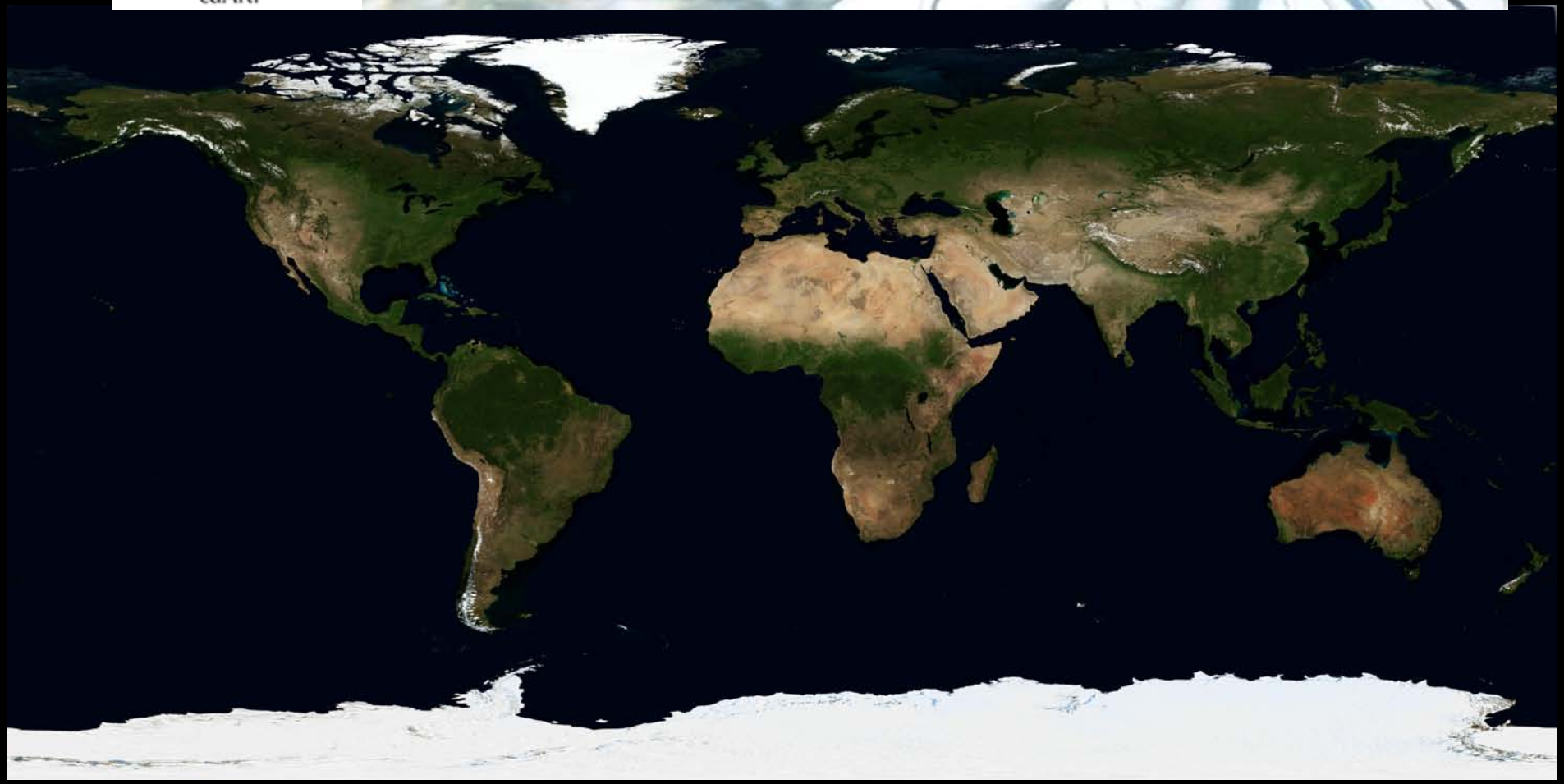
Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti

CHIARAMENTE SCIENZA

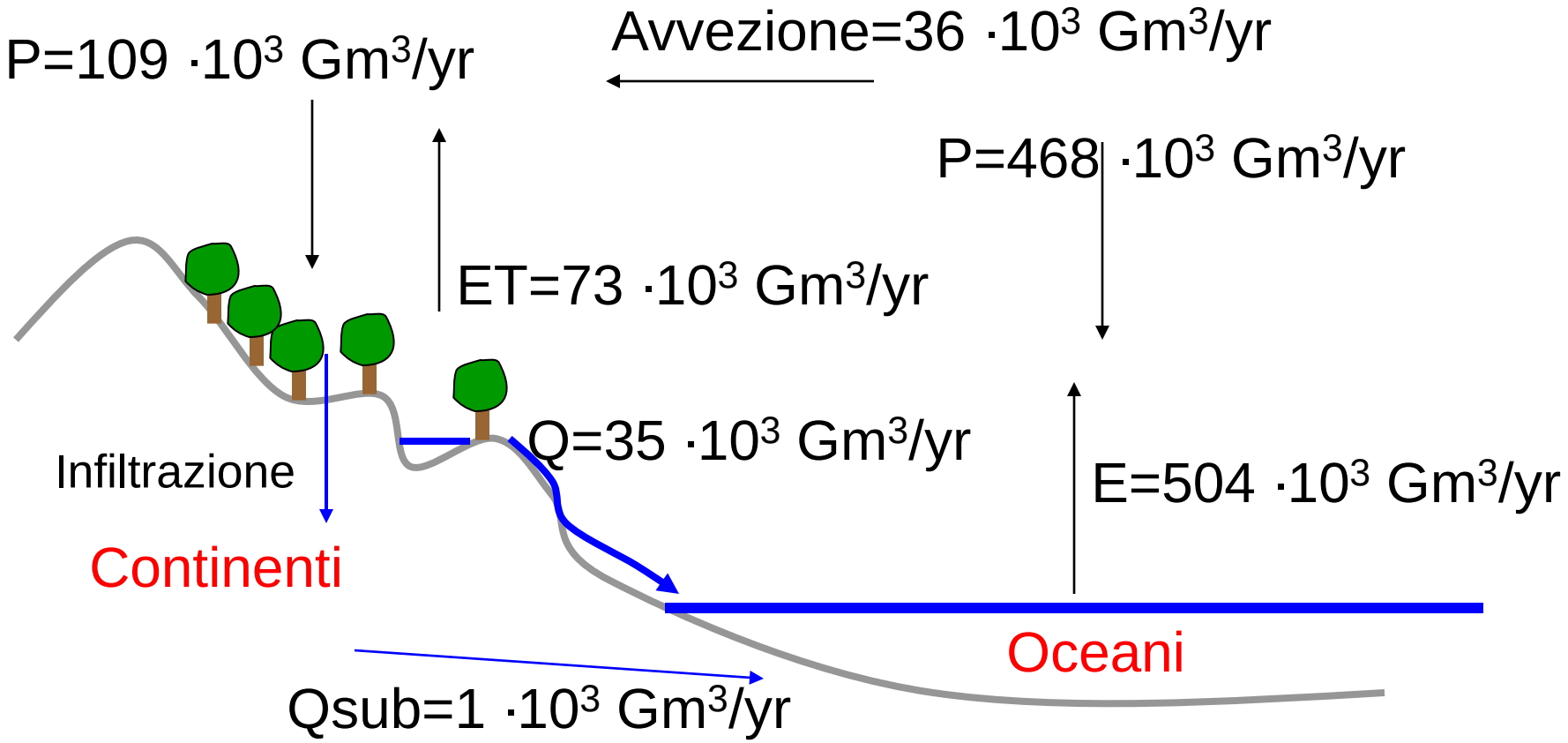


Il ciclo idrologico globale

M. Marani

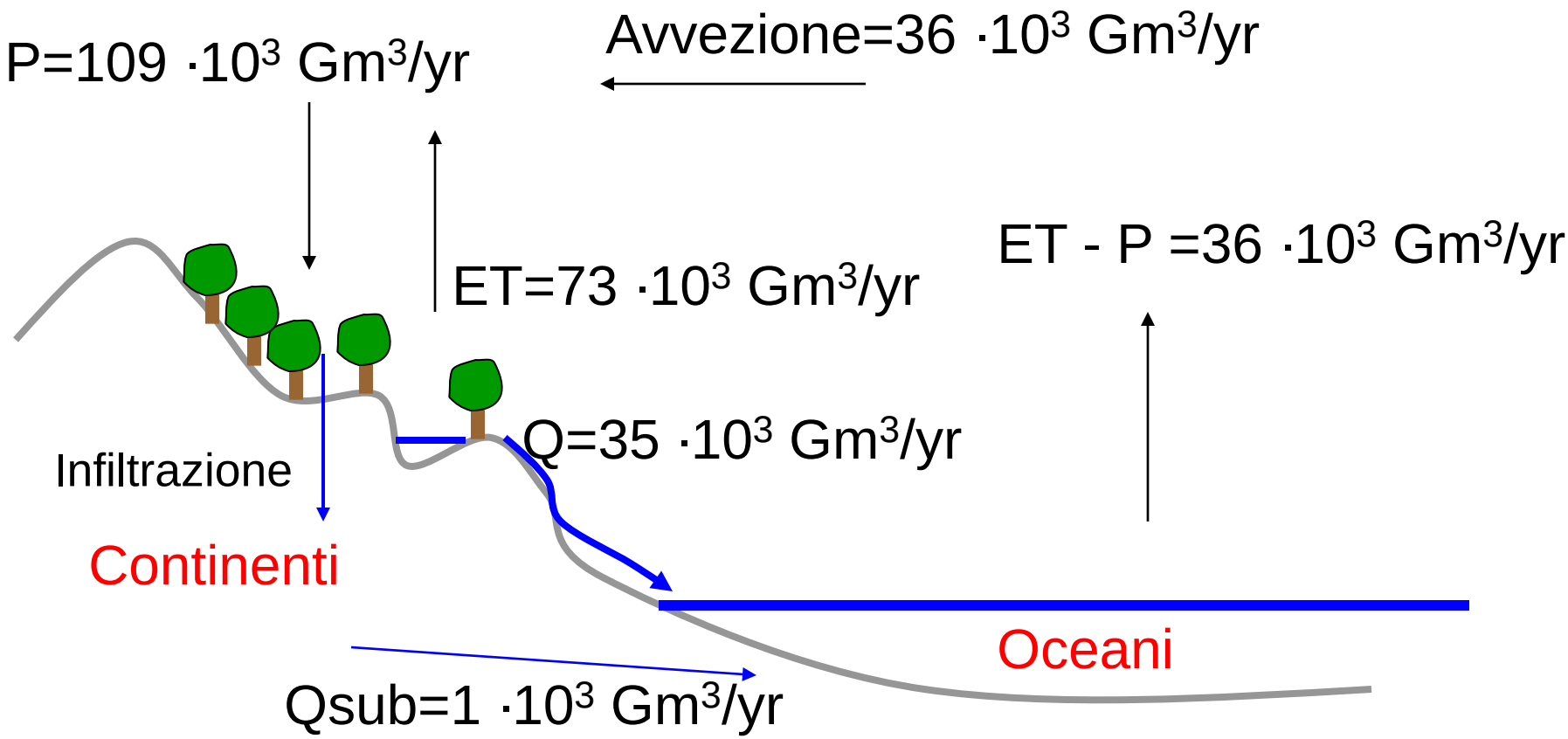
Università degli Studi di Padova

USGS
Il ciclo idrologico
Ghiacciai e nevai
Immagazzinamento idrico atmosferico
Condensazione
Sublimazione
Precipitazioni meteoriche
Evapotranspirazione
Evaporazione
Ruscellamento
Ruscellamento da fusione dei ghiacciai e nevai
Deflusso in fiumi
Evaporazione
Infiltrazione
Sorgente
Corpo idrico superficiale dolce
Flusso di acque sotterranee
Corpo idrico superficiale salino (mare)
Corpo idrico sotterraneo (acque sotterranee)
U.S. Department of the Interior
U.S. Geological Survey



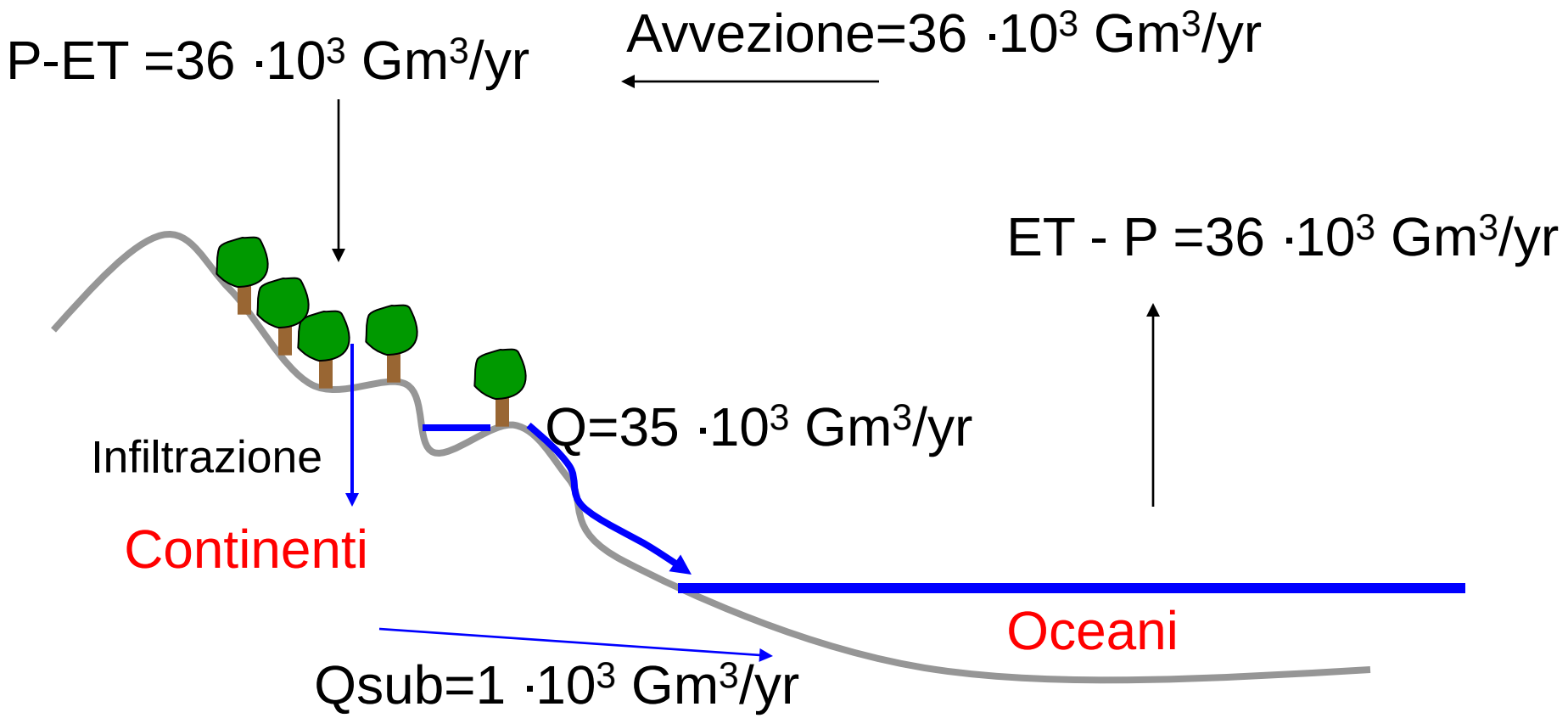
Gli oceani sono la sorgente principale di vapore che circola nel ciclo idrologico e alimentano la precipitazione sui continenti

(Fonte NRC)



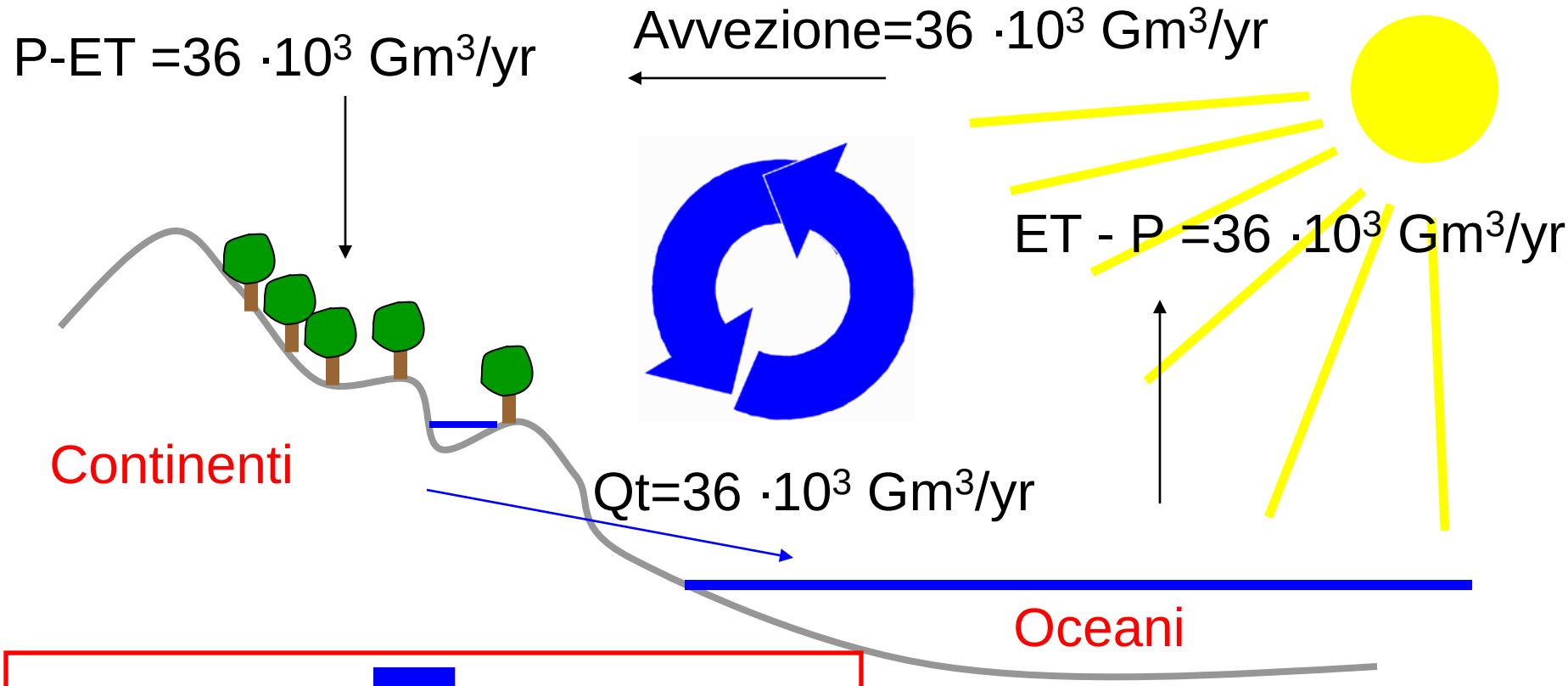
Gli oceani sono la sorgente principale di vapore che circola nel ciclo idrologico e alimentano la precipitazione sui continenti

(Fonte NRC)



Gli oceani sono la sorgente principale di vapore che circola nel ciclo idrologico e alimentano la precipitazione sui continenti

(Fonte NRC)

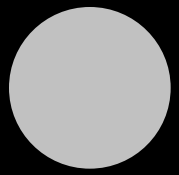


Gli oceani sono la sorgente principale di vapore che circola nel ciclo idrologico e alimentano la precipitazione sui continenti

Collocazione dei volumi d'acqua nel ciclo idrologico

Riserva	Volume (10^6 km^3)	Percentuale del totale
Oceani	1370	97,25
Ghiacciai	29	2,05
Acque sotterranee	9,5	0,68
Laghi	0,125	0,01
Umidità del suolo	0,065	0,005
Atmosfera	0,013	0,001
Corsi d'acqua	0,0017	0,0001
Biosfera	0,0006	0,00004

Collocazione dei volumi d'acqua nel ciclo idrologico

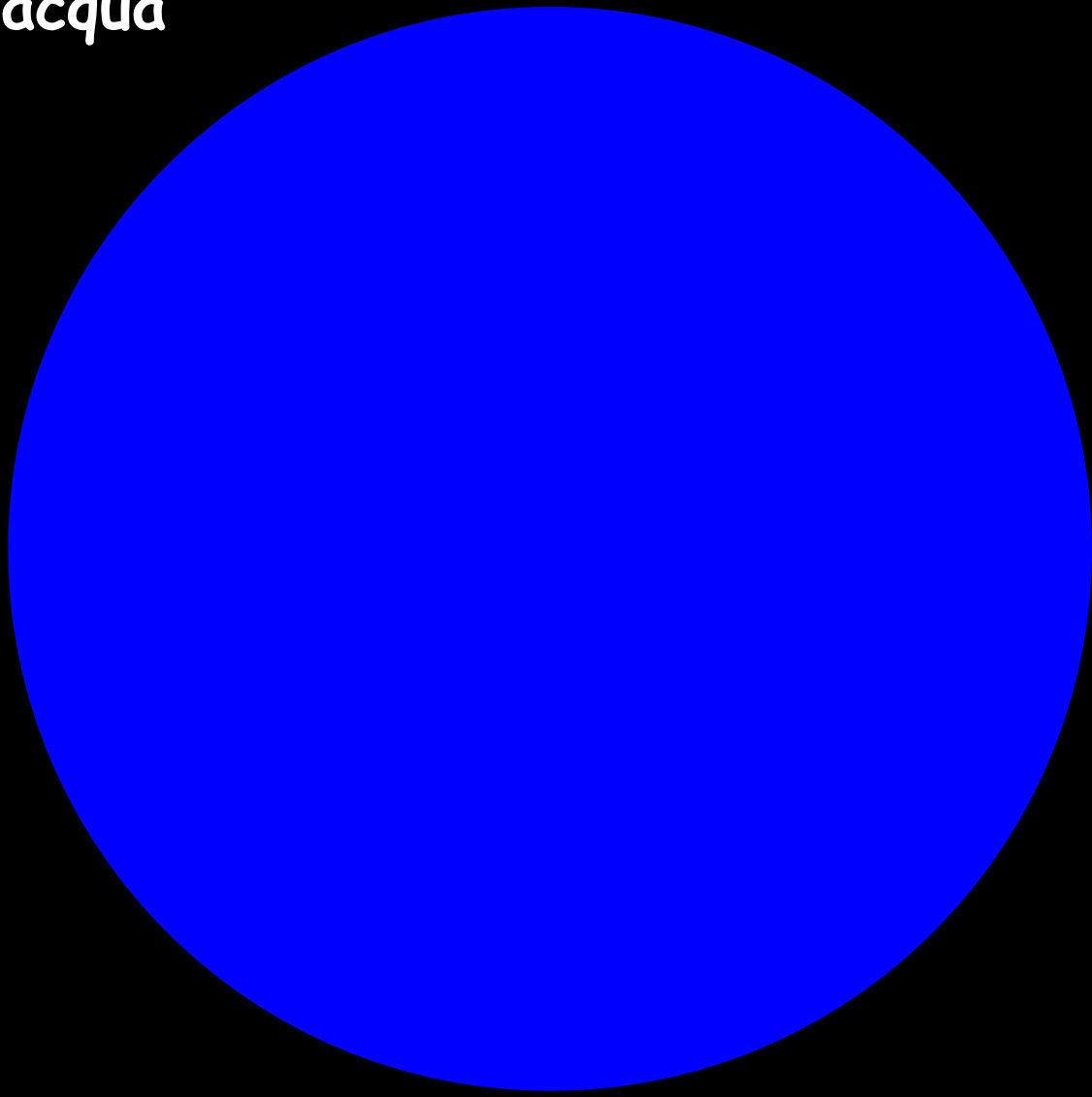


Ghiacciai

Acque sotterranee

Acque superf.

Atmosfera

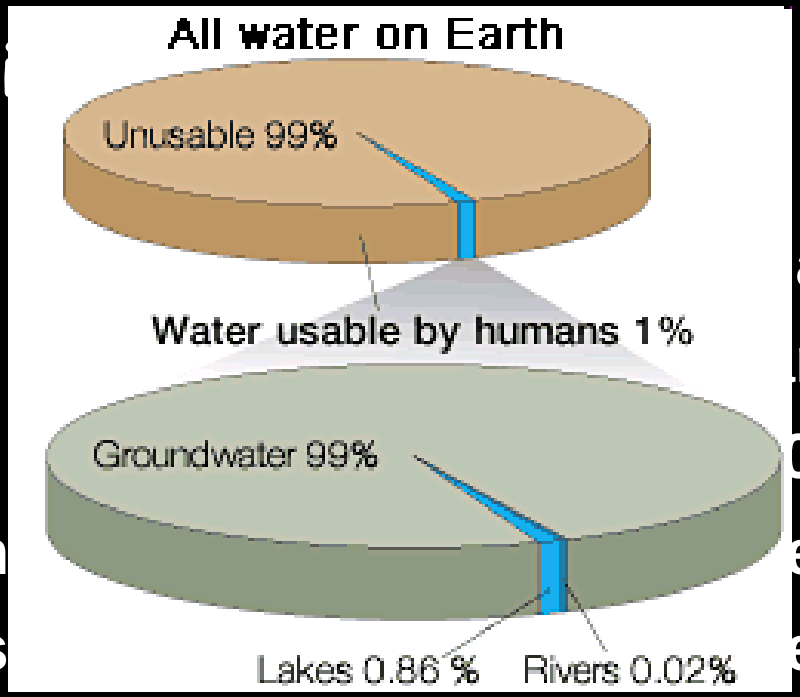


Oceani

Tempi medi di residenza

Riserva	Tempo di residenza
Antartide	20.000 anni
Oceani	3.200 anni
Ghiacciai	20 - 100 anni
Neve stagionale	2 - 6 mesi
Umidità del suolo	1 - 2 mesi
Acque sotterranee superficiali	100 - 200 mesi
Acque sotterranee profonde	10.000 anni
Laghi	50 - 100 anni
Fiumi	2 - 6 mesi
Atmosfera	9 giorni

Tempi medi



Riserva	di residenza
Antartide	anni
Oceani	nni
Ghiacciai	0 anni
Neve stagion	esi
Umidità del s	esi
Acque sotterranee superficiali	100 - 200 mesi
Acque sotterranee profonde	10.000 anni
Laghi	50 - 100 anni
Fiumi	2 - 6 mesi
Atmosfera	9 giorni

Qualche elemento storico

Primi canali di irrigazione in Mesopotamia: 7000-6000 A.C.

Agricoltura in Egitto da ca. 5000 A.C., gestione delle piene del Nilo

Primo documento scritto su gestione risorse idriche: Uruk – tavoletta ca. 3300 A.C. che menziona la necessità di *'pulire i canali di irrigazione più piccoli'*

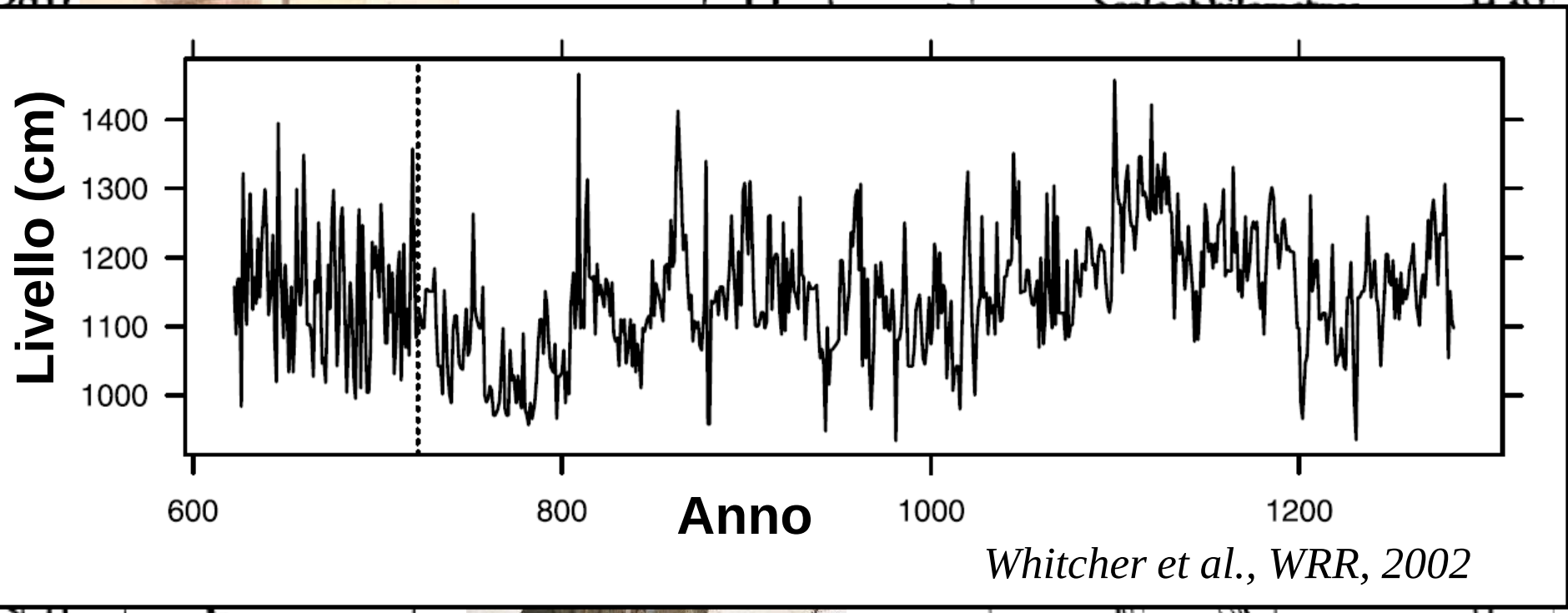
Dighe in terra e pietre in Mesopotamia 4000-3000 A.C.

Yu Il Grande in Cina nel 2000 A.C.: *'Condusse i Fiumi al mare, come i nobili alla corte'*

Impero romano: dighe ed acquedotti

Diga di Cornalvo
Spagna - II Sec DC

Acquedotto di Nimes
Francia I sec DC



Whitcher et al., WRR, 2002

Isola Elefantina

'Nilometri'

Toussoun, 1922

Hurst, 1927

Principali fattori che influenzano il ciclo idrologico (ovvero modi nei quali l'uomo può interferire con esso):

- Radiazione solare incidente;

-Aerosol atmosferici (naturali e antropogenici);

- La temperatura superficiale (gas serra!);

-Serbatoi artificiali e irrigazione;

-Impermeabilizzazione delle superfici;

- Attingimento dalle falde con tassi elevati (sostenibilità)

Principali fattori che influenzano il ciclo idrologico (ovvero modi nei quali l'uomo può interferire con esso):

- Radiazione solare incidente;

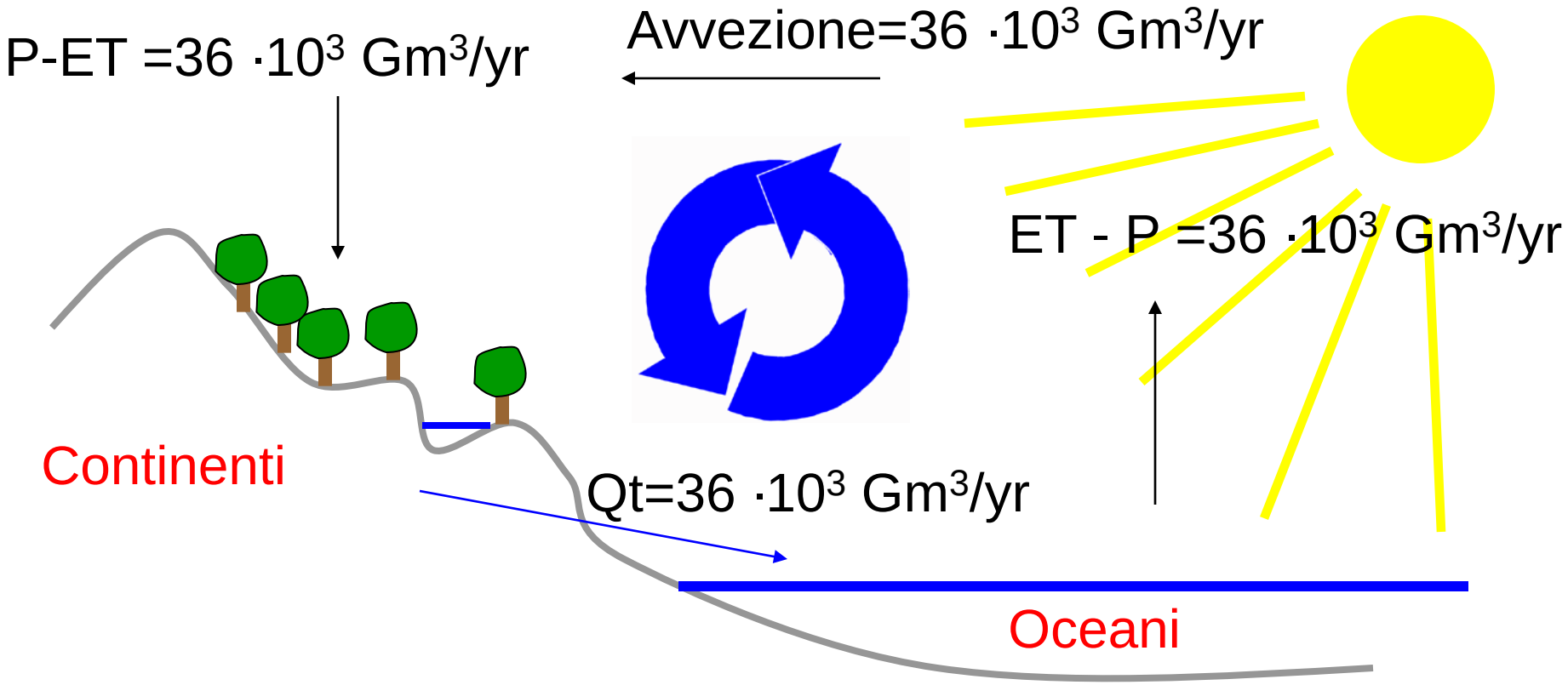
-Aerosol atmosferici (naturali e antropogenici);

- La temperatura superficiale (gas serra!);

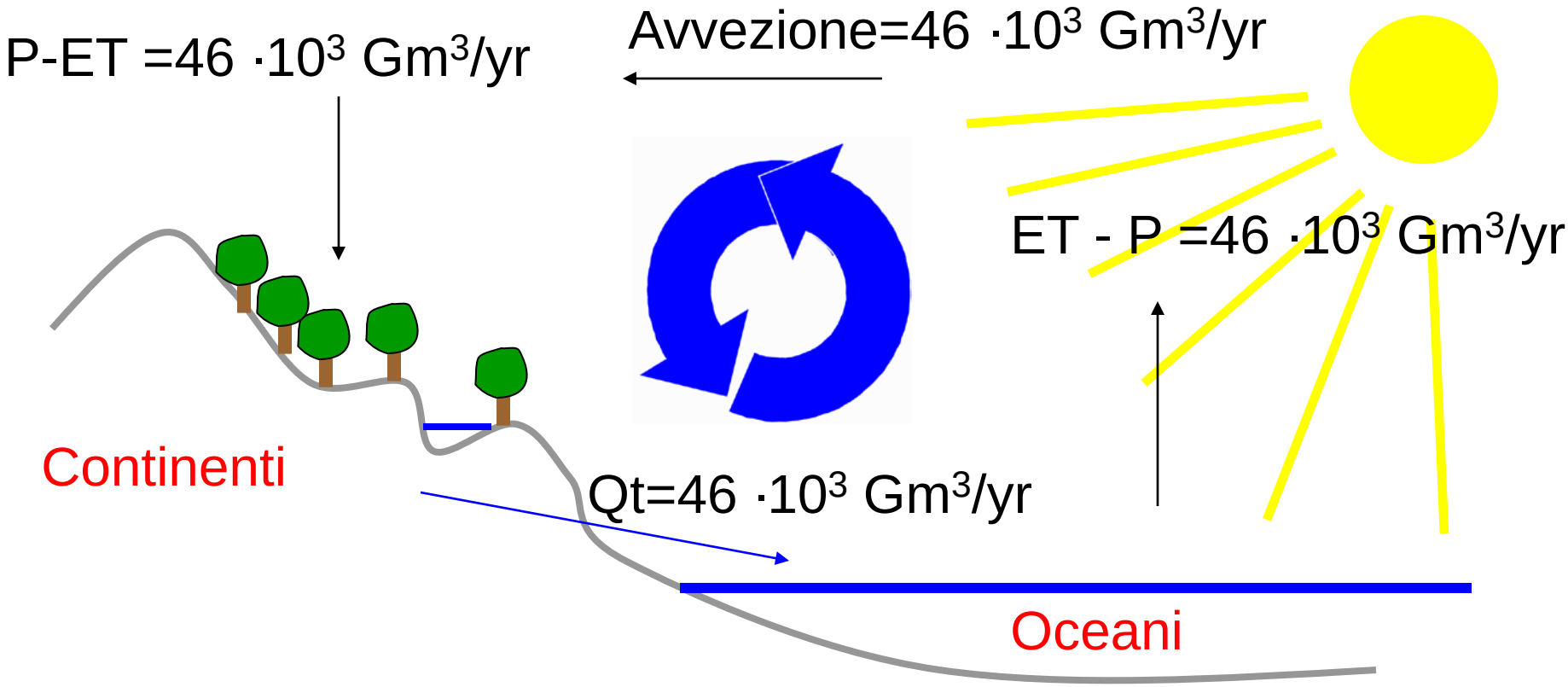
-Serbatoi artificiali e irrigazione;

-Impermeabilizzazione delle superfici;

- Attingimento dalle falde con tassi elevati (sostenibilità)

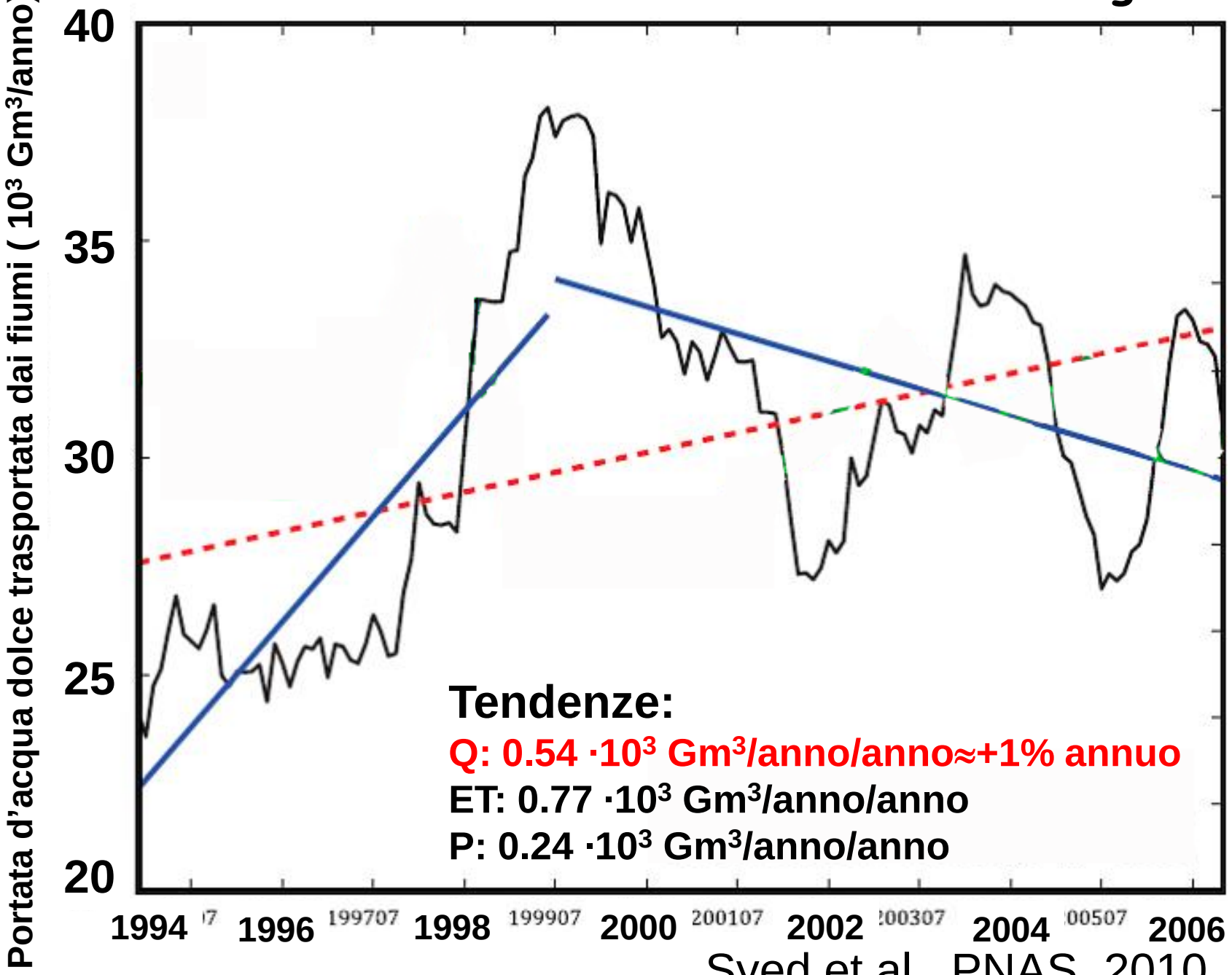


Intensità del ciclo idrologico e sue variazioni



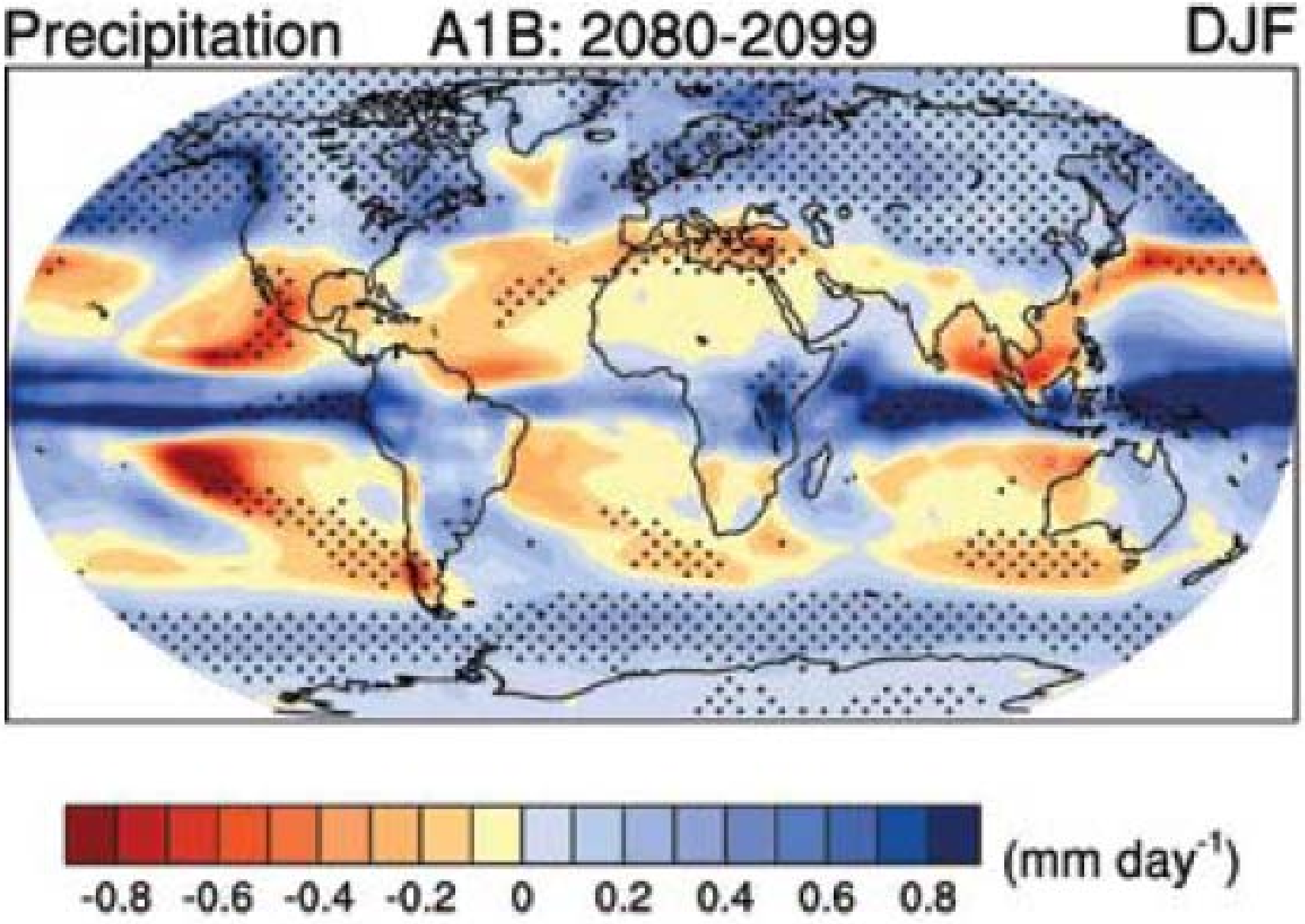
Intensità del ciclo idrologico e sue variazioni: se il ciclo idrologico accelera i flussi (P,ET, Q) devono aumentare

L'accelerazione del ciclo idrologico



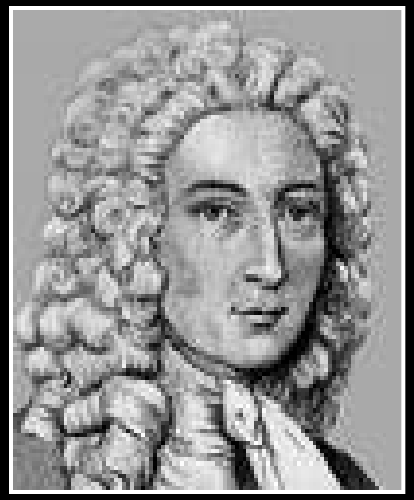
Syed et al., PNAS, 2010

Variazione della precip. nel prossimo secolo (IPCC, 2007)

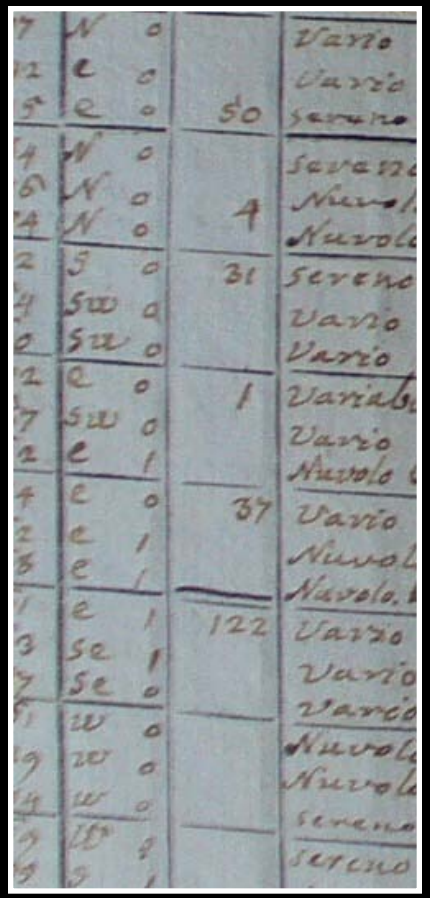


La serie secolare di precipitazione misurata a Padova (1725-)

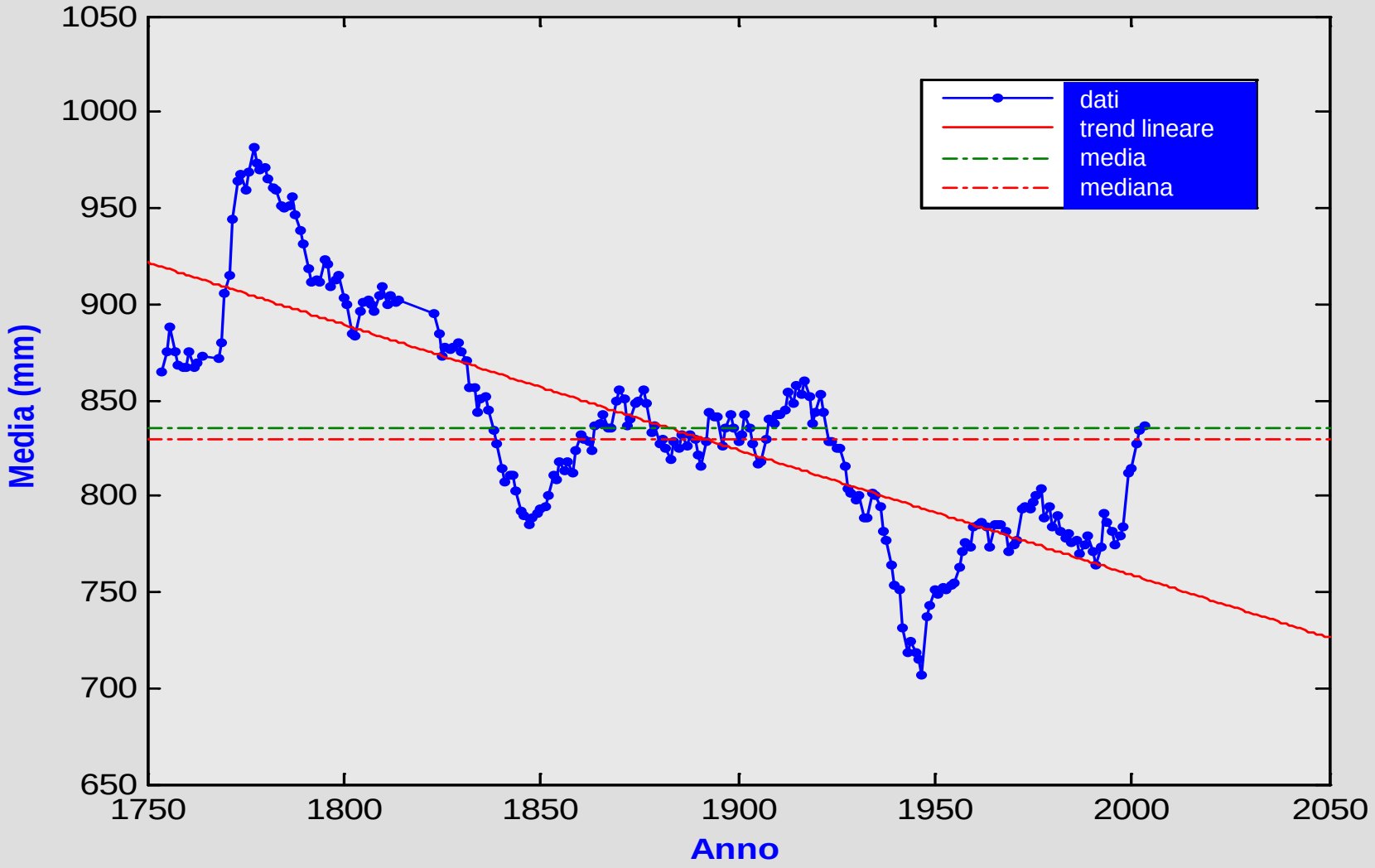
LA SPECOLA



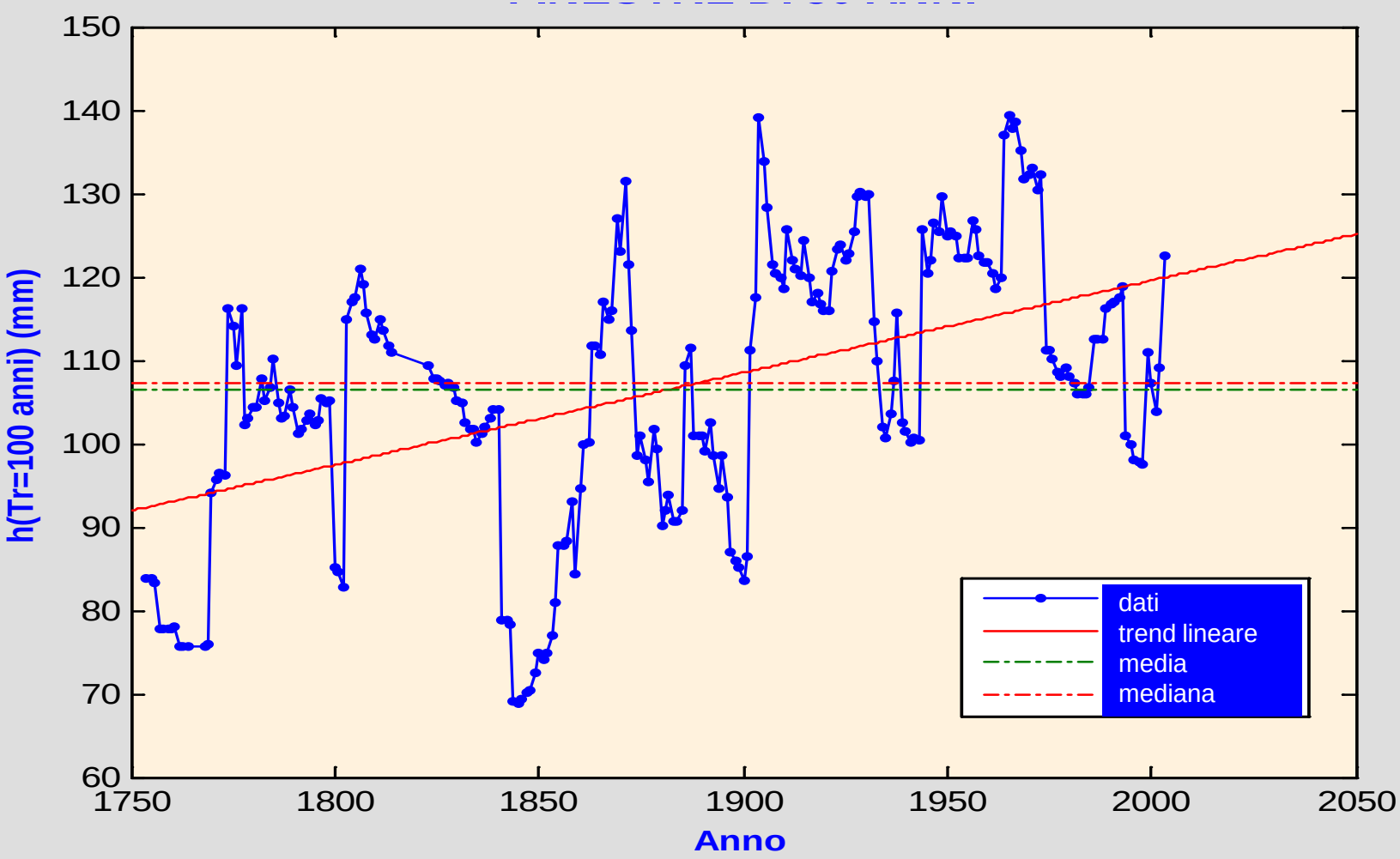
G. Poleni



Piogge a Padova: medie annuali



Piogge a Padova: precipitazioni con T_r=100 anni



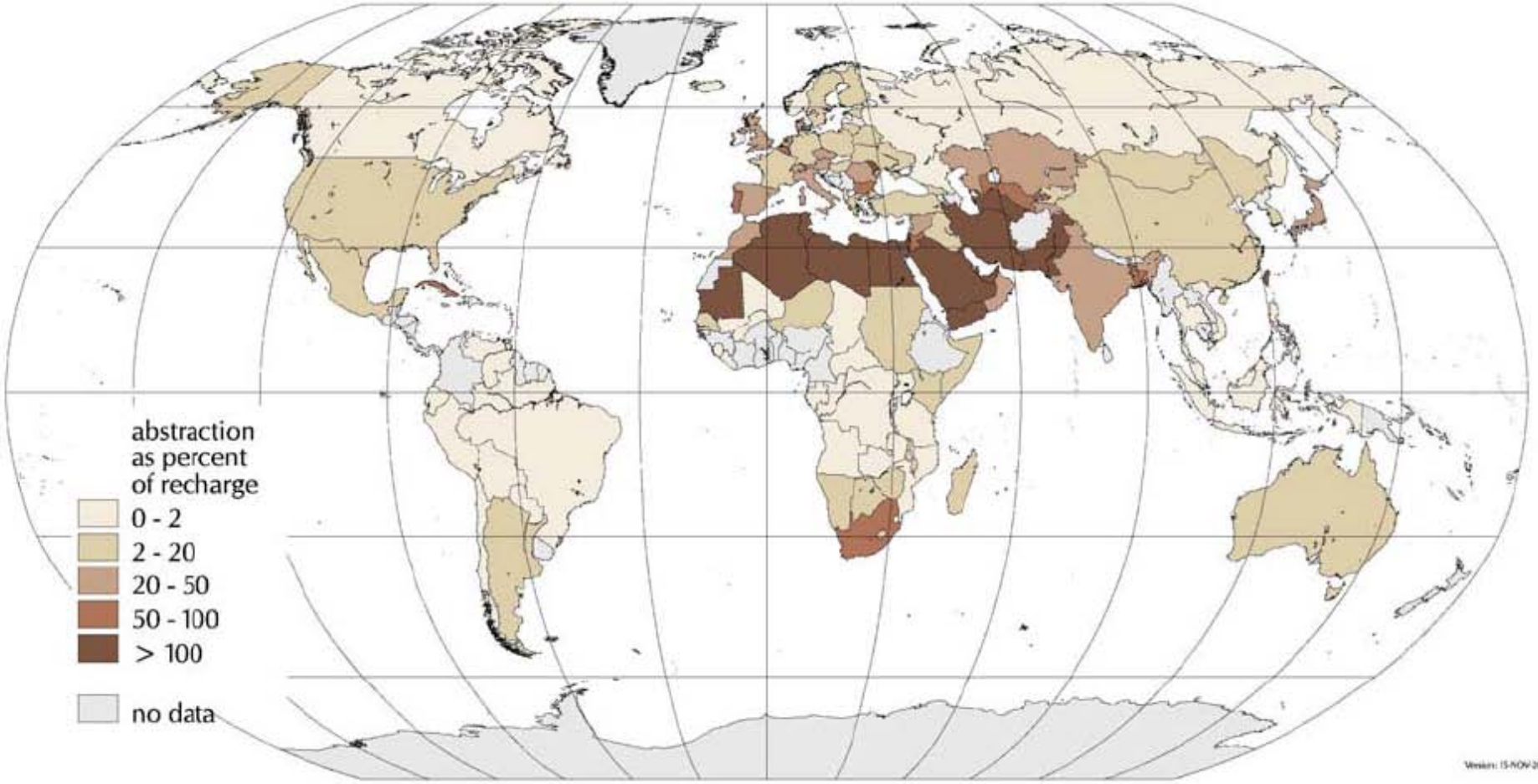
Principali conseguenze di un accelerato ciclo idrologico:

-Minore infiltrazione e ricarica delle falde regionali

- Maggiore deflusso superficiale e più intensi eventi di piena

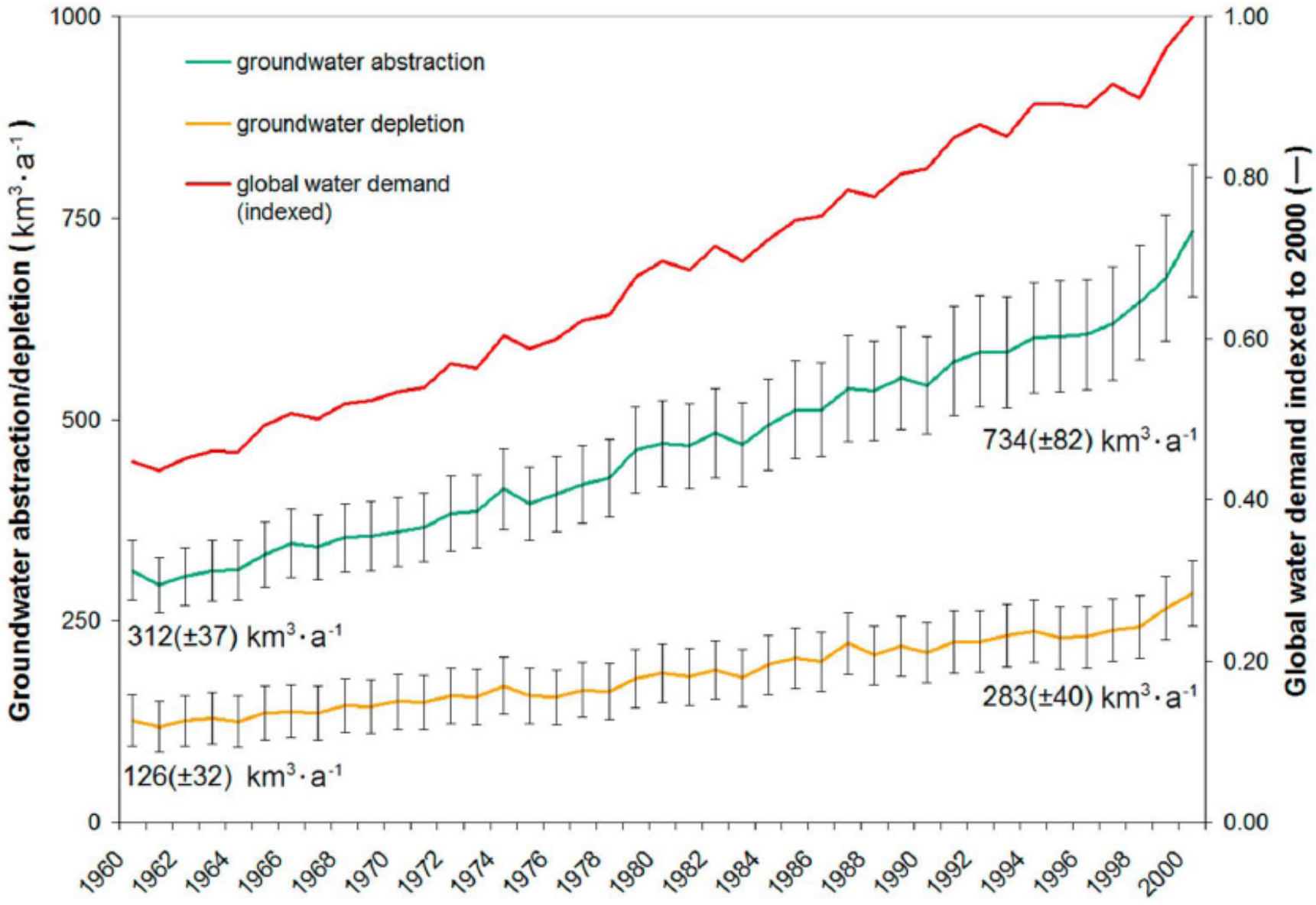
-Minore disponibilità di risorsa idrica;

Riduzione delle risorse idriche sotterranee



Attingimenti dalla falda in % rispetto alla ricarica
(International Groundwater Resources Assessment Center, 2004)

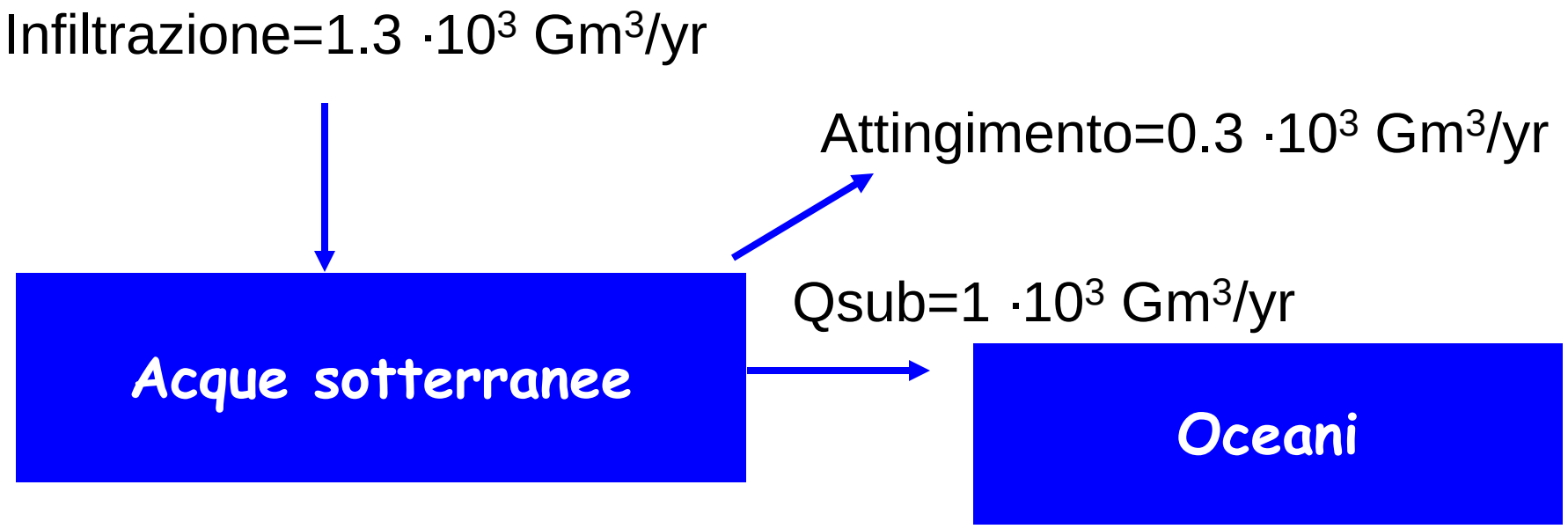
Riduzione del risorse idriche sotterranee



Wada et al., GRL, 2010

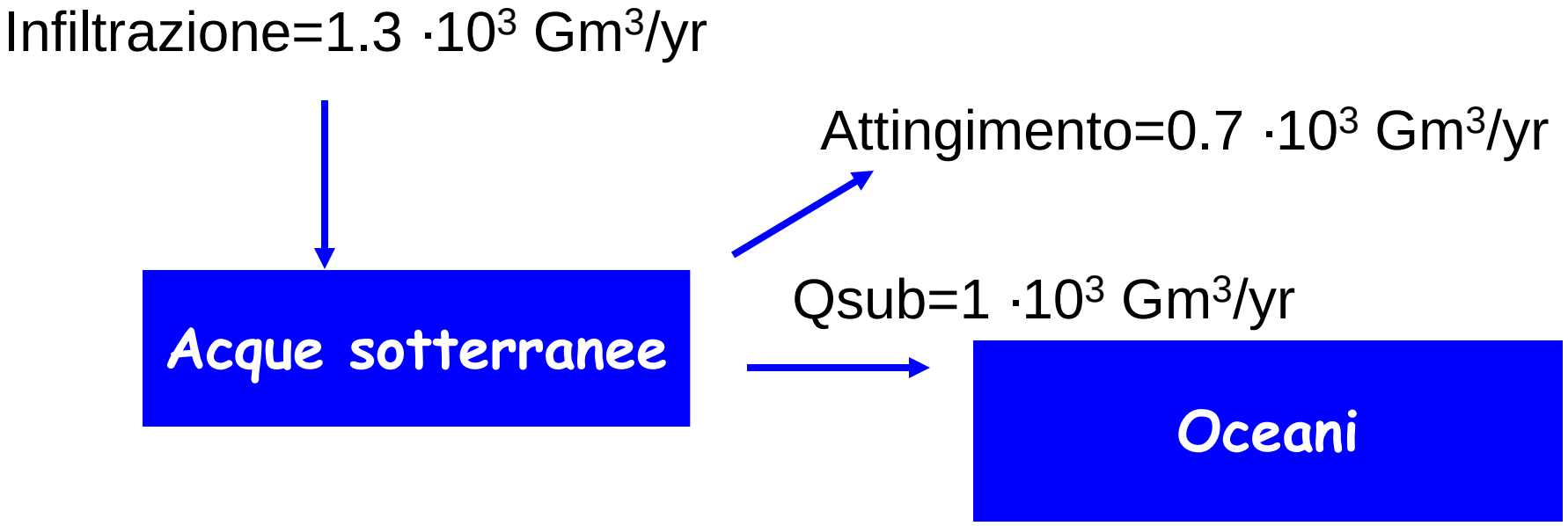
Riduzione delle risorse idriche sotterranee

Configurazione anni '60:



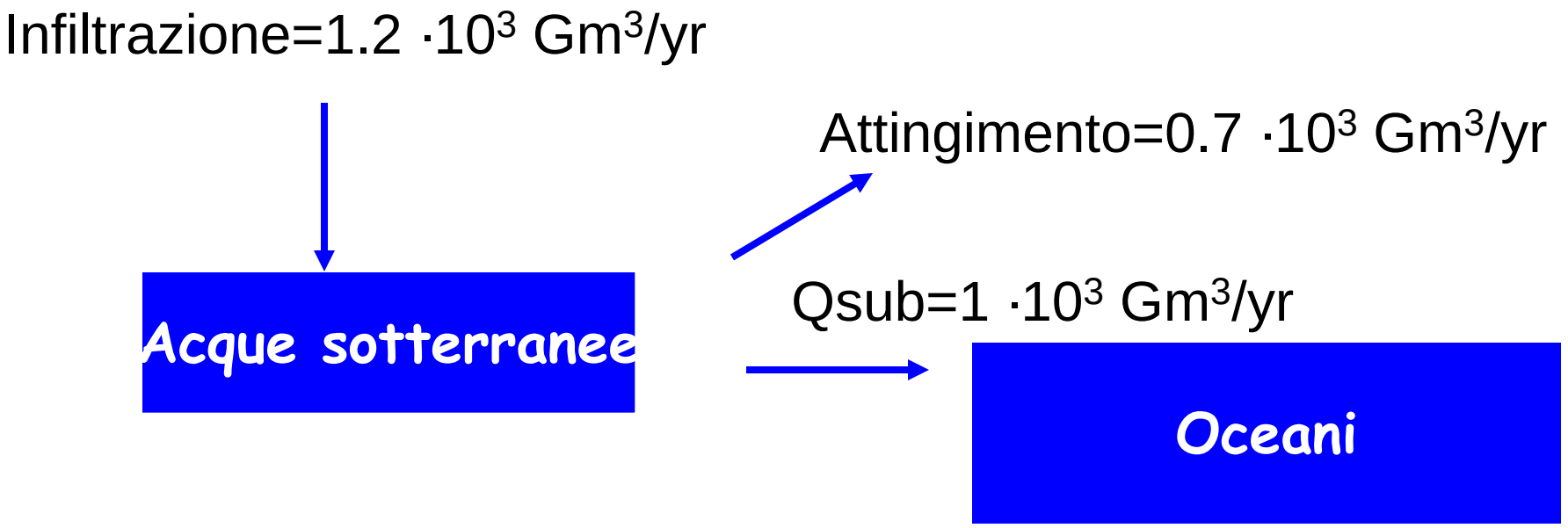
Riduzione delle risorse idriche sotterranee

Configurazione XXI secolo:

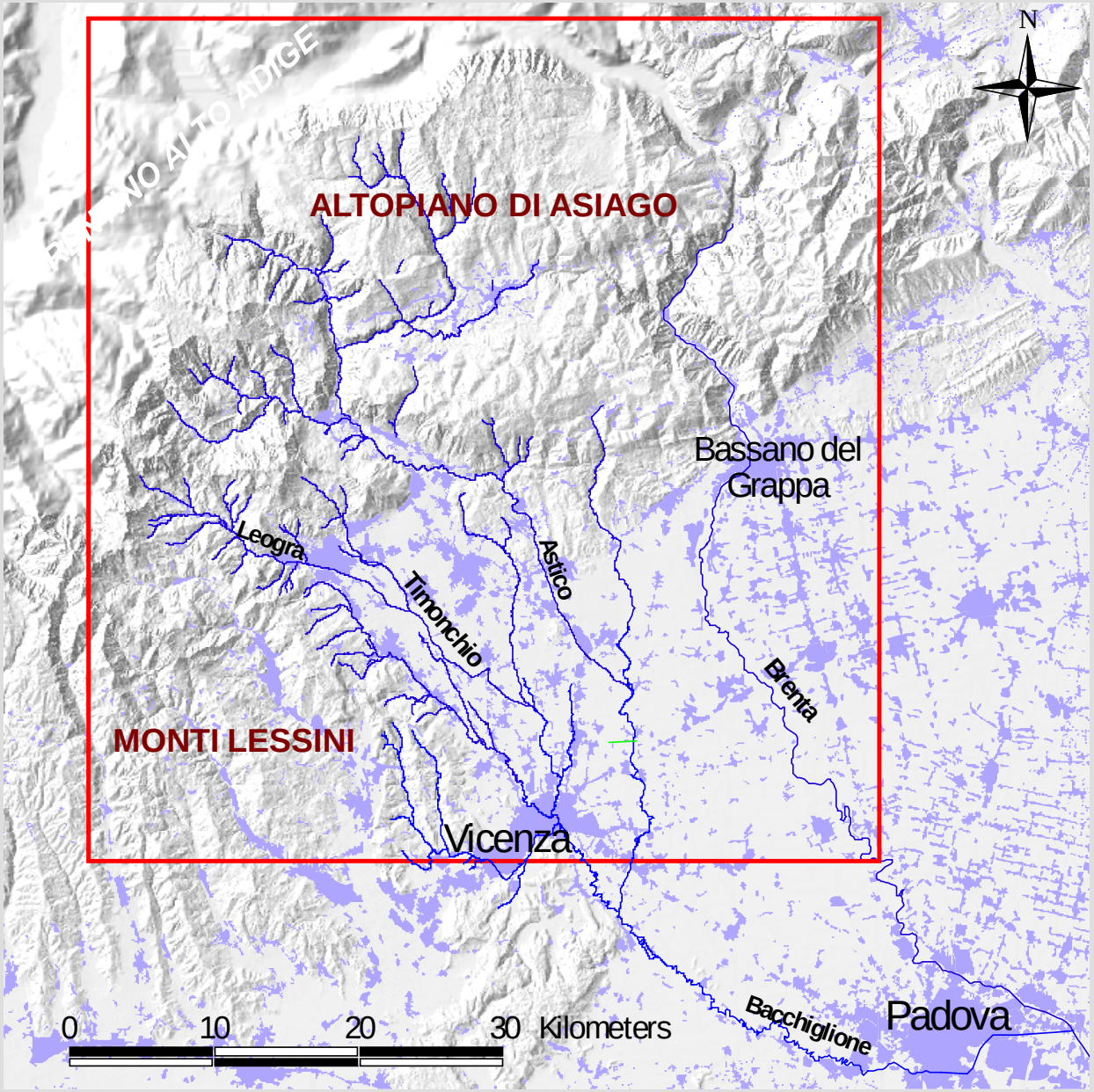


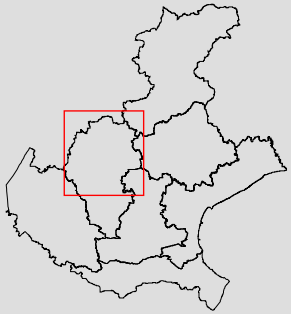
Riduzione delle risorse idriche sotterranee

Configurazione XXI secolo con riduzione infiltrazione:

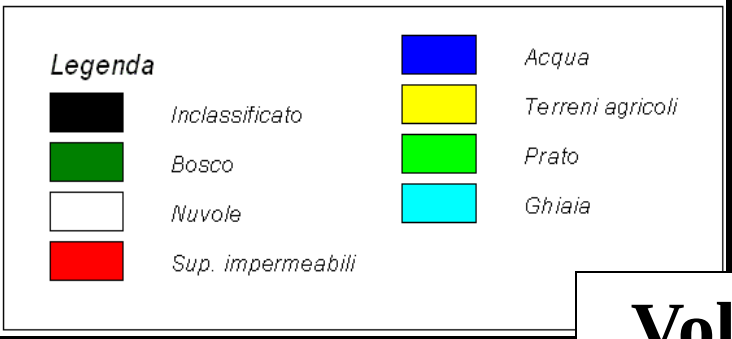


Variazioni della ricarica della falda regionale





Telerilevamento ed uso del suolo



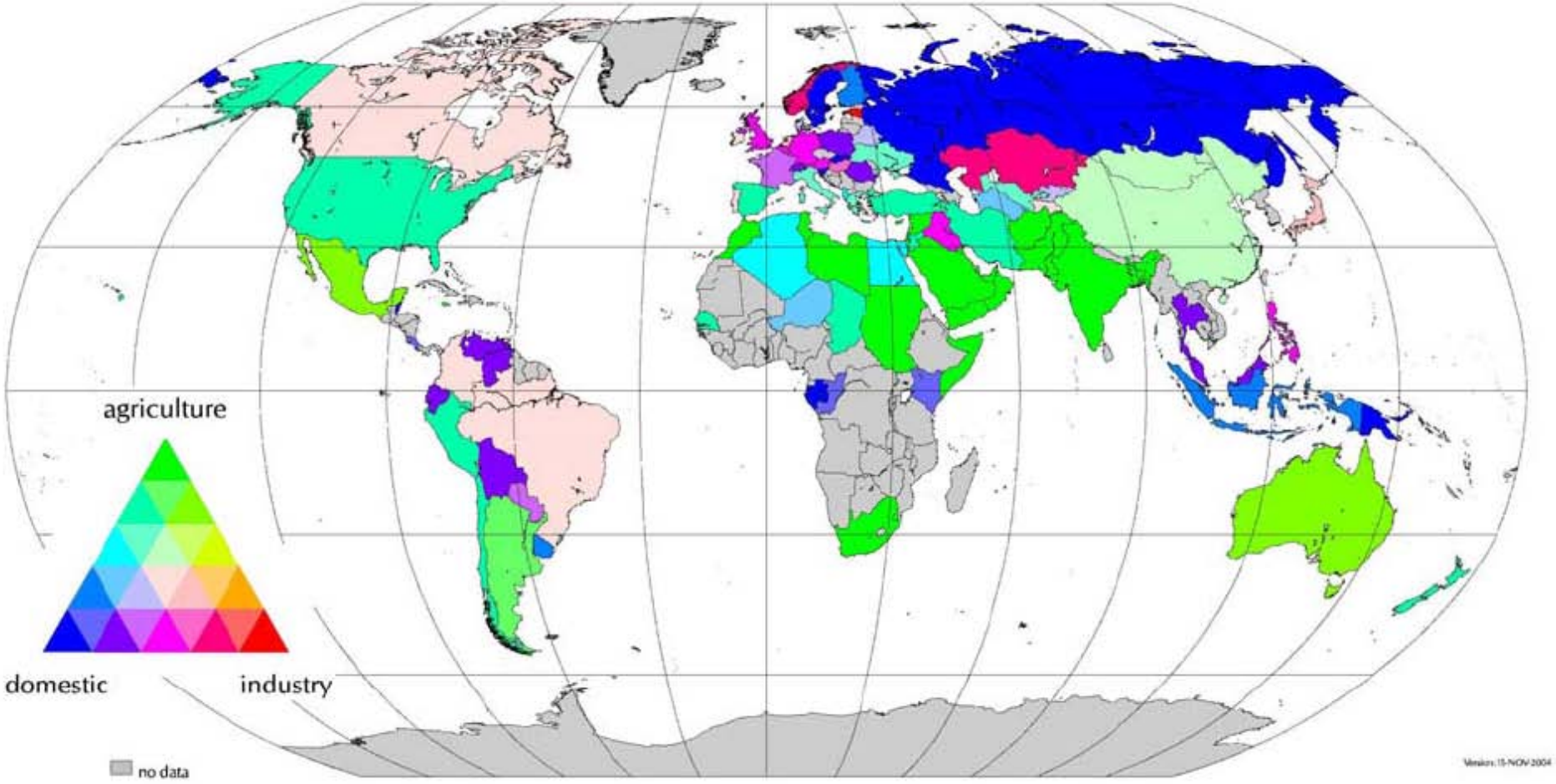
1987

Volumi totali annui dal 1987 al 2002:

- Diminuzione del 6% dell'infiltrazione
- Diminuzione del 7% della ricarica
- Aumento del 14% del deflusso superficiale

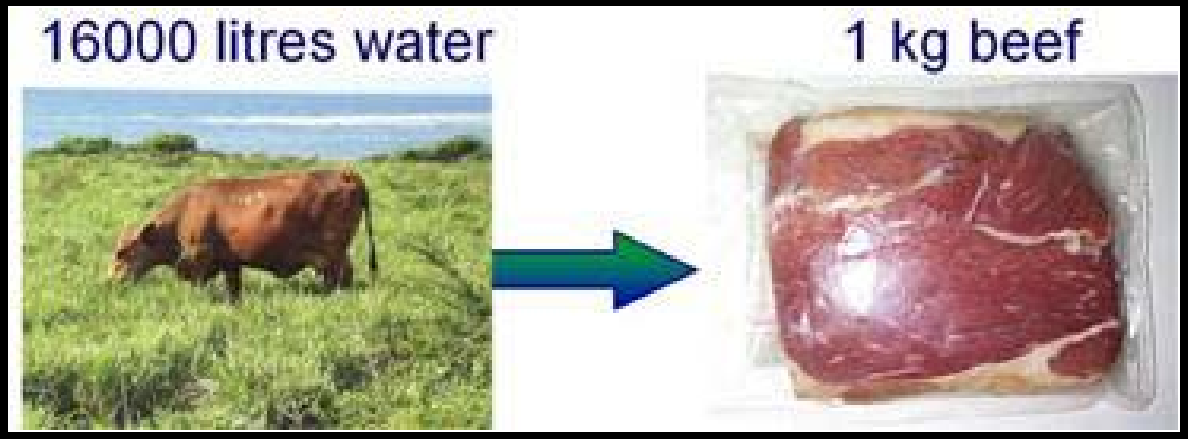
Aumento delle aree impermeabili del 31% tra il 1987 e il 2002

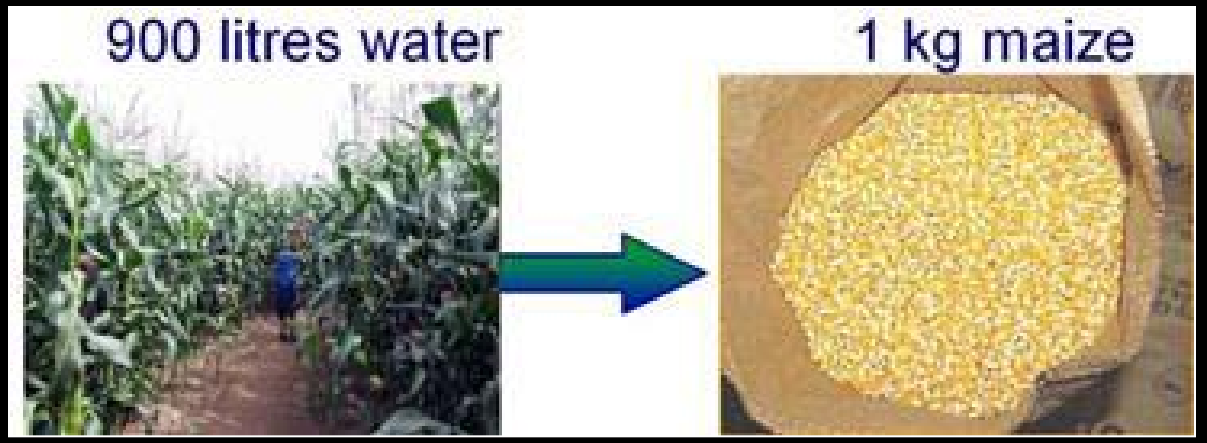
Usi dell'acqua estratta dalla falda (International Groundwater Resources Assessment Center, 2004)

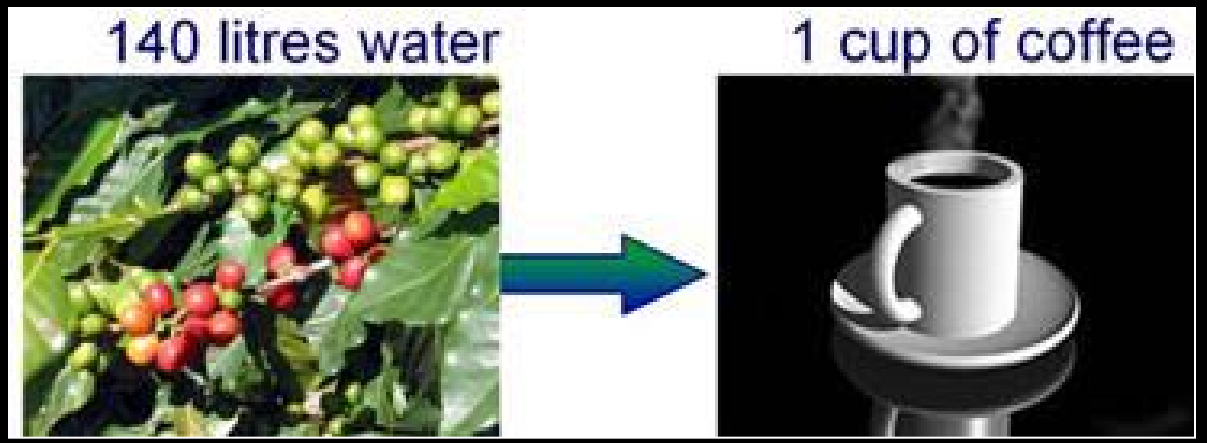


Impronta idrica

L'utilizzo maggiore di acqua nel mondo è per la produzione di beni (cibo, carta, contone, ecc.)







www.impronta-idrica.org

Importazioni nette di acqua virtuale

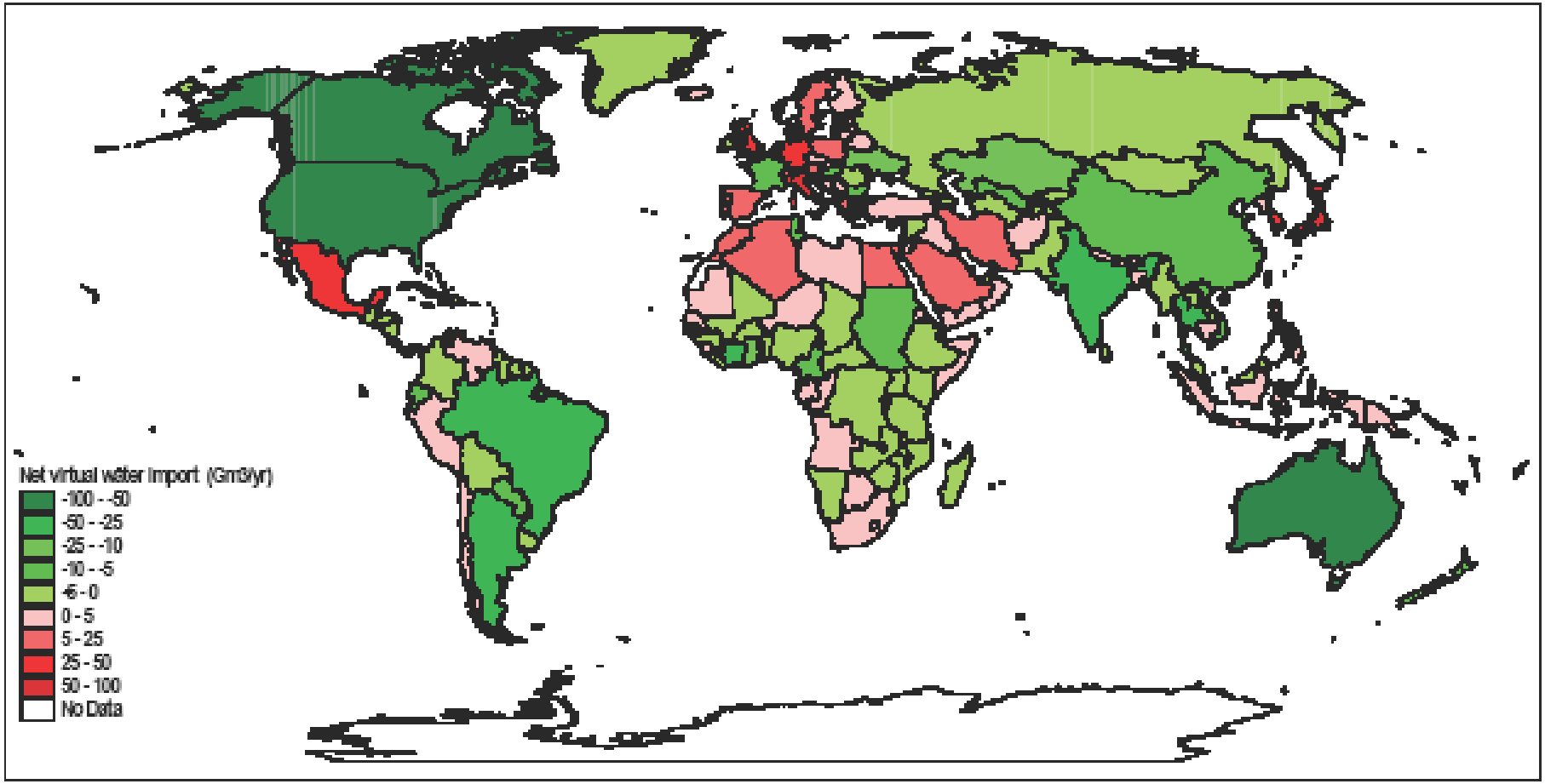


Figure 4.5. National virtual water balances related to the international trade of products. Period 1997-2001.

http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf

Impronta idrica di diversi cibi e diete

1 kg pasta =1924 litri d'acqua

Pizza Margherita da 725 g = 1216 litri d'acqua

(Aldaya e Hoekstra, 2010)

Dieta di carne	Kcal/giorno	litri/kcal	litri/giorno	Dieta vegetariana	Kcal/giorno	Litri/kcal	Litri/giorno
Origine animale	950	2,5	2375	Origine animale	300	2,5	750
Origine vegetale	2450	0,5	1225	Origine vegetale	3100	0,5	1550
Totale	3400		3600	Totale	3400		2300

(Hoekstra, 2010)

Impronta idrica individuale: 2000-2500 m^3/anno

http://www.waterfootprint.org/index.php?page=cal/waterfootprintcalculator_indv

Conclusioni

-'Piccole' variazioni del ciclo idrologico inducono importanti conseguenze socio-economiche;

-L'uomo può influenzare in modo decisivo il ciclo idrologico a scala globale;

-Principali influenze antropogeniche: riscaldamento globale, impermeabilizzazione delle superfici, sfruttamento non sostenibile delle risorse, inquinamento delle risorse;

-Principali effetti attesi: riduzione delle risorse disponibili; aumento della frequenza e dell'entità degli eventi di piena;

-Lo stile di vita collettivo ed individuale ha un effetto decisivo sulla possibilità di conservare le risorse idriche per le generazioni future

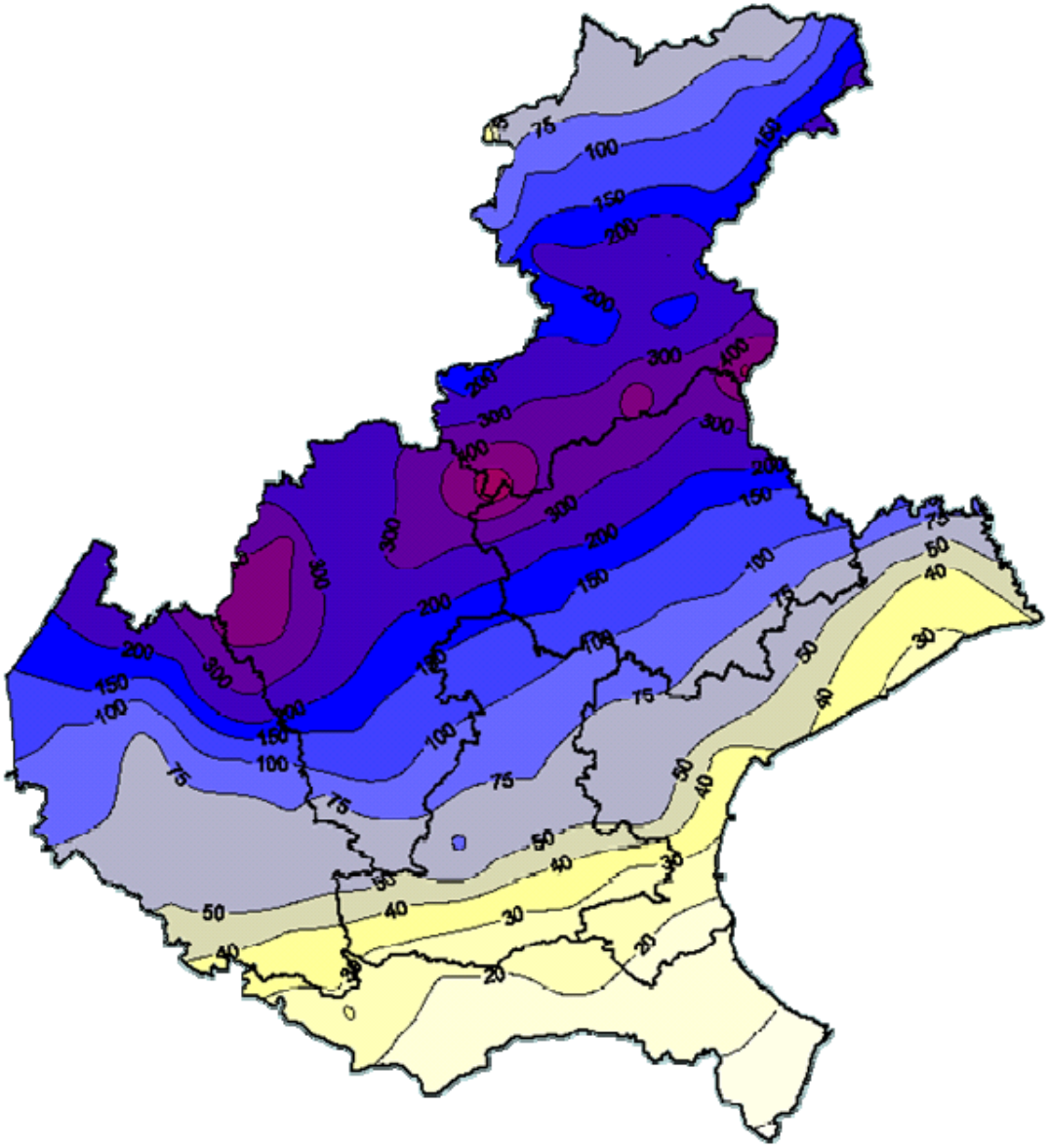


Figura 3 – Precipitazione cumulata dal 31 ottobre al 2 novembre 2010

Fonte: Centro Funzionale decentrato
Protezione Civile
ARPAV

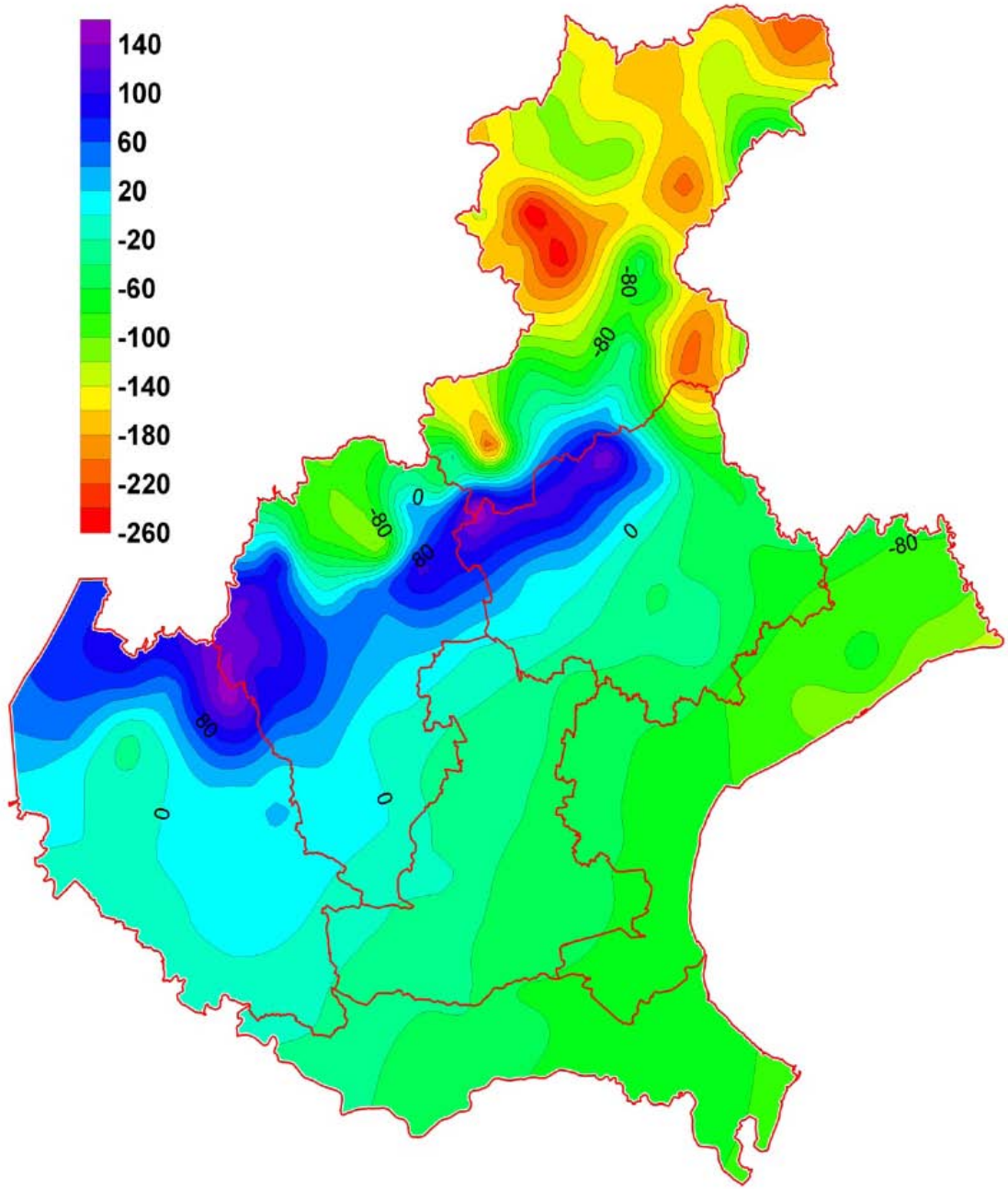


Figura 5. Carta delle differenze delle precipitazioni (mm) registrate in due giorni, tra l'evento del 31 ottobre-1 novembre 2010 e quello del 4-5 novembre 1966.

Fonte: Centro Funzionale decentrato Protezione Civile ARPAV

Tempi di Ritorno

14	VENE-B	VI	Asiago (aeroporto)	4	17	> 50	> 50
23	VENE-B	VI	Pedescala	3	5	20	15
18	VENE-B	VI	Brustole' Velo d'Astico	7	20	48	23
22	VENE-B	VI	Castana (Arsiero)	12	41	> 50	> 50
23	VENE-B	VI	Contra' Doppio Posina	7	19	25	20
18	VENE-B	VI	Lusiana	5	> 50	> 50	> 50
12	VENE-B	VI	Marcesina	3	13	> 50	> 50
18	VENE-B	VI	Molini Laghi	13	20	24	14
19	VENE-B	VI	Monte Summano	2	5	> 50	> 50
18	VENE-B	VI	Passo Santa Caterina Valdagno	5	22	46	> 50
18	VENE-B	VI	Passo Xomo Posina	21	> 50	> 50	38
22	VENE-B	VI	Pove del Grappa loc. Pra' Gollin	4	22	> 50	> 50
22	VENE-B	VI	Recoaro 1000	8	38	> 50	> 50
18	VENE-B	VI	Rifugio la Guardia (Recoaro)	5	16	31	24
23	VENE-B	VI	Turcati Recoaro	7	22	48	45
22	VENE-B	VI	Valdagno	5	17	50	> 50
18	VENE-B	VI	Valli del Pasubio	18	> 50	> 50	45

Fonte: Centro Funzionale decentrato
Protezione Civile
ARPAV