

# Un servizio biometeorologico per la Toscana

*È soprattutto grazie al costante e inarrestabile progresso tecnologico e informatico, frutto di un'intensa e prolifica attività di ricerca, che la meteorologia è riuscita sempre più ad affermarsi come strumento al "servizio degli organismi viventi". L'utilizzo dei modelli di previsione ha condotto ad applicazioni sempre più affidabili in grado di informare quotidianamente sulle potenziali condizioni di rischio e disagio/benessere conseguenti a specifiche condizioni atmosferiche. L'esperienza della Toscana con il progetto MeteoSalute.*

L'impiego a livello operativo di modelli di previsione meteorologica sempre più efficienti, e soprattutto la possibilità di poter utilizzare modelli ad area limitata (LAM) non-idrostatici, che aumentano cioè la risoluzione spaziale nella zona da investigare, hanno permesso applicazioni sempre più affidabili anche nel campo biometeorologico.

Tra le tre branche fondamentali in cui viene classificata (umana, animale e vegetale), la biometeorologia umana è riuscita a richiamare una maggiore attenzione da parte dell'opinione pubblica, tutto ciò grazie a una crescente informazione della popolazione, direttamente coinvolta e sempre più interessata alle problematiche ambientali in un periodo in cui grande attenzione è dedicata proprio ai rapidi cambiamenti climatici in atto. È molto probabile che, durante il XXI secolo, sempre maggiore attenzione sarà rivolta allo sviluppo di sofisticati modelli biometeorologici in grado di informare quotidianamente sulle potenziali condizioni di rischio e disagio/benessere con-

seguenti a specifiche condizioni atmosferiche, soprattutto quando improvvise o persistenti per lunghi periodi di tempo.

Tali informazioni saranno rivolte, oltre che alla popolazione in generale, soprattutto a quei soggetti definiti a "maggiore rischio", come anziani che vivono da soli, persone con malattie croniche e che assumono regolarmente e con continuità farmaci, portatori di handicap e bambini piccoli.

A livello internazionale esistono già esempi di applicazioni di tipo operativo, spesso attive solo in determinati periodi dell'anno. Ad esempio uno degli indici biometeorologici più noti, l'indice di calore (*Heat Index*), viene abitualmente impiegato negli Stati Uniti d'America dal Servizio meteorologico nazionale della *National Oceanic and Atmospheric Administration* per valutare il disagio termico durante l'estate, periodo in cui il calore e la radiazione solare rappresentano un serio problema nazionale ([http://www.hpc.ncep.noaa.gov/heat\\_index](http://www.hpc.ncep.noaa.gov/heat_index)).

Questo modello di previsione biometeorologica, operativo per

il periodo dal 1 maggio al 30 settembre, permette di calcolare, per tutti gli Stati Uniti, la probabilità che l'indice di calore, minimo, massimo e medio giornaliero, superi una specifica soglia. Le variabili necessarie per il calcolo dell'indice vengono fornite dai modelli di previsione meteorologica del *Hydrometeorological Prediction Center*, con previsioni fino a 7 giorni.

Queste vengono mostrate attraverso mappe e tabelle relative alle varie città. Anche in Europa esistono esempi di applicazioni biometeorologiche; per esempio il servizio meteorologico inglese ([www.metoffice.com/health/nationalhealth.html](http://www.metoffice.com/health/nationalhealth.html)) ha avviato un grosso progetto nazionale che, utilizzando i dati meteorologici e climatici, permette di prevedere le fluttuazioni del carico di lavoro, in modo da economizzare sulla spesa delle strutture sanitarie ed incoraggiare le persone a prendere le dovute precauzioni. In Francia, invece, vengono fornite, per tutta l'area del bacino del Mediterraneo, previsioni polliniche e dell'indice UV sino a due giorni ([www.enviport.com](http://www.enviport.com)). Un altro esempio è quello di un sito tedesco ([www.donnerwetter.de/biowetter/](http://www.donnerwetter.de/biowetter/)) che fornisce quotidianamente mappe della Germania che mostrano, mediante una semplice simbologia, l'aggravamento o il miglioramento di molte patologie umane in conseguenza delle condizioni atmosferiche. È però importante sottolineare che, per buona parte delle patologie trattate, non esiste una consistente letteratura scientifica di supporto su cui basare un servizio di questo genere.

In Italia sono soprattutto le Regioni centro-settentrionali ad essere più attive nel settore biometeorologico: l'Emilia-Romagna,

il Veneto, la Lombardia, il Piemonte e la Toscana, anche con il supporto di Agenzie regionali, Istituti del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr) e Dipartimenti universitari. Molto interessante è anche la recente iniziativa della protezione civile ([www.protezionecivile.it](http://www.protezionecivile.it)) che ha reso operativi per alcune città italiane, nel periodo dal 1 giugno al 31 agosto, dei sistemi di allerta/allarme basati sull'utilizzo di indicatori sinottici (masse d'aria ed indici biometeorologici), per la prevenzione degli effetti sulla salute di ondate di calore (*Heat/Health Watch/Warning System*). Questo progetto prevede l'emissione di un bollettino giornaliero che segnala condizioni di rischio per la salute con previsioni sino a 72 ore, attraverso la definizione di livelli che tengono conto della persistenza di specifiche masse d'aria. Questo bollettino viene inviato alle autorità locali che, in caso di rischio, hanno il compito di attivare la rete informativa a livello locale e di avviare gli interventi socio-sanitari di protezione.

## UN SERVIZIO BIOMETEOROLOGICO IN TOSCANA, IL PROGETTO METEOSALUTE

Le numerose ricerche effettuate dall'Istituto di biometeorologia (Ibimnet) del Cnr e quelle più recenti compiute dal Centro interdipartimentale di bioclimatologia (Cibic) dell'Università di Firenze sulle interazioni tra l'ambiente atmosferico e la salute dell'uomo, hanno fornito interessanti risultati scientifici e suscitato oggi grande interesse da parte dell'opinione pubblica.

Quest'ultima è sempre più attenta alle problematiche ambientali, soprattutto a causa della maggior frequenza con cui si verificano eventi meteorologici estremi.

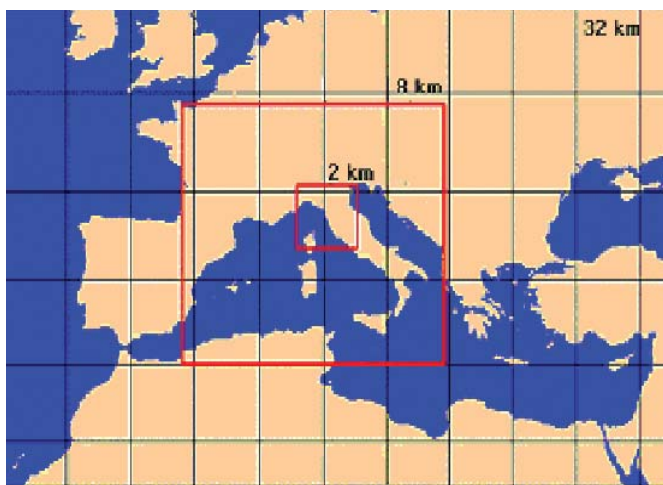


Fig. 1: Configurazione attuale del modello meteorologico di previsione Regional Atmospheric Modeling System.



Un esempio eclatante – e purtroppo tragico per le vittime che ha provocato – è quello relativo alla recente ondata di caldo del 2003 che ha interessato in particolare l'Europa occidentale, caratterizzata da parecchi giorni con temperature minime diurne superiori ai 30°C e con massime superiori ai 40°C, tutto ciò a causa di un'anomala persistenza dell'anticiclone Nord africano già a partire dal mese di maggio. L'Italia è stata il secondo Paese, dopo la Francia, a essere maggiormente interessato da questa opprimente ondata di calore che ha provocato numerose vittime.

La Toscana, in particolare, nell'estate 2003 ha mostrato un aumento percentuale della mortalità nelle città capoluogo del 15.4% in confronto al valore medio relativo al periodo 2000-2002 (Fonte: Osservatorio epidemiologico, Agenzia regionale sanità - Toscana).

I risultati di queste recenti indagini confermano la necessità di un programma di sorveglianza e prevenzione per la popolazione di pazienti a rischio, soprattutto in funzione del fatto che, secondo una recente ricerca pubblicata su "Nature" (Schär et al., 2004), alcuni climatologi svizzeri hanno affermato che estati estremamente calde come quella del 2003 rappresentano un segno anticipatore di quello che ci riserva il futuro e che diventeranno la regola, piuttosto che l'eccezione, verso la fine del secolo.

Per contrastare tali fenomeni, quindi, la Regione in Toscana ha avviato il progetto MeteoSalute che prevede la messa a punto di un sistema in grado di dare una informazione biometeorologica e bioclimatologica a supporto dei servizi sanitari locali e della popolazione.

Tale progetto, diventato già operativo durante l'estate 2004, ha lo scopo di realizzare per il territorio regionale una ricerca di dettaglio per analizzare e definire le relazioni esistenti fra condizioni meteorologiche e stato di salute della popolazione. E' stata, quindi, informata la popolazione e gli operatori sanitari circa le potenziali situazioni di disagio dovute a condizioni di caldo o freddo, ma

anche di benessere. E' stato, inoltre, messo a punto un sistema di prevenzione che avvisi l'intera popolazione e in particolare le categorie a rischio (alcuni tipi di lavoratori, anziani, bambini, soggetti affetti da patologie acute o croniche) circa la possibile insorgenza di patologie determinate dalle condizioni atmosferiche in atto e previste, ed i comportamenti da adottare per limitarne i rischi.

MeteoSalute è finalizzato, grazie alla stretta collaborazione con il settore medico, al miglioramento della prevenzione sanitaria e alla razionalizzazione dell'assistenza ospedaliera (distribuzione del lavoro, disponibilità di posti letto, turni di ferie per il personale, approvvigionamento materiali, etc.) informando le professioni socio-sanitarie interessate (medici di medicina generale, medici dell'emergenza sanitaria, dirigenti ospedalieri ecc.) sulla presenza di condizioni meteorologiche e ambientali sfavorevoli che possono determinare un picco di ricoveri per specifiche patologie o un aumento dei tassi di mortalità.

### APPLICAZIONI BIOMETEOROLOGICHE AI PARAMETRI PREVISTI DA UN MODELLO DI PREVISIONE METEOROLOGICA.

Per effettuare previsioni biometeorologiche mediante l'applicazione di indici o modelli specifici per la valutazione delle condizioni di benessere o di disagio degli organismi viventi in conseguenza alle condizioni atmosferiche, i modelli di previsione meteorologica diventano di fondamentale importanza. Il progetto MeteoSalute impiega il già collaudato modello meteorologico ad area limitata (LAM) non-idrostatico: *Regional Atmospheric Modeling System* (RAMS), attualmente operativo anche in Italia presso il Laboratorio per la meteorologia e la modellistica ambientale (Lamma). Questo modello rappresenta lo stato dell'arte nella modellistica atmosferica ormai da molti anni, ed è largamente utilizzato sia a scopo di ricerca che per finalità operative in tutto il mondo (Gozzini et al., 2002). La configurazione attuale del RAMS è



caratterizzata da 3 griglie innestate in modalità *two-way*, aventi rispettivamente una risoluzione spaziale orizzontale di 32, 8 e 2 km (Figura 1).

Il modello RAMS permette quotidianamente di ottenere la previsione sulle tre griglie dei principali parametri meteorologici

(<http://www.lamma.rete.toscana.it/rams-web/index.html>).

Le uscite provenienti da tale modello, cioè i dati di output rappresentati dai vari parametri meteorologici previsti relativi ad una specifica area geografica, rappresentano a loro volta i dati d'ingresso, cioè i dati di input, per i modelli biometeorologici.

### BIBLIOGRAFIA

- Gozzini B, Grifoni D, Meneguzzo F, Pasqui M, Zipoli G. 2002. *Previsione meteorologica: sistema ad alto dettaglio spaziale e temporale*. Ricerca e Futuro N.24 Giugno.
- Morabito M, Crisci A, Bacci L. 2003. *Caldo, freddo e indici biometeorologici*. ARPA Rivista 2:29-31.
- Oszcevski R, Bluestein M. 2001. *Meeting della Jag/Ti a Toronto*, 2001. [www.nws.noaa.gov/sgf/WSW/new\\_wind\\_chill.shtml](http://www.nws.noaa.gov/sgf/WSW/new_wind_chill.shtml), ultimo accesso il 22-03-2004.
- Schär C, Vidale PG, Lüthi D, Frei C, Häberli C, Liniger MA, Appenzeller C. 2004. *The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves*. Nature 427:332-336.
- Scharlau K. 1950. Einführung eines Schwülemasstabes und Abgrenzung von Schwülezeiten durch Isohygrothermen. Erdkunde 4:188-201.
- Steadman RG. 1984. *A universal scale of apparent temperature*. Journal of Climate and Applied Meteorology, 23: 1674-1687.
- Steadman RG. 1979 *The assessment of sultriness. "Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science"; "Part II: Effect of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent temperature"*. Journal of Applied Meteorology 18: 863-885.

Questi ultimi sono costituiti da complesse procedure di calcolo che tengono conto delle dinamiche con cui si combinano i parametri meteorologici per valutare gli effetti sulla salute. Ad esempio, nei periodi caldi o freddi, permettono di individuare condizioni di benessere o di disagio fisiologico (Morabito et al., 2003) espresse in termini di "temperatura apparente", ossia quella realmente percepita da un individuo. In particolare, per la valutazione del disagio da caldo torrido e afoso viene usato l'*Apparent Temperature Index* (Indice di temperatura apparente) (Steadman, 1979; 1984) corretto tenendo conto anche dell'effetto del vento; mentre per valutare le condizioni di disagio dovuto al freddo, queste procedure automatiche prevedono il calcolo del new *Wind Chill Temperature Index* (Osczevski e Bluestein, 2001) e dell'indice di Scharlau (Scharlau, 1950), riuscendo così a calcolare anche condizioni di disagio dovute al freddo-umido.

#### LA STRUTTURA OPERATIVA DEL SERVIZIO BIOMETEOROLOGICO PER LA TOSCANA

L'attività quotidiana del progetto della Regione Toscana MeteoSalute, coordinato dal Cibic in collaborazione con l'Ibimet, fornisce, sul sito del Lamma ([www.lamma.rete.toscana.it/bioclima](http://www.lamma.rete.toscana.it/bioclima)), le previsioni biometeorologiche sino a 72 ore a supporto della popolazione. La situazione biometeorologica è descritta attraverso mappe e bollettini testuali (Figura 2). Le mappe si ottengono utilizzando i dati previsti dal modello RAMS e sono elaborate attraverso specifiche procedure biometeorologiche, il cui risultato permette di descrivere, utilizzando scale cromatiche, le condizioni di benessere o di disagio, per il disagio viene valutata anche l'intensità (disagio da caldo debole, moderato, intenso e molto intenso), presenti sul territorio regionale alle diverse ore del giorno.

Le mappe sono correlate, per ciascun giorno di previsione, da un bollettino che descrive la condizione biometeorologica per tre momenti della giornata: la matti-

na, il pomeriggio e la sera. L'ultima parte del bollettino è riservata a ulteriori informazioni e consigli di carattere comportamentale e medico, come l'alimentazione, il vestiario o le attività fisiche all'aperto consigliate sulla base delle condizioni biometeorologiche previste.

Sul sito web, inoltre, l'utente ha a disposizione anche informazioni più precise su ciascun capoluogo di provincia dove viene descritta, con l'ausilio di specifici simboli e con maggiore dettaglio, la condizione di benessere o di disagio ogni tre ore.

Tale informazione è corredata da una serie di grafici che rappresentano l'andamento dei parametri meteorologici che hanno determinato tali situazioni e da tabelle che forniscono informazioni su altre variabili meteorologiche che possono influenzare le attività o la salute delle persone.

Il progetto MeteoSalute prevede, inoltre, la produzione di una previsione giornaliera rivolta a sottogruppi di popolazione ad alto rischio, creando in questo modo un sistema di allarme biometeorologico per la prevenzione degli effetti del clima sulla salute in Toscana.

Tale servizio sarà finalizzato anche al supporto delle procedure di sorveglianza attiva per mettere in azione gli interventi socio-sanitari nei confronti di alcuni soggetti ad alto rischio, in particolare anziani.

Il sistema è basato sull'individuazione del "giorno critico", cioè di un giorno caratterizzato da condizioni meteorologiche potenzialmente dannose per la salute, e prevede quattro livelli:

- 1) "Nessun rischio", non è previsto un giorno critico
- 2) "Attenzione", è un giorno critico, o isolato o il primo di una serie;
- 3) "Allarme", è il secondo giorno critico consecutivo;
- 4) "Emergenza", dal terzo giorno critico consecutivo in poi.

Se vengono previste condizioni di rischio per la salute, le procedure di assistenza agli anziani saranno attivate con interventi differenziati in relazione alla gravità della situazione.

#### CONCLUSIONI

Il progetto MeteoSalute rappresenta la prima realizzazione per il territorio regionale toscano di un servizio di informazione biometeorologica e bioclimatologica a supporto dei servizi sanitari locali e della popolazione. Inoltre, l'impiego delle mappe e di un bollettino testuale come strumento a disposizione della popolazione rende questo servizio unico in Italia.

Gli ottimi risultati ottenuti durante questa estate da questo sistema operativo di previsione biometeo per il rischio/disagio da caldo rappresentano un incoraggiante punto di partenza e una grande motivazione per ulteriori sviluppi futuri, creando procedure sempre più differenziate per i vari utenti. Inoltre, l'inserimento di altre variabili meteorologiche, come per esempio la pressione atmosferica, o lo sviluppo di ulteriori metodologie di previsione (basate per esempio sulla presenza di masse d'aria con diversi impatti sulla popolazione) da integrare con i sistemi già opera-

tivi, permetteranno di migliorare l'informazione, rendendola sempre più affidabile e precisa. Infine l'utilizzazione degli studi epidemiologici per la messa a punto di nuovi modelli di previsione biometeorologica per specifiche patologie, calibrati in base alle peculiarità climatiche del territorio toscano, consentirà di svolgere un più efficiente lavoro di prevenzione sanitaria e permetterà di razionalizzare l'assistenza ospedaliera attraverso sistemi di allerta mirati a specifiche categorie di persone e località.

**Marco Morabito, Martina Petralli, Giorgio Bartolini, Tommaso Torrigiani, Lorenzo Cecchi, Simone Orlandini**  
Centro interdipartimentale di bioclimatologia, Università di Firenze

**Alfonso Crisci**  
Istituto di biometeorologia  
Consiglio nazionale delle ricerche  
Firenze

Per informazioni:  
[m.morabito@ibimet.cnr.it](mailto:m.morabito@ibimet.cnr.it)

43

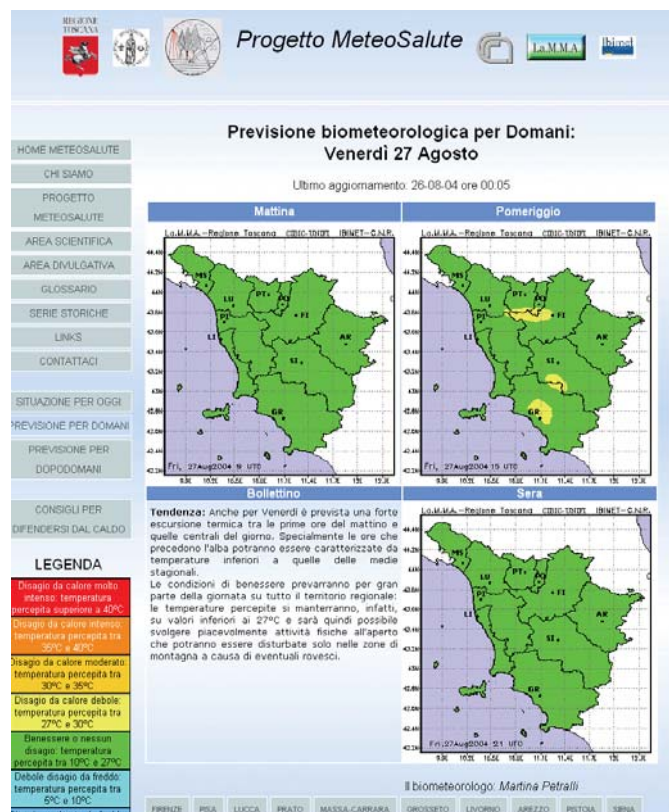


Fig. 2: Esempio di previsioni biometeorologiche fornite dal progetto MeteoSalute ([www.lamma.rete.toscana.it/bioclima](http://www.lamma.rete.toscana.it/bioclima))