

**Previsioni dell'Ipcc
a livello mondiale**

Secondo le proiezioni effettuate dall'Ipcc (Intergovernmental Panel on Climate Change) a livello mondiale, la media annuale del run-off dei fiumi e la disponibilità di acqua a metà secolo aumenteranno di un 10-40% alle alte latitudini e in alcune aree umide tropicali, e diminuiranno del 10-30% in alcune regioni aride alle medie altitudini e nei tropici secchi; alcune di queste aree sono già soggette a stress idrico. In alcune zone ed in particolari stagioni, i cambiamenti sono diversi da queste condizioni annuali. L'estensione delle aree affette da siccità probabilmente aumenterà (Figura). Gli eventi di forti precipitazioni, che molto probabilmente vedranno aumentata la loro frequenza, faranno aumentare il rischio di inondazioni. Inoltre le riserve di acqua conservate nei ghiacciai e nelle coperture nevose diminuiranno, riducendo la quantità di acqua disponibile nelle regioni che usufruiscono delle acque di scioglimento provenien-

ti dalle maggiori catene montuose, regioni dove vive attualmente più di un sesto della popolazione mondiale.

**Variazioni climatiche
documentate in Italia**

A livello italiano sono stati condotti alcuni lavori per caratterizzare l'evoluzione climatica del nostro Paese. Secondo quanto scritto dall'Enea emerge che, nel periodo 1865-1996, le temperature massime e minime mensili siano aumentate in modo differente nelle diverse regioni, ma soprattutto fra Italia settentrionale ed Italia centro-meridionale. La temperatura massima è aumentata nel periodo di osservazione di circa 0.6°C nelle regioni del nord e di 0.8 °C nelle regioni del centro-sud, la temperatura minima è aumentata di circa 0.4°C nelle regioni del nord e 0.7°C nel centro-sud. L'inverno è la stagione nella quale le temperature massime e minime sono aumentate maggiormente in tutte le regioni italiane. Le serie storiche italiane più affidabili per

quanto concerne le precipitazioni non risalgono al secolo scorso, come nel caso della temperatura, ma sono più recenti e riguardano settantacinque serie di precipitazioni giornaliere relative al periodo dal 1951-1996, dalle quali si evidenzia che in questi ultimi 50 anni circa le precipitazioni totali sono diminuite in tutto il territorio nazionale con maggiori riduzioni nelle regioni centro-meridionali, rispetto a quelle settentrionali. Il numero complessivo dei giorni di pioggia in tutto il territorio nazionale è diminuito di circa il 14% senza significative variazioni fra regioni settentrionali e regioni centro-meridionali, e a livello stagionale si riscontra, in generale e per tutte le regioni, che la riduzione dei giorni di pioggia è molto più elevata nella stagione invernale rispetto alle altre stagioni e inoltre una tendenza generale all'aumento dell'intensità delle precipitazioni e ad una diminuzione della loro durata. L'aumento dei fenomeni siccitosi riguarda tutte le regioni italiane, ma la persistenza dei periodi di

STRATEGIE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

Le misure di mitigazione previste dai protocolli internazionali puntano ad agire sulle forzanti del clima ma gli effetti hanno tempi lunghi. In ambito scientifico e politico si ritiene puntare anche all'implementazione di strategie di adattamento che agiscono direttamente sul "danno che si manifesta" e non sulle sue cause.

gestione ambientale

siccità è diversamente distribuita: nelle regioni settentrionali la persistenza è maggiore in inverno, mentre nelle regioni meridionali la persistenza è maggiore in estate.

Evoluzione climatica

Oltre al documento Enea, è interessante segnalare i risultati di uno degli ultimi studi sviluppati dal gruppo di climatologia storica del Cnr - Isac. Questo lavoro appare particolarmente interessante in quanto risulta la più completa ricostruzione dell'evoluzione climatica in Italia durante il periodo compreso tra il 1867 e 1996, realizzata utilizzando dati relativi alle medie mensili provenienti da 46 stazioni distribuite uniformemente sul territorio italiano. Globalmente i risultati confermano che ci sono significative differenze tra il recente riscaldamento in Italia e le altre aree centrali e settentrionali dell'Europa. La penisola italiana è stata suddivisa in due regioni principali Nord e Sud, con una linea di demarcazione che parte approssimativa-

mente dal golfo di La Spezia e percorre tutta la dorsale appenninica Emiliano-Romagnola per poi fermarsi poco al di sotto d'Ancona. Per quanto riguarda la temperatura c'è una tendenza all'aumento sia al Nord sia al Sud, rispettivamente di 0.4°C e 0.7°C. Per quanto riguarda, invece, le precipitazioni c'è una propensione, sul periodo considerato, alla diminuzione delle precipitazioni tanto al Nord quanto al Sud; unica eccezione è l'aumento delle precipitazioni della stagione invernale al Nord.

I giorni di pioggia sono in diminuzione sia al Nord sia al Sud con la stessa tendenza, mentre l'intensità delle precipitazioni è in aumento con un valore annuale leggermente superiore al Nord rispetto al Sud.

Pare rilevante sottolineare che in questo studio non si verificherebbe aumento di temperatura al nord nel periodo estivo, mentre per le precipitazioni al nord nella stessa stagione praticamente non si verificano variazioni di rilievo.

Agricoltura e clima

Questi risultati tuttavia non sono del tutto stabili, infatti, uno studio del clima italiano negli ultimi 130 anni, presentato nell'ambito del progetto "ClimAgri - Cambiamenti Climatici e Agricoltura" su dati giornalieri invece che mensili "consentendo quindi di studiare più in dettaglio la tendenza al decremento delle precipitazioni in Italia, indagando il fenomeno in modo più approfondito che con i dati mensili" porge i seguenti risultati: oltre al set di serie mensili precedentemente descritto, è stato predisposto anche un database di 75 serie di precipitazioni giornaliere per il periodo 1951-2000. Questi dati hanno consentito di studiare più in dettaglio la tendenza al decremento delle precipitazioni in Italia, indagando il fenomeno in modo più approfondito che con i dati mensili. Da questo database sono stati studiati, oltre alle piogge totali, il numero di giorni piovosi e le intensità delle precipitazioni. Grazie al maggior numero di stazioni, queste variabili sono state studiate suddividendo il territorio in sottoregioni molto più piccole di quelle considerate per i dati mensili. Tale suddivisione è stata ottenuta mediante un'analisi alle componenti principali. Questi dati evidenziano una riduzione abbastanza contenuta e spesso statisticamente non significativa della quantità di pioggia, mentre per il numero di giorni piovosi la riduzione è molto più evidente, in particolare in inverno, stagione nella quale tutte le stazioni italiane mostrano un trend negativo. In questa stagione, peraltro, alla riduzione nel numero di giorni di pioggia, si associa anche una tendenza ad un aumento nella frequenza dei periodi "secchi" per i quali è stata anche osservata una persistenza maggiore al Nord in inverno e al Sud in estate. Accanto alla diminuzione del numero di giorni di pioggia, il periodo 1951-2000 è stato caratterizzato da un significativo incremento dell'apporto medio per singolo giorno piovoso (intensità). Quest'incremento, anche se è meno evidente del decremento del numero di giorni di pioggia, è presente lungo tutto l'arco dell'anno.



gestione ambientale

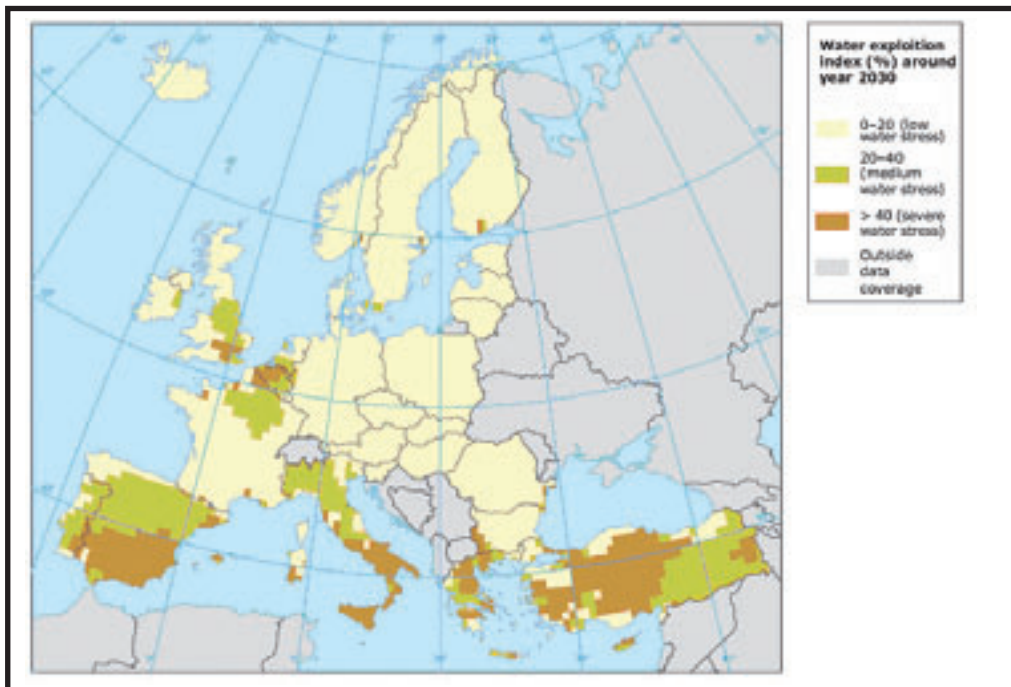


Figura - Stress idrico nei bacini europei nello scenario base-line al 2030. [Nota: Water Exploitation Index è la percentuale delle risorse idriche disponibili prelevate ogni anno. Fonte: European Environmental Agency]

Le precipitazioni sono diminuite negli ultimi dieci anni (1990/2000) in tutte le aree con valori compresi tra -10,9 e -2,9 mm, tranne in quella tirrenica in cui si è mantenuto pressoché costante (0,2 mm).

Dalla mitigazione all'adattamento

Le politiche di mitigazione, cioè quelle mirate a ridurre le emis-

Osservazione per aree

Ancora per l'Italia settentrionale, uno studio pubblicato dall'Arpa Emilia Romagna nel 2001, basato su 30 stazioni sinottiche situate nel Nord Italia nel periodo compreso tra 1960 e 1999, sottolinea come analizzando le serie temporali dei dati annuali, l'area adriatica, negli ultimi dieci anni (1990-1999), ha dei valori di precipitazioni che si sono mantenuti al di sotto della media del trentennio di riferimento (1960-1990), in particolare gli ultimi tre anni sono stati i meno piovosi dei 40 anni considerati. Dai dati storici le precipitazioni invernali e primaverili hanno subito una diminuzione in tutte le aree considerate prendendo come riferimento il trentennio 1960/-1990 confrontandolo con il decennio 1990/2000. Le diminuzioni sono comprese tra -20,7 e -8,7 mm in inverno e tra -29,9 e -9,1 mm in primavera (i valori si riferiscono al valore medio per il periodo). L'area tirrenica è quella che ha subito la maggior flessione invernale, la padana occidentale è quella che presenta la maggior flessione primaverile; i valori autunnali, invece, sono tutti positivi compresi tra 38,3 e 11,8 mm, tranne quello relativo all'area adriatica che segna un valore -0,9 mm. Il valore medio annuale delle pre-

Tabella Possibili strategie di adattamento. [Fonte: European Environmental Agency]

Strategie di adattamento	Descrizione/esempi di applicazione
Condivisione delle perdite	<ul style="list-style-type: none"> - Strategie assicurative - Utilizzo di altri prodotti finanziari - Diversificare
Accettare delle perdite	<p>Dove le perdite non possono essere evitate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alcune specie della flora e fauna montane (alcuni esempi di flora artica alpina potrebbero sparire) - Perdita di aree costiere a livello del mare aumenta e/o aumento dell'erosione delle coste—
Prevenzione degli effetti: soluzioni infrastrutturali e tecnologiche (solitamente in funzione dei futuri investimenti)	<p>Soluzioni di ingegneria "hard" e implementazione di nuovi standard:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nuova capacità di invaso - Nuovi trasferimenti d'acqua - Implementazione di schemi di efficienza idrica - Programmi diffusi di protezione delle coste - Miglioramento dei sistemi di trattamento acque e di prima pioggia - Built resilient housing - Modifica delle infrastrutture di trasporto - Installa o adotta misure di irrigazione - Make room for river (dare spazio al fiume) - Creazione di corridoi ecologici
Prevenzione degli effetti: soluzioni legislative, regolatorie e istituzionali	<ul style="list-style-type: none"> - Trovare nuove vie di pianificazione che attraversi settori e aree di responsabilità individuale (integrazione) - Cambiamento di tradizionali pratiche di pianificazione del territorio per dare maggiore peso a nuovi fattori come il rischio da allagamenti e il mantenimento del bilancio domanda-offerta nei servizi idrici e la sicurezza dell'approvigionamento - Adottare nuovi metodi di comportamento con l'incertezza (attitudine al rischio). - Procurare ulteriori risorse per la difesa da alluvioni di estuari e coste - Aggiornare linee guida per i pianificatori - Inserire fattori di cambiamento climatico nei criteri di selezione di siti per la prevenzione della biodiversità - Modificare standard di progettazione (es. regolamenti edilizi) e dare attuazione alle norme

gestione ambientale

sioni di gas serra, vengono giudicate troppo costose e con un'efficacia di lungo periodo. Pertanto, i costi di mitigazione sostenuti oggi daranno i loro frutti solo in un lontano futuro. Inoltre i suoi costi graveranno specificamente su chi la attua, ma tutti poi possono godere dei benefici derivanti dalla riduzione della temperatura. Per le crescenti difficoltà connesse alla concreta applicazione delle strategie di mitigazione, recentemente, sia in ambito scientifico sia politico, è aumentato in modo consistente l'interesse per le strategie di adattamento, cioè tutti quegli interventi, attuabili in modo preventivo o reattivo, volti a ridurre l'entità del danno qualora l'evento dannoso si manifesti. Che vantaggi offre l'adattamento rispetto alla mitigazione? Anzitutto, la sua

efficacia è molto più immediata. Adattarsi significa agire sugli effetti del cambiamento climatico, direttamente sul "danno che si manifesta" e non sulle sue cause. I benefici di tali misure ricadono direttamente e prevalentemente su chi ne sopporta i costi.

Strategie di adattamento nel settore idrico

Adattarsi dunque significa agire sugli effetti del cambiamento climatico, direttamente sul "danno che si manifesta" e non sulle sue cause. Ma come scegliere le azioni di adattamento nel settore idrico? A livello europeo sono state identificati tre filoni prioritari. La prima priorità per l'adattamento riguarda la riduzione della vulnerabilità delle persone e delle attività dai trend futuri del clima.

Un aumento degli eventi alluvionali, siccitosi e di altri eventi estremi dovuti ai cambiamenti climatici minaccia considerevolmente le economie nazionali e lo sviluppo sostenibile. La seconda priorità riguarda la protezione e il ripristino degli ecosistemi che forniscono risorse terrestri ed idriche critiche. Il deterioramento delle acque e dei suoli minaccia la produzione di beni e servizi generati dagli ecosistemi fluviali. Protezione e riqualificazione di questi ecosistemi sono necessarie urgentemente per mantenere e ripristinare le capacità naturali di aiutare le popolazioni e le infrastrutture dall'impatto della crescente variabilità del clima e dagli eventi estremi. La terza priorità riguarda la gestione del gap tra domanda e offerta di servizi idrici, nell'accezione più ampia previ-

sta dalla Direttiva Quadro Acque (articolo 2, par. 38): tutti i servizi che forniscano alle famiglie, agli enti pubblici o a qualsiasi attività economica:

(a) prelievo, arginamento, stoccaggio, trattamento e distribuzione, di acque superficiali o sotterranee;

(b) strutture per la raccolta e il trattamento delle acque reflue, che successivamente scaricano nelle acque superficiali.

In molte regioni europee, la domanda di servizi idrici attualmente eccede o minaccia il superamento dei livelli sostenibili di offerta.

Le strategie convenzionali per aumentare l'offerta d'acqua (attraverso l'artificializzazione del territorio) non può soddisfare a lungo i crescenti fabbisogni e non è preparata a confrontarsi con la crescente incertezza dei cambiamenti climatici. Sono dunque necessari importanti sforzi per ridurre la domanda. Questo potrà avere inoltre dei benefici indiretti, ad esempio nella riduzione dei consumi energetici dovuti alla distribuzione e al trattamento delle acque. La gamma di possibili azioni di adattamento da applicare alla gestione delle risorse idriche e dei servizi idrici è ampia ed è riportata nella Tabella. Alcune di queste azioni sono già state descritte negli articoli pubblicati su questa rivista l'anno passato sul tema delle siccità e delle alluvioni.

Evitare il rischio o stimolare al cambiamento:
o altre
strategie di delocalizzazione

- Allontanamento di persone da aree cambiare localizzazione ad alto rischio
- Promuovere nuove colture in agricoltura
- Cambiare localizzazione per le nuove edificazioni, le industrie idroesigenti, turismo
- Piani di emergenza

Ricerca

- Migliorare la conoscenza delle relazioni tra le variazioni passate e presenti nel clima e l'adattamento dei sistemi ambientali, sociali ed economici
- Migliorare le previsioni climatiche di breve termine e la caratterizzazione del rischio
- Produrre dati ad alta risoluzione spaziale e temporale sulla variabilità del clima futuro basandosi su scenari prodotti da modelli
- Predisporre maggiori informazioni su frequenza e intensità degli eventi estremi
- Trovare migliori indicatori regionali per i cambiamenti climatici
- Sviluppare sistemi di valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici integrati e basati sul rischio

Educazione, comportamenti

- Allungare l'orizzonte temporale della pianificazione (necessario considerare non solo i 2-5 anni successivi, ma anche i 10-20 anni)
- Ridurre la disomogeneità nella consapevolezza sui cambiamenti climatici tra i portatori d'interesse
- Aumentare la consapevolezza pubblica del bisogno di attuare azioni personali per governare i cambiamenti climatici (sulla salute, protezione degli abitati e consapevolezza sulle alluvioni) e di accettare cambiamenti delle politiche pubbliche (in merito alla protezione delle coste, del territorio e alla conservazione della biodiversità)

Approfondimenti

Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (Cmcc).

<http://www.cmcc.it:8080/web/public/home>.

Cnr - Isac (<http://www.isao.bo.cnr.it/~climstor/>).

ClimAgri (www.climagri.it).

European Environmental Agency

(www.eea.europa.eu).

www.lavoce.info.