



ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

XXIII GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA

ADATTAMENTO A EVENTI ESTREMI DEL CICLO IDROLOGICO: PIENE E SICITÀ

22 MARZO 2024

ABSTRACT

Comitato ordinatore: Maria Cristina FACCHINI (ISAC - CNR), Andrea RINALDO (Linceo, EPFL Losanna, coordinatore), Giovanni SEMINARA (Linceo, Università di Genova), Dino ZARDI (Università di Trento).

PROGRAMMA

La rapidità delle recenti transizioni fra siccità prolungate e piene rilevanti di corsi d'acqua (specie, ma non solo, in Italia) suggerisce una forte connessione con i rapidi cambiamenti climatici che osserviamo. Il convegno Linceo (l'usuale evento che si propone in occasione della Giornata mondiale dell'Acqua il 22 Marzo 2024) si concentra sull'adattamento (opposto ai temi globali della mitigazione) a eventi idrologici estremi, piene e siccità, con esplicito riferimento in particolare agli eventi osservati del 2023 in Italia, specialmente in Romagna. Diviso in due parti come da tradizione (la mattina di natura più divulgativa e aperta alle scolaresche liceali romane; il pomeriggio dedicato a temi più tecnici), ha attirato molto interesse da parte degli autorevoli relatori invitati che hanno dato la loro disponibilità.

Venerdì 22 marzo

9.00 Saluto della Presidenza dell'Accademia Nazionale dei Lincei

Bruno CARLI (Linceo, Presidente Commissione Ambiente), Andrea RINALDO (Linceo, EPFL Losanna):
Introduzione

Presiede: Giovanni SEMINARA (Linceo, Università di Genova)

9.15 Dino ZARDI (Università di Trento): *Teleconnessioni atmosferiche ed eventi estremi*

9.45 Raffaella ZUCARO (Direttore del canale Emiliano-Romagnolo, Bologna): *Agricoltura e irrigazioni possibili*

10.15 Luigi DA DEPPO (Università di Padova): *Criteri e prospettive di adattamento delle opere idrauliche*

10.45 Intervallo

Tavola rotonda: Il ruolo delle istituzioni

Presiede: Giulio BOCCALETTI (Direttore Scientifico, CMCC)

11.00 Giulio BOCCALETTI (Direttore Scientifico, CMCC): *Siccità. Un paese alle frontiere del clima*

Angelica CATALANO (Direttore generale Servizio Dighe del Consiglio Superiore LLPP): *Dighe e sicurezza idraulica oggi*

Alessandro BRATTI (Segretario Generale Agenzia del Po, Parma): *Stato del Po: piene e siccità*

Vera CORBELLI (Segretario Generale dell'Autorità integrata dell'Italia Meridionale): *Conoscenze e Governance: i cardini della sostenibilità della Risorsa Idrica*

Carlo CACCIAMANI (Italia Meteo): *Le crisi idriche e le alluvioni. Il ruolo dell'Agenzia ItaliaMeteo nel fornire supporto alla gestione di eventi estremi*

13.30 Intervallo

Presiede: Maria Cristina FACCHINI (ISAC - CNR)

14.30 Stefano ORLANDINI (Università di Modena): *Lezioni dalle recenti alluvioni in Romagna*

15.00 Fausto GUZZETTI (Linco, CNR Perugia): *Frane e rischio da frana in Italia*

15.30 Marco BORGA (Università di Padova): *Metastatistiche e tempo di ritorno di eventi estremi*

16.00 Intervallo

16.15 Annalisa CHERCHI (CNR Bologna): *Cambiamenti climatici e ciclo idrologico globale*

16.45 Alberto VIGLIONE (Politecnico di Torino): *Estremi in idrologia fluviale*

17.15 Discussione

17.30 Andrea RINALDO (Linco, EPFL Losanna): *Conclusioni*

ROMA - PALAZZO CORSINI - VIA DELLA LUNGARA, 10
Segreteria del convegno: convegni@lincei.it – <http://www.lincei.it>

Tutte le informazioni per partecipare al convegno sono disponibili su:

All information for attending the conference is available at:

<https://www.lincei.it/it/manifestazioni/xxiii-giornata-mondiale-dellacqua-2024>

Per partecipare al convegno è necessaria l'iscrizione online

Fino alle ore 10 è possibile l'accesso anche da Lungotevere della Farnesina, 10

I lavori potranno essere seguiti dal pubblico anche in streaming

Online registration is required to attend the conference.

Until 10 a.m. access is also possible from Lungotevere della Farnesina 10.

The conference can also be followed by streaming.

L'attestato di partecipazione al convegno viene rilasciato esclusivamente a seguito di partecipazione in presenza fisica e deve essere richiesto al personale preposto in anticamera nello stesso giorno di svolgimento del convegno

The certificate of participation in the conference will be issued only following on attendance in presence and must be requested to the staff in charge on the same day of the conference.

Agricoltura e irrigazioni possibili

Raffaella ZUCARO (Direttore del canale Emiliano-Romagnolo, Bologna)

Il Canale Emiliano Romagnolo con i suoi 135Km è il canale irriguo più lungo d'Italia. È gestito dal Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo (CER), e attraversa le province di Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena, Rimini e Ravenna. La risorsa idrica allocata dal CER viene distribuita a 5 Consorzi di Bonifica associati e a Ravenna Servizi Industriali. Oltre alla funzione diretta di distribuzione della risorsa idrica, il CER riveste un ruolo fondamentale per ricerca e innovazione sull'irrigazione per l'intero settore primario. Con le infrastrutture di ricerca di Acqua Campus, il CER ogni anno fornisce assistenza a migliaia di agricoltori e stakeholder che nel tempo hanno intrapreso un percorso verso un'agricoltura moderna volta alla tutela dell'ambiente, al miglioramento della qualità delle produzioni e delle performance economiche delle aziende agricole.

Il presente contributo approfondisce il panorama irriguo nazionale, focalizzando l'attenzione sulle ultime innovazioni sviluppate e testate in Acqua Campus per l'uso efficiente dell'acqua. L'irrigazione di precisione rappresenta il primo elemento per l'adattamento ai cambiamenti climatici, offrendo una soluzione tangibile alla necessità di tutelare le produzioni e la risorsa idrica dai continui fenomeni di scarsità. L'integrazione del telerilevamento per la gestione dell'acqua in agricoltura è un elemento fondamentale in questo approccio trasformativo. Un caso esplicativo di queste soluzioni è rappresentato da IRRIFRAME, il sistema di supporto alle decisioni (DSS) di ANBI, progettato dal CER. IRRIFRAME rappresenta un'applicazione pratica dell'irrigazione di precisione, e fornisce agli agricoltori uno strumento robusto per ottimizzare l'utilizzo dell'acqua. Il supporto alle decisioni e la gestione dei Big Data sono stati sviluppati anche a livello territoriale, con il progetto Irrigation Cognitive Manager. Qui l'integrazione e l'armonizzazione di diverse fonti di dati consente di supportare una precisa allocazione dell'acqua, il risparmio idrico e l'implementazione di Goccia Verde, la certificazione di sostenibilità volontaria di ANBI. Infine, le soluzioni basate sulla natura (Nature-Based Solutions) offrono un approccio promettente per affrontare le sfide relative alla qualità dell'acqua per il riuso di risorse civili affinate, sfruttando i processi naturali.

Criteri e prospettive di adattamento delle opere idrauliche

Luigi DA DEPPO (Università di Padova)

La materia che tratta della risorsa idrica e del suo uso è in Italia al centro di un dibattito che ha disegnato prospettive allarmanti intorno alla disponibilità della risorsa stessa per appagare i futuri fabbisogni; altrettanto preoccupanti sono i sempre più frequenti fenomeni alluvionali e la temuta desertificazione dei territori, entrambi accreditati alle modificazioni climatiche.

Premettiamo alcune riflessioni: semplici e sintetiche valutazioni possono chiarire quale sia nel nostro Paese il rapporto tra la produzione naturale di acqua e i fabbisogni per gli usi propri della condizione esistenziale e delle attività.

La produzione d'acqua meteorica media annua è di 300×10^9 m³. Per l'uso potabile si può considerare un consumo di 400 litri al giorno per abitante, quindi il consumo annuo è di 9×10^9 m³. L'irrigazione interessa una superficie di circa $2,5 \times 10^6$ ha: assumendo una dotazione specifica media di 1 l/s per ettaro, il consumo totale medio annuo è dell'ordine di 20×10^9 m³. Gli usi industriali, di più incerta determinazione, sono dell'ordine di 5×10^9 m³. Da questa cifra è escluso l'uso idroelettrico, in quanto, dopo questo utilizzo, l'acqua viene interamente restituita. In totale il fabbisogno medio annuo è quindi dell'ordine di 34×10^9 m³: poco più dell'11% della produzione meteorica o del 22% della frazione che scorre nella rete idrografica, il 50% rappresentando la perdita apparente. Si deve però

osservare che i volumi utilizzati non sono tutti consumati: una loro parte ritorna, nel tempo, al sistema di raccolta.

Si può dunque affermare che uno stato di crisi nel sistema idrologico italiano non si pone. Non si deve però per questo immaginare che i problemi non esistano o che non si debba porre mano a una revisione del sistema idraulico per razionalizzare l'uso dell'acqua. Da quanto esposto derivano alcune impostazioni che devono ispirare la politica dell'acqua.

La prima: l'acqua, nel rispetto delle regole che ne disciplinano l'uso, deve essere "messa in banca" cioè invasata in serbatoi di capacità tale da rendere possibile la regolazione pluriennale dei deflussi, anche prelevandola da bacini idrografici dove non può essere immagazzinata, ma con l'avvertenza che alcuni invasi dispongano di elevata capacità per consentire la regolazione pluriennale.

La seconda: è necessario provvedere all'integrazione idrologica, per trasferimento della risorsa tra bacini con diverso clima, oggi facilitata dalle moderne tecniche di costruzione delle grandi condotte e delle gallerie.

La soluzione dei problemi prospettati sta perciò nella costruzione di serbatoi e nei trasferimenti d'acqua.

Al nostro tempo appartiene pure l'affermazione di una cultura cosiddetta ambientalista, dove spesso l'ambiente è confuso con il paesaggio, presso la quale la politica dei serbatoi non è popolare. Problemi, quelli ambientali, da considerare comunque con attenzione e che s'aggiungono a quelli produttivi e di difesa, irrimandabili, posti alla base dei piani.

In Italia le grandi dighe sono 534. Il volume invasabile è di circa $14 \times 10^9 \text{ m}^3$, di questi solo circa $12 \times 10^9 \text{ m}^3$ sono in esercizio normale o sperimentale, essendo una parte ancora in costruzione o con invaso limitato o fuori esercizio.

Fissando al 40% del deflusso annuo la percentuale di volume da invasare per la regolazione annuale delle portate, risulta necessario disporre di $60 \times 10^9 \text{ m}^3$, contro i 14 disponibili che rappresentano il 10% circa del deflusso annuo.

Almeno alcuni dei serbatoi di nuova realizzazione dovrebbero avere capacità tale da consentire una regolazione pluriennale, ossia una capacità alquanto superiore a quella necessaria alla gestione dell'anno medio. Il carattere pluriennale di un serbatoio trova nella funzione multipla della sua regolazione la più ampia giustificazione quando possa realizzarsi un sistema integrato di collegamenti, funzionanti possibilmente a gravità, esteso eventualmente ad altri bacini. Ciò specialmente nella temuta prospettiva di un accentuarsi della condizione climatica.

Accanto alla ineludibile realizzazione di nuovi serbatoi e collegamenti, è da considerare la possibilità di ridurre alcuni consumi, quelli irrigui principalmente. Passando, ad esempio, dal sistema di irrigazione ad aspersione a quello a goccia, il consumo specifico si riduce ad $1/3$. È altresì da valutare la sostituzione di colture tradizionali con colture meno idroesigenti nelle aree con minore apporto idrico naturale. Bisogna tuttavia considerare che il risparmio si ripercuote su una minor alimentazione delle falde, che comporta minore possibilità di prelievo da falda e che, in prossimità del mare, può dar luogo a maggior penetrazione del cuneo salino verso le falde stesse e verso i terreni coltivabili. Tra i problemi dovuti alla siccità è infatti da rilevare la risalita del cuneo salino nei corsi d'acqua, risalita che arriva sempre più lontano dal mare con pericolo di salinizzazione dei terreni. Contro questa evenienza il principale rimedio è garantire nel corso d'acqua, in vicinanza della foce, la portata minima che impedisce l'ingresso, oltre una certa distanza dal mare, dell'acqua salata.

Come possiamo tutti osservare da tempo, oltre ai problemi della siccità, i cambiamenti climatici comportano sempre più accentuati fenomeni di piena dei corsi d'acqua che talvolta generano esondazioni con danni ingenti. I principali rimedi sono: il sovralzo arginale e/o la riduzione della portata di piena. Quest'ultima si ottiene realizzando, a monte, serbatoi che invasino nella fase critica parte della piena, ossia il volume in eccesso rispetto a quello che può transitare in alveo senza danni. Il volume immagazzinato durante la piena viene rilasciato dopo la fase critica dell'evento.

Un'ulteriore considerazione riguarda la necessità, non fosse altro per rispettare gli impegni presi in sede europea e mondiale, di incrementare le fonti di energia rinnovabili per contenere le emissioni di gas che contribuiscono ai mutamenti climatici: idroelettrica, eolica e solare. Tra queste, l'energia idroelettrica svolge un ruolo fondamentale con i cosiddetti impianti di produzione e pompaggio. Questi sono costituiti da due serbatoi a quota differente, collegati con una condotta che, in corrispondenza del bacino inferiore, ha una centrale che può funzionare sia da impianto di produzione che da impianto di pompaggio. Nelle ore di surplus di produzione degli impianti di energia, sia rinnovabile che di fonte termica, questi trasferiscono acqua dal serbatoio inferiore a quello superiore. Gli stessi impianti, nelle ore di maggior richiesta, producono energia prelevando acqua dal serbatoio superiore e turbinandola nella centrale.

Per quanto concerne le varie soluzioni proposte ai problemi delineati, alcune sono forse da ritenere fantasiose, mentre altre sono basate su concetti non abbastanza approfonditi o addirittura non corretti. Tra le soluzioni che in certi ambienti godono di un certo interesse, ma che non si ritengono condivisibili, si ricordano il piano dei 10.000 laghetti per gli usi irrigui e l'acquedotto dall'Albania alla Puglia, per portare in Italia 150x10⁶ m³ di acqua all'anno.

Concludendo, la risorsa idrica disponibile in Italia è ampiamente superiore ai fabbisogni. La soluzione ai problemi che la siccità, la difesa idraulica e la produzione (non solo, e necessariamente, idroelettrica) pongono è da ricercare nella creazione di serbatoi d'appropriata capacità, cioè in grado di soddisfare contemporaneamente i problemi della disponibilità idrica, della difesa dalle piene e di produzione e stoccaggio di energia. Tutto questo si manifesta sotto forma di acqua immagazzinata in quota e nella costruzione di gallerie di collegamento anche tra bacini non appartenenti alla medesima Regione: una visione, dunque, non federalista, almeno in materia d'acque. Ovviamente ricordando che la difesa dalle piene è problema ambientale prioritario e che è al contempo essenziale lo sviluppo economico e sociale dell'ambiente dove vivono le popolazioni.

La strada da percorrere per il controllo dei fenomeni naturali, per la difesa e per il loro utilizzo, non è dunque priva d'asperità. Ma non ci sono alternative!

Dighe e sicurezza idraulica oggi

Angelica CATALANO (Direttore generale Servizio Dighe del Consiglio Superiore LLPP)

Il patrimonio infrastrutturale delle grandi dighe presenti sul territorio italiano costituisce uno degli asset strategici del Paese, essenziale per i consumi idropotabili, irrigui, per la produzione idroelettrica e per la laminazione delle piene. Queste opere sono comprese nel demanio idrico della Regione, competente in materia di concessione della derivazione idrica, mentre la vigilanza sulla sicurezza della costruzione e dell'esercizio delle opere, quindi sui lavori di manutenzione e riqualificazione, è affidata alla Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: questa autorità assicura il controllo sugli impianti, sulla gestione ordinaria e straordinaria e su manutenzioni e nuove costruzioni, anche ai fini della gestione delle emergenze e della salvaguardia della pubblica incolumità.

A partire dall'assetto istituzionale e dall'utilizzazione degli impianti, vengono evidenziate le competenze dei soggetti coinvolti nella gestione opere nel quadro della legislazione vigente e si analizza la consistenza del patrimonio delle dighe di ritenuta in Italia, che comprende 532 sbarramenti realizzati tutti durante il secolo scorso, che interagiscono fortemente con l'ambiente e le attività circostanti.

Circa il 78% delle 532 grandi dighe in Italia sono state oggetto di collaudo tecnico-funzionale alla fine degli invasi sperimentali, mentre il 15% delle dighe hanno ancora invasi sperimentali in corso e nel 7% dei casi i lavori sono stati sospesi o interrotti oppure le opere sono in fase di dismissione.

Rispetto ad una fase di crescita del numero di dighe nella seconda metà del secolo scorso, oggi si assiste ad una riduzione del numero di dighe a causa della dismissione di opere obsolete e ad una perdita di volumi disponibili in quanto la necessità di incrementare la sicurezza delle opere spesso richiede limitazioni del livello di riempimento dei serbatoi. Numerose iniziative ed attività ordinarie e straordinarie sono messe in campo per la gestione e la riduzione del rischio connesso con la presenza sul territorio degli sbarramenti di ritenuta, allo scopo di garantire il mantenimento e il miglioramento delle condizioni di esercizio.

Oltre alle attività di vigilanza ordinaria e straordinaria, nel corso degli ultimi anni la Direzione Dighe sta promuovendo studi, valutazioni e verifiche idrauliche e sismiche con l'obiettivo di incrementare la sicurezza le opere e garantire la salvaguardia dei territori di valle: da questi sono risultati progetti e lavori di manutenzione straordinaria per il miglioramento e l'adeguamento della sicurezza delle strutture o di loro parti. A fronte dei numerosi interventi sugli impianti in esercizio, vi sono anche dei casi in cui questi studi hanno mostrato la necessità di dismissione e messa in sicurezza dei siti nei casi mancanza di utilizzo o di scarsa convenienza economica degli invasi.

I rapporti con il territorio e l'ambiente circostante sono diventati negli ultimi anni sempre più stretti e hanno influito e, talvolta, condizionato l'esercizio degli sbarramenti (piani di laminazioni, oasi WWF, obiettivi turistici), oltre a richiedere specifici interventi (conche di navigazione, scale dei pesci), che si accompagnano a quelli di incremento della sicurezza. Questa maggiore consapevolezza del legame delle dighe e degli invasi artificiali con il territorio ha determinato anche una maggiore coscienza del rischio posto dalla diga al territorio, non solo con riferimento all'evento estremo del collasso, ma anche in condizioni di esercizio ordinario, in relazione al governo delle piene: è stato così messo a punto un sistema di allerta e uno schema maturo di intervento per la protezione della pubblica incolumità.

Partendo dalla consistenza del patrimonio attuale e delle sue necessità di aggiornamento, oltre dall'esame delle criticità che condizionano la sicurezza idraulica e la disponibilità della risorsa, saranno definiti gli scenari futuri nei quali inquadrare il mantenimento del patrimonio, l'aggiornamento della sua sicurezza e lo sfruttamento sostenibile delle risorse.

Stato del Po: piene e siccità

Alessandro BRATTI (Segretario Generale Agenzia del Po, Parma)

L'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po è un Ente pubblico non economico, che opera sotto la vigilanza del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e si occupa della gestione del rischio idrogeologico, oltre che della gestione e della qualità della risorsa idrica.

Il Distretto Idrografico del fiume Po copre un'area con estensione di oltre 86 mila e 800 chilometri quadrati, che comprende otto Regioni – Emilia-Romagna, Liguria, Lombardia, Marche, Piemonte, Toscana, Valle d'Aosta, Veneto e la Provincia Autonoma di Trento - 3.348 comuni e in cui vivono 19 milioni e 850 mila persone.

Il Distretto è collocato in una posizione strategica in termini geografici, economici e sociali: qui, infatti, si concentra il 35% della produzione agricola nazionale, il 55% di quella idroelettrica e il 55% degli allevamenti industriali. Questi elementi lo rendono fortemente vulnerabile ai cambiamenti climatici. Secondo i modelli di previsione, infatti, proprio nella zona di transizione climatica tra il Mediterraneo e il Nord Europa, l'incertezza sul clima dei prossimi decenni sarà più elevata rispetto ad altre aree.

Se prendiamo in considerazione la disponibilità idrica nel Distretto idrografico del Po nel periodo compreso tra il 1991 e il 2020 notiamo che l'afflusso medio annuale è stato di 86 miliardi di metri cubi d'acqua. Degli 86 miliardi 48 vengono veicolati in mare mentre gli altri 38 sono la somma dei volumi evaporati, infiltrati ed utilizzati dall'attività vegetale.

L'anno in cui si è verificato il minore afflusso meteorico è stato il 2017 con 60 miliardi di metri cubi mentre nel 2014 è stato registrato l'afflusso più alto, pari a 121 miliardi.

Per ben sette anni, a partire dal 2000, il bilancio idro-climatico è risultato negativo con un aumento dell'intensità dei singoli eventi piovosi ma con una riduzione complessiva del numero di eventi totali. In particolare, questa situazione si è verificata nel 2001, nel 2003, nel 2007, nel 2011, nel 2015, nel 2017 e nel 2022. Nel periodo di tempo compreso tra il 1991 e il 2022 non si registrano cambiamenti significativi nel volume complessivo delle precipitazioni ma considerando la sola stagione irrigua, da marzo a settembre, risulta evidente la tendenza in calo delle piogge.

La presenza, nel corso degli ultimi anni, di periodi di siccità sempre più frequenti, ha fatto emergere importanti problemi di scarsità, soprattutto per quanto riguarda il settore irriguo: mentre la domanda aumenta, la disponibilità d'acqua diminuisce. La portata media annuale del fiume Po (rilevata a Pontelagoscuro), nel periodo tra il 1976 e il 2006, ha fatto registrare una riduzione significativa del 20/25%. In particolare, nel 2022 si è verificata una grave crisi idrica che ha portato, nel corso di cinque mesi dell'anno, al superamento della soglia critica negativa.

A fronte di questo scenario l'Autorità Distrettuale è impegnata nel miglioramento della gestione della risorsa idrica attraverso best practices per l'utilizzo dell'acqua e il potenziamento delle interconnessioni. In un orizzonte temporale più ampio l'Autorità sta sviluppando strategie per mitigare le crisi idriche nelle falde, con un'analisi sul possibile utilizzo degli invasi esistenti, oltre al lavoro in atto per la localizzazione di nuovi invasi.

Per quanto riguarda la difesa del suolo l'Autorità Distrettuale ha sviluppato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni, che viene aggiornato ogni sei anni. All'interno del PGRA sono state sviluppate le mappe di pericolosità e del rischio, che delineano le aree potenzialmente allagabili e il numero di abitanti che potrebbero essere coinvolti in caso di eventi meteorologici estremi. Tra le misure previste dal PGRA ricordiamo le campagne di monitoraggio sull'intera asta fluviale, il miglioramento della capacità di laminazione delle golene e la restituzione della naturalità ai corsi d'acqua per migliorare la laminazione naturale delle piene.

L'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po ha inoltre sottoscritto convenzioni con 17 Università e 2 Centri di Ricerca del CNR allo scopo di aggiornare e migliorare i quadri conoscitivi della pianificazione di bacino e aumentare la consapevolezza dei cambiamenti climatici.

Gli eventi piovosi del maggio 2023 hanno rappresentato complessivamente il 50% delle precipitazioni medie annue nella regione Emilia-Romagna. L'evento piovoso ha interessato l'intero reticolo fluviale, provocando l'esondazione di 23 fiumi. Allagamenti diffusi si sono verificati nell'area tra Bologna e Rimini, con rotture di argini.

Il Progetto di Rinaturazione del Po, coordinato dall'Autorità Distrettuale del Fiume Po, è stato inserito per 357 milioni nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. È il più grande progetto di adattamento ai cambiamenti climatici mai proposto in Italia lungo un fiume e a scala di bacino, che coinvolge quattro Regioni - Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto - 106 Comuni, 11 Province e 19 aree protette.

Il progetto Climax Po - che coinvolge 21 partner più 4 associati ed è stato finanziato per oltre 17 milioni di euro - nasce con l'intento di promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici attraverso una gestione 'climaticamente intelligente' delle risorse idriche a scala di distretto idrografico. Partito nel febbraio del 2023, si estenderà temporalmente fino al gennaio del 2032.

Le crisi idriche e le alluvioni. Il ruolo dell’Agenzia ItaliaMeteo nel fornire supporto alla gestione di eventi estremi

Carlo CACCIAMANI (Italia Meteo)

I segnali del cambiamento climatico sono oramai evidenti e rilevabili dalla scala globale a quella locale. Rapidissimi e marcati aumenti delle temperature, aumentata frequenza di occorrenza e di intensità di fenomeni estremi ne sono i segnali più evidenti. La conseguenza di tutto ciò è la notevolissima crescita delle condizioni di rischio. L’area del Mediterraneo, dove è localizzato il nostro Paese, è considerata un hot spot climatico, dove il segnale di aumento delle temperature è particolarmente sensibile. Gli impatti determinati da tale aumento termico sono molteplici e di segno talvolta opposto: da un lato l’aumento delle temperature estreme, in particolare d’estate, connessi a lunghi periodi di “alta pressione” che mantiene tempo stabile e scarsi apporti pluviometrici, favorisce l’occorrenza di sempre più frequenti periodi siccitosi; dall’altro lato è altrettanto vero che il “troppo caldo” aumenta le condizioni di instabilità dell’atmosfera e favorisce l’aumento di vapor d’acqua al suo interno, con conseguente maggiore probabilità di occorrenza di eventi temporaleschi intensi e di breve durata e in grado di determinare apporti pluviometrici anche eccezionali, a cui seguono piene fluviali e quindi, in molti casi, inondazioni. Si tratta di una sorta di “medaglia” a due facce che sempre più spesso caratterizza vaste aree del nostro Paese.

Per mitigare i danni connessi a condizioni di rischio così diverse e opposte come possono essere le siccità e le alluvioni, sono necessari interventi sia strutturali che non strutturali. Esempi di interventi strutturali per ridurre il rischio alluvioni sono la costruzione di “casse d’espansione” che possono “tagliare” le piene fluviali, inondando aree appositamente individuate. Relativamente agli interventi strutturali per contenere il rischio contrario, la siccità e connessa scarsità di risorsa idrica, una possibile opzione può essere la costruzione di invasi di piccola, media o grande capacità, in grado di “trattenere” l’acqua quando c’è, e di rilasciarla quando è assente.

Sul fronte invece degli interventi non strutturali, sono essenziali per entrambe le tipologie di rischio l’ottimizzazione dei sistemi di preannuncio, o Early Warning, che consentano di informare le persone in anticipo, ad esempio prima dell’occorrenza di una piena fluviale, e metterle quindi in sicurezza. Nel caso opposto della scarsità di risorsa idrica sono invece magari necessari dei piani di gestione della risorsa che possano permettere una equa distribuzione dell’acqua, tenendo conto delle necessità e degli usi, secondo una scala di priorità da definire.

La meteorologia e la climatologia sono assolutamente essenziali per la gestione di tali processi, che meglio potrebbero essere chiamate “azioni di adattamento ai cambiamenti climatici” per quanto concerne la riduzione del rischio idrogeologico-idraulico e quello, opposto, di water scarcity. Essenziale sono, prima di tutto, il monitoraggio meteo in tempo reale ed anche la previsione meteo, che permettono di conoscere bene la situazione in atto e quanto meglio possibile la sua probabile evoluzione futura, alle diverse scadenze temporali.

Oggi il compito di monitorare e prevedere lo stato del tempo, prodromo al possibile verificarsi di situazioni di rischio, è svolto da molte istituzioni “meteo” (gli “Enti Meteo”) presenti sul territorio nazionale, che forniscono dati, prodotti e servizi per un vasto e crescente spettro di utenti che operano a diverse scale spaziali e su vari settori di attività. Negli ultimi dieci anni si è notata una forte crescita nella quantità e qualità di tali prodotti e servizi, forniti da strutture “meteo” sia pubbliche che “private”. Purtroppo, tale crescita è avvenuta senza che ci fosse un adeguato sforzo di coordinamento centrale, che definisse standard comuni nei processi di monitoraggio, nelle pratiche di gestione delle reti osservative ed anche nella realizzazione delle previsioni meteo più generali nonché dei servizi settoriali, che da esse possono derivarsi, a beneficio delle diverse filiere applicative a valle. Per far fronte a queste problemi lo Stato italiano, dopo diversi tentativi andati a

vuoto negli ultimi 20 anni, ha provveduto ad istituire l'Agencia per la Meteorologia e Climatologia con la Legge n. 205/2017, pensandola come nuova Struttura di servizio meteorologico nazionale in grado di rendere disponibili i "dati" meteo e di previsione necessari per la gestione delle condizioni di rischio, attraverso il concorso dell'intero sistema meteorologico nazionale "distribuito", costituito dai citati "Enti Meteo", che ha il ruolo di rafforzare e coordinare, favorendo anche le attività di ricerca e sviluppo di settore e promuovendo il processo di omogeneizzazione dei linguaggi e dei contenuti, a beneficio dei diversi stakeholder e dei cittadini.

Lezioni dalle recenti alluvioni in Romagna

Stefano ORLANDINI (Università di Modena)

L'evento meteorico accaduto in Romagna tra il 16 e il 18 maggio 2023 ha rilasciato un volume di precipitazione pari a 781 milioni di metri cubi su un'area di 4786 chilometri quadrati, per un'altezza media areale di precipitazione pari a 163 millimetri. L'evento è stato senz'altro estremo (raro) nel suo complesso, ma se ne richiede un'analisi dettagliata al fine di comprendere i suoi effetti sui sistemi geologici e fluviali. L'analisi di frequenza delle precipitazioni osservate su 95 pluviometri nel corso dell'evento rivela infatti che, sebbene il periodo di ritorno (ricorrenza media) dell'altezza di precipitazione caduta sulla durata complessiva di 36 ore sia prossimo a 500 anni, il periodo di ritorno della massima altezza di precipitazione caduta sulla durata di 12 ore è prossimo a 20 anni. In tali condizioni, non è del tutto sorprendente la risposta geologica dei versanti montani. Sottoposti a un'altezza cumulativa di precipitazione inusuale, i versanti si sono mossi per il loro appesantimento e per la loro ridotta resistenza allo scorrimento. Potrebbe anche non sorprendere il collasso di numerosi (23) argini. Una corrente fluviale di piena che dura nel tempo può infatti causare il collasso degli argini per eccesso di saturazione. Riguardo ai deflussi di piena, tuttavia, considerando che i bacini idrografici romagnoli sono specificamente vulnerabili a precipitazioni con durate comprese tra 6 e 12 ore, l'evento meteorico non spiega interamente l'insufficienza idraulica diffusa dei corsi d'acqua. L'analisi delle frazioni di precipitazione che contribuiscono alle piene fluviali (coefficienti di deflusso) conferma il ruolo decisivo delle precipitazioni antecedenti all'evento. Le portate osservate (seppure con qualche incertezza) durante l'evento presentano, tuttavia, periodi di ritorno prossimi a 100 anni. Tali portate, per quanto rare, dovrebbero essere smaltite in un territorio dotato di un livello di mitigazione ottimale del rischio idraulico. Sovrapposti a una condizione di insufficienza idraulica diffusa dei corsi d'acqua, sono stati inoltre osservati meccanismi specifici di collasso arginale che da oltre dieci anni stanno causando numerosi disastri alluvionali in Italia. L'evento della Romagna impone in definitiva la necessità di riaccreditare le conoscenze idrologiche e idrauliche già ampiamente disponibili nel nostro Paese al fine di assicurare la stabilità dei sistemi geologici e fluviali rispetto agli eventi meteorici estremi.

Frane e rischio da frana in Italia

Fausto GUZZETTI (Linco, CNR Perugia)

Posta fra le Alpi e il Mediterraneo, l'Italia ha una lunga storia di eventi naturali pericolosi: geofisici, idrologici, geomorfologici, meteorologici. Gli eventi sono frequenti e diffusi e contribuiscono a scolpire (letteralmente!) un territorio complesso di oltre 300.000 chilometri quadrati, con 59 milioni di persone, oltre 30 milioni di edifici e 180.000 chilometri di vie di comunicazione. A seconda del pericolo (terremoti, attività vulcaniche, inondazioni, frane), il numero di persone esposte varia da milioni a decine di milioni. Per alcuni pericoli

("rischi") naturali, si prevede che il numero aumenti a causa dei cambiamenti climatici e ambientali attesi, o in atto.

Fra tutti i pericoli naturali, in Italia più che altrove le frane rappresentano un problema particolarmente serio. I Servizi geologici delle regioni e delle province autonome hanno cartografato oltre 630.000 frane. Questo fa dell'Italia il Paese europeo con il maggior numero di frane censite. Nel maggio scorso (2023), due eventi pluviometrici a pochi giorni l'uno dall'altro hanno causato oltre 50.000 frane in Emilia-Romagna, con una media di oltre 8 frane al chilometro quadro, la maggior parte delle quali non note in precedenza. È l'evidenza di quanto sia incompleta la nostra conoscenza sulle frane. In Europa, l'Italia ha anche il primato della frana con il maggior numero di vittime: è la frana del Vajont del 9 ottobre 1963 che causò oltre 1900 morti. Le vittime del Vajont non sono state le uniche. L'osservatorio POLARIS – popolazione a rischio da frana e da inondazione in Italia (<https://polaris.irpi.cnr.it/>), nei 50 anni fra il 1973 e il 2022 ha contato 1087 fra morti e dispersi, almeno 1443 feriti e oltre 144.000 sfollati e senza tetto per frana. Nel 2023, i morti per frana sono stati 10, i feriti almeno 18, e gli sfollati e senza tetto quasi 1700, in 94 località di 85 Comuni in 18 Regioni.

Sostengo che per tutti i pericoli naturali, ma per le frane in particolare, nei prossimi decenni non saremo in grado di rendere intrinsecamente sicuri i nostri territori, siano essi naturali o antropizzati. Sarebbe troppo difficile e costoso e, in alcuni casi, socialmente inaccettabile. Nel prossimo futuro le strategie di riduzione del rischio dipenderanno dalla nostra capacità di prevedere le frane e le loro conseguenze. Ciò significa anticipare (far conoscere in anticipo) dove, quando e quanto grandi e numerose potranno essere le frane. Tra le previsioni, le più incerte sono quella temporale e quella delle dimensioni e del numero delle frane. Per le previsioni geografiche la difficoltà risiede nella preparazione di zonazioni affidabili a scala nazionale. Nella letteratura emergono quadri modellistici innovativi che combinano le previsioni geografiche e temporali, e in prospettiva dimensionali. Infine, prevedere il rischio implica anticipare quali possano essere le conseguenze delle frane per diversi elementi vulnerabili, inclusa la popolazione. Per questo, sono necessari studi sulla vulnerabilità, migliori capacità di allertamento, più efficaci strategie di comunicazione, e la quantificazione dei benefici della prevenzione.

L'Italia ha una consolidata tradizione di ricerca nel campo del dissesto geo-idrologico, incluse le frane. I progetti finalizzati "Conservazione del suolo" e "Geodinamica" negli anni '70 e '80 dello scorso secolo, e successivamente il Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, hanno fatto avanzare le conoscenze e le tecnologie, in particolare di monitoraggio, e hanno prodotto una generazione di ricercatori e docenti attiva a livello internazionale. Oggi è necessario un cambio di paradigma che partendo dai problemi aperti e utilizzando le tecnologie emergenti per il rilevamento, il monitoraggio e il calcolo, focalizzi la ricerca sulla comprensione delle relazioni fra le "forzanti" (climatiche, meteorologiche, sismiche, antropiche) e le loro conseguenze (sociali, economiche e ambientali), di breve e di lungo periodo, e sullo sviluppo di strumenti previsionali in grado di fornire un supporto efficace alla gestione territoriale e alla riduzione del rischio geo-idrologico.

Metastatistiche e tempo di ritorno di eventi estremi

Marco BORGA (Università di Padova)

L'analisi dei valori estremi è ampiamente utilizzata nelle diverse aree scientifiche per la predizione di eventi e la valutazione di rischi che hanno bassa probabilità e alto impatto, come piene e siccità. In particolare, si quantifica la frequenza di accadimento di un evento specificandone il tempo di ritorno, ovvero il tempo medio che intercorre fra due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità. La stima del tempo di ritorno, o del valore di ritorno, è fondamentale per una grande varietà di

applicazioni nelle scienze dell'acqua, ed è tanto più incerta, e spesso distorta, quanto più scarsi sono i dati disponibili per l'identificazione delle distribuzioni di probabilità utilizzate per l'inferenza statistica. E' pertanto paradossale osservare che in ingegneria si tendono ad utilizzare metodologie fondate solo su una frazione assai esigua dei dati, ovvero i massimi annuali, inevitabilmente esponendo le stime finali a incertezze del tutto rilevanti. L'intervento illustra una serie di metodologie statistiche, dette metastatistiche, di recente sviluppo e nate nel contesto dell'idrologia, che permettono di superare questo limite fondamentale. Rimuovendo l'ipotesi asintotica nella classica teoria del valore estremo, questi modelli permettono di tener conto dell'intera distribuzione degli eventi "ordinari" sottostanti - ovvero gli eventi che non sono massimi annuali, conseguendo in tal modo una drastica riduzione dell'incertezza di stima campionaria nelle stime, a parità di estensione delle serie temporali a disposizione.

L'intervento descrive poi alcune applicazioni delle metastatistiche a modelli climatici ad alta risoluzione, dove la convezione atmosferica non è più parametrizzata ma risolta esplicitamente attraverso le equazioni. A causa della loro complessità computazionale, le simulazioni ottenute da questi modelli sono attualmente disponibili solo per estensioni temporali assai limitate (generalmente un decennio). Anche in questo contesto di scarsa disponibilità di dati, le metastatistiche permettono di chiarire alcuni importanti caratteristiche delle precipitazioni temibili soggette a cambiamento climatico.

Cambiamenti climatici e ciclo idrologico globale

Annalisa CHERCHI (CNR Bologna)

I cambiamenti climatici in atto caratterizzato da un continuo riscaldamento globale influenzano caratteristiche e variabilità del ciclo idrologico globale che rappresenta la trasformazione ed il passaggio dell'acqua nelle sue forme attraverso le componenti del sistema Terra.

L'effetto del riscaldamento globale sul ciclo idrologico globale non è solo l'aumento dell'evaporazione superficiale in risposta all'aumento della temperatura, e non è solamente legato all'aumento o diminuzione delle precipitazioni in alcune regioni del globo. Infatti, una risposta chiara del ciclo idrologico al riscaldamento globale è l'aumento e l'intensificarsi degli eventi estremi (sia quelli umidi che quelli secchi), ma anche il cambiamento nella sua stagionalità. La conoscenza di come è cambiato il ciclo idrologico e di come cambierà nel futuro in scenari di riscaldamento globale è cruciale per la pianificazione e la gestione dell'acqua in tutti i settori vitali della società.

Sempre più stringente e fondamentale per la sostenibilità ambientale e la sicurezza idrica a lungo termine è la necessità che lo studio dell'acqua (in tutte le sue forme) e delle risorse idriche connesse sia integrato e multidisciplinare.

Estremi in idrologia fluviale

Alberto VIGLIONE (Politecnico di Torino)

Nell'ambito dell'idrologia delle piene fluviali, i cigni neri rappresentano eventi inaspettati che colgono di sorpresa sia gli amministratori che i cittadini, generando enormi impatti ma che, dopo il loro verificarsi, con il senno di poi, sembrano prevedibili e comprensibili. Il mio intervento mira a mostrare come i cigni neri nell'idrologia delle piene fluviali possano "essere resi grigi", ovvero possano essere anticipati in una certa misura, in termini probabilistici, e/o resi meno impattanti, attraverso diverse strategie:

1. Espandendo le informazioni sulle probabilità di piena, raccogliendo dati su alluvioni avvenute in diverse località e periodi.

2. Approfondendo la comprensione dei meccanismi che causano code pesanti nella distribuzione della frequenza delle piene.
3. Analizzando i fattori che provocano cambiamenti nel tempo delle piene.
4. Considerando le incertezze nei dati, nei modelli e nelle stime della frequenza delle piene.
5. Tenendo conto delle possibili dinamiche dei sistemi uomo-acqua.
6. Integrando l'approccio tradizionale top-down, che si basa su modelli predittivi per la valutazione del rischio idrologico, con un approccio bottom-up focalizzato sulla robustezza agli impatti e sulla capacità di ripresa dei sistemi.