

**Cristina Sabbioni**

CNR - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC)



## ARCA DI NOÈ: IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUL PATRIMONIO CULTURALE

Negli ultimi anni la comunità scientifica ha rivolto una sempre maggiore attenzione alle questioni riguardanti il sistema climatico e i suoi cambiamenti. Numerosi studi hanno evidenziato significative variazioni non soltanto limitate alla temperatura media globale al suolo (aumentata di circa  $0.6 \pm 0.2$  °C nel XX secolo), ma che interessano numerose variabili meteorologiche quali, per esempio, la precipitazione, l'umidità, l'estensione della copertura nevosa e dei ghiacciai.

Al fine di indagare i futuri mutamenti di suddette variabili, sono stati messi a punto sempre più sofisticati modelli, con i quali si cerca di prevedere quale sarà il clima nei prossimi secoli e come le sue variazioni potranno influire sugli ecosistemi della Terra e in particolare sull'uomo. Nonostante i cambiamenti previsti siano in alcuni casi allarmanti e quindi l'interesse e le energie indirizzate a questa area di ricerca siano sempre maggiori, fino ad ora studi approfonditi non stati ancora eseguiti riguardo l'effetto delle future variazioni del clima sul Patrimonio Culturale.

Il progetto Arca di Noè si colloca in questo contesto e si propone il duplice obiettivo di colmare questa lacuna nel campo della ricerca scientifica e di informare chi gestisce il patrimonio culturale e sensibilizzare il mondo politico ed amministrativo. Questo progetto si avvale della collaborazione di numerosi enti di ricerca specializzati nelle differenti tipologie di degrado ed esperti in interventi che mirino a sviluppare strategie preventive o a mitigare gli eventuali danni. Il fine è quello di stimare il danno che il patrimonio culturale subirà nei prossimi 100 anni da diverse forzanti climatiche, in modo da fornire per la prima volta uno scenario futuro.

Il lavoro ha previsto, come fase iniziale, la selezione dei parametri climatici maggiormente critici per i monumenti. Essi sono stati suddivisi in: (i) parametri relativi alla temperatura: variazioni stagionali e annuali di temperatura, cicli di gelo e disgelo e shock termici; (ii) parametri relativi alle precipitazioni: valore medio stagionale e annuale, cicli di umidità relativa, giorni consecutivi di pioggia ed eventi estremi di pioggia; (iii) parametri relativi al vento: valore medio annuale e stagionale, trasporto e deposizione di spray marino e rosa delle precipitazioni; (iv) parametri relativi all'inquinamento atmosferico: acidità delle precipitazioni e concentrazione di agenti inquinanti (SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>).

Nella seconda fase i dati di output di due dei modelli climatici ritenuti più accurati (HadCM3 e HadRM3) sono stati rielaborati sia spazialmente, estraendo la finestra europea, sia

temporalmente realizzando medie mensili, stagionali e annuali, per renderli più idonei e fruibili alle analisi successive. In alcuni casi è stata effettuata inizialmente un'opportuna combinazione dei parametri originali, perché occorre grandezze che non erano già disponibili tra gli output del modello. Un vasto database di parametri climatici significativi per il deterioramento del patrimonio culturale è stato perciò prodotto.

L'approccio più adeguato è l'utilizzo di mappe in cui i valori siano georeferenziati e mediati per lunghi periodi temporali. Sono quindi in corso di realizzazione mappe dell'area europea di medie trentennali relative al presente (1961-1990), al vicino futuro (2010-2039) e al lontano futuro (2070-2099) e mappe delle differenze tra le medie del vicino futuro e il presente e tra le medie del lontano futuro e il presente per valutare e quantificare l'entità delle variazioni occorse in un periodo vicino e in un periodo più lontano a quello attuale.

Fondamentale in questa fase è stato lo sviluppo di nuovi software per l'adeguata rappresentazione e visualizzazione dei dati in tali mappe.

Le prime mappe prodotte sono relative ai parametri climatici selezionati nella prima fase e forniscono indicazioni qualitative dei possibili rischi a cui potranno essere soggetti i beni culturali. Tali mappe sono state definite mappe climatiche.

I danni che possono subire i materiali di cui è costituito il patrimonio costruito generalmente non dipendono da una sola variabile climatica, ma da loro azioni sinergiche. Sono state quindi elaborate combinazioni di parametri, che possano meglio descrivere le situazioni di maggiore impatto sui monumenti. Le mappe associate sono definite mappe climatiche complesse. Rispetto alle precedenti esse forniscono una previsione più mirata ad un particolare fenomeno di deterioramento.

La fase ulteriore del lavoro prevede l'utilizzo e lo sviluppo di funzioni di danno che quantifichino, ove possibile, gli effetti delle variazioni climatiche sul patrimonio costruito e il paesaggio culturale. La mappatura dei risultati prodotti tramite l'utilizzo di tali funzioni porta allo sviluppo di mappe di danno.

Infine la sintesi delle elaborazioni e dei risultati che verranno ottenuti nell'ambito del progetto Arca di Noè, condurranno alla creazione di mappe che mostreranno delle aree di rischio futuro su scala europea di un particolare processo di degrado (mappe di rischio) o di un insieme di questi (mappe di rischio multiplo) per ciascun materiale selezionato.

Oltre alla determinazione dei danni e rischi futuri, il progetto Arca di Noè prevede lo sviluppo di strategie di mitigazione e adattamento per i monumenti in aree in cui gli effetti dei cambiamenti climatici saranno maggiormente negativi. Ad esempio sono in corso studi e modellazioni per la valutazione delle vibrazioni e il carico orizzontale causato dal vento e per l'ideazione di possibili interventi di mitigazione. Sono inoltre in fase di elaborazione modelli ad hoc per la stima della risposta delle strutture a seguito di eventi estremi di pioggia e di inondazioni e per il contenimento di eventuali danni.

Infine una parte importante dell'attività è dedicata alla diffusione dei risultati ottenuti attraverso la realizzazione di un sito web e la produzione di un Atlante di Vulnerabilità che includeranno le mappe prodotte relative ai vari processi di degrado e ai parametri climatici ad essi collegati.

L'obiettivo finale è la formulazione di linee guida che possano informare chi gestisce il patrimonio culturale sugli effetti prodotti dai cambiamenti climatici sul patrimonio costruito e indirizzare verso opportuni interventi di mitigazione.

**Riferimenti:**

Sito web del Progetto Europeo Noah's Ark: <http://noahsark.isac.cnr.it/>

Sabbioni, C., Brimblecombe, P., Bonazza, A., Grossi, C.M., Harris, I., Messina, P. Mapping Climate Change and Cultural Heritage. 7th EC Conference SAUVER. Prague.

Cristina Sabbioni

[c.sabbioni@isac.cnr.it](mailto:c.sabbioni@isac.cnr.it)

CNR - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC)

<http://www.isac.cnr.it>