

DAI MODELLI GLOBALI AGLI IMPATTI AD AREA LIMITATA

I MODELLI CLIMATICI GLOBALI SONO GLI STRUMENTI PRINCIPALI PER STUDIARE LA VARIABILITÀ CLIMATICA. PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI, CONSIDERATA LA SPECIFICITÀ DELLE FORZANTI LOCALI NEGLI SCENARI DI CAMBIAMENTO, È NECESSARIA UNA REGIONALIZZAZIONE DEI MODELLI. ARPA EMILIA-ROMAGNA È IMPEGNATA IN NUMEROSI PROGETTI DI RICERCA.

Il nostro pianeta è sempre stato soggetto a grandi cambiamenti climatici che hanno determinato un impatto significativo nella struttura e nelle funzioni degli ecosistemi terrestri e marini, prima ancora che nelle diverse società umane succedutesi nel corso dei millenni. Oggi, a differenza dal passato, lo sviluppo delle conoscenze tecniche e scientifiche è tale che, se da un lato rende possibile lo studio dei cambiamenti climatici e delle conseguenze sulla natura e sulla società, dall'altro può consentire anche di realizzare politiche e di forgiare strumenti per adattarne e mitigarne gli effetti. Per studiare la variabilità climatica alle diverse scale temporali e spaziali, i modelli climatici globali (*Global Climate Models*, Gcm) sono gli strumenti principalmente utilizzati, sebbene abbiano un limite intrinseco a tutt'oggi insormontabile: negli ultimi anni la risoluzione spaziale, ossia la distanza tra un punto di griglia e i suoi vicini, è stata considerevolmente ridotta, arrivando a circa 100 km, ma non è ancora sufficiente da permettere di fare anche a scala locale una valutazione accurata degli effetti dovuti ai cambiamenti climatici.

Infatti, le variazioni climatiche dipendono in modo complesso, oltre che dalle forzanti atmosferiche e astronomiche, anche dalle molteplici e variegate caratteristiche geografiche del territorio, dando luogo a effetti locali estremamente eterogenei e frammentati.

Per valutare gli effetti locali di questi cambiamenti climatici, negli ultimi anni sono state sviluppate alcune tecniche di regionalizzazione, che si differenziano tra loro per la metodologia adottata, la risoluzione spaziale e temporale dei risultati, la loro accuratezza e il costo computazionale in termini di tempo di calcolo.

In generale, le tecniche possono essere classificate in due grandi tipologie: dinamiche e statistiche. Le tecniche dinamiche consistono nell'utilizzo dei modelli climatici ad area limitata (*Regional Climate Models*, Rcm). La risoluzione

spaziale di questi modelli varia da 50 a 10 km, con ultima generazione, e le equazioni vengono integrate utilizzando le condizioni al contorno date dai Gcm. Le tecniche statistiche usano schemi empirici (*Perfect Prog*), basati su relazioni statistiche robuste tra le variabili atmosferiche a scala sinottica (predittive), ben predicibili dai modelli, e le variabili climatiche locali (predette). Inizialmente le relazioni tra variabili predittive e variabili predette vengono prima individuate mediante i dati osservati e, poi, applicate alle variabili predittive ottenute dalle simulazioni dei Gcm per i diversi scenari di emissione formulati dall'*International panel for climate change* (Ipcc).

Entrambi i tipi di approccio presentano vantaggi e svantaggi. Il principale vantaggio delle tecniche dinamiche consiste nella loro base fisica, mentre tra gli svantaggi si possono annoverare la presenza degli inevitabili errori sistematici e il costo oneroso del tempo di calcolo per integrare numericamente le equazioni prognostiche dei modelli. Per le tecniche statistiche i principali vantaggi sono invece la loro economicità in tempo di calcolo

e la possibilità di valutare il segnale di cambiamento climatico a livello di punto stazione oppure del singolo punto di griglia. Tra gli svantaggi, c'è la necessità di avere lunghe serie temporali di dati osservati per determinare relazioni statistiche tra variabili predittive e variabili predette significativamente robuste e accurate.

Il panorama della ricerca italiana impegnata nello studio dei cambiamenti climatici comprende vari settori: dalle osservazioni climatiche agli studi di modellistica, alla valutazione degli impatti sul nostro territorio. In particolare, per la modellistica sia a scala globale sia a quella locale, negli ultimi decenni sono stati coinvolti numerosi gruppi di ricerca nell'ambito di progetti finanziati dall'Unione europea. Tra questi gruppi, il Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna (Arpa-Simc) ha cominciato la sua attività sulla modellistica climatica a scala locale nel 2002, partecipando al progetto europeo Stardex (www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex). Nell'ambito di questo progetto sono state sviluppate alcune tecniche di regionalizzazione statistica, che poi sono



FIG. 1
AGROSCENARI

Mapa delle aree di studio del progetto AgrosceNari, per lo studio dell'impatto dei cambiamenti climatici sulle varie colture agricole e delle modalità di adattamento dei principali sistemi produttivi dell'agricoltura italiana.

state utilizzate per costruire le proiezioni di cambiamento climatico su un numero di stazioni uniformemente distribuite sul territorio della regione Emilia-Romagna per il periodo 2070-2100. In seguito, Arpa-Simc ha potuto perfezionare questa tecnica di regionalizzazione, estendendo i risultati delle proiezioni climatiche alle stazioni del Nord Italia.

Nel progetto europeo Ensembles (<http://ensembles-eu.metoffice.com>) l'obiettivo principale di Arpa-Simc è stato quello di costruire proiezioni climatiche a scala locale su vari orizzonti temporali (2021-2050, 2071-2099), inserendo nel modello statistico le simulazioni di diverse catene modellistiche globali. Ciò ha permesso di quantificare una stima dell'incertezza associata alle proiezioni climatiche a scala locale.

La possibilità di ottenere proiezioni future del cambiamento climatico su varie scale spaziali, e l'incertezza associata a queste proiezioni, ha permesso l'abbrivio degli studi di impatto per vari settori economici e la definizione di piani di adattamento, sia a livello nazionale sia regionale. Tra i principali settori, dove possono essere definite azioni di adattamento efficaci, si possono ricordare: l'agricoltura e lo sviluppo rurale, la produzione e il consumo di energia, la gestione della risorsa idrica, la salute.

Lo studio degli impatti è particolarmente complesso per l'insieme delle relazioni, non solo fisiche, che si propone di analizzare, e tale complessità aumenta con il dettaglio temporale e spaziale richiesto dall'analisi stessa. Anche in questo ambito Arpa-Simc partecipa ad alcuni progetti internazionali e nazionali, quali ad esempio il progetto Urban Heat Islands (www.urbanheatisland.info) sullo studio delle isole di calore nelle città, oppure il progetto BlueAp (www.blueap.eu) per lo sviluppo di strategie di mitigazione e adattamento e per l'applicazione di alcune misure di contrasto ai cambiamenti climatici negli ecosistemi urbani.

Il progetto AgrosceNari (<http://agrosceNari.entecra.it>) è tra i progetti nazionali che hanno come obiettivo lo studio dell'impatto dei cambiamenti climatici sulle varie colture agricole e delle modalità di adattamento dei principali sistemi produttivi dell'agricoltura italiana. Nell'ambito di questo progetto, Arpa-Simc ha elaborato per sette aree campione degli scenari climatici regionalizzati relativi al trentennio 2021-2050 (figura 1), prodotti per lo scenario di emissione A1B (Van der Linden e Mitchell, 2009; Tomozeiu et al., 2013). Gli scenari di cambiamento climatico ottenuti mostrano come potrà

FIG. 2
AGROSCENARI

Progetto AgrosceNari, proiezioni di cambiamento climatico nella Tmax nel periodo 2021-2050.

■ Inverno
* Primavera
● Estate
▲ Autunno

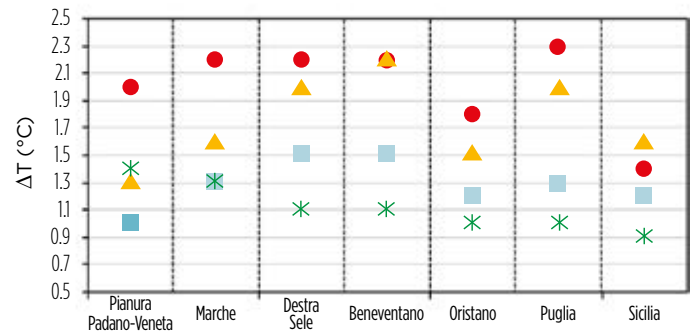
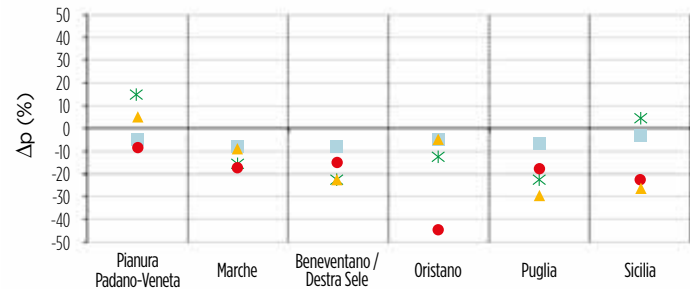


FIG. 3
AGROSCENARI

Progetto AgrosceNari, proiezioni di cambiamento climatico nelle precipitazioni nel periodo 2021-2050 rispetto al periodo 1961-1990 (scenario A1B).

■ Inverno
* Primavera
● Estate
▲ Autunno



essere possibile nel periodo 2021-2050 un incremento di temperatura su tutte le aree campione rispetto al periodo climatico di riferimento 1961-1990 (figura 2). Per le precipitazioni, le proiezioni climatiche evidenziano un segnale variabile a seconda della stagione e dell'area di studio. In particolare, i risultati danno una probabile e generale diminuzione delle precipitazioni durante l'inverno e l'estate, mentre per la primavera e l'autunno si attende un possibile incremento sulla pianura Padano-Veneta e una diminuzione sulle altre aree campione (figura 3).

Gli scenari climatici stagionali sono stati trasformati in serie sintetiche giornaliere mediante un generatore di dati giornalieri, che a loro volta sono stati utilizzati come input nei modelli di impatto (Tomei et al., 2009). In questo senso va ricordato il lavoro di Villani et al. (2011), nel quale le serie giornaliere appartenenti ai punti

di griglia rappresentativi della pianura Padano-Veneta sono state introdotte nel modello Criteria di Arpa-Simc per studiare l'impatto sulla eventuale richiesta irrigua del pomodoro per il periodo 2021-2050.

La variabilità del segnale di cambiamento climatico ottenuta in questo progetto sottolinea la necessità di queste tecniche di regionalizzazione per lo studio degli impatti a scala locale. Necessità ancora più rilevante, se dalla definizione degli scenari climatici è possibile definire delle strategie di mitigazione e di adattamento, attraverso le quali si possono predisporre piani e programmi di azioni e misure, allo scopo di ridurre la vulnerabilità degli ecosistemi naturali e sociali rispetto ai cambiamenti futuri.

Rodica Tomozeiu

Servizio IdroMeteoClima
Arpa Emilia-Romagna

BIBLIOGRAFIA

Tomei F., Villani G., Pavan V., Pratzzoli W., Marletto V., 2009, *Report on the quality of seasonal predictions of wheat yield and irrigation needs in Northern Italy*, Ensembles Project, 6th Eu R&D Framework Programme, deliverable 6.22 from www.ensembles-eu.org.

Tomozeiu R., Agrillo G., Cacciamani C., Pavan V., 2013, "Statistically downscaled climate change projections of surface temperature over Northern Italy for the periods 2021-2050 and 2071-2099", *Nat. Hazard*, DOI 10.1007/s11069-013-0552-y.

Van der Linden P., Mitchell JFB, 2009, *Climate Change and its impacts*, Met Office, UK, 160 pp.

Villani G., Tomei F., Tomozeiu R., Marletto V., 2011, "Climate scenarios and their impacts on irrigated agriculture in Emilia-Romagna, Italy", *Italian J of Agrom*, Anno XVI, no.1, Aprile 2011, Patron Editore, Bologna, pag. 5-16.