

2013, LE STAGIONI DELLE GRANDI PIOGGE

IN EMILIA-ROMAGNA QUESTA PARTE DELLA PRIMAVERA, COME L'AUTUNNO E L'INVERNO TRASCORSI, È CARATTERIZZATA DAL RITORNO DI ABBONDANTI PRECIPITAZIONI, CON PUNTE OLTRE I 600 MM SUL CRINALE APPENNINICO. SONO GRAVI GLI EFFETTI SUL TERRITORIO, ANCHE PER L'AGRICOLTURA. LE ANOMALIE CONFERMANO L'INTENSIFICARSI DEGLI EVENTI LEGATI AL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ATTO.

In totale controtendenza rispetto ai precedenti due anni (2011 e 2012) molto siccitosi (Grazzini, 2012), l'autunno, l'inverno e questa prima parte di primavera hanno visto il ritorno di precipitazioni molto abbondanti e persistenti sull'Emilia-Romagna. Se l'aumento delle precipitazioni autunnali è una tendenza oramai consolidata a partire dagli anni 2000, il forte *surplus* di precipitazioni invernali/primaverili rappresenta forse l'anomalia più sorprendente nel panorama di questi ultimi anni. Da notare anche le abbondanti e frequenti nevicate che hanno caratterizzato il periodo invernale, come quella per esempio del 22-23 febbraio, con oltre 50 cm di neve fresca in collina, a cui si sono associati frequenti episodi di disgelo. La continua alimentazione meteorica e i ripetuti cicli di fusione e rigelo del manto nevoso hanno determinato la totale imbibizione dei terreni, anche in profondità, generando fenomeni di dissesto diffusi e piene fluviali anche a fronte di eventi di pioggia non particolarmente intensi.

Piogge invernali stile anni 30

Dopo le abbondanti precipitazioni

FIG. 1
METEO,
PRECIPITAZIONI

Mappe della precipitazione in Emilia-Romagna nel periodo 1 marzo 2013-7 aprile 2013.

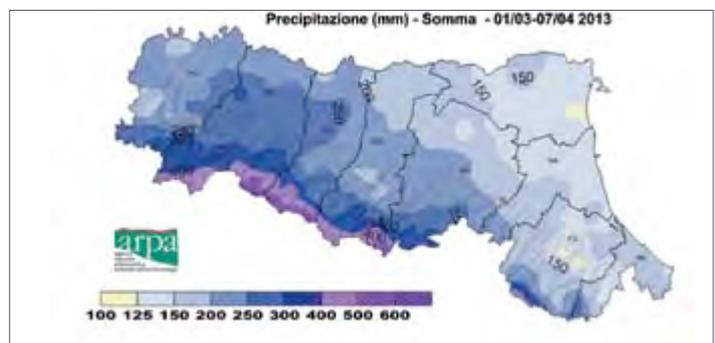
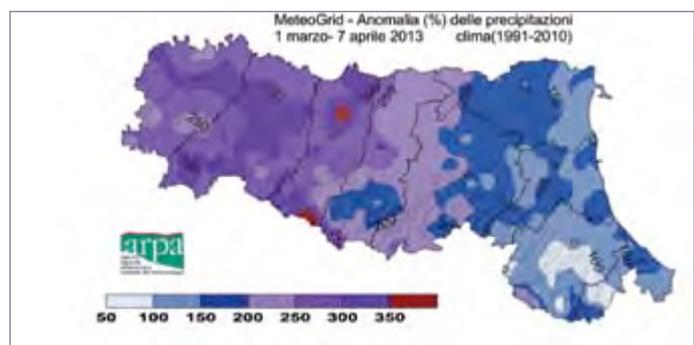


FIG. 2
METEO,
PRECIPITAZIONI

Mappa dell'anomalia della precipitazione (rispetto alla climatologia 1991-2010) nel periodo 1 marzo 2013-7 aprile 2013.



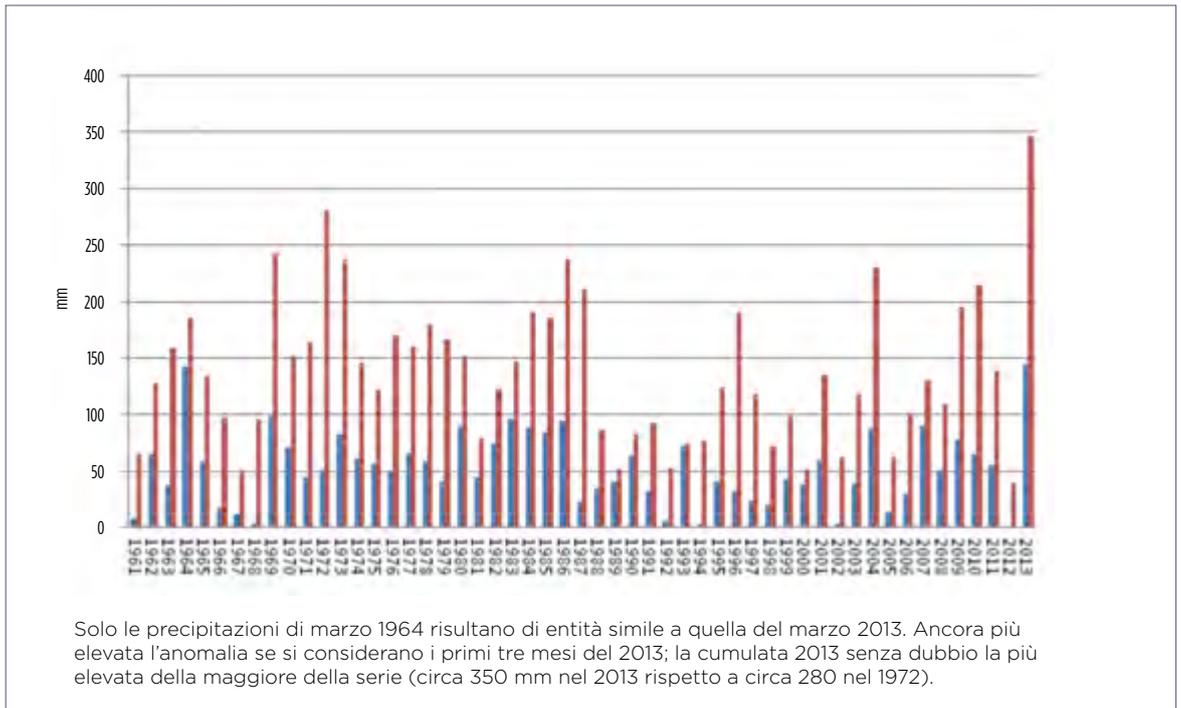
autunnali e invernali, le precipitazioni sono continuate a cadere anche in marzo e nella prima settimana di aprile, determinando un brusco aggravamento dei fenomeni

di dissesto idrogeologico sull'appennino centrale. Dal bolognese al reggiano, l'Agenzia regionale di Protezione civile ha registrato più di 500 segnalazioni di

FIG. 3
METEO,
PRECIPITAZIONI

Pianura bolognese,
precipitazioni di marzo
e dei primi tre mesi
dell'anno dal 1961 al 2013.

■ prec. marzo
■ prec. gen-mar



frana nel solo mese di marzo. Nei 40 giorni compresi fra il primo marzo e il sette aprile, quando il terreno era ormai già saturo, sono caduti dal doppio al quadruplo dei quantitativi di pioggia attesi dalla climatologia per lo stesso periodo. In *figura 1* è mostrata la mappa delle precipitazioni osservate ricavata dall'interpolazione delle stazioni pluviometriche. Si notano mediamente precipitazioni superiori ai 150 mm su tutta la regione, con punte oltre i 250 mm sulle colline emiliane e valori oltre i 600 mm sul crinale appenninico tosco-emiliano. Si ricorda che mediamente sulle zone di pianura e prime colline i valori climatologici per questo periodo (marzo e prima decade di aprile) dovrebbero attestarsi intorno ai 70-80 mm.

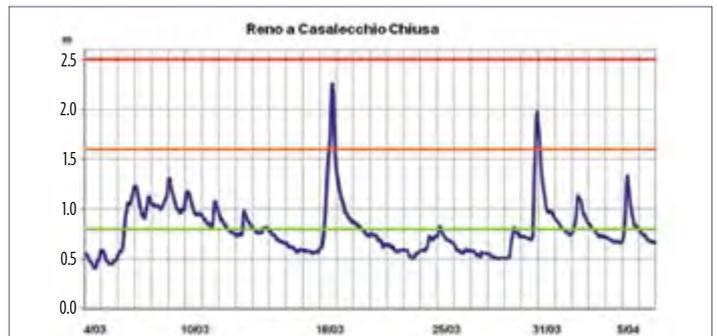
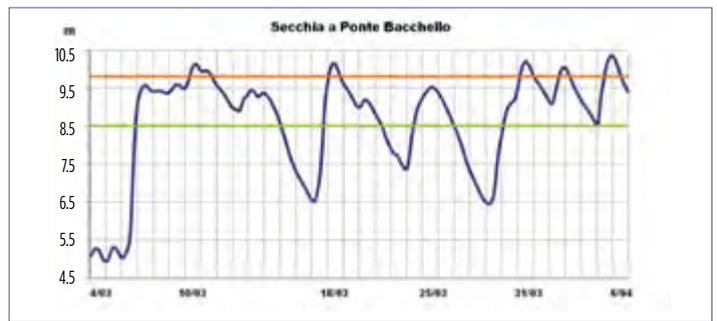
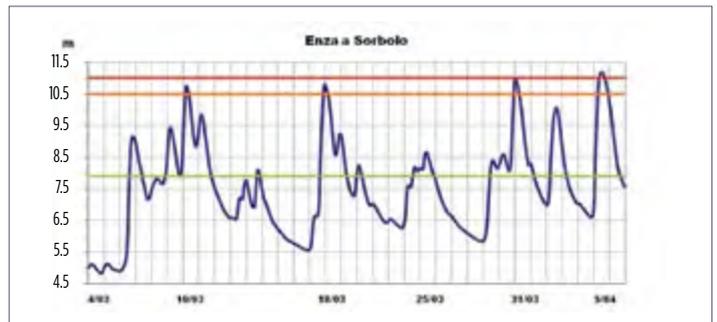
In *figura 2* è rappresentata la distribuzione spaziale dell'anomalia di precipitazione. È evidente la forte anomalia positiva di precipitazione su tutto il territorio, che diventa molto marcata sul settore emiliano, dove arriva a oltre il 300%, rispetto al periodo 1991-2010, su ampie zone di territorio.

Se andiamo a valutare l'eccezionalità delle piogge di marzo sulle stazioni climatologiche caratterizzate da lunghe serie storiche, che mediamente si estendono dai primi anni 20 fino a oggi, si vede che la cumulata di marzo 2013 si posiziona, in molte stazioni, su valori molto anomali compresi fra il 95° e 99° percentile. I percentili sono stati calcolati sul periodo di riferimento comune a tutte le stazioni 1951-2010.

Per quanto riguarda la zona pedecollinare emiliana, fra Parma e Bologna, bisogna

FIG. 4
PIENE FLUVIALI,
MARZO/APRILE 2013

Livelli idrometrici registrati in alcune stazioni di misura della regione, esemplificativi delle frequenti piene fluviali, alcune ragguardevoli come quella del Reno a Casalecchio registrata il 18/03/2013, la quinta dal 1951 per altezza al colmo.

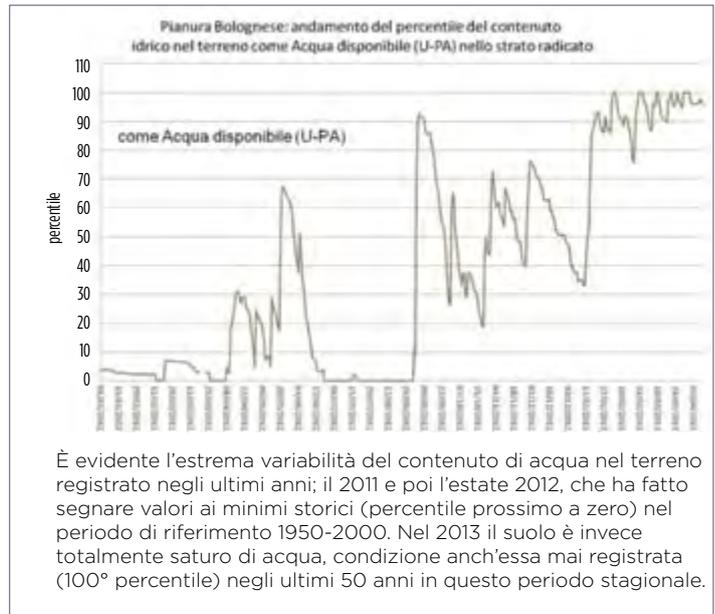


Le righe colorate indicano i rispettivi livelli di attenzione: verde (ordinario), arancione (moderato), rosso (elevato).

risalire al 1964 per ritrovare valori simili che comunque in alcune zone, come quella del parmense e del bolognese, sono stati superati (figura 3). Per quanto riguarda gli apporti in montagna, più elevati, bisogna tornare ancora più indietro nel tempo per trovare valori confrontabili, agli anni 30 quando si ebbero una serie di primavere molto piovose. In particolare si segnalano quelle del 1927, 1928, 1934 e del 1937 che risultano un poco più piovose, anche se comparabili come valori di pioggia caduta sulle zone appenniniche. Da notare però, come evidente dal grafico di figura 3, che le abbondanti piogge di marzo sono seguite a una stagione autunnale e invernale già caratterizzata da piogge molto abbondanti, portando anche le cumulate semestrali (da ottobre a marzo) su valori molto anomali, generalmente superiori al 90° percentile.

FIG. 5
ACQUA DISPONIBILE
PER SUOLO AGRICOLO

Pianura bolognese, andamento del percentile di acqua disponibile per le colture nei primi 120 cm di suolo agricolo.



È evidente l'estrema variabilità del contenuto di acqua nel terreno registrato negli ultimi anni; il 2011 e poi l'estate 2012, che ha fatto segnare valori ai minimi storici (percentile prossimo a zero) nel periodo di riferimento 1950-2000. Nel 2013 il suolo è invece totalmente saturo di acqua, condizione anch'essa mai registrata (100° percentile) negli ultimi 50 anni in questo periodo stagionale.

Gli effetti delle intense precipitazioni

L'impressionante sequenza delle precipitazioni ha determinato effetti pesantissimi sul territorio regionale con centinaia di smottamenti di terreno e la riattivazione di grosse frane appenniniche a scorrimento lento, come quella di Capriglio nel parmense e quella nel comune di San Benedetto val di Sambro nel bolognese, entrambe con estensioni prossime o superiori al chilometro.

Le incessanti precipitazioni del mese di marzo hanno determinato inoltre una successione di fenomeni di piena ravvicinati che hanno interessato tutti i corsi d'acqua regionali con particolare insistenza sul settore centro-occidentale. I bacini maggiormente sollecitati sono stati quelli del fiume Enza, Crostolo, Secchia, Panaro, Reno, affluenti compresi. In figura 4 è rappresentato l'andamento del livello idrometrico a partire dal mese di marzo fino all'ultimo evento dei primi giorni di

aprile in alcune sezioni significative dei bacini indicati. Negli idrogrammi, mediamente si possono distinguere almeno 5/6 eventi per corso d'acqua, con il superamento del secondo livello di attenzione e talvolta del terzo livello. A titolo esemplificativo, facendo riferimento alla sezione di Reno a Casalecchio, è stato calcolato che, nel solo mese di marzo 2013, è defluito un volume di 328 milioni di m³, pari a circa il 50% del volume che defluisce mediamente dalla

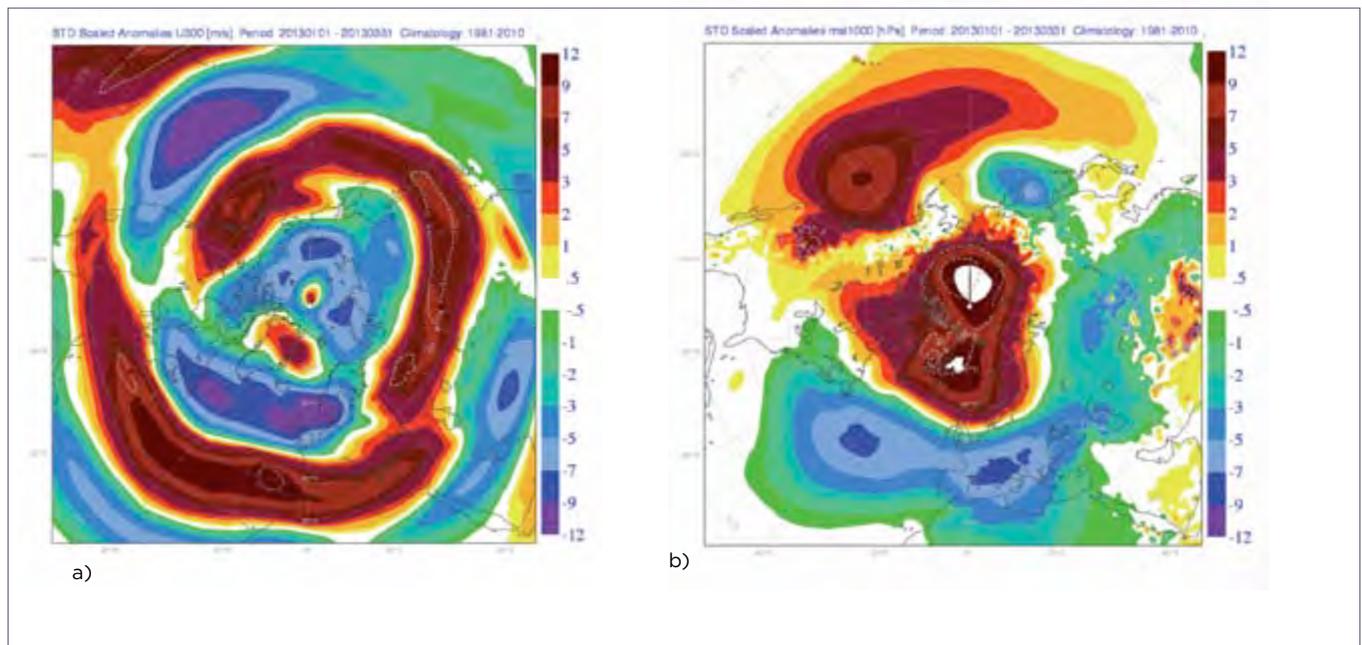


Fig. 6. Il pannello a) mostra l'anomalia invernale della componente U del vento in alta quota (300 hPa). La fascia spiraleggiante con i valori positivi mostra un aumento della velocità zonale delle correnti d'alta quota (corrente a getto) associate al flusso perturbato. I colori blu mostrano una diminuzione della velocità. Dal pattern di queste anomalie si deduce un generale spostamento verso sud della corrente a getto e una sua intensificazione. Il pannello b) mostra l'anomalia invernale del campo di pressione al suolo da cui si deduce chiaramente la pressione più alta del normale sulla zona artica e una pressione più bassa del normale, con tempo perturbato sul Mediterraneo. Le anomalie sono mediate su gennaio, febbraio e marzo 2013 e calcolate rispetto alla climatologia recente 1981-2010 dedotta dalla rianalisi ECMWF ERA-Interim. Le zone tratteggiate in grigio indicano anomalie altamente significative, superiori a 2 deviazioni standard.

stessa sezione in un anno e più del triplo del volume che defluisce nello stesso mese con una media di lungo periodo (1921-2012) di 105 milioni di m³. Il dato di marzo 2013 rappresenta, in termini di deflusso, anche il massimo storico per Casalecchio superando anche i precedenti record del 1934 (325 milioni di m³) e del 1937 (327 milioni di m³).

Anche l'agricoltura è stata sottoposta alla grande mutevolezza dell'andamento meteorologico. Sono passati solo pochi mesi da quando il settore lottava contro una siccità fra le più gravi di sempre, e ora lo stesso settore si deve confrontare con un fenomeno diametralmente opposto. Se nell'estate 2012 era la carenza d'acqua a produrre danni eccezionali – sia nelle rese, sia nella qualità dei prodotti agricoli (ricordiamo solo come esempio la grave contaminazione di micotossine nel mais) – ora, all'inizio della primavera 2013, sono le elevate precipitazioni a impedire il regolare inizio della nuova campagna agraria. L'agricoltura "moderna" non ha mai affrontato una simile situazione. Forse il 1937 ha visto, nei primi tre mesi dell'anno, un simile andamento meteorologico, ma l'agricoltura di allora era completamente diversa da quella attuale nelle tecniche e nell'organizzazione produttiva.

Oltre alle anomalie pluviometriche già ricordate, si sottolineano altri due aspetti del fenomeno che hanno particolare importanza agrometeorologica: il numero dei giorni di pioggia (pioggia >2 mm) e il contenuto idrico dei terreni. Nei tre mesi, limitando l'analisi alla pianura, rispetto a 10-15 giorni piovosi attesi secondo



Tab. 1 Le maggiori anomalie meteorologiche registrate negli ultimi anni

Inverno 2006-2007: forte siccità invernale e caldo anomalo, battuti alcuni record Tmax di gennaio.
Estate-autunno 2007: continua la siccità, prossimo al razionamento acqua in Romagna. Vegetazione in forte stress.
Novembre-dicembre 2008: Piogge molto abbondanti, in particolare lungo il crinale, con piene fluviali.
Dicembre 2009: Precipitazioni eccezionali sul crinale appenninico con piene storiche su Secchia, Panaro e Reno.
Inverno 2009-2010: molto piovoso.
Marzo 2011: nevicata storica in Romagna non accadeva da diversi decenni.
Aprile 2011: la più precoce ondata di caldo estivo, anticipo irrigazioni, superati 30°C con punte sino a 33°C, mai registrati dati così elevati a Bologna dal 1841.
Estate 2011: deficit straordinario di bilancio idroclimatico, stimato il più elevato almeno dal 1951.
Settembre 2011: il più caldo di sempre, e tra i più siccitosi degli ultimi 25 anni.
Autunno 2011: forte siccità.
Gennaio 2012: prosegue forte siccità, mai così poca pioggia negli ultimi 6 mesi almeno dal 1921.
Febbraio 2012: nevicata storica, in Romagna non cadeva tanta neve dal 1929.
Estate 2012: siccità eccezionale, probabilmente la peggiore siccità di sempre. Disseccamenti diffusi di vegetazione spontanea.
Gennaio-marzo 2013: piogge eccezionali, non accadeva dal 1964 e in alcune aree dagli anni 30. Frane diffuse.

il clima 1991-2010, si sono verificati tra 25 e 40 giorni di pioggia, mentre il contenuto idrico, in costante aumento dall'autunno dopo i valori minimi raggiunti nell'estate 2012, ha raggiunto a iniziare da febbraio la saturazione, attestandosi quasi costantemente intorno al 100° percentile con riferimento al periodo 1950-2000 (figura 5).

L'eccessiva pioggia, e la conseguente elevata umidità nel terreno prossima alla saturazione, ha prodotto due generi di problemi:

- effetti negativi diretti sulle colture, quali asfissia radicale e aumento delle malattie fungine
- ritardo della semina delle colture precoci, a causa dell'inagibilità dei campi che ha compromesso l'esecuzione di qualsiasi attività.

Le anomalie invernali, il ghiaccio artico e il cambiamento climatico

L'abbondanza di precipitazioni cadute sul nostro territorio è imputabile a una alterazione del posizionamento medio delle correnti atlantiche che quest'anno sono scese molto più a sud del normale, venendo a interessare in maniera più diretta l'Europa occidentale e il bacino del Mediterraneo. Tale configurazione si deduce dalla figura 6 che mostra le anomalie meteorologiche in quota e le anomalie di pressione al livello del mare. Dalle mappe si vede che sulla

zona artica, nei mesi gennaio, febbraio e marzo, è prevalso un campo di pressione significativamente più alto della media (fino a 3 deviazioni standard rispetto alla climatologia recente 1981-2010), mentre in una fascia estesa dall'Atlantico al Mediterraneo la pressione è stata più bassa del normale con condizioni di tempo perturbato. Questa anomala configurazione sembra poter essere legata a cambiamenti dei regimi invernali indotti dalla progressiva diminuzione del ghiaccio artico.

Come già accennato anche nel precedente articolo pubblicato su *Ecoscienza* 4/2012, il riscaldamento climatico può far aumentare la variabilità intrannuale e interannuale, inducendo non solo estati più calde, ma anche inverni freddi e nevosi sull'Europa e sull'Italia.

L'analisi delle osservazioni e delle simulazioni modellistiche mostra che la diminuzione del ghiaccio artico, gioca un ruolo determinante nell'alterazione dei regimi meteorologici invernali dell'emisfero nord. In particolare a partire dalla forte diminuzione dell'estensione dei ghiacci registrata nel 2007 e tuttora in corso – ricordiamo che il 2012 ha fatto segnare un nuovo minimo –, si sono registrate forti anomalie nella circolazione invernale, consistenti nell'aumento del campo di pressione sull'artico e uno spostamento verso sud e intensificazione delle correnti atlantiche perturbate, che così possono entrare in maniera più diretta sul

Mediterraneo, proprio come è successo quest'inverno.

Questo spostamento verso sud della *corrente a getto* (cioè dei flussi perturbati) provoca anche onde più ampie nelle correnti principali, che possono portare a frequenti e durature situazioni di blocco con forti scambi meridionali e afflussi di aria molto fredda da nord o, viceversa, avvezione di aria calda da sud. Quanto descritto è stato ribadito in un recente studio di Liu et al. 2012 pubblicato sull'autorevole PNAS, la rivista della *National Academy of Science* americana. Gli autori, sulla base delle osservazioni e di simulazioni modellistiche con diversi scenari di estensione del ghiaccio artico, hanno dimostrato che una buona percentuale delle anomalie registrate nella circolazione invernale di questi ultimi anni potrebbe essere imputabile alla riduzione dei ghiacci artici e quindi al conseguente spostamento verso sud della corrente a getto.

Le anomalie dell'inverno 2013, che riproducono sostanzialmente il *pattern*

descritto nell'articolo, sembrano rappresentare un'ulteriore conferma a quanto anticipato dalle simulazioni. Tuttavia la variabilità climatica naturale continuerà comunque a giocare un ruolo importante nel determinare le caratteristiche di una data stagione, ma la diminuzione del ghiaccio artico potrebbe indurre il sistema caotico "atmosfera" verso una maggiore probabilità di inverni nevosi e a un'intensificazione del ciclo idrologico. Un po' come se nel gioco dei dadi si usassero dadi truccati con una delle facce più pesante delle altre: possono comunque uscire tutte le combinazioni, ma la probabilità che esca il numero corrispondente alla faccia truccata aumenta.

Anche se al momento, per i motivi sopra esposti, non possiamo dire con certezza che queste anomalie si ripresenteranno nella prossima stagione invernale, possiamo invece sicuramente affermare che nel prossimo futuro avremo a che fare con una crescente variabilità e quindi con

un aumento degli eventi o annate estreme. Basti pensare solo all'incredibile sequenza di anomalie di questi ultimi anni riportate in *tabella 1* in un elenco certamente non esaustivo.

L'adattamento del nostro territorio e della società all'aumentata variabilità climatica, in una situazione economica sfavorevole a investimenti, è la vera sfida che dovremo affrontare, non nel remoto futuro, ma già da adesso e con una certa urgenza.

Federico Grazzini, William Pratzzoli, Valentina Pavan, Michele di Lorenzo, Rosanna Foraci

Servizio IdroMeteoClima
Arpa Emilia-Romagna

ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

L'EMILIA-ROMAGNA TRA LE BUONE PRATICHE EUROPEE DI ADATTAMENTO PER I SISTEMI DI ALLARME RAPIDO

La società e l'economia europee devono adattarsi per stare al passo con i cambiamenti climatici. L'Agenzia europea dell'ambiente (www.eea.europa.it) descrive nella nuova relazione "Adaptation in Europe" le politiche e alcune misure adottate dai paesi europei per prepararsi all'aumento di temperatura e agli altri cambiamenti contemplati dalle previsioni climatiche e socioeconomiche. Una precedente relazione dell'Agenzia europea mostrava come i cambiamenti climatici stanno già interessando tutte le regioni in Europa, con molte ripercussioni sulla società e sull'ambiente http://bit.ly/EEA_clima). Ulteriori conseguenze sono attese in futuro se non verrà intrapresa alcuna azione. Consapevole dei cambiamenti in corso e di quelli attesi, l'Europa comincia ad adattarsi. Al momento metà dei 32 paesi membri dell'Aea hanno elaborato dei piani di adattamento e alcuni sono passati all'azione.

Tra le esperienze europee citate anche il sistema di allarme rapido messo a punto dall'Emilia-Romagna nell'ambito della salute e della sicurezza, che si declina in tre azioni specifiche:

- la diffusione delle informazioni sulle malattie trasmesse dalla zanzara tigre
- il monitoraggio e la comunicazione del disagio bioclimatico causato dalle ondate di calore nelle aree urbane
- il monitoraggio e l'informazione tempestiva sugli eventi meteo e idrogeologici per prevenire e ridurre il rischio per la popolazione e i beni.

Importante il ruolo del Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna nelle strategie di adattamento elaborate dall'Emilia-Romagna, focalizzate sulle ricadute dell'aumento delle temperature estive e delle ripetute ondate di calore sul sistema sanitario regionale, sull'accelerazione del ciclo idrologico e sull'intensificazione degli eventi estremi con i relativi impatti sul territorio e sui cittadini. I dettagli sui sistemi di allarme rapido sviluppati dall'Emilia-Romagna si trovano nel paragrafo 2.4.1 della relazione "Adaptation in Europe", disponibile in lingua inglese (<http://bit.ly/AdaptationEurope>). Il Servizio IdroMeteoClima ha collaborato alla stesura di questa sezione del rapporto: Carlo Cacciamani, Lucio Botarelli, Giulia Villani, Sandro Nanni e Giovanna Pirretti sono citati tra gli autori dei contributi tematici della relazione.

La relazione raccomanda ai responsabili politici europei una serie di misure: "grigie" come i progetti ingegneristici e tecnologici, "verdi" nel rispetto della natura e "morbide" come le politiche che influiscono sulla *governance* ambientale. I progetti di adattamento più efficaci sono sicuramente quelli basati sulla combinazione dei diversi approcci individuati.

Sebbene i costi delle azioni di adattamento possano sembrare molto elevati, nel lungo termine portano invece a risparmi complessivi per i paesi che accettano di sostenerli.

Per saperne di più sull'adattamento al cambiamento climatico in Europa, è possibile consultare il sito web Climate-Adapt (<http://climate-adapt.eea.europa.eu>), la piattaforma dell'Agenzia europea dell'ambiente che raccoglie un gran numero di casi di studio europei e altre informazioni sulle previsioni climatiche, sulle politiche nazionali e sugli eventi programmati.

