



AIAM

Presidente:

Luigi Mariani

Consiglieri:

Maurizio Borin, Carmen Beltrano, Antonio Brunetti, Andrea Cicogna, Antonino Drago, Vittorio Marletto, Giambattista Toller.

Revisori dei conti:

Federico Spanna, Giovanni Dal Monte, Luigi Pasotti

Sede legale - via Caproni 8, 50144 Firenze.

Sede tecnica - via Modigliani 4, 20144 Milano
(email: anamar@tin.it)

Redazione a cura di:

A. Cicogna e M. Gani
CSA - Friuli-Venezia Giulia
AIAM NEWS Notiziario dell'Associazione Italiana di Agrometeorologia
Direttore responsabile: M. Gani
Autorizzazione Tribunale di Firenze n. 5221 del 4/12/2002

Contenuto

Attualità e Servizi

a cura di L. Mariani

- Abbiamo sconvolto il nostro clima?!
- Corso AIAM di programmazione per Agro e Biometeorologi a Cervignano

Ricerca e didattica

a cura di M. Borin

- Telerilevamento e risorse idriche in Africa
- Indici Biometeorologici e stato di benessere umano in ambiente urbano
- Banca dati agrometeo in Piemonte

Annunci e recensioni

a cura di V. Marletto

- Course on agricultural, forest and micro meteorology

Alluvioni estive e riscaldamento della Terra: abbiamo sconvolto il nostro clima?!

Risposta ad un articolo del Prof. Giovanni Sartori

Il Corriere della Sera, primo quotidiano italiano per tiratura e, si dice, per autorevolezza, è uscito in edicola il 15 agosto con un articolo di fondo, a firma del Prof. Giovanni Sartori, con il titolo emblematico "Alluvioni estive e riscaldamento della Terra - ABBIAMO SCONVOLTO IL NOSTRO CLIMA". L'articolo inizia nel modo seguente "Abbiamo avuto, quest'anno, più caldo del solito? Le misurazioni dicono di sì. Così come ci dicono che il clima è sempre più instabile e esagerato. Più caldo, più freddo, più temporali devastanti, più alluvioni. In Italia l'agosto è stato finora selvaggio; e prima giugno era eccezionalmente torrido. Non accadeva da 200 anni. Il che vuol dire che non accadeva da quando caldo e piogge vengono misurate."

Vi risparmio il resto dell'articolo. Tuttavia, nonostante la mia sempre più forte idiosincrasia per questo modo (questo, sì, selvaggio...) di spiegare al volgo la variabilità climatica, ho tentato la strada del dialogo scrivendo una lettera di risposta allo scritto del Prof. Sartori ed inviandola il giorno 16 al Corriere, il quale naturalmente si è guardato bene dal pubblicarla. Alla luce di ciò ho pensato di inviare la stessa lettera ad un approdo più sicuro, la News dell'associazione.

Al Direttore del Corriere della Sera

Giovanni Sartori, dall'articolo di fondo apparso sul Corriere del 15 agosto, lancia un appello che credo sia da tutti condivisibile: occorre agire per evitare la catastrofe climatica. Purtroppo il professor Sartori, per giungere a questa conclusione, fa appello ad una serie di artifici retorici che a mio parere poco hanno a che vedere con un approccio scientifico al problema del clima e del suo cambiamento. La comunità scientifica (recenti statistiche europee sono assai chiare al riguardo) rifugge sempre più al contatto con i mezzi di comunicazione (quotidiani, radio, televisioni) e ciò è dovuto al fatto che tali mezzi sono sempre più preda dell'abitudine a rendere in termini catastrofici tutto quanto è da loro comunicato. Lo stesso Sartori, parlando di "agosto selvaggio" e di "eventi che non accadono da 200 anni" cede a questa cultura millenaristica che poco o nulla lascia ad una visione serena e razionale dei problemi.

Al riguardo ricordo ancora l'inverno 1999-2000, che nel Nord Italia fu particolarmente povero di precipitazioni. Allora lavoravo al Servizio Meteorologico della Lombardia e, sulla scorta di un'analisi statistica eseguita sulle serie storiche disponibili, ricavai che quell'inverno risultata al 7° posto fra gli inverni

più asciutti degli ultimi 200 anni. Con tali dati confezionammo un comunicato stampa che distribuimmo ai giornali e il giorno dopo il Corriere titolava in prima pagina "L'inverno più asciutto degli ultimi 200 anni" citando il nostro comunicato.

Capirete bene che con questo "gioco delle tre tavolette" non si va lontano; certamente non si va nella direzione che i nostri illuministi ci additarono nell'ottocento: decisioni razionali basate su statistiche rigorose.

In altri termini i climatologi seri, anche per non rischiare di tramutarsi in "mosche cocchiere" di interessi molto più grandi di loro, tendono sempre più a rinchiudersi nella torre d'avorio, lasciando perdere il rapporto con un mondo della comunicazione che fa dell'enfasi il proprio cavallo di battaglia.

La mia esperienza, maturata in progetti di ricerca internazionali sul clima del Mediterraneo (progetti MEDALUS 2 e 3), mi porta ad affermare che la variabilità del clima è un elemento con cui gli ecosistemi si confrontano in modo vincente da milioni di anni. Il vero elemento critico, esploso negli ultimi due secoli, è l'uomo, tanto che viene spontaneo affermare con Chateaubriand che "la foresta precede l'uomo, il deserto lo segue". E qui mi riallaccio ai contributi pregevoli che Sartori ha recentemente fornito, attraverso articolo di grande saggezza con cui invitava a disinnescare la bomba demografica. Infatti se non abbiamo la sicurezza assoluta circa il futuro climatico del pianeta (andremo tutti arrosto oppure in bara di ghiaccio?) abbiamo la certezza che l'uomo come specie si sia finora rivelato il peggior investimento che madre natura abbia potuto compiere.

Concludo rimarcando che se avessimo una volta tanto l'umiltà di ammettere che della macchina del clima conosciamo molto poco (a mio giudizio non più del 10-20% dell'affresco complessivo) potremmo forse arrivare a convincere i governi a pianificare attività di ricerca e di monitoraggio sistematiche in direzione di una maggiore conoscenza, in assenza della quale una politica "prudenziale" è oggi l'unica da suggerire (per "politica prudenziale" si intende qui una politica mondiale volta a minimizzare le alterazioni dell'atmosfera e delle altre componenti della macchina del clima, oceano in primis). Ma poichè - come i farisei oggetto delle critiche di Nostro Signore - abbiamo l'arroganza di aver già capito tutto, la strada della crescita della conoscenza ci viene oggi preclusa

Luigi Mariani

Il corso di Cervignano: la prima volta dell'AIAM nel settore della formazione

A.Cicogna L.Mariani

Fin dal 1997, quando l'AIAM è stata fondata, uno degli scopi che l'associazione si è data, ponendolo in bell'evidenza nel secondo articolo del proprio statuto, è stato quello di "promuovere iniziative di divulgazione, formazione e aggiornamento nel campo dell' agrometeorologia". A distanza di cinque anni si può ben dire che molte cose sono state fatte per portare avanti queste iniziative, basta ricordare il sito Internet dell'associazione, le News, i convegni annuali. E' importante sottolineare come la divulgazione, la formazione e l'aggiornamento siano per molti versi attività a cui confini si confondono e i mezzi tecnici usati per espletarle si possono sovrapporre. Tuttavia nel campo della formazione il rapporto diretto tra insegnante e allievo resta sempre la via maestra da percorrere.

A questo elemento si è ispirato il primo corso di "FONDAMENTI DI PROGRAMMAZIONE IN AMBIENTE WINDOWS PER AGRO E BIO-METEOROLOGI", tenuto a Cervignano (UD) l'11 e il 12 novembre 2002, che ha segnato la prima realizzazione concreta dell'AIAM nel campo della formazione.

Il corso si è tenuto presso la sede del Centro Servizi Agrometeorologici per il Friuli Venezia Giulia, partner dell'AIAM in questa iniziativa, e ha visto la partecipazione di 16 allievi provenienti da tutta

Italia (Sicilia, Veneto, Puglia, Basilicata, Lombardia, Emilia-Romagna, Piemonte, Trentino-Alto Adige e Friuli - Venezia Giulia).

Nelle due giornate è stato introdotto "il perché e il come della programmazione in agrometeorologia". Dopo una parte introduttiva dedicata al richiamo ai principi della programmazione strutturata e ad oggetti i docenti (L.Mariani, A.Cicogna, G.Toller e V.Marletto) hanno proposto esercizi e problemi tipici dell'agrometeorologia (calcolo di Sommatorie termiche, medie di temperature, il modello di Goidanich per la peronospora, ecc.) sviluppati con linguaggi di programmazione ad alto livello (Pascal, R, VisualBasic). Tutto il materiale didattico (manuali appositamente redatti, presentazioni in powerpoint e programmi d'esempio) è stato fornito agli allievi su supporto ottico (CD ROM).

Come nota di colore si può notare come accanto ai mezzi didattici a maggior contenuto tecnologico (presentazioni in power-point, Video-proiettori, ecc.) non ha sfigurato una vecchia e umile lavagna con gessi che ha svolto, ancora una volta, il proprio prezioso compito. Gli allievi, parte dei quali dotati di proprio portatile, parte di personal computer fornito dall'organizzazione, hanno partecipato con notevole attenzione come attesta la dialettica vivace che ha caratterizzato le due giornate.

Da rilevare che degli allievi risultavano in maggioranza digiuni da esperienze di analisi e programmazione e che pertanto il corso si è posto per loro come un corso di ba-



Foto di gruppo del corso. In fondo alla pagina un momento delle lezioni.

se, un'occasione per assaporare il fascino di una disciplina, densa di soddisfazioni per chi la pratica, che tuttavia, per entrare nella realtà quotidiana di lavoro, richiede una forte motivazione ed un'applicazione che non si esaurisce certo con la due giorni di Cervignano. Anche per questo sono stati comunicati agli allievi degli indirizzi elettronici degli insegnati in modo tale da mantenere attivo il legame necessario per risolvere i futuri problemi che nasceranno nell'uso dei programmi proposti.

Il corso si è concluso con il rilascio di un attestato di partecipazione e la consegna di un questionario di valutazione del corso, da riconsegnare in modo anonimo.

Dalle prime valutazioni pervenute dagli allievi, e anche dalle impressioni degli insegnati, si può tirare un primo bilancio tutto sommato positivo anche se per soli due giorni forse è stata messa anche troppa carne al fuoco. Infatti una critica degli allievi è stata che ci voleva più tempo da dedicare agli esercizi da fare insieme. Pertanto in una eventuale riedizione del corso ci dovremo porre il problema di ridurre il numero di linguaggi utilizzati dai docenti e di dilatare i tempi di uno o due giorni, lasciando un maggior spazio agli approfondimenti ed alle esercitazioni.

Alla fine una constatazione e una promessa: è un'esperienza che ci ha fatto crescere e la prossima volta faremo meglio!

Il telerilevamento applicato alla gestione delle risorse idriche in Africa dell'Ovest
GLOWA-Volta, un progetto multidisciplinare per lo studio di clima, acqua e territorio
F.D. Vescovi
ARPA-SMR Emilia-Romagna

Il Ministero Federale per la Ricerca Scientifica tedesco (BMBF) ha approvato e finanziato nel 2000 un progetto pilota chiamato GLOWA-Volta (www.glowa-volta.de) che ha l'obiettivo di fornire un sistema decisionale integrato di gestione delle acque per fronteggiare i gravi problemi idrici che si sono manifestati negli ultimi anni nel bacino del Volta, in Africa dell'ovest. GLOWA-Volta, di cui è il direttore prof. Paul Vlek, è uno di cinque progetti pilota, tutti con una forte componente modellistica che, in diverse parti del mondo, hanno lo scopo di studiare a scala locale il complesso fenomeno del cambiamento climatico globale.

Il progetto, della durata di due fasi quadriennali è tuttora in corso e vede la partecipazione di una ventina di istituzioni scientifiche pubbliche, università e istituti di ricerca tedeschi, ghanesi e del Burkina Faso, le cui competenze sono strutturate prevalentemente in tre componenti: la componente "Atmosphere" per gli studi sul clima, la "Land" per l'osservazione della vegetazione e dell'uso del suolo, e la "Water" per tutto ciò che concerne la gestione delle risorse idriche, dalla grande diga per la produzione di energia idroelettrica, al pozzo del villaggio. Il gruppo "Atmosphere", con sede a Garmisch-Partenkirchen, impiega per le simula-



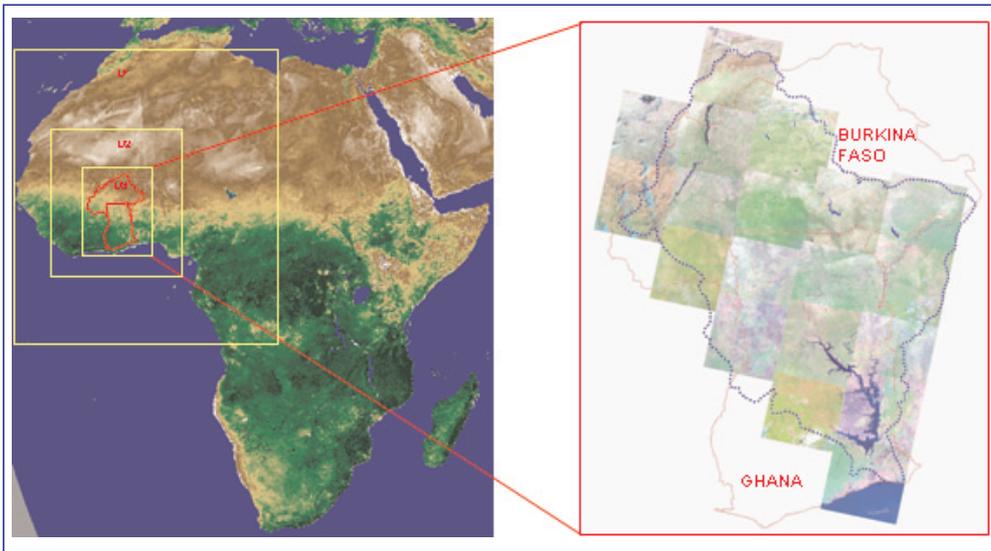


Fig. 1- A sinistra: un'immagine del gennaio 2000 del sensore AVHRR costituita dalla sovrapposizione di parti di immagini prive di nubi in dieci giorni di acquisizione alla risoluzione di 8 km. I tre riquadri indicano i tre domini concentrici sui quali è sviluppato il modello MM5. A destra: ingrandimento del dominio più piccolo: l'immagine è una copertura del bacino del Volta (linea tratteggiata blu) ottenuta dal mosaico di numerose scene LANDSAT-ETM+ del 2000. A sud si nota il lago artificiale Volta nel quale fluiscono tutte le acque fluviali del bacino.

zioni climatiche il modello MM5 sviluppato su tre domini concentrici a scala di 9 x 9 km² (fig. 1) (van de Giesen et al., 2000).

Carenza idrica nell'area di studio

Il bacino del Volta è esteso circa 400.000 km² (un'area grande come la Svizzera e la Germania insieme) e comprende larga parte di Ghana, Burkina Faso, Costa d'Avorio, Mali e Togo.

Il lago Volta, il più grande lago artificiale africano, vede diminuire sempre più frequentemente il livello d'acqua minimo per il funzionamento delle turbine per la produzione di energia elettrica, portando a razionamenti del rifornimento di corrente, soprattutto in città.

La diminuzione del livello del lago è dovuta principalmente all'intenso asporto di acqua in modo capillare a monte della diga, a seguito della incontrollata costruzione recente di numerosissime piccole dighe su diversi affluenti del fiume Volta (fig. 2). Le popolazioni locali, infatti, sono costrette a costruire, quasi sempre senza autorizzazione, delle dighe di fabbricazione pressoché artigianale per

avere un sufficiente rifornimento idrico nella stagione secca. L'acqua, secondo il censimento condotto dai sociologi di GLOWA-Volta, verrebbe usata per gli scopi più svariati: uso domestico, abbeveramento di bestiame, pesca e, soprattutto, approntamento di inefficienti sistemi irrigui la cui dispersione idrica è notevole. Questo improvviso aumento della domanda d'acqua a monte del lago Volta e in genere in tutto il bacino è dovuto principalmente all'aumento della popolazione (anche per immigrazione) con il conseguente incremento di colture irrigue e, quindi, della domanda di energia elettrica.

La costruzione di una diga di dimensioni anche modeste per servire sistemi irrigui e/o per produrre corrente elettri-

ca con piccole turbine diventa quindi una attraente prospettiva economica per zone aride dell'area guineana-saheliana a basso reddito, considerando che beni naturali come la terra, il fiume o l'acqua, secondo la mentalità africana, difficilmente si fanno amministrare da enti ufficiali ma vengono gestiti da chi se ne appropria per primo. Non sono infrequenti i conflitti tra tribù per l'approvvigionamento idrico ed è rimasta celebre in Africa dell'ovest una dichiarazione di Kofi Annan, segretario delle Nazioni Unite (un ghanese), secondo cui i prossimi conflitti mondiali accadranno per la carenza di acqua.

A peggiorare la situazione di questa crescente domanda d'acqua nel bacino si è registrata in tutta l'Africa dell'O-

vest negli ultimi 30 anni una certa diminuzione delle precipitazioni, (Nicholson 1998) la cui spiegazione è tuttora allo studio della componente "Atmosphere" del progetto.

Il ruolo del telerilevamento

In questo contesto le tecniche di telerilevamento, inserite nella componente "Land", coordinata dal Prof. Gunter Menz, si sono rivelate essenziali per la possibilità di fornire informazioni geografiche attuali e storiche su aree molto vaste confrontabili fra loro nel tempo e in modo sinottico. Queste tecniche sono praticamente insostituibili in territori come i Paesi africani dove le informazioni territoriali risalgono spesso all'epoca coloniale e le cartografie non sono informatizzate oppure assenti. A fronte di que-

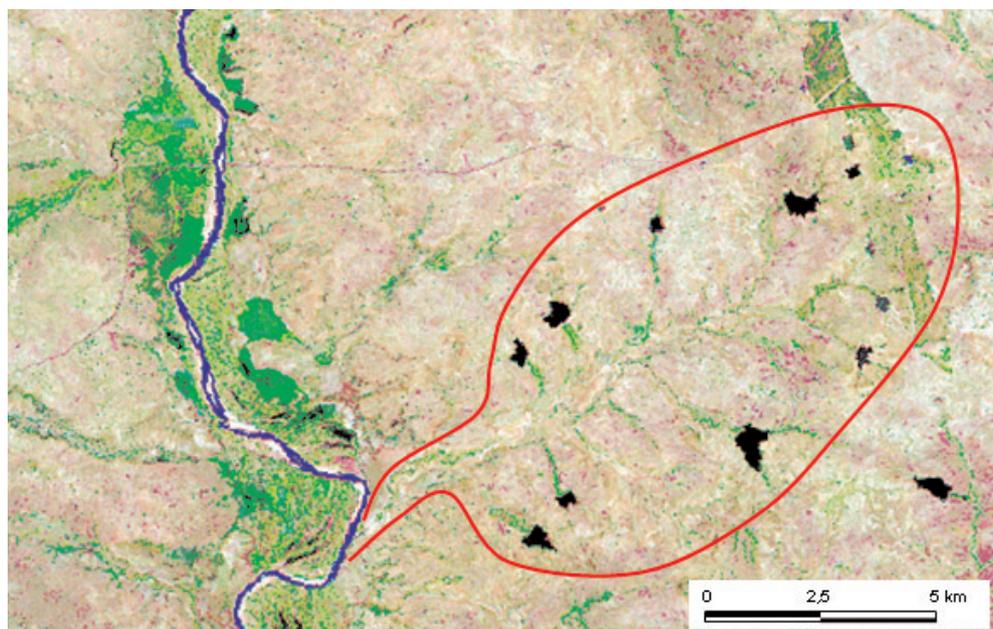


Fig. 2 - In una immagine LANDSAT-TM del 2000 un esempio di sottobacino (linea rossa) costituito da affluenti del fiume White Volta, nella North East Region in Ghana. Su tutti gli affluenti è stato costruito uno sbarramento che crea un piccolo lago, diminuendo così l'apporto idrico al grande lago Volta a valle del sottobacino.

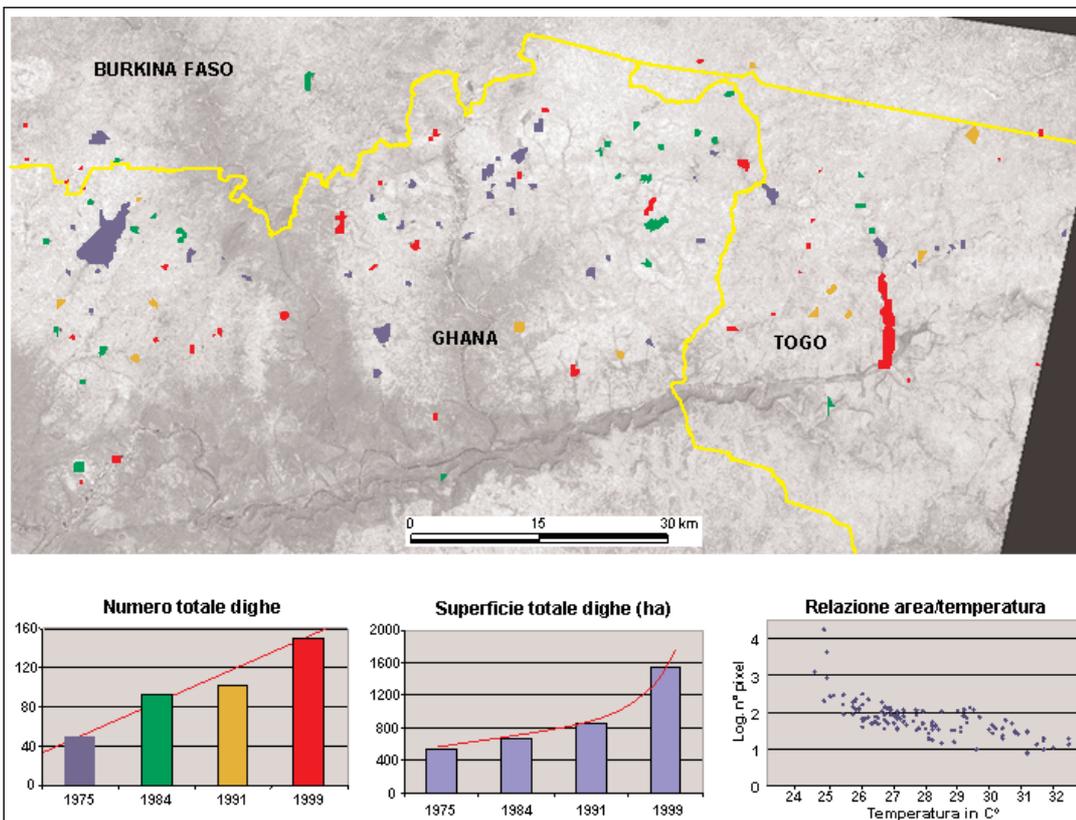


Fig. 3 - In alto: rappresentazione fuori scala delle dighe costruite nel periodo tra il 1975 e il 1999 in un'area estesa 160 x 70 km² tra il Ghana, il Burkina Faso ed il Togo. Le dighe, qui appositamente ingrandite a scopo illustrativo, sono rappresentate in diversi colori in funzione dell'anno di osservazione del satellite LANDSAT, secondo le colonne del grafico in basso a sinistra. In basso a sinistra: il grafico rappresenta l'aumento numerico delle dighe. In basso in centro: è rappresentato l'aumento in superficie totale delle stesse. In basso a destra: relazione tra il logaritmo dell'area e la temperatura di ciascuna diga.

sta considerazione generale, tuttavia, è doveroso ricordare che esistono numerose eccezioni di istituzioni locali, come a Legon il CERSGIS o a Ouagadougou l'INERA, ove competenze e tecnologie sono sorprendentemente avanzate e costituiscono centri di eccellenza locali il cui know-how è di standard europeo. L'uso del telerilevamento per serie storiche a partire dagli anni '70, sta fornendo a tutte le componenti del progetto GLOWA preziose indicazioni sui cambiamenti dell'uso del suolo, la dinamica della vegetazione e la gestione delle acque dell'ultimo trentennio, considerando che le autorità locali difficilmente esercitano un controllo sul territorio tale da poter essere a conoscenza della sua storia. Particolare efficacia hanno mostrato le applicazioni del telerilevamento nell'ambito del cambiamento dell'uso del suolo, un campo che negli ultimi anni ha destato numerosi interessi scientifici in merito ai processi di desertificazione, urbanizzazione, deforestazione, ecc. soprattutto nei Paesi in via di veloce sviluppo (Lambin et al. 2001). Le tecniche applicate nelle aree interessate nel progetto GLOWA, per es. l'analisi vettoriale del cambiamento

(Borak et al., 2000; Lambin et al., 2001) e il metodo "triangolare" (Capehart et al., 1994) sono ancora sperimentali in quanto richiedono l'uso di serie temporali di immagini da satellite relativamente lunghe, ma si sono rivelate sufficientemente affidabili per dare un quadro riassuntivo dei cambiamenti avvenuti nelle savane e nelle foreste africane studiate e sul loro impatto ambientale. In fig. 3 è presentato, a titolo di esempio, uno schema che illustra l'aumento del numero delle dighe e della loro superficie in una vasta area al centro del bacino del Volta. Come si osserva nella rappresentazione (qui fuori scala), in circa 25 anni a partire dal 1975 le dighe sono triplicate linearmente mentre la loro superficie, che naturalmente deve sacrificare terra e vegetazione, aumenta in modo tendenzialmente esponenziale. Questo risultato è stato ottenuto confrontando fra loro acquisizioni satellitari LANDSAT-TM in diversi anni e costruendo una sequenza storica che non è nota né ai locali né, tantomeno, all'autorità nazionale di gestione risorse idriche del Ghana (WRI, Accra). Sempre tramite analisi degli stessi dati satellitari,

la banda del termico è stata calibrata per la temperatura sulle superfici idriche: lo studio, condotto su circa 130 dighe, mostra che l'acqua tende ad essere più calda al diminuire della loro superficie, lasciando pensare che le numerosissime dighe di piccole dimensioni hanno una maggiore evaporazione di quelle grandi. Inoltre le loro superiori perdite per percolazione, nonché carenze nella gestione, risultano in una maggiore dispersione dell'acqua. Uno degli scopi del progetto, inoltre, è di impostare un bilancio idrico di tutto il bacino, pur approssimato date le dimensioni dell'area, che consideri le entrate (precipitazioni) e le uscite (evaporazione da suolo e corpi idrici, evapotraspirazione da piante coltivate e non, ruscellamento in tutte le sue componenti, scorrimento superficiale e sottosuperficiale, ecc.) Il volume di dati e la disponibilità di attrezzature necessari allo scopo è naturalmente notevole, soprattutto per aree così vaste. Il telerilevamento può contribuire, tuttavia, a fornire dati sull'evapotraspirazione dei suoli a seconda della loro copertura vegetazionale in modo relativamente economico (Menz et al., 2000). Allo sco-

po è stata eseguita una classificazione della vegetazione in funzione della densità degli alberi, che nelle diverse tipologie di savane sono i principali "diffusori" di vapore. Per mezzo di questa classificazione si possono avere indicazioni sulla densità di alberi dalle zone più arborate come le foreste tropicali a sud del Ghana fino alle zone aride del Sahel a nord del Burkina Faso o nel Mali. I dati di evapotraspirazione, così diversificati a seconda delle classi vegetazionali, andranno a "forzare" il modello MM5 per la simulazione del clima nell'area considerata.

Attività didattiche

Una attività certo non secondaria svolta dagli operatori del progetto GLOWA-Volta, anzi di importanza fondamentale per un Paese in via di sviluppo, è l'istruzione in loco del personale attraverso corsi di formazione, corsi di dottorato, seminari, stages in Europa e in loco, sempre finanziati dal progetto. In un contesto in cui la gestione del territorio è avvertita solo in funzione di sfruttamento, tali attività didattiche hanno la duplice valenza di sensibilizzare i futuri quadri del Paese sulle problematiche ambien-

tali del loro stesso territorio in termini non solo legati alla remunerazione ed anche di creare un possibile collegamento tra il progetto e gli operatori africani. E' noto infatti come spesso grandi progetti siano pensati, finanziati e gestiti anche bene da Paesi Occidentali per l'Africa, ma poi trovino difficile continuazione in loco perché gli abitanti non sono stati sufficientemente coinvolti dall'inizio o comunque i metodi, essendo pensati solo da Europei, non si adattano al contesto e alla mentalità africani. Per questo la collaborazione con numerosi operatori del luogo è stata considerata priorità del progetto. E' comprensibile che un personale così eterogeneo in termini di culture,

lingue, tribù (il gruppo etnico riveste notevole importanza per gli Africani), istruzione ed esperienze professionali, non sempre ha avuto una facile convivenza, tuttavia è sorprendente notare come da parte di tutti ci sia stato uno sforzo, prima di tutto umano, per comprendere la diversa mentalità dell'altro e cercare di adattarsi.

Il progetto è dunque ancora in corso ed inizia ora la sua seconda fase: si prevede che il prodotto finale (il sistema decisionale di gestione delle acque e del territorio a livello di bacino) sarà consegnato ai tecnici alle autorità ghanensi e del Burkina Faso alla fine del 2007.

Ringraziamenti

Relazione presentata al Laboratorio di Telerilevamento di ARPA-SMR Emilia-Romagna. L'autore ringrazia il responsabile del Laboratorio Vittorio Marletto per il supporto tecnico e logistico.

Applicazione di indici biometeorologici negli studi sullo stato di benessere dell'uomo in ambiente urbano

L. Bacci e A. Crisci
CNR - IBIMET, -Firenze
M. Morabito Uni- Firenze

Lavoro presentato al 16th Congress of Biometeorology, Kansas City, Missouri (USA), 28 ottobre - 1 novembre 2002.

Per valutare gli effetti del clima e delle sue variazioni sullo stato di benessere o di disagio dell'uomo, nel corso degli anni sono stati sviluppati numerosi indici biometeorologici, definiti anche "indici di disagio" o "di benessere" (Höppe, 1997; Matzarakis e Mayer, 1997).

Tali indici, sviluppati nel corso degli anni, sono di facile ed immediata applicazione, in quanto rappresentati da formule empiriche basate su alcuni dei dati più comunemente rilevati dalle stazioni meteorologiche, quali:

- la temperatura dell'aria;
- la temperatura di bulbo umido;
- l'umidità relativa;
- la velocità del vento;
- la pressione atmosferica.

Dall'applicazione di tali formule si ottiene, comunemen-

te, un valore corrispondente ad una temperatura apparente, vale a dire alla temperatura effettiva percepita dal corpo umano.

Questo valore, dopo essere stato confrontato con i valori soglia riportati nelle tabelle di classificazione biometeorologica, individua una precisa condizione fisiologica rappresentata da condizioni di benessere o di disagio. In quest'ultimo caso sono spesso descritti i possibili disturbi e gli effetti sull'organismo umano, nonché quali sono le categorie di persone ad elevato rischio. Una raccolta di tali indici può essere trovata in Bacci e Morabito (2002).

Tali indici sono stati e sono tuttora applicati per confrontare gli effetti sull'uomo di condizioni microclimatiche determinate da un diverso uso del suolo, quali ad esempio ambiente urbano e ambiente rurale, interno di un parco e aree edificate, ecc. Sono inoltre usati per individuare le diverse condizioni meteorologiche che intervengono su alcune patologie meteo-sensibili, al fine di realizzare un sistema di allerta precoce legato alle previsioni del tempo.

Un altro campo di applicazione di questi indici, sempre più attuale, è quello legato alla loro utilizzazione nella valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici sullo stato di benessere dell'uomo e, tra i cambiamenti "climatici" di cui si parla, uno in particolare è ormai universalmente accertato: l'isola di calore urbana. Tale fenomeno è conosciuto ormai da molti anni ed è stato documentato, già a partire dagli anni '60, su molte città caratterizzate da diverso clima, topografia e popolazione residente.

L'entità del riscaldamento urbano è normalmente espressa come la maggiore differenza tra la temperatura della città e quella di un ambiente rurale circostante, misurata da stazioni meteorologiche fisse.

Oke (1982) elenca una serie di cause che contribuiscono a creare tale fenomeno: l'aumento dell'assorbimento della radiazione a onda corta dovuto alla geometria a canyon della città, l'aumento della radiazione atmosferica a

onda lunga dovuto all'inquinamento dell'aria, la diminuzione della perdita della radiazione a onda lunga in conseguenza della riduzione del *fattore di visione del cielo*, la presenza di sorgenti di calore antropico, l'aumento dell'immagazzinamento del calore sensibile e la diminuzione dell'evapotraspirazione in conseguenza alle caratteristiche dei materiali di costruzione e infine la diminuzione del trasporto turbolento di calore in conseguenza ad una riduzione della velocità del vento causata dalla geometria a canyon.

Vista la complessità che si incontra nel tener conto di tutti questi fattori e a causa della frequente mancanza di dati, spesso è la popolazione la variabile più frequentemente scelta per rappresentare il livello di urbanizzazione di una città (Camilloni e Barros, 1997) e, di conseguenza, l'incremento del riscaldamento della città stessa nel tempo viene correlato ad un aumento demografico. Nello studio condotto da Bohm (1998) sulla città di Vienna, e in quello da noi condotto e qui descritto, è chiaramente mostrato che il parametro popolazione non sempre può essere usato per "rappresentare" i reali agenti che generano l'isola di calore ed è quindi necessario studiare le temperature urbane in combinazione con altri parametri di sviluppo urbano.

Nell'ambito della linea di ricerca "Biometeorologia e salute umana" dell'Istituto di Biometeorologia del CNR di Firenze, è stato condotto uno studio finalizzato a valutare le modifiche termiche che hanno interessato, durante il XX secolo, la città di Firenze in conseguenza allo sviluppo urbano, e gli effetti che queste hanno avuto sulla qualità di vita degli abitanti.

I dati meteorologici utilizzati per tale studio sono stati forniti dall'Osservatorio Ximeniano di Firenze, che possiede una tra le più lunghe serie storiche d'Italia. La stazione meteorologica dell'Osservatorio si trova nella zona centrale della città.

Per lo studio in oggetto sono state utilizzate due serie di dati: a) la serie termoisopletrica con i dati orari per il pe-

Bibliografia

Borak J.S. Lambin E.F. Strahler A.H. 2000. The use of temporal metrics for land cover change detection at coarse spatial scales. *Int. J. Remote Sensing* 21, n° 6 & 7, 1415-1432.

Capehart, W.J., Carlson, T.N., 1994. Estimation of surface moisture availability using a hydrological budget model aided by surface satellite observations and a soil vegetation atmosphere transfer scheme (SVAT). *Preprints 21st AMS Con. on Ag. and Forest Met. and 11th Con. on Biomet. and Aerobiol. American Meteorological Society, Boston, MA.*

van de Giesen, N., Kunstmann, H., Jung, G., Liebe, J., Andreini M, Vlek, P.L.G. 2000. The GLOWA Volta project: Integrated assessment of feedback mechanisms between climate, landuse, and hydrology. *Advances in Global Change Research, Vol. 10: Climatic Change: Implications for the Hydrological Cycle and for Water Management.*

Lambin, E.F., Ehrlich, D., 1997. Land-cover changes in Sub-saharian Africa (1982-1991): application of a change index based on remotely sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale. *Remote Sensing of Environment* 61:181-200.

Lambin, E.F., et al. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Env. Change* 11, 261-269.

Menz, G. and M. Bethke. 2000. Regionalization of the IGBP Global Land Cover Map for Western Africa (Ghana, Togo and Benin). *Proceedings of the 20th EARS&L-Symposium, June 2000, Dresden, 6 pp.*

Nicholson, S.E., 1998. Interannual and interdecadal variability of rainfall over the African continent during the last two centuries, in *Water Resources Variability in Africa during the XXth Century*, (Servat E., Hughes D., Fritsch J.-M., Hulme M., eds) IAHS Publication 252, 107-116.

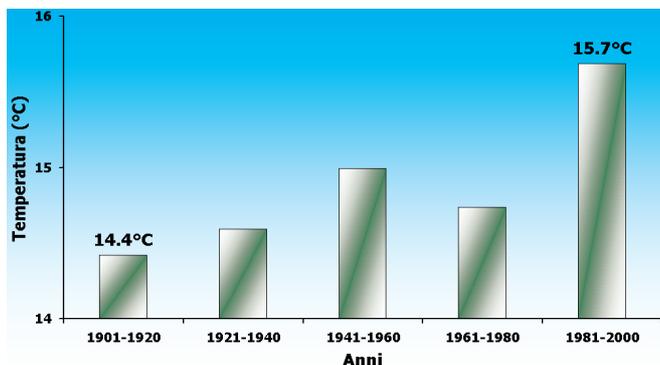
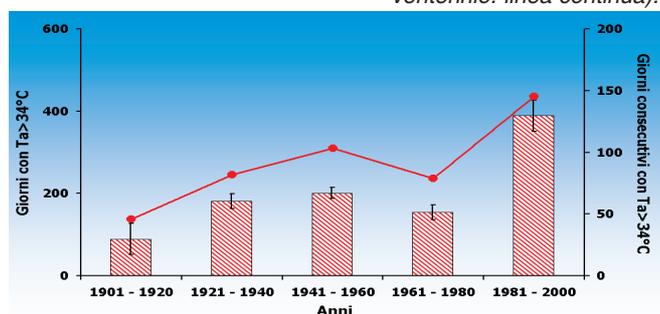


Fig. 1. Temperatura media annua di Firenze dal 1901 al 2000.

Fig. 2. Numero di giorni con temperatura dell'aria superiore a 34°C (valore cumulato su ciascun ventennio) e massimo numero di giorni consecutivi con temperatura dell'aria superiore a 34°C (valore cumulato su ciascun ventennio: linea continua).



riodo 1956-2000 per l'applicazione degli indici biometeorologici ed il confronto con i parametri di sviluppo urbano e b) la serie delle temperature massime e minime per il periodo 1901-2000 per l'analisi delle modifiche climatiche.

La prima serie è stata divisa in tre gruppi temporali (1956-1967; 1973-1986; 1987-2000). Gli indici biometeorologici applicati sono stati: l'Indice di calore (Heat Index; Steadman, 1979), che è stato sviluppato per descrivere le condizioni di disagio estivo, e la tabella di Scharlau

(Scharlau, 1950) messa a punto per una valutazione del disagio invernale.

La serie termica è stata usata per analizzare le variazioni della temperatura durante l'intero XX secolo, ma il confronto con i dati di sviluppo urbano (numero di abitanti, numero di veicoli circolanti, consumo di energia) è stato possibile solo per gli ultimi 50 anni, poiché non è stato possibile reperire informazioni sui consumi energetici e sul numero di autoveicoli circolanti per gli anni precedenti al 1956.

I risultati dell'analisi della se-

	Numero di veicoli circolanti	Consumo di elettricità per usi domestici	Consumo totale di elettricità
Temp. massima media estiva	0.5264**	0.5238	0.5263
Giorni con T>34°C	0.6112**	0.6689**	0.6867**
Temp. media estiva	0.5715**	0.3004	0.3039*
Temp. media annua	0.6753**	0.5816*	0.6169**
Disagio intenso estivo dovuto a condizioni di caldo-umido	0.5545**	0.7296**	0.7778**

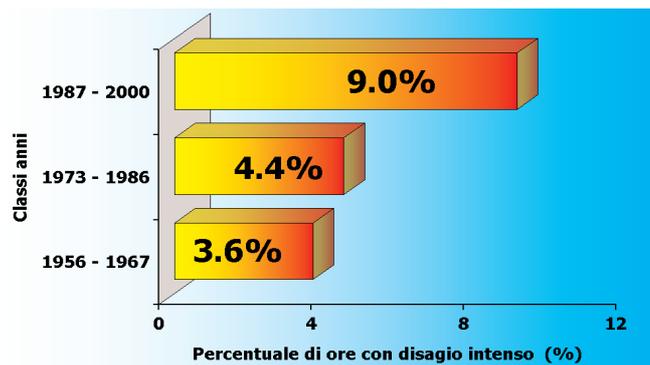
Tab. 1. Correlazioni tra parametri termici, valori dell'indice di calore e principali parametri di sviluppo urbano (* Correlazione statisticamente significativa per P=0.05; ** correlazione statisticamente significativa per P=0.01.)

rie termica hanno evidenziato un aumento, negli ultimi venti anni, della temperatura media annua di circa 1°C (Fig. 1), della temperatura minima media invernale e della temperatura massima media estiva. È interessante notare la forte diminuzione del numero di giorni con temperature inferiori allo 0 (dati non mostrati) e, soprattutto, il notevole aumento del numero di giorni caratterizzati da alte temperature (T>34°C; Fig. 2).

L'applicazione dell'indice di Scharlau per i periodi invernali ha mostrato che, nell'ultimo ventennio, la variazione del numero di ore di disagio causate da condizioni di freddo-umido è stata trascurabile rispetto ai ventenni precedenti. Al contrario l'Indice di calore ha indicato, per il periodo 1987-2000, un raddoppio delle ore di disagio intenso causate da elevate temperature ed umidità, rispetto ai periodi precedenti (Fig.3). Un'analisi più dettagliata del periodo estivo ha evidenziato che tale incremento ha interessato principalmente le ore centrali del giorno per i mesi di luglio e di agosto (dati non mostrati).

I risultati, statisticamente significativi, delle correlazioni tra variabili termiche, indici biometeorologici e parametri dello sviluppo urbano sono mostrati nella tabella 1. Il parametro "popolazione" non è stato inserito poiché nell'ultimo ventennio la città di Firenze non solo non ha registrato un aumento demografico ma ha addirittura perso oltre il 15% dei suoi abitanti, che per lo più hanno spostato la loro residenza in comuni vicini. Un parametro che, al contrario, sarebbe impor-

Fig.3. Percentuale di ore estive caratterizzate da forte disagio conseguente a condizioni di caldo-umido.



Bibliografia

- Bacci L. e Morabito M., 2002 - Gli indici biometeorologici nella valutazione dello stato di benessere dell'uomo. Collana tecnico-scientifica IBIMET, Quaderno n.11, pp. 79.
- Böhm R., 1998 - Urban Bias in temperature time series - A case study for the city of Vienna, Austria., *Climatic Change*, 38:113-128.
- Camilloni I. e Barros V., 1997 - On the urban heat island effect dependence on temperature trends. *Climatic Change*, 37:665-681.
- Höppe P., 1997 - Aspects of human biometeorology in past, present, and future. *Int. J. Biometeorology*, 40: 19-23.
- Matzarackis A. e Mayer H., 1997 - Heat stress in Greece, *Int. J. Biometeorol.* 41, 34-39
- Oke T.R., 1982 - The energetic basis of urban heat island. *Quart.J.Roy.Meteorol.Soc.*, 108, 1-24.
- Scharlau K., 1950 - Einführung eines Schwülemasstabes und Abgrenzung von Schwülezeiten durch Isohygrothermen. *Erdkunde*, v.4, pp.188-201.
- Steadman R.G., 1979 - The assessment of sultriness; Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *J. Applied Meteorol.*, vol 18: 861-873

tante per contribuire a spiegare le cause del riscaldamento della città, è il flusso di persone (e quindi di autoveicoli) dai comuni o dalle province vicine verso l'interno della città per la loro attività lavorativa. Purtroppo non esistono rilevamenti continuativi di tale parametro. I risultati mostrati nella tabella 1 evidenziano come il riscaldamento della città, e il conseguente peggioramento delle condizioni di benessere "climatico" durante i periodi estivi, siano direttamente da imputare all'aumento del numero di veicoli circolanti e al consumo di elettricità per usi domestici e non.

I risultati ottenuti da questo studio non hanno fatto che confermare, anche per Firenze, quello già evidenziato per

altre città, per lo più straniere; risultati che dovrebbero sollecitare le amministrazioni locali a adottare interventi specifici per contrastare il deterioramento della qualità della vita in ambiente urbano.

Il progetto "Gestione informatizzata della banca dati agrometeorologica regionale" della regione Piemonte

S. Cavalletto*, F. Spanna**

* 3a S.r.l.

** Regione Piemonte

La problematica

L'andamento meteorologico influisce significativamente sullo sviluppo di molteplici fitopatie. In particolare, le temperature, le precipitazioni l'umidità relativa e le rugiade costituiscono fattori fortemente condizionanti l'insorgenza di fitopatie dovute a crittogame, insetti e batteri fitopatogeni.

Il monitoraggio continuo delle principali grandezze meteorologiche e l'utilizzo di specifici applicativi informatici per il trattamento dei dati possono divenire, quindi, strumenti basilari per la razionalizzazione della difesa delle colture agrarie e delle foreste. Le condizioni necessarie per l'utilizzo di una banca dati agrometeorologica a scopo di difesa fitosanitaria sono la completezza e l'attendibilità del database stesso: tali condizioni devono essere garantite in tempo "quasi reale" al fine di fornire alle reti di assistenza tecnica aggiornamenti tempestivi e privi di soluzione di continuità.

Gli obiettivi

L'obiettivo del progetto è la realizzazione e l'ottimizzazione di un ausilio tecnico-scientifico efficace e facilmente fruibile ai fini della prevenzione delle fitopatie.

A tale scopo, il Settore Fitosanitario della Regione Piemonte si è dotato di una Rete Agrometeorologica elettronica (RAM Piemonte) composta da oltre 75 centraline automatiche di rilevamento a quattro parametri (temperatura, umidità relativa, precipitazione, bagnatura fogliare) e attraverso la 3a S.r.l. ha realizzato un applicativo informatico per la validazione incro-

ciata e l'integrazione dei dati mancanti del database agrometeorologico regionale.

La validazione incrociata dei dati agrometeorologici consiste nell'individuazione dei dati anomali di ciascuna grandezza agrometeorologica sulla base del confronto, mediante opportuni criteri statistici, tra i valori della grandezza rilevati nello stesso istante in punti diversi dello spazio, coincidenti con i siti di localizzazione delle unità di rilevamento che compongono la RAM Piemonte. Inoltre, vengono individuati i dati ritenuti "non validi" ed i dati mancanti e al posto di ciascuno di essi viene proposto un dato ricostruito sulla base dei risultati della validazione incrociata. L'applicazione periodica della validazione incrociata garantisce che il database agrometeorologico regionale risulti completo, sia a livello orario che giornaliero, e con un buon grado di attendibilità ai fini di una pronta applicazione alla difesa dalle fitopatie.

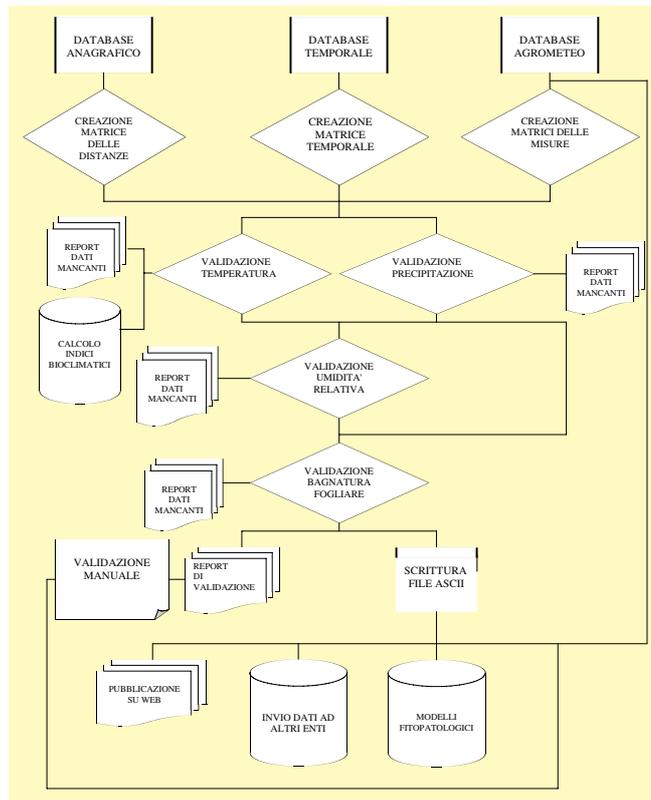
Il database agrometeorologico

Ogni centralina afferente alla RAM Piemonte acquisisce ogni minuto un dato di temperatura ed umidità e fornisce i valori medi orari e giornalieri ed i valori estremi giornalieri. Per quanto concerne la precipitazione e la bagnatura fogliare, vengono forniti i valori dell'accumulo orario e di quello giornaliero. La RAM Piemonte è gestita in telemisura da una centrale operativa che provvede all'integrazione quotidiana nel database agrometeorologico regionale dei dati acquisiti dalle centraline.

La metodologia

La fenomenologia atmosferica rilevante dal punto di vista agrometeorologico risulta descrivibile mediante le relazioni approssimate della dinamica dell'atmosfera proprie della meteorologia a mesoscala, che si traducono nell'approssimazione di verticalità dei profili di temperatura e umidità relativa e nella teoria delle masse d'aria e dei fronti. La relativa scala spaziale è dell'ordine della decina di chilometri e quella temporale va da minuti a giorni.

La necessità di avere informazioni in tempo "quasi rea-



le" a fini fitosanitari ha imposto la ricerca di metodologie di validazione che non richiedano serie temporali di dati. La scelta ha dovuto vertere su metodi interpolativi nello spazio piuttosto che su metodi regressivi che presuppongano la verifica dell'esistenza di una correlazione anche su scala temporale. L'approccio alla problematica della validazione è lo stesso per tutte le grandezze fisiche monitorate, con la differenziazione degli algoritmi specifici. Si effettuano in successione i controlli descritti di seguito.

Controllo di range: il dato viene confrontato con due valori di soglia, l'uno di minimo e l'altro di massimo, che di default sono i valori limite strumentali. E' possibile l'implementazione di controlli di range a cascata con progressivo restringimento del dominio permesso sulla base di opportuni criteri specifici per ciascun caso.

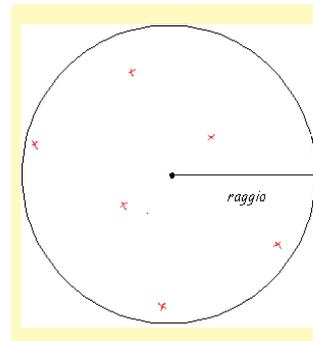
Controllo incrociato: per ciascuna unità di rilevamento della RAM Piemonte vengono individuate le unità della rete localizzate entro un dominio spaziale orizzontale circolare centrato sull'unità in esame e di raggio pari a 20 chilometri. Quindi, vengono calcolati il valor medio e la deviazione standard dei dati così selezio-

nati, eccetto quello dell'unità in esame. Quest'ultimo viene confrontato con il valor medio calcolato ed "etichettato" secondo il seguente criterio:

- dato valido: il dato cade entro una deviazione standard dal valor medio
- dato sospetto: il dato cade tra una e due deviazioni standard dal valor medio
- dato anomalo: il dato cade oltre due deviazioni standard dal valor medio.

Il dato mancante è sostituito dal valor medio con il quale sarebbe stato confrontato.

L'ipotesi alla base del metodo, accettabile operando a mesoscala, è che, in un dato istante, le condizioni fisiche dell'atmosfera entro il dominio spaziale prescelto varino significativamente soltanto in funzione della quota e non della latitudine e della longitudine e si trascurino fattori di altro tipo (l'esposizione del



sito, la presenza di copertura vegetale, la presenza di ostacoli al suolo, etc.).

Nel caso dell'umidità, sarebbe opportuno tenere conto della distanza del sito di rilevamento dal fondo valle; poiché non si dispone di questa informazione, nella scelta delle unità con cui confrontare ciascuna unità presa in esame si è tenuto conto della quota delle stesse: vengono individuate le unità della rete localizzate entro un dominio spaziale cilindrico centrato sull'unità in esame ed avente raggio pari a 20 chilometri ed altezza fissata in 100 metri.

Controllo di congruenza (solo per i valori estremi): il dato estremo viene confrontato con il dato medio dell'unità di rilevamento dal quale è stato rilevato ed "etichettato" secondo il seguente criterio:

- dato valido: il dato di minima/massima è minore/maggiore della media

- dato anomalo: il dato di minima/massima è maggiore/minore o uguale alla media. Inoltre, per la bagnatura fogliare:

Controllo meteo (umidità relativa): ciascun dato di bagnatura fogliare viene confrontato con il corrispondente dato di umidità relativa media dell'unità di rilevamento dalla quale è stato registrato e viene etichettato secondo il seguente criterio:

- dato valido: l'umidità relativa è maggiore di una soglia prefissata ed il dato di bagnatura è maggiore o uguale ad una soglia prefissata.

- dato sospetto: l'umidità relativa è maggiore di una soglia prefissata ed il dato di bagnatura è minore della soglia prefissata per la bagnatura.

Controllo meteo (precipitazione): ciascun dato di bagnatura fogliare viene confrontato con il corrispondente dato di precipitazione dell'unità di rilevamento dalla quale è stato registrato e, nel caso quest'ultimo non sia nullo, viene etichettato secondo il seguente criterio:

- dato valido: il dato è maggiore o uguale ad una soglia prefissata

- dato sospetto: il dato è minore di una soglia prefissata.

Advanced short course on agricultural, forest and micro meteorology

Vittorio Marletto

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia, in collaborazione con l'Università degli studi di Sassari, ha recentemente (settembre 2002) prodotto un bel volume curato da Federica Rossi, Pierpaolo Duce e Donatella Spano e intitolato "Advanced short course on agricultural, forest and micro meteorology".

Il libro è basato sulle lezioni tenute a Bologna tra l'otto e il dodici ottobre del 2001 dai docenti John Finnigan, Australia, Kyaw Tha Paw U, Richard L. Snyder, Roger H. Shaw, USA, in un corso organizzato dai curatori dell'opera.

Il testo di circa 300 pagine consiste in ventidue lezioni articolate in quattro parti che rispettivamente presentano la fisica dello

strato limite planetario, la micrometeorologia del manto vegetale, i sensori e le misure di flusso e, infine, le applicazioni biometeorologiche.

Ogni parte è preceduta da un breve riassunto (in inglese e in italiano) realizzato dai curatori che hanno anche steso la prefazione. Al di là dell'origine didattica il materiale proposto nel volume è stato ben armonizzato dai docenti e dai curatori e costituisce un aggiornato compendio di agro e micro meteorologia che ha l'unico difetto di essere in inglese, lingua padroneggiata sì da

tutti i ricercatori ma che per molti tecnici e addetti ai lavori nei servizi costituisce ancora un ostacolo.

Il libro è acquistabile presso Il CNR (pubblicazioni @dcire.cnr.it) al prezzo di 25 Euro.



Gli algoritmi

Temperatura

Al fine di rendere confrontabili i dati misurati a quote diverse, tenendo conto dell'approssimazione a mesoscala, il dato di temperatura di ciascuna unità è normalizzato al livello del mare mediante il seguente algoritmo:

$$-\frac{dT}{dz} = \gamma$$

dove T è la temperatura, z è la quota e γ è il gradiente termico verticale prescelto.

Umidità relativa

Trattandosi di valori in percentuale, quando possibile si è preferito confrontare direttamente non i dati di umidità relativa rilevati in siti diversi ma quelli di tensione reale di vapore, ottenuti a partire dai dati di umidità relativa e di temperatura media di ciascun sito. La tensione di vapore alla saturazione, espressa in Pascal, è calcolata mediante la formula di Murray:

$$e_s(T) = 610.78 \cdot \exp\left(\frac{17.269 \cdot T}{T + 237.30}\right)$$

dove T è la temperatura dell'aria espressa in °C. La tensione di vapore è calcolata a partire dalla definizione dell'umidità relativa citata in prece-

denza. Questo approccio è utilizzato se il dato di temperatura dell'unità in esame e di almeno una delle unità di confronto, corrispondenti temporalmente al dato di umidità relativa da validare, sono risultati validi o sospetti. In caso contrario, si procede senza conversione del dato percentuale in tensione di vapore.

Indici bioclimatici

Si è implementato anche il calcolo dei valori di alcuni indici bioclimatici tra cui le somme termiche su particolari soglie e l'indice di Huglin. Per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale si è scelto di utilizzare la formula di Hargreaves-Samani in quanto, richiedendo soltanto misure di temperatura, consente una stima dell'ETP su tutti i punti della RAM ed un'agevole validazione mediante il confronto con i risultati forniti dalla formula di Blaney-Cridle tarata per il Piemonte è già validata.

dove: H è la radiazione giorno-

$$ETP = \frac{0.549 \cdot H \cdot [T_{max} - T_{min}]^2}{23.88(595 - 0.51T_{med})} (T_{med} + 17.8)$$

liera al limite esterno dell'atmosfera, T_{med} è la temperatura media giornaliera, T_{max} è la temperatura massima

giornaliera, T_{min} è la temperatura minima giornaliera.

I prodotti

Il modello fornisce i seguenti output tabellari:

- Report dei dati mancanti
- Report di validazione
- Proposta di dato ricostruito nel caso di dati mancanti o anomali
- File di input per le varie applicazioni (divulgazione su web, modelli epidemiologici, etc.).

Conclusioni

Ultimata la predisposizione delle procedure e la realizzazione del software per la validazione incrociata dei dati, si procederà ad una fase di validazione e calibrazione del modello al fine di una sua futura implementazione nel sistema automatizzato di aggiornamento della banca dati agrometeorologica regionale: il suo utilizzo sistematico costituirà il presupposto per la messa a punto di applicativi informatici di supporto in tempo "quasi reale" sia nella difesa fitosanitaria sia in numerosi altri ambiti e fornirà al dato agrometeorologico un valore aggiunto in ordine alla sua fruizione da parte dell'utenza generica.