischio del pubblico. Tutte operazioni che necessitano di programmazione a lungo termine, di azioni preventive nelle scuole, nei mezzi d'informazione, serenamente pianificate quando splende il sole, e non di affannose improvvisazioni a poche ore dall'emergenza. La perturbazione c'era, è stata correttamente prevista e aveva in sé il potenziale per produrre nubifragi,

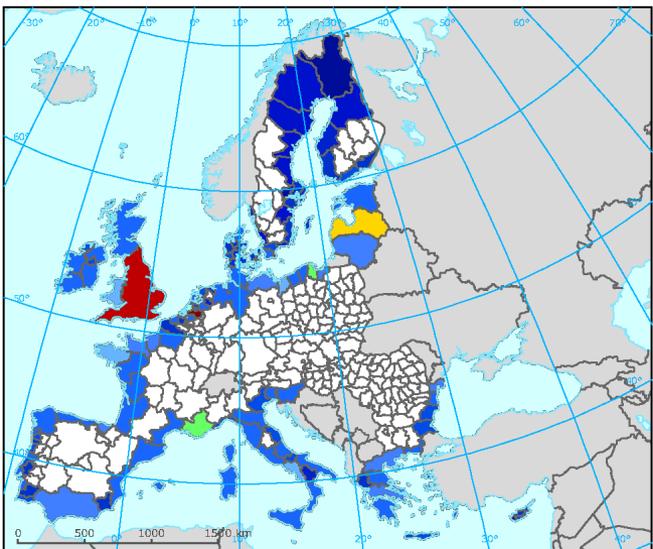
People flooded under the A2 scenario, 2050



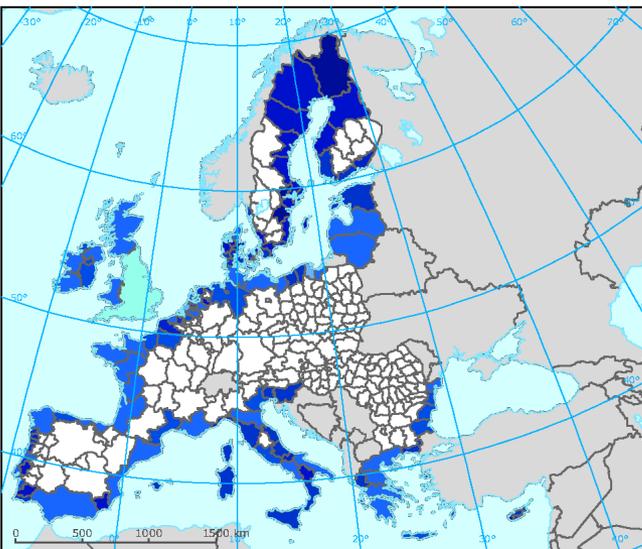
People flooded under the B1 scenario, 2050



People flooded under the A2 scenario, 2100



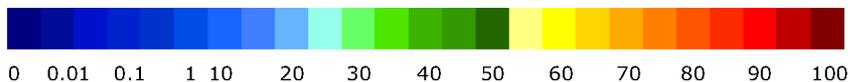
People flooded under the B1 scenario, 2100



# Popolazione esposta al rischio alluvionale

EEA, 2010

Thousands per year



□ No data  
□ Outside coverage

# A land-degradation neutral world: a Mediterranean perspective

*If all people build something,  
why we too dont'build?*

*(Se tutti costruiscono perché non  
costruiamo anche noi?)*

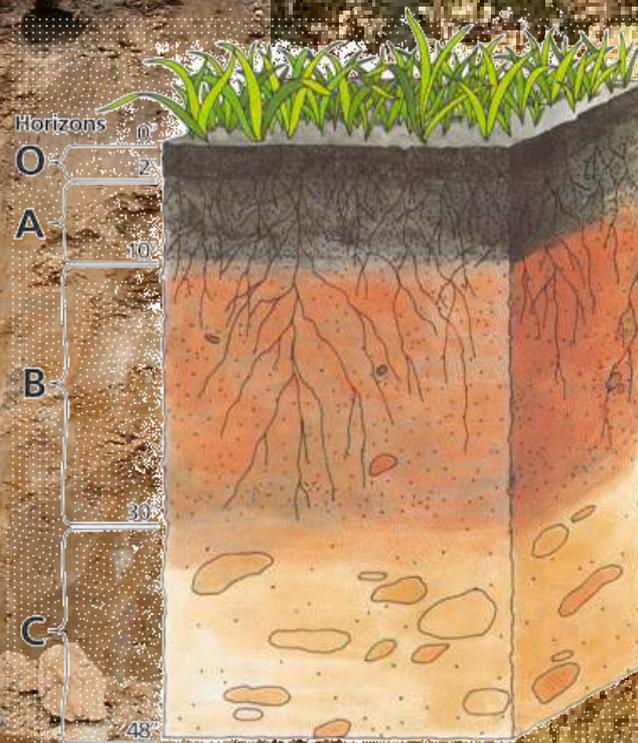
Italo Calvino, La speculazione edilizia, 1957

**Luca Mercalli – Società Meteorologica Italiana**  
[www.nimbus.it](http://www.nimbus.it)

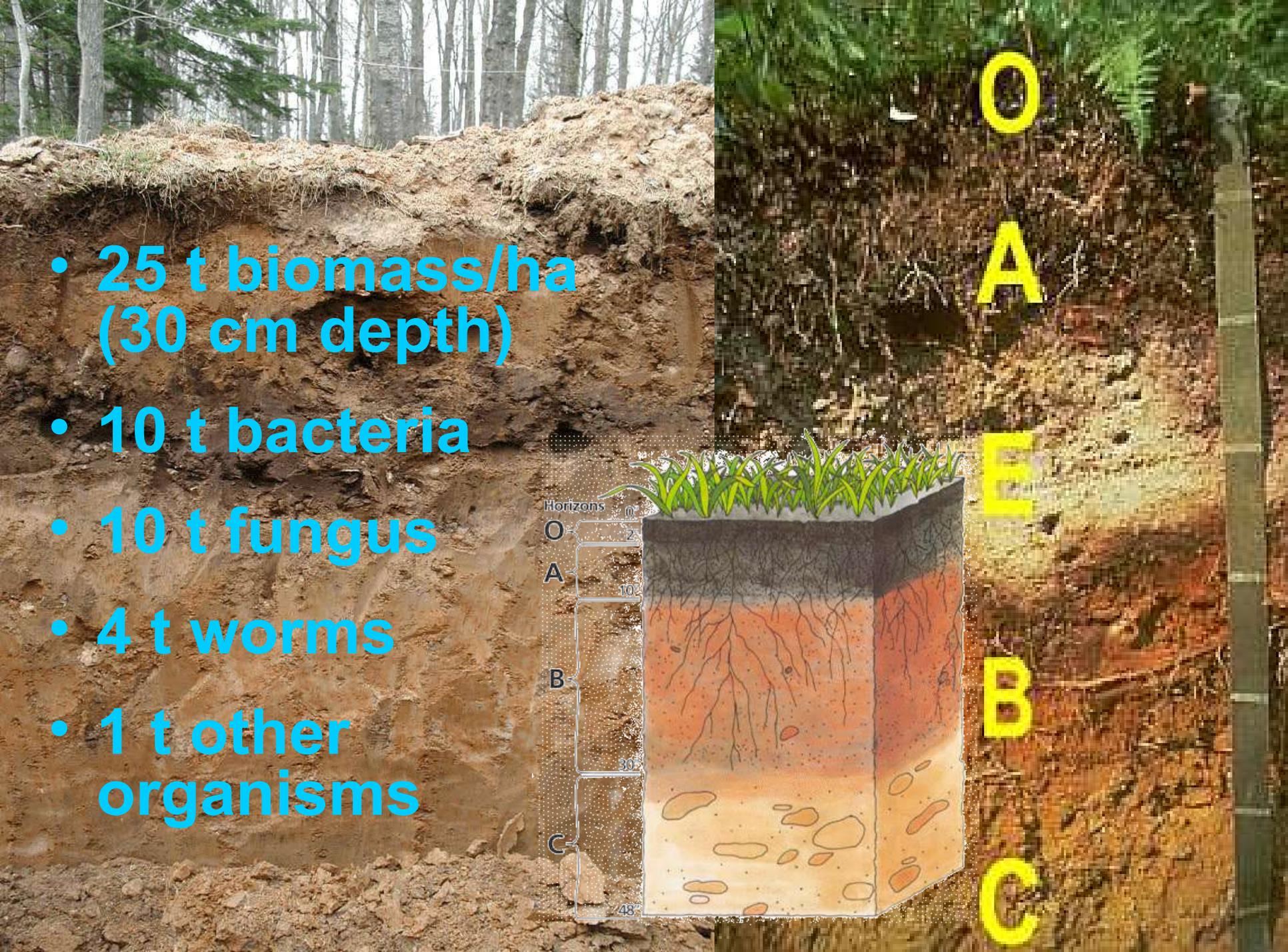
**Land and soil degradation post Rio+20**

**European Commission, Bruxelles, 16.11.2012**

- 25 t biomass/ha (30 cm depth)
- 10 t bacteria
- 10 t fungus
- 4 t worms
- 1 t other organisms



O  
A  
E  
B  
C



# Land Capability Classification

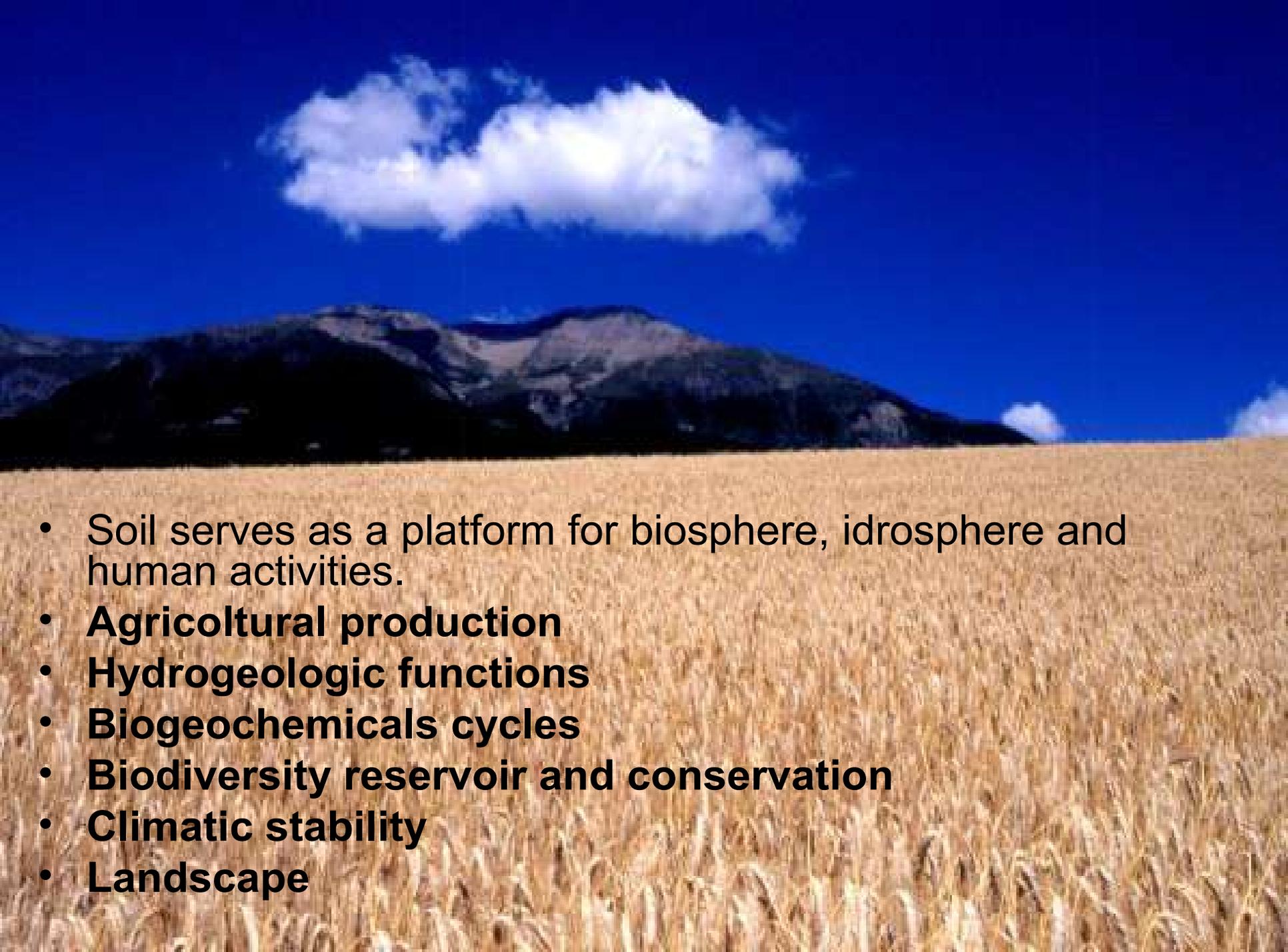
-  
we are destroying best soils

a non renewable resource

			Grado di Intensità di Utilizzazione						
			Pascolo			Coltivazioni agricole			
Classi di Capacità d'uso	Ambiente Naturale	Forestazione	Limitato	Moderato	Intensivo	Limitato	Moderato	Intensivo	Molto intensivo
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII						Le aree campite mostrano gli usi adatti per ciascuna classe			

## Class Description

<u>1</u>	Soils in this class have no significant limitations in use for crops.
<u>2</u>	Soils in this class have moderate limitations that restrict the range of crops or require moderate conservation practices.
<u>3</u>	Soils in this class have moderately severe limitations that restrict the range of crops or require special conservation practices.
<u>4</u>	Soils in this class have severe limitations that restrict the range of crops or require special conservation practices.
<u>5</u>	Soils in this class have very severe limitations that restrict their capability in producing perennial forage crops, and improvement practices are feasible.
<u>6</u>	Soils in this class are capable only of producing perennial forage crops, and improvement practices are not feasible.
<u>7</u>	Soils in this class have no capacity for arable culture or permanent pasture.
<u>0</u>	Organic Soils (not placed in capability classes).



- Soil serves as a platform for biosphere, hydrosphere and human activities.
- **Agricultural production**
- **Hydrogeologic functions**
- **Biogeochemicals cycles**
- **Biodiversity reservoir and conservation**
- **Climatic stability**
- **Landscape**

# World cement production

2011: 3,4 Gt

## L'età del cemento (1900 - ?)

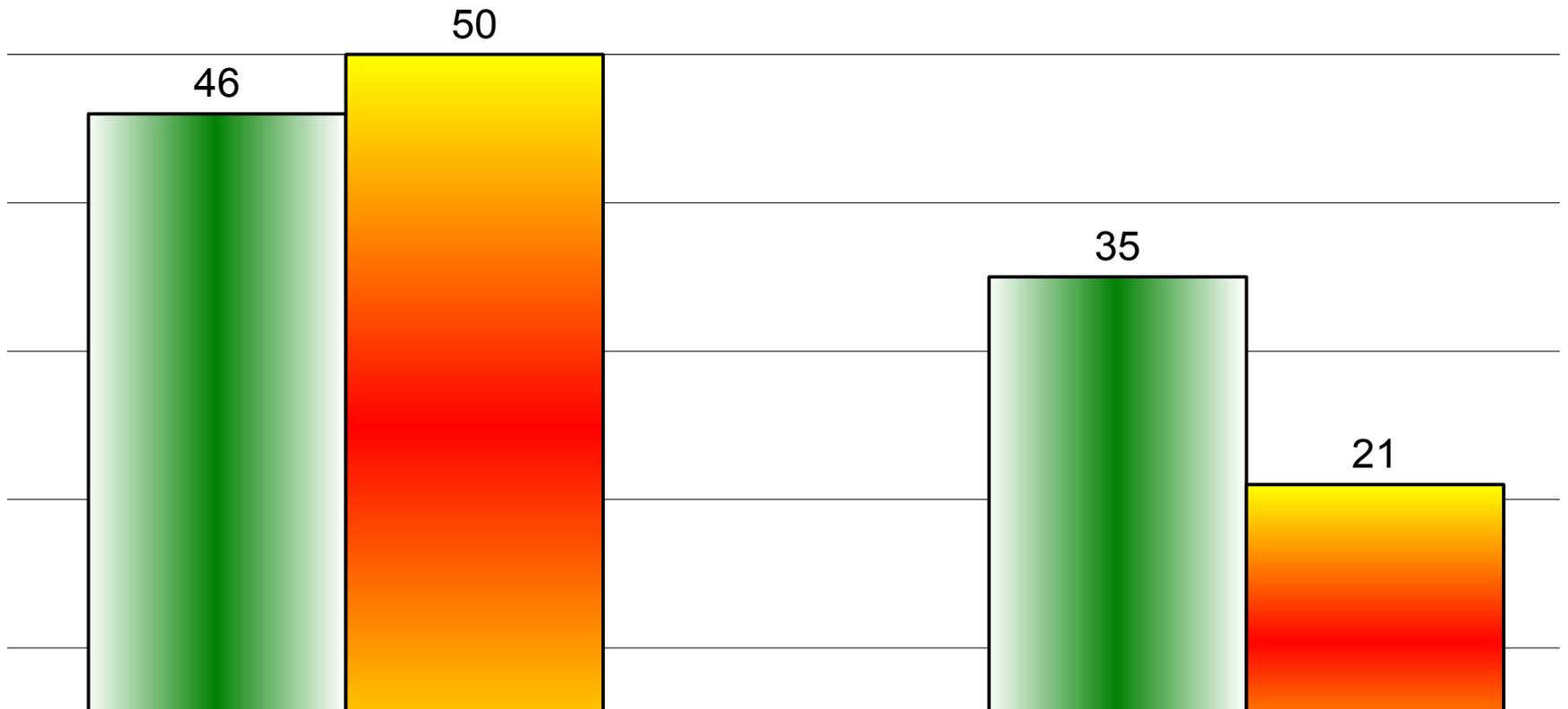
Produzione annua di cemento (Gt)



copyleft Ecoalfabeta 2008



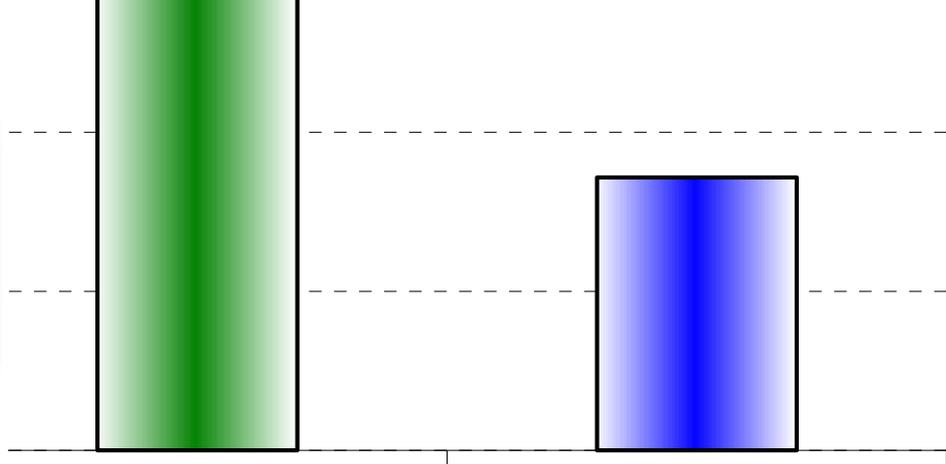
# Italy and Spain first and second EU cement producers



USGS Mineral Program Cement Report. (Jan 2012)



**S**



**I**

**F**

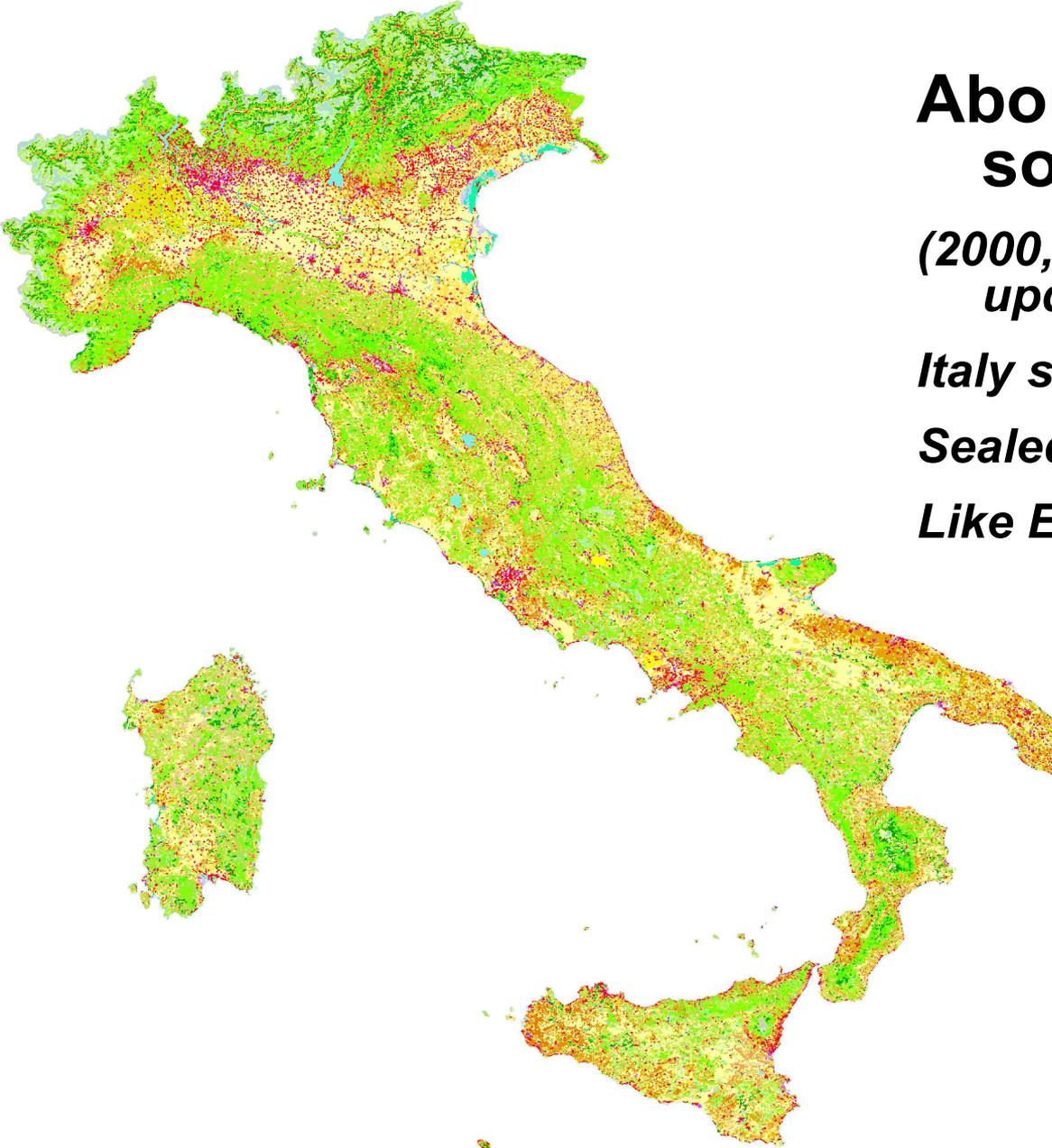
# About 7-8% of Italian soil is sealed

*(2000, Corine Land Cover and updates)*

*Italy surface=301.000 km<sup>2</sup>*

*Sealed: about 23.000 km<sup>2</sup>*

*Like Emilia Romagna region*





*Pragelato* Alta Val Chisone

The  
Tourist  
flyer

# The reality...



# Urban sprawl



**LOTTIZZAZIONE S.NAZZARO**

**VENDESI LOTTI**  
**CON DESTINAZIONE PRODUTTIVA**

Per informazioni rivolgersi a:

 **SCARAMUZZA FABRIZIO**  
calcestruzzi preconfezionati & costruzioni generali

**Salsomaggiore - tel. 0524 533554**







**Economic, financial and political pressures by building players**

**State, local governments, municipalities, citizens, all claim for buildable soil**

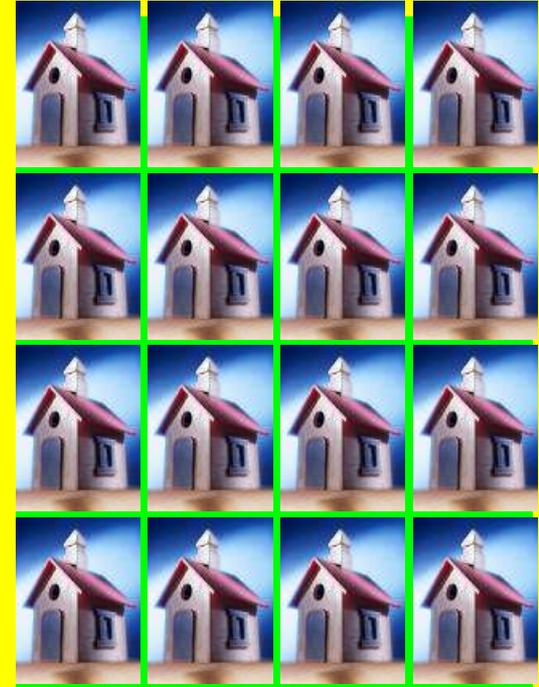




**94% available**



**87% available**



**75% available**



**50% available**

# Soil sealing in Italy is a well knowed dangerous situation since 50 yrs



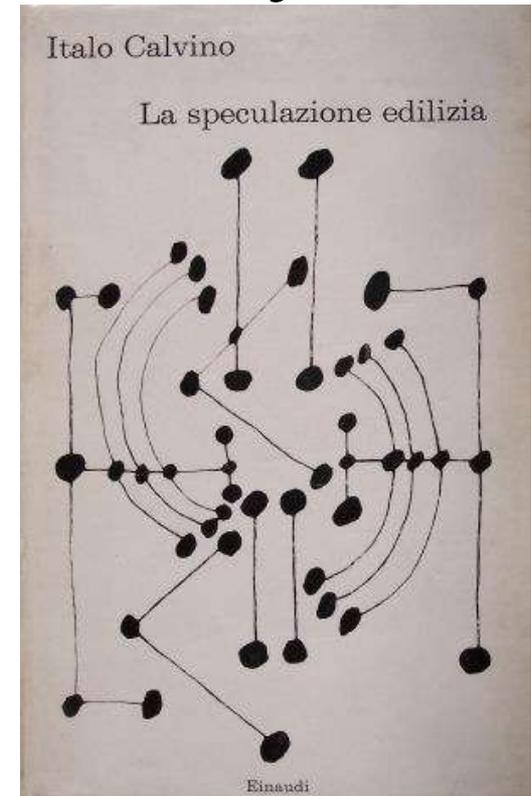
1956

**“I Vandali In Casa”**  
*di Antonio Cederna*  
riedito da Laterza  
nel 2006



1946 - 1970

**L'Italia Rovinata dagli Italiani**  
*di Leonardo Borgese*  
Rizzoli, 2005



1957-1963

**La speculazione edilizia**  
*di Italo Calvino*  
Einaudi



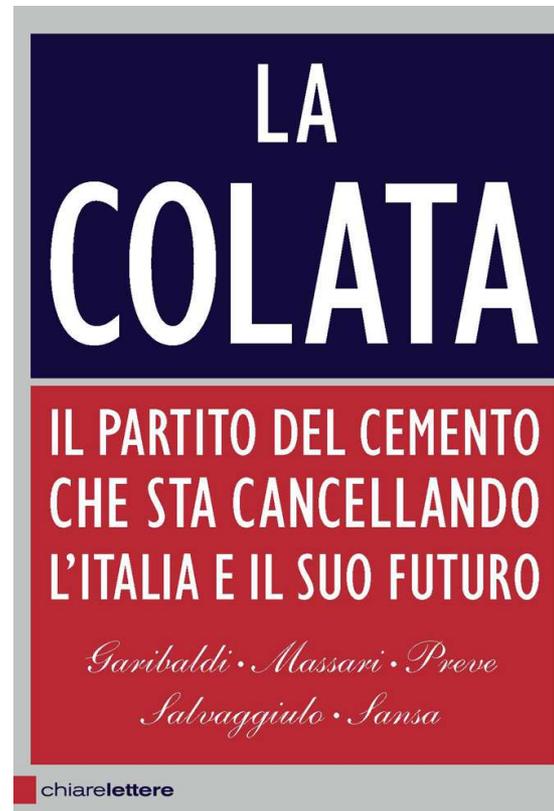
**2005**

**L'Inseguimento Umano**  
di Claudio Saragosa  
Ed. Donzelli



**2008**

**Il partito del cemento**  
di M. Preve e F. Sansa  
Ed. Chiarelettere



**2010**

**La colata**  
di Sansa/Preve  
et al.  
Chiarelettere



Luca MERCALLI  
Chiara SASSO

# LE MUCCHE NON MANGIANO CEMENTO

Viaggio tra gli ultimi pastori di Valsusa  
e l'avanzata del calcestruzzo

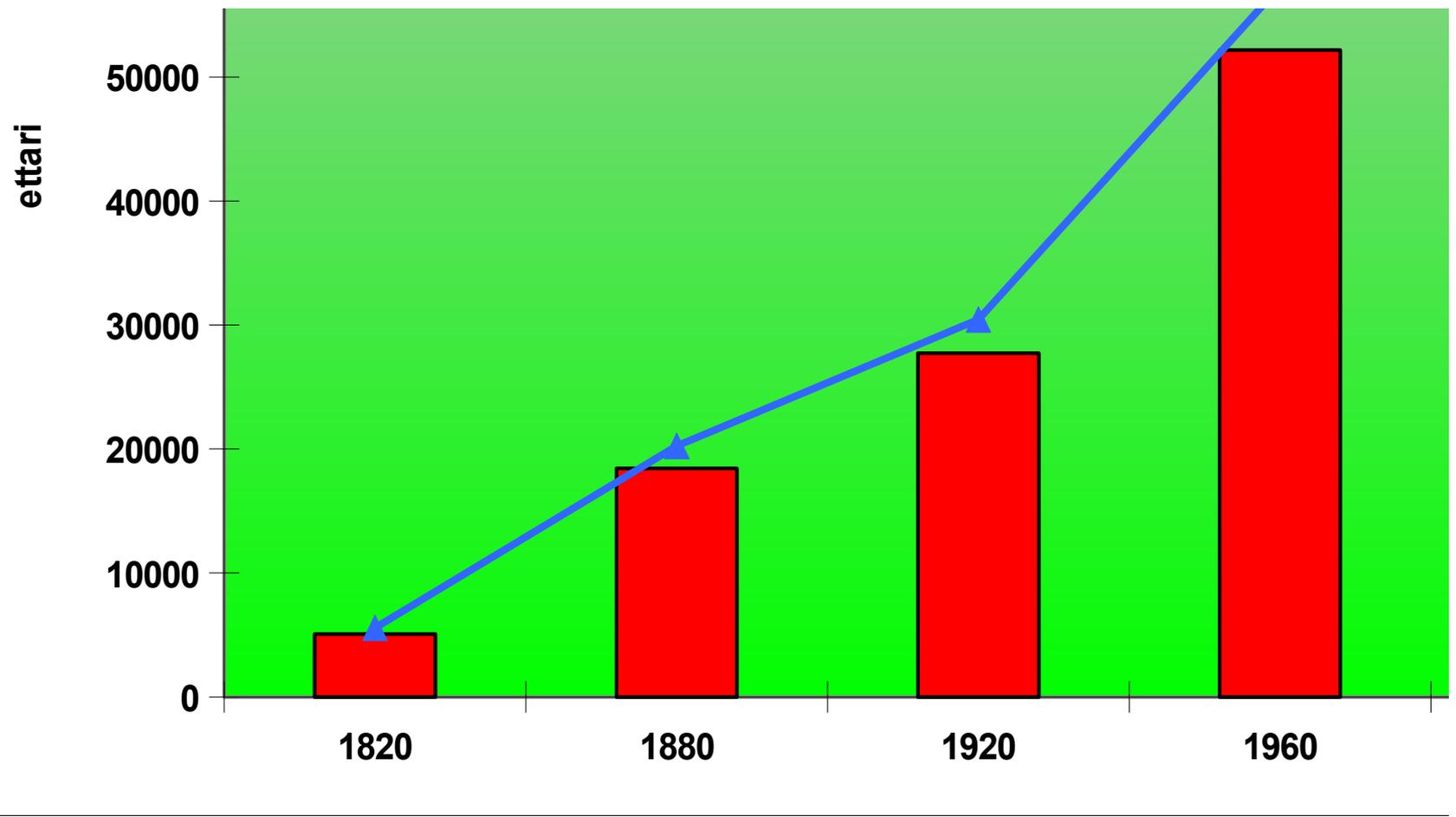


SMS

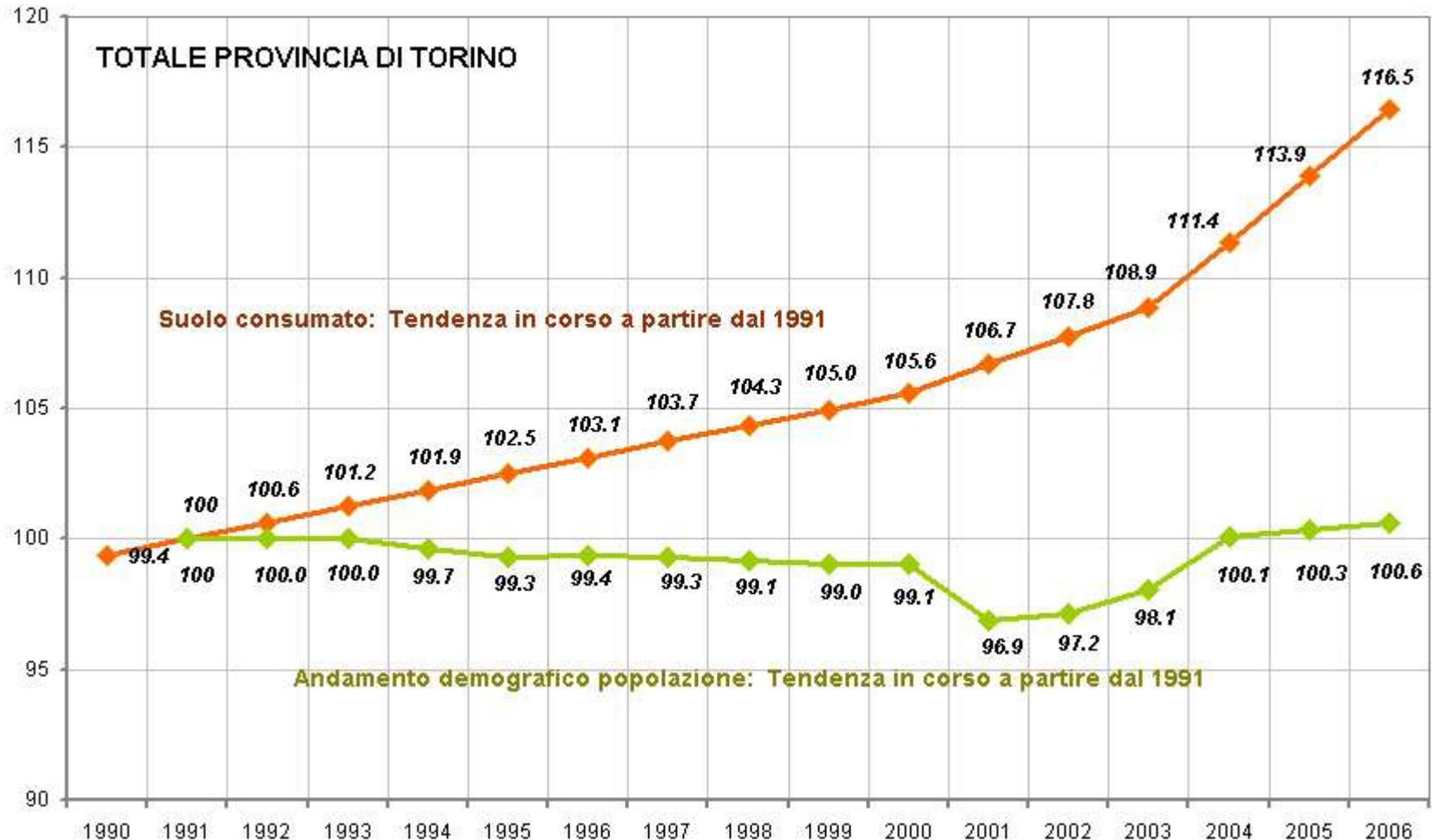


**2003 - L'Italia  
maltrattata**  
*di Francesco Erbani* - Ed.  
Laterza

**2004**



# Provincia Torino – [soil sealed vs population trend] 1990-2006



Da: Paolo Foietta – Andrea Ballocca - Il consumo di suolo nella Provincia di Torino, 2008

“Oggi in Italia non è possibile accedere ad alcuna banca dati sufficientemente accurata che informi circa il dato, attuale e retrospettivo, di consumo di suolo”

[http://it.wikipedia.org/wiki/Consumo\\_di\\_suolo](http://it.wikipedia.org/wiki/Consumo_di_suolo)



[www.consumosuolo.org](http://www.consumosuolo.org) Centro di Ricerca sui Consumi di Suolo – CRCS



<http://www.salviamoilpaesaggio.it/blog/>



<http://eddyburg.it/>



[www.stopalconsumoditerritorio.it/](http://www.stopalconsumoditerritorio.it/)

Il film “Il suolo minacciato” – [www.ilsuolominacciato.it](http://www.ilsuolominacciato.it)

L'appello della comunità scientifica

<http://www.proteggiamoilsuolo.it/>

# Agosto 2012

[www.politicheagricole.it](http://www.politicheagricole.it)



## Costruire il futuro: difendere l'agricoltura dalla cementificazione

Perdita di terreni agricoli,  
approvvigionamento  
alimentare e  
impermeabilizzazione del  
suolo

# 14 settembre 2012

- **Consumo del suolo, Mario Catania, Ministro Politiche agricole: con ddl approvato in CdM vogliamo cambiare modello di sviluppo del Paese**

"Grazie alle misure contenute nel disegno di legge contro il consumo del suolo, approvato oggi dal Consiglio dei Ministri, facciamo un decisivo passo in avanti per raggiungere **l'obiettivo di limitare la cementificazione sui terreni agricoli**, in modo da porre fine a un trend pericoloso per il Paese. Abbiamo introdotto - ha spiegato Catania - un sistema che sostanzialmente prevede di **determinare l'estensione massima di superficie agricole edificabile sul territorio nazionale**. Questa quota, quindi, viene ripartita tra le Regioni le quali, a caduta, la distribuiscono ai Comuni. In questo modo otterremo un **sistema che vincola l'ammontare massimo di terreno agricolo cementificabile distribuendolo armonicamente su tutto il territorio nazionale**".

- **UN PASSO AVANTI, MA E' UN VINCOLO TROPPO DEBOLE!**
- **PERMETTE ANCORA NUOVA CEMENTIFICAZIONE!**

# Landscape degradation



# Threatening food production



# More vulnerability

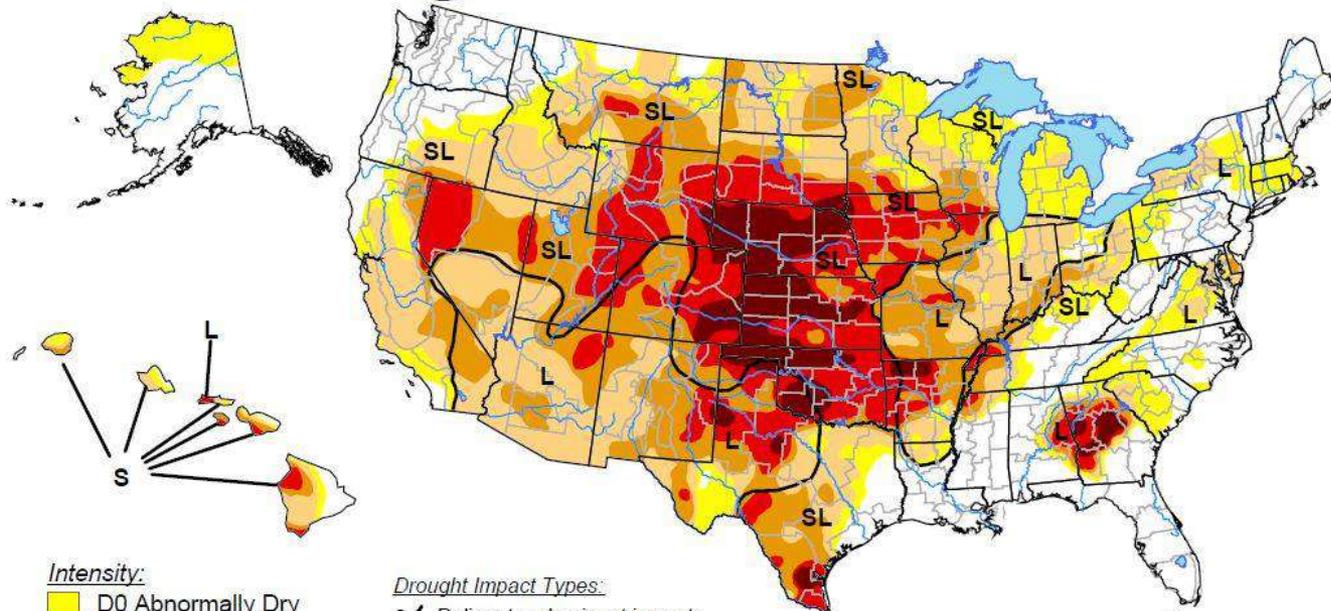


# Climatic change will affect food production

## U.S. Drought Monitor

September 18, 2012

Valid 7 a.m. EDT



### Intensity:

-  D0 Abnormally Dry
-  D1 Drought - Moderate
-  D2 Drought - Severe
-  D3 Drought - Extreme
-  D4 Drought - Exceptional

### Drought Impact Types:

-  Delineates dominant impacts
- S = Short-Term, typically <6 months  
(e.g. agriculture, grasslands)
- L = Long-Term, typically >6 months  
(e.g. hydrology, ecology)

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions.  
Local conditions may vary. See accompanying text summary  
for forecast statements.

<http://droughtmonitor.unl.edu/>



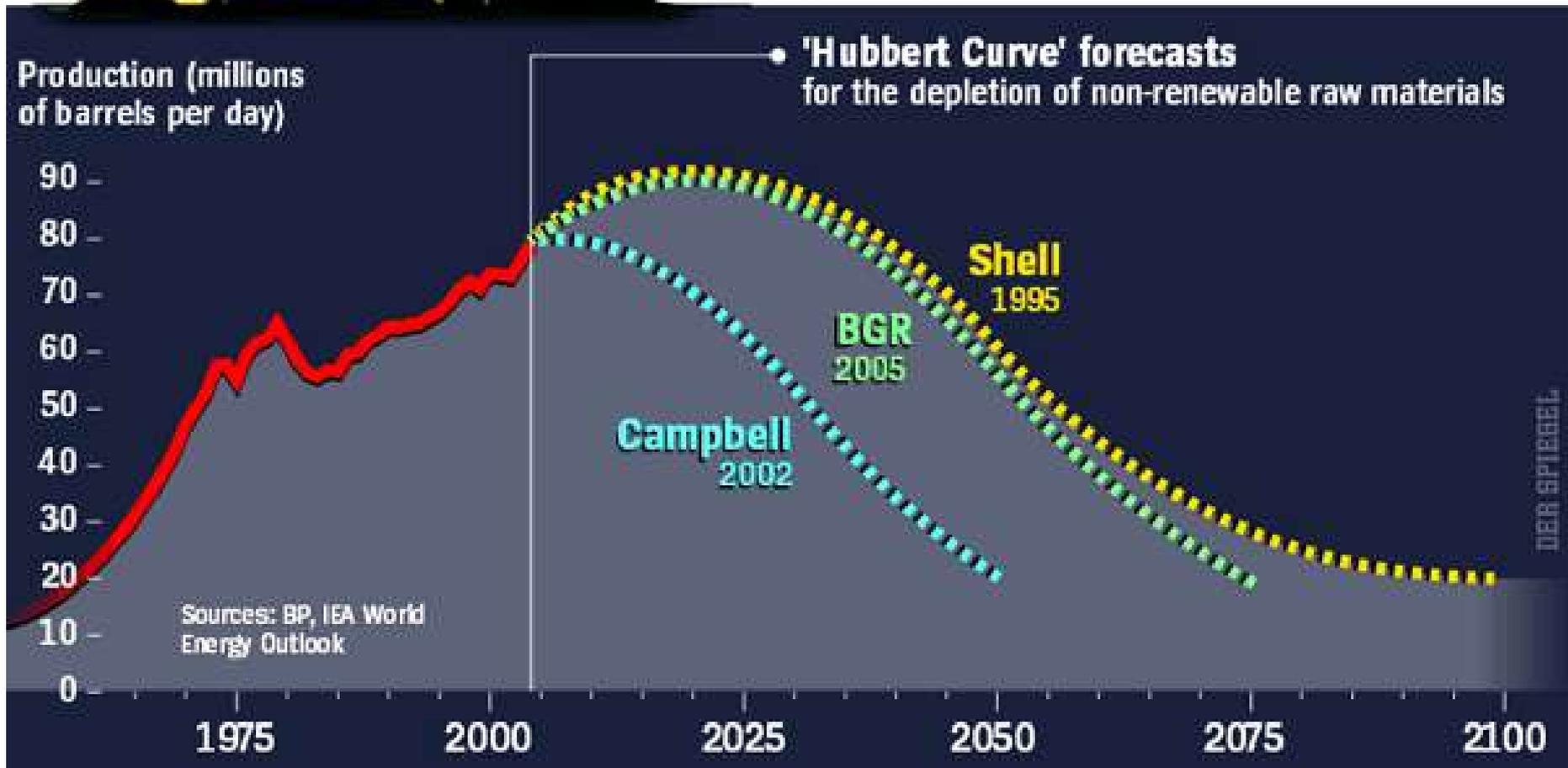
Released Thursday, September 20, 2012

Author: David Simeral, Western Regional Climate Center

# Peak oil will affect food production

## The End of Fossil Fuels

Crude oil production – history and future developments





**Earth shows limits to infinite  
growth!  
Soil availability is an excellent  
example**

**Soil sealing is irreversible!**

**We need good laws to protect soil.**



**LOADING** (SEALING)  
PLEASE WAIT...