



l'**acqua** è la forza motrice di tutta la natura
(*Leonardo da Vinci*)

nulla è più morbido e flessibile dell'**acqua**, pure nulla può resistervi (*Lao Tzu*)

le malvagità degli uomini le scriviamo nel bronzo, le loro virtù le scriviamo sull'**acqua** (*William Shakespeare*)

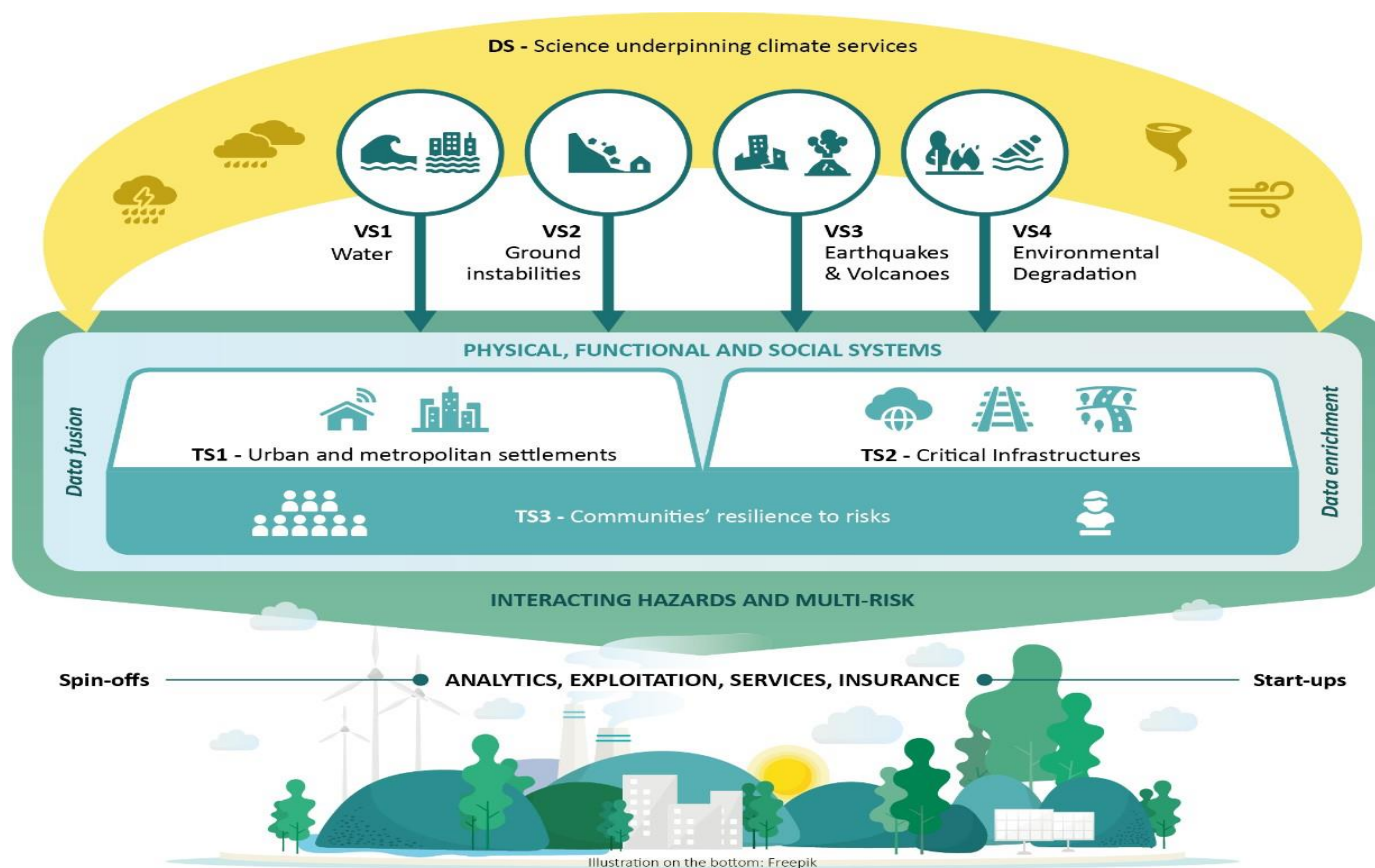
così, con un gesto devoto, bere **acqua** nel cavo delle mani o direttamente dalla sorgente, fa sì che penetri in noi il sale più segreto della terra e la pioggia del cielo
(*Marguerite Yourcenar*)

l'**acqua** è democrazia (*Nelson Mandela*)

un futuro ecosostenibile, FPC, Milano 20 maggio 2023

Sprecare l'acqua: il paradosso di una risorsa rinnovabile

Francesco Ballio



Università degli studi di Napoli Federico II
Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell' Emilia-Romagna
Almaviva
Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale
Dipartimento della Protezione Civile
ENEA
Engineering Ingegneria Informatica SpA
Eni Rewind
<u>Eurac Research</u>
Fondazione CIMA
Fondazione Università Ca' Foscari
Generali
Holding Ferrovie dello Stato Italiane
IREN
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
Politecnico di Milano
Politecnico di Torino
Sapienza Università di Roma
Università degli Studi di Bari Aldo Moro
Università degli Studi di Cagliari
Università degli Studi di Enna Kore
Università degli studi di Firenze
Università degli Studi di Genova
Università degli studi di Padova
Università degli studi di Palermo
Università di Bologna



il paradosso:
consumo di acqua (risorsa scarsa?)

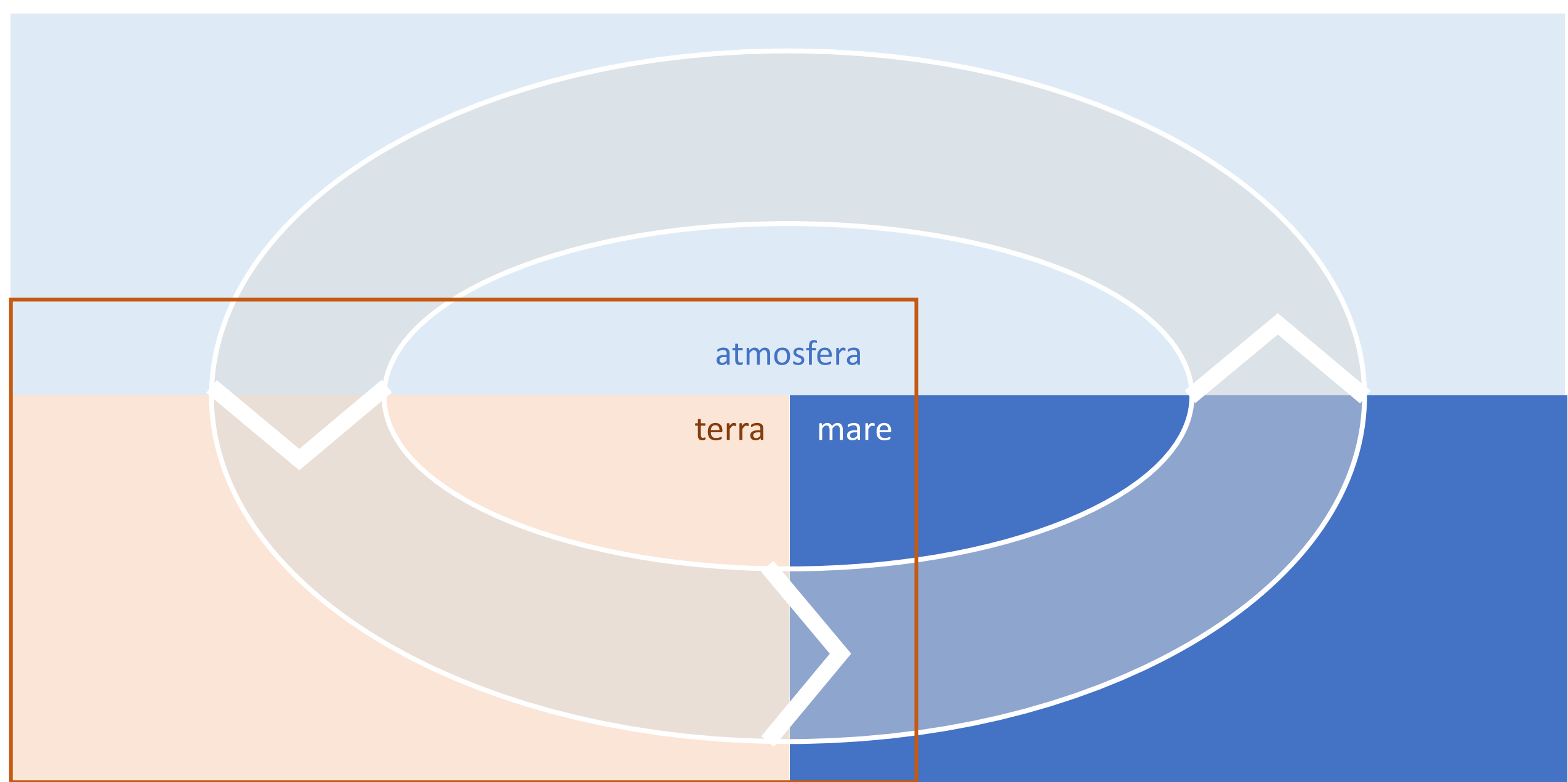
sostenibilità:
cambiamenti climatici

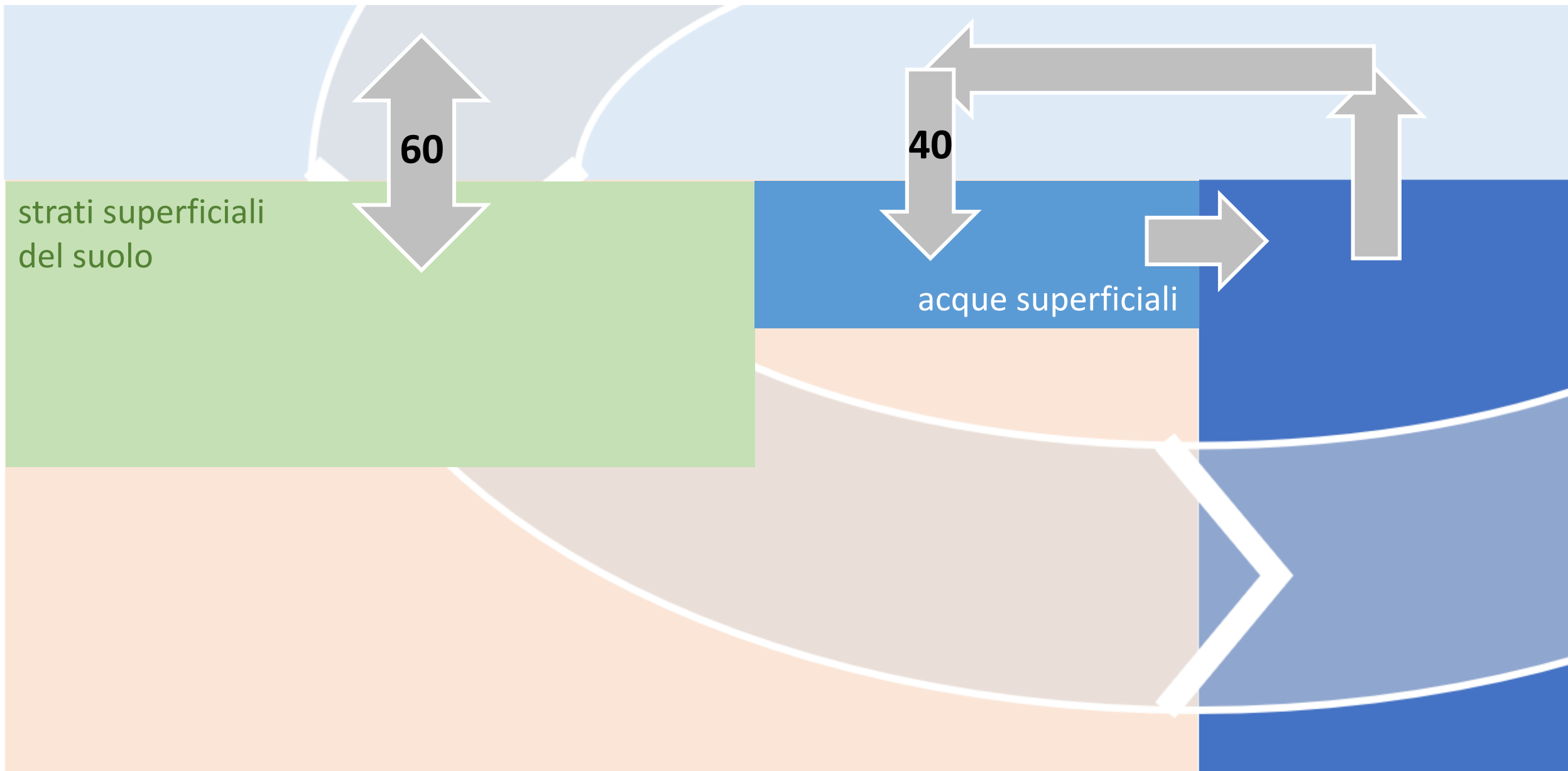


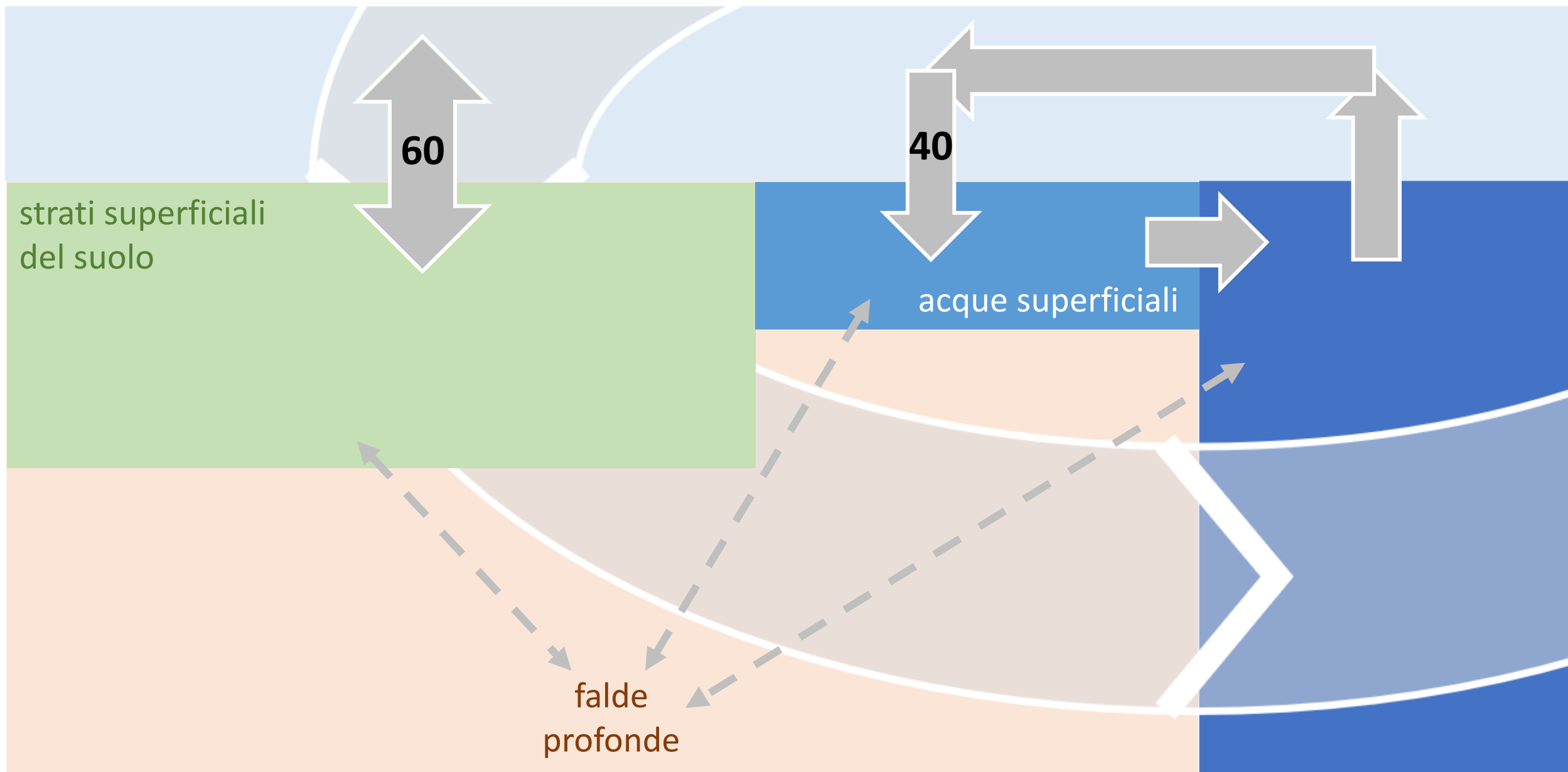
che fare? nuove tecnologie
per un problema antico quanto l'uomo

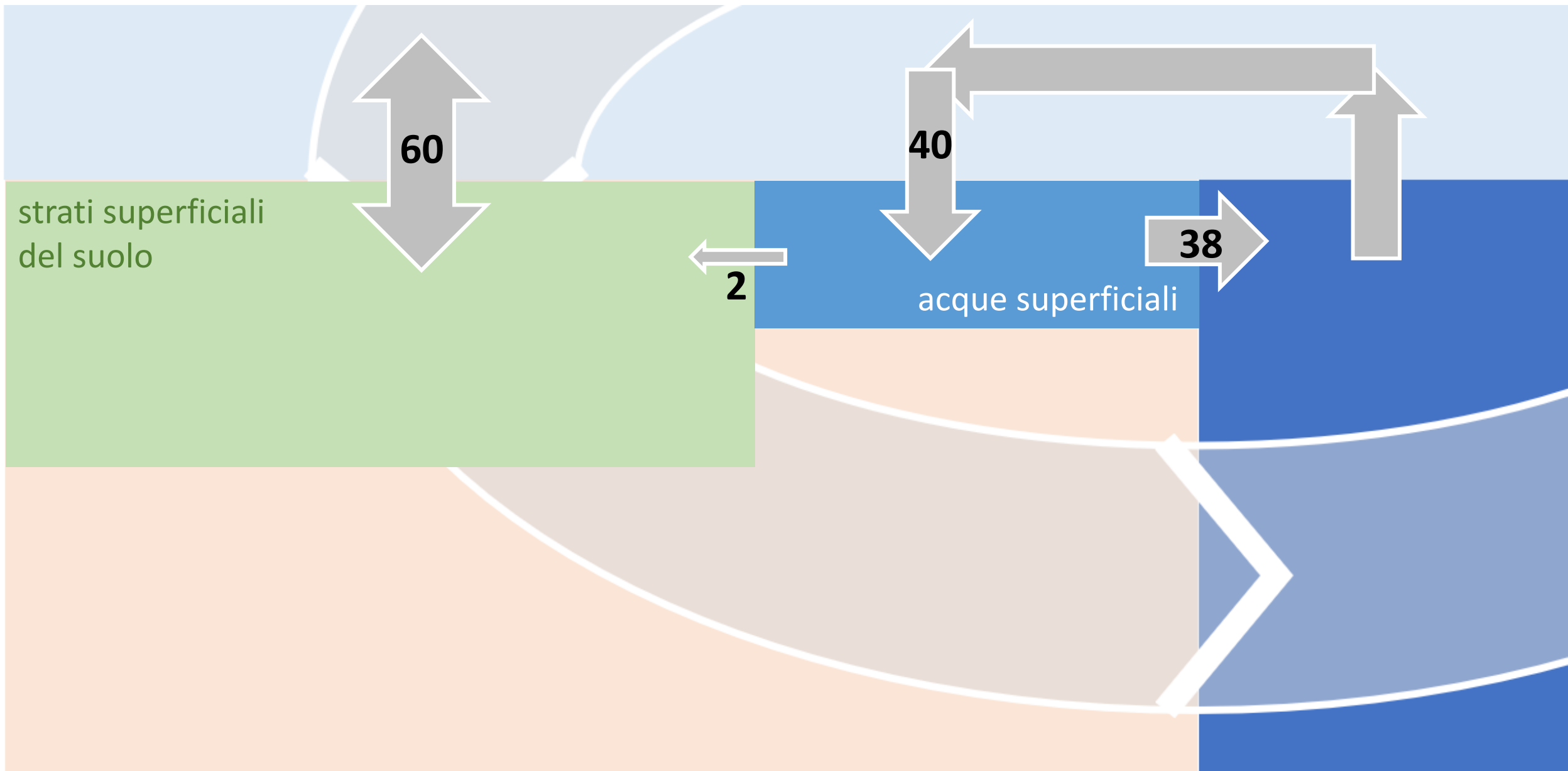


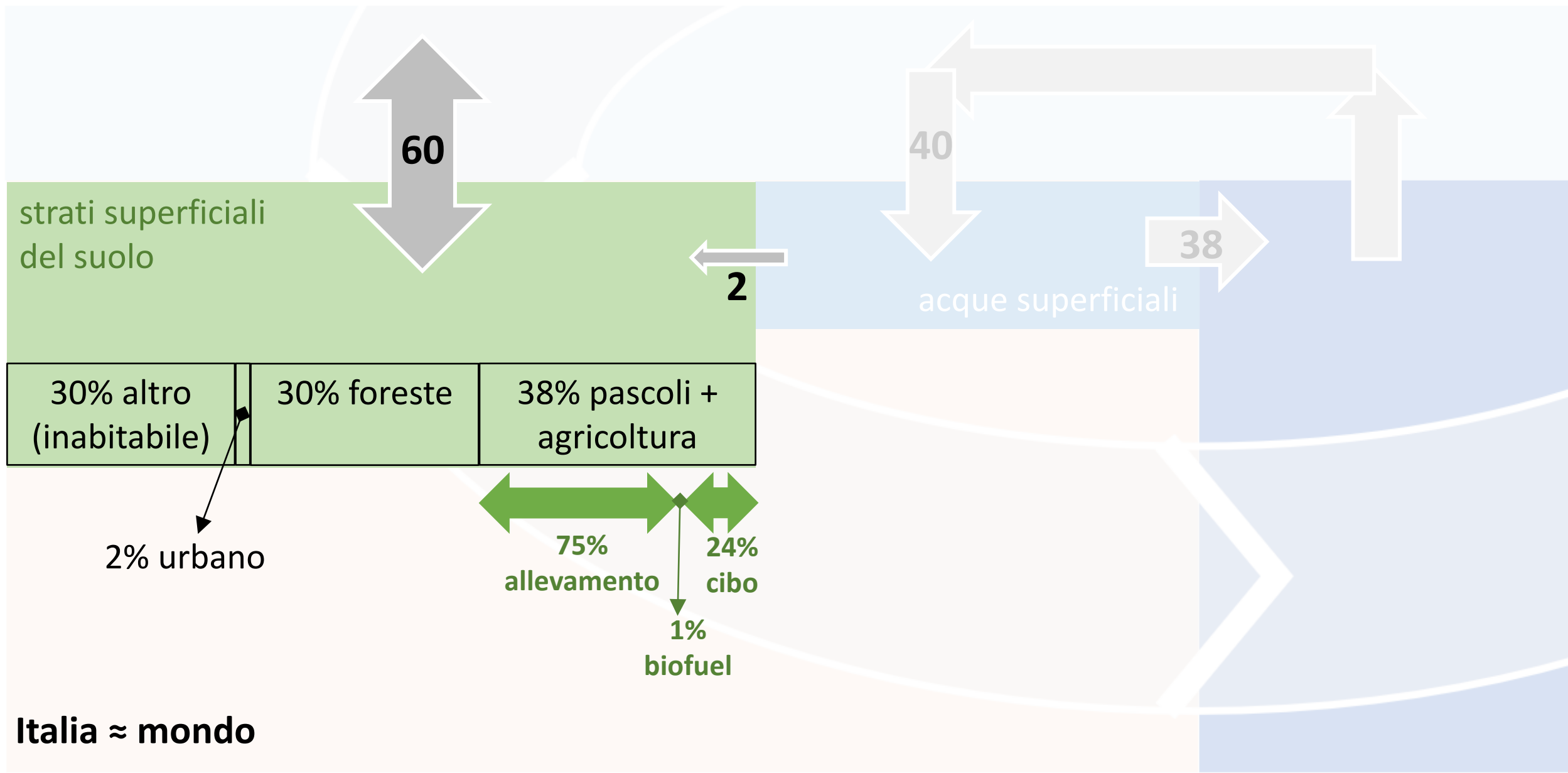
il paradosso: consumo di acqua (risorsa scarsa?)











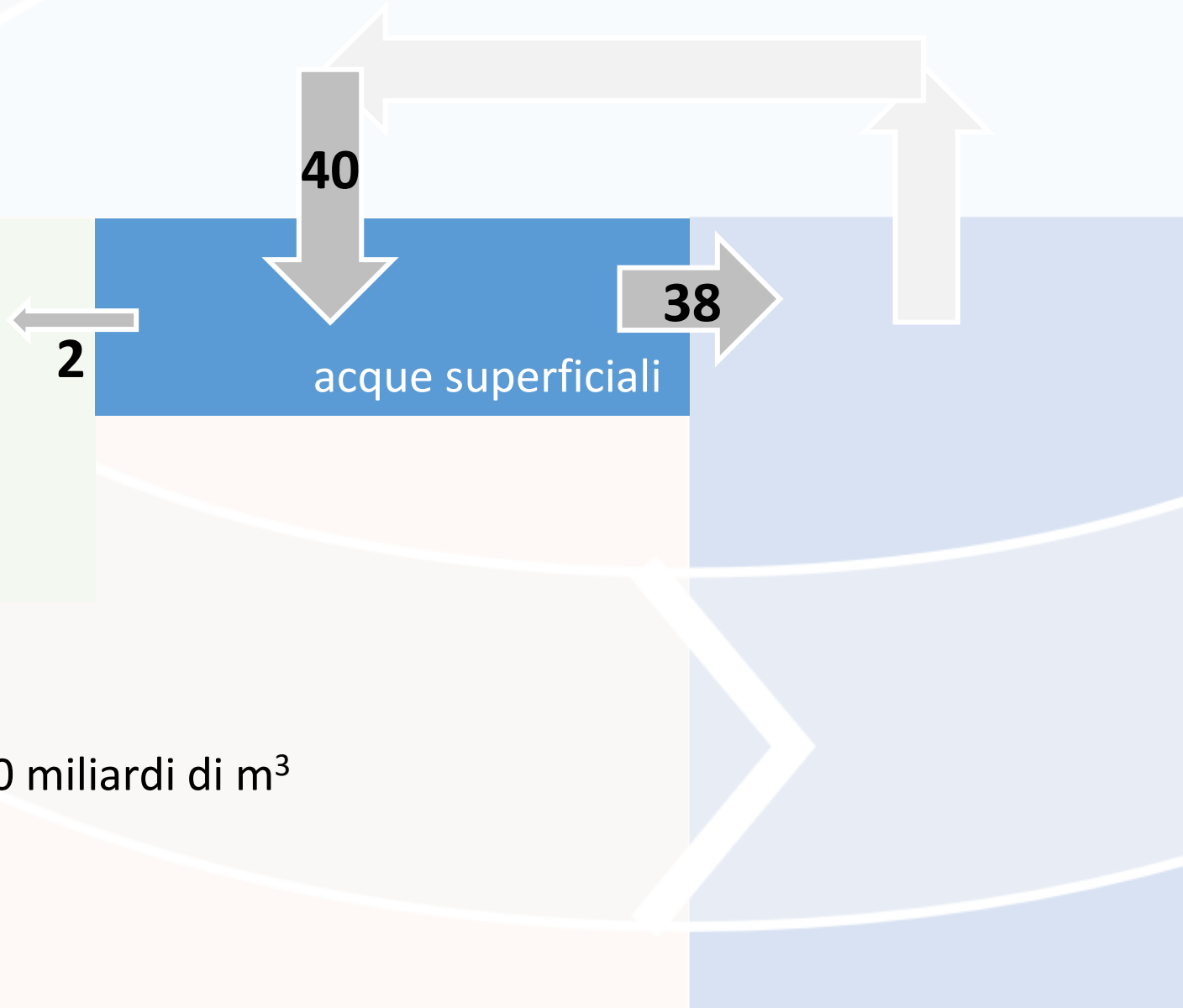
strati superficiali
del suolo

mondo:

- uso totale annuo di acqua blu = 1 (1% del totale, 2.5% della blu)
- capacità totale delle riserve artificiali = 6

Italia:

- disponibilità annua ≈ 50 miliardi di m^3
- agricoltura ≈ 20
- idropotabile ≈ 10
- manifatturiero ≈ 5





SDG n. 6: GARANTIRE A TUTTI LA DISPONIBILITA' E GESTIONE SOSTENIBILE DELL'ACQUA E DELLE STRUTTURE IGIENICO-SANITARIE

4 miliardi di persone soffrono di scarsità idrica per almeno 1 mese all'anno

2 miliardi di persone non hanno accesso ad acqua con adeguata potabilità

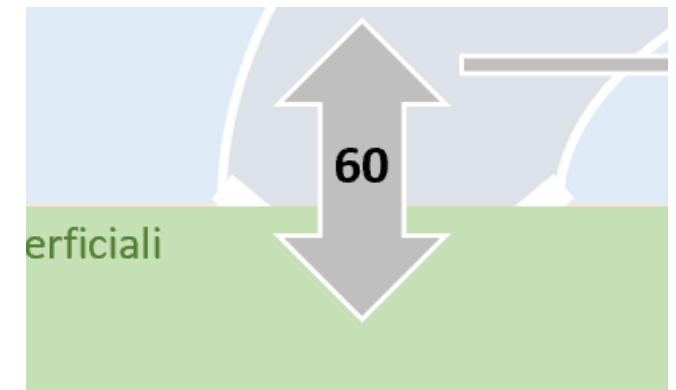
80% dell'acqua nera fluisce nell'ecosistema senza trattamenti o riusi



	costo di 1 m ³	impronta idrica
acqua irrigua	0.01-0.1 € (e più)	1 m ³
acqua acquedotto	1-2 €	1 m ³
petrolio	600 €	0-10 m ³
grano	300 €	1.500 m ³
carne bovina	2.000 €	15.000 m ³

acqua: libero mercato?
di chi è l'acqua?

impronta idrica = quantità d'acqua
evotraspirata nella produzione del bene





sostenibilità: cambiamenti climatici

20 aprile 2023

3 maggio 2023



Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po



**DISTRETTO DEL PO,
TUTTE LE STAZIONI
REGISTRANO
SICCITÀ ESTREMA**

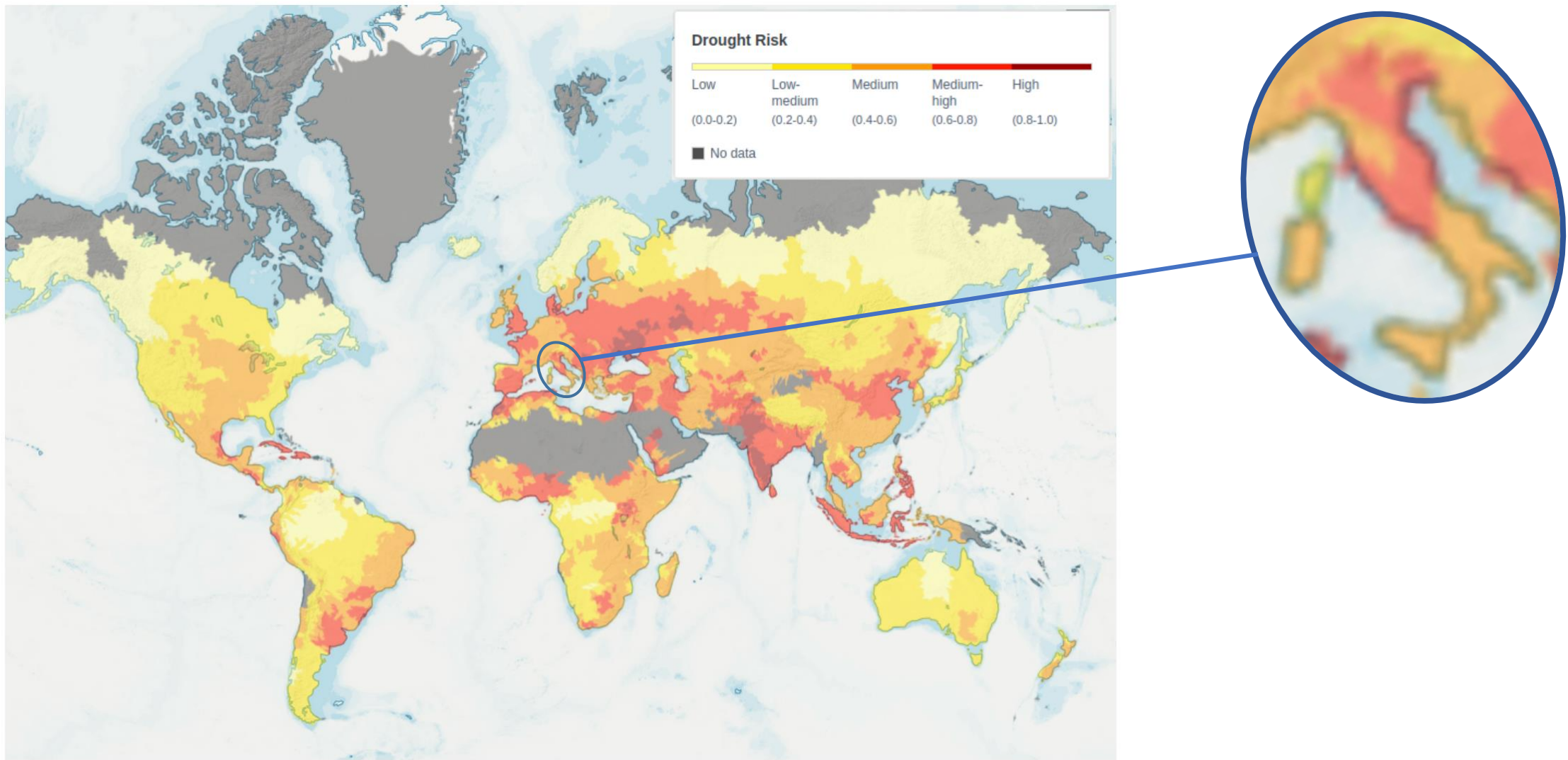
Apr 20, 2023



Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

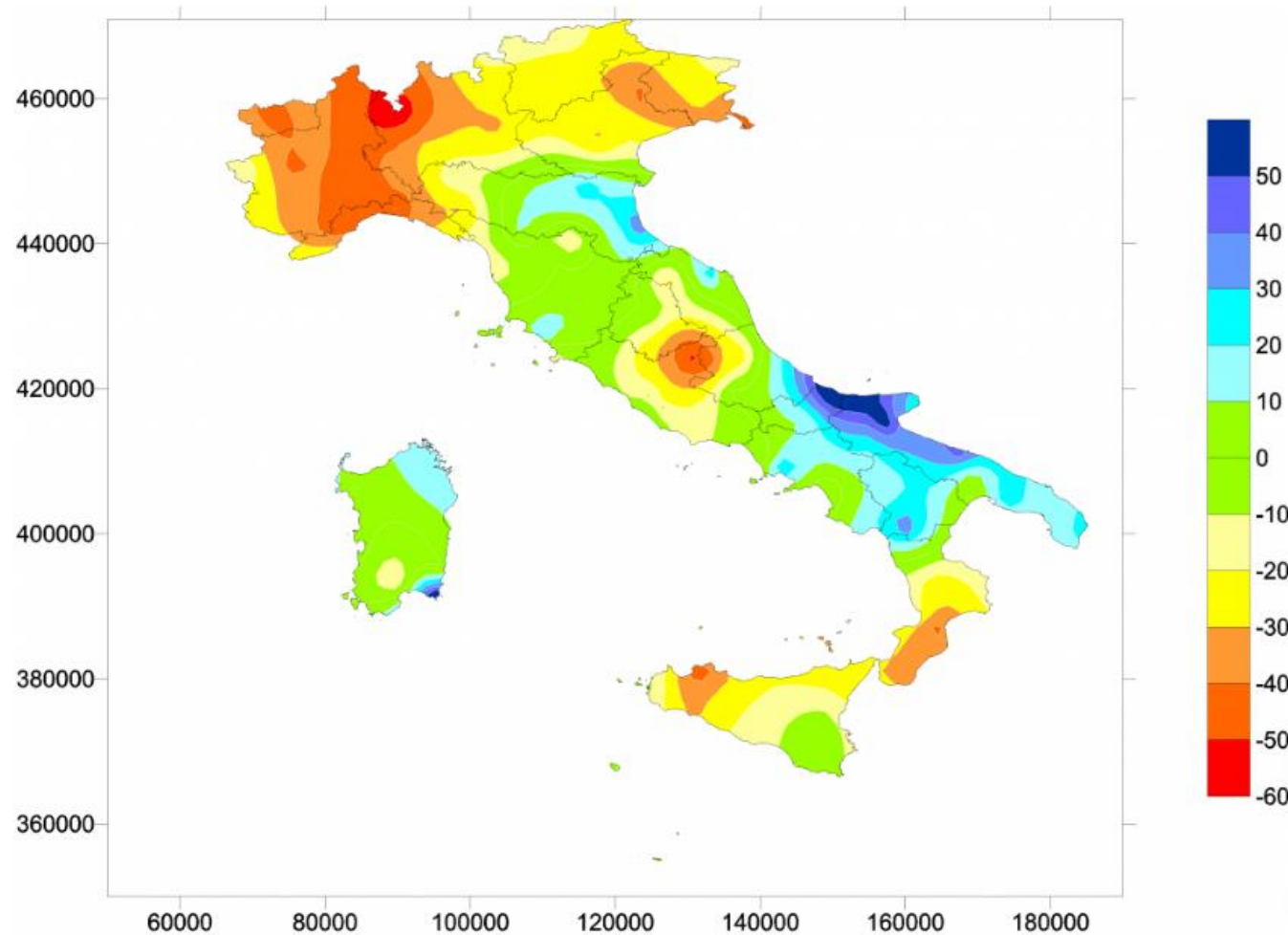


**PRIMO REPORT
SULL'EVENTO DEL 1-
3 MAGGIO 2023 NEL
TERRITORIO
EMILIANO
ROMAGNOLO**



Drought risk index score by countries. It combines information on droughts hazard, exposure, and vulnerability. Higher values indicate higher risk of drought. Source: WRI Aqueduct, accessed on Aug 8, 2022 (aqueduct.wri.org).

Fotografia della siccità 2022: le piogge



☰ 🔍 🌱 **Sostenibilità** Energia e ambiente

In evidenza Criptovalute Spread BTP-Bund FTSE-MIB Petrolio

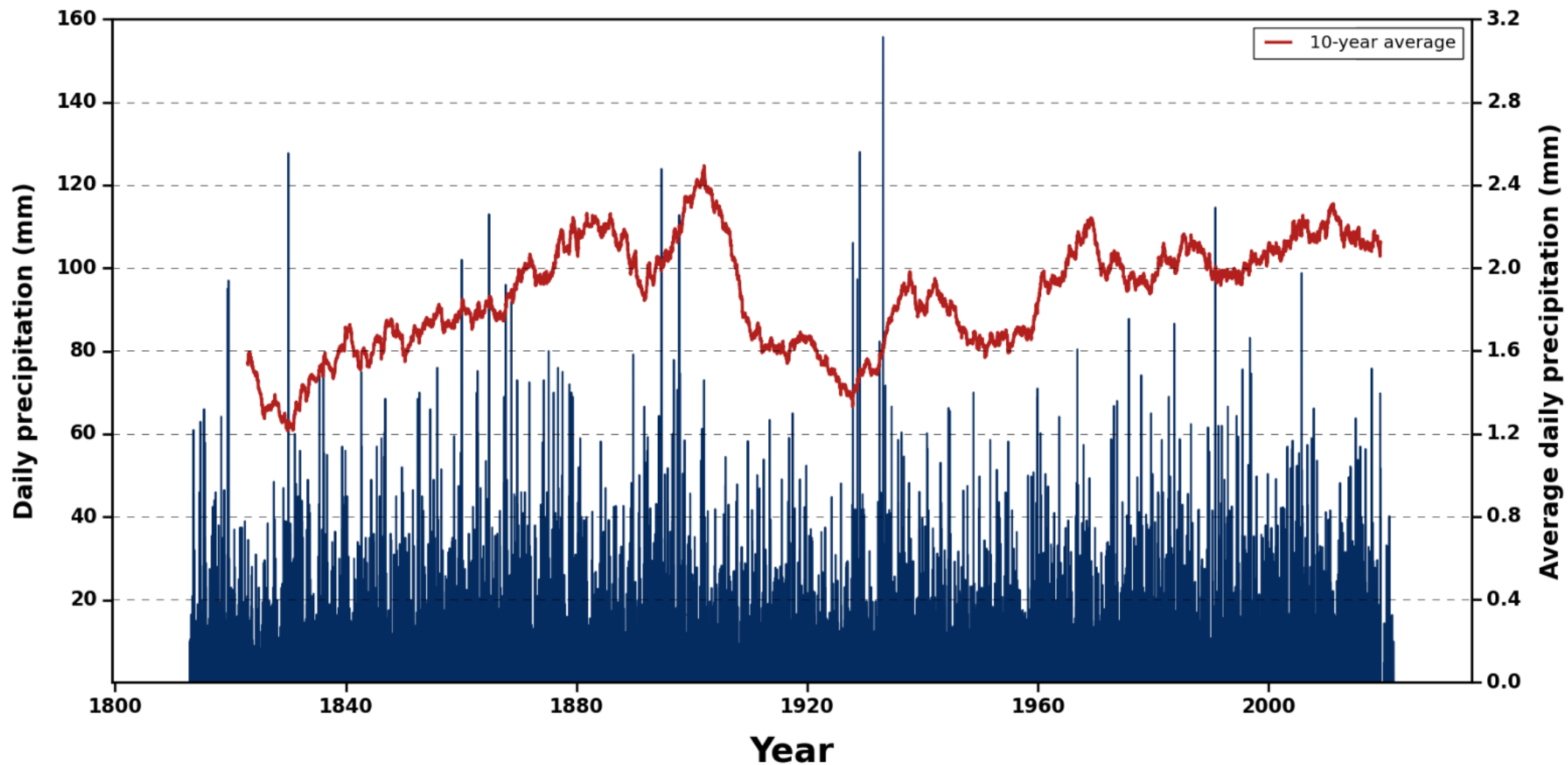
Servizio | **Ambiente**

Clima, il 2022 è stato l'anno più secco da quando esistono le rilevazioni

Secondo il rapporto Copernicus, il 63% dei fiumi europei è stato al di sotto della media 1991-2020. Temperature di 2,2 gradi sopra i livelli pre-industriali

Anomalia del 2022 (01/01/22-31/03/23)
rispetto alla media 2001-2020.

Da: Mariani, L.: La siccità 2022-2023: analisi del fenomeno aggiornata ad aprile 2023. Agrarian sciences, 2023



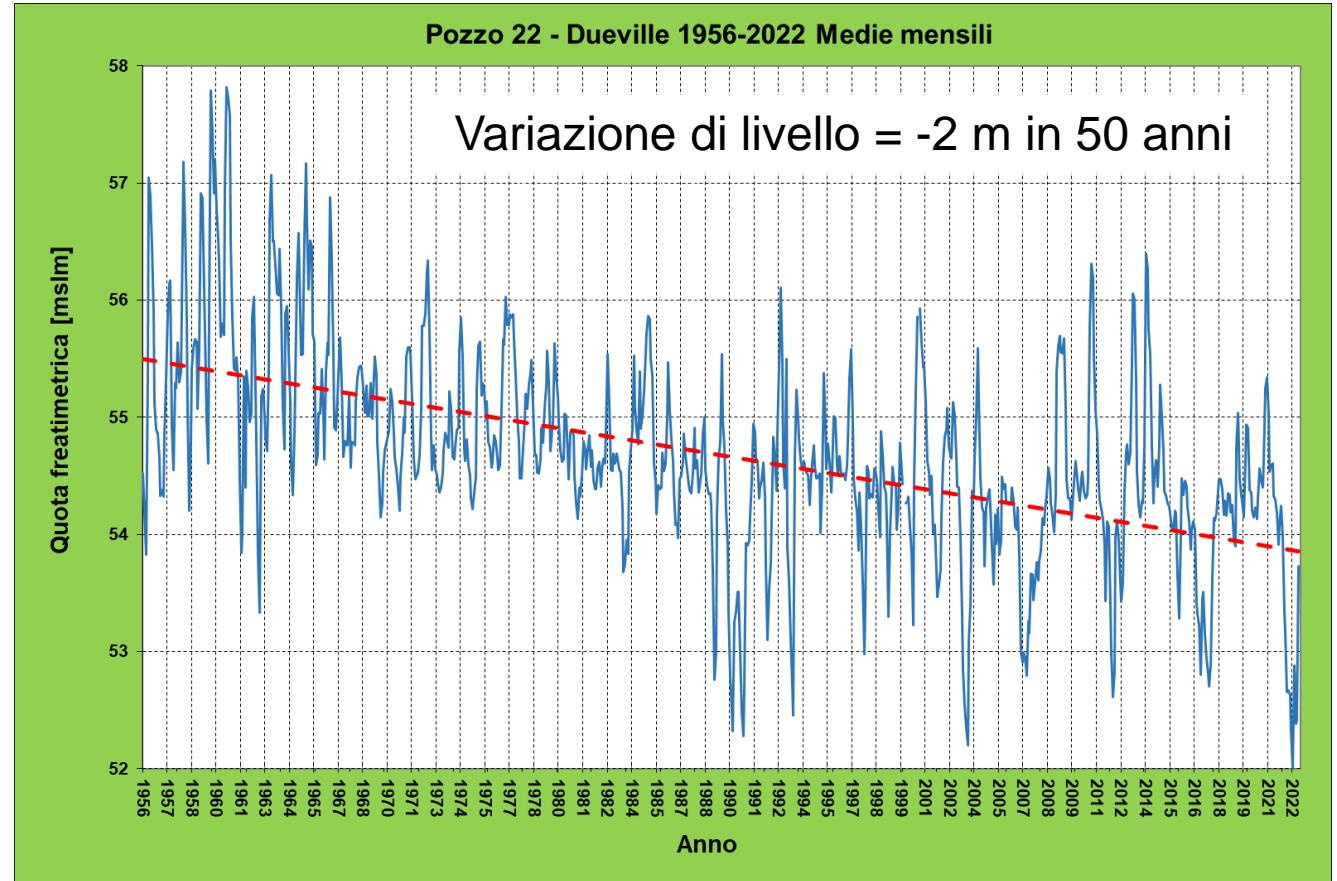
Daily rainfall records in Bologna, with 10-year moving average (red line)

La risorsa sotterranea somma effetti di lungo termine

Riduzione della risorsa disponibile negli ultimi 50-100 anni

Le cause:

- **Riduzione della ricarica** dovuta all'aumento delle superfici impermeabili e alle aumentate intensità di pioggia (che riducono tasso di infiltrazione);
- **Aumento dei prelievi**: nel bacino del Bacchiglione circa 8.000 pozzi privati con un prelievo annuo di circa 30 Mm³



Fotografia della siccità 2022

Le 7 annate più povere di precipitazione per i 15 mesi che vanno dall'anno n all'anno n+1

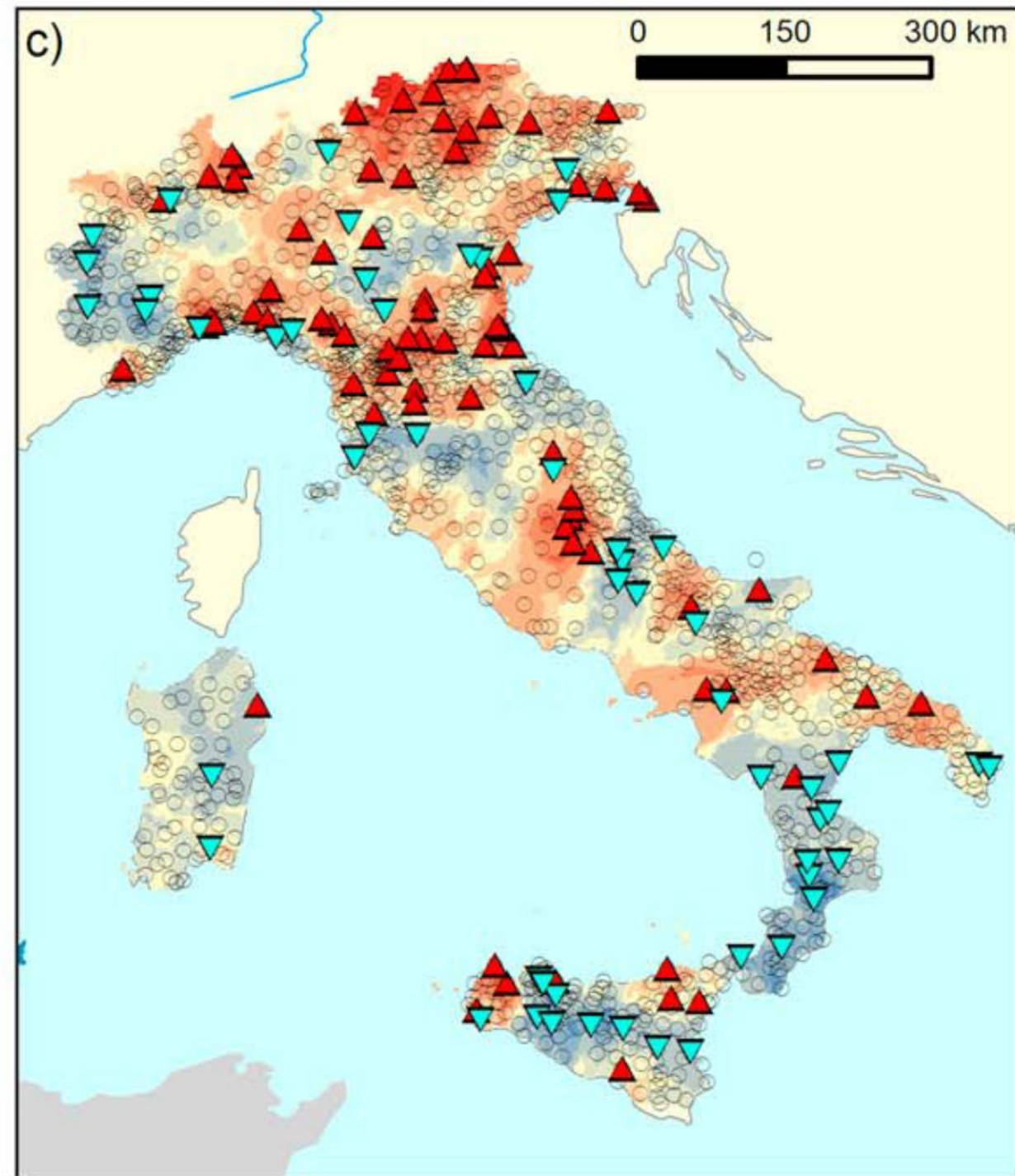
NordOvest (1764-2023)			NordEst (1800-2023)			Italia (1853-2023)		
Anno	anomalia		Anno	anomalia		Anno	anomalia	
	mm	%		mm	%		mm	%
2022	-715	-52	1834	-524	-51	1989	-300	-27
1921	-546	-39	1921	-423	-41	2022	-299	-27
1952	-486	-35	1857	-336	-33	2001	-286	-26
1817	-471	-34	1943	-318	-31	1945	-275	-25
2007	-440	-32	1945	-306	-30	1988	-256	-23
1989	-428	-31	1883	-288	-28	1952	-238	-21
2005	-427	-31	2022	-288	-28	2007	-230	-21

Da: Mariani, L.: La siccità 2022-2023: analisi del fenomeno aggiornata ad aprile 2023. Agrarian sciences, 2023

... ma anche qualcosa sulle piene

stazioni pluviometriche che segnalano
trend di aumento o diminuzione delle
intensità di pioggia di durata 6h

Da: Libertino, Ganora, Claps: «Evidence for Increasing Rainfall
Extremes Remains Elusive at Large Spatial Scales: The Case of Italy”,
2019

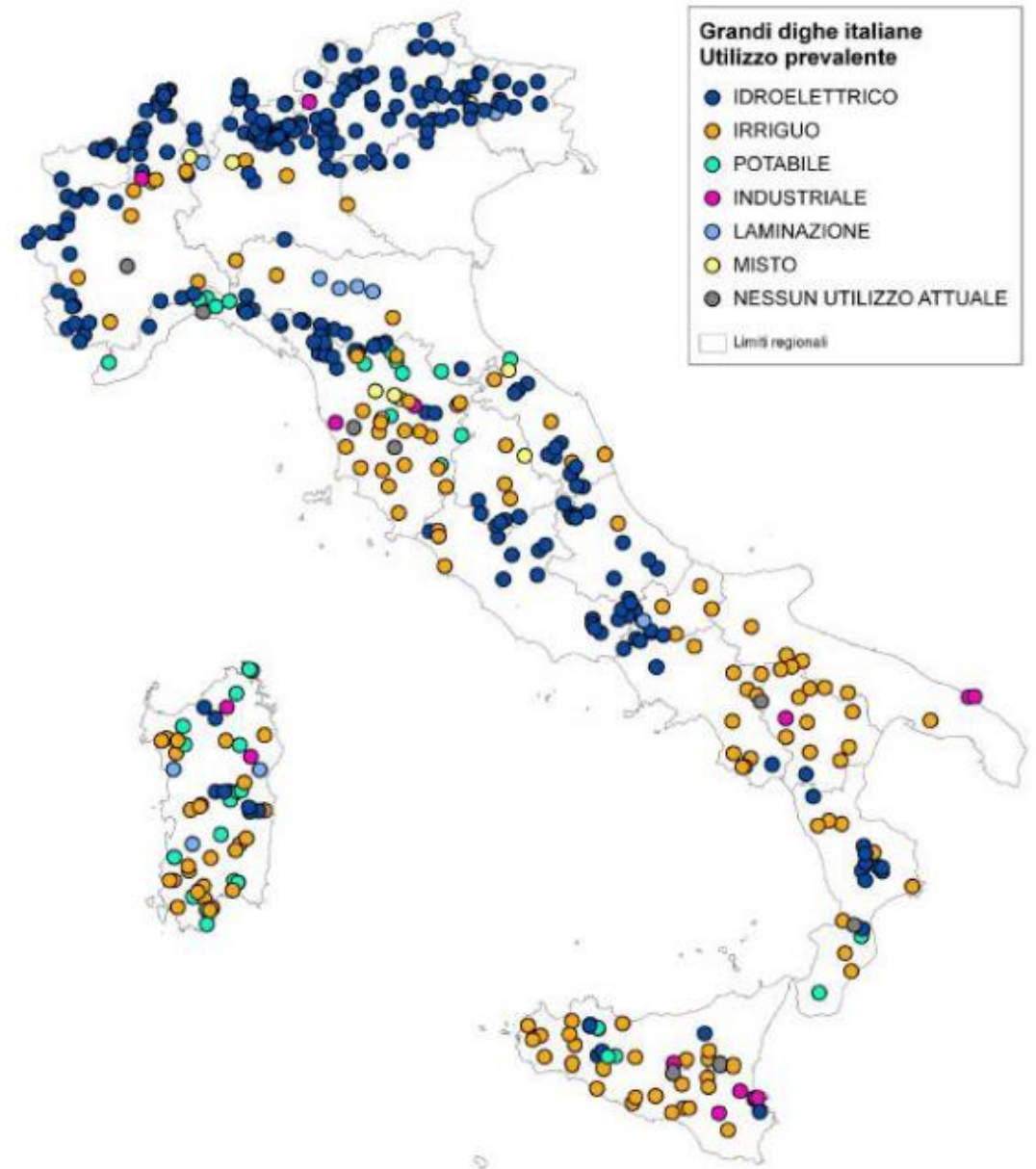




che fare? nuove tecnologie per un problema antico quanto l'uomo

«L'assetto idrico comprende oltre 9.000 corpi naturali - definiti come significativi ai sensi del Codice dell'ambiente - e artificiali, composti dai canali di scolo e irrigazione, di lunghezza pari a oltre 180.000 km. I grandi invasi possono regolare un volume di risorsa corrispondente a circa 13 miliardi di m³, distribuiti in 367 dighe in esercizio, di cui 37 presentano invaso limitato, 93 sono considerate ad invaso sperimentale ed 11 risultano in costruzione.»

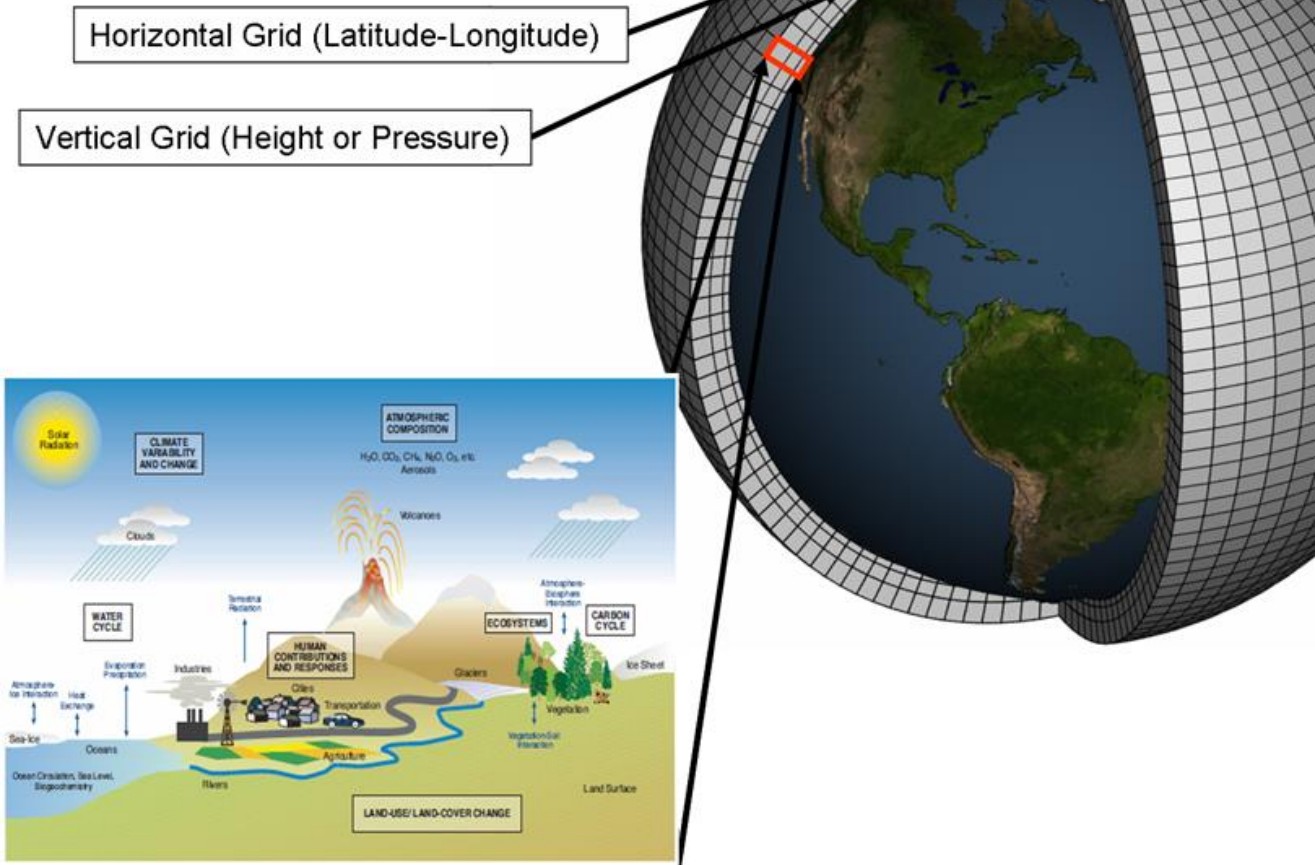
Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici, 2022



Progettazione tecnica in presenza di cambiamento climatico

- La stima degli impatti dei cambiamenti climatici viene spesso effettuata sulla base di previsioni del clima futuro.
- Sono disponibili previsioni di molti modelli, che rappresentano strumenti essenziali per fondare politiche di adattamento e mitigazione.
- Le magre rappresentano un tema di sfida per i modelli climatici, che richiedono, per tali simulazioni, importanti correzioni basate sulle osservazioni storiche.

Schematic for Global Atmospheric Model



Progettazione tecnica in presenza di cambiamento climatico

<https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-1058>
Preprint. Discussion started: 21 October 2022
© Author(s) 2022. CC BY 4.0 License.



Historical rainfall data in Northern Italy predict larger meteorological drought hazard than climate projections

Rui Guo and Alberto Montanari

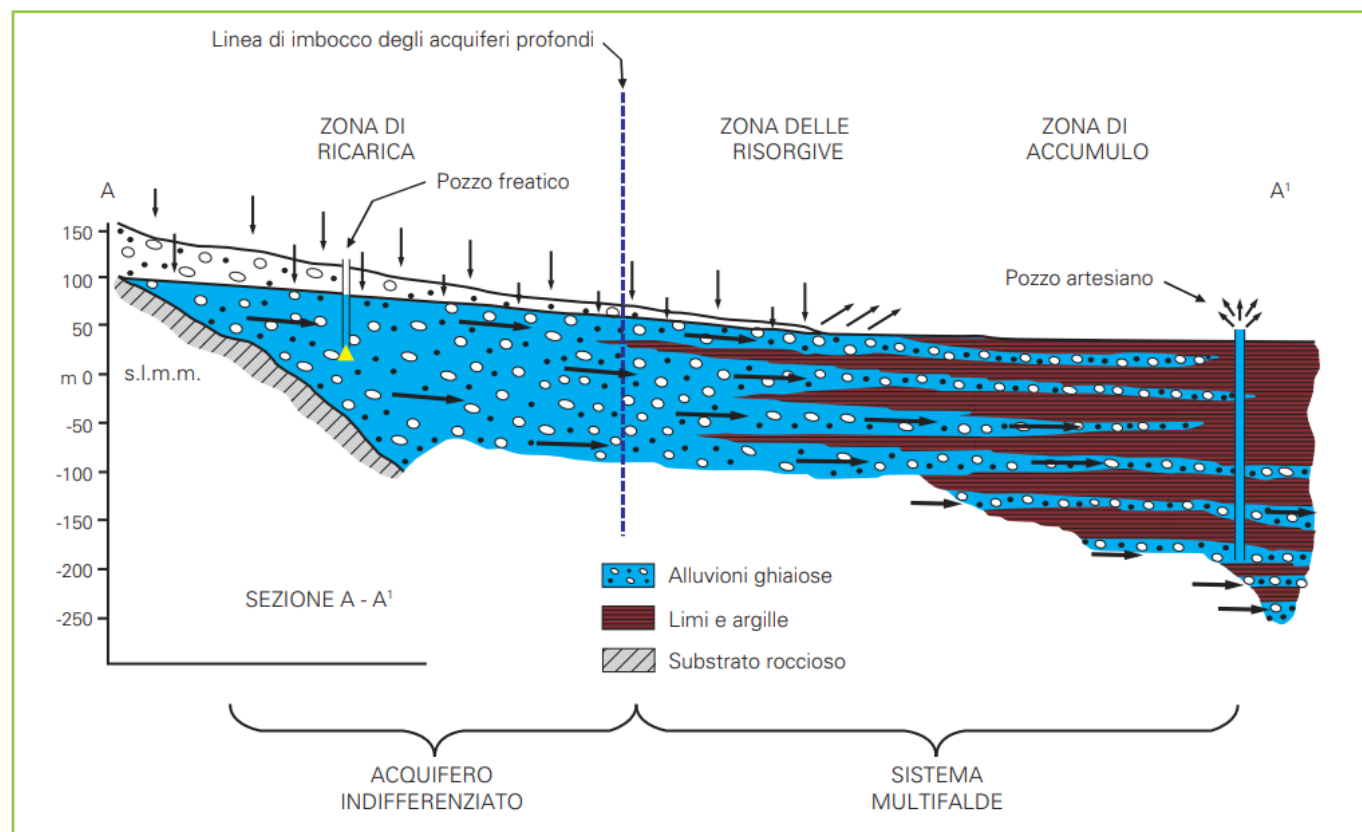
- **Le proiezioni climatiche potrebbero risultare non cautelative**, in particolare per la stima della frequenza delle magre
- Esiste una vasta letteratura su modelli climatici regionali e tecniche di bias correction. La loro efficacia dipende dalle caratteristiche della distorsione. E' molto complesso "aggiustare" sia le caratteristiche di "memoria" sia la distribuzione di probabilità dei dati. Ciò è particolarmente rilevante per quanto riguarda le magre.
- Le magre pluriennali sono fenomeni estremamente rari ma caratteristici del nostro clima. Si manifestano nella forma di cicli di lungo periodo, indotti da fenomeni di persistenza a lungo termine (LTP).
- L'interpretazione fisica delle cause di questi fenomeni è dibattuta. Sono collegati ad anomalie di indici di circolazione globale dell'atmosfera (El Nino, NAO). Possono essere riprodotti da modelli di tipo statistico, **la cui calibrazione risulta però difficile**.

Adattamento e mitigazione nella gestione del rischio

Adattamento - nuovi invasivi: Gran parte delle opere di invaso e di regolazione dei laghi alpini progettate nella prima metà del XX secolo a fronte di un quadro dei consumi idrici agricoli ed extra agricoli assai diverso da quello attuale

Oggi il mais produce 5 volte quel che produceva nel 1920, ovvero di 5 volte sono aumentati anche i consumi idrici per l'irrigazione di tale coltura.

Schema idrogeologico dell'alta e media pianura veneta (A. Dal Prà)





	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LL	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YY	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ	AA	AB	AC	AD	AE	AF</
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	------

DICEMBRE 2022

credits

- **Alberto Montanari** (Università di Bologna)
- **Cristina Rulli** (Politecnico di Milano)
- **Marco Borga** (Università di Padova)
- **Marco Marani** (Università di Padova)
- **Pierluigi Claps** (Politecnico di Torino)
- ... tanti altri colleghi