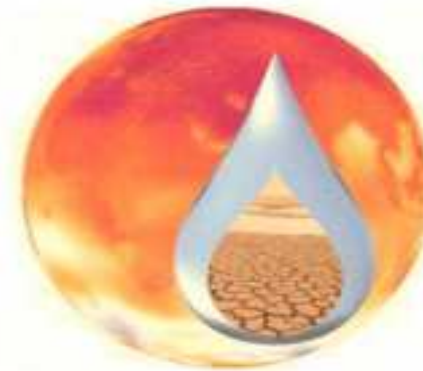




Centro
Italiano
Studi di
Biologia
Ambientale



CONVEGNO

ECOSISTEMI ACQUATICI E CAMBIAMENTI CLIMATICI

2 – 3 Marzo 2023

**PROBLEMATICHE DI CLIMATE CHANGE RELATIVE AI SISTEMI FLUVIALI:
LE 4 DIMENSIONI A CONFRONTO**

Giovanni Damiani - G.U.F.I.

(Gruppo Unitario per la difesa delle Foreste Italiane)



The Greenhouse Effect



**IL 90% DEL CALORE SENSIBILE FORZANTE DEL CLIMATE CHANGE RISIEME NELL'IDROSFERA
IN CUI I FIUMI RAPPRESENTANO 0,0001 % (oceani 97,25%) . Ma i fiumi hanno ecosistemi fragili e poco resilienti.**

ACQUE CORRENTI E VARIAZIONI CLIMATICHE

Le variazioni significative ed estese nelle acque correnti in area vasta dei bacini si verificano in natura prevalentemente in scale temporali millenarie. I fiumi infatti sono gli elementi più perenni del territorio.

I tassi di riscaldamento osservati negli ultimi decenni, rapidi senza precedenti, minacciano di minare il funzionamento degli ecosistemi naturali. Nelle acque superficiali i cambiamenti sono più veloci di quanto previsto dagli esperti.

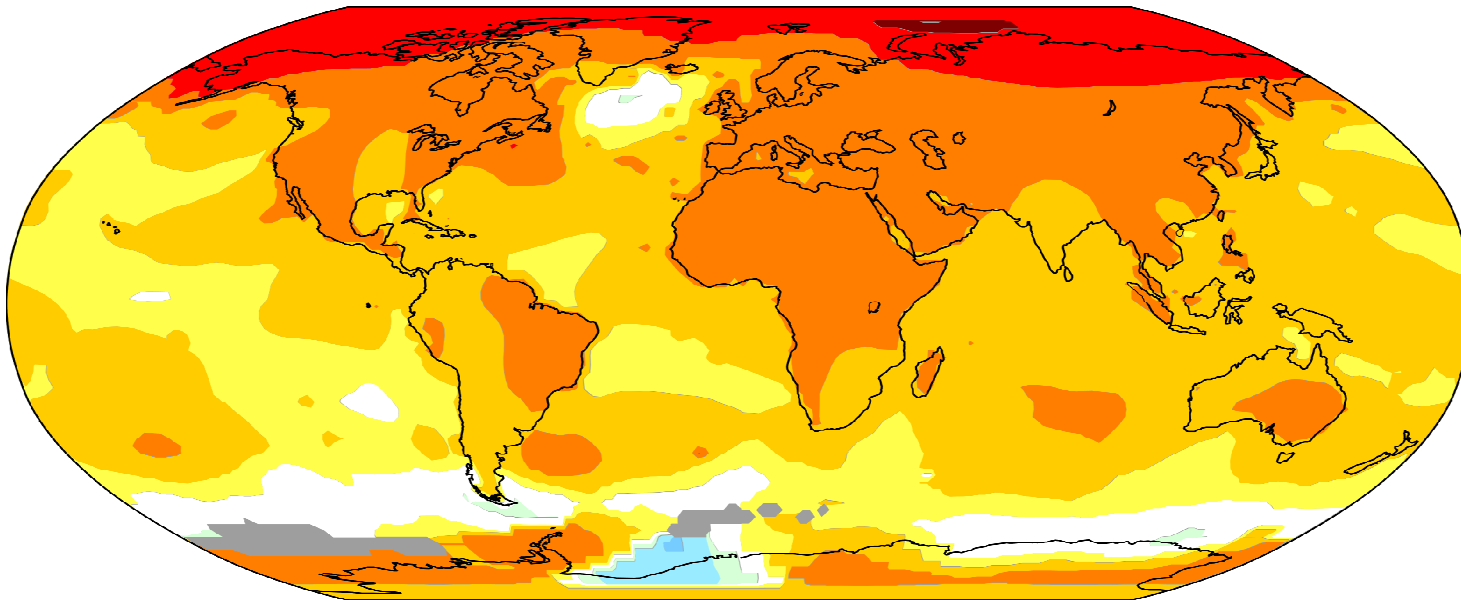
Le alterazioni delle temperature atmosferiche al suolo, l'elevata concentrazione della CO₂ atmosferica (IPPC 2007) e il conseguente aumento della frequenza, durata e intensità degli eventi di siccità e di piogge di elevatissima intensità con flussi estremi, si aggiungono a una miriade di ulteriori stress antropogenici a cui sono sottoposti gli ecosistemi di acque dolci in un mondo «**pesantemente**» artificializzato. **VIVIAMO NELL'ANTROPOCENE**

PRESSIONI E IMPATTI SI SOMMANO SINERGICAMENTE

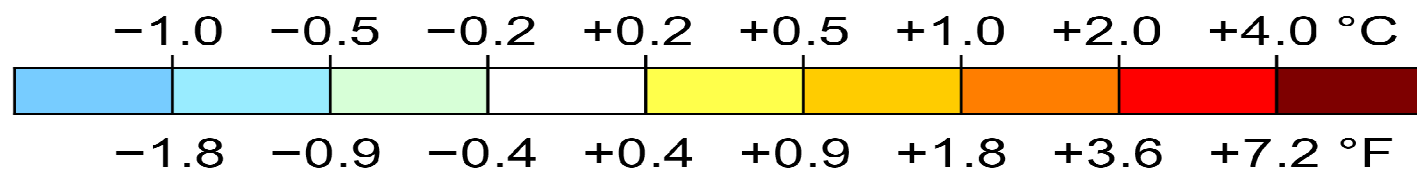
Si verifica spesso l'effetto «dòmino»

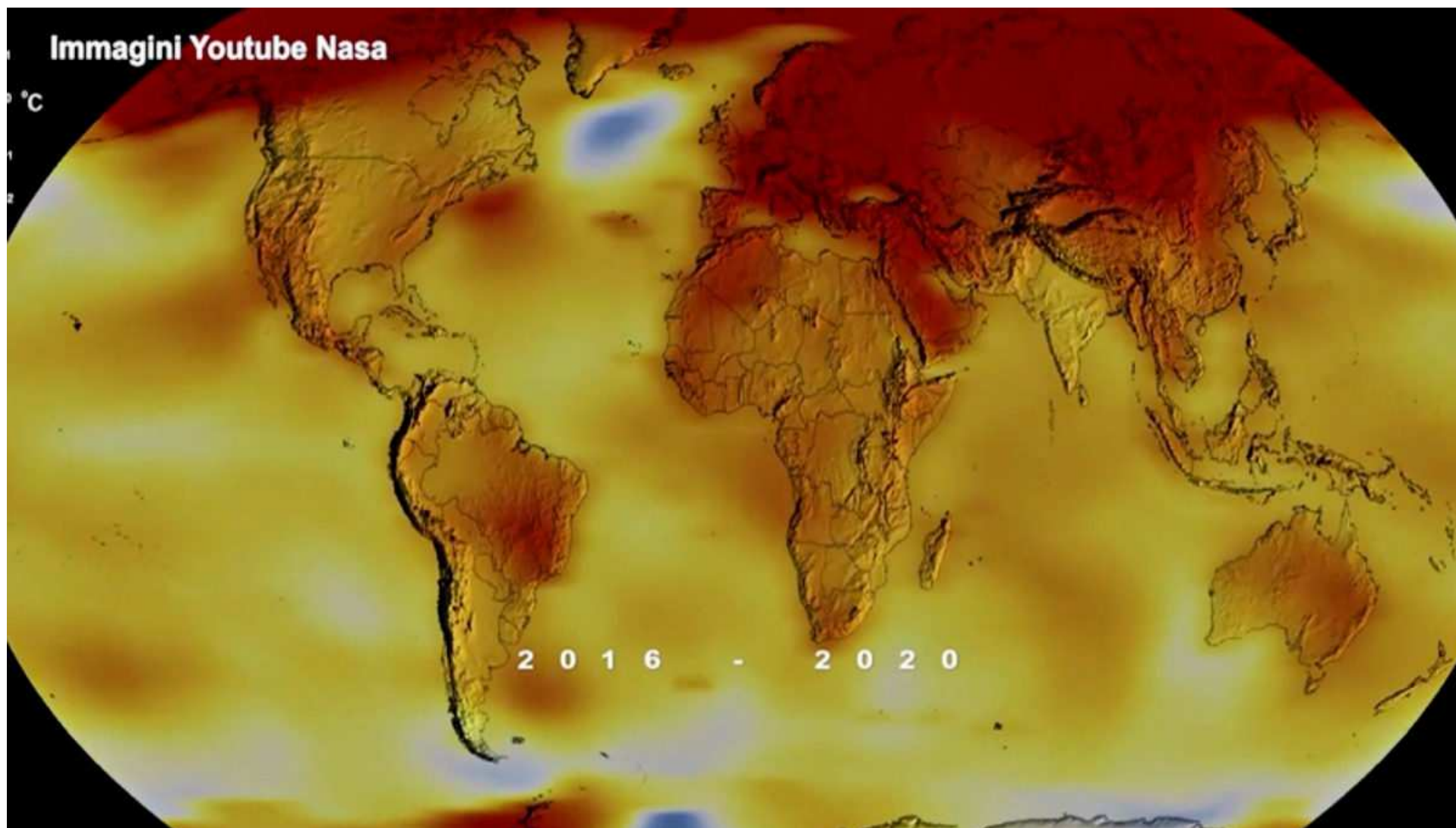
IL RISCALDAMENTO COINVOLGE TUTTO IL PIANETA TERRA MA....NON IN MISURA UGUALE (IPPC)

Temperature change in the last 50 years



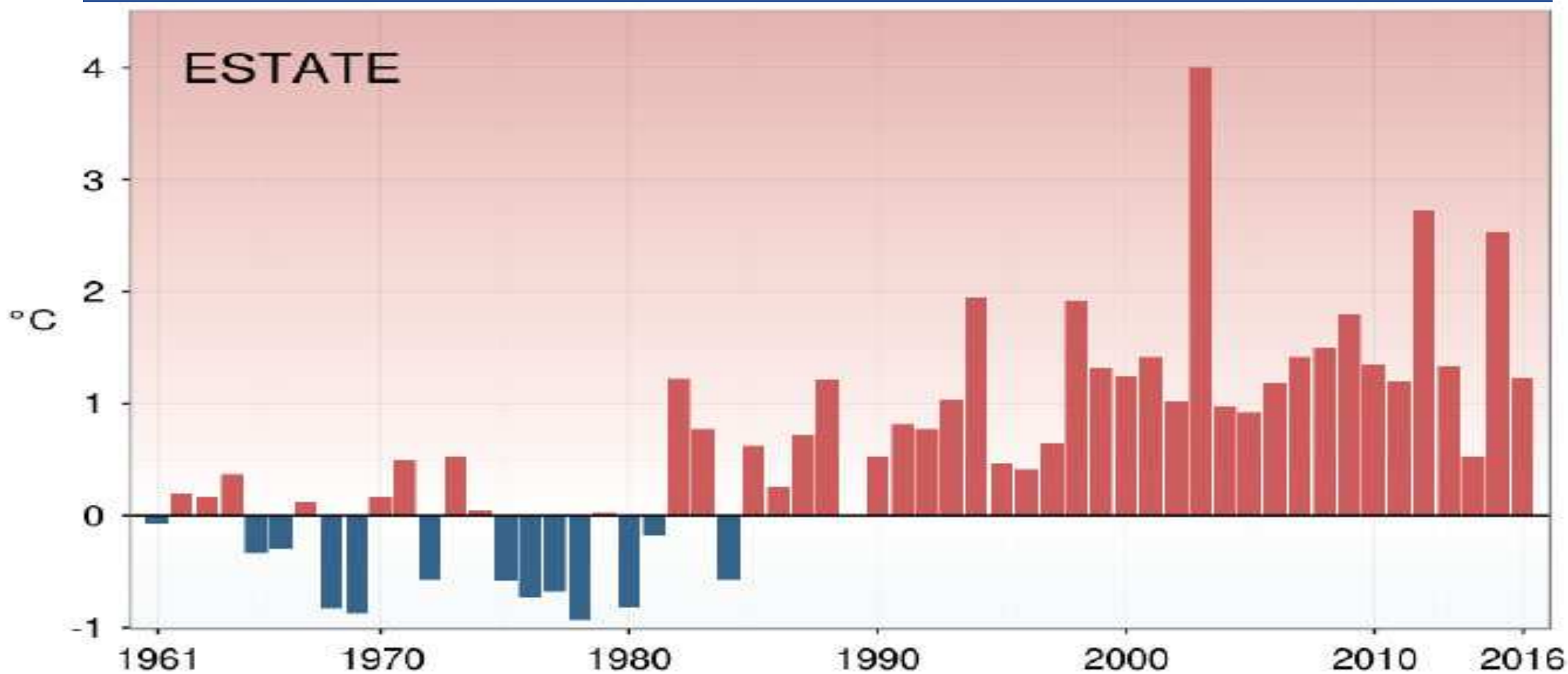
2011–2021 average vs 1956–1976 baseline

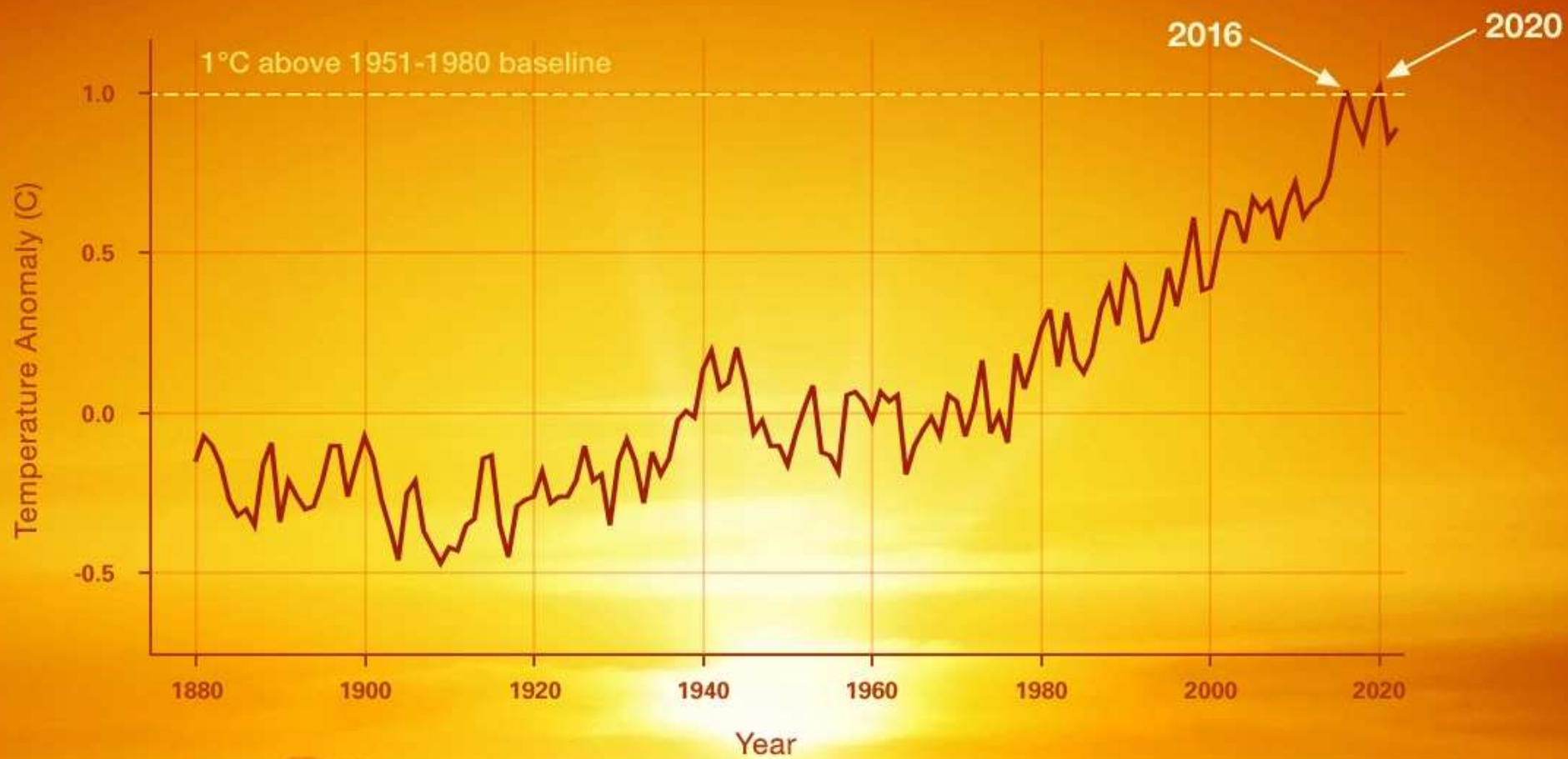




L'Italia viaggia verso l'incremento medio annuo di 3°C (fonte dell'immagine: NASA)

**A PARTIRE DAL 1985 SI SONO AVUTI SOLO AUMENTI DI
TEMPERATURA NON COMPENSATI DA ANNI PIÙ FRESCHI.
IL 2003 È STATO L'ANNO PIÙ CRITICO. (FONTE SNPA)**





Source: [NASA's Goddard Institute for Space Studies](https://climate.nasa.gov)

TENDENZE EVOLUTIVE DELL'IDROLOGIA NAZIONALE

- **Le portate invernali aumenteranno**
 - *Per il futuro, gli scenari idrologici lasciano prevedere un ulteriore aumento delle portate invernali su tutto il territorio nazionale, quale risultato del previsto aumento delle precipitazioni invernali e della sostituzione della neve con pioggia.*
- **Le portate estive diminuiranno**
 - *In estate gli scenari mostrano un calo medio delle portate: entro la fine del secolo pari al 10 per cento circa con misure di protezione del clima e al 40 per cento senza misure di protezione del clima. La responsabilità di tale fenomeno è da attribuirsi alla diminuzione delle precipitazioni estive, alla maggiore evaporazione e alla minore acqua di fusione della neve e dei ghiacciai.*
- **I bacini a tutte le quote e in tutte le regioni mostrano attualmente portate estive in diminuzione.**
- **Nei mesi estivi gli eventi di magra tendono ad aggravarsi in intensità**
- **I corsi d'acqua dei massicci carbonatici mostrano diminuzione delle portate ma anche maggiore spiccata resilienza. Non sappiamo l'esito sulle modificazioni a lungo termine.**
- **È prevedibile, per i deflussi violenti estremi, un aumento dell'erosione e delle avulsioni**

FIUMI: È AMPIAMENTE RICONOSCIUTO CHE IL RISCALDAMENTO GLOBALE HA UN IMPATTO IMPORTANTE SUL BIOTA ACQUATICO

- Ma ci sono carenze conoscitive dell'impatto sulle **STRUTTURE MULTITAXA DELLE COMUNITÀ E SUGLI ECOSISTEMI**.

(cause delle carenze: rapidità dei cambiamenti, disturbi antropici, carenza dati storici, attenzione prevalente ai pesci).

NELLE 4 DIMENSIONI degli AMBIENTI FLUVIALI

- È indispensabile un approccio **OLISTICO, MULTIDISCIPLINARE**, (clima locale, territorio, idrologia, aria, suolo, copertura vegetale, sottosuolo (per orizzonti anche in profondo nello scheletro), chimismo delle acque, frammentazione sel continuum fluviale, geomorfologia...
- **Inoltre occorre:** **VALUTAZIONE MULTILIVELLO DEL BIOTA:** individui, popolazione, comunità, ecosistema, resilienza nel tempo, di caso in caso (per via degli genotipi: diversità intraspecifica) .

EROSIONE DELLA BIODIVERSITA' NELLE ACQUE DOLCI

Pesci d'acqua dolce: dal 1970 ad oggi si è verificata, su scala mondiale, la riduzione della biomassa pari a -83% * (cause: derivazioni per usi umani e industriali, irrigazione, pesca, produzione di energia, commercio, alterazioni geomorfologiche, inquinamento)

* High level Political Forum delle Nazioni Unite: cambiamento climatico e acqua;
WWF.Anheuser-Busch Inbev

NELLO SCENARIO IPPC DI +3°C DI AUMENTO MEDIO GLOBALE DELLA TEMPERATURA RISPETTO ALL'ERA PRE-INDUSTRIALE, NELLE ACQUE DOLCI – NEL COMPLESSO DI TUTTO IL BIOTA RISULTANO MINACCIATE DI ESTINZIONE (ULTERIORE) :

- il 100% delle specie endemiche delle isole;**
 - L'84% delle specie di montagna**
 - Il 12 % delle specie sui continenti**
- (54% delle specie oceaniche fra cui specie anadrome)**

L'ESEMPIO DEI TRICOTTERI D'EUROPA

|

- **20% MINACCIATI DI ESTINZIONE DALLA CRISI CLIMATICA NELLE ECOREGIONI DELL'EUROPA MERIDIONALE;**
- **10% IN ESTINZIONE NELLE ZONE D'ALTA MONTAGNA;**
- **Nella regione iberica-macaronesia (Capo Verde, Azorre, Canarie, Madera) il 30,2% di tutte le specie in pericolo di estinzione (molti i taxa endemici)**

PECULIARITÀ DELLA FAUNA DELLE ACQUE CORRENTI

I TAXA :

- INCLUDONO SPECIE TUTTE ECTOTERME
- SPECIE STENOTERME
- SPECIE STENOECIE DI ACQUE FREDDE (*es. Blefariceridae*)
- INCLUDONO TAXA REOFILI E TAXA LIMNOFILI
- TAXA GENERALMENTE SENSIBILI ALLA LUCE (gli invertebrati alla radiazione UV)
- MOLTI HANNO SCARSA O NULLA MOBILITÀ
- ALCUNI SONO VOLATORI ALLO STATO IMMAGINALE ; altri a vita acquatica obbligata e a SCARSA MOBILITÀ

IN CONCLUSIONE SONO TUTTI ESTREMAMENTE SENSIBILI ALLA TEMPERATURA ESTERNA E CON SCARSE CAPACITÀ DI RESISTENZA ALLE VARIAZIONI, SOPRATTUTTO SE REPENTINE.

LA TEMPERATURA INFLUENZA SIGNIFICATIVAMENTE I BIOTOPO E LE BIOGENOSI

CHIMISMO DELL'ACQUA: PARAMETRO	(aumento)	(diminuzione)
Solubilità dei gas : O ₂ , CO ₂		↓
Densità dell'acqua ^(a)		↓
Solubilità delle molecole	↑	
Ionizzazione delle molecole	↑	
Velocità delle reazioni chimiche ^(b)	↑	
Velocità delle reazioni metaboliche	↑	

↔ PRECIPITAZIONI
CARBONATICHE

STRESS METABOLICO: una regola approssimativa, spesso usata in chimica, afferma che la velocità di una reazione (incluse quelle biochimiche ossidativa di respirazione) raddoppia approssimativamente ogni 10°C.

È favorita la proliferazione di batteri, microfunghi, protisti, specie panmittiche

Se le condizioni di stress termico nell'ambiente idrico persistono, intervengono fenomeni cronici come l'esplosione di epidemie batteriche o parassitosi fungine (ad es. l'ittiofiriasi) o da nematodi.

PER IL RISCALDAMENTO DEI FIUMI CONTANO L'ENTITÀ E LA DURATA DEI PICCHI DI TEMPERATURE PIUTTOSTO CHE IL TREND CALCOLATO SULLE MEDIE ANNUALI E CONTANO LE FASI ONTOGENETICHE

Stagione	Categorie ittiche / impatto termico
Autunno-inverno	Barbo: un incremento da circa 0° a 2°C al momento della riproduzione può distruggere la specie; Salmonidi: risentono con morie, di un aumento di 5-6°C
Primavera	Luccio: allo stato embrionale è fatale un incremento di 5-6°C Ciprinidi: anche allo stato embrionale sopportano senza conseguenze acute incrementi di 8-10°C. Gli adulti sono più resistenti.
Estate	Salmonidi: la massima temperatura tollerabile dalle trote oscilla tra 20-23°C; Ciprinidi: il limite termico superiore non deve superare mai punte di 30°C; l'incremento massimo non dovrebbe mai superare i 6°C;

Austropotamobius pallipes richiede intervalli di temperatura 15/18°C.

LA TEMPERATURA NELLA NORMATIVA: i limiti di legge (DLgs 152/06 e s.m.i.) per l'inquinamento termico sono assai retrittivi... $\Delta < 3^{\circ}\text{C}$ tra due sezioni e $< 1^{\circ}\text{C}$ in metà del corridoio fluviale.

IN SOSTANZA DI FRONTE AI DISTURBI GENERATI DALLA CRISI CLIMATICA TUTTI GLI ORGANISMI REAGISCONO, NEI LIMITI DELLE LORO CAPACITA' E POSSIBILITA', SECONDO 4 OPZIONI:

- 1) Resistere** (entro i propri limiti autoecologici, metabolici, fisiologici, di sviluppo ontogenetico e condizioni ambientali dell'habitat)
- 2) Adattarsi rapidamente** (cosa evolutivamente assai poco probabile)
- 3) Migrare**
- 4) Morire**



LE PRESSIONI DEL CLIMATE CHANGE SUGLI ECOSISTEMI DELLE ACQUE CORRENTI.

EFFETTI DIRETTI

RISCALDAMENTO DELLE ACQUE

AUMENTO DI FREQUENZA, ENTITA',
DURATA DEGLI EVENTI IDROLOGICI
ESTREMI

SICCITA'

PRECIPITAZIONI INTENSE

RADIAZIONE U.V.

ACIDIFICAZIONE

EFFETTI INDIRETTI

AUMENTO DELLE DERIVAZIONI PER USI UMANI

LA FRAMMENTAZIONE DEL CONTINUUM
FLUVIALE e nel reticolo idrologico

ARTIFICIALIZZAZIONE DEGLI ALVEI

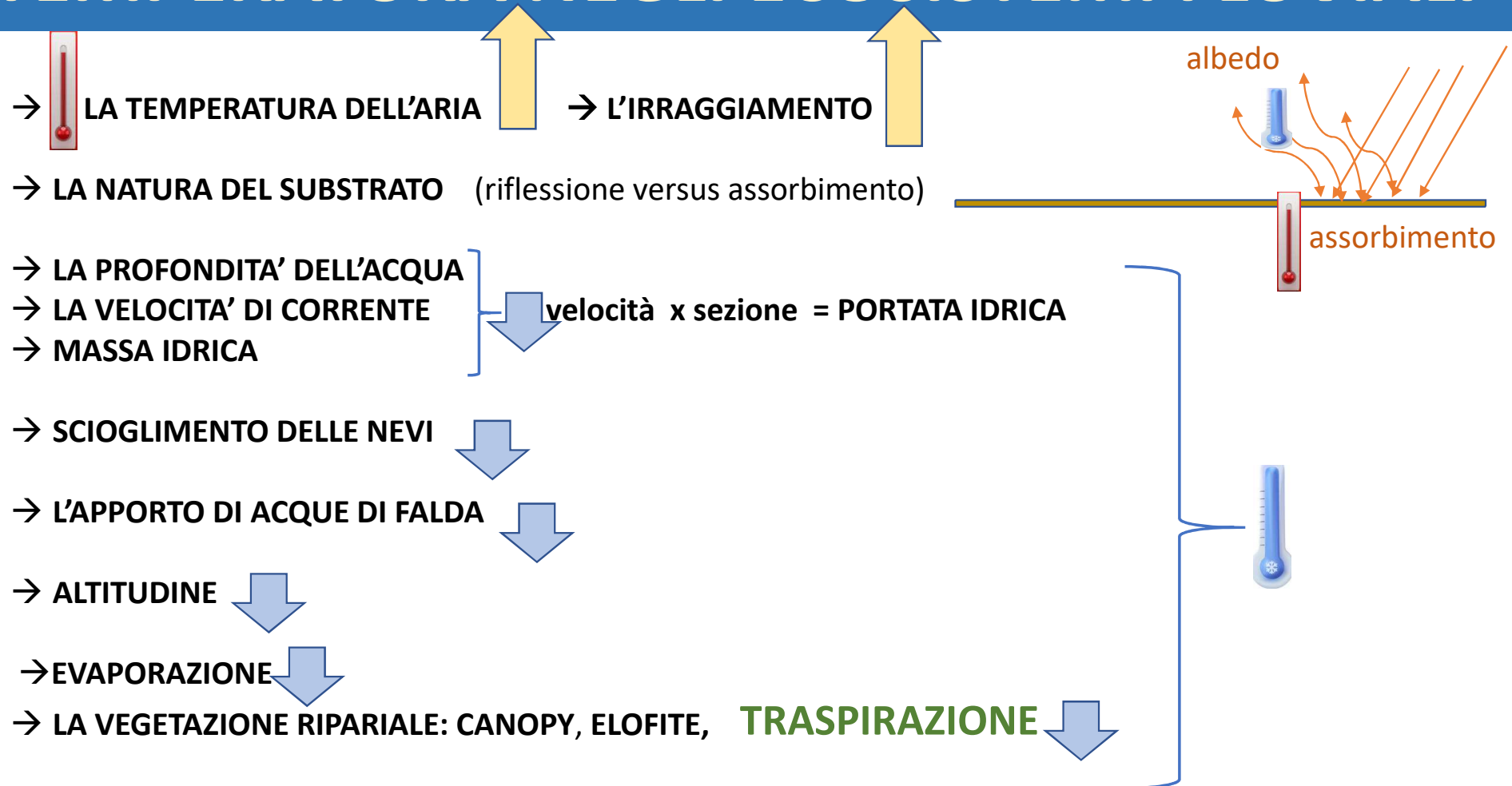
CARENZA O ASSENZA DELLA PROTEZIONE
OPERATA DALL'ECOTONO RIPARIO

CARENZA O ASSENZA DELLA FASCIA PROTETTIVA
DI VEGETAZIONE SPONTANEA RIPARIALE

INQUINAMENTO

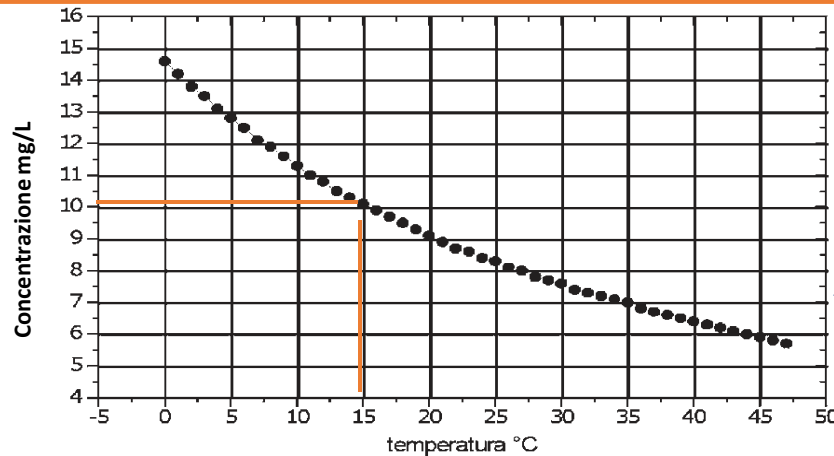
aumento delle concentrazioni degli inquinanti

FATTORI CHE INFLUENZANO LA TEMPERATURA NEGLI ECOSISTEMI FLUVIALI



LA CRITICITA' PIU' RILEVANTE DEL RISCALDAMENTO

NEI BIOTOPHI DI
ACQUE CORRENTI E'
LA CADUTA DEL
TENORE DEL
L'OSSIGENO
DISCIOLTO



LA
CONCENTRAZIONE
DELL'OSSIGENO
DISCIOLTO
DIPENDE DALLA
TEMPERATURA

L'O₂ DISCIOLTO NELLE ACQUE PROVIENE:

- DALLA FOTOSINTESI IN ALVEO (periphyton, muschi, macrofite, idrofite, pleustofite)
- DALLA TURBOLENZA che tende a stabilizzarne la saturazione attorno al valore ottimale del 100%

L'O₂ DISCIOLTO NELLE ACQUE E' CONSUMATO:

- DALLA RESPIRAZIONE IN ALVEO (animali acquatici, biodegradatori microbici quali funghi e batteri, i vegetali entro l'alveo nella fase buia).
- Il consumo è esaltato dall'abbondanza di detrito organico, soprattutto DOM, d'origine naturale o antropica-inquinante. BOD₅ . LA TEMPERATURE AUMENTA IL METABOLISMO!

NELLE PARTI ALTE DEL BACINO, IN ZONA RITHRALE, IL RISCALDAMENTO È PIÙ CONTENUTO

- la temperatura in montagna è più bassa in ragione della quota altimetrica;
- l'orografia a forte pendenza attenua il calore perché la radiazione solare è distribuita per incidenza su superfici oblique maggiori;
- la durata delle ore di picco più calde, è minore rispetto a quella che si verifica in pianura;

INOLTRE:

L'OSSIGENO DISCIOLTO È ELEVATO PERCHÉ È ZONA TIPICAMENTE A PRODUZIONE PRIMARIA E AD ELEVATA TURBOLENZA.

LA VELOCITÀ ELEVATA DELL'ACQUA E IL SUO PIÙ BREVE TEMPO DI ESPOSIZIONE ALL'ARIA (ACQUE NEONATE DA POCO) CONTRIBUISCONO A MANTENERE BASSA TEMPERATURA PER CUI IL REGIME TERMICO È SOSTANZIALMENTE INDIPENDENTE DA QUELLO DELL'ARIA, IN CONDIZIONI DI NATURALITÀ



La turbolenza
stabilizza la
saturazione
dell'O.D. attorno a
valori del 100%

**Ombreggiamento, evaporazione ed elevata
traspirazione contribuiscono al
raffrescamento dell'ambiente fluviale**

LUNGO IL PROFILO LONGITUDINALE: MINACCE NELLA ZONA AD EROSIONE

La riduzione della portata idrica, già bassa a quote elevate e rithrale, può divenire drammatica per derivazioni, (*miniidroelettrico!*) e per i nuovi attingimenti.

LA CARENZA DI NEVE PUÒ PORTARE A RIDUZIONI DRASTICHE O AD ASCIUTTA TOTALE I CORSI DI 1° ORDINE (secondo la classificazione di Strahler) ALLA PERIFERIA DEI BACINI.

Il disboscamento ha effetti negativi sul contenimento del calore sensibile, sulla stabilità termica, sul trasporto solido fluviale, sui processi erosivi esaltati dalle piogge di forte intensità, sulla regimazione, sulla qualità dell'acqua.

PROFILO LONGITUDINALE: LA ZONA A DEPOSITO

Nei tratti planiziali la massa idrica più grande in transito contrasta il riscaldamento;

L'incremento della temperatura può prodursi in qualche misura a monte lungo il percorso nel profilo longitudinale.

Apporti laterali o subalvei di acqua di falda abbassano la temperatura nei tratti a fiume drenante; per contro i laghi e invasi dei bacini idroelettrici innalzano la temperatura estiva dell'acqua.

L'ampiezza dell'alveo aumenta la superficie d'acqua esposta all'atmosfera e alla radiazione solare) . Scarso l'ombreggiamento arboreo ma elevata traspirazione dei fragmiteti.

L'ELEVATA COMPLESSITÀ RICHIEDE UNA VALUTAZIONE CASO PER CASO

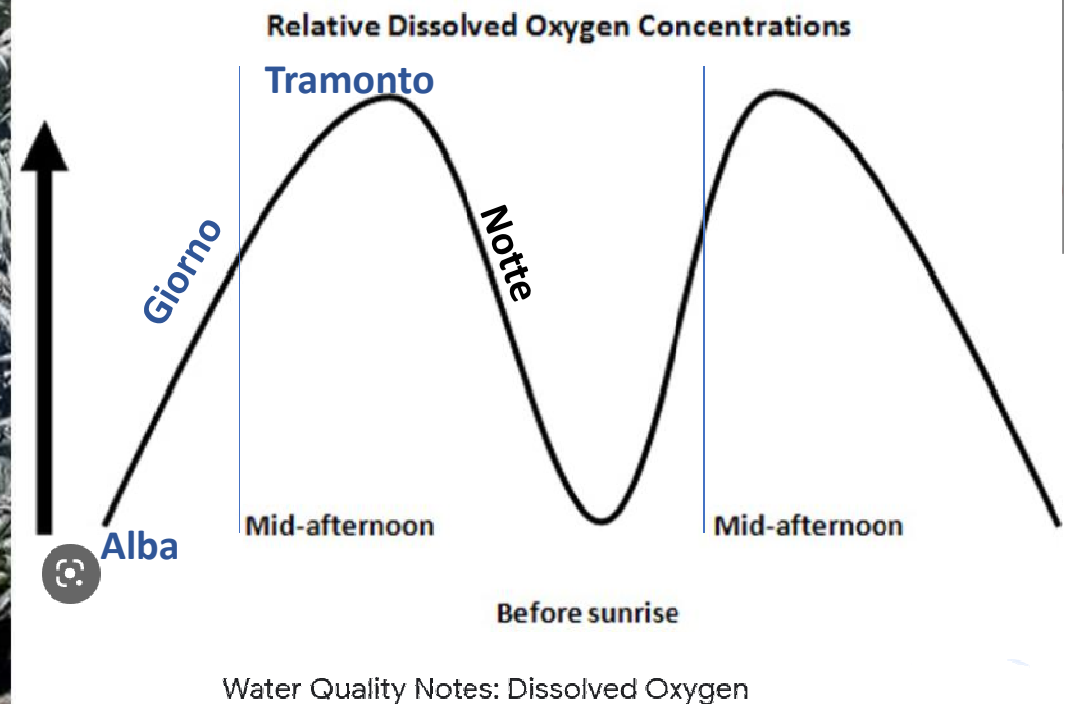
PER QUANTO RIGUARDA L'OSSIGENO DISCIOLTO:

- Il flusso lento, sub-laminare non consente un'adeguato rifornimento dall'atmosfera;**
- → La fotosintesi in alveo è praticamente assente trattandosi di zona a deposito;**
- → → L'input energetico proveniente dal detrito e l'inquinamento organico d'origine antropica alimentano fenomeni di respirazione .**
- → → → Le biocenosi richiedono più ossigeno di quanto ve ne sia normalmente in acqua a saturazione.**

LUNGO IL PROFILO LONGITUDINALE LE CRISI ANOSSICHE SI VERIFICANO NEI TRATTI PLANIZIALI E SONO FAVORITE DA FLUSSO SUB-LAMINARE, DA PORTATE RIDOTTE E SCARSA VEGETAZIONE



Moria di pesci nel fiume Sacco: solo colpa del gran caldo o anche dell'inquinamento? (foto)



MIGRAZIONI VERTICALI

- **Poco indagata è la migrazione verso l'alto di specie alla ricerca di acque fresche e meglio ossigenate.**
- **I lavori scientifici che si rinvencono abbastanza numerosi riguardano i pesci in quanto dotati di elevata mobilità e soprattutto per le specie che hanno valore economico.**
- **Per gli invertebrati si rinviene, ad es., che lungo il profilo longitudinale/altimetrico alcune specie di odonati (Lestes), che col volo possono coprire grandi distanze, sono risalite in alcuni casi di circa 70 km.**
- **Alcune specie di salmonidi che vivono in ambienti con temperature assai basse, non possono trovare salvezza con migrazioni verticali verso quote più basse e quindi scompaiono.**



**LA DISSEMINAZIONE DI DIGHE,
TRAVERSE, SBARRAMENTI VARI,
ALTERAZIONI DEL LETTO
IMPEDISCONO LA MIGRAZIONE
VERTICALE LUNGO IL PROFILO
LONGITUDINALE E ALTIMETRICO E
SONO CAUSA DI PERDITA DI
BIODIVERSITÀ.
SONO POCHI I CASI DI DISPOSITIVO
PER IL PASSAGGIO DEI PESCI →**



Il fiume è un corridoio ecologico naturale. Gli sbarramenti creano occupazione di habitat ad opera di specie immigrate ed eccesso di competizione. La crisi climatica induce grandi flussi migratori e tra le opere di «adattamento» occorre un programma di de-frammentazione e ripristino del continuum fluviale.

ALCUNE VICARIANZE OSSERVATE

Le specie stenoterme di habitat reofili, sono sostituite da specie generaliste, resistenti e spesso invasive, non autoctone . (USA Indiana University)

E' stato dimostrato che nell'intero corso del fiume Reno:

- l'abbondanza della biomassa dei pesci è aumentata col crescere della temperatura;
- pesci e invertebrati termofili hanno sostituito i taxa esigenti di acque fredde e ben ossigenate;
- la diminuzione delle acque di disgelo dei Pirenei francesi ha mostrato un aumento della biomassa degli invertebrati ma la riduzione di alcune specie di ditteri e di Rhyacophyla , di acque fredde
- La tartaruga d'acqua dolce *Emys orbicularis* è sostituita dalla *Trachemys scripta*, alloctona, invasiva, (IPPC per questa specie dà l'87% di maggiore idoneità; competizione alimentare e per habitat
- Il salmerino diminuisce perché più sensibile della trota all'aumento termico

Torrenti alpini: molte specie hanno chiaramente beneficiato del riscaldamento ma molte altre sono andate perdute.



Silurus glanis



Procambarus clarkii
Gambero rosso della California

SARÀ NECESSARIO PERFEZIONARE GLI INDICI DI QUALITÀ

GLI INDICI BIOTICI COMUNEMENTE UTILIZZATI NON REGISTRANO ADEGUATAMENTE LA CRISI DOVUTA ALLA RIDUZIONE DRASTICA DEGLI ALVEI BAGNATI. (NON CONSIDERANO LO *STANDING CROP* = *BIOMASSA DEI TAXA PER SUPERFICIE UNITARIA*) NÉ LA SUPERFICIE STESSA DEGLI ECOSISTEMI



Inoltre gli Indici biotici IN USO sono a rischio perché con le vicarianze cambiano le metriche che sono state stabilite su situazioni ecologiche che evolvono rapidamente e non sono più reali.

MAGRE ESTREME E SICITÀ

COMPORTANO: Maggiore facilità di riscaldamento

- 1) aumento della concentrazione dei sali disciolti (con possibili precipitazioni di carbonato di calcio);
- 2) allontanamento dall'ecotono e dalla vegetazione ripariale;
- 3) concentrazione degli inquinanti e quindi l'acuirsi degli effetti di tossicità (N.O.E.C.)
- 4) perdita di biodiversità per seccagione di uova e di organismi sessili o incapaci di trasferirsi lateralmente in tempi adeguati;
- 5) aumento della competitività per sovraffollamento degli habitat residui, frammentazione con pozze di acque ferme.

ER LA RESILIENZA CONTA L'ESTENSIONE LONGITUDINALE DELLA ZONA IN SECCA

IN DEFINITIVA: DISTROFIA, DIMINUZIONE DEL POTERE AUTODEPURATIVO così come definito dal DLgs 152/06, all'art. 76 comma 2:

« L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. »

EVENTI DI PIENA ESTREMI

Cancellazione degli habitat, aumento della frequenza del Drift catastrofico, erosione, taglio delle anse, avulsione



Torbidità (SST), interrimento dei bacini, avulsione, distruzione del bentos marino

L'EROSIONE «SVELA» VECCHIE DISCARICHE ABBANDONATE E NEGLETTE



Torrente Laio – Guradiagrele - CH

IL RETICOLO IDROLOGICO ARTIFICIALE: FOGNATURE URBANE

PRECIPITAZIONI DI ELEVATA INTENSITA' COMPORTANO:

- **ATTIVAZIONE DEGLI SFIORI DELLE FOGNATURE UNITARIE (MISTE) CON RIMOZIONE E RISOSPENSIONE DEI MICROBI ASSOCIATI AI SEDIMENTI ANOSSICI CONTAMINATI;**



PATOGENI E ALTRO

- **PUNTE DI INQUINAMENTO DI MOLTI ORDINI DI GRANDEZZA SUPERIORI ALLA MEDIA (sedimenti fognarii, dilavamento delle strade, piazzali, superfici lastricate)**
- **INGRESSO NELLE ACQUE DI PATOGENI DILAVATI DAI PASCOLI**

ACQUE DI TRANSIZIONE: INTRUSIONE SALINA



LA RISALITA DEL CUNEO SALINO È FAVORITA :

- **DALLA BASSA PORTATA (spinta cinetica) e ABBASSAMENTO DEL LIVELLO DEL FIUME**
- **DALL'INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE, DI OLTRE 25 CM NEGLI ULTIMI 30 ANNI**
- **DALLE CONDIZIONI METEOMARINE E DI MAREA**

MA L'IMPATTO PIÙ SIGNIFICATIVO, IMPORTANTE E DUREVOLE (forse irreversibile) RIGUARDA:

- **LA SALINIZZAZIONE DELLA FALDA (enfattizzata dai prelievi dai pozzi)**
- **LA SALINIZZAZIONE DEI SUOLI**

SUGGERIMENTI PER NUOVI COMPITI PER IL FUTURO:

METTERE A PUNTO NUOVI INDICATORI E INDICI, AGGIUNTIVI, PER VALUTARE L'EFFETTIVO IMPATTO DEL RISCALDAMENTO GLOBALE SUGLI AMBIENTI FLUVIALI;

STUDIARE GLI EVENTI (SEMPRE MENO...) ECCEZIONALI: PIENE ESTREME E PERIODI SICCITOSI;

VERIFICARE LE METRICHE DEGLI INDICI BIOTICI

MONITORARE MIGRAZIONI E VICARIANZE DI SPECIE, VULNERABILITÀ, SPECIE ALLOCTONE E RISCHI DI ESTINZIONE

MODALITÀ DI CALCOLO DEL DEFLUSSO ECOLOGICO, ADEGUATO AL GLOBAL CLIMATE CHANGE