

# IL MONDO DI FRONTE ALLA CRISI CLIMATICA

## Riflessioni e prospettive dopo la Cop26 di Glasgow

**N**iente di nuovo e il solito bla bla bla? Oppure finalmente qualche passo concreto per il contrasto al cambiamento climatico? Gli esiti della Cop26, la Conferenza sul clima che si è tenuta a Glasgow nel Regno Unito a novembre 2021, sono molto dibattuti, anche grazie alla grande risonanza mediatica che l'evento ha suscitato.

Per i quasi 200 Paesi partecipanti, la Conferenza è stata l'occasione per discutere i punti degli accordi di un'agenda condivisa con l'obiettivo di contenere il riscaldamento globale in atto.

In queste pagine abbiamo raccolto alcuni commenti e considerazioni sui temi al centro della Conferenza, sulle prospettive e su quanto ora bisognerebbe fare per raggiungere

gli obiettivi individuati. Riportiamo anche la testimonianza di chi ha partecipato in prima persona nella delegazione tecnica italiana.

Nel servizio dedicato al clima presentiamo inoltre un focus sulla situazione italiana, a partire dall'ultimo rapporto Ispra e dai dati preoccupanti registrati in alcune regioni.

Un'attenzione particolare è dedicata agli eventi meteoclimatici estremi che hanno colpito il territorio nazionale negli ultimi anni. In molti casi sono stati superati record storici o sono state registrate ampiezze raramente osservate prima.

Una prova tangibile di quanto il clima anche in Italia stia cambiando.

*(SF/DM)*

# IL PATTO DI GLASGOW SARÀ UN PUNTO DI SVOLTA?

LA COP 26 HA ASSUNTO IMPORTANTI DECISIONI PER CONTRASTARE L'EMERGENZA CLIMATICA. ORA È NECESSARIO APPLICARE E RAFFORZARE GLI IMPEGNI PER IL TAGLIO DELLE EMISSIONI E IL FINANZIAMENTO DELL'ADATTAMENTO, IN PARTICOLARE NEI PAESI IN VIA DI SVILUPPO.



FOTO: UNFCCC - CC BY-NC-SA 2.0

La conferenza delle Nazioni unite sui cambiamenti climatici (COP26) si è svolta a novembre 2021 e ha riunito quasi 200 Governi (le Parti del processo Unfccc) a Glasgow, nel Regno Unito. Sono stati negoziati i futuri passaggi per contrastare il cambiamento climatico e per concordare i dettagli per l'attuazione dell'accordo di Parigi. In particolare, sono state discusse questioni relative ai regolamenti dei mercati del carbonio (articolo 6), alla comunicazione periodica dei dati climatici da parte dei Paesi (trasparenza) e ai finanziamenti indirizzati ai Paesi in via di sviluppo per fronteggiare gli impatti dei cambiamenti climatici. Nonostante le difficoltà degli ultimi anni per trovare punti di incontro tra le Parti su questi temi, la COP26 ha affrontato ulteriori sfide, risultando una conferenza molto diversa dalle precedenti. I negoziati formali sul clima erano congelati dal 2019 a causa della pandemia da Covid-19 e, anche se negli ultimi due anni sono stati organizzati incontri online per proseguire il lavoro tecnico, mancava un incontro in presenza, molto importante per le interazioni diplomatiche. Data l'urgenza della crisi climatica, sottolineata dagli avvertimenti della scienza con il sesto rapporto di valutazione del gruppo intergovernativo

di esperti sui cambiamenti climatici (Ippc), il mondo guardava ai Governi con grandi aspettative rispetto alla COP26 e all'assunzione di una *leadership* chiara e decisa per il cambiamento climatico. Tuttavia, la lentezza dei precedenti negoziati Unfccc e le difficoltà delle Parti a trovare l'accordo per dare attuazione all'accordo di Parigi, insieme alle scarse ambizioni dei recenti piani nazionali per il clima, i cosiddetti contributi determinati a livello nazionale (Ndc) presentati dalle Parti prima della conferenza, metteva in dubbio l'efficacia del processo multilaterale. In questo contesto, le delegazioni dovevano arrivare a Glasgow per adottare una serie di complesse decisioni tecniche e dare vita al "libro delle regole" dell'accordo di Parigi, comprese le nuove disposizioni per la comunicazione delle emissioni per tutti i Paesi e i mercati del carbonio (articolo 6).

La conferenza è iniziata con il *World leaders summit* che ha visto un'alta e inaspettata partecipazione di capi di Stato e di Governo (oltre 120 partecipanti). Il focus dell'attenzione politica si è concentrata sui negoziati e da subito è emerso un significativo cambio di traiettoria dei Governi e degli attori non istituzionali verso la

decarbonizzazione e la promozione della resilienza, restituendo l'urgenza di azioni per il clima.

Il Regno Unito, che ha presieduto la conferenza in quanto paese ospitante, si è posto l'obiettivo di "mantenere vivo l'obiettivo 1,5 °C", con riferimento all'accordo di Parigi e all'impegno di limitare gli impatti più distruttivi del cambiamento climatico.

La COP26 ha così introdotto decisioni politiche di ampio respiro nel "Patto di Glasgow sul clima", che comprende anche punti che necessitavano di indicazioni procedurali e non erano state inserite all'ordine del giorno in nessuna sessione formale. Le decisioni senza precedenti concordate nel "Patto per il clima di Glasgow", sostenute con forza (e con successo) dalla presidenza britannica, si connotano per la visione ampia e di lungo respiro.

Anche se qualcuno è rimasto deluso per la mancanza di una formulazione più decisa e vincolante nel "Patto per il clima di Glasgow", gli elementi inclusi in queste decisioni sono fondamentali per contrastare il cambiamento climatico. Eccone i principali:

- al centro delle decisioni sono stati posti il senso di urgenza e la scienza, con i risultati dell'Ippc e l'obiettivo di rimanere

sotto gli 1.5 °C. Solo tre anni prima, alla Cop24 di Katowice, non era stato possibile “accogliere” il lavoro dell’Ipc per la resistenza di alcune Parti

- si “rileva con seria preoccupazione” che gli impegni assunti attualmente vedranno aumentare le emissioni fino al 2030 e si avvia un programma di lavoro su tagli più rapidi “in questo decennio critico”, con rendicontazione prevista nella Cop27 del prossimo anno
- sono necessarie decisioni urgenti e la necessità di maggiore coraggio prima del 2030, questioni che saranno anche formalmente trattate nella prossima Cop, così come in riunioni ministeriali annuali incentrate sugli obiettivi al 2030
- si richiede che i Paesi “rivedano e rafforzino” i loro obiettivi entro la fine del 2022 (rivedibili in ogni momento) per allinearsi all’accordo di Parigi; molti considerano tale impegno un ulteriore sforzo rispetto all’aggiornamento ogni cinque anni già concordato
- dopo quasi 30 anni di negoziati, si fa per la prima volta riferimento esplicito all’eliminazione graduale del carbone e dei sussidi agli altri combustibili fossili
- un elemento importante è stato il riferimento ai giovani nelle decisioni, sollecitandone una significativa partecipazione e rappresentanza nei processi decisionali. L’Italia, in quanto Paese ospitante del forum *Youth4Climate2021: Driving ambition* a Milano nel settembre 2021, ha svolto un ruolo importante nell’affrontare la questione all’interno del processo dell’Unfccc, arrivando persino a invitare

le future presidenze della Cop a organizzare annualmente forum guidati da giovani

- sono stati raggiunti anche risultati in materia di adattamento, perdite e danni (*loss and damage*) e finanza.

Oltre alle decisioni più importanti, la Cop26 ha finalizzato il cosiddetto “libro delle regole di Parigi”, che regola i mercati del carbonio, i tempi per gli Ndc e i regimi di trasparenza, che sarebbero stati impensabili solo due anni fa:

- *tempistiche comuni per gli Ndc*: le parti hanno concordato scadenze quinquennali per gli Ndc, consentendo anche un aggiornamento più frequente
- *trasparenza*: le Parti hanno adottato tabelle di rendicontazione e formati tabulari comuni, schemi di rendicontazione e un programma di formazione per revisori esperti tecnici, concordando di presentare le informazioni utilizzando gli stessi formati e tabelle, il che significa che la rendicontazione sarà più trasparente, coerente e comparabile. I Paesi presenteranno i loro primi rapporti biennali sulla trasparenza entro la fine del 2024
- *mercati del carbonio*: sono state concordate regole di attuazione per le tre parti costitutive dell’articolo 6, riguardanti la cooperazione volontaria, un nuovo meccanismo di credito del carbonio e approcci non di mercato.

Parallelamente alle negoziazioni formali, le Cop sono diventate anche

un momento chiave per promuovere iniziative che favoriscano positivamente e guidino il cambiamento. Glasgow ne ha viste numerose che vertevano per esempio su: la riduzione del metano, i veicoli a zero emissioni, l’eliminazione graduale del carbone, il superamento dei combustibili fossili, la deforestazione ecc. Nell’insieme, la loro importanza risiede nella possibilità che possano favorire il cambio di passo e trasformazioni economiche e sociali.

In conclusione, nella Cop 26 e nel suo “Patto per il clima di Glasgow” risiede un prezioso potenziale, quello di essere concretamente il punto di svolta e un’importante leva per contrastare l’emergenza climatica. Ciò potrà tradursi in realtà soltanto se le promesse condivise saranno mantenute, unitamente al rispetto degli impegni dell’accordo di Parigi. Sarà necessaria la massima pressione sui Governi e sulle parti interessate, come le imprese, le città e le regioni, affinché Glasgow abbia un impatto significativo per invertire rotta sulle emissioni e per indirizzare ai Paesi in via di sviluppo maggiori finanziamenti per fronteggiare i crescenti impatti del cambiamento climatico. La prima verifica sarà a novembre 2022, alla Cop27 di Sharm El-Sheikh, in Egitto.

**Daniele Violetti, Kay Merce**

United nations framework convention on climate change (Unfccc)

Traduzione di Roberta Renati



# DOPO LA CONFERENZA, LE SFIDE PARTONO ORA

LA CONFERENZA DELLE PARTI DELLA CONVENZIONE ONU SUL CLIMA NON DEVE ESSERE VISTA COME UN APPUNTAMENTO IN CUI SI POSSONO PRENDERE DECISIONI DEL TUTTO INASPETTATE. È PIUTTOSTO UN'OCCASIONE PER RAGGIUNGERE ACCORDI SUI PUNTI DEFINITI DI UN'AGENDA CONDIVISA. DA QUESTA PROSPETTIVA, ALCUNI PASSI IN AVANTI SONO STATI FATTI.

I risultati delle Conferenze delle parti (Cop) della Convenzione Onu sul clima sono quasi sempre accolti con grande delusione, in qualche caso derisione. La Cop26 di Glasgow non ha fatto eccezione, molti hanno sostenuto che si sia trattato di un fallimento, annunciato e inevitabile. Al contrario altre valutazioni (ad esempio quella che ho scritto con alcuni colleghi per il blog [www.climalteranti.it](http://www.climalteranti.it)), hanno mostrato una diversa prospettiva, in cui non mancano le cose positive.

Per capirsi, e magari mettersi d'accordo in che misura la Cop26 sia stato un successo o un fallimento, sarebbe necessario considerare qual è lo scopo di una Cop, quali sono le sue regole, i suoi meccanismi decisionali e i suoi tempi. Se si pensa che una Cop sia un luogo in cui si possono prendere decisioni del tutto inaspettate, in grado di stravolgere l'azione globale sul clima degli ultimi 20 anni, magari decidendo a maggioranza l'abolizione dell'uso dei combustibili fossili o impegni di riduzione per tutti i Paesi in grado di permettere di limitare l'aumento delle temperature globali a +1,5 °C rispetto ai livelli industriali, allora sì, la Cop26 è stata un clamoroso fallimento.

Ma se si pensa che il suo compito sia quello di raggiungere accordi sui punti definiti di un'agenda condivisa, tenendo a bordo tutti i Paesi del mondo, dall'Italia al Brasile e all'Arabia Saudita, allora è stata un discreto successo.

Indubbiamente c'è un grande ritardo nell'azione globale sul clima ed è comprensibile che la lentezza dei passi avanti di ogni Cop generi sfiducia e frustrazione. Ma la Cop26 ha prodotto diversi risultati importanti, avanzamenti dell'azione globale multilaterale contro il surriscaldamento globale: la decisione quadro è il *Patto per il clima di Glasgow*, affiancato da altre 22 decisioni della Cop, 8 decisioni del tavolo negoziale della Cmp (meeting della Parti del protocollo di Kyoto) e 20 decisioni della Cma (meeting della Parti dell'accordo di Parigi).

Sono importanti anche altri accordi e impegni arrivati da Glasgow che, pur se non adottati formalmente dalla Cop, costituiscono un supporto fondamentale al negoziato ufficiale. Ad esempio il *Global methane pledge*, un impegno di 109 Stati (fra cui l'Italia) a ridurre le proprie emissioni di metano del 30% nel periodo 2020-2030, o lo *Statement on international public support for the clean energy transition*, con cui più di 30 Stati (Italia compresa) e istituzioni finanziarie hanno assunto un impegno a sospendere tutti i finanziamenti per lo sviluppo dei combustibili fossili all'estero, reindirizzando i finanziamenti verso l'energia verde.

Molto si è parlato della decisione dell'India di bloccare l'inclusione nel documento finale della Cop26, il *Glasgow climate pact*, l'impegno al *phase-out* (eliminazione) dell'uso del carbone, sostituito all'ultimo momento da un impegno al *phase-down* (riduzione); ma a livello pratico non ci sono gradi di differenza. Paesi come l'India, in cui milioni di persone hanno scarso accesso all'energia o usano tecnologie primitive, non possono certo darsi gli stessi obiettivi di Paesi più avanzati e di antica industrializzazione. L'eliminazione completa del carbone era comunque prevista per l'India fra un paio di decenni, non ci sono grandi differenze per gli impegni di questo decennio.

Quello raggiunto alla Cop26 è comunque un buon risultato: negli anni scorsi si faceva fatica anche solo a nominare il termine "combustibili fossili" nei documenti ufficiali del negoziato. Non è un caso che nel testo del protocollo di Kyoto o dell'accordo di Parigi non compaiano i termini "combustibili fossili" o "carbone". Gli impegni di oltre 60 Stati, fra cui molti ancora in via di sviluppo, a non costruire nuove centrali a carbone o a promuovere i veicoli elettrici hanno lanciato un altro segnale forte e chiaro al mondo dell'industria fossile.

Finita la Cop26 – e il G20 che l'ha preceduta, che ha pure avuto il merito

di porre il cambiamento climatico come uno dei temi centrali – il lavoro non è finito, anzi entra nel vivo. Smontate le luci e i palchi dello *Scottish event campus* di Glasgow e della Nuvola di Roma, inizia un lavoro lontano dai riflettori ma altrettanto importante: quello dell'implementazione degli impegni. Si tratta in sostanza di fare i compiti a casa, in tutti i Paesi. Un lavoro che riguarda non solo i Governi e i Parlamenti, o i livelli amministrativi di Regioni e Comuni, ma soprattutto la società civile. Perché gli impegni presi dagli Stati con gli Ndc (*National determined contribution*), ossia gli obiettivi di riduzione al 2030, o gli altri impegni sopra citati, saranno difficilmente realizzati senza un sostegno, una pressione forte e costante da parte dei cittadini di ogni Paese. Perché è facile firmare una dichiarazione sotto i riflettori, più difficile è tradurre in misure, regole, scadenze, stanziamenti di bilancio gli impegni presi. Ormai per raggiungere gli obiettivi sul clima non bastano piccoli aggiustamenti o incrementi di efficienza; è necessario passare a interventi incisivi strutturali: di fatto la rottamazione in tre decenni del sistema dei combustibili fossili, ramificato e centrale per il nostro sistema socioeconomico. Per fare un esempio, l'impegno a non finanziare o non fornire sussidi pubblici alle infrastrutture dei combustibili fossili (gasdotti, oleodotti) vuol dire deviare significativamente dal *business as usual* degli ultimi anni, richiede scelte diverse in organismi, quali ad esempio la Cassa depositi e prestiti o sue controllate come la Sace, finora ai margini dell'azione sul clima.

Insomma, la Cop26 ha fatto più o meno quanto poteva, ora la palla è nella metà del campo dei Governi nazionali, dei Parlamenti e in fondo della società civile e dei cittadini che la compongono.

**Stefano Caserini**

Docente di Mitigazione dei cambiamenti climatici, Politecnico di Milano



# PERCHÉ LA COP26 È STATA UN FALLIMENTO E COSA SERVE ORA

LE POLITICHE PER L'AMBIENTE NON HANNO BISOGNO DI UN ACCORDO SPECIFICO PER INTRAPRENDERE VERAMENTE LE AZIONI A TUTELA DEL CLIMA, È SOLO UNA QUESTIONE DI VOLONTÀ. NONOSTANTE LA DELUSIONE, LA SPERANZA È CHE I CITTADINI DI TUTTO IL MONDO CONTINUINO A LOTTA PER LA SOPRAVVIVENZA DEL PIANETA E DELLE SPECIE VIVENTI.

**D**opo la Cop 26 vediamo che i responsabili politici continuano a fallire nell'affrontare la crisi climatica. Questa conferenza è stata una fiera del *greenwashing*, del mantenere lo status quo e le basi imperialiste che permettono a una piccola parte di mondo di mantenere questo sistema insostenibile.

Si è detto che questa Cop dovesse mantenere l'obiettivo di 1,5 °C vivo – quasi fosse una pianta o un gattino morente – ma chiaramente non bastano parole e obiettivi per farlo. Seguendo le politiche degli obiettivi attuali difatti a fine secolo raggiungeremmo un aumento di 2,7°C della temperatura media globale rispetto ai livelli preindustriali. Se consideriamo gli impegni al 2030 raggiungeremmo un aumento di 2,4 °C. È ben lontano da 1,5 °C e significa praticamente arrendersi sull'accordo di Parigi, e sul nostro futuro, qualsiasi cosa si dica nel patto di Glasgow.

Guardando i numeri, nell'emergenza in cui ci troviamo conta quello che immettiamo nell'atmosfera, e ti aspetteresti che il conteggio sia accurato e al centro delle decisioni. Non puoi andare lontano se non tieni conto di tutti i numeri, ma attualmente dagli inventari dei Paesi sono tenute fuori una quantità di emissioni maggiore di quelle degli Stati Uniti, circa il 23% delle emissioni globali. Una quantità determinante per come sarà il pianeta. Questa ingegnosa idea di nascondere i numeri sotto al tappeto non funziona con l'atmosfera. Non puoi cancellare i gas dall'atmosfera come li cancelli da un foglio. Quindi prima di tutto abbiamo bisogno di essere onesti e contare tutti i numeri.

In un'emergenza non penseresti di rivolgerti per le soluzioni a chi ha causato il disastro. Ma la delegazione più grande apparteneva proprio ai lobbisti delle compagnie di combustibili fossili. Questo è terrificante.

Molti Paesi sono arrivati e sono usciti dalla conferenza come "leader" sul clima,

mentre in realtà non abbiamo ancora nessun leader, con gli Usa che pochi giorni dopo hanno confermato la più grande vendita di terreni per il petrolio e il gas nella loro storia, che aggiungerebbe 1,1 miliardi di barili di petrolio e 4,4 trilioni di piedi cubici di gas naturale alla produzione globale nei prossimi decenni. La Cina che ha raggiunto il suo livello più alto della produzione di carbone. E lo stesso vale in modo simile per tutti gli Stati, almeno del nord globale.

È stata una delle Cop più inaccessibili di sempre, con il sud globale e la società civile lasciati fuori o inascoltati. Questo è particolarmente grave, perché la crisi climatica e ambientale in gran parte continua a essere vista come una minaccia al futuro, mentre riguarda il presente di milioni di persone. La *Cop26 Coalition*, una coalizione di Ong ambientaliste, ha detto che due terzi delle persone che stava aiutando a recarsi a Glasgow non sono state in grado di farlo.

Ora i media, mentre riportano in larga parte le opinioni dei leader chiusi nella loro bolla, possono accusare Cina e India di avere annacquato il patto per nascondere la vergogna dei Paesi "sviluppati" che per 12 anni non hanno ancora garantito 100 miliardi ai Paesi più vulnerabili. Intanto questi Paesi sono sommersi dalle alluvioni e uccisi dalle ondate di caldo.

E le azioni si rimandano al 2022, 2023, 2030, quando dovremmo abbattere le emissioni globali ogni anno tra il 7 e il 12% se vogliamo mantenere l'aumento della temperatura sotto 1,5 °C.

L'Italia stessa ha firmato un patto per bloccare nuovi investimenti all'estero e pochi giorni dopo l'agenzia Sace ha garantito la copertura assicurativa a un progetto di estrazione di gas nell'artico russo. In questi giorni sta anche premendo perché il gas venga incluso tra le fonti energetiche "sostenibili" nella tassonomia europea, cosa che permetterebbe di ricevere molti fondi e facilitazioni. Ci sentiamo traditi e arrabbiati per



questo fallimento. E se ti senti anche tu così è un bene: significa che ti accorgi come noi del tradimento delle persone al potere. Dobbiamo ricordarci che i politici non hanno bisogno di nessuna conferenza, trattato o accordo per iniziare a intraprendere una vera azione sul clima. Possono iniziare oggi stesso.

Quindi? Abbiamo bisogno di essere uniti e farci avanti. La speranza è tutta intorno a noi, sono le popolazioni indigene che nonostante vengano assassinate per mantenere in piedi questo sistema alzano la voce, e rischiano di più. La speranza sono le persone delle piccole isole e delle aree più colpite che, nonostante vengano fatte tacere da decenni e vengano condannate a sparire sotto il mare, si ribellano.

La speranza siamo noi, le 200 mila persone che hanno marciato a Glasgow, i milioni di persone che ovunque agiscono e lottano per un futuro sicuro. La speranza la creiamo con le nostre azioni, quindi diamoci da fare!

La Cop 26 ha fallito, i cosiddetti leader hanno fallito, ma noi no. E non ci arrenderemo come loro.

a cura di **Fridays for future Italia**

# NON SOLO EMISSIONI, IL MODELLO COP VA SUPERATO

LA POLITICA SI È CONCENTRATA SOSTANZIALMENTE SOLO SULLA RIDUZIONE DEI GAS CLIMALTERANTI. UN APPROCCIO PARZIALE E INSUFFICIENTE. FORSE È ARRIVATO IL MOMENTO DI CHIUDERE LE COP E APRIRE UN NUOVO FRONTE IN CUI LE EMISSIONI NON SIANO SGANCIATE DA TUTTE LE ALTRE VARIABILI CHE REGOLANO LA VITA SUL NOSTRO PIANETA.

**P**romesse e proclami sono i tratti distintivi di tutte le Cop. Anche Glasgow non è stata diversa: il circo è ricominciato e i 400 jet privati che hanno intasato lo spazio aereo della città scozzese lo confermano.

La novità rispetto alle ultime Cop è stata il ritorno degli Stati Uniti, con un presidente che si schiaccia un sonnellino davanti alle telecamere di tutto il mondo. Ma un presidente dormiente non cambierà le sorti di queste conferenze delle parti.

La Cina non ha nessuna intenzione di farsi dettare condizioni nel suo piano di sviluppo; un Occidente che ha prima delocalizzato in quel Paese e poi l'ha trasformato in fabbrica del mondo, ora gli chiede di cambiare modello, di diventare a impatto zero. La Cina ha in costruzione 247 nuove centrali a carbone, ne consuma più di tutti gli altri Paesi del mondo messi assieme, e non rinuncerà mai a fermare la propria espansione globale per far felice Greta. E così l'India, che rappresenta ancora una piccola percentuale sul Pil globale, ma che ha tassi di crescita elevatissimi. Sia la Cina sia l'India hanno problemi enormi di governo dei 3 miliardi di persone che li abitano.

Il *green deal* europeo è molto bello da raccontare, l'azzeramento delle emissioni è un obiettivo ambizioso e che consente all'Unione di avere un ruolo nella guida del mondo su temi teoricamente condivisibili da tutti.

A parte il fatto che il secondo principio della termodinamica, a meno che non sia stato anche questo rimosso dalle fastose nuove chimere della *green revolution*, continua a essere un elemento fondante dell'esistenza dell'uomo su questo pianeta, l'altro aspetto riguarda i costi della transizione.

Boris Johnson è stato il primo, forse perché non ingabbiato dal *politically correct* dell'Ue, a cominciare a parlare dei costi enormi che una transizione così rapida, imposta e indotta, avrà sui popoli che la subiranno.



Ma restiamo un attimo sul lato fisico del problema. La CO<sub>2</sub> ha raggiunto un nuovo record nel 2020 e il trend è continuato ad aumentare nel corso del 2021. Lo rivela l'ultimo bollettino sui gas serra rilasciato dall'Organizzazione mondiale della meteorologia. In particolare le concentrazioni di CO<sub>2</sub>, il principale gas a effetto serra, hanno raggiunto le 412,2 parti per milione nel 2020, il 149% oltre i livelli preindustriali. A causa della lunga vita che l'anidride carbonica ha in atmosfera, anche se riuscissimo a ridurre rapidamente le emissioni, le temperature continuerebbero ad aumentare, per inerzia, per i prossimi decenni. Se consideriamo che il 2020 ha avuto blocchi della produzione e dei consumi in larga parte del mondo, viene da chiedersi se la strada intrapresa dall'Unione europea e perseguita nelle varie Cop, e quindi anche a Glasgow, sia la strada giusta.

“È la scienza che lo chiede”: in questi ultimi due anni la scienza ha avuto la totale centralità del palcoscenico. Nessuno ha osato mettere in dubbio le esternazioni quotidiane dei vari scienziati in giro per il mondo. Lasciando perdere le infinite contraddizioni che hanno caratterizzato la scienza in questi ultimi due anni, è un altro il punto critico che viene poco sollevato; così come nella gestione della pandemia aver lasciato totale carta bianca all'aspetto sanitario ha portato e porterà in molti Paesi del mondo a crisi sociali

devastanti e perdita di ricchezze che genereranno un aumento della mortalità e della criminalità, la sostenibilità non è solo riduzione delle emissioni.

I famosi *sustainable development goals* (Sdg) considerano diciassette obiettivi; la politica si è invece concentrata sostanzialmente solo sulla riduzione dei gas climalteranti. Un approccio di questo tipo, oltre a essere miope e totalmente parziale, rischia di avere conseguenze gravi sul fronte economico e sociale, che sono gli altri due pilastri della sostenibilità, ma che sembrano essere stati dimenticati.

Anche su questo fronte, chi osa avere dubbi sulla strada intrapresa viene asfaltato; sembra superfluo ripeterlo, ma la scienza è fatta di dubbi, i dogmi hanno portato solo disastri nella storia dell'umanità.

Se il pianeta è in grado di sostenere l'impronta ambientale di 3 miliardi di abitanti che devono vivere secondo gli standard urbani occidentali (obiettivi Sdg) siamo in un vicolo cieco. Forse è arrivato il momento di chiudere le Cop (che ormai andrebbero chiamate *flop*) e di aprire un nuovo fronte in cui le emissioni non siano sganciate da tutte le altre variabili che regolano la vita su questo pianeta.

**Francesco Bertolini**

Public management and policies,  
Sda Bocconi

# ACCELERARE LA RISPOSTA ALLA CRISI CLIMATICA

IL PROCESSO DI DECARBONIZZAZIONE CONTINUA A CHIEDERE UN GRANDE SFORZO AI PAESI, ITALIA COMPRESA. LE INSTALLAZIONI DELLE RINNOVABILI DEVONO RIPARTIRE E DEVE CONTINUARE LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI INTERI QUARTIERI. L'ESEMPIO DELL'EMILIA-ROMAGNA CHE SI È IMPEGNATA A RAGGIUNGERE IL 100% DI RINNOVABILI ENTRO IL 2035.

**L**a conferenza sul clima di Glasgow ha rappresentato un passo in avanti su alcuni punti, anche se ha deluso molte aspettative. Io penso che avere mantenuto l'obiettivo del non superamento di 1,5 °C di incremento (a Parigi l'attenzione era focalizzata sui 2 °C, con gli 1,5 °C solo menzionati), l'aver chiesto ai Paesi che non hanno ancora alzato l'obiettivo al 2030 di farlo alla prossima Cop in programma in Egitto e aver previsto la graduale riduzione dell'uso del carbone siano elementi importanti.

E veniamo all'Italia. Anche il nostro Paese deve rivedere i propri impegni. Nel Pniec ancora in vigore si ipotizza una riduzione delle emissioni climalteranti del 37% al 2030, ma dopo l'innalzamento degli obiettivi europei al -55%, il Governo intende portare il target al 51%. Ora tutti i livelli istituzionali devono avviare una fortissima accelerazione per rendere credibile questo nuovo obiettivo. Per capire la corsa che ci aspetta, si consideri che tra il 1990 e il 2019 abbiamo ridotto le emissioni solo del 19,5%. Occorre quindi fare ripartire le installazioni delle rinnovabili, bloccate ormai da otto anni e vanno create le condizioni (infrastrutture di ricarica e sostegno alla trasformazione del comparto) per favorire il boom dell'auto elettrica. Andrà inoltre avviata un'operazione di riqualificazione energetica spinta di interi quartieri. E si dovrà favorire il processo di elettrificazione (che senso ha incentivare ancora le caldaie a gas?).

La Regione Emilia-Romagna si è impegnata, con i firmatari del Patto per il lavoro e per il clima, ad arrivare al 100% di energie rinnovabili entro il 2035. In effetti, si tratta di un obiettivo molto sfidante, anche se si puntasse ad avere solo elettricità verde per quella data. Ma ricordiamo che la Germania si è appena data l'obiettivo dell'80% di rinnovabili elettriche al 2030. E poi ci sono alcune novità tecnologiche e normative che potrebbero consentire di ottenere risultati impensabili solo un paio d'anni fa.

Innanzitutto il recepimento della direttiva rinnovabili offre nuove opportunità, come ad esempio le comunità energetiche allargate, che possono riguardare quartieri, aree industriali e commerciali con un coinvolgimento degli attori locali. Un'opzione interessante da prendere in considerazione è poi l'agrivoltaico, finanziato anche nell'ambito del Pnrr. Tra le varie soluzioni, quella di installare su *tracker* a 3-4 metri di altezza dei moduli fotovoltaici a inseguimento, opportunamente distanziati per consentire i lavori agricoli e il passaggio dei raggi solari. Per dare un'idea degli ordini di grandezza, considerando che in Emilia-Romagna la superficie agricola utilizzata supera il milione di ettari, il suo impiego sull'1% di questa area consentirebbe di installare 2-3 Gw generando il 10-15% della domanda elettrica della regione.

Positiva anche la decisione regionale di prevedere la semplice comunicazione per l'installazione di impianti solari fino a 20 Mw nelle zone industriali e commerciali, oltre che su discariche e cave non più attive.

Il fotovoltaico potrà vedere così una forte accelerazione e quadruplicare, forse quintuplicare, al 2035 la potenza installata rispetto agli attuali 2,2 Gw. Ovviamente questa diffusione pone il tema degli accumuli, sia a livello distribuito abbinati a tutti i nuovi impianti solari, sia con la spinta verso batterie di grande taglia.

Interessante anche il potenziale dell'eolico offshore, che vede un proliferare di progetti, dall'hub energetico del progetto Agnes per complessivi 520 Mw (oltre a 100 Mw di fotovoltaico galleggiante) in grado di produrre 1,5 Twh alla proposta di 330 Mw nel mare di fronte a Rimini che ha raccolto il consenso di ambientalisti e Confindustria, ma l'opposizione del Comune e di parte della Regione.

C'è poi la partita dell'idrogeno che si gioca sul mare di fronte a Ravenna con due proposte. Una di Agnes basata sulla



produzione da rinnovabili. L'altra di Eni che punta a produrre idrogeno blu con il sequestro della CO<sub>2</sub> in un giacimento nell'Adriatico, giovandosi probabilmente di fondi inseriti nella legge di bilancio. Considerando che sul medio e lungo periodo l'idrogeno verde sarà vincente a livello globale, converrebbe concentrarsi sullo sviluppo di elettrolizzatori, tanto più che l'Emilia-Romagna punta a candidarsi tra le "Hydrogen Valley italiane". Oltre alla decisiva scelta sulle modalità di produzione dell'idrogeno, si apre la problematica del suo utilizzo. In molti settori, da quello dell'auto a quello della climatizzazione, l'elettrificazione è di gran lunga più efficiente rispetto all'impiego dell'idrogeno. Malgrado ciò, nella regione sono stati proposti impieghi dell'idrogeno nell'edilizia e nel trasporto pubblico che non sembrano molto razionali. Interessante invece il suo utilizzo in alcuni comparti industriali, come quello delle ceramiche, dove sono già previsti alcuni interventi. In conclusione, si apre una fase estremamente interessante. Bisognerà quindi catturare le opportunità più coerenti con il percorso di decarbonizzazione.

## Gianni Silvestrini

Direttore scientifico Kyoto Club, QualEnergia, KeyEnergy, Responsabile Master Ridef Politecnico Milano, presidente Exalto



# CAMBIAMENTI CLIMATICI, UNA CRISI CERTA E CONSOLIDATA

LA COP26 DI GLASGOW HA VISTO TRA I SUOI PARTECIPANTI NUMEROSI ESPONENTI DEL MONDO DELLA FINANZA. SE DA UN LATO QUESTO È NECESSARIO, DALL'ALTRO SI PONGONO QUESTIONI DI DEMOCRAZIA E DI SCELTA DELLE TECNOLOGIE. ESPERTI E ATTIVISTI DOVRANNO RIPENSARE LE PROPRIE STRATEGIE PER INCIDERE SULL'ADOZIONE DI POLITICHE VERAMENTE EFFICACI.

I partecipanti alla prima Conferenza delle Parti a Berlino nel 1995 non potevano sapere che nel 2021 ci sarebbe stata la Cop26 a Glasgow a seguito di quella a Madrid nel 2019 e prima di quella in Egitto nel 2022. La speranza alla Cop1 era di poter risolvere il problema clima nell'arco di un decennio, due al massimo. L'impegno, ad esempio dei membri della rete più vasta di città, *Alleanza per il clima*, era dimezzare le emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2010. A quel punto la crisi climatica avrebbe dovuto essere più o meno risolta. Oggi tutti sanno che i cambiamenti climatici non sono più una crisi – che potrebbe risolversi in pochi anni se tutti facessero la propria parte – ma un nuovo stato d'aggregazione della realtà che accompagnerà l'umanità per il resto del secolo e oltre. Il processo internazionale sotto la guida delle Nazioni unite, le politiche nazionali e regionali, la protezione del clima a livello locale fanno tutti parte di uno sforzo epocale nei decenni a venire per affrontare questa sfida. Vale per Glasgow come valeva per Parigi, Marrakech, Bonn o Katowice e sarà vero per l'Egitto: nessuna singola conferenza farà la differenza in un processo lento e dall'esito incerto. Le Conferenze delle parti sono diventate una routine di una tribù dove piccoli gruppi si vedono durante l'anno e tutti si radunano per la Cop annuale. Qui il primo nuovo fatto preoccupante della conferenza di Glasgow: una presenza massiccia del mondo della finanza. Per la stampa inglese era più una curiosità ironica, i 400 jet all'aeroporto di Glasgow, per la maggior parte privati con i leader politici ed economici che hanno raggiunto la tribù della Cop26 per salvare il clima. Però sarebbe troppo facile evidenziare l'ipocrisia di un Boris Johnson che arrivava da Londra con un volo charter, sproloquia sul dovere di disinnescare la bomba del riscaldamento globale perché siamo a un minuto dalla mezzanotte, per poi tornare a Londra la sera per una cena con gli amici.

La massiccia presenza di persone arrivate con il proprio aereo privato segnala un cambiamento importante, una graduale trasformazione negli ultimi anni dei partecipanti: da politici impegnati nell'ambiente, studiosi e attivisti agli uomini (e poche donne) del grande business del mondo delle banche e della finanza. Il risultato, la nuova *"Glasgow Financial Alliance for Net Zero"* ha riunito 450 istituzioni finanziarie attorno a un piano del settore privato per portare il mondo verso le cosiddette emissioni *"net zero"*. Hanno firmato Bank of America, BlackRock, Goldman Sachs, assicuratori come Lloyds, agenzie di rating come Moody's, fondi pensione come quello dei dipendenti pubblici della California e fornitori di servizi finanziari come Bloomberg.

Il solo fatto che la Conferenza delle parti sempre di più sa di un Davos due non è di per sé un fatto negativo, occorrono infatti molti soldi per andare verso un mondo senza emissioni di gas serra. Quello che preoccupa è la mancanza di democrazia. Le decisioni vengono prese da poche persone spinte da interessi economici senza nessun controllo democratico. Mettere il futuro dell'umanità nelle mani di banchieri e finanziari non è proprio rassicurante. Preoccupano ulteriormente le soluzioni proposte dalla *Glasgow Financial Alliance for Net Zero*, che si basano su tecnologie ad alta intensità di capitale in buona parte ancora in fase di sviluppo, in particolare due: *Carbon capture and storage* (Ccs) e nucleare di quarta generazione. Non sorprende il fascino delle soluzioni tecnologiche di fronte a una situazione generale dove succede molto per contenere i cambiamenti climatici però non abbastanza per ridurre le emissioni di gas serra in termini assoluti. La forbice tra l'intensificazione del caos climatico e gli sforzi per salvare il clima ancora continua ad aprirsi. Con gli obiettivi rafforzati per il 2030, il mondo è secondo l'*Emission Gap Report* delle Nazioni



unite sulla strada per un aumento della temperatura di circa 2,7 °C in questo secolo. Sempre presupponendo che tutti i Paesi mettano in atto politiche efficaci per raggiungere pienamente i propri obiettivi. L'aumento potrebbe scendere a 2,4 °C con le dichiarazioni aggiuntive che non fanno parte degli Ndc, come per esempio "net zero" entro il 2050 (Ue e Usa), il 2060 (Cina) o il 2070 (India). Se si considera che le stime prima dell'accordo di Parigi prefiguravano 3,7 °C di riscaldamento in questo secolo, una "diminuzione" a 2,4 °C nell'arco di 7 anni sicuramente è un passo importante. Ma al tempo, un tale innalzamento della temperatura globale avrebbe sempre degli impatti che metterebbero il mondo, come lo si conosce oggi, a rischio. Questi scenari purtroppo hanno convinto molti studiosi e anche qualche attivista che si devono prendere in considerazione tutte le opzioni, Ccs, *geo-engineering* e nucleare incluso. Il fronte che si è aperto a Glasgow è proprio quello: per arrivare a un mondo a zero emissioni, gli esperti che considerano sbagliate le tecnologie nucleari e Ccs devono alzare la voce mentre gli attivisti devono ripensare le proprie strategie per contrastare i rappresentanti auto-nominati di economie molto ricche che pretendono un ruolo speciale nelle decisioni sul futuro dell'umanità.

**Karl-Ludwig Schibel**

Presidente Climate Alliance



G20 CLIMATE RISK ATLAS

GLI IMPATTI DEL CLIMA SUI PAESI DEL G20, L'ATLANTE ELABORATO DAL CMCC

In preparazione alla riunione del G20, tenuta a Roma il 30-31 ottobre 2021, la fondazione Cmcc (Centro euro-mediterraneo per i cambiamenti climatici) ha elaborato un Atlante del rischio climatico (*G20 Climate Risk Atlas*, [www.cmcc.it/g20](http://www.cmcc.it/g20)), con schede specifiche per ognuno dei 20 Paesi coinvolti.

“Siamo convinti – spiega Donatella Spano, responsabile del progetto – che una solida conoscenza scientifica debba essere disponibile a livello istituzionale e di governance per garantire la resilienza sociale e ambientale. Pertanto, il G20 Climate Risk Atlas rappresenta uno strumento basato sulla scienza che può supportare i processi decisionali e la pianificazione delle politiche necessarie”.

Per ognuno dei 20 Paesi (Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasile, Canada, Cina, Corea del sud, Francia, Germania, Giappone, India, Indonesia, Italia, Messico, Regno Unito, Russia, Sud Africa, Turchia, Usa e Unione europea) l'atlante presenta una panoramica degli impatti, dei rischi e delle interazioni con il cambiamento climatico previsti entro la metà e entro la fine del secolo. Questi, declinati in molteplici ambiti e dimensioni (oceani, coste, acqua, agricoltura, foreste, aree urbane, salute, energia, economia, politiche) vengono valutati a livello nazionale sulla base di diverse proiezioni di riscaldamento.

Le schede dell'Atlante fanno luce sui rischi affrontati da ogni Stato, utilizzando una struttura chiara e funzionale, con una nuova comunicazione dei rischi climatici a diversi livelli e per diversi pubblici. A questo scopo, ogni scheda è progettata con un mix di infografiche, mappe e brevi descrizioni narrative relative ai pericoli rilevanti causati dal clima e ai settori chiave interessati.

L'atlante fornisce un quadro completo delle tendenze storiche e dei cambiamenti futuri del clima, utilizzando la letteratura e i dati disponibili e consolidando le informazioni specifiche dei diversi Paesi all'interno di una struttura omogenea e flessibile. Le informazioni riportate derivano dall'applicazione di sistemi modellistici avanzati, dall'analisi dei dati, dall'uso di indicatori e da indagini sulla produzione scientifica più recente, compresi i documenti pubblicati e sottoposti a revisione tra pari, i rapporti tecnici e il materiale ad accesso aperto dei progetti Horizon 2020.

L'atlante vuole essere uno strumento basato sulla scienza per supportare i processi decisionali e la pianificazione delle politiche climatiche. L'uso di un linguaggio accessibile e l'utilizzo di infografiche facilmente leggibili lo rende però anche un prodotto consultabile da tutti e utilizzabile per la divulgazione al pubblico generale, con l'obiettivo di incrementare la consapevolezza sulle tematiche trattate.



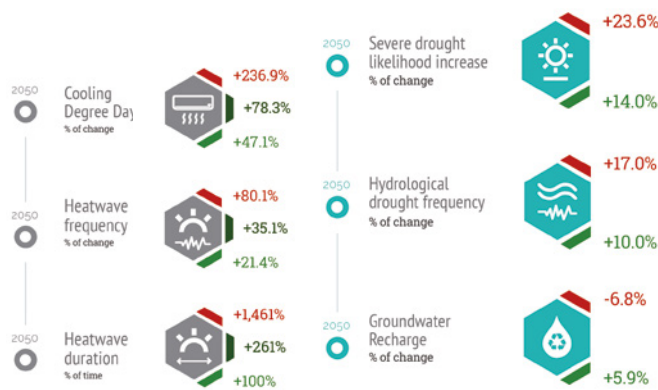
La prima pagina della scheda relativa all'Italia



Le schede metodologiche sui diversi settori affrontati.



Le schede dei 20 Paesi del G20.



Alcuni esempi di infografiche contenute nella scheda relativa all'Italia (a sinistra, sul tema dei rischi in ambito urbano; a destra, sull'acqua).

# QUALCHE PASSO IN AVANTI, RESTA ANCORA MOLTO DA FARE

IL GLASGOW CLIMATE PACT PROMETTE ULTERIORI AZIONI PER RIDURRE LE EMISSIONI, AGGIORNAMENTI PIÙ FREQUENTI SUI PROGRESSI, FINANZIAMENTI AGGIUNTIVI PER I PAESI A BASSO E MEDIO REDDITO E NUOVE REGOLE PER LA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE. IMPRESSIONANTE LA MOBILITAZIONE DI GIOVANI E DONNE PER LA GIUSTIZIA CLIMATICA.

**L**a Cop26 si è svolta in ritardo di un anno, a causa della pandemia da Covid-19.

Nel 2020, anno originario della Cop26, è entrato in vigore l'Accordo di Parigi raggiunto trionfalmente nel 2015 alla Cop21; è andata a scadenza definitiva la seconda fase del Protocollo di Kyoto; si sarebbe dovuta raggiungere la cifra di 100 miliardi di dollari su base annua per il sostegno dei Paesi svantaggiati tramite il *Green Climate Fund* (Gcf) e si doveva completare il "Libro delle regole" dell'Accordo di Parigi. Quest'ultimo, in particolare per la questione dei mercati del carbonio, aveva vanificato la Cop25 di Madrid del 2019.

Su richiesta dell'assemblea della Cop21 di Parigi, l'Ipcc, massimo organo della scienza del clima, aveva pubblicato nel 2018 il Rapporto speciale SR15 evidenziando l'obbligo della decarbonizzazione delle economie mondiali a metà secolo per stare entro

l'obiettivo di una anomalia termica massima a fine secolo di 1,5°C della temperatura media superficiale terrestre.

All'apertura della Cop26 gli impegni di tutti i Paesi, se genuinamente portati a termine, avrebbero determinato un'anomalia termica di +2,7 °C a fine secolo. Ricordiamo infatti che, nello spirito di Parigi, è l'impegno volontario di ciascun paese a determinare il risultato globale. Pertanto Glasgow aveva l'obbligo di innalzare l'ambizione di tutti i Paesi e di avviare il mondo alla decarbonizzazione a metà secolo, pianificando l'eliminazione progressiva dei combustibili fossili. L'Europa si era fatta portabandiera di questo scenario con il *green deal* del 2019.

All'esordio della Cop26 di Glasgow molti sono stati gli annunci di Governi, imprese e operatori finanziari. Nuovi Paesi hanno annunciato l'impegno a diventare

*carbon neutral*, tra cui, per la prima volta, l'India entro il 2070. Le Nazioni più ricche si sono impegnate a raddoppiare i finanziamenti per l'adattamento, per aiutare i Paesi a basso e medio reddito ad affrontare gli effetti climatici dannosi. Impressionante la mobilitazione di giovani e di donne come Greta Thunberg che ha accompagnato la Cop26 nelle strade nel nome della giustizia climatica.

Il 13 novembre, i rappresentanti di quasi 200 Paesi hanno concordato il testo finale dell'accordo, il *Glasgow Climate Pact*, che promette ulteriori azioni per ridurre le emissioni, aggiornamenti più frequenti sui progressi e finanziamenti aggiuntivi per i Paesi a basso e medio reddito. Sono state concordate anche le regole per il commercio del carbonio. I leader mondiali riferiranno ogni anno, piuttosto che ogni cinque, i loro progressi sui tagli alle emissioni. La Cop26 ha colmato alcuni gap, ma non ha risolto il problema.



FOTO: UN CLIMATECHANGE



Il Patto accetta le conclusioni dell'Ipcc, disconosciute a Madrid, e riconosce che le emissioni di CO<sub>2</sub> devono diminuire del 45% rispetto ai livelli del 2010 entro il 2030, affinché il riscaldamento globale venga mantenuto a 1,5 °C rispetto ai livelli preindustriali.

Il Patto di Glasgow indica la necessità dell'obiettivo delle zero emissioni nette intorno a metà secolo. Rileva che, in base agli impegni di riduzione delle emissioni finora dichiarati, le emissioni saranno superiori di quasi il 14% entro il 2030 rispetto al 2010.

Il testo del Patto iscrive per la prima volta in un documento Onu il termine "combustibili fossili". Per la prima volta le Nazioni hanno deciso di iniziare a ridurre gradualmente (*phase down*) l'energia dal carbone e di iniziare a eliminare i sussidi sui combustibili fossili. Il Patto include anche impegni di alcuni Paesi sulla fine della deforestazione, sulla riduzione delle emissioni di metano e sull'impegno del settore finanziario a spostare trilioni di dollari di investimenti nell'economia a zero emissioni nette. Il ricalcolo effettuato dalla Oecd-Iea sulla base degli annunci fatti in sede di Cop26 e G20 da parte di alcuni leader, ministri e delegati, prospetta un'anomalia termica a fine secolo di 1,8 °C, sempreché gli impegni vengono effettivamente rispettati.

La questione dei finanziamenti delle Nazioni ricche per aiutare i Paesi svantaggiati ad abbandonare i combustibili fossili è stata ampiamente discussa durante l'incontro. Il Patto di Glasgow include l'impegno a rivedere gli importi degli aiuti globali dopo il 2025 e a raddoppiare il finanziamento per l'adattamento entro lo stesso anno, per aiutare i Paesi a più basso reddito a migliorare la resilienza al clima. Il finanziamento per l'adattamento è circa un quarto degli 80 miliardi di dollari attualmente disponibili nel Gcf. Le Nazioni non sono riuscite a concordare se creare un fondo aggiuntivo per "perdite e danni", una sorta di polizza assicurativa che risarcisce i Paesi vulnerabili al clima per i danni derivanti dagli eventi estremi, ormai in corso.

La Cop26 ha finalizzato le regole per la cooperazione internazionale e i mercati del carbonio. Le nuove regole creano un sistema di contabilità condiviso che ha lo scopo di rendere comparabili gli impegni e di prevenire il doppio conteggio delle riduzioni delle emissioni. Un metodo contabile comune consentirà a schemi di

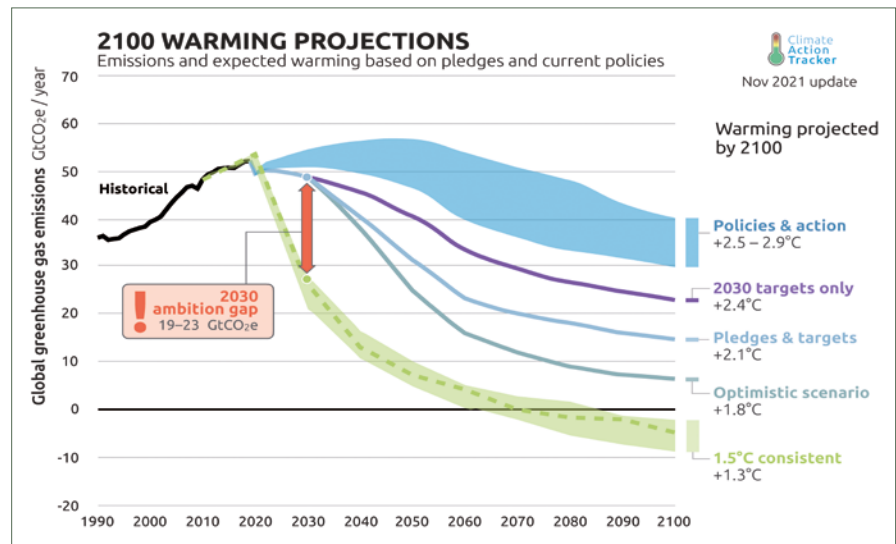


FIG. 1 PROIEZIONI E OBIETTIVI

Proiezioni al 2100 elaborate da Climate action tracker (climateactiontracker.org) dei percorsi globali delle emissioni di gas serra considerando le politiche e azioni già previste, gli obiettivi al 2030, gli obiettivi vincolanti a lungo termine e un percorso ottimistico basato sugli obiettivi netti zero di oltre 140 Paesi, rispetto a un percorso coerente con l'obiettivo di contenere l'aumento di temperatura entro 1,5 °C. Viene evidenziato il gap di quanto sarebbe necessario rispetto agli obiettivi (ampiamente insufficienti) al 2030.

Fonte: "Glasgow's 2030 credibility gap: net zero's lip service to climate action", © Climate Analytics - NewClimate Institute, climateactiontracker.org

trading separati, come quelli attualmente operanti in Europa (Eu-Ets), Cina e parti degli Stati Uniti, di connettersi tra loro, allargando il mercato.

Ai margini del negoziato, i Paesi e i gruppi privati hanno assunto impegni collettivi, anche audaci, per ridurre le emissioni di metano, arrestare e invertire la perdita di foreste, gestire l'acqua in modo sostenibile a livello nazionale, allineare il settore finanziario allo zero netto entro il 2050, abbandonare le motorizzazioni a combustione interna in tutti i settori, accelerare l'eliminazione graduale del carbone e porre fine ai finanziamenti internazionali per i combustibili fossili.

Cibo, terra e natura sono stati protagonisti del vertice in una serie di impegni, discorsi, iniziative e coalizioni

nel corso delle due settimane. Questi includevano promesse di azione e finanziamento verso catene di approvvigionamento più sostenibili e la protezione della natura e il ripristino degli ecosistemi.

Il capitolo finale del documento evidenzia l'importanza della partecipazione della società civile, dei giovani e delle comunità e governi locali e regionali. In particolare per le donne viene richiesto lo sviluppo di una partecipazione piena, significativa e paritaria. La Cop26 ha adottato sul tema anche uno specifico atto su parità di genere e clima che ne sviluppa gli impegni.

**Toni Federico**

Presidente del Comitato scientifico della Fondazione per lo sviluppo sostenibile

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

Unfccc, 2021, The Glasgow Pact, in: [www.comitatoscientifico.org/temi%20CG/documents/CMA3\\_auv\\_2\\_cover%20decision.pdf](http://www.comitatoscientifico.org/temi%20CG/documents/CMA3_auv_2_cover%20decision.pdf)

T. Federico, 2021, "Da Madrid a Glasgow", in [www.comitatoscientifico.org/temi%20CG/documents/FEDERICO%20Da%20Madrid%20a%20Glasgow.pdf](http://www.comitatoscientifico.org/temi%20CG/documents/FEDERICO%20Da%20Madrid%20a%20Glasgow.pdf)

E. Ronchi, 2021, "La conferenza di Glasgow", post del 1 e del 14 novembre in [www.comitatoscientifico.org](http://www.comitatoscientifico.org)

Ipcc, 2021, VI Rapporto sul clima - Sommario per i policymakers, versione italiana di M. Agostinelli in [www.labottegadelbarbieri.org/rapporto-ipcc-sul-cambiamento-climatico](http://www.labottegadelbarbieri.org/rapporto-ipcc-sul-cambiamento-climatico)

Unfccc, 2015, "Il documento di decisione e l'Accordo di Parigi", traduzione a cura del Comitato scientifico della Fondazione per lo sviluppo sostenibile, in [www.comitatoscientifico.org/temi%20CG/documents/Il%20Patto%20di%20Parigi%20finale.pdf](http://www.comitatoscientifico.org/temi%20CG/documents/Il%20Patto%20di%20Parigi%20finale.pdf)

# YOUTH4CLIMATE DIVENTA UN'INIZIATIVA PERMANENTE

PER LA PRIMA VOLTA I GIOVANI SONO STATI PROTAGONISTI DI UN INCONTRO STRUTTURATO CHE HA PRODOTTO IL MANIFESTO CONSEGNATO ALLA COP26. IL MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA STA LAVORANDO PER PROMUOVERE UN INCONTRO ANNUALE IN GRADO DI AGEVOLARE LA PARTECIPAZIONE DEI GIOVANI ALLE DECISIONI INTERNAZIONALI SUL CLIMA.

**Y**outh4Climate: *driving ambition* è stato definito il primo grande summit globale dei giovani e i *claim* giornalistici hanno proprio centrato l'obiettivo. L'evento ha riunito a Milano, dal 28 al 30 settembre 2021, 400 ragazzi e ragazze provenienti da tutti i paesi del mondo ed è stata, di fatto, la prima occasione "globale" per i giovani, per interagire con i ministri dell'ambiente presenti alla Pre-Cop26.

Non sono mancate in passato occasioni in cui ragazzi hanno espresso la loro preoccupazione, il loro allarme per il *global warming* dinanzi a consessi internazionali, anche in sede Onu. Ma questa è la prima volta che è stato organizzato un incontro "strutturato" di un parterre selezionato di giovani rappresentativo di tutti i Paesi. Si tratta di persone che, nonostante l'età, sono già saldamente avviate su percorsi professionali e di studio che pongono l'ambiente al centro dei loro interessi e della loro progettualità. Interlocutori competenti e concreti. È stata la prima volta che un'assemblea di giovani, sotto l'ombrello delle Nazioni unite, ha prodotto un documento finale che è stato consegnato ai ministri riuniti nella Pre-Cop26.

Il valore istituzionale di Y4C è stato percepibile sin dall'apertura dei lavori con la presenza del ministro della Transizione ecologica, Roberto Cingolani, del presidente della Cop26, Alok Sharma, del segretario Unfccc Patricia Espinosa e del sindaco di Milano, Giuseppe Sala, presidente della "C40's global Mayors Covid-19 recovery task force". Ma, a significare che l'appuntamento giunge a valle di un percorso autonomo dei ragazzi, e non "dettato" dai governi, hanno preso la parola anche due leader dei Fridays for Future, Greta Thunberg e Vanessa Nakate.

Lo spessore "istituzionale" dell'evento è stato enfatizzato anche dalla sessione dedicata all'educazione climatica in cui i ministri dell'Istruzione di vari Paesi,



guidati dal ministro italiano Patrizio Bianchi, hanno discusso con i giovani dell'impegno per creare nelle nuove generazioni una piena consapevolezza culturale della questione climatica. Nei due giorni di confronto sono stati affrontati, con gruppi di lavoro, le quattro tematiche scelte per articolare il dibattito: ambizione climatica, ripresa sostenibile, coinvolgimento degli attori non governativi e una società più consapevole delle sfide climatiche. Dall'approfondimento di questi temi e dal dibattito che ne è scaturito, è nato il documento che è stato illustrato nella plenaria finale, in cui sono intervenuti i capi dei governi britannico e italiano, Boris Johnson e Mario Draghi, come pure vi è stato un video messaggio del segretario generale Onu, António Guterres. È stato questo il viatico che i giovani di tutto il mondo hanno affidato ai potenti della terra in vista della Cop26 di Glasgow che si è tenuta a novembre, un viatico importante perché venuto da coloro i quali del futuro non sono chiamati solo a parlare, ma da chi il futuro che stiamo costruendo dovrà viverlo. I 400 giovani provenienti da tutto il mondo hanno affrontato le principali urgenze e priorità dell'azione per il clima lavorando intorno a quattro temi:

- 1) *youth driving ambition*
- 2) *sustainable recovery*
- 3) *non-State actors' engagement*
- 4) *a climate-conscious society.*

Ognuno dei temi è stato dibattuto all'interno di un gruppo di lavoro guidato da due persone: un rappresentante dei giovani e un esperto *senior* delle organizzazioni internazionali. Ecco il dettaglio dei temi discussi.

**1) Ambizione climatica.** Come favorire la partecipazione dei giovani nei processi decisionali, ai fini di contribuire all'aumento dell'ambizione climatica, ovvero mettere in atto azioni concrete per il raggiungimento degli obiettivi dell'Accordo di Parigi. Sotto-temi: dimensione locale, nazionale e multilaterale.

**2) Ripresa sostenibile.** Come coniugare la ripresa economica dalla pandemia con l'attuazione degli obiettivi dall'Accordo di Parigi. Sotto-temi: transizione energetica e *green jobs*, orientamento dei flussi finanziari, soluzioni basate sulla natura, adattamento e resilienza e turismo sostenibile.

**3) Coinvolgimento degli attori non statali.** Il ruolo svolto dagli attori non-governativi



nella lotta al cambiamento climatico e nei settori che hanno un impatto nella vita quotidiana dei giovani. Sottotemi: sistemi alimentari, imprenditoria giovanile, sport, moda e arte.

**4) Una società più consapevole delle sfide climatiche.** Come costruire una società più consapevole delle sfide climatiche.

Come ha detto il ministro della Transizione ecologica Cingolani il 5 novembre a Glasgow in occasione della giornata dedicata ai giovani, al loro impegno e al loro coinvolgimento: “Youth4Climate è stata un’esperienza straordinaria per molti dei giovani coinvolti in questo processo e un’importante esperienza di apprendimento per tutti noi. Dopo l’evento milanese, il Manifesto Youth4Climate è stato sottoscritto da tutti i 400 giovani delegati e contiene idee e proposte concrete su molte sfide urgenti che vengono con la crisi climatica. L’Italia è orgogliosa di annunciare che il viaggio di Youth4Climate non finirà qui. Vogliamo trasformare questa esperienza in una piattaforma permanente e stabile per facilitare il coinvolgimento dei giovani di tutto il mondo con i rappresentanti del governo e i principali *stakeholder* per discutere le sfide e le soluzioni per far progredire l’azione per il clima. Dalla protesta alla proposta, insomma. Noi lo chiamiamo *Youth4Climate Forever*”.

Dal primo *working group*, “Ambizione climatica”, è emersa la richiesta di coinvolgere d’ora in poi i giovani “in tutti i processi decisionali” relativi al cambiamento climatico; metterli in condizione di portare il proprio contributo (“*capacity building*”) e di finanziare adeguatamente la partecipazione dei giovani alle politiche climatiche.

Il secondo *working group*, “Ripresa sostenibile”, ha messo a punto cinque questioni intorno alle quali i giovani chiedono che si realizzi una ripresa sostenibile post-pandemia: approccio olistico, diversificato e inclusivo alla transizione energetica e ai *green jobs*, che non dimentichi le comunità vulnerabili; rafforzamento delle misure di adattamento, resilienza e ricostruzione nei casi di danni provocati dagli effetti più duri dei cambiamenti climatici; priorità alle soluzioni basate sulla natura e alle soluzioni che garantiscano eguaglianza sociale e tutela delle popolazioni indigene; un sistema di finanza per il clima che sia trasparente e che regoli chiaramente le emissioni di carbonio; riconoscimento che anche

il settore del turismo deve contribuire al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni e che è necessario coinvolgere tutti gli *stakeholder*, compresi i giovani, le donne, le comunità indigene e i gruppi marginali. Il “Coinvolgimento degli attori non statali” è stato affrontato dal terzo *working group*, che ha individuato tre linee strategiche di intervento: sostenere la partecipazione dei giovani imprenditori, artisti, agricoltori e sportivi, in particolare delle economie emergenti e dei gruppi marginali, in modo da garantire loro adeguate strutture e finanziamenti; richiedere a tutti gli *stakeholder*, a cominciare dal settore privato, di allinearsi agli obiettivi di azzerare le emissioni nocive e di rafforzare la trasparenza e la rendicontazione degli attori non statali in relazione alle politiche climatiche; stabilire che la fase di uscita dall’industria basata sul consumo di fonti fossili abbia termine entro il 2030, assicurando che i lavoratori siano sostenuti in questo processo di transizione, e che tutti gli attori non statali, comprese le Nazioni unite, non accettino più finanziamenti da industrie che utilizzano fonti fossili. Il quarto *working group*, “Una società più consapevole delle sfide climatiche”, ha delineato quattro sfide che i governi e le istituzioni internazionali non potranno ignorare nei prossimi anni: i decisori pubblici devono “lavorare con” i giovani e le comunità sulle questioni climatiche amplificando la loro voce anche attraverso piattaforme *multi-stakeholder* e meccanismi per condividere le informazioni e le soluzioni sul clima; i governi devono assicurare a tutti l’alfabetizzazione e la formazione ai cambiamenti climatici utilizzando un approccio olistico e promuovendo il cambiamento degli stili di vita; realizzare campagne di sensibilizzazione sull’adattamento e la mitigazione ai cambiamenti climatici con lo scopo di mettere in condizione ogni persona in tutto il mondo di essere informata e coinvolta; formare i giornalisti e gli operatori del mondo della comunicazione a divulgare l’urgenza e le conseguenze della crisi climatica in modo da fare comprendere a tutti i risultati della ricerca scientifica e facilitare la comprensione delle politiche climatiche.

Se non fosse abusata la citazione musicale, parafrasando gli Alphaville, si potrebbe dire che il Mite – dopo il successo di *Youth4Climate: driving ambition* di fine settembre 2021 a Milano – organizzerà *Forever Youth*. In concreto sta prendendo corpo

e struttura la decisione annunciata dal ministro Cingolani di rendere permanente e con un grande evento annuale l’iniziativa nata nel 2021. E proprio partendo dal grande riscontro internazionale e mediatico del percorso appena terminato si vuole trasformare Youth4Climate in uno strumento e un “luogo politico” permanente, in grado di agevolare la partecipazione dei giovani ai processi internazionali e alle azioni rivolte alla lotta al cambiamento climatico, focalizzate in via prioritaria sui quattro macro-temi approfonditi a Milano: ambizione; ripresa sostenibile; coinvolgimento degli attori non statali; costruzione di una società più consapevole della crisi climatica. Ogni tema servirà da piattaforma *multi-stakeholder* per dialoghi e *partnership*, con una forte enfasi sull’azione, attraverso la collaborazione con attori pubblici, privati e intergovernativi.

In particolare al Mite si sta lavorando sulla definizione di una *roadmap* per l’attuazione delle proposte contenute nel Manifesto di Y4C. L’attuazione di tale progetto seguirà il calendario dei maggiori eventi internazionali, in cui i ragazzi presenteranno i loro progetti e si confronteranno con le istituzioni coinvolte sul loro avanzamento e con gli *stakeholder* istituzionali di riferimento. Parallelamente si procederà alla selezione dei nuovi “Youth4Climate champions” che parteciperanno all’evento annuale raccogliendo il testimone dei loro colleghi che sono stati protagonisti del Y4C di Milano. I criteri di selezione saranno definiti con le Nazioni unite anche con il contributo dei ragazzi che nel 2021 si sono prodigati nell’iniziativa con maggiore impegno e proponendo le idee e i temi più interessanti e coinvolgenti. Allo scopo di creare una solida e proficua rete di contatti, si immagina che i giovani delle varie edizioni possano avere uno spazio di dialogo permanente sulla piattaforma di Y4C.

*Forever Y4C* intende essere un progetto inclusivo e capace di “fare squadra” e dialogare con tutte le altre realtà internazionali che puntano a un maggiore coinvolgimento dei giovani nelle scelte ambientali e climatiche come Youngo, *Fridays for future* e lo *Youth advisory group* del Segretario generale delle Nazioni unite. Una rete di contatti è stata già avviata e si punta a una prima iniziativa a breve.

*Stay tuned.*

**Stefania Divertito**

Capo Ufficio stampa,  
Ministero della Transizione ecologica (Mite)

# GLI ESPERTI ISPRA ALLA CONFERENZA DI GLASGOW

ISPRA HA PARTECIPATO AI LAVORI DELLA COP26 NELLA DELEGAZIONE TECNICA ITALIANA. LA VALUTAZIONE COMPLESSIVA DEGLI ESITI È SOSTANZIALMENTE POSITIVA, MA OCCORRE NON ABBASSARE L'AMBIZIONE DEI TARGET E PROVVEDERE RAPIDAMENTE ALLA LORO ATTUAZIONE. IL RUOLO DEI TECNICI A SUPPORTO DEI DECISORI È FONDAMENTALE.

**D**al 31 ottobre al 12 novembre 2021 si è tenuta a Glasgow la Cop 26, conferenza delle Nazioni unite sui cambiamenti climatici, presieduta quest'anno dal Regno Unito, dove oltre 190 leader mondiali si sono riuniti per dodici giorni di negoziati. Un evento che molti hanno ritenuto essere l'ultima opportunità del mondo per tenere sotto controllo le conseguenze devastanti dei cambiamenti climatici: per questo il dibattito ha coinvolto la società ad ampio raggio, non solo istituzioni ma anche studiosi, cittadini e attivisti. Un pool di esperti dell'Istituto superiore per la protezione e ricerca ambientale (Ispra), membri della delegazione italiana presieduta dal Ministero della

Transizione ecologica (Mite), ci illustrano i risultati raggiunti.

*Quest'anno è stata organizzata in vista della Cop26 la conferenza dei giovani "Youth4Climate" a Milano, un'iniziativa dell'Italia per dare l'opportunità ai giovani di tutto il mondo di proporre idee e azioni concrete per affrontare le principali urgenze e priorità dell'azione climatica. Quali sono state le conclusioni a cui si è giunti?*

L'evento Youth4Climate si è svolto a Milano dal 28 al 30 settembre, in congiunzione con la sessione ministeriale "PreCop26", organizzata dall'Italia in virtù del partenariato con il Regno Unito per la presidenza della Cop26.

Hanno preso parte alla conferenza circa 400 giovani da 186 Paesi, di cui oltre 300 in presenza a Milano e altri da remoto attraverso una piattaforma dedicata. I partecipanti hanno lavorato su quattro temi principali: "youth driving ambition", "sustainable recovery", "non-state actors engagement" e "climate-conscious society". Per ciascun tema si sono svolte sessioni preparatorie e di formazione precedentemente all'evento, con l'opportunità di fornire input preliminari che sono stati integrati in una "bozza-zero" del testo finale, che i giovani sono stati chiamati a sviluppare e finalizzare a Milano. I risultati principali di questo lavoro sono stati condensati in messaggi-chiave,



FOTO: FEDERICO BROCCHERI

adottati in plenaria a Milano. Nelle settimane successive e in preparazione alla Cop26, il lavoro è proseguito in modalità virtuale per arrivare alla stesura delle proposte dettagliate per ciascun tema. Il documento finale, denominato "Youth4Climate Manifesto", è stato dunque presentato alla Cop26 che ha riconosciuto il lavoro svolto dall'evento con una menzione specifica nella sua decisione-quadro (paragrafi 63-65). Tra le proposte maggiormente rilevanti, rientrano senz'altro quelle relative al rafforzamento della partecipazione giovanile nei processi decisionali internazionali e nazionali in materia di clima, il rafforzamento dell'educazione ambientale e climatica e le proposte specifiche per una ripresa economica sostenibile in seguito alla pandemia.

*Guardando gli obiettivi che la Cop26 si era prefissata, molti hanno parlato del vertice di Glasgow come un'occasione persa. Ispra condivide questa affermazione? Le critiche dei movimenti giovanili sono giustificate?*

La Cop26 ha portato a numerosi risultati concreti, articolati in oltre cinquanta decisioni adottate. Gli esiti possono essere riassunti in quattro aree principali: la mitigazione, che ha visto un forte richiamo all'importanza dell'obiettivo di mantenere l'aumento delle temperature globali entro gli 1,5 °C e l'adozione di un programma di lavoro per accrescere l'ambizione nel corso di questo decennio; l'adattamento, tema su cui i Paesi sono stati esortati a raddoppiare i fondi internazionali per i Paesi in via di sviluppo, ed è stato concordato un programma di lavoro per dettagliare l'obiettivo globale di adattamento introdotto dall'Accordo di Parigi; la finanza, con la decisione di avviare le deliberazioni per l'istituzione di un nuovo obiettivo quantitativo collettivo sulla finanza climatica, con un programma di lavoro triennale; e la finalizzazione del "Paris Rulebook", ovvero quegli elementi di natura tecnica che permetteranno una concreta attuazione dell'Accordo di Parigi, in particolare grazie all'adozione delle tabelle e dei formati comuni per la trasparenza, delle regole per il funzionamento del mercato del carbonio (articolo 6) e le possibili tempistiche condivise dei contributi determinati a livello nazionale (Ndc). Naturalmente, su alcuni aspetti i risultati non hanno soddisfatto pienamente le aspettative: tuttavia, ciò è in parte inevitabile in un processo multilaterale dove ciascuna decisione richiede il consenso di 197 Parti. Contrariamente alla narrazione che si è affermata in buona parte dei media,

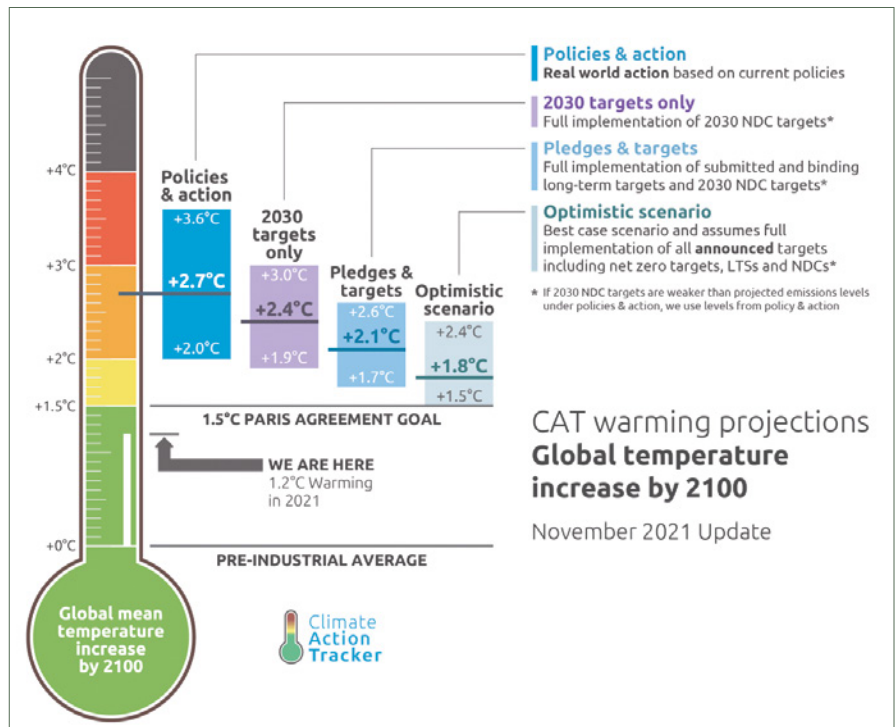


FIG. 1 PROIEZIONI RISCALDAMENTO

Proiezioni dell'incremento di temperatura globale al 2100 con vari scenari di intervento.

Fonte: "Glasgow's 2030 credibility gap: net zero's lip service to climate action", © Climate Analytics - NewClimate Institute, climateactiontracker.org

è dunque possibile affermare come la Cop26 sia stata complessivamente positiva rispetto alle specifiche aspettative per questa conferenza. Ciò detto, ciascun attore ha il proprio ruolo in questo processo ed è importante che la società civile – e in particolare i più giovani – continui a esercitare pressione a livello globale per far sì che i Paesi siano costantemente sollecitati ad accrescere l'ambizione dei propri target (ancora non pienamente in linea con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi) e provvedano rapidamente alla loro attuazione.

*Qual è il ruolo dell'Ispra all'interno della delegazione italiana e che contributo fornisce per combattere i cambiamenti climatici?*

L'Ispra da anni fa parte della delegazione tecnica italiana e supporta il Mite nelle negoziazioni relative a temi metodologici riguardanti i gas serra. Sono temi sui quali gli esperti dell'Istituto hanno un ruolo fondamentale nella delegazione nazionale in virtù della loro esperienza e dell'unicità di Ispra nella realizzazione dell'inventario nazionale delle emissioni e degli scenari emissivi dei gas serra. Le questioni metodologiche sono state sempre oggetto di negoziazione, ma è con l'Accordo di Parigi, dovendo definire delle regole di rendicontazione comuni a Paesi industrializzati e non, che ne emerge la centralità. Possiamo dire che nella Cop26 ritroviamo, infatti,

tutte o la maggior parte delle questioni metodologiche raggruppate sotto il termine di qualità della trasparenza; trasparenza nel monitoraggio delle emissioni dei gas serra e delle politiche e misure per raggiungere gli obiettivi prefissati nei *national determined contributions* (Ndc). A Glasgow si è discusso, in particolare, sui formati tabulari comuni (Ctf) per il monitoraggio dei progressi nell'attuazione e nel raggiungimento degli Ndc, sull'indice da seguire nella stesura di documenti periodici quali i rapporti di trasparenza biennali (Btr), le tabelle comuni da usare per la rendicontazione dei dati dell'inventario dei gas serra e il documento che accompagna i dati dell'inventario nazionale dei gas serra (Nid). Discussioni sentite più che in altre Cop perché dal 2024 saranno, come dicevamo, un obbligo per la prima volta comune a tutti i Paesi. Le discussioni hanno portato a un accordo grazie anche all'uso possibile del principio cosiddetto di "flessibilità" a cui si possono appellare i Paesi in via di sviluppo in caso non riescano ad applicare a pieno le regole stabilite. Perché possiamo estendere gli aspetti tecnico scientifici a un livello più altamente politico? Perché i numeri sono alla base delle decisioni e quanto più questi numeri sono accurati, tanto più possono aiutare il decisore a intraprendere delle strade che siano effettivamente



percorribili, in termini di scelte e attuazione di politiche di mitigazione. La partecipazione di noi tecnici a questo processo può portare un miglioramento nella qualità del prodotto che forniamo in sede internazionale ed europea e un'apertura ad azioni di supporto non solo ai Paesi in via di sviluppo, ma anche ai sistemi nazionali locali. Non ultima è la parte di comunicazione al pubblico, che da qualche anno stiamo cercando di curare con maggiore attenzione per far sì che ci sia una reale comprensione del problema del cambiamento climatico, che non passi solo il messaggio mediatico che durante le conferenze ci si scambiano chiacchiere, ma che raggiungere il consenso su temi quali finanza, mitigazione e adattamento tra Paesi molto diversi dal punto di vista economico e socio culturale è un'impresa unica.

*L'obiettivo di non superare 1,5 °C in più rispetto ai livelli preindustriali è veramente raggiungibile? Qual è il sistema di monitoraggio per verificare se gli obiettivi stabiliti nei contributi determinati a livello nazionale sono raggiunti dai diversi Paesi?*

Alla Cop26 si è registrato un forte richiamo sull'importanza di "mantenere in vita" l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura globale entro gli 1,5 °C rispetto all'epoca preindustriale. In particolare, la cosiddetta "cover decision" del *Glasgow Climate Pact* sottolinea l'importanza di tale obiettivo e degli sforzi necessari a perseguirlo, e richiede a tutti i Paesi di presentare nuovi e più ambiziosi target climatici (*National determined contributions*, Ndc) entro il 2022 al fine di allinearli all'obiettivo di temperatura di

1,5 °C. Questo è senza dubbio un risultato significativo della Cop26, cui hanno contribuito in maniera fondamentale l'ultimo report scientifico dell'Ipcc e le forti mobilitazioni della società civile. Prima e durante la Cop26 gli Stati hanno comunicato l'aggiornamento dei loro Ndc: la maggioranza degli Stati (e l'Unione europea) ha aumentato l'ambizione, ossia l'impegno di riduzione rispetto alla prima versione dell'Ndc sottoposto nel 2015.

Inoltre, nei giorni della Cop26, numerose iniziative hanno visti numerosi Stati impegnarsi per ridurre le proprie emissioni: il *Global methane pledge*, un impegno di 109 Stati (fra cui l'Italia) a ridurre le proprie emissioni di metano del 30% nel periodo 2020-2030, gli impegni di oltre 60 Paesi, fra cui molti Paesi ancora in via di sviluppo, a non costruire nuove centrali a carbone e a ridurre l'uso di questo combustibile, la transizione a veicoli a emissioni zero per promuovere alla mobilità dei veicoli elettrici *Zev* (*zero-emission vehicles*), la *Glasgow leaders' declaration on forests and land use* che impegna 130 Stati (fra cui l'Italia) e numerose istituzioni finanziarie a "lavorare collettivamente per arrestare e invertire la perdita di foreste e il degrado del suolo entro il 2030", supportata da più di 20 miliardi di dollari di finanziamenti. Nel complesso, gli impegni presi, se attuati, potrebbero ridurre l'aumento delle temperature globali rispetto a quanto poteva aspettarsi prima della Cop26. Le due principali analisi effettuate per tradurre gli impegni sottoscritti dai diversi Stati in proiezioni delle emissioni future e delle conseguenti temperature globali hanno stimato un aumento

a +1,8 °C e un più realistico +2,1 °C (*Climate action tracker*, che definisce +1,8 °C uno scenario ottimistico); si tratta comunque di un notevole progresso rispetto a quanto stimato prima della Cop26 (+2,7 °C), visto che ogni decimo di grado è importante per ridurre gli impatti del cambiamento climatico. Importante sottolineare che circa il 90% delle emissioni di gas serra sono ormai incluse in obiettivi *net-zero*, ovvero obiettivi di neutralità emissiva, decisamente un segnale importante per l'adozione di incisive politiche climatiche (figura 1).

Il monitoraggio dei progressi nell'attuazione e nel raggiungimento degli Ndc verrà effettuato attraverso la pubblicazione del Rapporto biennale di trasparenza (*Biennial transparency report*, Btr), che ogni Paese dovrà redigere a partire dal 2024. I Btr includono infatti, oltre agli inventari delle emissioni e degli assorbimenti dei gas serra, le politiche e misure adottate a livello nazionale per il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni, e la valutazione quantitativa, in termini emissivi, delle azioni climatiche adottate, al fine di monitorare i progressi nell'attuazione e nel raggiungimento degli Ndc. Tali rapporti saranno sottoposti a revisione tecnica da parte di esperti Unfccc e costituiscono il pilastro del nuovo quadro di trasparenza (Etf) dell'Accordo di Parigi, che entrerà in vigore per tutti i Paesi, sviluppati e non, entro il 2024.

Intervista a **Federico Brocchieri, Riccardo De Laurentis, Daniela Romano, Marina Vitullo**, a cura di **Claudia Delfini** (Ispra)



FOTO: IAN DICK - CC BY 2.0



UN DOCUMENTO INTERATTIVO EEA

# L'EVOLUZIONE DEI PERICOLI CLIMATICI IN EUROPA, IN AUMENTO GIORNI DI CALORE E PRECIPITAZIONE ESTREME

La nuova relazione *Europe's changing climate hazards* (L'evoluzione dei pericoli climatici in Europa) dell'Agenzia europea per l'ambiente (Eea) è un documento interattivo che presenta le variazioni passate e previste dei più importanti pericoli climatici in Europa e ne esamina gli effetti sulle varie regioni del continente. La relazione è di particolare utilità per i responsabili politici e gli esperti interessati alla valutazione del rischio climatico e alla pianificazione degli interventi di adattamento in Europa. Le informazioni possono essere inoltre utilizzate dagli Stati membri dell'Ue per riferire alla Commissione europea in merito ai pericoli connessi al clima.

Il documento, elaborato con il sostegno del servizio relativo ai cambiamenti climatici di Copernicus (C3S) e di altri partner dell'Eea, dà accesso a informazioni generali e dettagliate sui pericoli climatici regionali, illustrandone anche i possibili effetti sugli ecosistemi e sui settori economici.

La relazione riprende le conclusioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (Ipcc) secondo cui i cambiamenti climatici sono innegabilmente responsabili dell'aumento degli eventi meteorologici estremi, ma fornisce informazioni più particolareggiate per quanto concerne l'Europa.

In base alle previsioni, le temperature medie continueranno a crescere in tutta Europa e i picchi di calore aumenteranno ancora più rapidamente. Secondo la relazione, gli europei devono prepararsi ad affrontare un numero superiore di giorni di calore ed eventi di precipitazioni più estremi.

L'Europa meridionale potrebbe dover far fronte a estati più calde, siccità più frequenti e a un maggiore pericolo di incendi. Nell'Europa settentrionale è probabile che aumentino le precipitazioni annuali e le piogge abbondanti. L'Europa centrale potrebbe essere interessata da piogge estive di minore entità, ma anche da condizioni meteorologiche estreme più frequenti e più accentuate, tra cui forti precipitazioni, straripamenti fluviali, siccità e pericoli di incendio. Secondo le previsioni, la temperatura della superficie del mare, le ondate di calore marine e l'acidità dell'acqua aumenteranno in tutti i mari regionali europei. L'innalzamento del livello del mare evidenzia un'accelerazione lungo tutte le coste europee, a eccezione del mar Baltico settentrionale. Ulteriori informazioni sui diversi pericoli connessi al clima sono reperibili nello *European climate data explorer*, lo strumento per l'esplorazione dei dati sul clima in Europa sviluppato congiuntamente dall'Eea e dal C3S.

Il patto di Glasgow per il clima, concordato in occasione della 26° conferenza delle parti (COP26) della convenzione quadro delle Nazioni unite sui cambiamenti climatici (Unfccc), evidenzia l'urgenza di potenziare gli interventi di adattamento ai cambiamenti climatici e la condivisione di conoscenze e tecnologie per migliorare la capacità di adattamento, rafforzare la resilienza e ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici. Il documento sottolinea inoltre l'importanza delle migliori conoscenze scientifiche disponibili ai fini dell'efficacia dell'azione e delle politiche per il clima, tra l'altro con riguardo ai dati relativi ai pericoli, ai rischi e alle perdite e ai danni associati al clima.

La strategia dell'Ue di adattamento ai cambiamenti climatici mira a plasmare un'Europa resiliente entro il 2050, richiedendo informazioni più affidabili sui cambiamenti climatici, sui loro effetti e sugli interventi di adattamento necessari.

In linea con la normativa europea sul clima, la Commissione europea esamina periodicamente i progressi compiuti dagli



FIG. 1 CAMBIAMENTI CLIMATICI

I pericoli relativi al clima, con 32 indici raggruppati in 6 tipologie, sulla base di quanto elaborato dal Sesto rapporto di valutazione dell'Ipcc.

Fonte: Eea, Publications > Europe's changing climate hazards - an index-based interactive EEA report > Europe's changing climate hazards - an index-based interactive EEA report.

Stati membri nell'adattamento ai cambiamenti climatici, tra l'altro con riguardo ai pericoli climatici osservati e futuri, in merito ai quali i Paesi sono chiamati a riferire ogni due anni.

Il meccanismo di protezione civile dell'Ue impone agli Stati membri dell'Ue e agli altri Stati partecipanti di presentare alla Commissione periodiche valutazioni nazionali dei rischi.

Fonte: [www.eea.europa.eu/it/highlights/frequenza-e-gravita-dei-pericoli](http://www.eea.europa.eu/it/highlights/frequenza-e-gravita-dei-pericoli)

## APPROFONDIMENTI

<https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1>

<https://climate.copernicus.eu/>

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/european-climate-data-explorer/>

[https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26\\_auv\\_2f\\_cover\\_decision.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf)

<https://unfccc.int/conference/glasgow-climate-change-conference-october-november-2021> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2021:82:FIN>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588581905912&uri=CELEX:52020PC0080>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013D1313>

# IL 2020 IN ITALIA: IL QUINTO ANNO PIÙ CALDO DAL 1961

LA XVI EDIZIONE DEL RAPPORTO ISPRA SUGLI INDICATORI DEL CLIMA AGGIORNA LA STIMA DELLE VARIAZIONI NEGLI ULTIMI DECENNI: A ECCEZIONE DI OTTOBRE, IN TUTTI I MESI DELL'ANNO LA TEMPERATURA MEDIA È SUPERIORE ALLA NORMA; CRESCONO LE ANOMALIE NEGATIVE DELLE PRECIPITAZIONI; DIVERSI GLI EVENTI METEOROLOGICI DI GRANDE INTENSITÀ.

La XVI edizione del rapporto Ispra "Gli indicatori del clima in Italia" illustra l'andamento del clima nel corso del 2020 e aggiorna la stima delle variazioni negli ultimi decenni in Italia. Il rapporto viene pubblicato con cadenza annuale e si basa in gran parte su dati e indicatori climatici elaborati a partire dalle informazioni contenute nel Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati climatologici di interesse ambientale (Scia), realizzato da Ispra in collaborazione e con i dati del Sistema nazionale della protezione dell'ambiente (Snpa) e di altri organismi titolari delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale.

Mediante l'elaborazione delle serie temporali di dati, il sistema Scia rende disponibili i valori giornalieri, decadal, mensili e annuali e quelli climatologici normali di diverse variabili meteorologiche. Alcuni prodotti climatici spazializzati presentati nel rapporto sono arricchiti da dati delle reti che fanno capo ai Centri funzionali regionali, grazie alla collaborazione tra il Dipartimento di protezione civile nazionale e il Snpa.

## Sale la temperatura

Mentre a scala globale sulla terraferma il 2020 è stato l'anno più caldo della serie storica con un'anomalia di  $+1,44\text{ °C}$  rispetto al valore climatologico di riferimento 1961-1990, in Italia è stato il quinto anno più caldo dal 1961, con un'anomalia media di  $+1,54\text{ °C}$  (figura 1). A partire dal 1985 le anomalie sono state sempre positive, a eccezione del 1991 e del 1996. L'anomalia della temperatura massima è stata più elevata di quella della minima e colloca il 2020, insieme al 2015, al primo posto della serie storica, mentre l'anomalia di temperatura minima è risultata al sesto posto della serie. A eccezione di ottobre, in tutti i mesi

dell'anno la temperatura media in Italia è stata superiore alla norma, con picchi di anomalia positiva a febbraio al Nord ( $+3,35\text{ °C}$ ) e al Centro ( $+3,24\text{ °C}$ ) e ad agosto al Sud e Isole ( $+2,27\text{ °C}$ ), come illustrato nella figura 2.

La stagione relativamente più calda è stata l'inverno che, con un'anomalia media di  $+2,36\text{ °C}$ , si colloca al secondo posto della serie storica. La primavera e l'estate sono state rispettivamente l'ottava e la decima più calde delle serie; l'autunno si colloca all'undicesimo posto. La stima aggiornata del rateo di variazione della temperatura media dal 1981 al 2020 è di  $(+0,39\pm 0,05)\text{ °C}/10$  anni, e risulta più marcata per la temperatura massima che per la minima. Su base stagionale i trend di aumento della temperatura più forti si registrano in estate e in primavera, rispettivamente  $(+0,50\pm 0,08)\text{ °C}/10$  anni e  $(+0,44\pm 0,10)\text{ °C}/10$  anni.

Per quanto riguarda la temperatura superficiale dei mari italiani il 2020, con un'anomalia media di  $+0,95\text{ °C}$ , si colloca al quarto posto dell'intera serie. Negli ultimi 22 anni la temperatura media superficiale del mare è stata sempre superiore alla media; nove degli ultimi dieci anni della serie storica hanno



registrato le anomalie positive più elevate di tutta la serie. Nel 2020 le anomalie sono state positive in tutti i mesi dell'anno, con i valori massimi ad agosto ( $+1,7\text{ °C}$ ) e a maggio ( $+1,4\text{ °C}$ ).

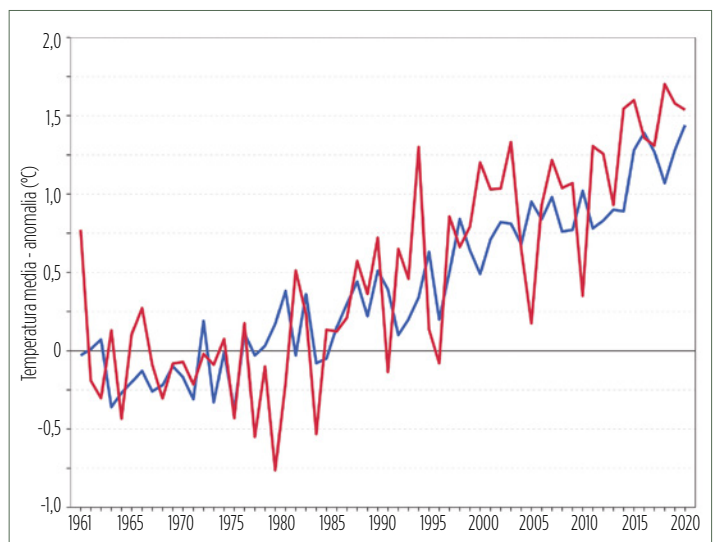
L'analisi degli indici degli estremi di temperatura conferma la tendenza sia all'aumento del numero medio di

FIG. 1  
ANOMALIE DI  
TEMPERATURA

Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia rispetto ai valori climatologici 1961-1990.

— Globale  
— Italia

Fonti: Ncdc/Noaa e Ispra.  
Elaborazione: Ispra.



notti tropicali e dei giorni estivi sia alla riduzione del numero di giorni con gelo che nel 2020 è stato al sesto posto fra i più bassi della serie dal 1961.

Tra gli altri indici, il 2020 ha fatto registrare il nono valore più alto di notti calde (TN90p), il terzo valore più basso di notti fredde (TN10p), il settimo valore più alto di giorni caldi (TX90p) e il valore più basso di giorni freddi (TX10p). Negli ultimi 36 anni le notti e i giorni freddi sono stati quasi sempre inferiori alla media, mentre le notti e i giorni caldi quasi sempre superiori alla media climatologica.

### Le anomalie delle precipitazioni

Con un'anomalia di precipitazione cumulata media in Italia pari a -5% circa, il 2020 si colloca al ventitreesimo posto tra gli anni meno piovosi dell'intera serie dal 1961. Su tutto il territorio nazionale i mesi mediamente più secchi sono stati gennaio (-75%) e febbraio (-77%), seguiti da novembre, aprile e maggio, mentre dicembre è stato il mese mediamente più piovoso, con un'anomalia di +109%.

Al Nord il mese più piovoso si conferma dicembre (figura 3), con un picco di anomalia positiva di +182%, seguito da ottobre (+69%) e giugno (+50%); anche al Centro il mese più piovoso si conferma dicembre, con un picco di anomalia positiva di +92%, seguito da giugno (+45%); al Sud e Isole i mesi relativamente più piovosi sono stati settembre (+67%) e luglio (+58%). Novembre è stato il mese più secco al Nord (-85%), gennaio al Centro (-69%) e al Sud e Isole (-78%).

Su base annuale le anomalie negative di precipitazione sono state elevate (fino a -80% circa) sull'estremo arco alpino occidentale, su Emilia-Romagna, Lazio, Campania, Calabria e Sicilia. In alcune aree le precipitazioni sono state invece superiori alla norma; le anomalie positive più intense si sono avute sull'arco alpino centrale e orientale (interessando parte della Lombardia e soprattutto Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia), Liguria e primo tratto di Appennino toscano-emiliano.

I valori medi nazionali su base stagionale indicano che l'inverno è stata la stagione più secca (-40%) e si colloca al settimo posto tra le meno piovose; la primavera e l'autunno hanno fatto registrare anomalie negative più contenute. L'estate occupa, invece, l'undicesimo posto tra le stagioni più piovose (+26%).

Dall'analisi statistica dei trend della precipitazione cumulata annuale e

stagionale nel periodo 1961-2020 non emergono tendenze statisticamente significative.

Anche nel 2020 eventi meteorologici di grande intensità hanno interessato diverse aree del territorio nazionale. Particolarmente rilevante la forte perturbazione che fra il 2 e il 3 ottobre ha portato precipitazioni intense

e persistenti su diverse regioni, in particolare sul nord-ovest, investito da piogge alluvionali. I valori più elevati di precipitazione giornaliera, con valori compresi fra 400 e 500 mm, sono stati registrati il 2 ottobre sul Piemonte settentrionale, con il massimo di 511 mm a Sambughetto (VB). Nella parte occidentale della Liguria e all'estremo confine meridionale del

FIG. 2 ANOMALIE DI TEMPERATURA

Anomalia media mensile e annuale 2020 della temperatura media Nord, Centro, Sud e Isole, rispetto al valore normale 1961-1990.

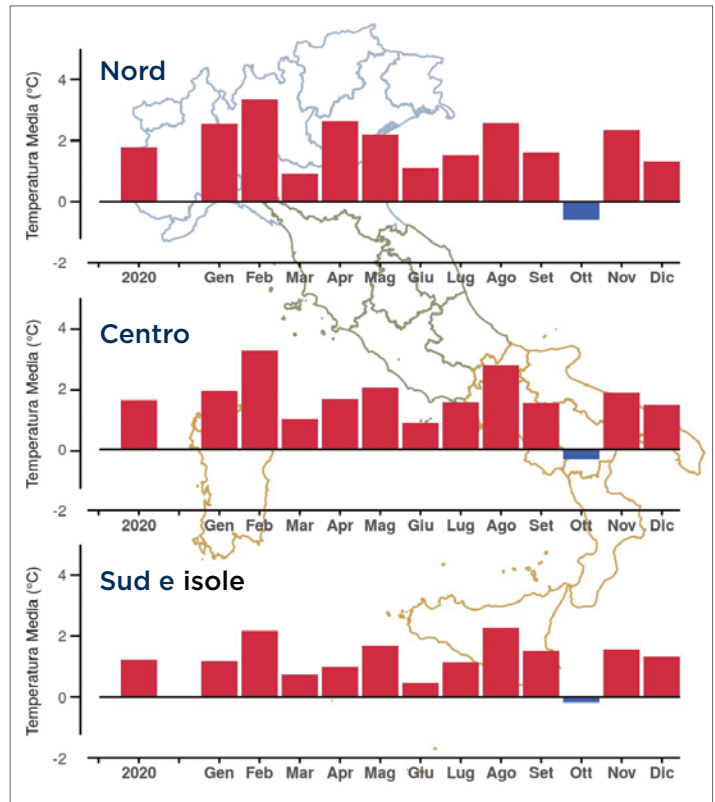
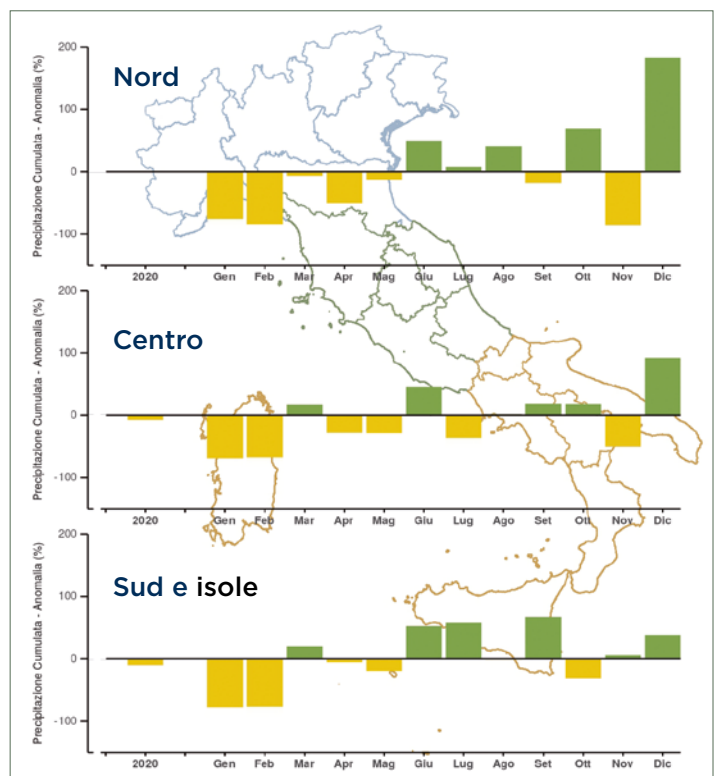


FIG. 3 ANOMALIE DI PRECIPITAZIONE

Anomalia media mensile e annuale 2020, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata Nord, Centro, Sud e Isole, rispetto al valore normale 1961-1990.





Piemonte si sono superati localmente i 350 mm di precipitazione (figura 4). Altre aree che hanno registrato precipitazioni giornaliere intense sono la parte settentrionale del Veneto e buona parte del Friuli Venezia Giulia, dove sono stati superati localmente i 250 mm di precipitazione il 5 dicembre.

Riguardo agli indici climatici rappresentativi delle condizioni di siccità, il numero di giorni asciutti è stato elevato in diverse aree del territorio nazionale; i valori più alti si registrano a Pescara e a Capo Carbonara (SU), entrambi pari a 341 giorni; valori elevati si registrano anche in pianura padana, sulla Liguria di Levante, sulla costa toscana e laziale, sulle coste adriatica e ionica e sulla quasi totalità di Sicilia e Sardegna.

Per quanto riguarda infine le tendenze nel medio e lungo periodo degli indici rappresentativi della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione, basati sull'analisi di dati giornalieri delle stazioni disponibili, non emergono segnali evidenti di variazioni significative.

**Guido Fioravanti<sup>1</sup>, Piero Frascchetti<sup>1</sup>, Francesca Lena<sup>1</sup>, Walter Perconti<sup>1</sup>, Emanuela Piervitali<sup>2</sup>, Valentina Pavan<sup>2</sup>**

1. Ispra
2. Arpae Emilia-Romagna

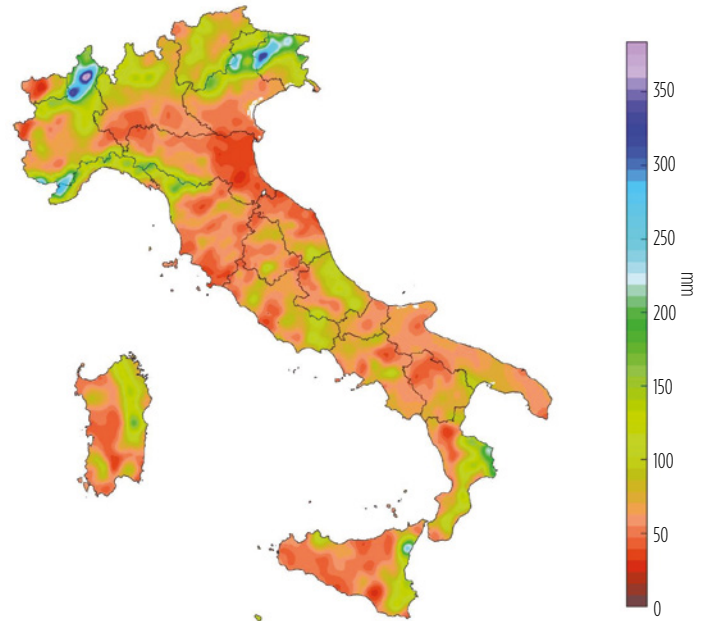


FIG. 4  
PRECIPITAZIONI

Precipitazione massima giornaliera nel 2020.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Sito del Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati climatologici di interesse ambientale (Scia), [www.scia.isprambiente.it](http://www.scia.isprambiente.it)

Fioravanti G., Frascchetti P., Lena F., Perconti W., Piervitali E., V. Pavan, *Gli indicatori del clima in Italia nel 2020 - Anno XVI*, Ispra SA 96/2021.

Fioravanti G., Piervitali E. e Desiato F., 2015, "Recent changes of temperature extremes over Italy: an index-based analysis", *Theor. Appl. Climatol.*, Vol. 119, No 1-2 2015, doi:10.1007/s00704-014-1362-1.

Fioravanti G., Piervitali E. e Desiato F., 2019, "A new homogenized daily data set for temperature variability assessment in Italy", *Int. J. Climatol.*, doi: 10.1002/joc.6177.



IL RAPPORTO COPERNICUS

# GLI ULTIMI SETTE ANNI SONO STATI I PIÙ CALDI A LIVELLO GLOBALE. ANCORA IN AUMENTO I LIVELLI DI GAS SERRA

Il *Copernicus climate change service*, servizio del programma Copernicus dell'Unione europea dedicato alle informazioni sul clima, ha pubblicato i suoi risultati annuali: gli ultimi sette anni sono stati i più caldi mai registrati a livello globale, e il 2021 si colloca al quinto posto assoluto, seguito da 2015 e 2018. Al contempo, le concentrazioni globali di gas climalteranti hanno continuato ad aumentare: i livelli di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) raggiungono un valore globale annuale medio di colonna di circa 414 ppm e il metano (CH<sub>4</sub>) raggiunge un record annuale di circa 1876 ppb. Le emissioni di carbonio provocate dagli incendi in tutto il mondo ammontano complessivamente a 1850 megatonnellate, in particolare alimentate dagli incendi in Siberia. Questo dato è leggermente superiore a quello del 2020 (1750 megatonnellate di emissioni di carbonio), sebbene la tendenza sia in calo dal 2003.

L'Europa ha vissuto un'estate di estremi con forti ondate di calore nel Mediterraneo e inondazioni in Europa centrale. Prendendo in considerazione l'intero anno, la temperatura del continente è stata solo di 0,1 °C sopra la media 1991-2020, non sufficiente a entrare nei dieci anni più caldi, che si sono comunque tutti verificati dopo il 2000, con i sette anni più caldi concentrati fra il 2014 e il 2020. L'estate europea del 2021 è stata la più calda mai registrata, seppur simile alle precedenti estati più calde del 2010 e del 2018. Giugno e luglio sono stati entrambi i secondi più caldi dei loro rispettivi mesi, mentre agosto è rimasto vicino alla media generale, ma ha assistito a una notevole differenza tra temperature superiori alla media a sud e sotto la media a nord. Numerosi sono stati gli episodi estremi con un impatto significativo in Europa durante l'estate 2021. Luglio ha registrato episodi di precipitazioni molto intense nell'Europa centro-occidentale, in una regione con suoli prossimi alla saturazione,

che hanno causato gravi inondazioni in diversi Paesi. Tra questi i più colpiti sono stati la Germania, il Belgio, il Lussemburgo e i Paesi Bassi. La regione mediterranea ha vissuto un'ondata di calore durante il mese di luglio e parte di agosto, con temperature elevate che hanno interessato in modo particolare Grecia, Spagna e Italia. Il record europeo di temperatura più elevata è stato superato in Sicilia, dove sono stati registrati 48,8 °C, di 0,8°C superiore rispetto al precedente, sebbene questo nuovo dato debba ancora essere confermato ufficialmente dalla *World Meteorological Organization (Wmo)*. Condizioni di caldo e siccità hanno preceduto eventi di incendi intensi e prolungati, in particolare nel Mediterraneo orientale e centrale, con la Turchia tra i paesi più colpiti, oltre a Grecia, Italia, Spagna, Portogallo, Albania, Macedonia del Nord, Algeria e Tunisia. Il report è disponibile all'indirizzo <https://bit.ly/3GnGztU>.

Copernicus Climate Change Service esaminerà in modo completo i diversi eventi climatici in Europa nel corso del 2021 nel suo rapporto annuale *European State of the Climate*, che sarà pubblicato nell'aprile 2022.

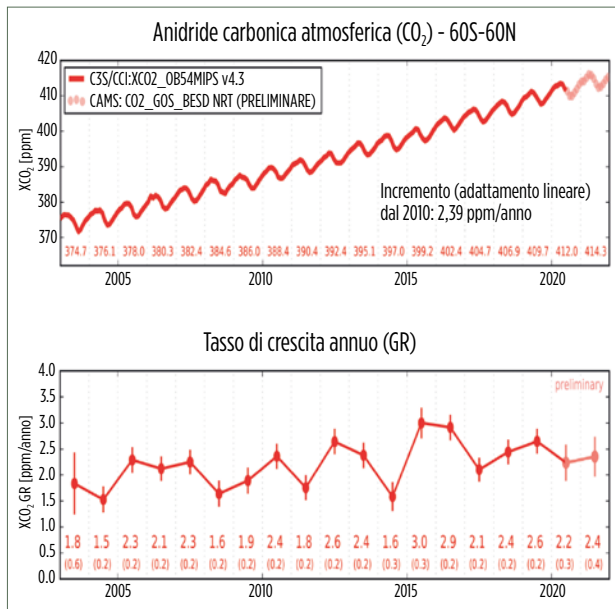


FIG. 1 CONCENTRAZIONI DI CO<sub>2</sub>. Concentrazioni globali mensili di CO<sub>2</sub> dai satelliti (pannello superiore) e tassi di crescita medi annuali derivati (pannello inferiore) per il 2003-2021. In alto: i valori numerici elencati in rosso indicano le medie annuali di XCO<sub>2</sub>. In basso: tassi di crescita medi annuali di XCO<sub>2</sub> derivati dai dati mostrati nel pannello superiore. I valori numerici elencati corrispondono al tasso di crescita in ppm/anno, compresa una stima dell'incertezza tra parentesi.

Fonte dei dati: CS3/Obs4MIPs (v4.3) consolidato (2003-metà 2020) e dati preliminari CAMS quasi in tempo reale (metà 2020-2021). Credits: Università di Brema per Copernicus Climate Change Service e Copernicus Atmosphere Monitoring Service/Ecmwf

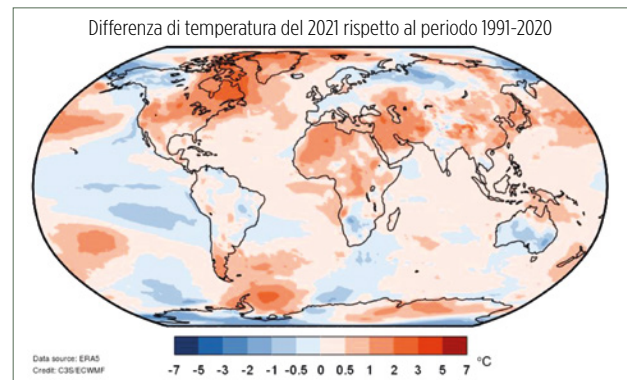


FIG. 2 TEMPERATURA 2021. Temperatura dell'aria a due metri di altezza per il 2021, osservata rispetto alla sua media del 1991-2020. Fonte: ERA5. Credits: Copernicus Climate Change Service/Ecmwf

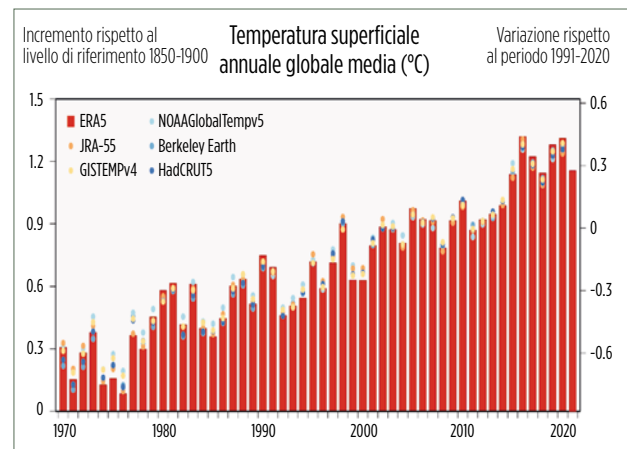


FIG. 3 TEMPERATURA 1970-2021. Variazione stimata delle medie annuali della temperatura globale dell'aria ad un'altezza di due metri rispetto al periodo pre-industriale (asse di sinistra) e relativa al periodo 1991-2020 (asse di destra) secondo diversi set di dati: ERA5 (Ecmwf Copernicus Climate Change Service, CS3), Gistempv4 (Nasa); HadCrut5 (Met Office Hadley Centre); NoaaGlobalTempv5 (Noaa), Jra-55 (Jma), Berkeley Earth. Credits: Copernicus Climate Change Service/Ecmwf.

# EVENTI METEOROLOGICI ESTREMI IN ITALIA NEL 2020

NEL 2020 IN ITALIA SI SONO OSSERVATI NUMEROSI EVENTI METEOROLOGICI DI GRANDE INTENSITÀ CHE HANNO SUPERATO IN MOLTI CASI RECORD STORICI O SONO STATI CARATTERIZZATI DA AMPIEZZE RARAMENTE OSSERVATE NELLE REGIONI ITALIANE. UNA PROVA TANGIBILE DI QUANTO IL CLIMA STIA CAMBIANDO.

Nel 2020 in molte regioni sono stati registrati valori mai osservati o molto rari di indici climatici e valori record di intensità di eventi meteorologici. In alcuni casi questi eventi hanno causato impatti rilevanti sulla popolazione, sul territorio e sulle attività produttive. In altri le procedure di allerta seguite ormai da anni dalla Protezione civile hanno permesso di ridurre i danni alla popolazione. Il 2020 è iniziato con un inverno caratterizzato da intense anomalie termiche che nell'Italia centro-settentrionale hanno assunto in alcuni casi intensità inusuali. In particolare, nelle regioni dell'arco alpino centro-occidentale (Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia), tali anomalie sono state amplificate da frequentissimi eventi di Föhn alpino. In Piemonte l'inverno 2019-2020 è stato il più caldo della serie osservativa, mentre in Emilia-Romagna febbraio è stato il più caldo dal 1961.

Contemporaneamente sono state rilevate condizioni di siccità in Sicilia, dove i mesi di gennaio e febbraio sono stati i più secchi dal 1921. Al termine del mese di marzo però alcune intrusioni fredde, associate a venti freddi da nord e nord-est hanno causato intense mareggiate sulle coste adriatiche, estese gelate tardive che hanno causato ingenti danni alle colture arboree in Emilia-Romagna e intense precipitazioni in Sicilia e Calabria, con conseguenti allagamenti e frane. Nei primi mesi primaverili, condizioni di scarsa piovosità hanno prevalso nelle regioni nord-orientali: in Veneto sono state registrate condizioni di intensa siccità, mentre in Emilia-Romagna le cumulate medie regionali dal 1° gennaio al 31 maggio sono state le più basse mai registrate dal 1961. A partire dalla seconda decade di maggio sulle regioni occidentali, tirreniche e in alcune regioni centrali hanno cominciato a presentarsi condizioni meteorologiche

più perturbate e favorevoli allo svilupparsi di eventi convettivi che si sono poi estesi nel corso dell'estate a tutto il territorio nazionale (figura 1). In Piemonte tra il 9 maggio e il 18 giugno sono state emesse 18 allerte per temporali (mediamente una ogni 3 giorni), in Emilia-Romagna 104 dei 144 eventi annuali di pioggia intensa si sono verificati in estate, in Umbria tra il 7 e l'8 giugno sono stati registrati temporali con intensità che hanno raggiunto tempi di ritorno superiori a 200 anni per gli intervalli di 3, 6 e 12 ore, e molti temporali associati localmente a grandine di medie-grosse dimensioni, venti forti e in qualche caso trombe d'aria hanno colpito molte regioni italiane causando danni, alluvioni, frane e colate detritiche. Gli eventi meteorologici più rilevanti si sono però verificati nel corso dell'ultima parte dell'anno: l'evento dell'1-4 ottobre che ha colpito le regioni settentrionali con piogge abbondanti, diffuse e a tratti

CLIMA



FIG. 1 ESTATE 2020  
 Eventi estremi e intensi nell'estate 2020.

Fonte: Ispra



molto intense; quelli dell'ultima decade di novembre sulle isole e nelle regioni meridionali e l'evento del 4-9 dicembre che ha scaricato ingenti precipitazioni, in parte sotto forma nevosa, nelle regioni nord-orientali.

Tra l'1 e il 4 ottobre l'interazione tra una saccatura di origine artica e correnti umide sud-occidentali ha determinato condizioni di forte instabilità su varie regioni del nord Italia, con precipitazioni intense e persistenti che hanno causato danni al territorio e alle infrastrutture e alcune vittime. Intensità di precipitazione particolarmente ingenti sono state misurate nel territorio piemontese, ligure e nei territori francesi prospicienti alla Liguria. Il 2 ottobre è stato il giorno più piovoso della serie storica in Piemonte mentre in Lombardia i venti con raffiche molto intense e le piogge hanno causato il crollo di molti alberi e il legname si è accumulato sulla costa del lago Maggiore (v. foto). In Liguria piogge insistenti a ondate successive, accompagnate da raffiche, hanno colpito il ponente e i territori francesi nella parte montana del bacino del Roya, che ha stabilito in vari punti nuovi valori massimi di livello idrometrico, causando danni ingenti al territorio, alle infrastrutture e alle attività produttive. Nello stesso periodo, l'intensa avvezione da sud e sud-ovest ha causato in Sicilia intensi innalzamenti termici e a Palermo è stata osservata la temperatura di 38,2°C, nuovo record storico per questo mese.

L'ultima decade di novembre, mentre le regioni settentrionali registravano minimi storici di precipitazione cumulata mensile per questo mese, la Sardegna e le regioni meridionali sono state colpite da una serie di eventi pluviometrici di grande intensità.

Tra il 21 e il 23 novembre le piogge in Calabria hanno assunto intensità massime sulle 24 ore e orarie che rappresentano un record per varie stazioni da inizio misurazione (1916) e sono state associate a tempi di ritorno stimati superiori a 100 anni (Crotona: 263 mm in 24 ore e 80,4 mm in un'ora). In Sardegna tra il 27 e il 29 novembre, piogge diffuse e ingenti hanno fatto registrare un'intensità massima di 472,8 mm in 24 ore a Oliena, che rappresenta di gran lunga il massimo valore mai registrato nelle due stazioni attive nell'area, i cui dati coprono insieme un periodo di 100 anni. Qui le massime



FOTO: ANDREA CORNIO

1

intensità di precipitazione sull'evento negli intervalli da 30 minuti a 24 ore sono state tutte caratterizzate da tempi di ritorno superiori a 200 anni, mentre per le cumulate massime su 15 minuti è stato stimato un tempo di ritorno superiore a 170 anni.

Negli stessi giorni, piogge intense e persistenti hanno colpito anche la Sicilia, accompagnate da venti forti, in particolare a Catania dove, durante la serata del 28 novembre, è stata osservata una tromba d'aria, che ha provocato gravi danni nella zona meridionale della città. L'ultimo evento meteorologico di grande intensità è stato quello tra il 4 e il 9 dicembre, un mese caratterizzato in molte regioni italiane da precipitazioni eccezionalmente abbondanti: in Emilia-Romagna e in Toscana il dicembre 2020 è stato il più piovoso dal 1961, e alcune stazioni climatiche del Friuli Venezia Giulia hanno registrato nuovi massimi di precipitazione totale mensile. In Veneto l'evento di inizio dicembre ha totalizzato precipitazioni superiori a quelle registrate nello stesso lasso di tempo durante la tempesta Vaia del 2018, mentre in Trentino i totali si sono posizionati al secondo posto, dopo il precedente evento del 2018. A conferma dell'eccezionalità dell'evento, in varie stazioni del Trentino, è stata registrata la precipitazione

cumulata giornaliera più alta di tutta la serie storica relativa al mese di dicembre. Infine, in Emilia-Romagna le piogge intense e diffuse e l'innalzamento delle temperature, che hanno causato il parziale scioglimento della neve caduta al suolo tra l'1 e il 3 dicembre, hanno contribuito a causare una piena nel tratto vallivo del fiume Panaro che ha superato i massimi storici registrati, provocando una rotta dell'argine destro la mattina del 6 dicembre, con il conseguente allagamento di un'area di circa 15 km<sup>2</sup> da Castelfranco Emilia fino a Nonantola.

Il continuo susseguirsi di nuovi record nelle misurazioni di intensità e ampiezza degli eventi meteo-climatici non fa che confermare, insieme alle variazioni dei valori medi, quanto il clima delle nostre regioni stia attraversando regimi di grande variabilità che non trovano riscontro in serie storiche osservative di rilevante estensione temporale, quali le rilevazioni giornaliere di precipitazione e temperatura massima e minima della rete di monitoraggio climatico nazionale, che in molti casi raggiunge ormai lunghezze dell'ordine di 100 anni.

**Valentina Pavan**

Osservatorio clima di Arpa Emilia-Romagna

1 Accumuli di legname sulla darsena di Ogebbio sul Lago Maggiore il 4 ottobre 2020.

# ANALISI METEOCLIMATICHE E PREVISIONI A LUNGA SCADENZA

IL GRUPPO TECNICO SCIENTIFICO PER LE PREVISIONI METEOROLOGICHE MENSILI E STAGIONALI A SCALA NAZIONALE E PER LE ANALISI CLIMATOLOGICHE È UN IMPORTANTE PUNTO DI RIFERIMENTO PER GESTIRE POSSIBILI SITUAZIONI AD ALTO RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO E PER INFORMARE LA POPOLAZIONE IN CASO DI PREVISIONI DI EVENTI CRITICI.

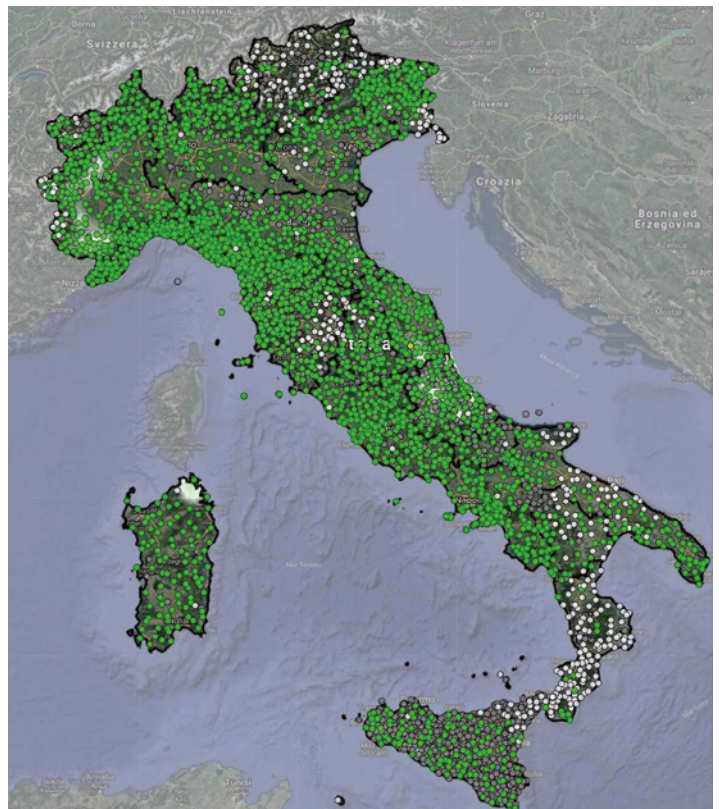
**S**ebbene lo sforzo maggiore e quotidiano della gestione del Sistema di allertamento nazionale da parte del Dipartimento della protezione civile nazionale per il rischio idrogeologico e idraulico e meteo sia fortemente legato al tempo reale, ovvero alla valutazione del probabile rischio atteso nelle immediate vicinanze temporali rispetto alla valutazione fatta (in realtà gran parte degli sforzi sono legati a valutare il rischio atteso nella giornata di domani), la richiesta di informazioni previsionali, anche dettagliate, che riguardano un orizzonte temporale più ampio (da uno a 3 mesi) è presente già dai primi anni 2000, contestualmente alla nascita del Sistema di allertamento nazionale.

## Il gruppo tecnico-scientifico

Il "Gruppo tecnico-scientifico per le previsioni meteorologiche mensili e stagionali a scala nazionale e per le analisi climatologiche" nasce nel gennaio del 2007, a seguito di una situazione meteo climatica particolarmente critica creatasi nel periodo autunno/inverno 2006 - inverno/primavera 2007, caratterizzata da una generale scarsità di precipitazioni, da esigui apporti nevosi, da temperature complessivamente superiori alle medie stagionali e da significativi scostamenti delle disponibilità idriche dalle medie storiche di riferimento, il cui protrarsi portò alla dichiarazione dello stato di emergenza per le regioni dell'Italia centro-settentrionale interessate dalla crisi idrica (Dpcm del 4 maggio 2007). Il gruppo tecnico, istituito formalmente con decreto del capo dipartimento, risulta composto da Cnmca (Centro nazionale di meteorologia e climatologia aeronautica dell'Aeronautica militare), Ispra (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale), Ibe-Cnr (Istituto per la bioeconomia del Consiglio nazionale delle ricerche), Isac-Cnr

FIG. 1  
STAZIONI

Stazioni idro-meteo-pluviometriche in telemisura della Rete dei Centri funzionali.



(Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima), Arpae-Simc (Agenzia regionale per la prevenzione ambiente energia dell'Emilia-Romagna - Servizio IdroMeteoClima) e Crea (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria).

Altri enti o servizi interni al Dipartimento della protezione civile, che utilizzano anche le informazioni del tavolo, e che si sono aggiunti durante gli anni, sono il Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario del Lazio che si occupa per il Ministero della Salute dei bollettini sulle ondate di calore nel periodo estivo, il Servizio rischi ambientali, antropici e da incendi boschivi e il Servizio rischio idraulico, idrogeologico, costiero e da deficit idrico del Dipartimento della protezione civile, rispettivamente per la programmazione e gestione della campagna antincendio

boschivo (Aib) e per il preannuncio delle crisi idriche. Partecipano anche rappresentanti dell'Irsa-Cnr (Istituto di ricerca sulle acque), il quale è presente anche all'osservatorio permanente sugli utilizzi idrici del distretto appennino centrale e l'Irpi-Cnr (Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica) per le proprie attività sull'idrologia.

## Analisi meteo-climatica e previsioni a lunga scadenza

L'obiettivo delle riunioni che si svolgono con cadenza mensile o trimestrale è arrivare a fornire due importanti contributi.

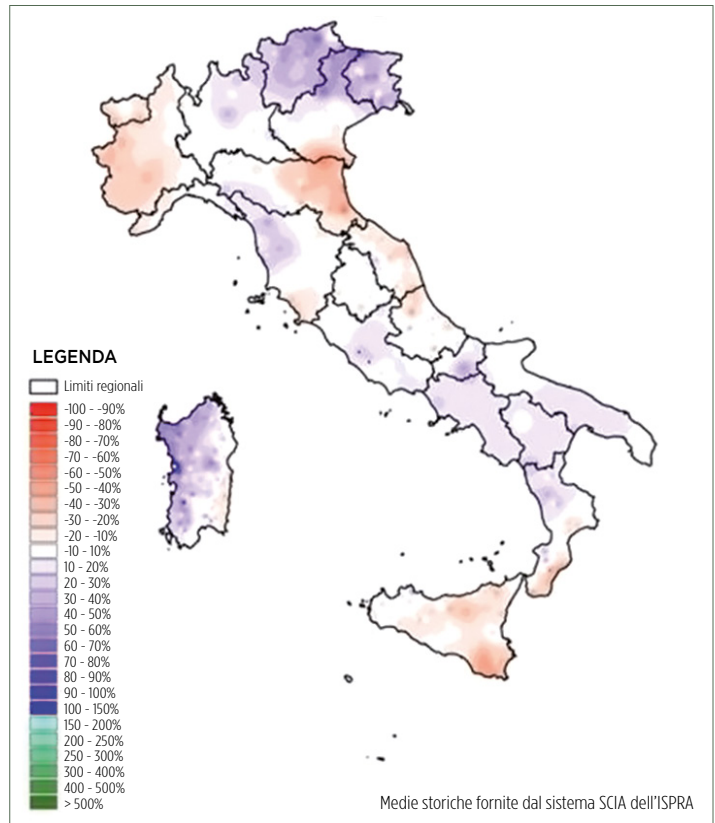
Il primo è relativo all'analisi meteo-climatica attuale e degli ultimi mesi,





FIG. 2  
SCARTI  
PLUVIOMETRICI  
ANNUALI

Scarti pluviometrici dell'anno idrologico settembre 2020-agosto 2021, calcolati rispetto il clima 1981-2010 (medie storiche fornite dal sistema Scia di Ispra).



con un resoconto dettagliato sulla disponibilità idrica a livello nazionale. Per quanto riguarda gli indicatori meteo-climatici, vengono esaminati per la precipitazione gli scarti pluviometrici calcolati su base mensile, stagionale e sull'anno idrologico. In modo analogo, sono analizzate le anomalie delle temperature medie mensili. Le mappe degli scarti e delle anomalie, che nascono dalla collaborazione con Ispra, sono costruite sulla base della climatologia di riferimento del periodo 1981-2010. La forza di questo contributo è che gran parte dei dati provengono dalla fitta rete dei sensori disponibili a tutta la rete dei Centri funzionali (circa 5.000) e sono dati in tempo reale accentrati presso il dipartimento. Per quanto concerne la disponibilità idrica, vengono presi in esame i volumi negli invasi dei principali bacini, le portate delle acque superficiali e delle acque sotterranee, che vengono utilizzati per l'approvvigionamento idropotabile, irriguo ed energetico. Ciascun dato osservato viene confrontato con le medie storiche di riferimento, con livelli minimi, massimi oppure con soglie, allo scopo di definire lo stato idrologico attuale. La situazione idrologica e idrica del momento viene inoltre completata e integrata con informazioni provenienti dalle Regioni e dagli Osservatori distrettuali permanenti sugli utilizzi idrici. Il secondo importante contributo è legato alla fase previsionale a lunga scadenza (tendenza delle prossime 3/4 settimane) e alla previsione climatologica (tendenza prossimi 3 mesi). In questa importante fase previsionale vengono analizzati i segnali provenienti dalla modellistica numerica, le anomalie rispetto ai

riferimenti climatici del modello e le medie sull'area europea dei campi di altezza di geopotenziale, pressione al suolo, temperatura a 2 m e precipitazioni. Oltre al contributo modellistico curato dai vari enti presenti al tavolo vengono presi in considerazione anche gli *output* di altri modelli disponibili a livello globale, nonché viene fatto un veloce controllo su alcuni indici climatici su base planetaria e viste le possibili loro proiezioni future. La scelta fatta di ragionare in terzi, ovvero in termini di probabilità su ogni singolo campo meteorologico, e quindi stimare se la maggiore probabilità ricada nella media, sopra o sotto, riteniamo si sia rivelata vincente come quella di considerare un unico clima di riferimento, salvo alcuni specifici casi, ovvero il periodo 1981-2010. La fase più importante, come sottolineato durante il recente webinar "*Stato e trend del clima in Italia*" organizzato da Ispra, è la discussione finale dove si cerca di giungere a una sintesi previsionale condivisa, frutto del contributo di ogni ente. Il prossimo report documentale, redatto sia in forma sintetica sia di documento integrale, oltre a riportare le principali caratteristiche dell'analisi meteo-climatica attuale e degli ultimi mesi, nonché alcuni indicatori meteo-climatici e la disponibilità idrica sull'intero territorio nazionale, evidenzierà anche tale sintesi previsionale condivisa.

## Conclusioni

Negli anni, il gruppo clima è diventato un importante luogo di incontro in cui le principali istituzioni di ricerca e di servizio del Paese si confrontano per fornire una valutazione climatica stagionale – osservata e futura – che ha ricadute significative nella valutazione della risorsa idrica, della siccità, della possibilità di ondate di calore con impatti sulla sanità, del possibile maggior rischio incendi, ma anche della possibilità di avere, o meno, tempo perturbato. Si tratta di "stime" su tempi lunghi – dal mese alla stagione – che in certi casi hanno un elevato livello di incertezza, ma che possono rivelarsi strategiche ai fini di protezione civile. La sintesi condivisa, l'apporto tramite *briefing* e gli interventi fatti ai vari tavoli istituzionali hanno contribuito, nel corso di questi anni, a supportare i decisori sia per quanto riguarda la gestione della flotta aerea dello Stato per la lotta agli incendi boschivi e di interfaccia (dislocazione preventiva dei Canadair) sia gli Osservatori distrettuali permanenti sugli utilizzi idrici che valutano lo stato di severità idrica, sia il Ministero della Salute, che si occupa della previsione delle ondate di calore nel periodo estivo, nonché il Sistema di allertamento nazionale.

**Luca Delli Passeri, Emanuela Campione**  
Dipartimento protezione civile



UN RAPPORTO CMCC

# IL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE CITTÀ ITALIANE, QUALI IMPATTI E QUALI STRUMENTI A DISPOSIZIONE

Ondate di calore e alluvioni: sono questi gli impatti principali che interessano le città italiane. Ci si aspetta che questi impatti crescano, con conseguenze sulla salute delle persone, sulla mortalità, su episodi di dissesto idrogeologico. Di fronte a questa realtà e questi scenari futuri, come si stanno preparando sei tra le più grandi città italiane? Il rapporto "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane", realizzato dalla fondazione Cmcc (Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici) cerca di dare una risposta tramite un'analisi integrata del rischio climatico. Il documento per la prima volta mette a frutto i risultati di dati ad altissima risoluzione per proporre una rassegna del clima, degli impatti, dei rischi e degli strumenti di cui si stanno dotando Bologna, Milano, Napoli, Roma, Torino e Venezia.

Le realtà analizzate sono molto diverse tra loro, ma accomunate soprattutto da tre aspetti:

- le temperature sono aumentate negli ultimi trent'anni e continuano a farlo in tutte le città
- tutti gli scenari evidenziano rischi crescenti per ondate di calore e alluvioni urbane
- pur nella loro diversità, gli scenari di tutte le città mostrano che le strategie di adattamento riducono la portata degli impatti negativi, soprattutto per la mortalità legata a ondate di calore.

L'ambiente urbano ha bisogno di un discorso specifico. In città, a causa della conformazione e della quantità degli edifici, della presenza di suolo impermeabile e di altre caratteristiche, le ondate di calore e le piogge intense producono impatti la cui intensità è diversa che altrove e per limitare le conseguenze negative, sono necessari studi e analisi mirati a individuare i rischi di ogni singola realtà urbana e mettere in atto gli strumenti più adeguati. È come prendere una lente di ingrandimento e andare a guardare nel dettaglio al clima di ogni singola città, alle caratteristiche specifiche dell'ambiente urbano, a come si stanno pianificando e costruendo le risposte.

"Questo lavoro è un'assoluta innovazione nell'ambito dell'analisi e della gestione del rischio da cambiamenti climatici su scala urbana", spiega Donatella Spano (Cmcc e Università di Sassari) che ha curato il rapporto con Valentina Mereu (Cmcc). "L'obiettivo è quello di fornire uno strumento che, fondato sulle più recenti conoscenze scientifiche, possa contribuire rendere le nostre città più pronte e preparate agli anni che stiamo vivendo e che vivremo, nel segno della sostenibilità e della resilienza. Per raggiungere questo obiettivo, il rapporto mette a disposizione un'integrazione di dati climatici originali con una rassegna approfondita sullo stato dell'arte della conoscenza sugli impatti da cambiamenti climatici e sugli strumenti e i metodi che le città hanno a disposizione per valutare, analizzare e affrontare le conseguenze dei cambiamenti climatici".

Per ciascuna delle sei città (Bologna, Milano, Napoli, Roma, Torino e Venezia), il rapporto propone quattro sezioni specifiche:

- *clima*: gli scenari futuri, ma anche le tendenze che possiamo individuare in quello che è accaduto negli ultimi 30 anni in ogni città, analisi effettuata con dati ad altissima risoluzione (2 km)
- *impatti climatici*: analisi di come gli impatti legati a temperature e precipitazioni hanno interessato e interesseranno le diverse città
- *valutazione dei rischi*: una rassegna di come ciascuna delle sei città elabora la valutazione del rischio da cambiamento climatico
- *strumenti di adattamento*: una sintesi ragionata degli strumenti di cui le singole città si stanno dotando per implementare strategie e piani di adattamento ai cambiamenti climatici.



Corredato da approfondimenti con grafici, figure e schede infografiche per agevolare la lettura e la fruizione dei contenuti, il rapporto è disponibile online all'indirizzo [www.cmcc.it/it/rischio-clima-citta-2021](http://www.cmcc.it/it/rischio-clima-citta-2021)

Ecco una estrema sintesi di alcuni contenuti.

### Il clima in città sta cambiando

La tendenza di crescita della temperatura media si rileva in maniera significativa nel corso degli ultimi 30 anni (1981-2020). Questo è un dato comune a tutte e sei le città. Così come per tutte, gli scenari futuri mostrano aumento sia delle temperature medie (+2 °C a fine secolo nello scenario che prevede l'applicazione di politiche climatiche) sia per il numero di giorni molto caldi in un anno, indicatore rilevante per le ondate di calore (in crescita in tutte le città in tutte le stagioni). Questi dati sono il risultato di analisi di ultima generazione; in particolare per le informazioni inerenti la tendenza dell'ultimo trentennio, per la realizzazione di questo rapporto sono stati utilizzati, per la prima volta nell'ambito di un'analisi sistematica del clima nelle città italiane, modelli a una risoluzione di 2 km.

### Impatti: caldo e mortalità, precipitazioni e allagamenti

Il fenomeno delle ondate di calore è anch'esso comune a tutte le città, con una tendenza di crescita che appare già in atto e con incrementi significativi ma diversificati nelle diverse realtà: 50 giorni in più di caldo intenso l'anno negli ultimi decenni del secolo per Napoli rispetto a inizio secolo. Ma il fenomeno interessa in maniera significativa anche Milano (+30 giorni), Torino (+29) e Roma (+28). I problemi legati agli allagamenti da piogge intense sono

esacerbati dall'ambiente urbano a causa della densità dell'ambiente costruito, dell'impermeabilizzazione del suolo e di specifiche caratteristiche delle singole città.  
 A Venezia, ad esempio, negli ultimi 150 anni il livello idrico relativo della città è cresciuto di oltre 30 cm e la soglia critica è stata superata 40 volte negli ultimi 10 anni.  
 A Milano si sono registrati 150 eventi di piena negli ultimi 140 anni e in anni recenti si sono manifestati meno giorni piovosi, ma piogge più intense.  
 A Napoli piogge intense, che fino ad oggi si sono verificate ogni 10 anni, potrebbero verificarsi ogni 4.  
 A Bologna, invece, mentre la rete di drenaggio protegge la città dal rischio idraulico, secondo le proiezioni climatiche ci si aspetta per il futuro un aumento di intensità e frequenza di fenomeni di allagamento.

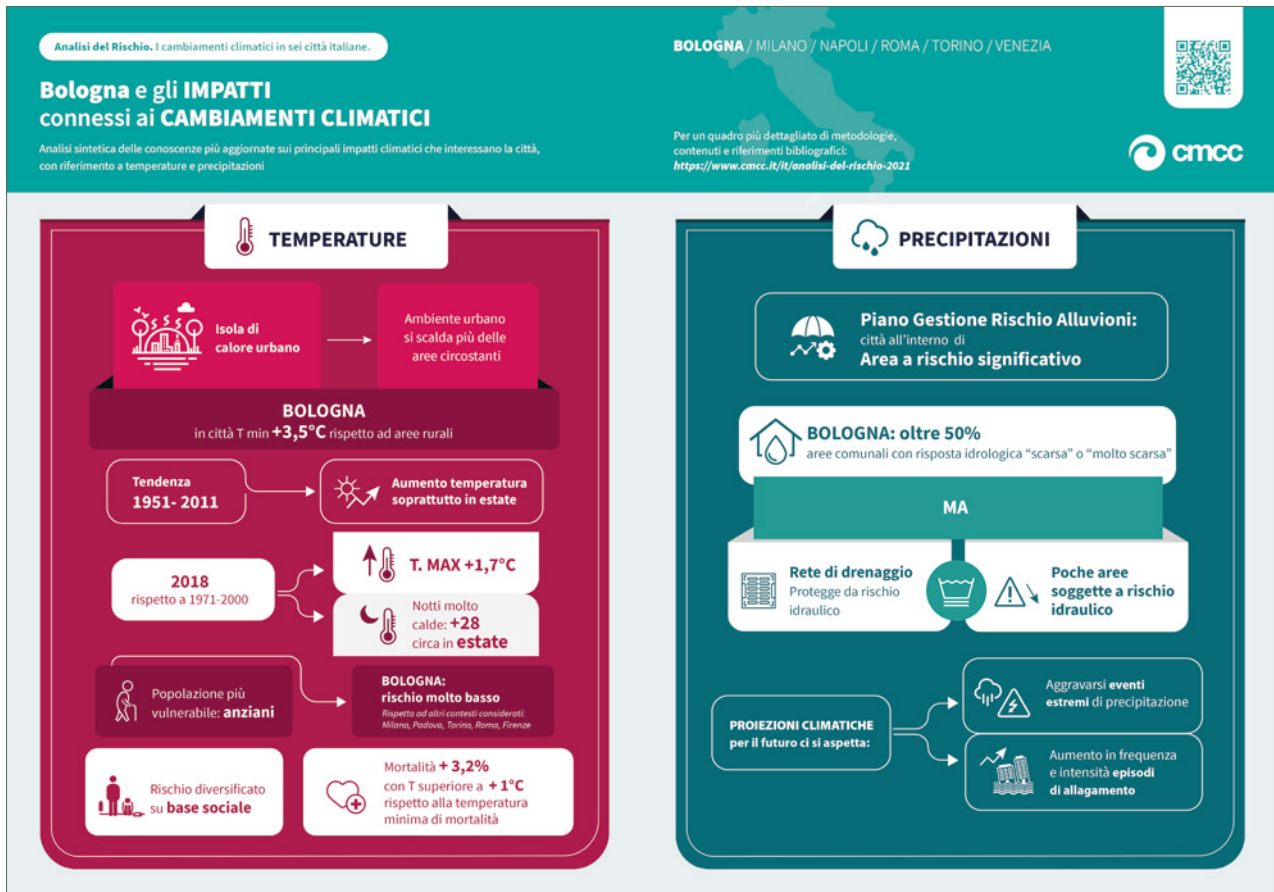
**A ogni città la sua valutazione del rischio**

Molti e diversi sono i modi con cui le sei città individuano, analizzano, valutano e comunicano il rischio connesso ai cambiamenti climatici. Il rapporto presenta una rassegna realizzata attraverso un *framework* elaborato dal Cmcc. Se tutte le città si concentrano sull'analisi dei rischi connessi a ondate di calore e allagamenti, diverse sono le strade che ciascuna percorre per sviluppare piani di intervento. In alcuni casi (Milano, Bologna e Torino) la macchina amministrativa è dotata di elevate competenze e capacità tecniche, in altri casi (Roma, Napoli e Venezia), mentre si procede alla formazione delle capacità necessarie, si punta a collaborazioni con Università e centri di ricerca del territorio. In tutti i casi, risultano determinanti per la buona riuscita delle attività inerenti la valutazione del rischio da cambiamento climatico, la partecipazione in network nazionali o internazionali di città impegnate in azioni per affrontare i cambiamenti climatici e l'attivazione di pratiche partecipative che coinvolgono cittadini e *stakeholder*.



**Gli strumenti per adattarsi ai cambiamenti climatici**

Piani, progetti, strategie. Anche in questo caso sono molte le risposte attivate dalle diverse città e le azioni che vi sono incluse, che siano azioni di tipo istituzionale (come politiche, leggi, o opzioni economiche), sociale (che coinvolgono ambiti educativi, informativi e opzioni comportamentali), strutturali e fisiche (tecnologie, servizi, ecosistemi, ambiente costruito). La scelta delle azioni e la definizione degli strumenti dipende da molti aspetti, inclusi lo stato di avanzamento dei piani e dei progetti e l'opportunità rispetto alle esigenze specifiche della città. Il quadro che ne emerge, in questo caso, è estremamente variegato.



Un esempio di infografica tratta dal rapporto. Gli impatti del cambiamento climatico sulla città di Bologna.



# EVENTI PLUVIOMETRICI ESTREMI IN AUMENTO SUL PIEMONTE

LE TENDENZE METEOCLIMATICHE EVIDENZIANO COME GLI EVENTI STRAORDINARI DI PIOVOSITÀ STIANO CRESCENDO IN NUMERO, FREQUENZA E INTENSITÀ. PER QUANTO LE ANALISI STATISTICHE NON PERMETTANO DI TRARRE CONCLUSIONI DEFINITIVE, L'INASPRIMENTO DEI FENOMENI IN REGIONE È MOLTO PROBABILMENTE DOVUTO AL RISCALDAMENTO CLIMATICO.

**I**l Piemonte negli ultimi anni ha subito un parziale incremento degli eventi atmosferici estremi che, seppur in assenza di un'analisi climatologica sugli eventi rari ampia e specifica, sono parsi agli addetti ai lavori sempre più violenti e più frequenti, in particolare durante le stagioni estiva e autunnale. Le spiccate peculiarità di eventi misti avvertivo-convettivi e la notevole quantità di pw (acqua precipitabile) di alcuni episodi hanno portato a riscrivere i record pluviometrici sulle stazioni regionali e non solo, sia in poche ore sia su intervalli di 12, 24, 48 ore.

Con l'evento del 2 ottobre 2020 (la cosiddetta tempesta Alex), il record regionale di pioggia cumulata nelle 24 ore si è aggiornato a causa dei 649 mm registrati dalla stazione di Sambughetto (VB) e, soprattutto, dei 583 mm della stazione di Limone-Pancani, nel cuneese, di cui 517 mm in caduti in sole 12 ore e 313 mm in 6 ore.

Quest'anno, con la tempesta Christian del 4 ottobre 2021, i record pluviometrici della rete piemontese sono stati ancora riscritti, arrivando a 884 mm in 24 ore nella stazione di Rossiglione (situata in provincia di Genova, ma afferente al bacino piemontese del torrente Bormida di Spigno, che confluisce nel fiume Bormida che a sua volta sfocia nel Tanaro). I precedenti record sulle 12 ore e sulle 6 ore sono stati superati, in questo evento, con rispettivamente 741 mm di pioggia in 12 ore sempre a Rossiglione (GE), 496 mm in 6 ore a Montenotte Inferiore (SV), 378 mm in sole 3 ore a Urbe (SV), queste ultime sempre nel bacino della Bormida di Spigno. Tornando a riflettere sugli ultimi due eventi, occorsi a quasi un anno esatto di distanza, ovvero la tempesta Alex dei primi giorni di ottobre 2020 e la depressione extratropicale Christian del 4 ottobre 2021, viene da chiedersi in cosa sia consistita l'eccezionalità degli stessi rispetto al passato e quali siano le caratteristiche che hanno portato a tali quantità rare di precipitazione.

FIG. 1  
EVENTI ALLUVIONALI

Temperatura ed altezza di geopotenziale a 500 hPa in occasione di alcuni eventi alluvionali degli ultimi anni:

- A) ore 12:00 UTC del 5 novembre 1994.
- B) ore 00:00 UTC del 15 ottobre 2000
- C) ore 12:00 UTC del 24 novembre 2016
- D) ore 18:00 UTC del 2 ottobre 2020 (tempesta Alex)

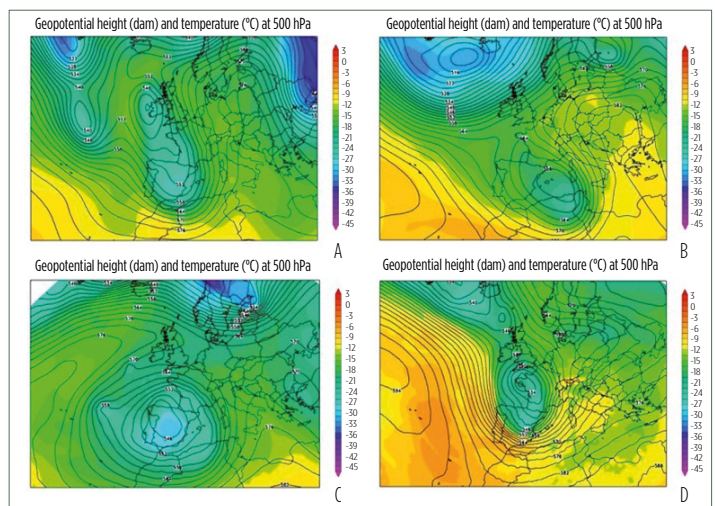
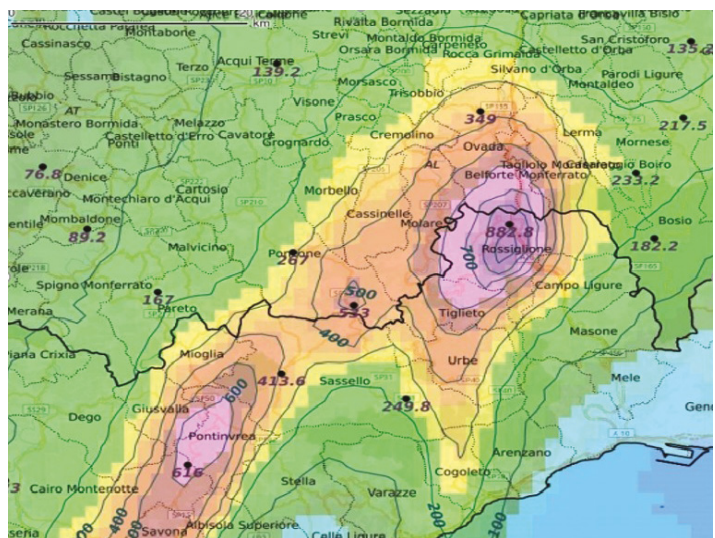


FIG. 2  
TEMPESTA CHRISTIAN

Dettaglio della distribuzione spaziale delle precipitazioni nell'area appenninica al confine tra Piemonte e Liguria relativo all'evento del 4 ottobre 2021 (depressione Christian).



Considerando in primis la tempesta Alex e confrontandola con i fenomeni alluvionali che hanno interessato il Piemonte negli anni 1994, 2000, 2016 (figura 1), si possono trarre alcune prime importanti considerazioni. Innanzitutto, il minimo di pressione in questo specifico evento ha subito nelle sue prime fasi un'amplificazione repentina (cd ciclogenesi esplosiva, con un calo di 24 hPa in 24 ore), alimentata dall'intrusione di aria secca stratosferica a nord-ovest dello stesso, che ne ha favorito l'approfondimento e

l'aumento repentino della vorticità. Nella giornata del 1° ottobre 2020 il nucleo centrale della perturbazione si è ben strutturato a tutti i livelli atmosferici, con valori molto bassi e decisamente insoliti per la stagione autunnale, raggiungendo al suolo i 970 hPa. Il minimo, molto attivo dinamicamente, ha seguito una particolare traiettoria attorno alla penisola della Normandia, portandovi venti eccezionali, paragonabili a quelli che si registrano in un uragano di scala II Saffir-Simpson. La struttura barica Alex, rispetto alle



strutture sinottiche che hanno causato le alluvioni del 1994, 2000, 2016 è risultata più calda, più profonda, con venti più intensi, oltre che meno “bloccata” nel suo movimento naturale verso est da strutture anticicloniche significative, fattore che ne ha fortunatamente limitato la durata. Quindi, seppur di vita molto più breve rispetto a strutture depressionarie similari relative alle alluvioni storiche, essa ha svolto un ruolo di “fulcro”, innescando a sudest, sull’area mediterranea, un’avvezione eccezionale di aria caldo-umida negli strati medio-bassi atmosferici.

I fattori preminenti alla mesoscala sono stati il marcato contrasto termico determinato dalle due masse d’aria in gioco (continentale fredda e mediterranea umida), la persistenza su quasi 24 ore di tali flussi alimentati dalla corrente a getto, l’elevata temperatura del Mediterraneo (in anomalia positiva tra i 2 e i 3 °C rispetto alla norma del periodo) e il notevole contenuto di acqua precipitabile. Questo intenso flusso da sudest ha favorito piogge miste, di tipo convettivo e avvertivo, localmente persistenti a causa dell’interazione con la complessa orografia delle Alpi liguri, oltre a una quota delle nevicata elevata, su valori decisamente superiori ai 2.700 m delle cime più alte dell’area.

Il 2 ottobre 2020, in particolare, è stato il giorno mediamente più piovoso degli ultimi 60 anni in Piemonte, con circa 112 mm di pioggia media sulla regione, superando il precedente record di 94 mm che apparteneva al 15 ottobre 2000. In un solo giorno è caduta circa il 15% della pioggia che normalmente si osserva in un anno.

Spostando l’attenzione al fenomeno alluvionale del 4 ottobre 2021, la depressione Christian, meno strutturata della tempesta Alex, ha incontrato un ambiente preesistente ancora più termodinamicamente propenso alla convezione, innescando correnti meridionali e sudoccidentali caldo-umide sul golfo ligure. Si sono verificati inoltre un marcato *deep level shear* del vento (su valori prossimi ai 20 m/s) e fenomeni alla mesoscala-Beta di micro-convergenza dei flussi, tipici di strutture temporalesche stazionarie e rigeneranti (i cosiddetti *V-shaped thunderstorms*) tra il basso Piemonte e l’entroterra ligure del savonese e del genovese. Tali fenomeni si sono inaspriti nel corso della mattinata e del pomeriggio del 4 ottobre 2021, con conseguenti precipitazioni eccezionali. Anche in questo caso erano riscontrabili un’anomalia positiva della temperatura superficiale del Mediterraneo occidentale e uno zero termico (con conseguente quota

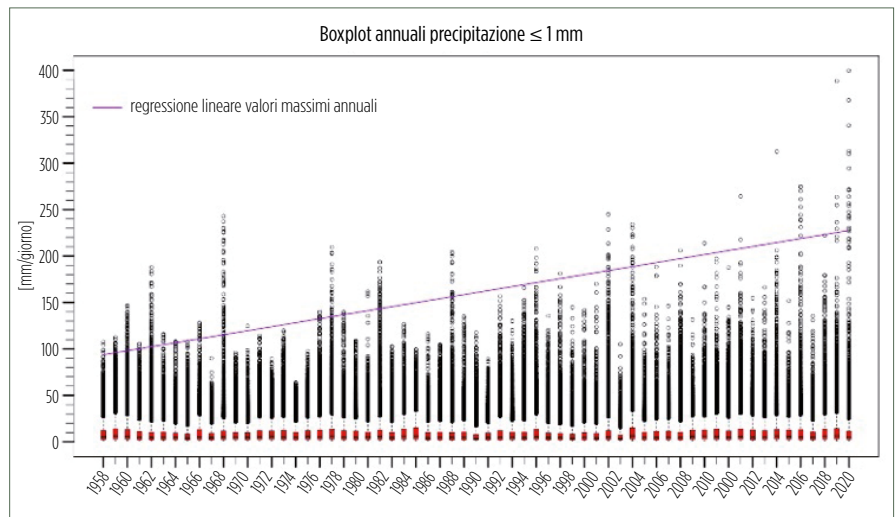


FIG. 3 PRECIPITAZIONI

Boxplot relativo al trend delle precipitazioni superiori a 1 mm / 24 ore dal 1958 al 2020 sulla rete piemontese, interpolati su una griglia di circa 14 km mediante la tecnica dell’Optimal interpolation.

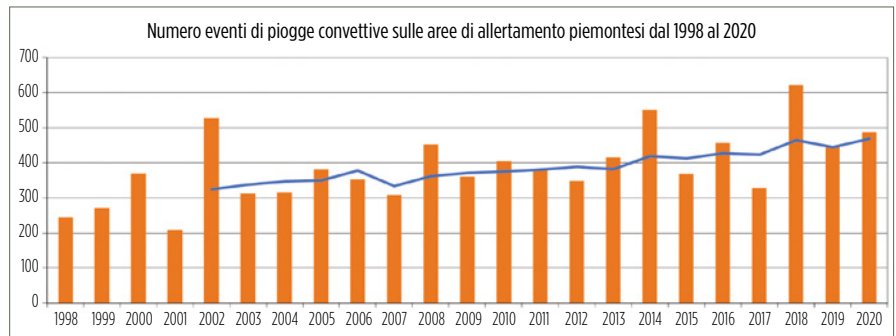


FIG. 4 EVENTI PIOVOSI

Trend del numero di eventi di piogge convettive sulle aree di allertamento piemontesi, definiti come i superamenti, in una scadenza di 6 ore, del rain rate di 10 mm/20 minuti su ciascuna area. In blu è evidenziata la media mobile su 5 anni.

delle nevicata) elevato, ovvero oltre i 3.000 metri di quota.

Un’altra tipicità di entrambi gli eventi, già osservata anche in altri episodi di *V-shaped thunderstorms* negli ultimi anni, è il marcato differenziale di precipitazione tra le vallate e le aree geografiche limitrofe (si veda a riguardo la figura 2). Sicuramente il motivo è la complessa orografia del territorio piemontese, oltre alle micro-convergenze difficili da prevedere anche per i modelli meteorologici più risolti. In questo tipo di eventi è normale ormai notare dei gradienti di precipitazione di 100 mm in soli 10-20 km in linea d’aria.

Stiamo quindi assistendo a un inasprimento dei fenomeni estremi sul Piemonte, la cui causa sottesa è da ricercare nel riscaldamento climatico? È forse condizione sufficiente un’anomalia di 2-3 °C della temperatura autunnale del Mediterraneo occidentale per mutare le dinamiche dei flussi a mesoscala e l’acqua precipitabile nella colonna d’aria?

Ma, soprattutto, cosa dobbiamo attenderci, a livello di quantitativi di precipitazione, negli anni a venire?

Sicuramente è prematuro dare risposte certe, soprattutto perché l’approccio statistico non ci permette in questa fase di trarre delle conclusioni definitive. Tuttavia, possiamo comunque identificare delle tendenze che evidenziano come le precipitazioni intense sulla rete piemontese (dal 1958, si veda la figura 3) stiano crescendo in numero e quantità. Oppure possiamo spostare l’attenzione sulle piogge convettive (figura 4), considerate dal 1998 (un evento è definito operativamente come il superamento, in una scadenza di 6 ore, del rain rate di 10 mm/20 minuti): si può notare come il trend, seppur anch’esso non ancora statisticamente significativo, negli ultimi anni appaia in aumento, sottolineando ancora una volta la necessità di approfondire ulteriormente l’andamento climatico degli eventi estremi soprattutto temporaleschi, essenziali per una valutazione del rischio meteo-idrologico e per le conseguenti azioni di contrasto.

Paolo Alberto Bertolotto,  
Christian Ronchi, Renata Pelosini

Arpa Piemonte

# SCENARI CLIMATICI E SISTEMA ENERGETICO IN LOMBARDIA

ARPA LOMBARDIA HA CONDOTTO UNO STUDIO SULLE PROIEZIONI CLIMATICHE, A SUPPORTO DEL PROGRAMMA REGIONALE ENERGIA AMBIENTE E CLIMA, CON ANALISI SU TEMPERATURE, PRECIPITAZIONI, FABBISOGNO DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO, POTENZIALE IMPATTO SULLA PRODUZIONE ENERGETICA FOTOVOLTAICA.

**S**u richiesta dell'amministrazione regionale, Arpa Lombardia ha condotto un'elaborazione delle proiezioni climatiche disponibili per le variabili climatiche essenziali (Ecv) sul territorio regionale con la più elevata risoluzione spaziale possibile (0,11°lon × 0,11°lat), con l'obiettivo di definire l'habitat determinato dai cambiamenti climatici attesi per il secolo in corso verso il sistema energetico regionale.

Il lavoro si è svolto in 4 fasi:

- identificazione su Esgf [1] dei dataset delle Ecv temperatura dell'aria a 2 metri, precipitazione, velocità del vento, durata dell'insolazione, flusso di radiazione solare per la costruzione degli indicatori attesi. Sono stati identificati 4 modelli (intesi come combinazione di *General circulation model* e *Regional circulation model*) in ambito Cordex [2], con preferenza per i dati relativi alle applicazioni modellistiche già *bias-adjusted*, oltre al modello Cosmo-Clm fornito da Cmcc [3];
- scelta del periodo climatico di riferimento (1986-2005) e di due periodi di elaborazione delle medie climatologiche, uno definito "vicino" (2021-2040) e uno "medio" (2041-2060), in modo da rispecchiare le scelte del AR6 Ipcc e le sue conclusioni, oltre a individuare tali periodi climatici come

significativi per il Programma regionale energia ambiente e clima (Preac) che prevede obiettivi al 2030 e al 2050

- identificazione degli scenari Ipcc Cmp5 di riferimento Rcp4.5 e Rcp8.5, corrispondenti agli Ssp2 (medio impegno) e Ssp5 (sviluppo con fonti fossili) [4]
- rappresentazione degli indicatori e della loro variabilità, tramite mappe e funzioni di probabilità.

Sono stati calcolati, come medie ventennali nei periodi sopra riportati, ben 16 indici climatici (tabella 1). Di questi, la maggior parte rientra nel set approvato dall'accordo Cci/Clivar/Jcomm *Expert team on climate change detection and indices* (Etccli) [5], a cui sono stati affiancati alcuni indici definiti da Jrc, Eurostat (sfumatura verde) e in due casi specificamente messi a punto da Arpa Lombardia (sfumatura grigia).

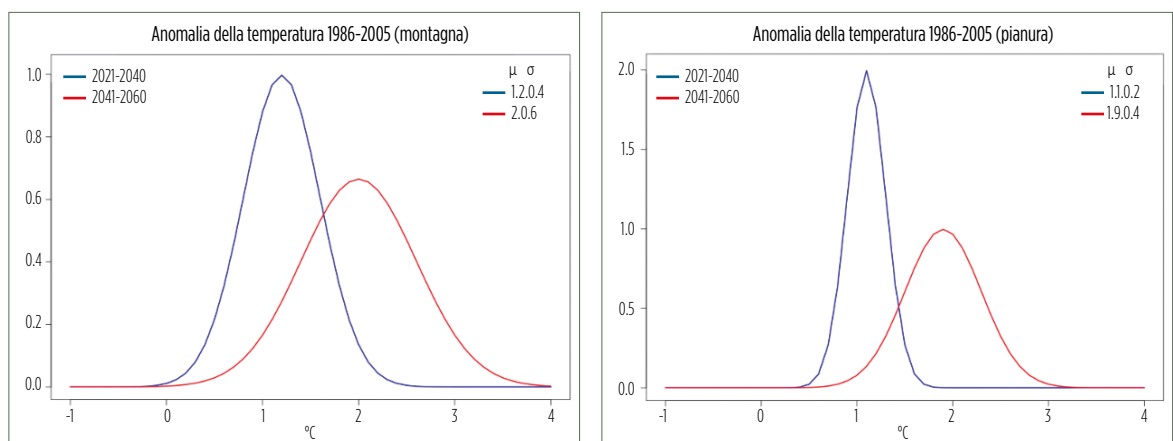
Indice	Descrizione	Fenomeni
TR	Tropical nights – notti tropicali, giorni	Discomfort termico notturno
SU	Summer days – giorni estivi, giorni	Discomfort termico diurno
FD	Frost days – giorni di gelo, giorni	Temperature minime invernali
HDD	Heating Degree Days – gradi giorno riscaldamento, numerico	Fabbisogno riscaldamento invernale
CDD	Cooling Degree Days – gradi giorno raffrescamento, numerico	Fabbisogno raffrescamento estivo
WSDI	Warm Spell Duration Index, giorni	Giorni consecutivi con temperatura elevata
R20mm	Giorni con precipitazione ≥ 20mm, giorni	Precipitazioni intense
R95pTOT	Precipitazione cumulata annuale nei giorni superiori al 95° pct, mm	Precipitazione dei giorni perturbati
PRCPTOT	Precipitazione cumulata annuale, mm	Precipitazione totale
Rx1day	Precipitazione massima giornaliera, mm	Precipitazioni molto intense
Rx5day	Precipitazione massima in un periodo di 5 giorni, mm	Precipitazioni molto intense
CWD	Giorni di precipitazione continua (>1 mm), giorni	Regime delle precipitazioni
W10	Giorni con velocità del vento ≥ 10 m/s, giorni	Regime anemologico
FG	Velocità media del vento, m/s	Regime anemologico
GSL	Growing season length, lunghezza della stagione vegetativa, giorni	Ecosistema vegetale
PVpot	Potenziale fotovoltaico, numerico	Potenziale di produzione fotovoltaica

TAB. 1 INDICI CLIMATICI

Indici utilizzati da Arpa Lombardia per l'elaborazione delle proiezioni climatiche sul territorio regionale. In verde gli indici definiti da Jrc e Eurostat, in grigio quelli definiti da Arpa Lombardia.

FIG. 1 PIANURA/MONTAGNA

Confronto tra le distribuzioni statistiche dell'anomalia della temperatura massima giornaliera nell'area di pianura (destra) e nell'area montana (sinistra) per lo scenario Rcp8.5.



Di massima attenzione ai fini del lavoro è stata l'implementazione dell'ecosistema di calcolo. Si è quindi messo a punto un ambiente di sviluppo e un flusso di lavoro in grado di ottenere elaborazioni ripetibili e facilmente aggiornabili, in funzione di variazioni nella disponibilità dei dati. È stato utilizzato il linguaggio R, facendo affidamento prevalentemente sulla libreria di R "climate4R" del Santander Met Group [6]. Una macchina virtuale (s.o. CentOS 7) ha permesso la rapida condivisione delle elaborazioni e l'imprescindibile lavoro in parallelo, grazie all'architettura *multicore*. È stato generato un vero e proprio atlante, contenente più di 1.000 mappe del territorio regionale, relative agli

andamenti delle Ecv e degli indici climatici scelti e delle relative anomalie rispetto al periodo di riferimento storico scelto. L'esame dei dati ottenuti consente di fornire un quadro chiaro e articolato delle proiezioni climatiche in Lombardia, e conseguentemente di indicare l'*hazard* relativo al sistema energetico regionale sotto forma di mappa territoriale. Tra i risultati più interessanti, emerge che la temperatura dell'aria al suolo nel periodo vicino (2021-2040) è destinata ad aumentare di almeno 1 °C in entrambi gli scenari Rcp4.5 e Rcp8.5, interessando di più le aree montane rispetto a quelle di pianura (figura 1). L'incremento arriva fino a 2-3 °C nel periodo medio (2041-2060),

con estremi più significativi nelle aree alpine e prealpine delle province di Sondrio, Bergamo e Brescia; la tendenza è chiara in tutti i modelli considerati. La precipitazione, invece, diminuisce prevalentemente nelle aree della pianura occidentale e nel periodo estivo, mentre aumenta sia nei valori assoluti sia relativamente alla coda della distribuzione in montagna, soprattutto nel medio periodo (2041-2060) e nello scenario Rcp8.5 (+40%). Inoltre, si riscontra un segnale di spostamento della distribuzione statistica delle precipitazioni verso valori più elevati, soprattutto in inverno. L'andamento delle Ecv influenza direttamente le tendenze degli indici

FIG. 2  
ANOMALIA  
GRADI GIORNO  
RISCALDAMENTO

Anomalia dei gradi giorno di riscaldamento per gli scenari Rcp4.5 (sopra) e Rcp8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040) e medio (2041-2060).

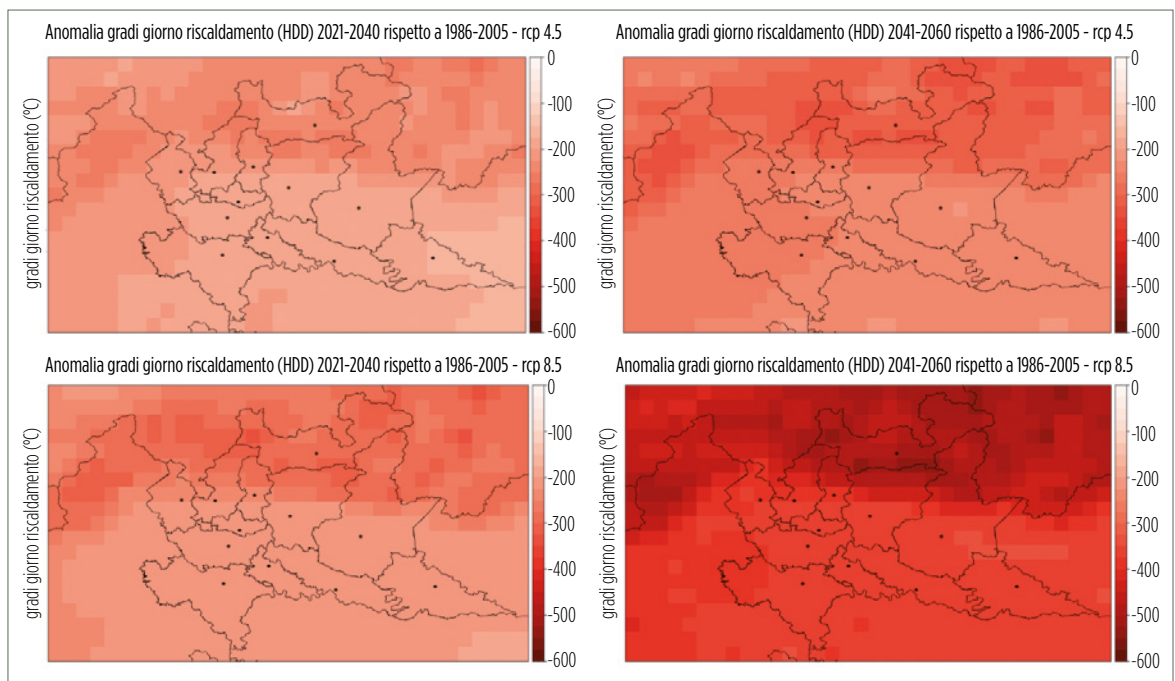
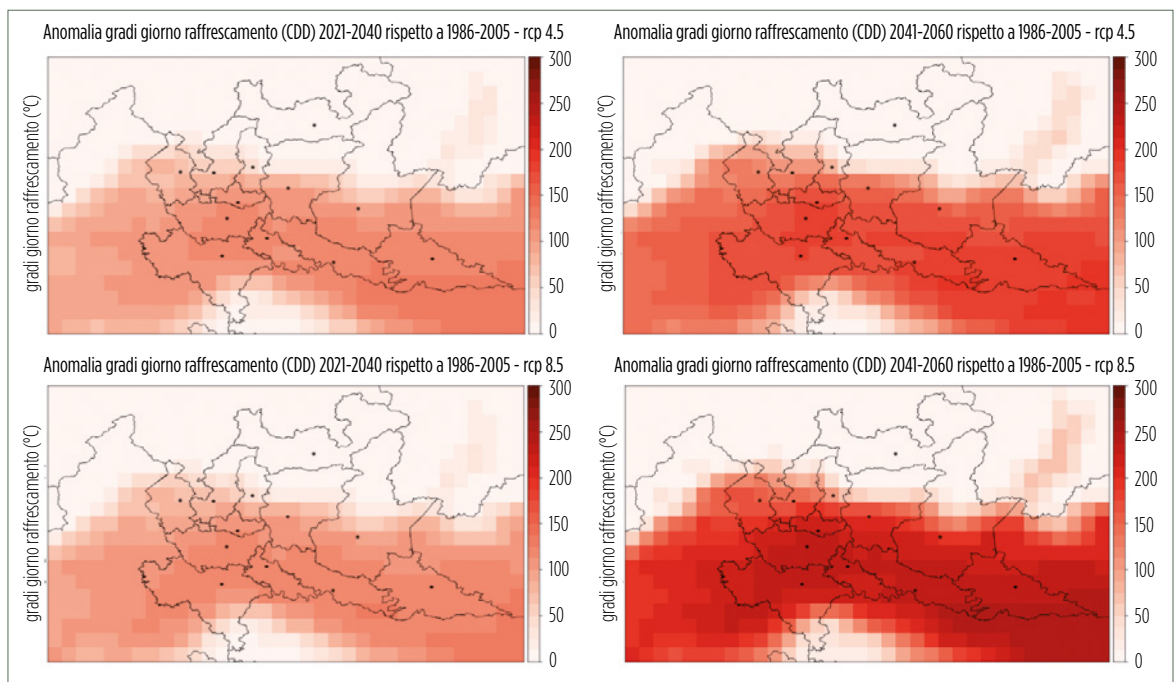


FIG. 3  
ANOMALIA  
GRADI GIORNO  
RAFFRESCAMENTO

Anomalia dei gradi giorno di raffreddamento per gli scenari Rcp4.5 (sopra) e Rcp8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra).





climatici, tra cui quelli con maggior *driver* verso il sistema energetico. L'aumento di temperatura è causa della diminuzione del fabbisogno di riscaldamento, più nella parte montana rispetto a quella di pianura (in rapporto circa 2:1), in modo molto significativo nello scenario Rcp8.5 (-500 gradi giorno) per il medio termine (2041-2060) (figura 2). Dal 2006 al 2060, seguendo una tendenza lineare, si registrerà una riduzione media di 325 gradi giorno di riscaldamento in pianura e 375 in montagna. Questa riduzione evidente dell'indice Hdd, tuttavia, non consente di ipotizzare una riduzione del periodo complessivo con riscaldamento acceso tutto l'anno. Si osserva infatti che il numero di giorni nei mesi di ottobre e aprile che contribuiscono con almeno 3 °C al computo annuale di Hdd rimangono sostanzialmente inalterati dal 2006 al 2060 in montagna, mentre diminuiscono non più di 5 giorni in pianura. Per contro, si identifica l'aumento del fabbisogno di raffreddamento, che influisce in modo maggiore nelle aree di pianura rispetto a quelle di montagna, con un buon accordo tra scenari Rcp4.5 e Rcp8.5 nel periodo vicino (2021-2040); gli scenari si differenziano in modo molto accentuato per il periodo medio (2041-2060) passando, per quanto riguarda la pianura, da circa 100 gradi giorno di raffreddamento in più rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), previsti nello scenario Rcp4.5, ai circa 200 gradi giorno di raffreddamento in più nello scenario Rcp 8.5. Circa la metà di questo incremento è dovuta al solo mese di luglio (figura 3). Ripercorrendo l'analisi eseguita per Hdd, calcolando il numero di giorni annui che contribuiscono al computo totale di Cdd (gradi giorno di raffreddamento) per più di 6 °C, osserviamo che in montagna si passa

dalla media storica (1986-2005) di 0 al valore di 1,5 al 2060. In pianura invece la situazione è decisamente più significativa: la media storica (1986-2005) è pari a 7 giorni, mentre il valore medio al 2060 sale a 22 giorni. Un aspetto interessante che si è voluto mettere in luce in questo lavoro è stato valutare quanto i cambiamenti climatici possano avere impatto sulla produzione energetica fotovoltaica, in fase di ampio sviluppo e per il quale il Piano regionale energia ambiente e clima (Preac) dovrà definire le aree idonee all'installazione. A tale scopo si è valutata la produttività attraverso il calcolo di un indice di "potenziale fotovoltaico" basato sull'irraggiamento solare, sulla temperatura dell'aria e sulla ventilazione, elementi che influenzano il rendimento elettrico dei pannelli. Per il calcolo di tale indice ci si è basati su esperienze già realizzate a livello europeo [7], definendo come "indice di potenziale fotovoltaico" (PVpot) un indice adimensionale compreso tra 0 e 1, che rappresenta l'efficienza di una data installazione fotovoltaica in funzione del flusso d'irraggiamento solare, della

temperatura dell'aria e della velocità media del vento. Il territorio regionale è climatologicamente caratterizzato da un potenziale fotovoltaico non particolarmente elevato, che nel periodo storico di riferimento 1986-2005 è stato mediamente compreso tra 0,5 e 0,6. Le proiezioni climatiche sono tuttavia incoraggianti. Infatti, con una ventilazione in superficie in pratica costante, l'effetto contrapposto dell'aumento del flusso solare e della temperatura superficiale si bilanciano, mostrando un potenziale fotovoltaico sostanzialmente inalterato su tutta la regione. In particolare, il lieve incremento percentuale medio (1-3%, in linea con studi a scala continentale) nello scenario Rcp4.5, sia nel periodo vicino sia in quello medio, tende a svanire nella proiezione a medio termine nello scenario Rcp8.5 (figura 4).

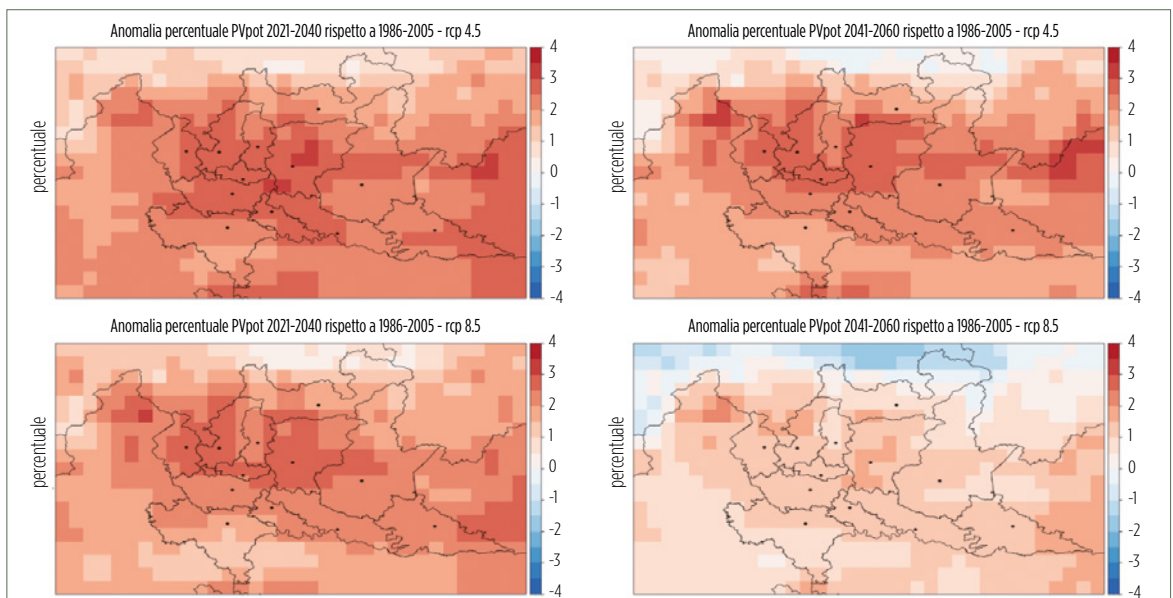
**Mauro Mussin, Mario Gregorio Piuri, Gabriele Greco**  
Arpa Lombardia

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Esgf, Earth System Grid Federation, nodo Dkrz, <https://esgf-data.dkrz.de/projects/esgf-dkrz>
- [2] Cordex, Coordinated regional climate downscaling experiment, <https://cordex.org>
- [3] Cmcc, Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici, [www.cmcc.it/it/models](http://www.cmcc.it/it/models)
- [4] Ippc, Sixth Assessment Report, [www.ipcc.ch/report/ar6/wg1](http://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1)
- [5] Etccdi, Cci/Clivar/Jcomm Expert Team (ET) on climate change detection and indices, [http://etccdi.pacificclimate.org/list\\_27\\_indices.shtml](http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml)
- [6] Università della Cantabria e Centro nazionale delle ricerche, <https://github.com/SantanderMetGroup/climate4R>
- [7] Jerez S., Tobin I., Vautard R. et al., 2015, "The impact of climate change on photovoltaic power generation in Europe", *Nature Communications*, 6, 10014 (2015). <https://doi.org/10.1038/ncomms10014>

FIG. 4 ANOMALIA POTENZIALE FOTOVOLTAICO

Anomalia percentuale del potenziale fotovoltaico (PVpot) annuale rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), scenario Rcp4.5 (sopra) e Rcp8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra).



L'ANALISI

# INVERNO 2020: IL PIÙ CALDO A MILANO DAL 1901, IN UN TREND DI PROGRESSIVO RISCALDAMENTO

L'inverno 2019-2020 a Milano è risultato essere il più caldo dal 1901. L'anomalia di temperatura media si attesta a +3,78 °C rispetto al valore climatologico di riferimento 1961-1990, un valore mai riscontrato da quando sono disponibili le misure e avvicinato solo dal 2016 (al secondo posto tra gli inverni più caldi con +2,96 °C). Il risultato è coerente con il dato nazionale riportato da Ispra (*Gli indicatori del clima in Italia nel 2020 - Anno XVI, 2021*), che con un'anomalia di +2,36 °C rispetto al medesimo riferimento 1961-1990 colloca la stagione invernale al secondo posto dal 1961. In un contesto di evidente e progressivo riscaldamento su base stagionale e annuale, i mesi invernali nel capoluogo lombardo mostrano una decisa accelerazione, trainati spesso nell'ultimo decennio da periodi miti e anomali, se raffrontati con il clima del recente passato. Le analisi che seguiranno, orientate a quantificare l'anomalia, sono state effettuate sulle rilevazioni della stazione meteorologica di Milano Brera, che dispone di un dataset di lungo periodo, affidabile e rappresentativo del clima urbano.

Prima di analizzare il clima degli ultimi decenni, è necessario analizzare nel dettaglio il 2020, soffermandoci in particolare su quelle che definiremo "giornate calde", un indicatore utile anche per individuare una tendenza sul lungo periodo. Il calendario (*figura 1*) evidenzia con colore rosso le giornate che possiamo definire "calde e anomale", ossia con temperature massime giornaliere superiori a una certa soglia, determinata da un clima di riferimento del recente passato, in questo caso il trentennio 1961-1990. Ciò che emerge immediatamente è che ogni mese è stato caratterizzato da periodi caldi più o meno prolungati a eccezione di ottobre e dicembre, ma che nessun mese ha mostrato una frequenza degli stessi come febbraio: ben il 60% dei giorni dello

stesso mese presenta temperature massime superiori al 90° percentile del clima di riferimento, con un'ampiezza massima il giorno 11 di ben +6,6 °C oltre la soglia appena menzionata (la temperatura massima registrata fu +19,3 °C a causa di venti di foehn).

Con la definizione appena fornita di "periodi caldi", si procede ora a una visualizzazione del numero degli stessi fin dal 1991 (*figura 2*), limitatamente alla stagione invernale. Nel dettaglio si è scelto di conteggiare questi periodi sulla base di una soglia fissata a 3 giorni consecutivi con anomalia (temperatura massima > 90° percentile), al fine di avere un numero di periodi che fosse statisticamente più rilevante.

Dai dati emergono alcuni aspetti importanti: il più evidente è l'aumento del numero di periodi caldi superiori ai cinque giorni dopo il 2010, fenomeno decisamente più raro nel periodo precedente, mentre un altro aspetto interessante è rappresentato dal mese di appartenenza di questi periodi, spesso in febbraio come dimostrano gli anni 2011, 2012, 2019 e 2020.

A fronte di questa analisi è possibile affermare che l'inverno a Milano, ma più in generale anche nella pianura occidentale lombarda, sta subendo un progressivo riscaldamento, e che questa tendenza risulta più accentuata nell'ultimo decennio. Nel dettaglio di queste temperature sempre più miti emergono con più frequenza "periodi caldi" prolungati, specie sul finire dell'inverno, con un mese di febbraio che registra spesso valori di temperatura massima più consoni alla stagione primaverile. La tendenza è confermata anche da febbraio 2021, il sesto più caldo da inizio rilevazioni.

Ulteriori elaborazioni, non presentate in questo articolo, mostrano inoltre negli ultimi anni una frequente scarsità di precipitazioni invernali rispetto al valore medio del trentennio di riferimento 1961-1990.

Matteo Zanetti, Orietta Cazzuli

Arpa Lombardia

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- González J.C., 2020, *CalendR*, <https://cran.r-project.org/web/packages/calendR/index.html>
- Ispra, 2021, *Gli indicatori del clima in Italia nel 2020 - Anno XVI*, [www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2020-anno-xvi](http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2020-anno-xvi)
- Schlegel R.W., 2021, *heatwaveR*, <https://cran.r-project.org/web/packages/heatwaveR/index.html>

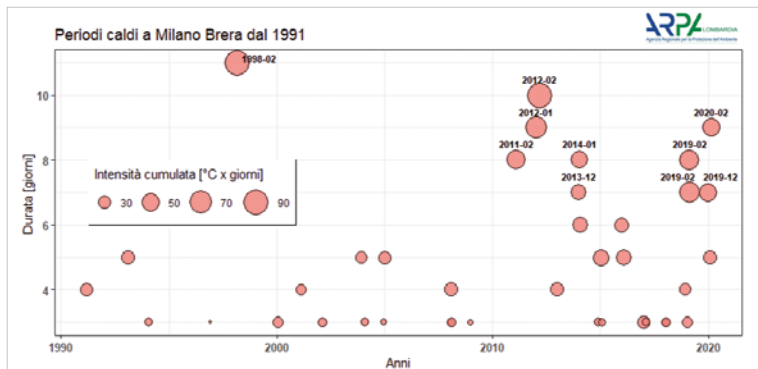


FIG. 1 GIORNATE CALDE NEL 2020

La soglia che deve essere superata per la colorazione in rosso è rappresentata dal valore al di sotto del quale si collocano il 90% dei valori registrati per quel singolo giorno, e per i giorni vicini, nei 30 anni "storici" 1961-1990. La successione di più "giornate calde" forma i cosiddetti "periodi caldi", altrimenti chiamate "ondate di calore" nei mesi estivi se il numero di giorni successivi è superiore a sei.

Fonte: dati Arpa Lombardia, grafico sviluppato con libreria R "CalendR" (González, 2020).

FIG. 2 PERIODI CALDI IN INVERNO

Periodi caldi dal 1991 a Milano Brera nella stagione invernale. La dimensione delle bolle è determinata da un indice che tiene in considerazione la lunghezza in giorni del periodo mite con l'ampiezza del superamento della soglia del 90° percentile. L'altezza delle bolle sull'asse delle Y rappresenta la lunghezza in giorni del periodo caldo.

Fonte: dati Arpa Lombardia, grafico sviluppato con libreria R "heatwaveR" (Schlegel, 2021).

# IL CLIMA E I SUOI EFFETTI SULLA FAUNA ACQUATICA LUCANA

PESCA E ACQUACOLTURA SONO MINACCIATE DAL RISCALDAMENTO GLOBALE, MA NON SOLO: L'ARRIVO IN ITALIA DI SPECIE ALIENE (COME IL GRANCHIO AMERICANO E IL GAMBERO DELLA LOUISIANA) MINACCIA LA BIODIVERSITÀ E LA SOPRAVVIVENZA DEGLI ANIMALI AUTOCTONI. IL CASO DI POLICORO, LOCALITÀ MARINA DELLA COSTA IONICA.

**S**econdo uno studio della Fao, *Climate change implications for fisheries and aquaculture*, anche le attività di pesca e acquacoltura sono minacciate dal cambiamento climatico. Le specie che vivono a temperature fredde, come ad esempio il salmone atlantico, potrebbero scomparire dai loro habitat attuali a causa degli effetti congiunti del riscaldamento, del cambiamento di habitat, dell'introduzione di nuovi predatori e dell'aumento dei parassiti. Il gambero polare dal 1976 a oggi si è ridotto tra il 38 e il 75% per decennio, probabilmente in conseguenza della riduzione del ghiaccio marino nella zona occidentale della penisola Antartica, con implicazioni non da poco per la rete alimentare dell'Oceano meridionale, dove i gamberi polari costituiscono la fonte primaria di cibo per pinguini, foche e balene. Da tempo le barriere coralline sono identificate come particolarmente a rischio per l'aumento delle temperature, dell'acidità delle acque, dell'intensità delle tempeste e del livello dei mari. Esse sono l'habitat di un quarto di tutte le specie marine e rappresentano un'importante fonte di proteine e di reddito per molti Paesi in via di sviluppo.

La recente conferenza di Glasgow, che si è conclusa il 13 novembre 2021, ha posto tra i suoi obiettivi quello di evitare che entro la fine del secolo la temperatura media globale aumenti di più di 1,5 °C rispetto all'era preindustriale. In base ai calcoli dell'Agenzia internazionale dell'energia (Iea), se tutti i Paesi si atterrano ai piani per la riduzione delle emissioni di gas serra che hanno presentato a Glasgow (i cosiddetti contributi determinati a livello nazionale, Ndc), nel 2100 il riscaldamento globale toccherà però +1,8 °C. Questo quadro allarmante non può che rappresentare una minaccia per le specie acquatiche e per l'intero ecosistema.

## Le temperature minime sono in costante aumento

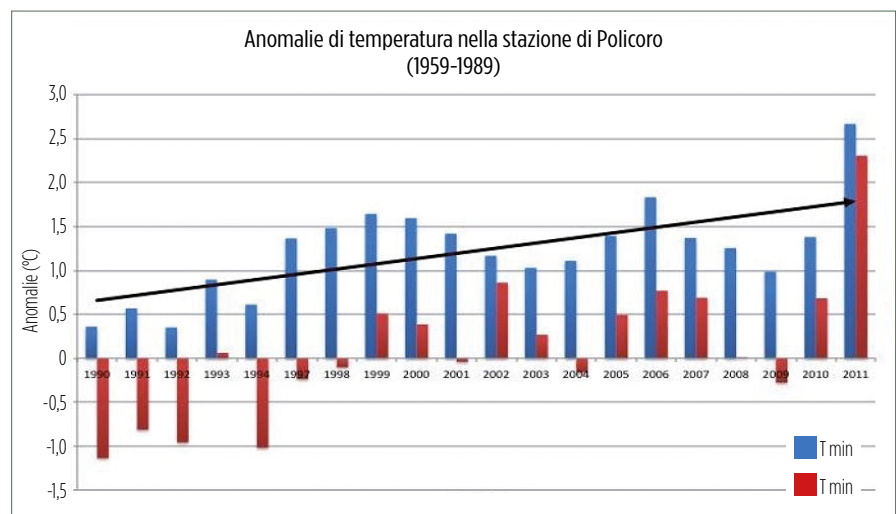
Qual è la situazione della fauna acquatica lucana nello scenario dei cambiamenti globali? Negli ultimi trent'anni in alcune aree della Basilicata si è verificato un costante aumento delle temperature minime che ha coinciso, soprattutto nelle aree umide costiere, con l'invasione di alcuni pesci e crostacei molto voraci e combattivi a discapito delle specie autoctone.

In particolare a Policoro, una località marina della costa jonica lucana, negli ultimi venti anni la temperatura è aumentata gradualmente se confrontata con la temperatura media calcolata nei 30 anni precedenti. In queste aree si è assistito a un aumento costante delle temperature medie minime e massime tanto da aver prodotto un aumento della temperatura media minima di circa un grado e di quella media massima di circa mezzo grado (figura 1).

## L'insediamento di specie aliene invasive

In concomitanza con l'aumentare della temperatura si è assistito in particolare in questa località all'arrivo di specie aliene invasive come il granchio americano (*Callinectes sapidus*, Rathbun 1896) e il gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*, Girard 1852).

Il granchio americano o granchio nuotatore è un crostaceo decapode della famiglia dei Portunidi, una specie autoctona delle coste atlantiche del continente americano che ha colonizzato tutte le foci dei fiumi lucani del versante ionico. È una specie in grado di passare parte della vita in acqua dolce, tanto da essere stato catturato nei fiumi anche a 30 km di distanza dalla foce (fiume Bradano, 2017). Il gambero della Louisiana o gambero d'acqua dolce è un crostaceo decapode originario di Messico e Louisiana che ha colonizzato la foce dei fiumi jonici



**FIG. 1 ANOMALIE TERMICHE**  
Il grafico mostra l'andamento delle anomalie di temperatura minima e massima nella stazione di Policoro rispetto alla media dei 30 anni precedenti (1959-1989). Le temperature minime sono in costante aumento e anche le temperature massime sono aumentate negli ultimi 10 anni. In particolare i massimi sono cresciuti di più di mezzo grado e i minimi di più di un grado.

Fonte: Caricato et al., 2014



e numerosi laghi (Monticchio, San Giuliano, Basentello e Camastra). Entrambe le specie sono definite *Invasive alien species* (Ias) dall'Unione europea e rappresentano un minaccia per le specie autoctone.

Le specie aliene invasive sono ormai riconosciute come la seconda causa di perdita globale di biodiversità e la prima causa di scomparsa locale di specie, in particolare nelle isole e nelle acque dolci, e hanno causato la maggior parte delle estinzioni di piante e vertebrati avvenute dal 1500 in poi.

A tutt'oggi non è stato accertato il legame fra la presenza di queste due specie Ias e l'aumento della temperatura, ma sta di fatto che nella località considerata la comparsa delle Ias e in particolare del granchio americano è coincisa con l'aumento della temperatura.

È un dato oggettivo che la sopravvivenza del granchio blu sia influenzata dalle condizioni climatiche e l'intervallo di temperature che si è registrato sembra ideale proprio per il *Callinectes sapidus*. La temperatura del mar Ionio nell'area costiera lucana è, infatti, risultata negli ultimi dieci anni compresa tra i 14 e i 28 °C, un range termico ideale per la crescita e la sopravvivenza della specie che manifesta invece effetti negativi (come la mortalità, l'elevata attività e aggressività dei granchi) per temperature fino a 13 °C e oltre i 30 °C.

Il granchio americano è stato avvistato per la prima volta in Italia nel 1949, a Grado, mentre il gambero della Louisiana è presente dagli anni Settanta. Per molti anni le due specie non hanno rappresentato una minaccia per le zone umide lucane, ma negli ultimi venti anni si è assistito a un aumento repentino delle loro popolazioni, tanto da aver fatto attivare dalla Regione Basilicata specifici programmi di eradicazione.

Da un punto di vista conservazionistico va segnalato che in queste aree costiere lucane risulta ormai scomparso il nono (*Aphanius fasciatus*, Nardo 1827) e sono scarsamente presenti il latterino (*Athbterina boyeri*, Risso 1810) e lo spinarello (*Gasterosteus aculeatus*, Linneo 1758). Risulta inoltre quasi del tutto scomparsa l'alborella del Vulture (*Alburnus albidus*, Costa nel 1838) dalle acque dei Laghi di Monticchio (Pz), un'areale di origine della specie.



1

Ovviamente il declino di queste specie è principalmente il risultato di anni di indebolimento degli ecosistemi (De Vincenzo et al., 2014) provocato da diversi fattori: dal peggioramento della qualità delle acque, alla realizzazione degli sbarramenti artificiali (come dighe, briglie e traverse), oltre all'effetto dell'introduzione di nuove specie alloctone invasive (Caricato et al, 2013).



2

**Maria Fasano, Gaetano Caricato**

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente di Basilicata (Arpab)

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

<https://www.fao.org/documents/card/en/c/I9705EN/>

<https://www.fao.org/building-the-zerohunger-generation/learning-paths/climate-change/it/>

Michele Greco, Nicola Ungaro, Gaetano Caricato, Giovanni Martino, Lorena Di Giuseppe, Giuseppe Gimbatti, Patrizia Mauro, Anna Montella, Giovanni Mussuto, Maria E. Salera, Domenico Faraone, Carmela Di Grazia, Pasquale De Luise, 2020, "Methodological approach for marine bathing water quality assessment close to the natural and artificial outlets in Basilicata Region", *Water Pollution 2020*, 15th International Conference on Monitoring, Modelling and Management of Water Pollution, 30 September-2 October 2020, Valencia, Spain.

Annamaria De Vincenzo e Gaetano Caricato, 2014, "Ecosistemi indeboliti: una nuova sfida per la gestione sostenibile delle risorse idriche in Basilicata", *XV Convegno Aiiad, "La fauna ittica nello scenario di cambiamenti globali"*, Università degli Studi di Trieste.

Gaetano Caricato, Vito Telesca, Silvia Livi, 2014, "Investigation of causes related to the Increase of non indigenous species along southern italian coast", *International Symposium "Small Solutions for big water related problems - Innovative microarrays and small sensors to cope with water quality and food security"*, Roma 26-28/01/14.

Gaetano Caricato, Maria Canitano, Mauro Montemurro, 2013, "Alien vs native species into freshwaters of Basilicata", *Journal of Freshwater Biology - Quaderni ETP*, 35/2013, pp. 11-20, ISSN 1125-6338.

1 Granchio americano (*Callinectes sapidus*, Rathbun 1896).

2 Gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*, Girard 1852).

# LA LUNGA E CALDA ESTATE 2021 IN CALABRIA

INDICATORI CLIMATICI E RECORD STORICI: SI È REGISTRATO UN SOSTANZIALE AUMENTO DELLE TEMPERATURE IN TUTTA LA REGIONE, PIÙ MARCATO E PREOCCUPANTE NELLE ZONE IN QUOTA. I DATI CONFERMANO LA TENDENZA DEGLI ULTIMI ANNI. L'ANOMALIA TERMICA PIÙ ELEVATA NEL MESE DI AGOSTO: +2.1°C RISPETTO ALLA NORMALE DEL TRENTENNIO 1991-2020.

L'estate 2021 in Calabria è stata molto calda e lunga: già dalla seconda metà di giugno le temperature registrate hanno raggiunto valori molto elevati. Nel mese di luglio e soprattutto in agosto, i valori sono stati ancora più alti mantenendo inoltre una notevole persistenza. Per verificare e quantificare l'anomalia sono state effettuate valutazioni su due livelli, a scala regionale e a scala locale, utilizzando i dati provenienti dalla rete termometrica della Calabria che attualmente è costituita da 106 stazioni di misura. Il confronto è stato effettuato con i valori normali del trentennio storico 1961-1990 e dell'ultimo trentennio 1991-2020.

la mappatura delle temperature normali sono state utilizzate stazioni con almeno 10 anni di funzionamento.

Le mappe delle temperature medie relative ai mesi di giugno, luglio e

agosto 2021, delle temperature normali dell'ultimo trentennio e delle anomalie termiche sono riportate in figura 1. Dalla loro analisi si conferma che per l'intera stagione estiva le anomalie di temperatura sono state notevolmente elevate su tutto il

CLIMA

## Analisi a scala regionale: le mappe di anomalia termica

Utilizzando i dati di temperatura media mensile registrati da giugno ad agosto 2021 e i valori storici, sono state generate le mappe di anomalia termica per i mesi estivi come differenza tra le mappe delle temperature medie mensili del 2021 e quelle delle temperature normali mensili riferite al trentennio 1991-2020: in questo caso il trentennio 1961-1990 non è stato considerato in quanto il numero relativamente ridotto dei termometri disponibili non ha consentito la spazializzazione significativa dei dati. Per

FIG. 1  
TEMPERATURE MEDIE

Temperature medie relative ai mesi di giugno, luglio e agosto 2021, temperature normali del trentennio 1961-2020 e anomalie termiche.

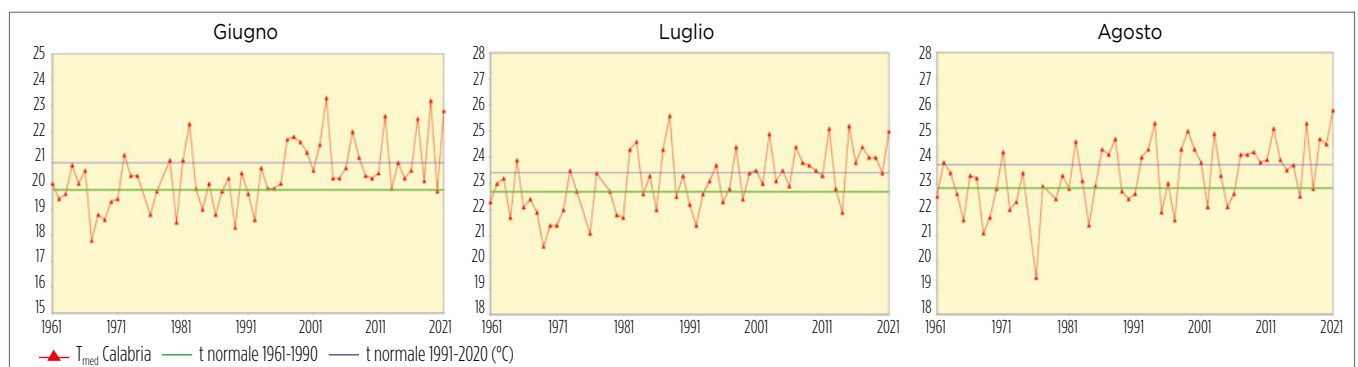
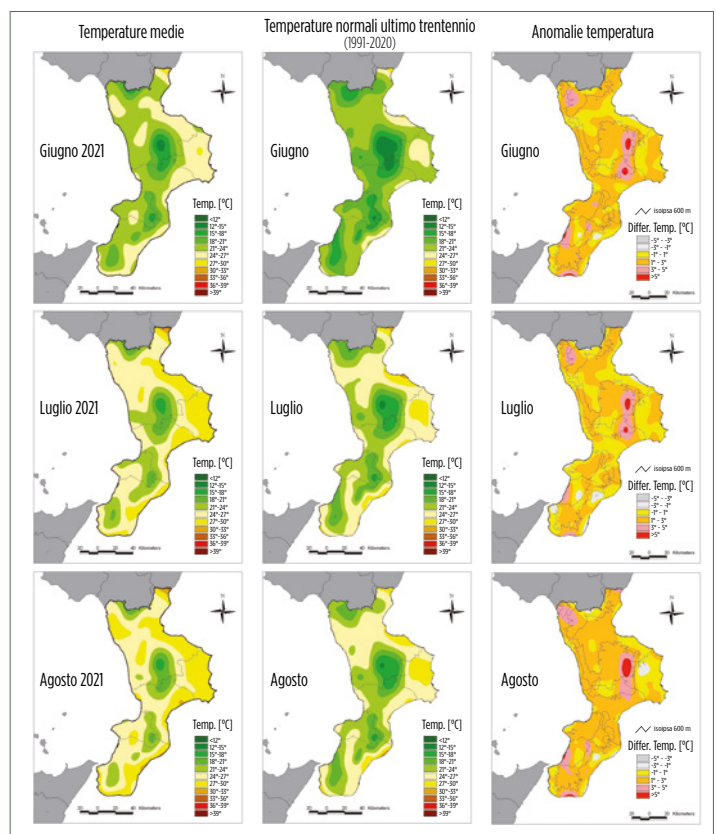


FIG. 2 TEMPERATURE MEDIE REGIONALI  
Temperature medie regionali dei mesi estivi 2021 confrontate con le temperature normali regionali (°C).

territorio regionale e che a quota superiore a 600 m slm sono state registrate anomalie termiche maggiori di 5 °C.

Sono state determinate le serie storiche delle temperature medie mensili regionali dal 1961 al 2021 per i mesi di giugno, luglio e agosto utilizzando tutti i dati mensili disponibili dopo averli riportati alla quota media della Calabria (450 m slm) tramite la formula empirica

$$T = T_5 + 0.6 \times \frac{(450 - Q_s)}{100}$$

Per ogni anno è stato calcolato il valore medio regionale come media aritmetica dei dati di temperatura. Una volta ottenuta la serie storica si è determinato il valore normale per i trentenni 1961-1990 e 1991-2020. Le temperature medie regionali dei mesi estivi del 2021 sono state quindi confrontate con le temperature normali regionali (figura 2).

Nel mese di giugno 2021 l'anomalia termica è risultata pari a +2 °C rispetto alla normale del trentennio 1991-2020 e +3 °C rispetto al periodo 1961-1990. Il valore medio mensile pari a 22,8 °C rappresenta il terzo valore più alto della serie. Nel luglio 2021 si è registrata un'anomalia termica di +1,6 °C rispetto alla normale del trentennio 1991-2020 e di +2,3 °C rispetto al trentennio 1961-1990. Il valore medio mensile pari a 25 °C rappresenta il quarto valore più alto della serie. Nel mese di agosto 2021 si registra l'anomalia termica più elevata: +2,1 °C rispetto alla normale del periodo 1991-2020 e +3 °C rispetto al 1961-1990. Il valore medio mensile pari a 25,8 °C rappresenta il massimo valore della serie.

## I dati di Cecita e Torano Scalo

Poiché dall'analisi a scala regionale è emerso che l'anomalia maggiore è stata misurata in quota, per la valutazione dell'indicatore giorni estivi ( $T_{max} \geq 30 \text{ °C}$ ) è stata scelta la stazione termometrica di Cecita.

Lo stesso indicatore è stato calcolato per Torano Scalo, una delle stazioni più calde della Calabria, su cui è stato determinato anche l'indicatore notti tropicali ( $T_{min} \geq 20 \text{ °C}$ ).

La stazione di Cecita, posta a 1.180 m slm, è stata utilizzata per la valutazione dell'anomalia dei giorni estivi sia per la posizione sia per la consistenza della serie storica delle temperature. Si trova nel comune di Longobucco in provincia

FIG. 3  
GIORNI ESTIVI

Serie storica del numero di giorni estivi nella stazione di Cecita (1.180 m slm).

◆ Giorni estivi  
— 1961-1990  
— 1991-2020

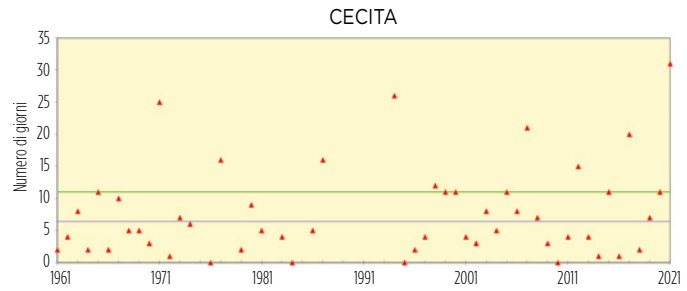


FIG. 4  
GIORNI ESTIVI

Serie storica del numero di giorni estivi nella stazione di Torano Scalo (97 m slm).

◆ Giorni estivi  
— 1961-1990  
— 1991-2020

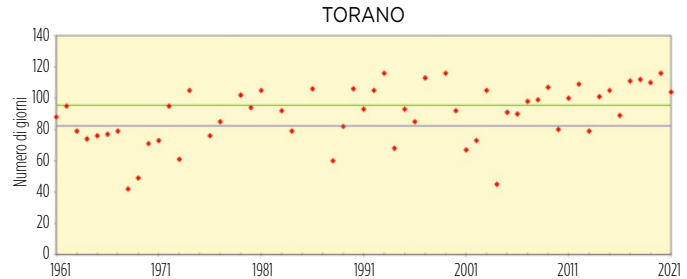
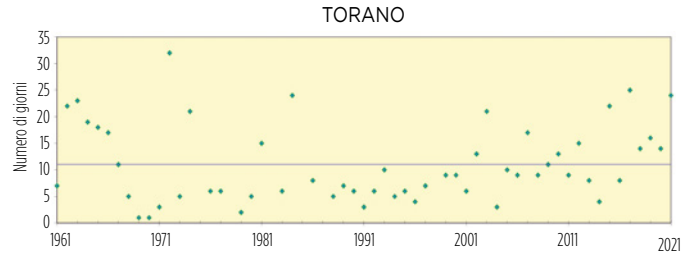


FIG. 5  
NOTTI TROPICALI

Serie storica del numero di notti tropicali nella stazione di Torano Scalo (97 m slm).

◆ Notti tropicali  
— 1961-2020



di Cosenza, ricade nel Parco nazionale della Sila ed è posizionata nei pressi del coronamento della diga che forma il lago omonimo.

L'andamento delle temperature nei mesi estivi del 2021 evidenzia valori notevolmente elevati: già nella seconda metà di giugno sono stati raggiunti più volte i 30 °C. Per valutarne l'anomalia rispetto alla serie storica delle temperature è stata determinata, a partire dal 1961, la serie storica del numero di giorni estivi e quindi il valore medio nei trentenni di riferimento (figura 3).

Nel 2021 i giorni estivi sono stati 31, numero che rappresenta il valore più alto della serie e che è notevolmente più elevato rispetto alla media del trentennio 1961-1990 (6,4 giorni) e 1991-2020 (11 giorni). L'anomalia registrata nel 2021 risulta quindi pari a +24,6 giorni rispetto al trentennio 1961-1990 e +20 giorni rispetto al periodo 1991-2020.

La stazione di Torano Scalo, collocata nell'omonimo comune, si trova alla quota di 97 m slm e ricade all'interno del bacino del fiume Crati in provincia di Cosenza. Dall'andamento delle temperature dei mesi estivi del 2021 si può notare che più volte è stato superato il valore 40 °C, cosa abbastanza frequente per questo sito.

Il numero di giorni estivi del 2021 è pari a 104 e risulta più alto sia rispetto

alla media del trentennio 1961-1990 (82 giorni) sia del 1991-2020 (95,4 giorni), come mostrato nella figura 4. L'anomalia registrata risulta pari a +22 giorni rispetto al trentennio 1961-1990 e +8,6 giorni rispetto al periodo 1991-2020.

È stato valutato inoltre l'indicatore notti tropicali ( $T_{min} \geq 20 \text{ °C}$ ): anche in questo caso il numero di notti tropicali del 2021 (24 notti) è risultato più alto del valore medio del trentennio 1961-1990 (11 notti) e di quello del 1991-2020 (11 notti). L'anomalia registrata risulta pari a +13 notti rispetto ai trentenni di riferimento (figura 5).

## Conclusioni

Dalle analisi effettuate sulle temperature medie e dai valori relativi agli indicatori calcolati, sembra evidente che nell'estate del 2021 si è registrato un sostanziale aumento delle temperature su tutta la regione, più marcato e preoccupante nelle zone in quota. Tale dato conferma la tendenza degli ultimi anni.

**Eugenio Filice, Loredana Marsico, Roberta Rotundo**

Centro funzionale multirischi, ArpaCal



# L'ALTALENA DELLE RISORSE IDRICHE IN EMILIA-ROMAGNA

A CAUSA DEI MOLTI EVENTI METEOCLIMATICI DI RARA INTENSITÀ, NEL 2020 LE RISORSE IDRICHE IN EMILIA-ROMAGNA HANNO ATTRAVERSATO UN ANNO DI ELEVATA VARIABILITÀ, OSCILLANDO DA CONDIZIONI DI ESTREMA SCARSITÀ AD ALTRE DI GRANDE ABBONDANZA E METTENDO A NUDO ALCUNE CRITICITÀ DEL TERRITORIO REGIONALE.

**I**l 2020 in Emilia-Romagna è stato caratterizzato da molti eventi meteo-climatici di rara intensità. In particolare le risorse idriche della regione hanno attraversato un anno di intensa variabilità oscillando da condizioni di estrema scarsità ad altre di grande abbondanza, mettendo a nudo alcune criticità del nostro territorio.

Nel corso del 2020 l'Emilia-Romagna è stata interessata da vari eventi idro-meteo-climatici che hanno causato in qualche caso ingenti impatti sul territorio e sulla popolazione, riassunti graficamente in *figura 1*, estratta dal "Rapporto Idrometeoclima 2020" di Arpae Emilia-Romagna ([https://bit.ly/idrometeoclima\\_ER\\_2020](https://bit.ly/idrometeoclima_ER_2020)), a cui si rimanda per una descrizione dettagliata. Tra i molti eventi, merita particolare attenzione l'estrema variabilità osservata nel corso dell'anno nelle precipitazioni: in breve tempo le risorse idriche della regione sono oscillate da condizioni di siccità a condizioni di abbondanza.

La prima parte dell'anno è stata caratterizzata dal progressivo intensificarsi di condizioni di siccità, con piogge generalmente scarse che al termine della primavera hanno raggiunto totali cumulati da inizio anno mai rilevati in Emilia-Romagna dal 1961. Il grafico di *figura 2* presenta la precipitazione cumulata media regionale dal 1° gennaio al 31 maggio 2020. I valori rimangono al di sotto della normalità dal mese di febbraio e da aprile le precipitazioni sono state così scarse che per buona parte degli ultimi due mesi primaverili hanno stabilito un nuovo valore record negativo. La regione si è così affacciata all'estate in condizioni di intensa siccità, in particolare nelle aree di pianura, dove gli scarti percentuali rispetto al clima di riferimento sono stati tra il 50 e il 75% (*figura 3*). Le aree di crinale, a sud della regione, hanno invece ricevuto nello stesso periodo quantitativi totali di precipitazioni prossimi alla normalità.

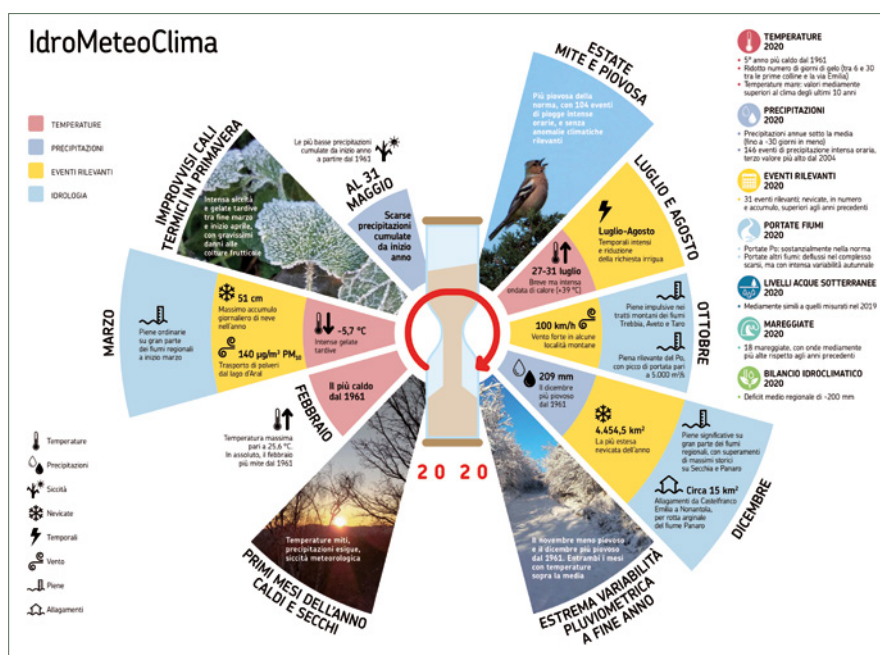


FIG. 1 EVENTI 2020 IN EMILIA-ROMAGNA  
I principali eventi idro-meteo-climatici del 2020.

Fonte: Rapporto 2020 Idrometeoclima, Arpae Emilia-Romagna, [https://bit.ly/idrometeoclima\\_ER\\_2020](https://bit.ly/idrometeoclima_ER_2020)

Queste condizioni hanno creato preoccupazione, in vista del fatto che climatologicamente la regione durante la stagione estiva è interessata da piovosità molto contenute e il settore agricolo è spesso costretto a far ricorso a elevati quantitativi di irrigazione per bilanciare i forti deficit evapotraspirativi estivi e raggiungere produttività soddisfacenti.

L'estate 2020 è però stata particolarmente perturbata: condizioni favorevoli all'innescio di episodi convettivi hanno fatto sì che il territorio sia stato interessato da molti temporali, associati a piogge intense, grandine e forti raffiche di vento, che hanno causato danni, ma anche ridotto considerevolmente le richieste irrigue: 104 dei 144 scrosci di intensità superiore a 30 mm/ora rilevati dalla rete di monitoraggio regionale si sono verificati infatti in estate. Il numero totale annuale di questi eventi risulta essere il terzo più alto dal 2003, anno in

cui la densità della rete di monitoraggio Arpae si è stabilizzata su valori confrontabili a quelli attuali.

L'ultima parte dell'anno è stata infine interessata da un'intensa variabilità pluviometrica. Nel mese di novembre, normalmente caratterizzato da piogge abbondanti, la regione è stata interessata da condizioni di blocco, associate a piovosità molto ridotte. Il mese è così risultato il meno piovoso dal 1961, in termini di valore medio regionale. Con la fine del mese la circolazione di larga scala è cambiata radicalmente e ha favorito un abbassamento delle temperature e l'ingresso nella nostra regione di frequenti perturbazioni atlantiche che hanno scaricato ingenti quantitativi di precipitazioni su gran parte dell'Emilia-Romagna. Il mese è iniziato con uno degli eventi meteorologici più intensi del 2020, caratterizzato inizialmente da precipitazioni di notevole entità,



in montagna sotto forma di neve. Successivamente le temperature si sono alzate, sciogliendo la neve che, unita alle piogge intense e diffuse, ha provocato una piena nel tratto vallivo del Panaro. Il livello idrometrico del fiume ha superato i massimi storici registrati, provocando una rotta dell'argine destro la mattina del 6 dicembre, con il conseguente allagamento di un'area di circa 15 km<sup>2</sup> da Castelfranco Emilia fino a Nonantola. Nel resto del mese le precipitazioni sono state tanto abbondanti da renderlo il dicembre più piovoso dal 1961.

Analizzando la *figura 4*, in cui è presentata la serie delle medie regionali di precipitazioni cumulate annuali, si nota che il valore per l'anno 2020, pur risultando basso, non è stato particolarmente anomalo: l'anomalia rispetto al periodo 1961-1990 è risultata essere infatti di 93 mm al di sotto del clima 1961-1990. Ne consegue che l'alternarsi di periodi secchi a periodi più piovosi ha permesso alle precipitazioni cumulate annue di bilanciarsi abbastanza sul lungo periodo, nonostante nella prima parte dell'anno la regione fosse in condizioni di intensa siccità. In generale, se la serie delle precipitazioni annuali non presenta tendenze significative né all'aumento né al calo sistematico, quella del bilancio idroclimatico (Bic) presenta un'evidente tendenza alla diminuzione dei valori, dovuta al maggiore deficit evaporativo conseguente all'incremento delle temperature.

In particolare gli anni con estati particolarmente calde e siccite spiccano per valori particolarmente negativi di Bic (2012, 2017 e 2020) e i valori successivi al 1980 sono quasi tutti negativi. Questo è un elemento critico se correlato alle esigenze idriche del settore agricolo.

In termini generali, questi grafici suggeriscono che negli anni la richiesta irrigua sta aumentando e che quindi, nel caso di un ulteriore aumento delle temperature, peraltro previsto dagli scenari di cambiamento climatico, nonostante le precipitazioni si possano mantenere mediamente costanti, le attuali risorse idriche potrebbero calare,

richiedendo una gestione sempre più attenta e concertata sia dal punto di vista della pianificazione sia da quello delle priorità delle diverse tipologie d'uso.

**Valentina Pavan**

Osservatorio clima Arpae Emilia-Romagna

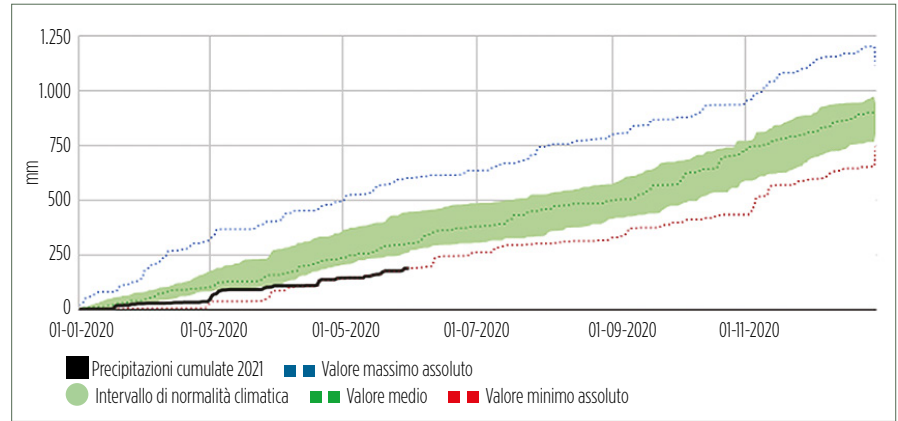


FIG. 2 PRECIPITAZIONE MEDIA REGIONALE

Precipitazione media regionale cumulata dal 1° gennaio al 31 maggio 2020 (linea nera), confrontata con i valori normali di riferimento 1961-2020 (fascia e linea verde) e il massimo (linea blu tratteggiata) e il minimo (linea rossa tratteggiata) osservati per questo parametro nello stesso periodo di riferimento.

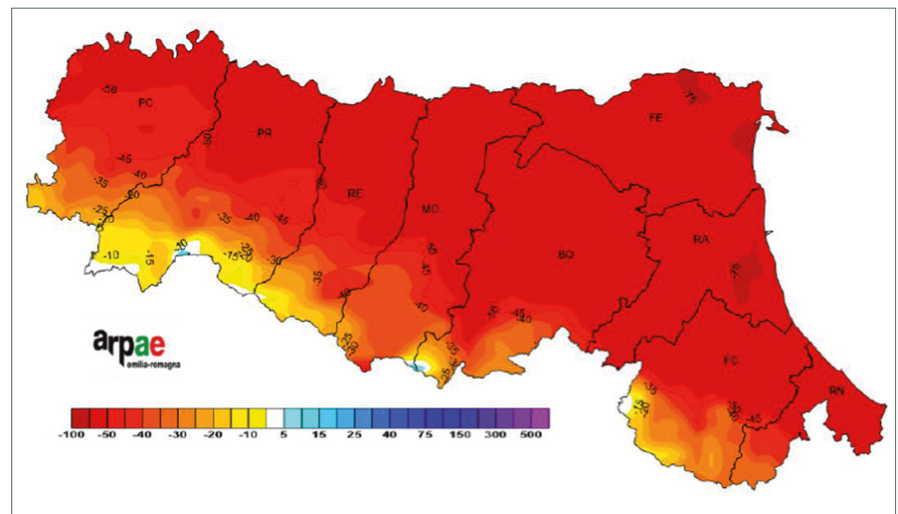


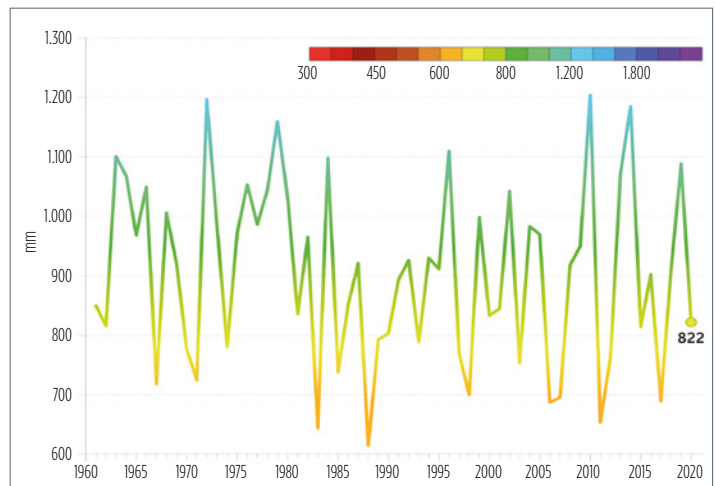
FIG. 3 ANOMALIA DI PRECIPITAZIONE

Mapa di anomalia percentuale della precipitazione cumulata dal 1° gennaio al 31 maggio 2020 rispetto al clima 1961-1990.

FIG. 4 PRECIPITAZIONI ANNUE

Andamento della media regionale delle precipitazioni annue (1961-2020).

Fonte: Fonte: Rapporto 2020 Idrometeoclima, Arpae Emilia-Romagna, [https://bit.ly/idrometeoclima\\_ER\\_2020](https://bit.ly/idrometeoclima_ER_2020)





# SICCITÀ ESTATE 2021, UN'ALTRA TACCA SULLA CRISI CLIMATICA

L'ANALISI SU BILANCIO IDROCLIMATICO, CONTENUTO DI ACQUA NEI SUOLI, TEMPERATURA E PRECIPITAZIONI IN EUROPA, CON UN FOCUS SULL'EMILIA-ROMAGNA, RESTITUISCE UN QUADRO PREOCCUPANTE DI UNA SERIE DI EVENTI ESTREMI IN CONTINUO AUMENTO. ANCHE LE FORESTE HANNO MOSTRATO UNA FORTE E PROLUNGATA SOFFERENZA.

L'estate appena conclusa ha fatto segnare un'altra tacca nella *escalation* della crisi climatica, con una serie di eventi estremi senza precedenti: ondate di caldo eccezionali nei Paesi Baltici, in Russia, in Canada così come in molti Paesi del Mediterraneo. In Sicilia, nell'entroterra di Siracusa, si è registrata la temperatura più alta mai misurata in Europa (48,8 °C), ancora da validare da parte dell'Organizzazione meteorologica mondiale (*World meteorological organization*, Wmo). Da segnalare anche le piogge estreme in Germania che hanno causato complessivamente 20 miliardi di euro di danni, la cifra più alta in Europa per un singolo evento estremo. Globalmente luglio 2021 è stato il più caldo dall'inizio delle misure (dati Copernicus) battendo il precedente record di un buon margine, e in Europa, seppur con grandi contrasti termici e con un piccolo margine rispetto ai due record

precedenti (2010 e 2018), è stata l'estate più calda dal 1979 (fonte Copernicus: <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-august-2021>).

Il caldo è stato particolarmente intenso e duraturo sul Mediterraneo centrale e orientale con temperature che hanno superato per numerosi giorni consecutivi 40 °C nei Paesi che vi si affacciano. Il mese di agosto è stato rovente al centro-sud e in tutta Italia sono andati in fumo ben 1.553 km<sup>2</sup> di boschi, foreste e campagne, l'equivalente di sette volte l'isola d'Elba. È stato battuto il precedente record di incendi registrato nel 2017, che aveva visto in fiamme oltre 1.418 km<sup>2</sup> (dati Effis). In Sicilia, agosto 2021 è stato il mese più caldo della storia climatica siciliana, battendo il precedente valore dell'agosto 2003 (dati Sias, Servizio informativo agrometeorologico siciliano).

Anche in Emilia-Romagna si sono verificate anomalie molto significative. In

particolare è stata un'estate estremamente secca: la terza estate meno piovosa dal 1961, dopo quelle del 2012 e 2017: queste condizioni hanno favorito l'intensificazione delle condizioni di siccità che hanno cominciato ad affacciarsi in regione nel mese di marzo. Considerando l'anno idrologico dal 1° ottobre al 30 settembre, possiamo notare dalla *figura 1* che il valore medio regionale di precipitazione cumulata per l'anno in corso è di 778 mm. Tale valore è abbastanza in linea con i valori medi del periodo 1961-2020, ma questo risultato è dovuto principalmente ai congrui valori di pioggia dei primi sei mesi dell'anno idrologico; se avessimo infatti considerato la somma sul solo periodo vegetativo marzo-settembre, il valore del 2021 avrebbe raggiunto appena i 283 mm di pioggia, il valore più basso dal 1961. Sulla scarsità di precipitazioni sviluppatasi nei mesi di periodo vegetativo si sono innestate persistenti ondate di calore, con



FOTO: F. GRAZZINI



temperature massime particolarmente anomale a fine giugno e a metà agosto, che hanno reso l'estate 2021 la sesta più calda dal 1961, a pari merito con il 2018 (figura 2). Da notare che, a parte il 2003, che detiene tuttora il record a livello regionale, tutte le altre tra le prime cinque si sono verificate a partire dal 2012. Questo conferma quindi il forte trend di aumento di temperatura in atto nella stagione estiva, evidenziabile a partire dalla serie delle temperature medie stagionali dal 1961 in figura 2. L'effetto combinato della scarsità delle precipitazioni e della maggiore evaporazione e traspirazione della vegetazione dovuta alle alte temperature ha determinato una forte diminuzione del contenuto di acqua nel suolo, che è sceso a fine estate a valori prossimi a quelli delle precedenti siccità storiche del 1989/1990, 2006/2007, 2011/2012, 2016/2017. Questo è visibile in figura 1, che mostra, accanto alle precipitazioni, il valore medio regionale del bilancio idroclimatico (Bic) cumulato da ottobre a settembre. Il Bic è definito come la differenza fra le precipitazioni e l'evapotraspirazione potenziale (Etp) e rappresenta un buon indicatore del contenuto idrico dei suoli. Valori positivi indicano condizioni di surplus idrico, mentre quelli negativi rappresentano condizioni di deficit idrico. Come si vede, l'anno idrologico si è chiuso con un deficit di circa 248 mm; una perdita di acqua dal suolo molto forte che si inserisce in una generale tendenza alla diminuzione in atto da metà anni '80, quando questo indice ha cominciato ad assumere quasi sempre valori negativi. Dalla mappa di figura 3, dove si riporta l'anomalia di Bic dell'anno idrologico 2020-2021 rispetto al clima di riferimento 1961-2020, si osserva che le anomalie di questo indice hanno assunto valori diversi nelle varie aree della regione. Valori positivi sono presenti sul crinale tosc-emiliano, valori negativi sono presenti sul resto dei territori regionali e anomalie negative particolarmente pronunciate sono state stimate in gran parte della provincia di Bologna e soprattutto nelle province di Forlì-Cesena e di Rimini, dove l'indice ha assunto valori pari a circa -400 mm. Va infine notato che l'indice considerato ha assunto valori inferiori a -200 mm sia in gran parte dei territori centro orientali sia nelle aree di pianura e sulle prime colline del piacentino, in particolare nella

val d'Arda dove, a fine settembre, sono state rilevate condizioni di intensa siccità e si è sfiorata una crisi idro-potabile. I corsi d'acqua principali dell'Emilia-Romagna, a partire dal mese di marzo e fino a tutto ottobre 2021, sono stati caratterizzati da portate medie mensili nel complesso inferiori alle medie storiche del periodo di riferimento (2001-2020), con anomalie negative risultate più significative nei bacini del Reno e dei fiumi romagnoli. In particolare nei mesi da giugno a settembre le portate medie mensili sono

risultate confrontabili con i minimi storici del periodo di riferimento (2001-2020), soprattutto nel reticolo idrografico del Reno e dei fiumi romagnoli. Il tratto principale del fiume Po nel periodo marzo-ottobre 2021 ha fatto registrare nel complesso portate medie mensili solo leggermente inferiori alle medie storiche del periodo (1923-2020). La persistenza delle alte temperature e la scarsità di precipitazioni sull'Italia nell'estate 2021 si spiega con la costante presenza di un vasto promontorio di alta pressione esteso dal Nord-Africa al

FIG. 1  
PRECIPITAZIONI  
E BILANCIO  
IDROCLIMATICO

Medie regionali delle precipitazioni cumulate e del bilancio idroclimatico (precipitazione - evapotraspirazione) nel periodo ottobre-settembre dal 1961 al 2021.

■ Prec. ott-set  
■ Bic ott-set

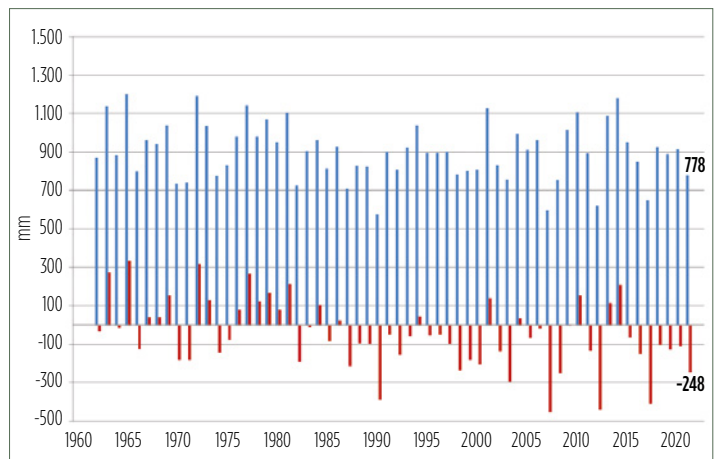


FIG. 2  
TEMPERATURA

Temperatura media estiva in Emilia-Romagna dal 1961 al 2021.

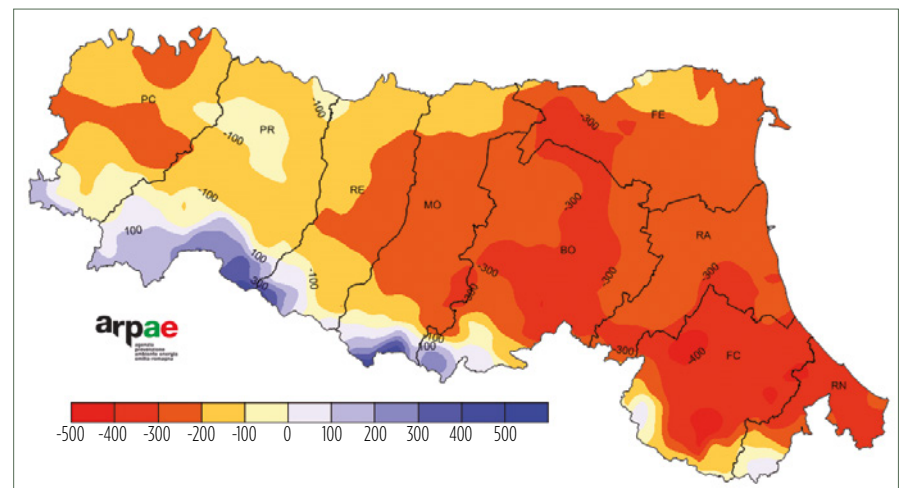
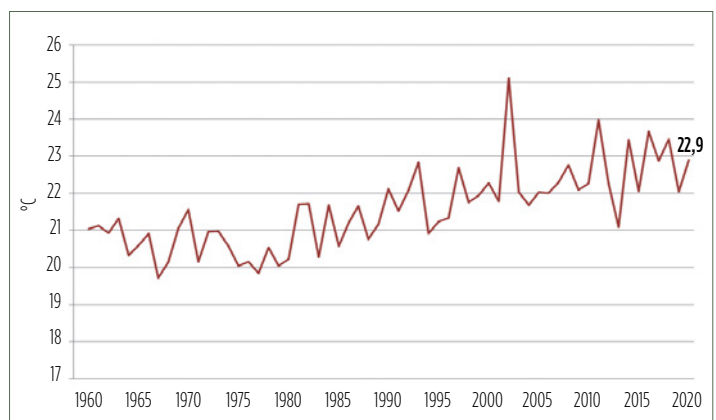


FIG. 3 ANOMALIA BILANCIO IDROCLIMATICO

Mappa di anomalia del bilancio idroclimatico (Bic) per il periodo ottobre 2020-settembre 2021 rispetto al clima 1961-2020.

1 Parco urbano sotto la collina di San Luca, Bologna (agosto 2021).



Mediterraneo centrale. L'alta pressione di origine subtropicale è tipica del regime estivo mediterraneo. Tuttavia quest'anno la sua intensità è stata notevolmente più alta del normale, "gonfiata" da masse d'aria in quota molto calde. La *figura 4* mostra infatti l'anomalia della temperatura a 1.500 metri, nella libera atmosfera, rispetto alla climatologia recente 1981-2010. Come si può osservare, un'ampia bolla calda interessa tutto il nord-Africa fino a raggiungere la massima ampiezza sul Mediterraneo centrale, con un'anomalia media stagionale rispetto alla climatologia recente di oltre 3°C in più del normale, una deviazione molto rara dal punto di vista statistico. Le isolinee nere tratteggiate danno conto di questa rarità in termini di deviazioni standard. Tutto il Mediterraneo centrale è compreso nell'intervallo entro le 2 deviazioni standard, mentre Sicilia e Tunisia sono all'interno dell'area corrispondente a 3 deviazioni standard. Ciò significa che queste anomalie rappresentano un estremo climatico che al 99,7% di confidenza non è ascrivibile alla normale variabilità interna della climatologia recente 1981-2010.

L'anomalo rafforzamento dell'alta pressione subtropicale ha indotto poi una modifica delle correnti in quota con un prevalere di correnti sud-occidentali, come si vede dai vettori blu nella *figura 4*. La costante ventilazione da sud-ovest,

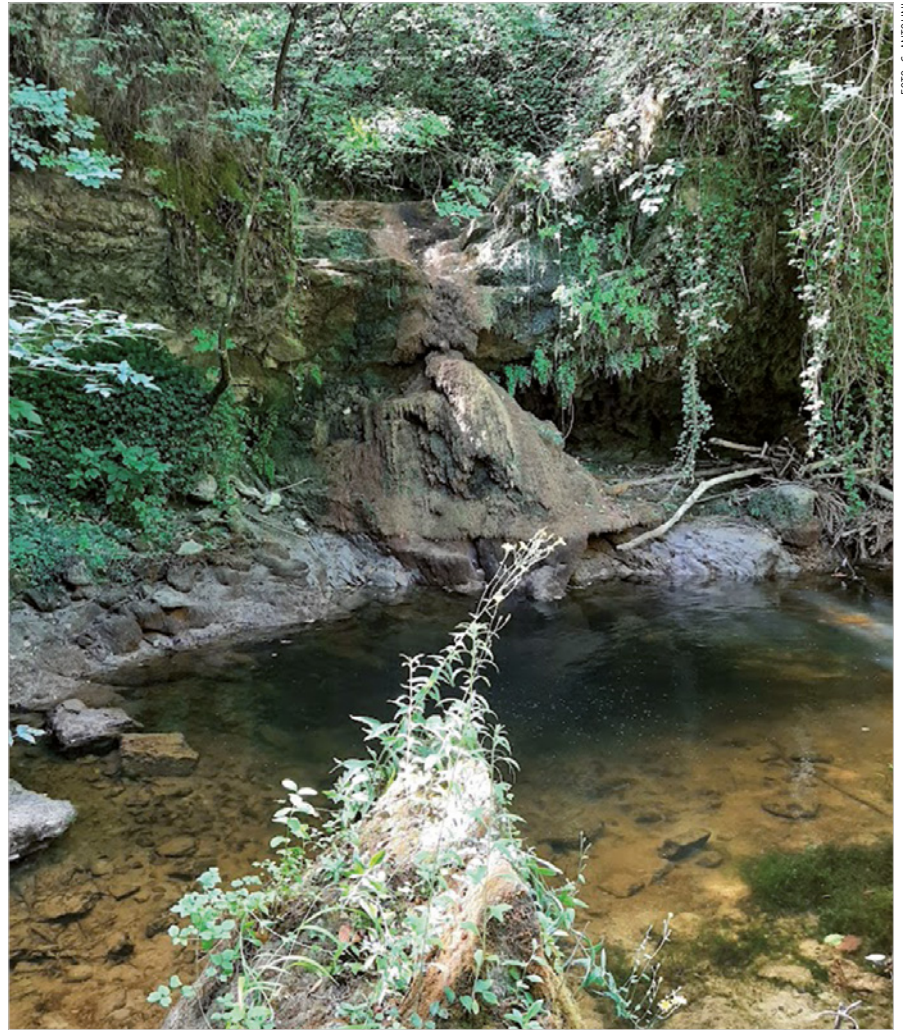
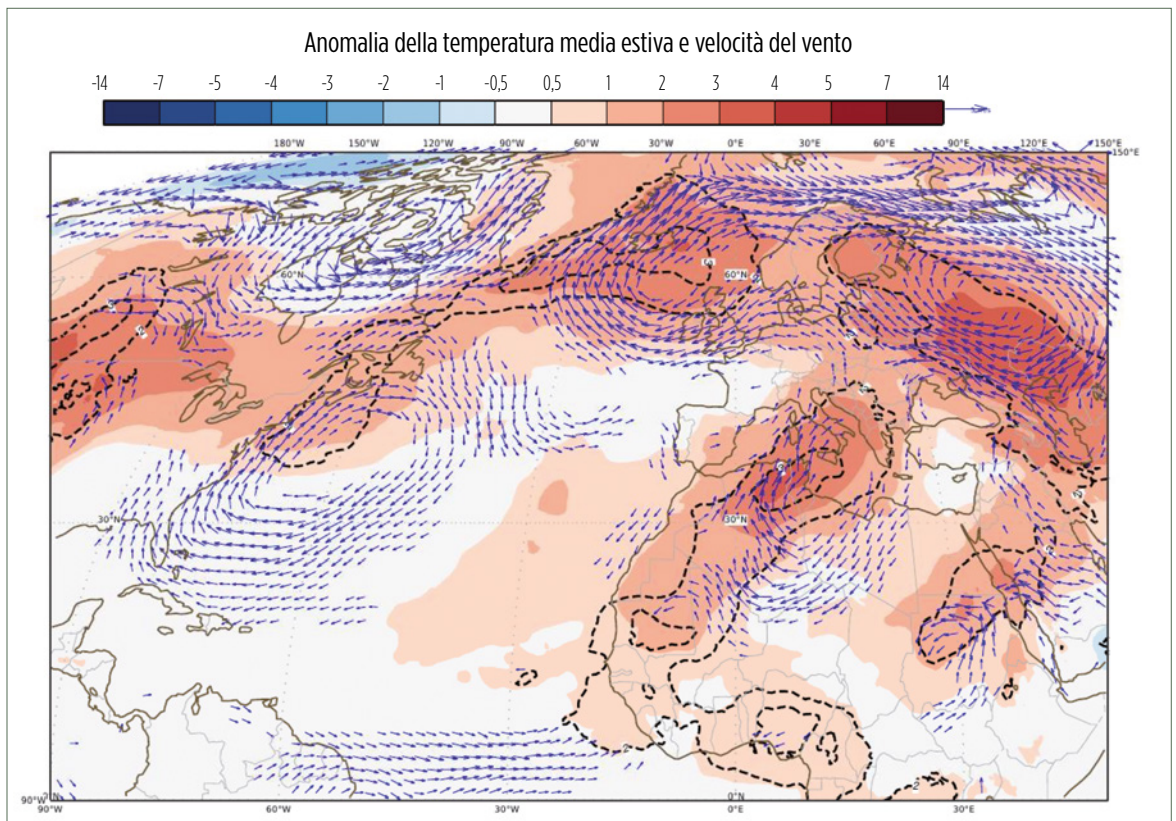


FOTO: G. ANTONINI

2

FIG. 4  
TEMPERATURE  
E VELOCITÀ DEL  
VENTO

Anomalia della temperatura media estiva e velocità del vento a 1.500 m di quota (850 hPa) nella libera atmosfera rispetto alla climatologia recente 1981-2010. I colori rossi mostrano anomalie di temperatura positive, quelli blu negative. Le linee nere tratteggiate indicano il numero di deviazioni standard dello scarto di temperatura media stagionale rispetto al corrispondente valore medio climatologico.





anomala per la stagione estiva, da una parte ha contribuito a rendere un po' più sopportabile il caldo con valori di umidità molto bassi nelle zone interessate da venti di caduta sottovento all'Appennino, dall'altra ha causato una intensa traspirazione da parte della vegetazione, aumentandone di conseguenza lo stress. Così, come già successo nelle precedenti siccità estreme che hanno colpito l'Emilia-Romagna nell'ultimo decennio come quelle del 2012 e del 2017, sono stati osservati estesi episodi di disseccamento della vegetazione sia in ambito urbano sia in ambito collinare e montano, soprattutto in Romagna e nell'area centrale della regione. Le condizioni di disseccamento e forte stress idrico sono state altrettanto evidenziate sulla vegetazione forestale delle aree collinari della regione.

La vegetazione forestale è di norma più resistente allo stress idrico rispetto alla vegetazione erbacea, avendo radici più estese che permettono il prelievo di acqua da strati di terreno a maggiore profondità. Nonostante ciò, anche le foreste quest'anno hanno mostrato una forte e prolungata sofferenza, ravvisabile anche dai rilievi satellitari. Infatti, attraverso indici vegetativi calcolati da immagini satellitari come l'Ndvi (*Normalized difference vegetation index*), è possibile valutare lo stato di benessere della vegetazione su vaste aree e la sua variazione nel tempo.

La figura 5 presenta la mappa di anomalia di Ndvi rispetto alla media del periodo 2000-2020, calcolata su tutto il territorio regionale a partire dai dati satellitari settimanali Modis per il periodo dal 22 settembre al 6 ottobre. Sono state evidenziate le 8 aree di allertamento idrologico utilizzate anche per l'analisi delle condizioni di siccità, nonché le posizioni dei 9 capoluoghi di provincia. La mappa presenta valori di Ndvi molto più bassi del normale, indicati dai colori caldi tendenti al rosso, tipici di condizioni di disseccamento della vegetazione arborea. I valori negativi sono concentrati nelle aree collinari e montane delle province di Bologna e Modena, nelle aree della pianura occidentale e in Romagna in particolare in alcune zone del primo appennino. In generale, i valori rilevati mostrano un'altissima variabilità nelle aree di pianura centro-orientale, dove si nota

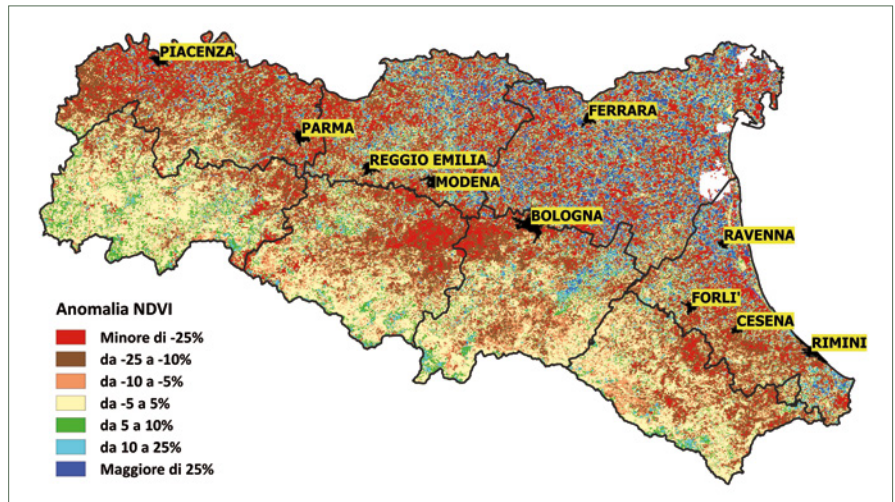


FIG. 5 INDICE NDVI

Anomalia dell'indice *Normalized difference vegetation index* (Ndvi) rispetto alla media del periodo 2000-2020, calcolata su tutto il territorio dell'Emilia-Romagna a partire dai dati satellitari settimanali Modis per il periodo dal 22 settembre al 6 ottobre 2021.

la frequente alternanza di pixel con valori intensamente negativi (rossi) e altri con valori intensamente positivi (blu). Ciò è conseguenza dell'intensa irrigazione realizzata utilizzando le acque derivate dal Po attraverso la rete dei canali dei consorzi di bonifica. La disponibilità idrica di tale rete nel corso della scorsa estate non ha subito particolari limitazioni, grazie alle consistenti precipitazioni riversate sull'arco alpino dai frequenti temporali estivi e primaverili, che hanno garantito portate del Po sufficienti. Questa breve analisi dei principali indicatori pluviometrici, termici, di umidità del suolo e di impatto sulla vegetazione mostra come l'estate 2021 rientri a pieno nella categoria delle estati estremamente calde e siccitose che si stanno ripetendo sempre più frequentemente a partire dagli anni 2000

(2003, 2012, 2015, 2017, 2019 e 2021). La loro successione ravvicinata pone un problema per la ricarica delle riserve idriche e l'adeguata presenza di umidità nel terreno per il pieno sviluppo della vegetazione naturale non irrigata. Il fatto che si sia verificato il terzo episodio di sofferenza forestale in 10 anni suscita inoltre preoccupazione sul futuro delle specie arboree forestali, visto che le proiezioni climatiche indicano in maniera pressoché unanime un forte e continuo aumento della temperatura estiva e delle condizioni di siccità nell'area mediterranea nei prossimi decenni.

**Federico Grazzini, Gabriele Antolini, Eftymia Chatzidaki, Valentina Pavan, Alessandro Pirola, William Pratzzoli, Giuseppe Ricciardi, Antonio Volta**

Arpae Emilia-Romagna



FOTO: F. GRAZZINI

- 2 Particolare delle cascate (asciutte) del torrente Pisciatello, località Monteleone, Roncofreddo (FC).
- 3 Diffuso disseccamento della vegetazione spontanea sui colli bolognesi (agosto 2021).



# RISORSE IDRICHE E CLIMA, IL PROGETTO TEACHER-CE

IL PROGETTO INTERREG TEACHER-CE HA L'OBIETTIVO DI SVILUPPARE UNA STRATEGIA E UNA SUITE DI STRUMENTI INTEGRATI PER LA GESTIONE DEL TERRITORIO E DELLE RISORSE IDRICHE E PER LA DEFINIZIONE E L'IMPLEMENTAZIONE DI AZIONI DI ADATTAMENTO EFFICACI PER IL CONTRASTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO.

**D**odici enti di 8 Paesi (Slovenia, Austria, Repubblica Ceca, Germania, Ungheria, Italia, Polonia e Repubblica Slovacca) hanno condiviso le proprie competenze per il raggiungimento degli obiettivi previsti dal progetto Teacher-CE (*Joint efforts to increase water management adaptation to climate changes in central Europe*; marzo 2020-febbraio 2022), coordinato dall'Università di Lubiana. Per l'Italia figurano la fondazione Cmcc ([www.cmcc.it](http://www.cmcc.it)) e l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (<https://adbpo.gov.it>), mentre Pefc (*Programme for the endorsement of forest certification schemes*, [www.pefc.it](http://www.pefc.it)) agisce da partner associato.

Finanziato nell'ultimo ciclo di programmazione Interreg-CE (2016-2020), il progetto ha l'obiettivo di capitalizzare gli sforzi e i prodotti sviluppati in progetti precedentemente finanziati nell'ambito dello stesso programma. Infatti, Teacher-CE vede la cooperazione di partner che hanno sviluppato altri quattro progetti Interreg (tabella 1). In particolare, Teacher-CE ha l'obiettivo di sviluppare una strategia e una suite di strumenti integrati che possano supportare comunità, decisori politici e professionisti impegnati sui

Progetto	Tema	Output finale
Rainman 2017-2020 <a href="https://bit.ly/3r20ckM">https://bit.ly/3r20ckM</a>	riduzione del rischio associato a fenomeni intensi di precipitazione	linee guida per la gestione delle diverse fasi del rischio ( <a href="https://rainman-toolbox.eu/">https://rainman-toolbox.eu/</a> )
Framwat 2017-2020 <a href="https://bit.ly/3cl2q22">https://bit.ly/3cl2q22</a>	piccoli bacini di ritenzione idrica contro siccità, alluvioni e contaminazione superficiale	diversi strumenti per la progettazione e gestione dei bacini di ritenzione ( <a href="https://bit.ly/3xnFqIN">https://bit.ly/3xnFqIN</a> )
Sustree 2016-2019 <a href="https://bit.ly/3clt1LK">https://bit.ly/3clt1LK</a>	valutazione della vulnerabilità delle foreste al cambiamento climatico e identificazione delle specie più resilienti nei vari contesti geomorfologici	applicazione Android mobile SUSselect per la mappatura della vulnerabilità attuale e futura di sette specie vegetali
Proline-CE 2016-2019 <a href="https://bit.ly/3oXebaz">https://bit.ly/3oXebaz</a>	protezione della risorsa idropotabile in termini di quantità e qualità	Decision Support Tool Goware-Ce per la selezione e prioritizzazione di buone pratiche di gestione ( <a href="http://proline-ce.fgg.uni-lj.si/goware/">http://proline-ce.fgg.uni-lj.si/goware/</a> )

TAB. 1 PROGETTI PRELIMINARI A TEACHER-CE  
I quattro progetti i cui risultati sono stati capitalizzati dal progetto Teacher-CE.

temi della gestione del territorio e delle risorse idriche, nella definizione e implementazione di azioni di adattamento efficaci per il contrasto al cambiamento climatico. Nello specifico sono sei i campi di azioni (*fields of action*) individuati: gestione degli eventi di scarsità idrica e siccità, gestione del rischio da alluvioni pluviali, gestione del rischio da alluvioni fluviali, gestione degli ecosistemi direttamente dipendenti dalle risorse idriche, gestione delle acque per irrigazione, gestione delle acque sotterranee, gestione delle risorse idropotabili.

## Il toolbox Cc-Arp-Ce

La sfida di Teacher-CE è stata, quindi, quella di integrare in modo adeguato le diverse esperienze e competenze dei partner, sviluppando il toolbox Cc-Arp-Ce (*Climate change adaptation, Risk prevention in central Europe*, <http://teacher.apps.vokas.si/home>), attualmente in fase di testing e che sarà rilasciato ufficialmente nel febbraio 2022 in concomitanza della conferenza finale (<https://bit.ly/3G4PuiR>).

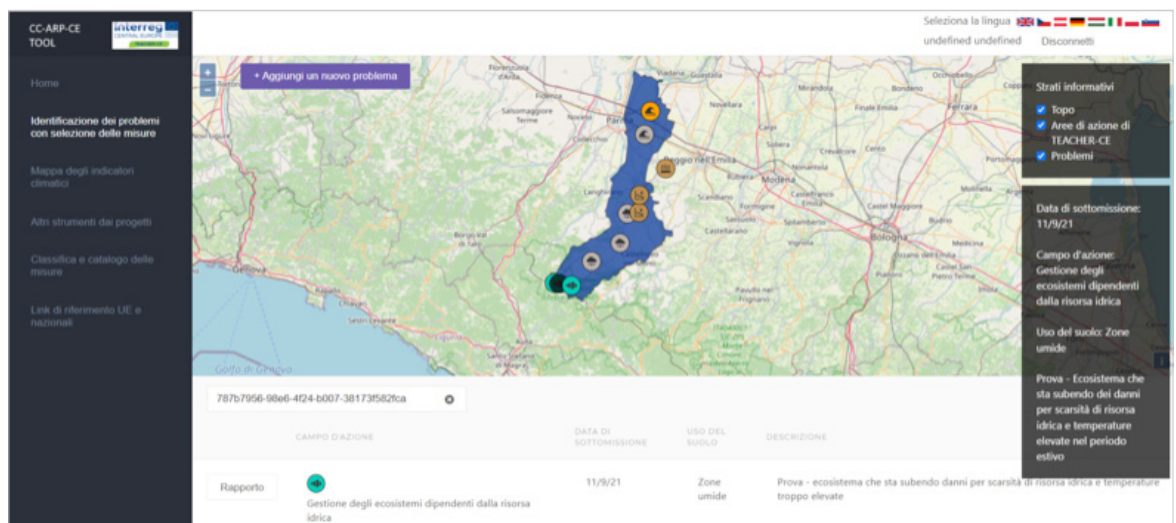


FIG. 1  
TOOLBOX CC-ARP-CE

Schermata relativa all'interfaccia utente per la piattaforma di confronto tra stakeholder.

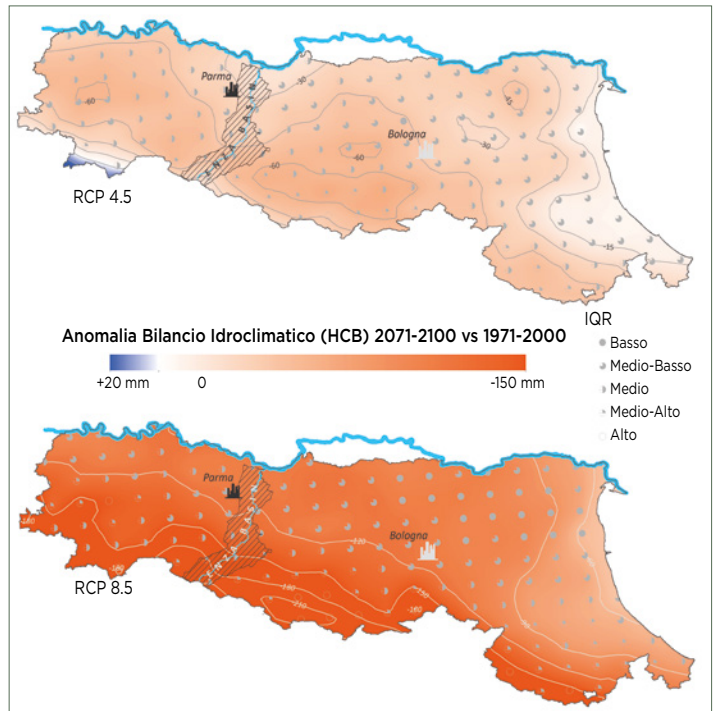
Il toolbox Cc-Arp-Ce integra diverse funzionalità.

1) Una piattaforma Gis che favorisce il confronto in merito alle eventuali criticità associate a ogni *field of action*. L'utente potrà infatti localizzare un problema specifico (*issue*) come tema di discussione, oltre a identificare, sulla base delle proprie competenze, le buone pratiche di gestione presenti nel catalogo Cc-Arp-Ce che possano efficacemente supportare la risoluzione o mitigazione della criticità segnalata. Il catalogo, che contempla più di 100 buone pratiche, è ottenuto dall'integrazione dei risultati dei diversi progetti di partenza. A seguito della pubblicazione sulla piattaforma del report sulla criticità, qualsiasi utente interessato potrà interagire per mettere a disposizione la propria competenza confermando l'efficacia delle pratiche precedentemente individuate o suggerendone ulteriori.

2) Una sezione per la visualizzazione delle variazioni attese per effetto del cambiamento climatico, grazie alla presenza di oltre cinquanta indicatori selezionati sulla base delle richieste di partner e *stakeholder*. Le variazioni sono restituite alla scala provinciale (Nuts3 per l'intero dominio) per due diversi orizzonti temporali: breve (2021-2050 vs 1971-2000) e lungo periodo (2071-2100 vs 1971-2000) e due scenari di concentrazione: *Representative Concentration Pathway* (Rcp) 4.5, che rappresenta uno scenario di mitigazione intermedio, e Rcp 8.5, che rappresenta uno scenario in cui si ipotizza l'assenza o la minore efficacia di misure di contrasto al cambiamento climatico. Oltre alla visualizzazione, i dati sono disponibili su richiesta per il download alla scala del punto griglia. I modelli utilizzati per la stima degli indicatori

FIG. 2 BILANCIO CLIMATICO

Anomalia di bilancio climatico per la regione Emilia-Romagna (è inoltre identificata l'area pilota del bacino dell'Enza), scenari 2071-2100 rispetto al periodo di riferimento 1971-2000. Si nota come per entrambi gli scenari di concentrazione (Rcp 4.5 e Rcp 8.5) vi sia un'evidente anomalia negativa (rosso) dell'indicatore scelto. La simbologia a torta (grigio) identifica il grado di consenso del dato (Iqr) su griglia Euro-Cordex.



sono inclusi nell'ensemble di simulazioni alla risoluzione di circa 12 km sviluppate nell'ambito dell'iniziativa internazionale Euro-Cordex ([www.euro-cordex.net](http://www.euro-cordex.net)). La stima degli indicatori è stata condotta utilizzando il servizio Dataclime ([www.dataclime.com](http://www.dataclime.com)).

La figura 2 mostra un esempio di applicazione per la Regione Emilia-Romagna: l'indicatore considerato è il bilancio idrico calcolato come differenza tra i cumuli annuali di precipitazione ed evapotraspirazione potenziale. Come si può notare, alla distribuzione spaziale dell'indicatore è associato il grado di consenso tra le simulazioni facenti parte dell'ensemble. Questo è espresso con l'indicatore Iqr o scarto interquartile (utilizzato nei grafici box-plot) che

misura la differenza tra il terzo e il primo quartile, ovvero l'ampiezza della fascia di valori che contiene la metà "centrale" dei valori osservati: minore è il valore dell'Iqr più elevato è il grado di consenso tra le varie simulazioni, viceversa più lo scarto interquartile è alto più le simulazioni differiscono tra loro.

Inoltre, il toolbox illustra i principali risultati e strumenti sviluppati nell'ambito dei progetti precedentemente finanziati e una pagina di sintesi dove sono riportati i link a dataset e portali Gis nazionali e internazionali di interesse per i *fields of action* del progetto. L'intero portale è disponibile in inglese oltre che nelle lingue dei Paesi dei partner di progetto. La struttura del toolbox, gli strumenti



FIG. 3 AREE PILOTA  
Aree pilota del progetto Teacher-CE e un tipico paesaggio rurale dell'Alta Val d'Enza.



e le funzionalità hanno beneficiato dell'interazione e del coinvolgimento di numerosi *stakeholder* che si sono resi attivamente partecipi di tutte le fasi di design e sviluppo. Nello specifico, sono state individuate nove aree pilota (figura 3) che costituiscono i laboratori di test del toolbox Cc-Arp-Ce e di tutte le scelte effettuate nelle diverse fasi progettuali, oltre che luogo di scambio per lo sviluppo di linee guida strategiche di adattamento al cambiamento climatico.

Le aree pilota sono state caratterizzate in termini geografici, climatici, idrologici e idrogeologici, di uso del suolo e di valore ambientale, attraverso una dettagliata descrizione delle aree protette presenti e di disponibilità e utilizzo di risorse idropotabili. Per l'Italia, la zona d'interesse è stata individuata nel bacino dell'Enza, tributario di destra del fiume Po, esteso per 850 km<sup>2</sup> dal crinale dell'Appennino toscano-emiliano

a sud-ovest alla pianura alluvionale padana a nord, per cui erano presenti approfondimenti sulla disponibilità delle risorse idriche nel territorio.

L'elemento essenziale per lo sviluppo del progetto e delle attività di *testing* è rappresentato dall'individuazione dei *fields of action* più rilevanti per le diverse aree pilota, sulla base dei quali coinvolgere i portatori di interesse, favorendo così il confronto e la discussione mediante l'utilizzo di Cc-Arp-Ce.

Per il bacino del torrente Enza i *fields of actions* più rilevanti individuati dai partner di progetto sono: gestione degli eventi di scarsità idrica e siccità, gestione del rischio da alluvioni fluviali, seguiti dalla gestione degli ecosistemi terrestri dipendenti dalla risorsa idrica, che confermano l'alto valore ambientale di questo bacino, attribuito anche dagli stessi portatori di interesse che hanno confermato le scelte dei partner di progetto, evidenziando in particolare

l'importanza della gestione delle acque a uso irriguo, seguita dalla gestione delle acque per uso potabile.

**Guido Rianna<sup>1</sup>, Sergio Noce<sup>1</sup>,  
Giuliana Barbato<sup>1</sup>, Veronica Villani<sup>1</sup>,  
Roberta Padulano<sup>1</sup>, Beatrice Bertolo<sup>2</sup>,  
Silvano Pecora<sup>2</sup>, Selena Ziccardi<sup>2</sup>,  
Marco Brian<sup>2</sup>, Paolo Leoni<sup>2</sup>**

1. Fondazione Cmcc (Centro euro-mediterraneo per i cambiamenti climatici)
2. Autorità di bacino distrettuale del fiume Po

#### RINGRAZIAMENTI

*Ringraziamo i centri di ricerca aderenti all'iniziativa Euro-Cordex per aver prodotto e reso disponibili i risultati delle loro simulazioni (dettaglio nella User Guide di Cc-Arp-Ce).*

## LE ATTIVITÀ DI ISPRA E ARPA TOSCANA

### ISOLA DEL GIGLIO: PROSEGUE IL MONITORAGGIO AMBIENTALE A DIECI ANNI DAL NAUFRAGIO DELLA COSTA CONCORDIA

Il 13 gennaio 2021 è stato il decennale del naufragio della nave da crociera Costa Concordia, davanti all'Isola del Giglio. L'impatto provocò uno squarcio di 70 metri nello scafo che causò il parziale affondamento della nave e la morte di 32 persone. Per monitorare il corretto svolgimento delle operazioni fu istituito un osservatorio, i cui lavori continuano tutt'ora e al quale partecipano rappresentanti del Ministero della Transizione ecologica, di Ispra, di Arpa Toscana e degli enti locali interessati. Ispra ha documentato il lavoro in un volume fotografico che racconta le fasi della rimozione del relitto e il ripristino dell'ambiente marino danneggiato.

A distanza di dieci anni prosegue il monitoraggio ambientale di parte pubblica, con oneri integralmente a carico di Costa Crociere, avviato immediatamente dopo il naufragio e svolto, secondo l'accordo tra Regione Toscana, Arpat e Ispra, sia per il controllo e monitoraggio sia per la verifica delle attività di ripristino dei fondali dell'area interessata dall'incidente.

Dopo la conclusione delle attività di ripristino ambientale del tratto di fondale interessato dal naufragio che ha riguardato la rimozione delle opere di cantiere e i residui delle operazioni di rigalleggiamento del relitto (es. sedimenti cementizi, valve di mitili, rifiuti solidi), ha avuto inizio l'ultima fase progettuale che consiste nel recupero ambientale delle biocenosi di fondale danneggiate dall'incidente.

Un nuovo accordo è stato così formalizzato lo scorso 6 agosto 2021 tra Regione Toscana, Ispra, Arpat e Costa crociere spa e prevede il compimento della fase conclusiva del *Piano di restauro ambientale e di monitoraggio a lungo termine* per il ripristino e il restauro ambientale dei fondali danneggiati, attività che Arpat e Ispra hanno avviato fin dal marzo 2019. L'Accordo ha una durata di cinque anni.

In particolare, il recupero ambientale prevede azioni di reimpianto di esemplari della fanerogama marina *Posidonia oceanica* e di organismi appartenenti alla biocenosi del coralligeno. Tali operazioni sono condotte dal Centro interuniversitario di biologia marina ed ecologia applicata (Cibm), individuato da Costa Crociere quale referente tecnico-



scientifico del piano, mentre Arpat e Ispra sono le Istituzioni scientifiche pubbliche incaricate di effettuare il controllo e il monitoraggio ambientale delle attività svolte.

Le attività, che prevedono specifiche immersioni di squadre di operatori scientifici subacquei di Arpat e Ispra, saranno così articolate:

- controllo e monitoraggio dell'efficacia degli interventi di recupero ambientale
- monitoraggio delle praterie naturali di *Posidonia oceanica*, all'esterno del cantiere, limitrofe alle aree di intervento
- monitoraggio della potenziale presenza di specie aliene macroalgali, sia nelle zone di impatto sia di controllo.

Arpat e Ispra elaboreranno rapporti tecnici delle attività di indagine sul campo, delle riunioni di coordinamento e confronto con Cibm e un rapporto annuale delle attività svolte. Tale documentazione sarà trasmessa all'osservatorio di monitoraggio e prevederà l'elaborazione di rapporti tecnici che potranno essere di supporto alle decisioni che di volta in volta dovranno essere prese.



VULCANO HUNGA TONGA-HUNGA HA'APAI

REGISTRATA ANCHE IN ITALIA L'ONDA DI SOVRAPPRESSIONE DALL'ERUZIONE DEL VULCANO NEL PACIFICO MERIDIONALE

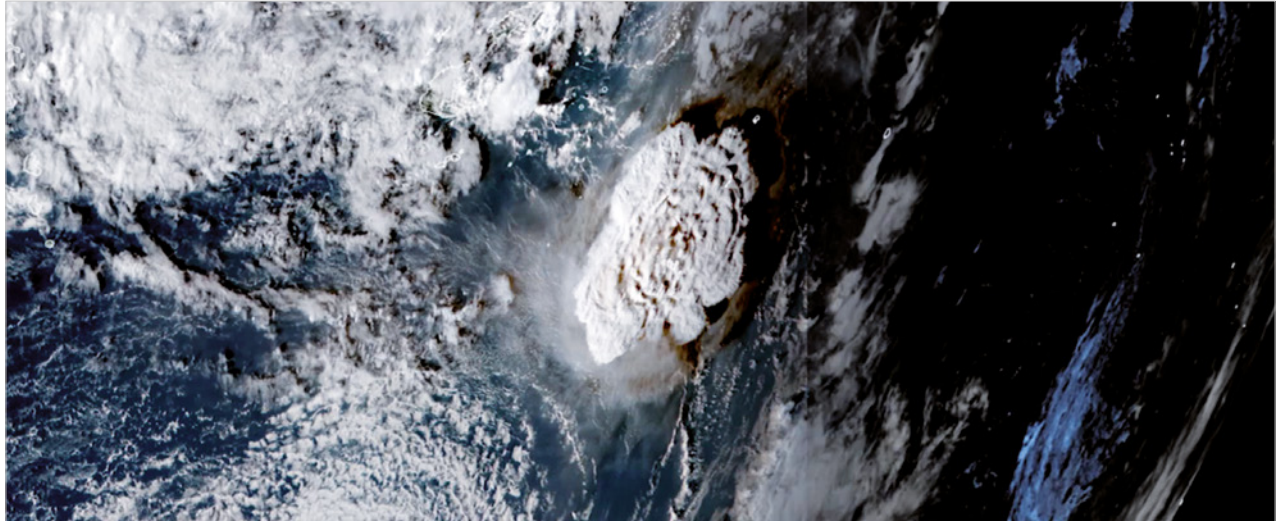


FOTO: NOAA/CIRA/RAMMB

È stata "sentita" anche in Italia l'eruzione del vulcano Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, a circa 65 chilometri a nord della capitale di Tonga, Nuku'alofaha, avvenuta sabato 15 gennaio 2022 e che ha provocato uno tsunami nell'oceano Pacifico meridionale.

L'evento è stato, infatti, registrato, così come avvenuto in diverse altre parti del continente europeo, dai barometri delle reti meteorologiche italiane, come riportato anche da diverse Agenzie ambientali.

Un esempio è quello segnalato dalla rete meteorologica del Centro funzionale multirischi di Arpa Calabria; intorno alle 21 ore italiane di sabato scorso, circa dopo 16 ore dall'eruzione, e con una seconda onda registrata attorno alle ore 01.30 locali di domenica 16 gennaio, i barometri hanno registrato un andamento dei valori della pressione atmosferica addebitabile all'effetto provocato dal fenomeno eruttivo a Tonga. I tecnici del Multirischi, diretto da Eugenio Filice, hanno seguito l'andamento del fenomeno, essendo il centro funzionale operativo h24 in ossequio alla normativa nazionale e regionale sull'allertamento meteo-idrogeologico, non registrando successivamente altri eventi.

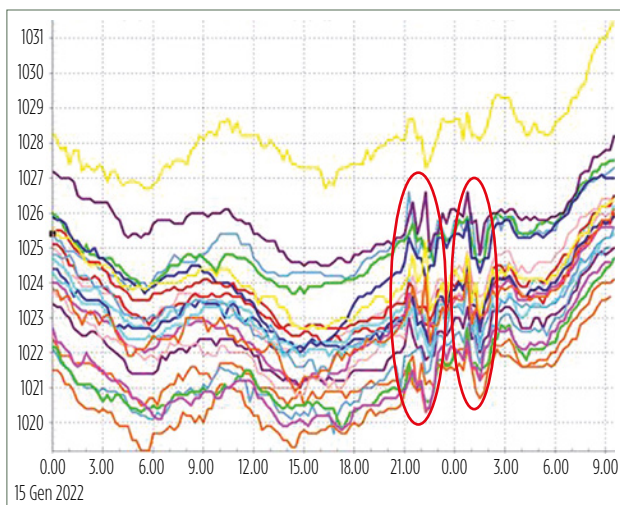


FIG. 1 PRESSIONE ATMOSFERICA  
Valori di pressione atmosferica registrati dai barometri del Centro funzionale multirischi di Arpa Calabria.

Le due successive e repentine variazioni (figura 1) potrebbero presumibilmente essere dovute alla propagazione delle onde di "sovrappressione" nelle due differenti direzioni dell'emisfero, lungo il tragitto indicato nella figura 2.

"L'onda d'urto generata nell'atmosfera in conseguenza della spettacolare eruzione - spiegano i tecnici del Mutirischi - si è propagata in tutto il globo, viaggiando per decine di migliaia di chilometri prima di raggiungere, nel nostro caso, l'Europa. Per dare un'idea del fenomeno in piccola scala si pensi alle onde che si generano a causa del lancio di un sasso in uno stagno".

"Questo fenomeno - continuano dal Centro funzionale calabrese - ci induce a riflettere e ci fa comprendere, ad esempio, la complessità dell'atmosfera quando si parla di accuratezza delle previsioni meteorologiche poiché dimostra quanto una piccola o grande, in questo caso, perturbazione possa influenzare il comportamento dell'atmosfera sull'intero globo terrestre".

"I fenomeni registrati - concludono i tecnici di Arpacal - non comportano rischi per la popolazione in quanto la propagazione dell'onda in un fluido è un fenomeno fisico naturale che, nel caso di specie, è avvenuto a una distanza estremamente ragguardevole tale da non provocare alcun effetto dannoso. La rete di monitoraggio continuerà come sempre a registrare e monitorare lo stato idro-meteorologico sulla regione e a supportare il sistema di allertamento per il rischio idrogeologico e idraulico a fini di protezione civile".

Fonte: Arpa Calabria / Snpa

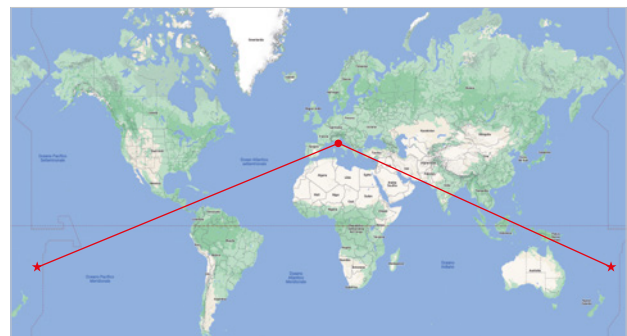


FIG. 2 ONDE DI PRESSIONE  
Direzione indicativa delle onde di pressione provenienti dall'eruzione del vulcano.