Think before you print

BE GREEN KEEP IT ON THE SCREEN

Numero 18 – Giugno 2024

AISAM

Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia

Newsletter

SOMMARIO

EDITORIALE.....2
FLASH NEWS.....4
IN LIBRERIA.....7
BACHECA.....8
IN PRIMO PIANO.....9
ARTICOLO.....14
APPROFONDIMENTO.....18
BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY.....22
SEZIONE PROFESSIONISTI.....23
SEZIONE STUDENTI.....24
EARLY CAREER SCIENTIST.....26
LA PROCLAMO DOTTORE...31
QUATTRO CHIACCHIERE CON...39
I NOSTRI SOCI COLLETTIVI.....43

COMITATO EDITORIALE

Brunetti Michele
Capozzi Vincenzo
Davolio Silvio
De Martin Francesco
Lussana Cristian
Salvati Marta Rosa
Tomassetti Barbara

Contatto: newsletter@aisam.eu

EVENTI AISAM

- 3 giugno 2024 – Giornata conclusiva c**orso di fondamenti di previsione meteorologica** – San Lazzaro di Savena (BO) presso sede CAE
- 15 giugno – **Assemblea Soci AISAM** – on-line
- 14-16 novembre 2024 – **FestivalMeteorologia** – Rovereto
- 19 settembre 2024 – **Workshop Presisori Ricercatori** – Firenze

NUOVI SOCI

AISAM è lieta di dare un caloroso benvenuto ai **nuovi soci individuali**:

Tommaso ALBERTI, Annachiara BELLINI, Silvio CAU, Vincenzo CLARIZIA, Pierina IELPO, Anna PIRANI, Daniele SPANO

e al **nuovo socio collettivo**:

Datameteo Educational.

Ad oggi l'Associazione conta **268** soci individuali, **20** soci collettivi.

QUOTE SOCIALI

*Ricordiamo che è possibile rinnovare la quota sociale mediante **bonifico** (IBAN: IT23X0200801804000104607581), utilizzando in modo sicuro **paypal** o **carta di credito**.*

Il servizio è disponibile sul sito di AISAM alla pagina:

https://www.aisam.eu/pagamento-quota-sociale.php

Le quote sociali e le istruzioni per il rinnovo sono disponibili alla pagina:

https://www.aisam.eu/come-si-diventa-soci.html

EDITORIALE

Care Associate e cari Associati,
sembra ieri…ed invece è già trascorso un trimestre da quando mi sono presentato a Voi con il primo editoriale della nostra Newsletter.
Un trimestre pieno zeppo di iniziative, decisioni, riunioni, incontri, collaborazioni…e via dicendo.
Compito delicato, quello di Presidente della nostra Associazione che, oltretutto, dal 30 aprile scorso è stata iscritta nel Registro Unico Nazionale del Terzo Settore (RUNTS).
La registrazione al RUNTS era il primo passo che aspettavamo di compiere, dopo l'adozione del nostro nuovo Statuto (https://aisam.eu/lo-statuto/). Un passo determinante, che comporterà alcune modifiche sostanziali.
Come recita il punto **1b.1.** dello Statuto, infatti, *"A decorrere dall'avvenuta iscrizione nell'apposita sezione del Registro unico nazionale del Terzo settore (di seguito indicato come "Runts"), l'acronimo "ETS" deve essere inserito nella denominazione sociale. Dal momento dell'iscrizione nel Runts, la denominazione dell'Associazione diventa quindi* ***"Associazione italiana di scienze dell'atmosfera e meteorologia ETS"****, in sigla "****AISAM ETS****"*.
Ora ci aspetta il successivo passo formale, consistente nell'attribuzione ad AISAM ETS della **"personalità giuridica"**. Questa rappresenta la caratteristica di quegli enti che rispondono delle proprie obbligazioni tramite il patrimonio dell'ente e non dei singoli associati. In realtà non si tratta di un obbligo vero e proprio, ma di una facoltà della quale abbiamo deciso di avvalerci, al fine di poter lavorare in maggior tranquillità e sicurezza, visto che **per personalità giuridica si intende l'autonomia patrimoniale perfetta**.
Il 23 marzo abbiamo celebrato la Giornata Meteorologica Mondiale-GMM2024 (https://aisam.eu/gmm2024/), con l'evento ibrido svolto presso l'aula "Amaldi", di Sapienza Università di Roma. E' stata un'occasione per ritrovarci e discutere sul tema *"In prima linea nell'azione per il clima"*, indicato quest'anno dall'OMM.
Nel trimestre appena trascorso abbiamo portato a casa altri importanti risultati.
Come sapete, siamo molto impegnati nel progetto "**Dieci e Lode – D**ati climatic**I** delle **E**x Colonie Italiane **E LO**ro **D**igitalizzazion**E"**. Si tratta di un progetto co-finanziato dal Ministero della Cultura e dall'Unione Europea-NextGenerationEU, che la nostra Associazione porterà a termine avvalendosi del prestigioso partenariato di Istituzioni ed Enti nazionali ed internazionali.
La presentazione è avvenuta in un Kick-off Workshop, tenutosi il 31 maggio scorso nella Sala Polivalente "Guido Fanti" della Regione Emilia-Romagna, co-organizzato insieme all'Agenzia ItaliaMeteo. Un particolare ringraziamento va al Project Team, brillantemente guidato da Alessandro Ceppi, ai valenti collaboratori ai Sostenitori ed agli sponsor. Trovate tutte le informazioni al link https://aisam.eu/progetti/10-e-lode/.
Lunedì 3 giugno si conclude il **1° corso di introduzione alla previsione meteorologica operativa**, che AISAM rivolge a studenti e studentesse di corsi di laurea magistrale in ambito meteorologico, attraverso le proprie Sezioni Studenti e Professionisti. Si sta già lavorando all'organizzazione del **2° corso**, che si svolgerà da settembre 2024 a marzo 2025.
Il 19 settembre a Firenze avrà luogo il **3° WORKSHOP PREVISORI RICERCATORI**, co-organizzato da AISAM, LaMMa ed Italia Meteo, sul tema *"L'intelligenza artificiale nelle previsioni meteorologiche: teoria e applicazioni dalla scala globale a quella locale"*.
Sempre a settembre dovremmo ritrovarci a Fivizzano (MS) per ricordare Edmondo Bernacca.
E poi, dal 14 al 16 novembre, a Rovereto si svolgerà il **FestivalMeteorologia**, giunto quest'anno alla sua Decima edizione.
AISAM ETS è impegnata anche in altre iniziative e progetti, che la vedono presente, in prima fila o in collaborazione con Scuole, Associazioni ed Istituzioni, non solo in campo nazionale.
A questo proposito, sono orgoglioso di poter comunicare la designazione di Dino Zardi a membro supplente per l'Italia nel prossimo Consiglio della European Meteorological Society. La designazione rappresenta l'espressione unitaria dalle 4 Associazioni Italiane che fanno parte di EMS (SMI, AIAM, SMA-A ed AISAM) e l'elezione avverrà a settembre, a Barcellona, per il triennio 2024-2027.
Si tratta di un riconoscimento che tutti noi accogliamo con vero piacere, consapevoli del valore e della considerazione che Dino gode anche in ambito internazionale.
Un particolare ringraziamento lo rivolgo a quanti, in maniera del tutto gratuita e volontaria, donano il proprio tempo, unitamente alle proprie capacità e competenze, a favore dell'Associazione: sono fermamente convinto che questo sia il modo migliore per sentirsi parte di una comunità.
Parafrasando una nota pubblicità, **"AISAM SEI TU; chi può darti di più!"**.
Credo in AISAM dal primo momento in cui ne sono venuto a conoscenza e nell'Associazione ho trovato momenti di aggregazione e collaborazione di altissimo livello, oltre che allacciato nuove conoscenze e preziose Amicizie.
Associarsi ad AISAM ETS significa proprio questo: avere a disposizione una "casa comune", nella quale poter portare il proprio contributo a favore di un interesse comune, che ruota intorno alle Scienze dell'Atmosfera e della Meteorologia.

Penso che l'approccio migliore per associarsi ad AISAM ETS non sia tanto quello di chiedersi *"perché devo iscrivermi ad AISAM, che cosa mi può dare l'Associazione?"* ma di farlo domandandosi *"io…proprio io, cosa posso fare per AISAM, quale contributo posso portare nell'Associazione?"*.

L'auspicio, dunque è proprio questo ed è rivolto sia ai soci individuali e sia a quelli collettivi. Entrambi, infatti, possono suggerire iniziative e comportamenti tali da rendere AISAM quella "casa comune" che ho sempre immaginato.

Mi fermo qui, ringraziandovi per l'attenzione e dandovi appuntamento a **sabato 15 giugno**, quando celebreremo la nostra **ASSEMBLEA ORDINARIA**, nel corso della quale sottoporremo al vaglio degli Associati il bilancio consuntivo del 2023. Sarà un'occasione imperdibile sia per valutare quanto abbiamo svolto nel corso dell'anno passato e sia per gettare uno sguardo più in là, ipotizzando e valutando quanto AISAM ETS potrà realizzare nel suo futuro.

Riceverete la convocazione e tutta la documentazione nei prossimi giorni; nel frattempo vi giungano i miei più cordiali saluti.

(Il Presidente Sergio Pisani)

FLASH NEWS

A Vincenzo Levizzani il premio letterario nazionale Green Book

Prestigioso riconoscimento per il socio AISAM *Vincenzo Levizzani*, dirigente di ricerca del CNR-ISAC. Nella cornice del piccolo e delizioso teatro di Ostiano (CR), sabato 4 maggio il suo recente sforzo editoriale "Il libro delle nuvole" (edizione Il Saggiatore) ha ricevuto il ***premio letterario nazionale Green Book*** di letteratura naturalistica quale miglior libro della categoria *Saggistica naturalistica*. Il premio è stato attribuito con la seguente motivazione: *"attraverso un'affascinante esplorazione del cielo, l'autore ci guida in un viaggio straordinario alla scoperta del ruolo cruciale delle nuvole nel destino del nostro pianeta. Il suo libro ci invita a interpretare il cielo con occhi nuovi, individuando gli indizi che ci svelano i segreti del cambiamento climatico. Con maestria, ci trasporta in alto tra le nubi, offrendoci uno sguardo ravvicinato e curioso sul perpetuo balletto delle masse vaporose, aprendo così le porte a una comprensione più profonda del mondo che ci circonda."*

La recensione del libro era stata pubblicata nella Newsletter n.7 del 2021. A Vincenzo vanno le nostre congratulazioni per questa "affascinante esplorazione del cielo".

Tutti i vincitori delle diverse categorie e il video della premiazione sono consultabili al seguente link: https://www.greenbookpremioletterario.it/

La Rivista di Meteorologia Aeronautica, per la prima volta nei suoi quasi novant'anni di storia, sarà distribuita in edicola e in abbonamento!

La "Rivista di Meteorologia Aeronautica", periodico edito dall'Aeronautica Militare dal lontano 1937 che dal 2016 iniziò la sua pubblicazione on-line, "torna alle origini" con una veste cartacea moderna e graficamente accattivante.

Non solo, a partire dallo scorso aprile, a cadenza trimestrale, oltre che in abbonamento, la Rivista sarà, per la prima volta, diffusa anche nelle maggiori edicole presenti sul territorio nazionale.

Coniugando aspetti tecnici e rigore scientifico alla capacità di divulgare, il periodico si rivolge ad un pubblico ampio e variegato. Con uno stile grafico elegante e di facile lettura del tutto rinnovato si rivolge sia agli addetti ai lavori, agli appassionati e ai neofiti, ma anche e soprattutto alle giovani generazioni, sempre più sensibili alle tematiche meteo-climatiche.

Per ulteriori informazioni e per conoscere le modalità di abbonamento alla Rivista di Meteorologia Aeronautica visita il sito: https://www.meteoam.it/it/rivista-di-meteorologia-aeronautica---istruzioni-di-abbonamento

---

Settima edizione del Premio alla memoria di Sergio Borghi

Giunge alla settima edizione il Premio alla memoria di Sergio Borghi, indetto da Fondazione OMD ETS, socio collettivo AISAM.

Il premio di € 1000 è rivolto agli studenti universitari che hanno conseguito la Laurea, Triennale e/o Magistrale nel periodo compreso tra aprile 2023 e ottobre 2024, presentando una tesi su un argomento connesso alla meteorologia.

Il termine ultimo di iscrizione è il 1 novembre 2024 alle ore 23:00.

Maggiori dettagli nella sezione dedicata ai Soci Collettivi AISAM, in fondo a questa Newsletter.

A questo link, il regolamento e le modalità di partecipazione: https://www.fondazioneomd.it/lancio-7a-edizione

---

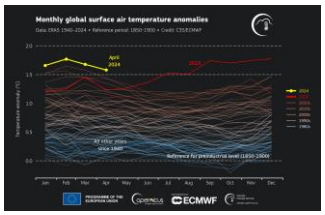
International School on Satellite Meteorology

Dal 2 al 6 settembre 2024 Napoli ospiterà l'International School on Satellite Meteorology (ISSM), presso la meravigliosa Villa Doria d'Angri, prestigiosa sede dell'Università di Napoli "Parthenope". La scuola è organizzata dall'Istituto di Scienze dell'atmosfera e del clima del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isac) e dall'Università di Napoli "Parthenope", con il patrocinio, tra gli altri, di AISAM e di Arpa Campania.

La scadenza per la registrazione è il 30 giugno.

A questo link gli ulteriori dettagli: https://issm2024.isac.cnr.it/.

Continua la serie record delle temperature globali



L'aprile 2024 è stato più caldo a livello globale di qualsiasi aprile precedente registrato nei dati della temperatura media globale e così è stato per i 10 mesi precedenti, facendo salire a undici il numero di mesi consecutivi nei quali è stata registrata la temperatura media globale più alta per quel mese da quando si hanno osservazioni.

Sebbene insolita, una simile serie di record mensili di temperatura globale si è già verificata in precedenza nel 2015/2016.

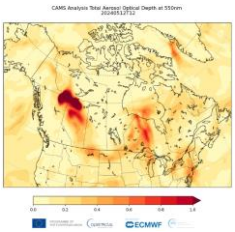
La temperatura globale media della superficie del mare (SST) nella fascia 60° S-60° N per aprile è stata di 21,04°C: il valore più alto mai registrato per il mese, leggermente inferiore ai 21,07° C registrati per marzo 2024.

Questo è il tredicesimo mese consecutivo in cui la SST è stata la più calda nel record di dati ERA5 per il rispettivo mese dell'anno.

Per ulteriori dettaglisi rimanda al seguente link: https://climate.copernicus.eu/copernicus-global-temperature-record-streak-continues-april-2024-was-hottest-record

---

Le emissioni record degli incendi di maggio nella British Columbia segnano l'inizio della stagione degli incendi in Canada



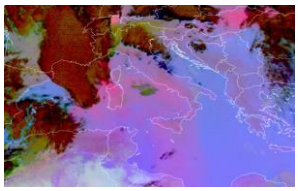
Con l'inizio della stagione degli incendi in Canada, il Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) ha monitorato attentamente l'evolversi della situazione. In particolare, le emissioni di incendi nella British Columbia sono ai livelli più alti nel maggio 2024 rispetto a qualsiasi altro maggio nei 22 anni del set di dati CAMS GFAS.

Secondo i dati CAMS Global Fire Assimilation System (GFAS), il primo incendio significativo è stato rilevato il 9 maggio 2024 nella nella British Columbia settentrionale. Si ritiene che molti degli incendi siano stati provocati dalla riaccensione superficiale di incendi persistenti nella regione, il che ha aggravato la complessità della situazione.

Le emissioni di incendi in alcune parti del Canada sono relativamente elevate per l'inizio di maggio, e sono associate a una presenza molto insolita di diversi grandi incendi, principalmente nella BC ma con ulteriori incendi nelle province e nei territori vicini, dall'inizio del mese.

Maggiori dettagli al seguente link: https://atmosphere.copernicus.eu/canada-wildfire-season-begins-major-british-columbia-blaze?utm_source=press&utm_medium=referral&utm_id=pr-wildfires-canada-2405

Polveri sahariane fino al Nord Italia a fine marzo



Negli ultimi giorni di marzo una parte consistente del territorio italiano è stato interessato da un importante afflusso di polveri provenienti dal Sahara, visibile anche dalle immagini satellitari, in corrispondenza del quale molte stazioni della rete di monitoraggio del SNPA hanno rilevato concentrazioni elevate di particolato atmosferico. Gli approfondimenti sull'evento si possono trovare a questo link: https://www.snpambiente.it/snpa/arpa-liguria/eccezionale-afflusso-di-polveri-sahariane-picchi-di-pm10-in-campania/

È stato pubblicato dal Climate Change Service di Copernicus lo European State of the Climate (ESOTC) 2023

Il 22 aprile è stato pubblicato il rapporto ESOTC del 2023.

Il report fornisce descrizioni e analisi delle condizioni climatiche e delle variazioni provenienti da tutto il sistema Terra. Quest'anno, oltre a esaminare gli eventi fondamentali e il loro impatto, si discute anche della politica e dell'azione climatica, con particolare attenzione alla salute umana. I dati dell'ESOTC 2023 suonano un campanello d'allarme per un'azione globale urgente e coordinata per mitigare il cambiamento climatico.

L'edizione 2023 è prodotta per la prima volta in collaborazione con l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM).

Disponibile il full report al seguente link: https://climate.copernicus.eu/esotc/2023

TROPICANA

Cicloni tropicali, medicane e cambiamento climatico. Questa la tematica di Tropicana (TROPIcal Cyclones in ANthropocene: physics, simulations & Attribution) un progetto interdisciplinare che nel corso del

mese di giugno vedrà impegnati per quattro settimane scienziati da tutto il mondo per discutere di questi eventi intensi e del loro impatto sull'ambiente e la società e la loro connessione con il riscaldamento globale. Workshop, interventi su invito, discussioni, training per giovani ricercatori presso l'Università di Parigi – Saclay.
Programma:
https://docs.google.com/document/d/1l93waTZqkjzDe6Re5x_vDgb-4_WKinIO7A9_GMWog8Q/edit?usp=sharing
Info:
https://www.institut-pascal.universite-paris-saclay.fr/en/scientific-programs/tropicana

EMS Annual Meeting

Il meeting annuale della European Meteorological Society si svolgerà come evento ibrido presso l'Università Storica di Barcellona e online dal 2 al 6 settembre 2024.
Il meeting annuale dell'EMS mira a favorire lo scambio di idee, il feedback tra scienza e applicazioni e il coinvolgimento di tutti i diversi attori nei campi della meteorologia, del clima, dell'acqua e dell'ambiente. Il programma delle sessioni offrirà molte opportunità di collaborazione all'intero settore meteorologico e climatico (pubblico, privato, accademico, utenti e ONG) a beneficio delle società in Europa e nel mondo.
Maggiori informazioni disponibili alla pagina web: https://ems2024.eu/

3rd MedCyclones Workshop and Training School

La COST Action CA19109 "MedCyclones - European network for Mediterranean cyclones in Weather and Climate" organizza il 3° MedCyclones Workshop e la 3° MedCyclones Training School che si terranno a Frascati (Roma - Italia) da lunedì 15 a venerdì 19 luglio 2024 ospitati dall'ESA -ESRIN.
Il Workshop si svolgerà nell'arco di tre giorni, dal 15 al 17 luglio.
La Scuola di Formazione coprirà l'intero periodo 15-19 luglio, con lezioni frontali e sessioni pratiche. È prevista la partecipazione degli studenti anche alle sessioni plenarie del workshop.
Per maggiori dettagli visita il sito:
https://nikal.eventsair.com/medcyclone-workshop-2024/

IN LIBRERIA.

La Groenlandia non era tutta verde – il cambiamento climatico e le decisioni da prendere

Autore ***Gianluca Lentini****,* Edizioni *Egea Editore*

"Il clima è sempre cambiato" si sente talvolta affermare nel tentativo di sminuire la portata del riscaldamento globale degli ultimi secoli e l'influenza umana sullo stesso. Eppure la scienza non ha mai avuto le idee così chiare: a essere "inequivocabile" non è solo il cambiamento climatico, ma anche il ruolo delle attività umane nell'averlo causato. Ora più che mai, quindi, diventa fondamentale condividere le informazioni essenziali per comprendere davvero il fenomeno, al di là di visioni approssimative e luoghi comuni.

Geofisico specializzato in climatologia del Consorzio Poliedra del Politecnico di Milano e divulgatore scientifico, Gianluca Lentini offre in un nuovo saggio il suo contributo al dibattito pubblico. Nel libro, Lentini invita a intraprendere un viaggio di esplorazione nel cambiamento climatico attraverso le leggi scientifiche, la storia della loro scoperta, in un parallelismo con la storia e l'esplorazione della grande isola del nord Atlantico, che di verde aveva davvero poco, a parte il nome. Un passo alla volta, il libro propone le definizioni e i dati necessari, spiegando in maniera accessibile le leggi e le equazioni della matematica, della fisica e della chimica alla base del fenomeno, ma anche discutendo cosa sappiamo sulle azioni e sulle strategie necessarie per adattarci al cambiamento climatico e mitigare le emissioni climalteranti.

Il libro è risultato vincitore del ***Premio Green Book 2024***, promosso dal *Festival della Green Economy di Parma*, e può essere reperito qui:

https://www.egeaeditore.it/ita/prodotti/cultura-scientifica/la-groenlandia-non-era-tutta-verde.aspx

BACHECA

In questa sezione pubblichiamo annunci relativi a richieste di collaborazioni e scambio di informazioni utili come supporto alla ricerca scientifica o operativa, e a progetti cooperativi di natura non commerciale che promuovano la missione di AISAM. Gli annunci devono essere contestualizzati agli obiettivi della ricerca/progetto in questione e compatibili con una cadenza trimestrale della Newsletter. Non troverete qui annunci di lavoro.

Carissimi, è possibile contribuire ai nostri studi sulla grandine, segnalando gli eventi grandinigeni e possibilmente conservando i chicchi.

All'interno del progetto **Hail Hazard in the Mediterranean** (**H2Med**) finanziato dal MUR e coordinato dal CNR-ISAC di Bologna assieme all'Universita di Torino e all'Università di Napoli Parthenope, che ci permetterà di migliorare la conoscenza sui temporali più estremi, tipicamente grandinigeni e/o tornadici, abbiamo dedicato uno spazio alla "*citizen science*", la "scienza dei cittadini", dove chiunque può contribuire alle nostre ricerche segnalando le grandinate!

I sistemi temporaleschi a carattere grandinigeno segnalati dai cittadini verranno catalogati e studiati attraverso satelliti e modelli numerici e i chicchi che recupereremo, analizzati nei nostri laboratori "freddi" al CNR-ISAC di Bologna per capire struttura, natura e composizione chimico-fisica. Tutte le info sul progetto e su come segnare una grandinata sono sulla pagina dedicata:

https://sites.google.com/view/h2med/hail-reporting

Diffondete liberamente il messaggio tra i vostri contatti: più siamo, più ne sapremo! Grazie mille!

Sante Laviola, Coordinatore progetto H2Med!

s.laviola@isac.cnr.it

IN PRIMO PIANO

Nasce ROSMI, la Rete degli Osservatori Storici Meteorologici Italiani

Osservatori e serie storiche di misura un patrimonio scientifico di insostituibile valore

L'Italia vanta un grande patrimonio scientifico e storico-culturale legato agli osservatori meteorologici di antica istituzione. Se si eccettua la temporanea esperienza seicentesca della rete di osservatori dell'Accademia del Cimento (1657-1667), i primi vennero fondati nel Settecento, tra cui quelli di Padova (1724), Torino (1753), Milano (1763), Roma (1782), seguiti da altri più numerosi durante l'Ottocento.

Roma – Collegio Romano, Torre Calandrelli (*Foto Franca Mangianti*).

La loro fondazione derivava di solito dall'iniziativa di singole istituzioni scientifiche, accademiche o religiose, o perfino di privati cittadini, come nel caso dell'estinto osservatorio di Ivrea, in Piemonte, avviato da Lorenzo Gatta nel 1837, o di quello di Aggius, in Sardegna, attivo dal 1919 presso la famiglia Vasa.

Tuttavia nella seconda metà del XIX secolo gli osservatori presero a confluire e a moltiplicarsi, nonché a diffondere i dati, nel quadro di aggregazioni quali la Corrispondenza Meteorologica Alpino-Appennina di p. Francesco Denza (1873) - che dall'osservatorio di Moncalieri (Torino) incoraggiava la nascita di nuovi punti di misura da un capo all'altro del neonato Regno d'Italia - e l'Ufficio Centrale di Meteorologia con sede al Collegio Romano (1876), il cui osservatorio era reduce dalla brillante direzione del gesuita padre Angelo Secchi.

Purtroppo molti di questi - presto o tardi - hanno interrotto l'attività, ma molti altri l'hanno proseguita fino a oggi pur tra inevitabili evoluzioni degli apparati strumentali e dei metodi di misura, talora con cambiamenti di sede o del contesto ambientale

Mantova – Liceo Virgilio (*Foto Daniele Cat Berro*).

circostante, dovuto all'ampliarsi delle città in cui prevalentemente vennero fondati.

In molti casi, a partire dall'ultimo ventennio del secolo scorso, è stato l'avvento delle stazioni meteorologiche automatiche (con passaggio dagli apparecchi meccanici a quelli elettronici) a permettere la sopravvivenza delle serie di misura secolari, per lo meno delle principali variabili meteorologiche (temperature, precipitazioni), a fronte della dilagante carenza di personale e di risorse degli enti gestori.

Osservatorio meteorologico di Montevergine, foto anni '50 del XX secolo.

Moncalieri – Collegio Carlo Alberto (*Foto Daniele Cat Berro*).

Oltre alla fondamentale prosecuzione delle misure, la digitalizzazione delle serie storiche di dati è un obiettivo prioritario per il loro salvataggio, essendo questi conservati, almeno nelle parti più antiche, su schede e registri cartacei manoscritti, spesso in copia unica (in considerevole parte custoditi presso l'archivio dell'ex-UCEA, ora CREA, a Roma) e potenzialmente suscettibile di danni e perdita irreversibile. Molto resta da fare per il recupero e la trascrizione di dati (i progetti di Citizen Science *ReData* e *CliDare@School*, di cui a suo tempo si è già data notizia in questa newsletter, stanno contribuendo a compiere significativi passi avanti), ma intanto l'analisi del patrimonio informativo già a disposizione permette di effettuare valutazioni sui cambiamenti del clima intervenuti nell'ultimo paio di secoli nel nostro Paese. A tal proposito si vedano in letteratura scientifica le pubblicazioni del gruppo coordinato da Michele Brunetti (CNR-ISAC) e Maurizio Maugeri e Veronica Manara (Università degli Studi di Milano), e le monografie tecnico-divulgative della collana "*Memorie dell'Atmosfera*" della Società Meteorologica Italiana.

Dalla WMO una ventata di attenzione per gli antichi osservatori

Proprio per sottolineare l'importanza strategica degli osservatori meteorologici storici e delle loro lunghe serie di dati per lo studio dei cambiamenti climatici, la pianificazione delle attività umane e la gestione territoriale in un clima in rapida evoluzione, nel 2016 la WMO ha indetto il programma internazionale "*Centennial Observing Stations*". Obiettivo principale è sensibilizzare le istituzioni e il pubblico sulla necessità di valorizzare e salvaguardare gli osservatori ultra-secolari, garantendo continuità e stabilità alle misure meteorologiche nel tempo, oggi spesso minacciate da tagli alle risorse finanziarie.

Il programma prevede l'assegnazione, a seguito di appositi bandi biennali, del titolo di "Centennial station" a osservatori meteorologici che si distinguono per lunghezza (almeno centenaria), continuità e omogeneità della serie di dati, nonché per le prospettive future di mantenimento delle misure. A conferma dell'enorme patrimonio scientifico conservato nel nostro Paese, con 22 osservatori secolari riconosciuti ad oggi, l'Italia detiene il titolo di Paese con il maggior numero di "centennial stations" al mondo, a fronte di un totale di 406 unità.

Da Nord a Sud, gli osservatori italiani iniziano a dialogare: la rete ROSMI

In questo contesto, il dialogo tra enti e responsabili degli osservatori storici italiani - nei decenni recenti esiguo e frammentario - è molto importante per la condivisione e la risoluzione di problemi comuni, la diffusione di iniziative e il reciproco scambio di dati. Per questo nell'autunno 2023 è stata istituita, per ora in via informale, ROSMI - Rete Osservatori Storici Meteorologici Italiani, per iniziativa di UNI-MET (Unione delle Aggregazioni Meteorologiche Italiane).

Il Tavolo UNI-MET si riunisce una volta all'anno il primo sabato di ottobre. L'incontro si ripete dal 9 giugno 2016, data in cui il Tavolo si è costituito a Bologna durante una riunione presso il CNR-ISAC.

La filosofia del Tavolo UNI-MET è sempre stata quella di ridurre la frammentazione della meteorologia italiana,

Piacenza – Collegio Alberoni, torre storica, foto anni '60 del XX secolo (Fonte: Archivio Collegio Alberoni).

Venezia – Istituto Cavanis, terrazza (*Foto Daniele Cat Berro*).

come da Regolamento di cui si è dotato andando a ricercare il massimo comun denominatore che fosse stato possibile ritrovare all'interno delle varie realtà meteorologiche del Paese.

Negli anni si sono aggiunti diversi gruppi da tutta Italia, e a tutt'oggi ne fanno parte 12 associazioni:

- Meteo in Veneto
- Meteo Triveneto
- Lista Previsori del Tempo
- AMPRO
- Perugia Meteo
- Osservatorio Meteorologico Agrario & Geologico Raffaelli
- Osservatorio Geofisico Prealpino di Varese
- Associazione Bernacca
- Meteo Apuane
- Emilia Romagna Meteo
- Data Meteo Educational
- Società Meteorologica Italiana

Presidente dalla fondazione del Tavolo è la Dott.ssa Franca Mangianti, che per 40 anni è stata la responsabile dell'Osservatorio meteorologico di Roma - Collegio Romano presso l'UCEA (oggi CREA – Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Economia Agraria), punto di riferimento della meteorologia in Roma.

Negli anni, UNI-MET ha lanciato numerose iniziative: un Diario Meteorologico nazionale che raccoglie tutti i principali eventi meteorologici avvenuti sul territorio, un database sulle Trombe d'Aria (DABTA@) dai tempi antichi ai giorni nostri, con estesa bibliografia, sitografia e materiale sull'argomento, e non ultimo il concorso per conferire il titolo di "Meteorologo dell'anno", premio consegnato al professionista italiano più votato per essersi distinto nella promozione di questa scienza in Italia.

Dopodiché nel 2023 si è provato, sempre nell'idea di spirito unitario, di coinvolgere i direttori degli osservatori meteorologici storici italiani.

Va riportato, per onore di cronaca, che alcuni tentativi erano già stati fatti in passato, tra cui quello più concreto nel 2016, quando si arrivò quasi alla costituzione di un'Associazione degli Osservatori Storici Meteorologici Italiani (OMSI), tentativo che però non ebbe seguito. L'anno successivo (2017), al Festival della Meteorologia di Rovereto, il Dott. Zaldei del CNR tenne un interessante intervento sullo stato di questa importante rete di stazioni meteorologiche. Incontri ed interventi si sono poi susseguiti negli anni successivi, ma senza risultati rilevanti nell'ottica di coesione nazionale tra enti e responsabili di osservatori.

Intanto a livello Internazionale cresceva il numero di riconoscimenti di "stazioni centenarie", da parte della WMO.

	Direttore o referente	Osservatorio
1	Padre Gigi Pennacchi Marcello Cerasuolo	Venezia - Istituto "Cavanis"
2	Daniele Cat Berro	Piacenza - Collegio Alberoni,
3	Daniele Cat Berro	Moncalieri - Collegio Carlo Alberto
4	Claudio Monteverde	Casarza Ligure (Genova) e osservatorio "Raffaelli"
5	Ten. Stefano Amendola	Monte Cimone (Modena)
6	Francesca Despini Sergio Teggi	Modena - osservatorio geofisico
7	Paolo Valisa	Varese - Centro Geofisico Prealpino
8	Umberto Nobili Daniele Venturi Elisa Morri	Pesaro - osservatorio "Valerio"
9	Don Cuffolo Silvano	Santuario di Oropa - osservatorio "Q. Sella" (Biella)
10	Claudio Cassardo Massimiliano Manfrin	Torino - Istituto di Fisica
11	Alessio Bozzo Filippo Orlando	Rovereto - Specola di San Rocco (Trento)
12	Dino Zardi Artioli Giulia Fabio Leali	Mantova - Liceo Virgilio
13	Renato Roberto Colucci	Borgo Grotta Gigante (Trieste)
14	Nicola Podestà	Imperia - Porto Maurizio
15	Vincenzo Capozzi	Santuario di Montevergine (Avellino)
16	Antonio Raschi	Firenze - Ximeniano
17	Nicola Scafetta	Napoli - Federico II
18	Luigi Iafrate	Roma - Collegio Romano
19	Alessandro Siviero	Asiago (Vicenza)
20	Alessandro Delitala	Carloforte (Sud Sardegna)
21	Nicola Vasa	Aggius (Sassari)
22	Davide Scafidi	Genova - Università
23	Fabrizio Bocchino	Palermo - osservatorio "Vaiana"
24	Maurizio Ratti	Pontremoli (Massa Carrara)
25	Paolo Pagano	Vigna di Valle (Roma)
26	Piero Paulucci Umberto Giostra	Urbino - osservatorio "Serpieri"
27	Roberto Pedemonte	Chiavari (Genova)
28	Roberto Gentilini	Faenza - osservatorio "Torricelli" (Ravenna)
29	Gabriella Rossini	Livorno
30	Leo Stefano	Memmo (Brescia)
31	Magaton Firmino Milani Giorgio	Conegliano (Treviso)
	Altri aderenti a ROSMI	**UNI-MET e altri stakeholders**
1	Franca Mangianti	Associazione Bernacca (Presidente)
2	Massimo Enrico Ferrario	AMPRO + Lista PDT (Segretario)
3	Stefano Zamperin	Meteo Triveneto
4	Paolo Valisa	Centro Geofisico Prealpino, Varese
5	Paolo Caraccio	Data Meteo Educational
6	Marco Rabito	Meteo in Veneto
7	Paolo Lunini	Meteo Apuane
8	Luca Lombroso	Emilia Romagna Meteo
9	Michele Cavallucci	Perugia Meteo
10	Claudio Monteverde	Osservatorio Meteorologico Agrario & Geologico Raffaelli
11	Marina Baldi	WMO-RTC
12	Alessandro Zaldei	CNR

Elenco degli osservatori con i rispettivi direttori/referenti, e altri soggetti portatori di interesse, aderenti a ROSMI

Così, sull'onda di un interesse crescente, il 7 ottobre 2023, presso la sede del Centro Geofisico Prealpino, UNI-MET ha invitato un gruppo di direttori/referenti di osservatori meteorologici storici. Vi è stata una buona risposta, con 14 direttori/referenti partecipanti, in presenza o da remoto. Il neo costituendo gruppo dopo ampia discussione decideva di:

- creare una rete stabile di contatti e conoscenze;
- creare un gruppo WhatsApp per il rapido scambio di informazioni;

- creare una mailing list di riferimento;
- adottare, per ora, la pagina UNI-MET dedicata agli osservatori come sito web temporaneo http://www.uni-met.it/osservatori/osservatori.html;
- valutare una iniziativa da realizzare insieme, come un evento rivolto alla popolazione (ad esempio "Porte aperte agli osservatori");
- porre le basi per lo scambio dei dati meteorologici tra i vari osservatori.

Finalmente si passava dalle parole ai fatti. La creazione di questo gruppo appassionato e dinamico ha suscitato un buon interesse e, in pochi mesi, il numero degli aderenti è salito a 31 osservatori (tra cui 18 dei 22 osservatori nominati "centenari" dalla WMO, più altri 13 con serie storiche comunque importanti), attirando consensi anche presso CNR, WMO e la nuova agenzia per la meteorologia ItaliaMeteo.

Da gennaio 2024 il gruppo si è dotato di una propria denominazione ROSMI e ha iniziato a scambiare mensilmente i primi dati meteorologici principali (temperatura e precipitazione) su fogli Excel su Google Drive.

Per la prima volta in tempi recenti gli osservatori meteorologici italiani provano nuovamente a dialogare e a fare rete: è la ripresa di un filo che si era spezzato quando il coordinamento centrale era andato perso.

Grandi sfide attendono il gruppo di aderenti a ROSMI tra le quali: cercare una formalizzazione della rete, discutere della proprietà del dato meteorologico e trovare fondi da dedicare a chi questi osservatori li mantiene. I partecipanti sono tutti molto entusiasti e certamente si troverà una soluzione.

Autori:

Massimo Enrico Ferrario

(Arpa Veneto, segretario UNI-MET, segretario AMPRO)

Daniele Cat Berro

(Società Meteorologica Italiana)

Venerdì 17 maggio 2024: prima riunione del Gruppo di Lavoro sulla Micro-Meteorologia

Dicono taluni ogni venerdì 17 essere infausto. Esistono, però, eccezioni, e questa è una delle non poche: in mattinata si è tenuta la prima riunione del ***gruppo di lavoro dedicato alla micro-meteorologia***, che ad oggi conta 11 membri – e che scommettiamo crescerà presto.

Riunione d'avvio, e, così, prima occasione per conoscerci. C'eravamo già incontrati, in occasioni diverse (non ultima il Congresso AISAM di Lecce), ma mai tutti, o quasi, insieme. E nello scambiare le nostre esperienze abbiamo constatato quanto ampia, e diversa, sia la "micro-meteorologia".

Disciplina, la micro-meteorologia, per sua natura di confine, collocata al contatto tra ecologia, sanità pubblica, agricoltura, geologia, meteorologia a scala sinottica, protezione civile, ingegneria, climatologia, difesa, biologia evoluzionistica…

Disciplina che oggi, molto spesso, è vista come strumentale rispetto ad altri temi, e così poco conosciuta dal grande pubblico e dagli studenti.

Allo stesso tempo ha carattere strategico per il sistema-Paese, soprattutto in tempi difficili come quelli presenti e dell'immediato prevedibile futuro.

Chi ha letto qualcuno dei miei articoli sulla Newsletter l'ha già incontrata, nelle mie unilaterali parole, e già sa che si occupa dello studio dei fenomeni e dei processi che avvengono in un sottile strato d'aria posto al contatto tra troposfera e superficie della Terra per effetto diretto di quest'ultima.

Ma è importante che se ne racconti con tutte le altre, numerose, voci.

Il risultato più importante della riunione è stato l'idea, alla quale abbiamo iniziato a lavorare sin da subito, di una ***giornata di studio***, da tenersi di qui a un anno, durante la quale verranno presentate ai colleghi ed al pubblico generale le tante sfaccettature dell'argomento, sia nei suoi aspetti teorici che nelle numerose ricadute pratiche.

Abbiamo, anche, discusso di apertura al Mondo (l'aria, del resto, non ha fama di rispettare i confini amministrativi, e la micro-meteorologia cresce ovunque), di iniziative future di grandissimo interesse (per le quali eviterò ogni *spoiler*), e di un'iniziativa di condivisione di materiali (codici di calcolo, buone pratiche, metodologie di misura ed elaborazione dati, …).

Ma non dubitate: con il tempo (su scale, appunto, *micro*!) scoprirete altre cose!

E naturalmente, se desiderate saperne di più e/o aderire al gruppo, scrivetemi pure: mi trovate, per questa cosa, all'indirizzo pfavaron.micromet@gmail.com

Autore:

Patrizia Favaron

ARTICOLO

Un modello concettuale per lo sviluppo di tornado in Pianura Padana

Figura 1. tornado di Carpenedolo del 19 settembre 2021, foto di Luca Vezzosi.

La Pianura Padana è un noto hot-spot per la formazione di tornado in Europa (Groenemeijer and Kühne, 2014). Seppure questi fenomeni si verifichino con minore frequenza e intensità rispetto ad alcune aree degli Stati Uniti, talvolta si possono generare vortici molto intensi, capaci di causare gravi impatti in termini di danni e purtroppo feriti e morti anche in Pianura Padana (Miglietta and Matsangouras, 2018).

Nonostante ciò, le condizioni atmosferiche che generano tornado in quest'area sono state poco studiate. Un recente studio di Bagaglini et al. (2021), utilizzando la rianalisi ERA5, ha evidenziato valori sorprendentemente molto bassi di instabilità potenziale e *wind shear* (ossia di variazione di velocità e direzione del vento con la quota), due ingredienti notoriamente fondamentali per la genesi di tornado, per un campione di episodi tornadici in pianura Padana. Questo risultato ha stimolato molta curiosità, perché non giustifica affatto le ragioni per lo sviluppo di tornado intensi in quest'area. Abbiamo pertanto deciso di approfondire i processi fisici che portano allo sviluppo di tornado in pianura Padana, analizzando nel dettaglio un caso di studio tramite osservazioni e simulazioni numeriche.

Nello specifico, abbiamo analizzato l'episodio del 19 settembre 2021, già introdotto nella Newsletter AISAM 08/2021, caratterizzato dallo sviluppo di ben 7 tornado in poche ore tra Lombardia ed Emilia-Romagna (Figura 1). Ben 4 di questi vortici sono stati catalogati di intensità F2 secondo la scala di Fujita, che associa un grado 0 ai tornado deboli e un grado 5 ai tornado più distruttivi. Nel 2007 è stata introdotta la Enhanced Fujita Scale che corregge alcune imperfezioni della precedente versione (https://www.spc.noaa.gov/efscale/). Un numero così alto di tornado in Pianura Padana è insolito e merita senza dubbio un approfondimento.

Le condizioni sinottiche che hanno causato l'evento erano contraddistinte dall'ingresso di un *cut-off low* in quota dalla Francia verso la Pianura Padana. Il *cut-off low* era associato a una profonda e isolata anomalia di Vorticità Potenziale e al transito di un ramo della corrente a getto tra la Francia e il Mar Ligure (Figura 2).

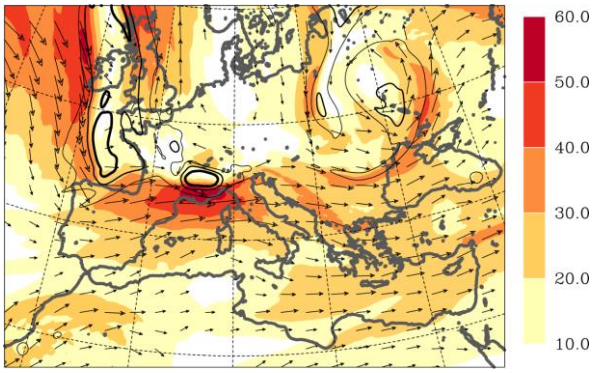


Figura 2. vento a 300 hPa (colori e vettori) e Vorticità Potenziale (linea più spessa = 2 PVU – Potential Vorticity Units-, linea più fine = 10 PVU) alle 12:00 UTC del 19 settembre 2021, estratti dai dati di rianalisi ERA5.

I temporali si sono sviluppati inizialmente sui rilievi alpini, per poi propagarsi grazie agli *outflow* (le correnti fresche discendenti associate ai temporali) sulla pianura Padana. A sud di Milano si è formata una supercella isolata, ossia un temporale il cui cumulonembo è associato a un mesociclone, che ha generato almeno 3 tornado, mentre una seconda supercella nel modenese ha generato un tornado nei pressi di Carpi. Gli altri 3 tornado sono stati generati probabilmente da temporali multicella.

Le reti di rilevazione al suolo hanno messo in evidenza la presenza di due linee di discontinuità nei pressi della superficie: una *dry line*, ossia una discontinuità che delimitava una massa d'aria secca proveniente da Sud-Ovest dagli Appennini separandola dalla massa d'aria più umida proveniente da sud-est dal Mar Adriatico; un *outflow boundary*, ossia una discontinuità tra il flusso sud-orientale umido e quello più fresco settentrionale generato dalla convezione precedentemente sviluppatasi sulla fascia pedemontana alpina. Le due discontinuità si congiungevano in un cosiddetto punto triplo (Figura 3). I tornado si sono sempre sviluppati nei pressi del punto triplo e lungo le discontinuità sopra descritte (a non più di 20 km di distanza da queste).

Le simulazioni numeriche effettuate con il modello MOLOCH del CNR-ISAC con passo di griglia di 500m hanno evidenziato la presenza di una lingua di aria calda e umida, con elevati valori di temperature potenziale equivalente (theta-e), che dal Mare Adriatico si estendeva verso la pianura Padana. La presenza di tale lingua, già identificata come fattore responsabile di un forte temporale in Friuli (Miglietta et al., 2016), favorisce lo sviluppo di supercelle in quanto garantisce l'apporto di abbondante vapore acqueo (favorendo quindi l'instabilità potenziale), e di vorticità orizzontale, a seguito della rotazione del vento con la quota da sud-est a sud-ovest.

Alcuni esperimenti numerici di sensibilità realizzati modificando l'altezza degli Appennini, hanno mostrato come la posizione della lingua di aria calda e umida fosse sensibile all'intensità del vento secco in discesa dagli Appennini, generato da un intenso flusso sud-occidentale sul Mar Ligure in grado di scavalcare la catena montuosa. Tale flusso è stato caratterizzato attraverso il numero di Froude (ossia il rapporto tra intensità del vento perpendicolare all'Appennino e il prodotto tra l'altezza caratteristica dell'Appennino e stabilità del flusso incidente), un parametro che quantifica la capacità di oltrepassare l'ostacolo orografico. Tali esperimenti hanno mostrato che, se la catena appenninica fosse stata più alta, o se l'intensità del flusso sul Mar Ligure fosse stato più debole, il vento in discesa dall'Appennino sarebbe

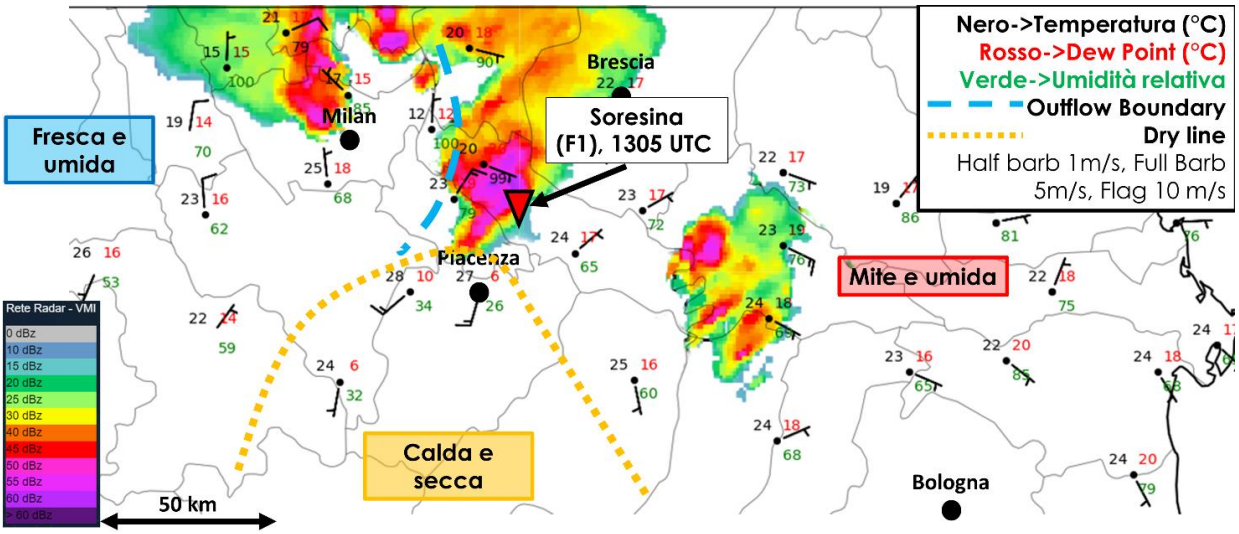


Figura 3. osservazioni alle 13:00 UTC del 19 settembre 2021 in pianura Padana. Vento (barbe), temperatura (numeri neri), punto di rugiada (numeri rossi) e umidità relativa (numeri verdi) forniti gentilmente da ARPA Lombardia, ARPA Veneto, ARPA Piemonte ed ARPA Emilia-Romagna. Riflettività radar (ombreggiatura) fornita dal Dipartimento di Protezione Civile. Le discontinuità sono evidenziate con una linea blu tratteggiata (outflow boundary) e da una linea a punti arancione (dry line).

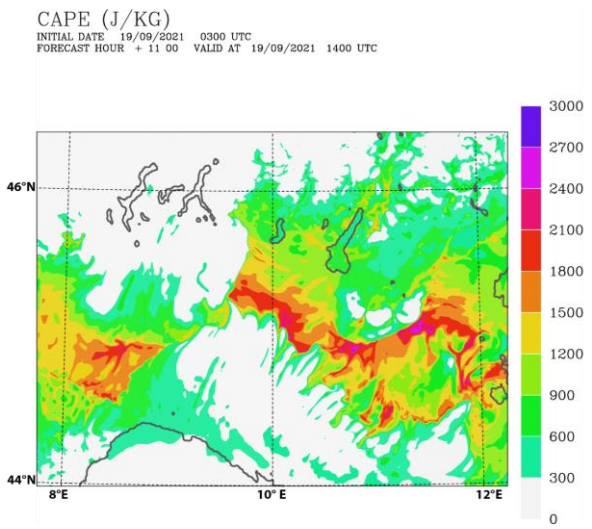


Figura 4. Convective Available Potential Energy (CAPE) simulata dal modello MOLOCH alle 14:00 UTC del 19/09/2021 sul Nord Italia.

stato a sua volta più debole e la lingua a elevata theta-e si sarebbe fermata più a sud, nelle aree di pianura ai piedi dell'Appennino. Viceversa, con l'Appennino più basso o, meglio, se il flusso da sud-ovest fosse stato più intenso, la lingua sarebbe avanzata più a nord verso i rilievi Alpini. Le simulazioni numeriche hanno evidenziato quindi l'importanza dell'interazione tra queste due diverse masse d'aria per la localizzazione e anche per la durata degli eventi convettivi (formazione delle supercelle).

Inoltre, le simulazioni numeriche hanno evidenziano come nel lato umido della dry line fosse presente un localizzato accumulo di umidità, dovuto alla convergenza di venti, responsabile dei valori di instabilità potenziale più elevati in Pianura Padana durante l'evento (Figura 4). Inoltre, la rotazione del vento con la quota (da sud-est nei pressi della superficie a sud-ovest sopra 1 km di quota), causava un intenso wind shear verticale. Le simulazioni mostrano che un indice che combina instabilità potenziale e wind shear (Significant Tornado Parameter; STP), raggiunge i valori più elevati circa 10 km a nord della dry line, nel settore dove effettivamente si sono sviluppati i tornado.

Questi risultati sono stati sintetizzati in un modello concettuale che vuole descrivere le caratteristiche tipiche dell'ambiente favorevole allo sviluppo di supercelle e tornado in Pianura Padana. Si ritiene che i tornado in pianura Padana si formino nei pressi della confluenza tra una lingua di aria calda e umida, con elevati valori di theta-e, in ingresso dal Mar Adriatico, una massa d'aria secca discendente dagli Appennini, e una massa d'aria più fresca proveniente dalle Alpi (Figura 5). I tornado si sviluppano nei pressi del punto triplo, ovvero nel punto di incontro tra queste tre differenti masse d'aria, poiché in questo settore l'accumulo di umidità e il forte wind shear nei bassi strati atmosferici generano le condizioni più favorevoli per lo sviluppo di vortici. L'aria fresca dalle Alpi favorisce l'innesco della convezione in pianura, mentre

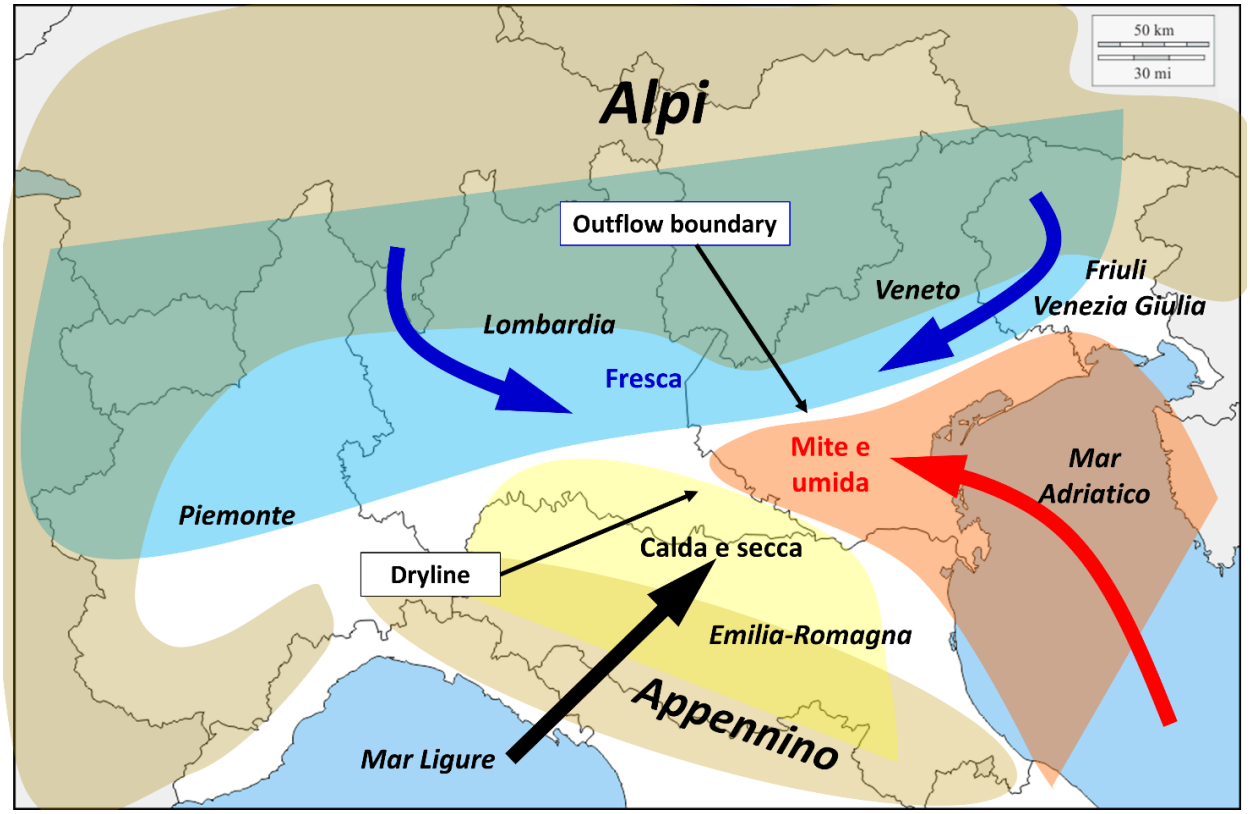


Figura 5. modello concettuale per la formazione di trombe d'aria sul Nord Italia.

l'aria secca dall'Appennino contribuisce a mantenere isolate le celle convettive, favorendone l'intensificazione.

Questa disposizione ed interazione tra le masse d'aria emerge anche da un'attenta analisi dei risultati di Bagaglini et al. (2021). Questo ci spinge a ritenere che i meccanismi studiati e identificati nello specifico evento di settembre 2021 siano estendibili a molti altri episodi che si sono verificati nel Nord Italia. Ad esempio, ci sono evidenze che un punto triplo fosse presente nel caso del violento tornado F4 su Mira e Dolo in Veneto del 8 luglio 2015 (Abinanti et al., 2016), e nel più recente F3 che ha colpito Alfonsine in Emilia-Romagna il 22 luglio 2023 (discusso nella Newsletter 15/2023).

Questo studio, fornendo una miglior comprensione delle dinamiche che generano i tornado in Pianura Padana, potrà favorire un miglioramento della loro previsione sul Nord Italia. La ricerca è stata presentata in alcune conferenze internazionali durante la scorsa primavera, ricevendo diversi riconoscimenti, tra cui il premio di miglior presentazione orale dell'undicesima "European Severe Storm Conference" svoltasi a Bucarest a maggio 2023 (documentato nella Newsletter 14/2023) e della 9th International Conference on Meteorology and Climatology of the Mediterranean, svoltasi a Genova nello stesso mese. Infine, il 21 marzo scorso il lavoro è stato pubblicato sulla prestigiosa rivista Monthly Weather Review (De Martin et al., 2024) edita dall'American Meteorological Society.

Bibliografia

Abinanti, V., and Coauthors, 2016: Il tornado di Pianiga, Dolo e Mira dell'8 luglio 2015. report. URL www.fenomenitemporaleschi.it/08072015.htm.

Bagaglini, L., R. Ingrosso, and M.M.Miglietta, 2021: Synoptic patterns and mesoscale precursors of Italian tornadoes. *Atmos. Res.*, **253**, 105 503, https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105503.

De Martin, F., S. Davolio, M. M. Miglietta, and V. Levizzani, 2024: A conceptual model for the development of tornadoes in the complex orography of the Po Valley. *Mon. Wea. Rev.*, https://doi.org/10.1175/MWR-D-23-0222.1, in press.

Groenemeijer, P., and T. Kühne, 2014: A climatology of tornadoes in Europe: Results from the European Severe Weather Database. *Mon. Wea. Rev.*, **142**, 4775-4790, https://doi.org/10.1175/MWR-D-14-00107.1.

Miglietta, M. M., A. Manzato, and R. Rotunno, 2016: Characteristics and predictability of a supercell during Hymex sop1. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **142 (700)**, 2839–2853, https://doi.org/10.1002/qj.2872.

Miglietta, M. M., and I. Matsangouras, 2018: An updated "climatology" of tornadoes and waterspouts in Italy. *Int. J. Climatol.*, **38 (9)**, 3667–3683, https://doi.org/10.1002/joc.5526.

Autori:

Francesco De Martin

Silvio Davolio

Mario Marcello Miglietta

Vincenzo Levizzani

APPROFONDIMENTO

Dove cielo e Terra si incontrano: Parte IV A volte ritornano

Questa puntata è dedicata alla memoria di Miss Paisley. Difficile la conosciate, ma a modo suo è (stata) famosissima. Miss Paisley era un Ratto Gigante africano, addestrata come molti suoi conspecifici a localizzare le mine antiuomo. Cosa in cui era bravissima. Si stima che durante il suo servizio attivo abbia contribuito a salvare centinaia di vite umane. Sia per sempre onore a lei ed ai suoi simili.

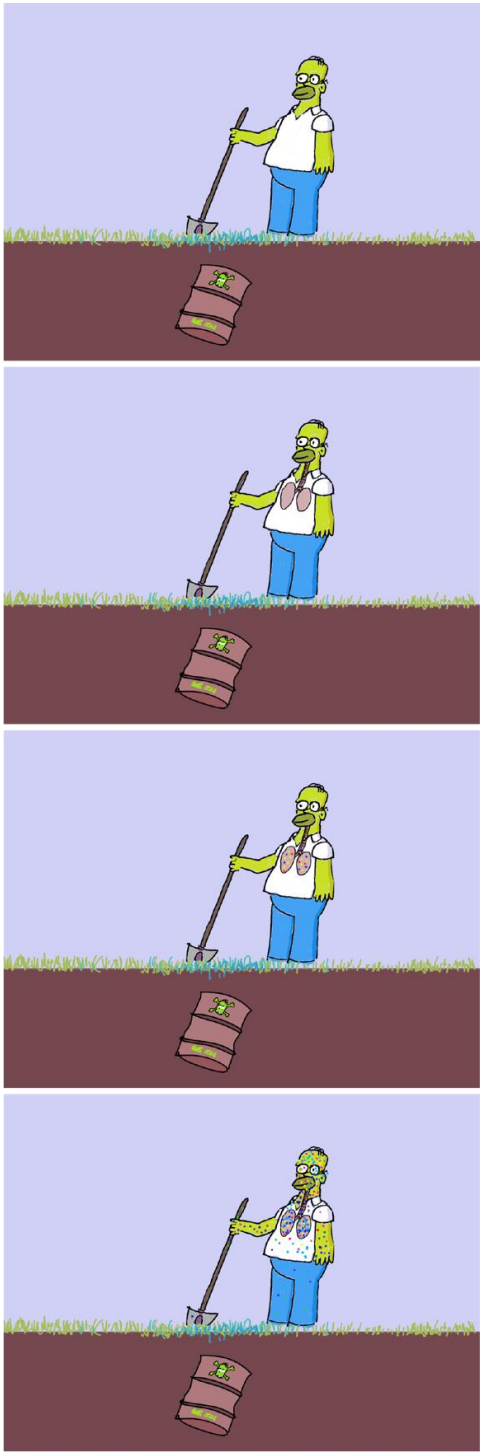


Figura 1. Homer Simpson intento a seppellire un barile di materiale non ben precisato.

Antefatto

Homer esce di casa. Si guarda furtivamente in giro. Entra nel garage. Fa capolino, e si guarda ancora intorno con l'aria di uno che non vuole farsi notare. Nessuno. Bene. Rientra ed esce, questa volta con una carriola.

Sulla carriola, un bidone misterioso.

La ruota cigola un po'. Ma è prestissimo, l'ora perfetta perché nessuno dei vicini lo veda. Arriva in mezzo al suo prato, scava una buca bella profonda, ci mette il bidone dentro, ricopre tutto, livella il terreno, e, finezza delle finezze, rimette la zolla erbosa che aveva tolto prima di scavare esattamente dov'era prima.

E si concede una mezz'oretta di meritato riposo.

Ma…

Che sta accadendo?

Quei puntini di tutti i colori?

Nei polmoni? Sul bamburino? Persino sulle unghie delle dita dei piedi?

"Marge, e adesso? Come farò a venire a trovare tua madre?"

"Una birra laverà via tutto…"

(Insomma: non sempre funziona.)

In effetti non ci voleva un genio per immaginare che, una volta seppellito un bidone di veleno in mezzo al cortile prima o poi qualcosa viene fuori e…

Ma va be', Homer non è esattamente un genio, il che offre una primissima spiegazione, piuttosto facile, di ciò che è accaduto.

Quella interessante, però, è la seconda. Quella che viene da una domanda di curiosità: ma come fanno le sostanze seppellite a riemergere, e contaminare l'atmosfera?

Certo, quando pensiamo ad un seppellimento di qualche schifezza la prima cosa che viene in mente è la contaminazione delle falde, il che è certamente vero, ed è un *enorme* problema.

Ma una parte dei contaminanti può benissimo finire in atmosfera, e spesso lo fa.

Un altro antefatto, ben più remoto

Il fiume Isonzo ha un corso strano, incassato tra alte montagne e forre profonde, qua e là allargandosi, per poi nuovamente rinserrarsi, e proseguire così, di voluta in voluta, tra Slovenia ed Italia, intercettando durante il suo percorso numerosi affluenti.

Tra questi il maggiore, il fiume Idria, che durante il suo percorso passa attraverso uno dei più importanti giacimenti cinabriferi d'Europa.

Figura 2. Campione di cinabro, solfuro di mercurio (HgS).

Il cinabro (figura 2), solfuro di mercurio (HgS) è un bel minerale. Di color rosso vivo (esisteva, tempo fa, un color "rosso cinabro"), è praticamente da sempre il principale minerale usato, previo arrostimento, per la produzione industriale di mercurio.

Avete notato, nella frase precedente, il "da sempre"?

Perché il problema è proprio quello: il giacimento c'è, e c'è pure una colossale miniera, dismessa in tempi recenti, ma già attiva in ere remote. E attiva anche all'inizio dell'era moderna, quando il minerale veniva estratto e pre-trattato con i mezzi primitivi disponibili nel '500 direttamente in sito. Pesa moltissimo, il mercurio, ma pesa ancora di più il minerale che lo contiene.

Cosa voleva dire, pre-trattare con metodi primitivi? In pratica, arrostire il minerale, ricavarne una sorta di loppa concentrata, e portar quella verso valle.

Gli scarti da miniera rimanevano lì.

Con concentrazioni di mercurio ancora altissime.

Esposto agli agenti atmosferici, il cinabro si altera, rilascia detriti, persino goccioline di mercurio allo stato nativo. Detriti, e goccioline, che per secoli sono finite nel fiume. Che l'Idria, poi, ha passato all'Isonzo. E che l'Isonzo ha trasportato verso il Mar Mediterraneo…

L'Isonzo ha una foce. Un bel posto, oggi inglobato in un parco naturale visitato da moltissime persone.

Posto, formatosi per deposito, anno dopo anno, strato dopo strato, dei granuli alluvionali che venivano da monte. E tra questi, il mercurio della miniera di Idria.

Ad oggi, il basso Isonzo è uno dei più noti siti soggetti a contaminazione di mercurio. E ad uno degli studi ho preso parte anch'io, insieme ad amici e colleghi di Servizi Territorio srl e Copernico srl.

Se misurassimo il mercurio in superficie, nel caso, troveremmo qualcosa. Ma non moltissimo: il grosso si trova ad alcuni decimetri di profondità.

E, nei capelli e nelle ossa delle persone, nei pesci pescati nel mare lì vicino. Come ha fatto ad arrivarci? Certo, lo sappiamo già: per trasporto da parte delle acque, tramite la catena alimentare, e…

Più mobili del previsto?

Il mercurio è uno degli elementi più disgraziati. Uno dei miei amici chimici (Antonio Di Guardo, dell'Università dell'Insubria) una volta, a pranzo, mi aveva raccontato come il mercurio riuscisse a legarsi ad altre sostanze in tantissimi modi differenti, dando luogo a non meno di cinque differenti specie chimiche, ciascuna con sue proprietà ed effetti tossici (quanto alla loro presenza, è una certezza – non vi chiedo di studiarlo, anche perché, come diceva uno dei Tre Uomini in Barca, la lettura di un libro di medicina è uno dei modi più rapidi e sicuri per convincersi d'avere tutte le malattie del mondo, ma una passata al capitolo 23 della *Toxicology* di Casarett & Doull, 2013, proprio schifo non fa; ma se lo farete, non ditemi che non vi avevo avvertite e avvertiti).

Alcuni dei composti del mercurio sono volatili.

E così, non può essere che una parte di loro, per caso, non possa finire in atmosfera?

Gli inquinanti atmosferici, rispetto a quelli delle acque, hanno una prerogativa peculiare: arrivano a destinazione in tempi brevissimi, praticamente istantanei. Minuti. Poche ore.

Che il mercurio seppellito in profondità, o l'imprecisata schifezza del nostro Homer, possano *diventare* inquinanti atmosferici, ecco, non è garantito a priori. Magari se ne restano lì, sottoterra, sino a che qualcuno non li riesuma. Magari, la falda non li lambisce. Magari (esageriamo) sopra di loro si è formato un cappellaccio di alterazione perfettamente impermeabile, che convoglia le acque di

precipitazione o dagli alvei altrove. Magari, già che ci siamo…

Ma riflettiamo su un piccolo particolare.

Nella figura 3 vediamo un albero. Disegnato da me, un po' male, ma simpatico, come tutti gli alberi. E, come tutti gli alberi, anche una colossale pompa che convoglia in atmosfera quantità enormi di acqua, allo stato di vapore (Cockell, 2007).

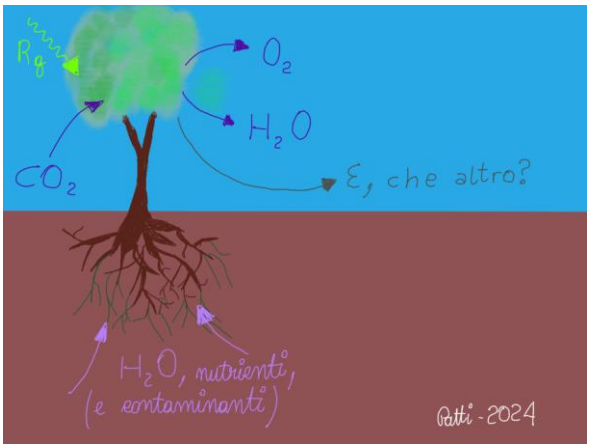


Figura 3. Il ruolo delle piante verdi nella mobilizzazione di sostanze volatili e nel loro rilascio in atmosfera.

Acqua e, naturalmente, altre sostanze volatili: alcune rilasciate dalle piante nei loro momenti di stress, o come feromoni, o come insetticidi. Altre ancora, semplicemente convogliate dalle radici verso l'atmosfera. Di fatto, sulla terraferma l'evapotraspirazione da parte dei vegetali è la sorgente principale del ciclo dell'acqua, con un'importanza circa doppia dell'evaporazione diretta.

E non finisce qui. Su terreni porosi (Geiger, 1995), l'alternanza giorno-notte induce lo scambio tra suolo ed atmosfera di una colonna d'aria dello spessore stimato di 10 metri. Questa colonna, a sua volta, è in grado di trasportare sostanze che si sono diffuse negli interstizi del suolo per effetto della diffusione molecolare, avvenuta in aria ferma, in tempi lunghi ma finiti. Come vediamo in figura 4.

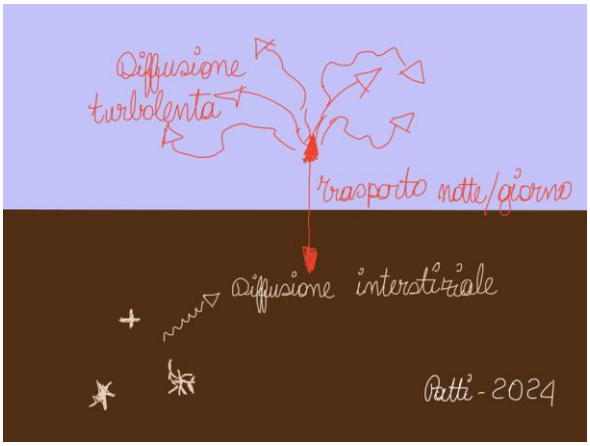


Figura 4. Schema molto semplificato di alcuni meccanismi di trasporto tra suolo ed atmosfera.

E quando le sostanze per così dire indesiderabili sono arrivate in atmosfera, dove le troviamo? Ma nel nostro amico, il PBL! E lì subiscono il trasporto a distanza e la diluizione dovuti al vento medio ed alla diffusione turbolenta.

In conclusione, per quanto non possiamo darlo per certo in tutti i casi, è plausibilissimo che una schifezza sotterrata si manifesti anche nell'aria che respiriamo.

Come si è accorto Homer…

Opportunità, anche…

Certo, il quadro che ho tratteggiato sin qui non è proprio esaltantissimo: roba, se vogliamo usare questo termine un po' crudo, da addetti alle bonifiche.

E però, gli stessi fenomeni che hanno fatto comparire puntini multicolori sulla pelle di Homer Simpson ci suggeriscono anche un possibile rimedio, od almeno una nuova tecnica di monitoraggio.

Ma qui è il caso che facciamo un passo indietro.

Probabilmente avrete sentito parlare di "sensori MEMS". Forse anche da me – in alcuni miei scritti su questa Newsletter avevo mostrato come si può costruire una stazioncina meteo, basata su sensori che, guarda un po' il caso, sono appunto dei MEMS (si vedano le issue 8, 9 e 10 della Newsletter AISAM).

La sigla MEMS è l'acronimo di *Micro Electro Mechanical Systems*, ed all'origine indicava esattamente questo: dispositivi "piccolissimi", realizzati con le tecniche di fotoincisione dei semiconduttori usate normalmente per stampare in serie i circuiti integrati.

Ma la tecnologia alla parte *Mechanical* ha quasi istantaneamente aggiunto le sezioni *Chemical*, *Physical*, *Ecceteraeccetera*, ed aveva sfornato dispositivi capaci di misurare, per esempio, temperatura e umidità relativa, quest'ultima tramite metodi capacitivi.

Naturalmente i progettisti non si sono fermati lì. Praticamente mentre stavo scrivendo la prima puntata dedicata alle stazioni meteo auto-costruite, ed anzi, prima ancora, alcuni produttori di chip avevano portato le ruspe ancora più avanti.

Ed arriviamo, infine, ai nostri giorni. Un'epoca nella quale esistono ormai numerosi misuratori MEMS di composti organici volatili (VOC) ed altri gas.

Ora: supponiamo, dico *supponiamo*, ma sapendo di non andare troppo lontana rispetto al "vero" come sarà tra qualche anno, o mese, o settimana, che sia possibile

rendere la sezione "chimica" dei sensori MEMS molto selettiva, abbastanza da riconoscere una sostanza di cui si sospetta la presenza – o che possa fungere da indicatore.

A quel punto, sarebbe abbastanza semplice mettere a punto un sistema di misura mobile, ed a basso costo, che abbia modo di riconoscere concentrazioni anomale della sostanza-guida, e magari dirigersi verso di esse senza supervisione umana, per poi avvisare una volta raggiunto il punto di massima concentrazione. "Scavate qui!" dirà il robottino. E solo allora le squadre potranno intervenire a colpo (quasi) sicuro.

Fantascienza? Mah. Non lo so. Il fattore limitante che vedo, oggi, come (anche) progettista di sistemi è più nella selettività dei sensori, e nella sterminata quantità di sostanze che potrebbero lasciarsi rilevare in caso di seppellimento.

Certo, Homer non ha fatto una bella cosa. Ma immagino che non gli sia passata neanche per l'anticamera del cervello la possibilità che la sua azione potesse avere conseguenze non proprio brillanti.

Non tutti i seppellimenti, però, avvengono accompagnati dalla buona fede di un idiota.

Tra le, diciamo, "sostanze pericolose" di particolare interesse, in tempi come questi, ci sono:

- Mine "*anti-personnel*" (in realtà progettate per essere attrattive nei confronti dei bimbi).
- Cadaveri interrati dopo eccidi di massa, o "normali" omicidi.
- Sostanze tossiche smaltite illegalmente.

Ed altro, altro ancora…

E così, i processi biologici, chimici e fisici che comportano il rilascio di sostanze da parte del suolo possono, o potranno nell'immediato futuro, giocare un ruolo importantissimo come *testimoni*, imparziali, incorruttibili.

Monitorare i rilasci dal suolo, oggi

Il punto precedente è, per adesso, ai limiti della fantascienza (un po' distopica).

E oggi, cosa possiamo fare?

Dipende – dalle proprietà della sostanza monitorata, dalla gravità degli effetti che può avere sulla salute, dall'intensità della contaminazione, dal suo essere concentrata o meno…

Ma in alcuni casi è possibile, ed è anche già stato fatto.

Alla foce dell'Isonzo, per esempio, abbiamo compiuto misure in continuo di concentrazione in camere statiche e in pozzo, utilizzando misuratori (non MEMS) piuttosto ingombranti, ma ragionevolmente veloci. Ed allo stesso tempo abbiamo rilevato il vento medio e la turbolenza con un anemometro ultrasonico tri-assiale.

Ad oggi, la frontiera della tecnologia sta proprio lì, nel collegare le misure, velocissime e ad altissima risoluzione, di un anemometro ultrasonico triassiale che vi può dire tutto dell'atmosfera, con letture di concentrazione che siano ragionevolmente rapide (secondi per intenderci, non ore).

Nel caso della foce Isonzo eravamo riusciti a collegare le concentrazioni al *footprint* del vento, in un certo senso annusando l'aria alla ricerca di vapori di mercurio, ma stando ben saldi in una posizione precisa.

Ma domani…

Vada come vada, Homer, le tue marachelle hanno i giorni contati.

Bibliografia

Klaassen C.D. (ed.), 2013. Toxicology, 8-th edition, McGraw Hill

Cockell C. (ed.), 2007. An Introduction to the Earth-Life System, Cambridge University Press

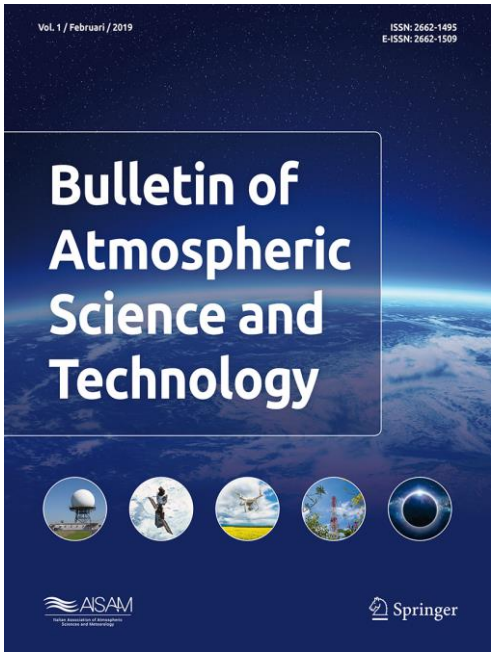
Geiger, R., Aron, R.H., Todhunter, P., 1995. The Climate Near the Ground, Vieweg

Autore:

Patrizia Favaron

Mentre i cirri scorrevano sul suo capo e su Milano, ad annunciare il fronte caldo che di lì a poco sarebbe giunto, la Patrizia Favaron era lì, a contemplare il (naturalmente si fa per dire) panorama. Esistono del resto casi, e non pochi, nei quali l'attesa inoperosa può comportar men danni, e più vantaggi, dell'affannarsi attorno a qualche problema irrisolvibile o la cui soluzione, anche carina, non dia alcun beneficio al genere umano. E d'altra parte cos'è la Meteorologia se non anche osservazione, contemplazione, rapimento dell'anima, e poesia? Va bene tutto, va bene la matematica, bene anche i tensori, ma ogni tanto guardare in alto invece che verso la punta delle proprie scarpe, proprio male non fa…

BULLETIN OF ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY



Il ***Bulletin of Atmospheric Science and Technology*** (***BAST***)è la rivista ufficiale dell'Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia (AISAM)

BAST copre le discipline relative alle vaste aree delle scienze dell'atmosfera e della meteorologia.

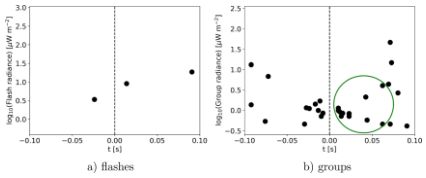
BAST si concentra su metodologie e tecniche di osservazione innovative, campagne internazionali sul campo, modelli numerici, tecniche computazionali, analisi dei dati, tecniche di recupero e tecnologie dei sensori.

In quanto periodico interdisciplinare, *BAST* promuove la scienza dell'atmosfera e il progresso tecnologico con rilevanza sia per gli utenti accademici, industriali e governativi.

Editor-in-Chief

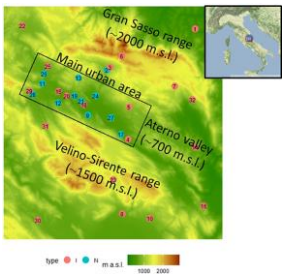
Silvana Di Sabatino, Paolo Di Girolamo

Si segnalano i seguenti articoli, recentemente pubblicati ed accessibile dal sito del *Bulletin of Atmospheric Science and Technology*:



Köhn, C., Heumesser, M., Chanrion, O., Reglero, V., Østgaard, N., Christian, H. J., Lang, T. J., Blakeslee, R. J. and Neubert T.: *Employing optical lightning data to identify lightning flashes associated to terrestrial gamma-ray flashes.*

https://doi.org/10.1007/s42865-024-00065-y



Curci, G.: *Added value of amateur observational network for high-resolution climatological analysis: a case study in the Aterno valley, Abruzzo, Italy*.

https://doi.org/10.1007/s42865-024-00066-x

Per chi volesse rimanere sempre aggiornato, ricordiamo infine che al seguente link

https://www.springer.com/alerts-frontend/subscribe?journalNo=42865

è possibile attivare un servizio di *alert*, che avvisi sulle nuove pubblicazioni del *Bulletin of Atmospheric Science and Technology*.

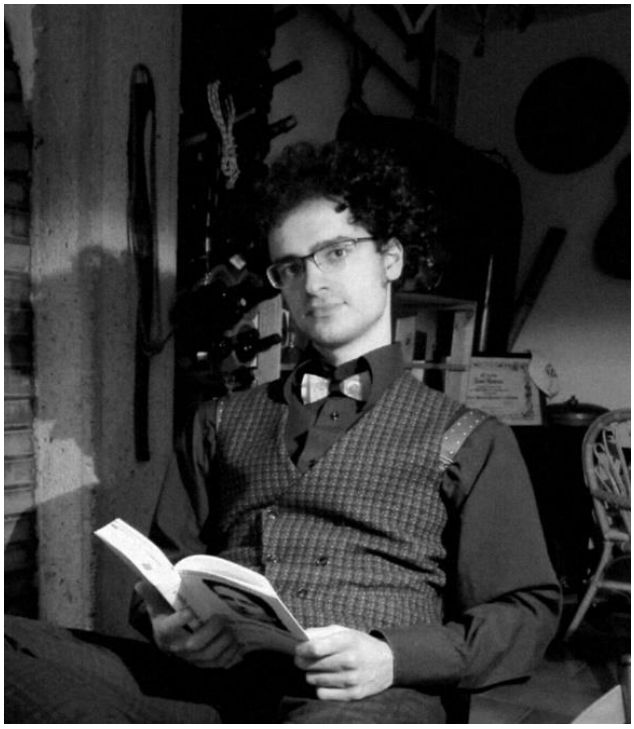
SEZIONE PROFESSIONISTI

SEZIONE STUDENTI

La sezione studenti intervista…

Dabih Isidori

*In questo numero della Newsletter intervistiamo **Dabih Isidori**, ex studente dell'Università di Innsbruck e attualmente tutor privato di informatica nonché collaboratore PRETEMP.*



Ciao Dabih, puoi raccontarci com'è nato il tuo interesse per le scienze atmosferiche?

Da bambino ero già un piccolo scienziato, sempre a leggere enciclopedie di astronomia, biologia, geologia... Poi, negli anni del liceo, ho assistito alla storica nevicata del 2012 nelle Marche: metri e metri di neve ovunque, e scuola chiusa per quasi un mese! Affascinato, presi a studiarmi un vecchio libricino di meteorologia che avevo in libreria per capire le meccaniche di quella "magia bianca". Non avrei mai pensato che da lì a qualche anno mi sarei iscritto a un corso di meteorologia all'estero!

Qual è stato il tuo percorso di studi?

Dopo il liceo scientifico a Urbino mi sono trasferito in Austria, ove ho potuto studiare Scienze Atmosferiche presso l'Università di Innsbruck, prima alla Triennale e poi alla Magistrale, conseguendo il titolo di Master of Science in Scienze dell'Atmosfera. Finita l'università ho frequentato dei corsi privati di Computer Science e Machine Learning, per approfondire le mie conoscenze informatiche.

Hai conseguito i tuoi titoli di studio presso l'Università di Innsbruck. Ritieni che il percorso scelto ti abbia adeguatamente formato per l'esperienza lavorativa?

L'Università di Innsbruck dà molta importanza all'aspetto pratico e lavorativo di una materia. Nei corsi pratici di meteorologia operativa si effettua ogni giorno una previsione molto dettagliata per la città di Innsbruck o un'altra località del mondo. Si lavora inoltre tanto con l'Analisi Dati e la Programmazione Python, che vengono poi applicate nella realizzazione di numerosi progetti scientifici, nonché della tesi di laurea. Vieni infine formato nell'arte della Comunicazione efficace, una materia che ho particolarmente a cuore: lì ho imparato le tecniche del Public Speaking e del Graphic Design per la visualizzazione di dati scientifici

Attualmente di cosa ti occupi?

Al momento lavoro come insegnante privato di Python, oltre ad occuparmi di vari progetti di sviluppo software in Python e C/C++.

Da poco sono entrato anche in PRETEMP, un gruppo di ragazzi molto esperti nella previsione dei fenomeni temporaleschi.

In particolare sto seguendo un corso di formazione interno in vista della stagione estiva, quando dovrei diventare operativo come previsore.

Hai anche effettuato un tirocinio con l'azienda 3B Meteo, come ti sei trovato? È stata un'esperienza utile a sviluppare ulteriormente le tue conoscenze?

Fino ad allora avevo avuto esperienze lavorative solo all'estero, dove avevo realizzato moltissime previsioni per varie nazioni straniere, ma quasi nessuna per l'Italia. Lavorare a 3Bmeteo mi ha permesso di conoscere finalmente nel dettaglio le peculiarità meteorologiche del nostro paese, oltre che apprendere come si crea e si comunica una previsione generalista. Lì ho trovato

persone da tutta Italia, sempre pronte ad aiutarmi e consigliarmi condividendo con me la loro esperienza.

Quali sono i tuoi progetti per il futuro?

Dopo otto anni passati sempre in movimento tra Italia e Austria, voglio provare a stabilirmi qui, nel luogo che chiamo casa. La mia speranza è di poter mettere le tante conoscenze e esperienze accumulate nel corso degli anni al servizio di questo Paese, un Territorio spesso martoriato da eventi estremi, e aiutarlo ad affrontare la sfida del cambiamento climatico.

Grazie mille Dabih, ed in bocca al lupo per il futuro!

A cura di:

Domenico Cimmino
(Università degli studi di Napoli Parthenope)

EARLY CAREER SCIENTIST

A cura della *Sezione Studenti*

Questa sezione della Newsletter è dedicata ai giovani ricercatori, che hanno da pochi anni concluso il loro percorso formativo, per dare loro l'opportunità di illustrare le proprie attività di ricerca alla comunità AISAM.

---

*In questo numero della Newsletter dedichiamo questo spazio a **Anna Napoli**.*

Anna Napoli ha conseguito la Laurea Triennale in Fisica presso L'università di Milano-Bicocca e la Laurea Magistrale in Fisica presso l'Università degli Studi di Milano con una tesi magistrale dal titolo "Orographic precipitation in the Alps: analysis of rain gauge data and atmospheric model output". Successivamente ha conseguito a marzo 2022 il Dottorato di Ricerca in "Computer Science and Systems Engineering" presso l'Università degli Studi di Genova e Fondazione CIMA con una tesi dal titolo "Altitudinal dependences of meteoclimatic conditions in the Great Alpine Region: from observations and idealized simulations to climate change projections".

Ha successivamente ricoperto per un anno una posizione come assegnista di ricerca presso l'Università di Trento in un progetto in collaborazione con la Provincia Autonoma di Trento per la creazione degli scenari climatici del Trentino e del Report relativo allo Stato del Clima in Trentino (Napoli et al., 2024). Successivamente ha vinto, presso il Centro Agricoltura Alimenti Ambiente dell'Università di Trento due bandi post-doc per giovani ricercatori finanziati da Fondazione Caritro presentando progetti personali relativi alla caratterizzazione degli eventi convettivi in area montana e delle loro possibili variazioni future, collaborando attivamente con gruppi di ricerca nazionali (Università degli studi di Milano-Bicocca, Fondazione CIMA, EURAC Research) ed internazionali (Portsmouth University in UK, University of Innsbruck in Austria, MeteoSwiss in Svizzera).

Aree montane: estremamente affascinanti e complesse e allo stesso tempo particolarmente sensibili al cambiamento climatico

1. Il cambiamento climatico in aree montane

Gli ambienti montani sono fondamentali per i servizi vitali che forniscono alla vita umana, dal sequestro di anidride carbonica e la grande biodiversità acquatica e terrestre (Adler et al., 2022) al grande supporto per tutte le popolazioni a valle come "torri d'acqua" del Pianeta Terra (Viviroli et al. 2007). La loro importanza a livello ambientale e socio-economico rende fondamentale comprendere come sta cambiando il clima in queste regioni e quali siano i meccanismi alla base dei fenomeni meteorologici locali (Adler et al., 2022).

Tuttavia, le regioni montane risultano molto complesse. L'orografia impatta notevolmente le statistiche delle precipitazioni, le quali risultano caratterizzate da una forte variabilità spaziale (Gobiet et al., 2014; Zubler et al., 2014; Rysman et al., 2016; Formetta et al., 2022). La necessità di dataset osservativi con alta densità di stazioni ad alta quota (Bongiovanni et al., 2024), assieme alle limitazioni dei modelli numerici dovute sia ad una non completa comprensione dei fenomeni locali che alla grossolana risoluzione spaziale rispetto alla topografia, rendono queste aree ancora una sfida per la comunità scientifica meteorologica/climatologica (Matiu et al., 2023 (paper under review); Uttarwar et al., 2023), nonostante siano stati effettuati molti passi avanti negli ultimi decenni soprattutto grazie ai modelli ad alta risoluzione (Adinolfi et al., 2020; Ban et al., 2021; Fosser et al., 2024).

Grazie a numerosi studi che si sono negli anni interessati all'ambiente montano nonostante le intrinseche limitazioni, si è venuti a conoscenza di come le aree montane stiano rispondendo più rapidamente ed intensamente ai cambiamenti climatici (MRI 2015; Pepin et al. 2022): esse, infatti, sono luoghi dove il cambiamento può anticipare o amplificare ciò che sta accadendo altrove, influenzando così direttamente sia l'ambiente montano stesso, che tutti coloro che dipendono da essi.

2. Dipendenze con la quota delle variabili meteo-climatiche

Un'importante espressione della sensibilità delle regioni montane ai cambiamenti climatici è il fenomeno, ormai studiato ed analizzato da poco più di un decennio, dell'Elevation Dependent Warming (EDW), ossia la

stratificazione con la quota del tasso di riscaldamento superficiale (MRI 2015). Questo fenomeno è stato osservato in molte aree montane del mondo ed è previsto che continui e, in alcuni casi, sia significativamente amplificato in futuro (Rangwala et al., 2013; Rangwala et al., 2016; Palazzi et al., 2017; Napoli et al., 2023b) a causa dell'esistenza di una vasta gamma di meccanismi che possono essere driver dell'EDW (Palazzi et al., 2019). Solo di recente la comunità scientifica ha posto l'attenzione non solo sulla variazione con la quota del tasso di riscaldamento, ma anche sulla variazione con la quota di ulteriori variabili come, ad esempio, la precipitazione (solida e liquida) (Kotlarski et al., 2015; Kotlarski et al., 2023; Napoli et al., 2023b; Pepin et al., 2022). Si è iniziato quindi a studiare non solo l'EDW, i driver connessi, la distribuzione nelle varie aree montane, ma anche il cambiamento climatico in funzione della quota comprendendo, così, molte più variabili meteo/climatiche (Elevation Dependent Climate Change - EDCC) (Pepin et al., 2022; Napoli et al., 2023a).

2.1 La regione alpina: passato e presente

Gran parte delle Alpi Europee si è riscaldata molto più velocemente rispetto alla media globale tra la fine del XIX e l'inizio del XXI secolo (Auer et al., 2007; Ceppi et al., 2012) e la riduzione complessiva della copertura nevosa sulle Alpi negli ultimi decenni è stata ampiamente documentata ed analizzata (Matiu et al., 2021).

Le Alpi, inoltre, sono influenzate significativamente dalle attività antropiche globali e locali le quali incidono sulle condizioni climatiche della regione alpina. L'uomo, modificando l'uso del suolo ed emettendo aerosol (particelle solide o liquide in aria) in atmosfera, svolge un ruolo cruciale nel cambiamento del clima locale siccome sia l'uso del suolo che gli aerosol influenzano, tramite feedbacks, la radiazione, le nubi e la stabilità della colonna d'aria. Tudoroiu et al. (2016), ad esempio, mostrano come tra il 1975 e il 2010 in Trentino si sia registrato un riscaldamento superficiale negativo dipendente dall'altitudine a causa, probabilmente, dei cambiamenti nell'uso del suolo a differenti quote. Un ulteriore studio condotto da Napoli et al (2019) ha mostrato, invece, come la distribuzione delle precipitazioni annuali tra luoghi a bassa quota e alta montagna nelle Alpi sia variata nel tempo, con un aumento delle precipitazioni in alta quota rispetto alle basse quote a partire dalla metà del XX secolo e con un picco negli anni Ottanta. L'aumento e il picco simultaneo del carico di aerosol antropogenico sono discussi, in questo lavoro, come possibili fonti di questo cambiamento interdecadale delle precipitazioni in alta quota e a valle. Per questo studio sono stati utilizzati due ampi set di dati pluviometrici sulla regione alpina europea (figura 1): uno caratterizzato da serie storiche di

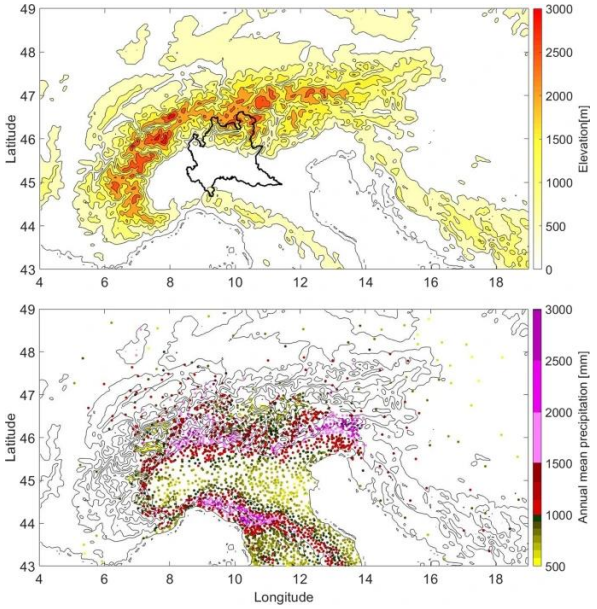


Figura 1. Topografia (pannello superiore) e precipitazioni medie annue (1961-1990) nelle diverse stazioni pluviometriche (pannello inferiore) della Grande Regione Alpina. In entrambi i pannelli, le curve di livello sono linee di altitudine costante tracciate ogni 500 m a partire dal livello del mare. La regione Lombardia, caratterizzata dal secondo dataset utilizzato per lo studio (serie storiche di precipitazioni mensili per 561 stazioni) è indicata con la linea nera in grassetto nel pannello superiore [Napoli et al. 2019].

precipitazioni mensili per 561 stazioni nella regione Lombardia e l'altro set di dati mensili ad alta densità sull'Italia e sulla regione alpina per il periodo 1961-1990.

2.1.1 Impatto aerosol

Differenti concentrazioni di aerosol a quote diverse possono quindi modificare il clima locale/regionale. Napoli et al. (2022), utilizzando un modello atmosferico regionale a risoluzione spaziale che permette di risolvere la convezione, hanno condotto simulazioni della durata di 5 anni con diversi flussi di aerosol superficiali: una simulazione caratterizzata da livelli molto alti di inquinanti che decrescono in funzione della quota (polluted) e l'altra caratterizzata da livelli molto bassi di inquinanti (pristine). In figura 2 viene mostrata la differenza tra la temperatura media in inverno (DJF) (a) e in estate (JJA) (b) tra le simulazioni polluted e pristine, mentre in c) e d) sono rappresentate rispettivamente le differenze relative della variabile che rappresenta la copertura nuvolosa (maggiori dettagli sono presentati nell'articolo Napoli et al. (2022)). Si può ben notare come differenti concentrazioni di aerosol impattino in modo diverso differenti quote. Lo studio mostra come l'aumento complessivo della copertura nuvolosa con i livelli di aerosol porta a un raffreddamento o a un riscaldamento della superficie a seconda dell'albedo della superficie (ovvero, superficie coperta o meno di neve). Inoltre, i diversi tipi di nubi hanno una risposta diversa: mentre la durata delle nubi del sistema di bassa pressione e delle nubi orografiche è

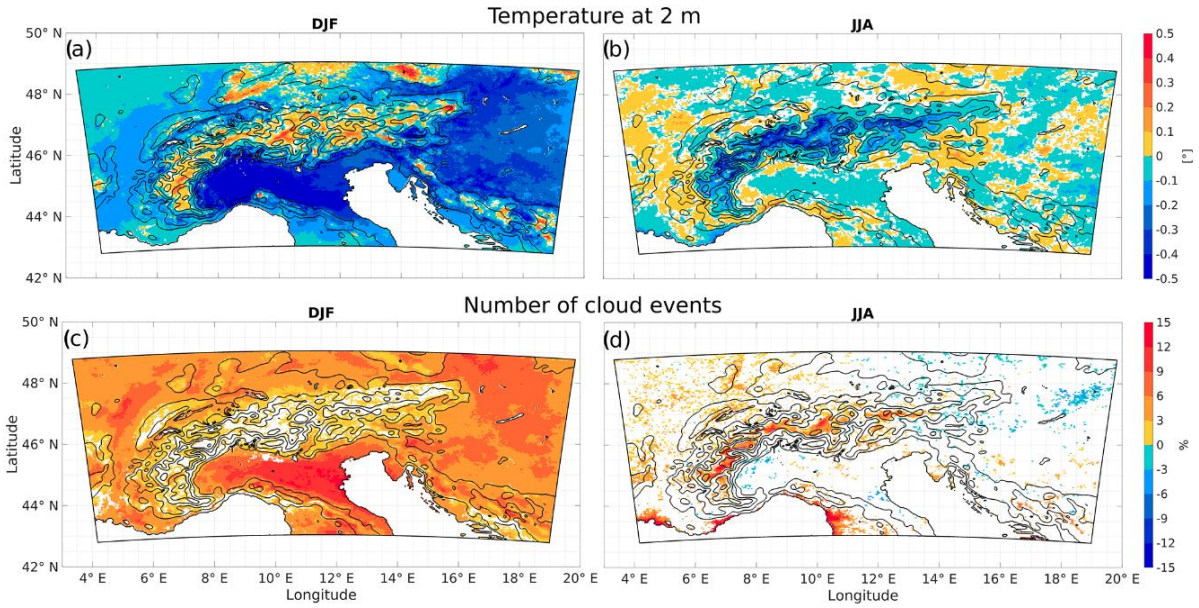


Figura 2. Differenza media stagionale della temperatura a 2 m in inverno (a) e in estate (b) tra la simulazione polluted e la simulazione pristine. Variazione relativa stagionale del numero di eventi nuvolosi in DJF (c) e in JJA (d). I pixel colorati rappresentano i punti significativi al livello di confidenza del 95%. Le isolinee di altitudine sono mostrate ogni 500 m [Napoli et al. 2022]

generalmente aumentata in presenza di alti livelli di aerosol, le nubi convettive (tipiche della stagione estiva) possono diminuire in presenza di alti livelli di inquinamento a causa della riduzione delle forti correnti ascensionali associate a una maggiore stabilità della colonna d'aria.

2.1.2 EDCC nella regione Alpina

La distribuzione futura delle precipitazioni invernali sull'arco alpino risulta molto incerta e caratterizzata da risultati contrastanti per la parte meridionale delle Alpi, a causa del fatto che l'area di interesse è caratterizzata da una forte incertezza dell'andamento delle perturbazioni a larga scala (Giorgi e Coppola 2007; Kjellström et al., 2018), le quali possono distribuirsi più a nord dell'arco alpino, portando quindi un aumento delle precipitazioni a nord delle Alpi e una diminuzione a sud, oppure più a sud, portando in questo caso un aumento anche selle Alpi italiane. Le Alpi si trovano in questa "area di transizione" che non rende semplice la caratterizzazione delle precipitazioni invernali future nell'area. Riguardo però la distribuzione con la quota della variazione futura della precipitazione invernale, è stato riscontrato come i processi locali potrebbero aumentare il potenziamento della precipitazione orografica rispetto alla precipitazione a bassa quota (Napoli et al., 2023b). Ciò è stato valutato analizzando la precipitazione di run climatiche ad alta risoluzione spaziale (4km), 30 anni futuri (2039-2068, RCP8.5) e 30 anni storici (1979-2008), sull'arco alpino (maggiori dettagli in Napoli et al., 2023b).

Per quanto riguarda invece le precipitazioni estive future, gli studi finora condotti hanno mostrato che mediamente nella regione alpina esse sono caratterizzate da una diminuzione sostanziale sul lato occidentale e meridionale (Kotlarski et al., 2022; Coppola et al., 2021) e da un aumento sulle Alpi orientali a causa di una possibile convezione rafforzata in quest'area (Giorgi et al., 2016; Napoli et al., 2023b), come già osservato in Trentino per il periodo 1991-2020 (Dallan et al., 2022).

Anche la precipitazione solida risulta caratterizzata da una netta decrescita in futuro sull'arco alpino: essa risulta caratterizzata da una forte dipendenza dalla quota e la perdita maggiore viene riscontrata al di sotto dei 1000 m s.l.m. (Kotlarski et al. 2022).

Tramite l'utilizzo di ensemble modellistici a 12 km come EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014) ed ensemble di modelli convection-permitting come CORDEX-FPS (Soares et al., 2022), studi recenti in corso stanno analizzando più nel dettaglio le variazioni con la quota, dovute al riscaldamento globale, di ulteriori variabili meteo-climatiche (medie ed estremi di temperatura e precipitazione in differenti periodi dell'anno, diurnal temperature range - DTR, ecc…), di modo che sia possibile scavare più a fondo sui meccanismi fisici che comportano determinati cambiamenti a differenti quote nella regione Alpina (articoli Napoli et al. in progress).

3. Conclusioni

Il cambiamento climatico è un fenomeno globale con peculiarità diverse a livello regionale. È ormai noto che le regioni montane sono molto sensibili ai cambiamenti climatici così come è noto che la complessa orografia esercita un forte controllo sugli eventi meteorologici, i quali dipendono da diversi fattori come l'altitudine, la

pendenza dei versanti, dove sono posizionati i versanti stessi, l'uso del suolo, gli inquinanti ecc..

Data la complessità del territorio e l'importanza del territorio stesso per innumerevoli settori ambientali (ecosistemi, acqua, foreste, agroecosistemi ecc…) e socio-economici (agricoltura, turismo, selvicoltura, energia, gestione delle risorse idriche ecc…), risulta fondamentale comprendere sempre più e meglio i meccanismi fisici alla base dei fenomeni meteorologici montani e la loro possibile variazione futura.

Questa migliore comprensione può permettere davvero di creare piani di adattamento più utili e specifici per queste sensibili aree oltre ad aiutarci a prenderci maggiormente cura di questi meravigliosi e affascinanti luoghi.

Bibliografia

Adinolfi, M., Raffa, M., Reder, A., & Mercogliano, P. (2020). Evaluation and expected changes of summer precipitation at convection permitting scale with COSMO-CLM over alpine space. Atmosphere, 12(1), 54

Adler, C., P. Wester, I. Bhatt, C. Huggel, G.E. Insarov, M.D. Morecroft, V. Muccione, and A. Prakash, 2022: Cross-Chapter Paper 5: Mountains. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2273–2318, doi: https://doi.org/10.1017/9781009325844.022.

Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., ... & Nieplova, E. (2007). HISTALP—historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, *27*(1), 17-46.

Ban, N., Caillaud, C., Coppola, E., Pichelli, E., Sobolowski, S., Adinolfi, M., ... & Zander, M. J. (2021). The first multi-model ensemble of regional climate simulations at kilometer-scale resolution, part I: evaluation of precipitation. *Climate Dynamics*, *57*, 275-302.

Bongiovanni, G., Matiu, M., Crespi, A., Napoli, A., Majone, B., and Zardi, D.: A new dataset of daily observations from a dense network of weather stations covering the Extended Alpine Region, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-13294, https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-13294, 2024.

Ceppi, P., Scherrer, S. C., Fischer, A. M., & Appenzeller, C. (2012). Revisiting Swiss temperature trends 1959–2008. *International Journal of Climatology*, *32*(2), 203-213.

Coppola,E., Nogherotto, R., Ciarlo', J.M., Giorgi, F., … & Wulfmeyer, W. (2021). Assessment of the European climate projections as simulated by the large EURO-CORDEX regional and global climate model ensemble. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126(4)

Dallan, E., Borga, M., Zaramella, M., & Marra, F. (2022). Enhanced summer convection explains observed trends in extreme subdaily precipitation in the eastern italian alps. *Geophysical Research Letters*, *49*(5), e2021GL096727.

Formetta, G., Marra, F., Dallan, E., Zaramella, M., & Borga, M. (2022). Differential orographic impact on sub-hourly, hourly, and daily extreme precipitation. *Advances in Water Resources*, *159*, 104085.

Fosser, G., Gaetani, M., Kendon, E. J., Adinolfi, M., Ban, N., Belušić, D., ... & Tölle, M. H. (2024). Convection-permitting climate models offer more certain extreme rainfall projections. *npj Climate and Atmospheric Science*, *7*(1), 51.

Giorgi, F., & Coppola, E. (2007). European climate-change oscillation (ECO). *Geophysical Research Letters*, *34*(21).

Giorgi, F., Torma, C., Coppola, E., Ban, N., Schär, C., & Somot, S. (2016). Enhanced summer convective rainfall at Alpine high elevations in response to climate warming. *Nature Geoscience*, *9*(8), 584-589.

Gobiet, A., Kotlarski, S., Beniston, M., Heinrich, G., Rajczak, J., & Stoffel, M. (2014). 21st century climate change in the European Alps—A review. *Science of the total environment*, *493*, 1138-1151.

Kjellström, E., Nikulin, G., Strandberg, G., Christensen, O. B., Jacob, D., Keuler, K., ... & Vautard, R. (2018). European climate change at global mean temperature increases of 1.5 and 2 C above pre-industrial conditions as simulated by the EURO-CORDEX regional climate models. *Earth System Dynamics*, *9*(2), 459-478.

Kotlarski, S., Lüthi, D., & Schär, C. (2015). The elevation dependency of 21st century European climate change: an RCM ensemble perspective. *International Journal of Climatology*, *35*(13), 3902-3920.

Kotlarski, S., Gobiet, A., Morin, S., Olefs, M., Rajczak, J., & Samacoïts, R. (2023). 21st Century alpine climate change. *Climate Dynamics*, *60*(1), 65-86.

Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O. B., Bouwer, L. M., ... & Yiou, P. (2014). EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional environmental change*, *14*, 563-578.

Matiu, M., Crespi, A., Bertoldi, G., Carmagnola, C. M., Marty, C., Morin, S., ... & Weilguni, V. (2021). Observed snow depth trends in the European Alps: 1971 to 2019. *The Cryosphere*, *15*(3), 1343-1382.

Matiu, M., Napoli, A., Kotlarski, S., Zardi, D., Bellin, A., & Majone, B. (2023, May). Elevation dependence of biases and trends of climatic indices in the EURO-CORDEX ensemble over the European Alps. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (pp. EGU-1402).

Mountain Research Initiative EDW Working Group. Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. *Nature Clim Change* **5**, 424–430 (2015). https://doi.org/10.1038/nclimate2563

Napoli, A., Crespi, A., Ragone, F. et al. Variability of orographic enhancement of precipitation in the Alpine region. Sci Rep **9**, 13352 (2019). https://doi.org/10.1038/s41598-019-49974-5

Napoli, A., Desbiolles, F., Parodi, A., and Pasquero, C.: Aerosol indirect effects in complex-orography areas: a numerical study over the Great Alpine Region, Atmos. Chem. Phys., 22, 3901–3909, https://doi.org/10.5194/acp-22-3901-2022, 2022.

Napoli, A., Pepin, N., Palazzi, E., & Zardi, D. (2023). A workshop on advances in our understanding of Elevation Dependent Climate Change. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *104*(4), E928-E934.

Napoli, A., Parodi, A., von Hardenberg, J., & Pasquero, C. (2023). Altitudinal dependence of projected changes in occurrence of extreme events in the Great Alpine Region. *International Journal of Climatology*, *43*(12), 5813-5829.

Napoli, A., Matiu, M., Laiti, L., Barbiero, R., Tombolato, D., Scarian Monsorno, S., ... & Majone, B. (2024). Climate report supporting the Strategy for Mitigation and Adaptation to Climate Change of the Autonomous Province of Trento. In *AISAM*. AISAM.

Palazzi, E., Filippi, L., & von Hardenberg, J. (2017). Insights into elevation-dependent warming in the Tibetan Plateau-Himalayas from CMIP5 model simulations. *Climate Dynamics*, *48*(11), 3991-4008.

Palazzi, E., Mortarini, L., Terzago, S., & Von Hardenberg, J. (2019). Elevation-dependent warming in global climate model simulations at high spatial resolution. *Climate Dynamics*, *52*(5), 2685-2702.

Pepin, N. C., Arnone, E., Gobiet, A., Haslinger, K., Kotlarski, S., Notarnicola, C., ... & Adler, C. (2022). Climate changes and their elevational patterns in the mountains of the world. *Reviews of Geophysics*, *60*(1), e2020RG000730.

Rangwala, I., Sinsky, E., & Miller, J. R. (2013). Amplified warming projections for high altitude regions of the northern hemisphere mid-latitudes from CMIP5 models. *Environmental Research Letters*, *8*(2), 024040.

Rangwala, I., Sinsky, E., & Miller, J. R. (2016). Variability in projected elevation dependent warming in boreal midlatitude winter in CMIP5 climate models and its potential drivers. *Climate Dynamics*, *46*, 2115-2122.

Rysman, J. F., Lemaître, Y., & Moreau, E. (2016). Spatial and temporal variability of rainfall in the Alps–Mediterranean Euroregion. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, *55*(3), 655-671.

Soares, P. M., Careto, J. A., Cardoso, R. M., Goergen, K., Katragkou, E., Sobolowski, S., ... & Bastin, S. (2022). The added value of km-scale simulations to describe temperature over complex orography: the CORDEX FPS-Convection multi-model ensemble runs over the Alps. *Climate dynamics*, 1-24.

Tudoroiu, M., Eccel, E., Gioli, B., Gianelle, D., Schume, H., Genesio, L., & Miglietta, F. (2016). Negative elevation-dependent warming trend in the Eastern Alps. *Environmental Research Letters*, *11*(4), 044021.

Uttarwar, S. B., Napoli, A., Avesani, D., & Majone, B. (2023). *Seasonal Weather Forecast Biases Dependence on Static and Dynamic Environmental Variables in the Alpine Region* (No. EGU23-2628). Copernicus Meetings.

Viviroli, D., Dürr, H. H., Messerli, B., Meybeck, M., & Weingartner, R. (2007). Mountains of the world, water towers for humanity: Typology, mapping, and global significance. *Water resources research*, *43*(7).

Zubler, E. M., Fischer, A. M., Liniger, M. A., Croci-Maspoli, M., Scherrer, S. C., & Appenzeller, C. (2014). Localized climate change scenarios of mean temperature and precipitation over Switzerland. *Climatic Change*, *125*, 237-252.

Autore:

Anna Napoli

(DICAM – Università di Trento; C3A – Università d Trento)

LA PROCLAMO DOTTORE…

AISAM si congratula con i neo-laureati/dottorati….e che una nuova avventura abbia inizio!

Effetti dell'aerosol antropico sul cambiamento climatico

Dott. Andrea Di Muzio

Sapienza Università di Roma

Laurea Triennale in Fisica

Relatore: *Prof.ssa Serena Falasca*

Anno Accademico 2022/2023

Abstract

L'impatto del cambiamento climatico sul nostro pianeta è, negli ultimi decenni, divenuto sempre più evidente, con notevoli e crescenti disagi. Per poter pianificare un'azione mirata volta ad invertire i trend è fondamentale lo studio e la profonda comprensione del problema.

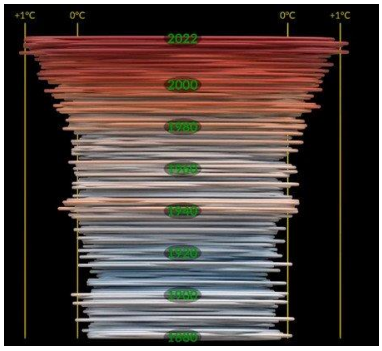


Figura 1. Spirale climatica. Mostra l'andamento delle temperature terrestri nel corso degli anni dalla fine dell'800 ad oggi.

Senza alcun dubbio l'attività antropica è strettamente legata alle variazioni del clima a partire dall'inizio della rivoluzione industriale due secoli fa.

Per la comprensione dei cambiamenti climatici bisogna introdurre il concetto di driver o fattori climatici: si tratta di fattori fisico-chimici che regolano l'evoluzione del sistema climatico, possono essere naturali o artificiali. Gli aerosol hanno un ruolo come fattore di controllo del clima. Tuttavia, la comprensione degli effetti ad essi legati è resa difficile dalla loro variabilità in termini di composizione chimica, dimensioni e distribuzione geografica. Gli aerosol possono infatti avere sia effetti raffreddanti che riscaldanti, a seconda delle loro proprietà e delle interazioni con l'atmosfera.

Gli aerosol possono essere classificati sulla base di criteri dimensionali, di provenienza e delle conseguenze sulla salute umana. Un'importante distinzione è tra aerosol naturali e aerosol di natura antropica. Una particolare attenzione va posta sugli aerosol antropici, tuttora fonte di elevata incertezza nello studio del sistema climatico a causa della scarsa prevedibilità dei fenomeni ad essi legati.

Da un punto di vista dell'impatto sul sistema climatico gli effetti degli aerosol si suddividono in diretti ed indiretti: i primi causano alterazioni climatiche dovute alla variazione delle proprietà radiative (diffusione ed assorbimento) della radiazione solare in atmosfera, i secondi tramite l'aumento di nuclei di condensazione portano alla formazione di nubi con effetti legati alla riflettività e alla longevità delle nubi. Questi effetti comportano conseguenze sul bilancio radiativo della Terra, e quindi sul riscaldamento o il raffreddamento dell'atmosfera. Non è in generale chiaro per tutti i tipi di aerosol se sia prevalente il contributo raffreddante o riscaldante, ma allo stato attuale la comunità scientifica sostiene che, in generale, l'aerosol abbia principalmente un effetto di raffreddamento.

Non vanno trascurati gli effetti sulla salute umana legati alla capacità del particolato di penetrare il sistema respiratorio.

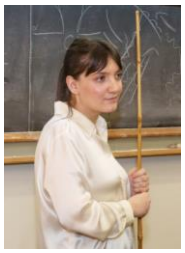
I modelli climatici sono gli strumenti maggiormente impiegati nello studio e nella comprensione del cambiamento climatico. Si tratta di strumenti matematici in grado di simulare i processi fisici e chimici del sistema climatico su differenti scale spaziali e temporali. Le applicazioni di questi strumenti includono la simulazione del clima del passato e la previsione della variabilità climatica futura a breve e lungo termine. Si classificano sulla base della risoluzione spaziale e sul grado di complessità impiegata.

Gli effetti globali della diffusione di aerosol sono stati per la prima volta investigati solo a partire dal 1996. Dal 2000 è migliorata la comprensione dei fenomeni connessi al cambiamento climatico: si è passati dal trattare l'aerosol come tracciante passivo alla considerazione delle trasformazioni da essi subite.

Un nuovo approccio per includere la vegetazione nella modellistica di dispersione dell'aria

(A Novel Approach to Include Vegetation in Air Dispersion Modeling)

Dott.ssa Beatrice Biagi



Università degli studi di Bologna

Laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra

Relatore: *Prof.ssa Erika Brattich*

Co-Relatore: *Dott. Carlo Cintolesi*

Anno Accademico 2022/2023

Abstract

L'inquinamento atmosferico è uno dei principali problemi ambientali a causa dei suoi numerosi effetti negativi, tra cui l'impatto sulla salute umana. Le aree urbane, caratterizzate da una elevata densità di popolazione, presentano spesso livelli più elevati di inquinanti atmosferici che superano i valori limite permessi, rispetto alle zone circostanti. Oggigiorno, le città affrontano la sfida di trovare soluzioni per mitigare l'inquinamento atmosferico. Tra le soluzioni proposte, la vegetazione urbana è stata spesso suggerita grazie alla sua capacità di purificare l'aria attraverso la deposizione secca di inquinanti atmosferici e l'assorbimento di gas. Nonostante la loro efficacia nella rimozione di inquinanti, gli alberi in città possono localmente aumentare i livelli di inquinamento. Infatti, gli alberi possono modificare il flusso d'aria, riducendo la ventilazione e dunque portando a concentrazioni più elevate di inquinanti atmosferici in certe aree. Inoltre, gli alberi emettono composti organici volatili biogenici (BVOCs), che, combinati con gli ossidi di azoto (NOx), contribuiscono alla formazione dell'ozono troposferico (O3). Di conseguenza, è necessaria un'attenta pianificazione urbana e uno studio delle sorgenti di inquinanti atmosferici e della dispersione in atmosfera, prima di introdurre alberi in una specifica area. Per un'analisi di questo tipo, si ricorre a modelli operativi di dispersione in atmosfera a scala urbana o di quartiere che attualmente non includono gli effetti della vegetazione, poiché non consentono l'integrazione diretta degli alberi come sorgenti di inquinanti e pozzi di quantità di moto.

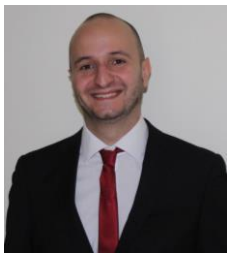
L'obiettivo di questa tesi è includere gli effetti della vegetazione in un modello operativo di dispersione dell'aria, considerando l'impatto sul flusso d'aria e sulle emissioni di inquinanti. Per raggiungere questo obiettivo, innanzitutto è stato integrato l'effetto dinamico della vegetazione, mediante il calcolo della lunghezza di rugosità superficiale aerodinamica, basato sulle caratteristiche geometriche degli alberi utilizzando il metodo morfometrico. Inoltre, è stato adottato un nuovo approccio per incorporare le emissioni di BVOCs. Operativamente, gli alberi sono stati approssimati a sorgenti puntiformi che emettono isoprene, il principale BVOCs, influenzato maggiormente dalle caratteristiche arboree, come specie e dimensioni, e dalle condizioni meteorologiche, come radiazione e temperatura.

Questo approccio è stato implementato nel modello ADMS-Urban, utilizzato per simulare le concentrazioni di inquinanti atmosferici in un quartiere della città di Bologna (44°29'N, 11°20'E) dove sono situate due sedi del Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Bologna. Questa scelta è stata motivata dal fatto che questo quartiere è stato oggetto di una intensa campagna sperimentale condotta durante l'estate del 2023 nell'ambito del progetto "I-CHANGE", che mira a valutare gli effetti della morfologia e della vegetazione urbana sull'inquinamento atmosferico e il comfort termico.

I risultati ottenuti in questa tesi indicano che l'inclusione all'interno del modello ha un forte impatto sulle concentrazioni degli inquinanti atmosferici, in particolare sui livelli di ozono nelle aree vegetate. Infatti, in queste aree, il modello subisce un miglioramento significativo, in quanto paragonabile all'integrazione degli effetti aerodinamici degli edifici. Dunque questo approccio può essere utilizzato nei modelli di dispersione dell'aria su scala di quartiere per condurre studi di scenari.

Confronto tra disdrometro laser e pluviometro a bascula per la stima dell'equivalente in acqua liquida delle precipitazioni nevose

Dott. Lauro D'Esposito



Università degli studi di Napoli "Parthenope"

Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie della Navigazione

Relatore: *Prof.ssa Giannetta Fusco*

Co-Relatore: *Prof. Vincenzo Capozzi, Dott.ssa Clizia Annella*

Anno Accademico 2022/2023

Abstract

INDICATORI STATISTICI DI ERRORE				
	MAE (mm)	RMSE (mm)	BIAS (mm)	E (%)
SPplu e SPdis con f_{rim} = 1	0.50	0.77	1.98	-44.10
SPplu e SPdis con f_{rim} = 2	0.53	0.78	0.99	11.90
SPplu e SPdis con f_{rim} = 3	0.80	1.18	0.66	67.80
SPplu e SPdis con f_{rim} = 4	1.18	1.72	0.50	123.80
SPplu e SPdis con f_{rim} = 5	1.61	2.29	0.40	179.70

Tabella 1. Indicatori statistici di errore tra l'equivalente in acqua liquida di precipitazione nevosa misurato dal pluviometro (SPplu) e dal disdrometro (SPdis), al variare del fattore di brinamento (f_{rim}).

Come è noto, la neve riveste un ruolo fondamentale sia nel ciclo idrologico, in quanto rappresenta un serbatoio di acqua dolce, sia nel sistema climatico, in virtù del suo elevato potere riflettente. Le precipitazioni nevose, d'altro canto, costituiscono un pericolo che può compromettere le attività umane e le infrastrutture. Per tali motivi, nella comunità scientifica sta aumentando l'interesse per la stima quantitativa delle precipitazioni solide.

La misurazione delle precipitazioni nevose risulta essere molto complessa, in quanto gli strumenti di acquisizione di tale parametro sono soggetti a diverse fonti di errore, dovute principalmente alle condizioni meteorologiche e alle caratteristiche della precipitazione nevosa.

In questo studio, sono state messe a confronto le misure di equivalente in acqua liquida delle precipitazioni nevose registrate da un pluviometro a bascula (FAK010AA della MTX srl) e da un disdrometro laser (THIES Clima) presso l'Osservatorio Meteorologico di Montevergine (AV). In particolare, sono stati esaminati 17 eventi di neve, registrati tra gennaio 2020 e marzo 2023. Lo studio si è posto l'obiettivo di analizzare le misure di precipitazione nevosa acquisite dai due strumenti e di verificarne l'accordo tramite indicatori statistici, anche in funzione delle condizioni ambientali.

Per ridurre l'impatto degli errori sul confronto tra i due strumenti, i dati in esame sono stati oggetto di un accurato controllo di qualità, nonché di operazioni di filtraggio; in seguito, i dati, originariamente disponibili ad una risoluzione temporale di 10 minuti, sono stati aggregati su 30 minuti tramite un'operazione di somma mobile. In tal modo, è stato mitigato l'impatto di una serie di errori in grado di inficiare, su tempi brevi (10 minuti), le misure fornite dal pluviometro a bascula.

Al fine di valutare l'accordo fra il pluviometro a bascula ed il disdrometro laser, sono stati adoperati alcuni noti indicatori statistici, quali il Mean Absolute Error (MAE), il Root Mean Square Error (RMSE), il BIAS e l'errore percentuale (E). Il confronto statistico è stato effettuato in termini di quantità di equivalente in acqua liquida della precipitazione nevosa misurata dal pluviometro (SPplu) e dal disdrometro (SPdis). Esaminando i risultati ottenuti, è emerso che l'accordo tra i due strumenti è strettamente dipendente dalla frazione di brinamento (f_{rim}), che assume valori variabili fra 1 (basso grado di brinamento) e 5 (alto grado di brinamento). Come si evince dalla Tabella 1, in media i risultati migliori si ottengono con f_{rim} = 1 ed f_{rim} = 2. In particolare, gli indicatori MAE ed RMSE tendono ad avvicinarsi al proprio valore ottimale per frim =1, mentre gli indicatori BIAS ed E ottimizzano il proprio valore con frim = 2. Dall'analisi dei singoli eventi, tuttavia, è emerso che il fattore di brinamento è strettamente dipendente dallo scenario sinottico, dalle masse d'aria in gioco e dal conseguente tipo di precipitazione nevosa. Non sono mancati, infatti, specifici casi, associati ad avvezione di aria di origine polare o artica marittima, in cui i risultati migliori sono stati conseguiti con valori di f_{rim} > 2.

È stata condotta, inoltre, un'ulteriore analisi volta a quantificare l'impatto della velocità del vento sul grado di accordo tra i due strumenti; come da attese, quest'ultimo tende a peggiorare per velocità del vento maggiori di 6 nodi.

In merito agli sviluppi futuri, ci si pone l'obiettivo di estendere tale indagine ad altri punti di misura (che dispongano di misure disdrometriche e pluviometriche co-locate) e di indagare sulle relazioni tra il fattore di brinamento e la legge empirica che lega velocità di caduta e diametro delle idrometeore.

Microfisica e Classificazione delle Nubi

Dott. Marco Burderi

Sapienza Università di Roma

Laurea Triennale in Fisica

Relatore: *Prof.ssa Serenza Falasca*

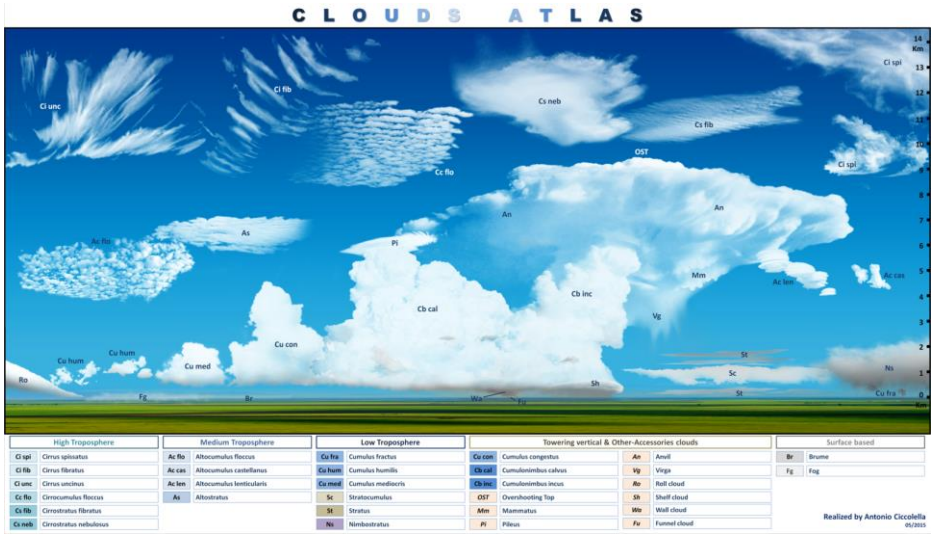
Anno Accademico 2022/2023

Abstract

Le nuvole hanno da sempre stimolato lo spirito dell'uomo per la loro bellezza e imprevedibilità, manifestazione tangibile della complessità dei fenomeni naturali.

La dissertazione ha l'obiettivo di analizzarne la complessa natura multiscala, nella speranza che una maggiore comprensione dei fenomeni fisici che ne governano la formazione e lo sviluppo possa aumentare lo stupore che si prova soffermandosi ad osservarle.

Per garantire una narrazione chiara dell'argomento, nel primo capitolo si è descritta la microfisica di una nube, ossia i principali processi che ne controllano la formazione e la crescita su scala micrometrica. Nello specifico si è analizzato il processo di nucleazione omogenea, il ruolo dei nuclei di condensazione e la nucleazione eterogenea. Si è poi studiata la crescita per condensazione di una gocciolina all'interno di una nube calda per poi analizzarne la crescita per collisione e coalescenza. Infine sono stati presentati i principali meccanismi di nucleazione di particelle di ghiaccio nelle nubi fredde.



Nel secondo capitolo ci si è occupati della classificazione.

La grande diversità di forme e dimensioni in cui si presentano le formazioni nuvolose e le differenti condizioni meteorologiche ad esse associate, hanno reso necessario un sistema di classificazione.

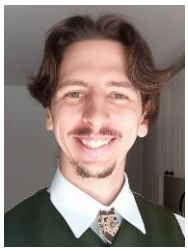
È stato quindi introdotto l'Atlante Mondiale delle Nubi, realizzato dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale e si sono analizzati i dieci generi principali e alcune delle specie più importanti.

Infine, nel terzo capitolo si è affrontato il ruolo fondamentale che le nubi recitano nel bilancio energetico del nostro pianeta e nei meccanismi che ne controllano il clima. Allo stato attuale, gran parte dell'incertezza nelle previsioni dei modelli climatici è infatti dovuta alla nostra scarsa comprensione di come nuvole e clima interagiscano. Si sono quindi discussi alcuni cambiamenti nelle proprietà delle nubi dovuti al riscaldamento climatico ed i principali meccanismi di retroazione climatica che ne derivano.

Alla luce della tesi, appare dunque chiaro come lo studio delle nubi sia una delle maggiori sfide scientifiche attuali, di importanza capitale per poter far fronte alla disastrosa avanzata dei cambiamenti climatici.

Effetto della temperatura e umidità del suolo sullo sviluppo delle termiche in atmosfera: simulazioni con il modello meteorologico WRF per il volo in parapendio

Dott. Christian Nardon



Politecnico di Milano

Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

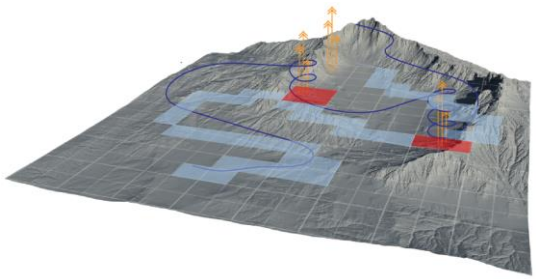
Relatore: *Prof. Alessandro Ceppi*

Co-Relatore: *Ing. Enrico Gambini*

Anno Accademico 2022/2023

Abstract

Lo studio proposto in questa tesi si concentra sulla valutazione dell'influenza delle condizioni del suolo, specificatamente temperatura e umidità, sullo sviluppo delle termiche (correnti ascensionali) nell'atmospheric boundary layer (ABL), utilizzando come caso di studio il volo libero in parapendio. Attraverso l'impiego del modello di previsione meteorologica Weather Research and Forecasting (WRF) e l'analisi di dati empirici raccolti da tracce di volo, la ricerca offre un'analisi dettagliata delle dinamiche delle termiche. Il confronto tra le simulazioni del modello WRF e le osservazioni reali ha permesso di testare l'accuratezza del modello nel replicare le condizioni atmosferiche che influenzano la formazione e l'intensità delle termiche. Questo studio non solo approfondisce la comprensione delle interazioni dei processi tra la superficie terrestre e l'atmosfera, ma offre anche spunti per migliorare le previsioni meteorologiche per applicazioni nel volo libero. L'approccio multidisciplinare adottato, che integra competenze di ingegneria ambientale, idrologia e meteorologia con l'analisi di dati sportivi, evidenzia l'importanza di considerare le variabili del suolo nelle previsioni atmosferiche e contribuisce al miglioramento della sicurezza e della pianificazione nel volo da diporto sportivo.



Modellistica di sviluppo del nocciolo e verifica con dati sperimentali in Piemonte

Dott. Davide Magliano

Università degli Studi di Torino

Laurea Magistrale in Fisica

Relatore: *Prof. Claudio Cassardo*

Co-Relatore: *Dr. Federico Spanna, Dr. Valentina Andreoli*

Anno Accademico 2022/2023

Abstract

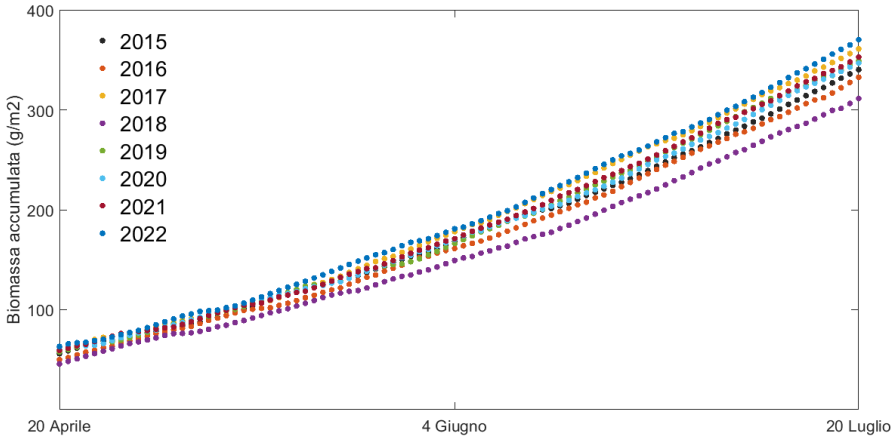


Figura 1. Accumulo di biomassa giornaliero dal 20 aprile al 20 luglio nei diversi anni per la simulazione 4.

Il nocciolo è una coltura diffusa in varie parti del mondo e negli ultimi anni ha visto una crescente richiesta da parte dell'industria dolciaria e non. L'Italia, attualmente secondo produttore mondiale dietro solo la Turchia, vanta diverse cultivar distribuite lungo la penisola: viene considerata nello specifico la Tonda Gentile Trilobata dalla quale si ricava la Tonda Gentile delle Langhe, tra le cultivar più prelibate. È facilmente intuibile l'importanza di sviluppare un modello quale HAND (HAzelnut Numerical plant Development model) che consenta di studiare la pianta per ottenere informazioni circa l'evoluzione della fenologia e l'accumulo di biomassa, dal quale si punta ad ottenere una quantificazione del raccolto. Lo studio parte dal sito di Cravanzana, località nelle Langhe a 585 m s.l.m, ed è stato svolto in collaborazione con il settore fitosanitario della Regione Piemonte. Vengono presi come principali punti di riferimento modelli il modello IVINE, realizzato su vite e sviluppato nel dipartimento di Fisica dell'Università di Torino, e alcuni studi realizzati su nocciolo (Bregaglio et al., 2016) o su colture simili come l'olivo (Moriondo et al., 2019). Lo sviluppo del modello è stato eseguito utilizzando Fortran come linguaggio di programmazione e Matlab per la parte di analisi dati e grafica. I dati utilizzati sono stati ricavati da stazioni meteorologiche in situ e da ERA5, archivio dell'European Center Medium Weather Forecast (ECMWF), mentre la validazione dei risultati, a livello di fenologia e raccolto, è stata eseguita con i dati dell'Azienda Nasio di Cravanzana. Sono state ottenute cinque simulazioni, una per la fenologia e quattro per l'accumulo di biomassa, avendo considerato due approcci per il calcolo della radiazione intercettata che sono stati combinati con due calcoli differenti per l'accumulo di biomassa e quindi del prodotto finale.

Referenze

Valentina Andreoli et al. Description and preliminary simulations with the Italian vineyard integrated numerical model for estimating physiological values (IVINE). In: Agronomy 9.2 (2019), p. 94

Simone Bregaglio et al. Development and evaluation of new modelling solutions to simulate hazelnut (Corylus avellana L.) growth and development. In: Ecological modelling 329 (2016), pp. 86–99

M Moriondo et al. A simple model simulating development and growth of an olive grove. In: European Journal of Agronomy 105 (2019), pp. 129–145.

Variabilità della copertura nevosa in Karakoram, Western Himalaya e Tarim Basin nell'era MODIS (2000-2022)

Dott.ssa Cecilia Delia Almagioni

Università degli Studi di Milano

Laurea Magistrale in Fisica

Relatore: *Prof. Maurizio Maugeri*

Co-Relatori: Dr *Davide Fugazza, Dr Veronica Manara*

Anno Accademico 2022/2023

Abstract

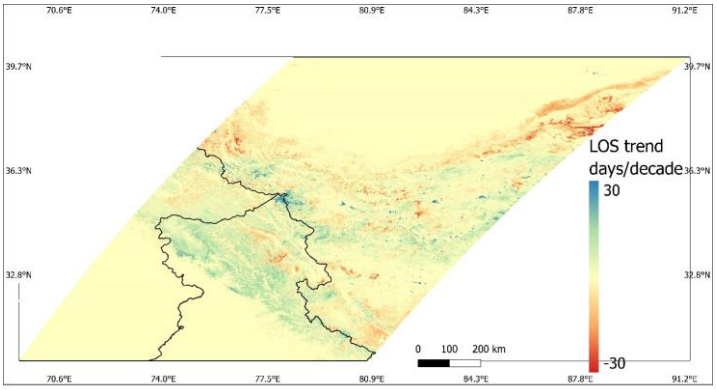


Figura 1. Trend di lunghezza della stagione nevosa (LOS) espressa in giorni per decade dal 2000 al 2022.

Studiare le variazioni della copertura nevosa è cruciale per comprendere il clima terrestre. Il riscaldamento globale ne riduce l'estensione, influenzando molte attività umane. L'osservazione diretta dal suolo è difficile, rendendo essenziale l'uso di osservazioni satellitari ad alta risoluzione e copertura globale.

Questo studio analizza le variazioni della copertura nevosa nel Karakorum, nell'Himalaya occidentale e nel Bacino del Tarim dal 2000 al 2022 usando dati di due spettroradiometri a bordo dei satelliti Terra e Aqua della missione Earth Observing System (EOS). Le immagini hanno una risoluzione temporale giornaliera e una spaziale di 1/240°. Il dataset ha un'alta percentuale di dati mancanti (39,6% per Terra e 45,5% per Aqua) principalmente a causa della copertura nuvolosa; dunque, sono state applicate tecniche di interpolazione spaziale e temporale.

Dopo aver suddiviso l'area in undici sottoregioni sulla base di bacini idrografici, sono state calcolate tre metriche per ciascun punto della griglia: durata della stagione (LOS), inizio della stagione (SOS) e fine della stagione (EOS). Si osserva una grande variabilità nella LOS e nelle altre metriche tra le sottoregioni. Le aree desertiche del Bacino del Tarim hanno valori medi di LOS di 13-19 giorni, mentre le regioni del Karakorum hanno valori medi di LOS di 120-164 giorni. Le metriche sono fortemente correlate con l'altitudine.

La variabilità interannuale della LOS è bassa a basse altitudini, aumenta a medie e alte altitudini, e diminuisce a quote più elevate. C'è notevole variabilità all'interno delle stesse fasce altitudinali. La longitudine spiega buona parte della variabilità fino a 6000m: le aride regioni tibetane a est mostrano valori di LOS inferiori alle stesse altitudini rispetto alle regioni occidentali. Anche la latitudine e la pendenza sono significative per alcune fasce altitudinali.

L'analisi dei trend con i test di Sen-Theil e Mann-Kendall non ha mostrato cambiamenti significativi nella LOS in tutta l'area di studio (Fig. 1), indicando stabilità temporale. Questo distingue le alte montagne asiatiche da altre regioni, dove il cambiamento climatico ha ridotto la LOS. Tuttavia, alcune regioni mostrano tendenze significative: la parte orientale del deserto del Taklamakan con -3,6 giorni per decennio a 1000-1500m e -6,2 giorni per decennio a 1500-2000m, e la parte occidentale dei monti Kunlun con -1,8 giorni per decennio a 6000-6500m e -1,1 giorni per decennio a 6500-7000m.

I dati di rianalisi di ERA5 e ERA5-Land mostrano un aumento significativo della temperatura nel Bacino del Tarim, con una media di 0,02/0,03°C all'anno per 23 anni, portando a un totale di 0,5/0,7°C. Il deserto del Taklamakan ha visto una diminuzione delle precipitazioni invernali di 11/15 mm in 23 anni, il che è notevole considerato che mediamente si registrano valori inferiori a 50 mm da ottobre a marzo. Questa riduzione si correla a una significativa diminuzione dell'area coperta da neve (SCA) e della LOS.

Al contrario, il Karakorum e l'Himalaya Occidentale mostrano condizioni climatiche relativamente stabili dal 2000 al 2022, in linea con quanto osservato con la LOS. Tuttavia, la breve durata dello studio e la prevalenza di variabilità annua suggeriscono una complessa interazione di fattori che influenzano le dinamiche climatiche in queste aree.

La meteorologia e la climatologia dei venti di foehn in Valle d'Aosta

Dott. Giuseppe Scalise

Università degli Studi di Torino

Laurea Triennale in Fisica

Relatore: *Prof. Claudio Cassardo*

Co-Relatori: Dott.ssa *Tiziana Magri*

Anno Accademico 2022/2023

Abstract

I venti di Foehn sono un fenomeno atmosferico tipico delle regioni montuose come quella alpina. Nella meteorologia di queste ultime essi rappresentano un evento di forte rilevanza. Lo scopo della ricerca è stato quello di approfondire la fisica dei venti di Foehn nella regione Valle d'Aosta ottenendo una statistica dei giorni caratterizzati da questo fenomeno nelle varie località tramite l'ideazione di un modello di riconoscimento al fine di comprendere il comportamento di questi ultimi, non mancando di un'interpretazione fisica meteorologica del fenomeno e quantomeno dei loro effetti sulla qualità dell'aria.

Al fine di riconoscere gli episodi di Foehn si è scelto di fare uso delle condizioni suggerite dalla termodinamica. Ad ogni stazione di analisi si è scelto di accoppiare una stazione di supporto posta ad un'altitudine ben maggiore, questo perché nei giorni caratterizzati da venti favonici, l'aria riscende il versante provenendo da monte, tramite una curva adiabatica secca.

Secondo l'algoritmo quindi un giorno di Foehn nella stazione di analisi deve rispettare le seguenti caratteristiche:

• Valor minimo giornaliero di Differenza di temperatura potenziale tra le due stazioni: inferiore a 2 gradi;

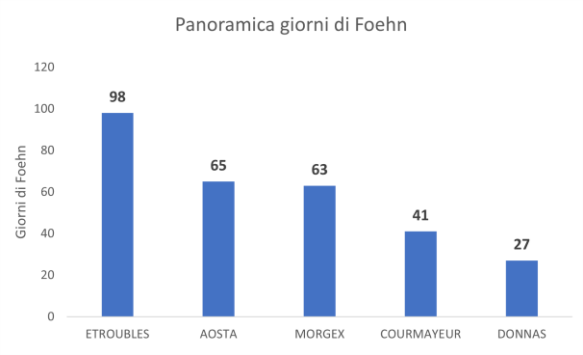
• Valor minimo giornaliero di Differenza di temperatura potenziale equivalente tra le due stazioni minima giornaliera inferiore anch'essa a 2 gradi: trattandosi di una quantità conservata anche se presenti passaggi di stato, questa permette di capire se il vento sia di natura favonica anche se una delle due stazioni si trova nel muro precipitativo permettendo di considerare anche la componente di calore convertita in calore latente;

• Umidità minima giornaliera della stazione di analisi minore del 50%;

• Valor massimo giornaliero di Differenza di temperatura tra le due stazioni: maggiore di un valore soglia termico scelto opportunamente per ogni stazione, dato dal prodotto del lapse rate adiabatico secco e del dislivello tra le due località;

• Valor massimo giornaliero di intensità del vento nella stazione di analisi: deve essere maggiore di una certa soglia scelta appositamente per la località e la sua ventosità;

I risultati relativi ai giorni di Foehn medi annuali nelle località di analisi ottenuti analizzando la serie di dati che va dal 1997 al 2007 fornita dal Centro Funzionale della Regione Valle d'Aosta sono 98 ad Etroubles, 65 ad Aosta, 63 a Morgex, 41 a Courmayeur e 27 a Donnas.



Dai risultati possiamo trarre la conclusione che ad influenzare la favonicità di una località spiccano:

• LA QUOTA : le località in quota sono quelle interessate anche quando presenti strati di inversione termica, questo spiega il risultato di Donnas, località con quota minore;

• LA CANALIZZAZIONE VALLIVA la capacità di convogliare i venti favonici è ben visibile per il capoluogo che, nonostante una quota modesta, ha presentato un risultato cospicuo in quanto avente doppia sensibilità favonica, sia settentrionale che occidentale, essendo posto all'incrocio delle due valli principali;

• LA POSIZIONE NELLA CATENA MONTUOSA: conta anche la lunghezza di tratto alpino che la massa d'aria deve attraversare prima di raggiungere la località: confrontando le località di Courmayeur ed Etroubles vediamo che, nonostante abbiano quote simili, il tratto alpino nella prima località risulta più corto e quindi rende più probabile lo sfondamento/spillover rispetto all'interessamento favonico.

Per il contenuto della ricerca in formato completo si rimanda al lavoro di tesi disponibile al seguente link.

QUATTRO CHIACCHIERE CON…

Intervista al Col. (r) Sergio Pisani

In questo numero abbiamo l'onore di intervistare il nostro neo-Presidente AISAM, il Col (r) Sergio Pisani, che ripercorre con noi la sua lunga e variegata carriera.

Raccontaci chi sei, da dove vieni e come sei arrivato a fare questo mestiere.

Mi è sempre piaciuto scattare fotografie…ma i miei soggetti preferiti non erano certo le nubi.

Non curavo qualcosa che potesse somigliare ad un diario meteorologico e, tanto meno, possedevo una stazione meteorologica.

Le mie passioni vere erano la pallacanestro (ho giocato anche in serie D, con la squadra della Simmenthal Aprilia), l'atletica leggera (fino a diventare campione regionale sui 100 metri, della categoria Allievi) ed organizzare feste in casa ed in parrocchia (ho partecipato a 3 Festival di canzoni umoristiche, vincendone uno).

La maggior parte della mia gioventù si è svolta proprio ad Aprilia, una delle città di fondazione. Oggi conta 80.000 abitanti, provenienti da ogni dove; negli anni '50-'60, invece, eravamo a stento 10.000, comprese le numerose frazioni di campagna. Pensate che, pur essendo nato il 4 gennaio, sulla mia carta d'identità c'è scritto Atto 1, Parte 1, Serie A: sono il primo nato del '53!

Mio padre era un operaio della Difesa (era il tappezziere dell'Aeroporto di Ciampino) e, nonostante mi avesse portato spesso con lui, l'idea di abbracciare la carriera militare non mi era mai passata per la testa.

Finite le Scuole Medie, mi iscrissi all'Istituto Tecnico Industriale "Galileo Galilei" di Latina, per diventare Perito Elettrotecnico.

Giocavo già a basket nelle squadre minori ma è al 2° industriale che il Prof. di educazione fisica si accorse della mia velocità, portandomi a correre sulle piste di mezza Italia.

Raccontaci dove hai studiato e come è iniziata e si è svolta la tua carriera.

Diplomato nel 1971 (con 47/60), e dovendo cominciare a pensare all'imminente servizio militare di leva, provai a partecipare al concorso per Allievi Ufficiali in Aeronautica, categoria Elettrotecnici: risultai idoneo ma non vincitore. Un amico di mio padre mi suggerì di frequentare un Corso Propedeutico di Meteorologia Aeronautica per provare nella categoria Geofisici.

Fu lì che scattò la svolta nella mia vita. Mi recai a Roma, nella sede del Servizio Meteorologico AM, e mi imbattei in quel Signore che vedevo spesso la sera, alle 19:50, in TV, per le previsioni del tempo.

Era il Col. Edmondo Bernacca, in abiti civili, che ci accolse, offrendosi di accompagnarci alla sede di svolgimento del corso. Era la primavera del '72…e dopo 52 anni mi ritrovo ancora qui, a parlare e scrivere di Meteorologia.

Iniziai la mia carriera in Aeronautica l'8 gennaio 1974, come AUC alla Scuola di Addestramento di Firenze. 3 mesi di corso, giuramento il 28 marzo (51° anniversario della fondazione AM) e poi un corso di Meteorologia Aeronautica presso il Servizio Meteo.

Da giugno 1974 a novembre '79 ho prestato servizio all'UMAP (Uff. Meteo Aeroportuale Principale) di Milano Malpensa. Fu un'esperienza bellissima, basata sull'assistenza alla navigazione aerea intercontinentale. Non c'era la tecnologia odierna e le mappe d'analisi le plottavamo a mano, ricevendo via facsimile quelle aeronautiche alle diverse quote, nonché la mappa del Tempo significativo. Non avevamo alcuna immagine da satellite e le informazioni radar le ottenevamo telefonicamente dal Centro Meteo Regionale di Milano Linate.

In quegli anni frequentai il Corso di specializzazione in Fisica dell'Atmosfera, acquisendo la qualifica di Meteorologo Previsore Aeronautico.

Da novembre '79 a luglio '85 sono stato alla Scuola Volo Elicotteri di Frosinone, passando dai Jumbo Jet agli elicotteri e cambiando completamente tipo di lavoro. In quegli anni, però, si è potuto formare il Sergio MILITARE, beneficiando della frequentazione di professionisti meravigliosi. Mi formai anche come Insegnante di Meteorologia Aeronautica, offrendo le mie prestazioni ad una trentina di Corsi per Piloti di Elicottero a tutte le Armi e Corpi dello Stato.

Fu poi la volta dell'Ufficio Meteo di Ciampino, dove in un certo senso mi sembrava di essere davvero a casa. Ne divenni il Capo nell'86, per poi essere trasferito alla sede del Servizio Meteorologico AM a luglio '88. Devo confessare che il lavoro d'ufficio non mi appassionava e mi resi disponibile per tutte le missioni di supporto e d'insegnamento che mi si presentavano.

Finalmente, a febbraio 1990 approdai al Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica: dapprima all'EUR e dal '92 a Pratica di Mare.

Ero finalmente giunto nel cuore della Meteorologia Italiana, potendo lavorare al fianco di professionisti eccellenti e preparati, impegnati, tra l'altro, ad avviare i grandi balzi tecnologici che fecero degli anni '90 il fulcro dell'evoluzione.

Iniziai anche l'esperienza divulgativa alla Radio, per poi aggiungere anche la Televisione nel 1993.

Dal '98 al 2006 ho avuto l'opportunità di maturare la preziosa esperienza presso il Dipartimento della Protezione Civile, lavorando insieme a persone meravigliose, quali il Dottor Guido Bertolaso e la sua squadra, affrontando situazioni molto pesanti sia dal punto di vista professionale e sia umano.

In quegli anni, infatti, ho potuto verificare sul campo quanto sia importante la figura del Meteorologo e quanto si possa fare per provare a rendersi utili alla Comunità.

Tornai al CNMCA nel 2006, portando la mia esperienza maturata al Dipartimento e frequentando maggiormente l'ambiente RAI, nel programma UnoMattina e nella rubrica di Meteo2.

In che cosa consiste il tuo lavoro attuale?

A maggio 2011, sul Corriere della Sera apparve un annuncio di Autostrade per l'Italia che cercava il Responsabile del Servizio Monitoraggio e Previsioni aziendale. Avanzai la mia candidatura e fui subito ingaggiato come collaboratore. È stata un'esperienza preziosa, in una grande Azienda, formata da 9 Direzioni di Tronco ed una Direzione Generale, con 3000 km di autostrada da monitorare e 500 persone d'organico, più gli stagionali.

Dovevo capire quali fossero le loro esigenze, del tutto diverse da quelle del volo. Il mio risultato maggiore fu quello di rendere armoniche tra loro le varie assistenze meteo che diversi fornitori fornivano alle singole Direzioni. Organizzai un portale unico ed individuai un sistema di comunicazione basato su di una mappa grafica, con simbologie cromatiche e testi ridotti all'essenziale. Tutti, sull'intero tracciato, potevano contare su di un unico set di mappe di previsione, valide per tutto il tracciato. La collaborazione si concluse nel 2017, ma dal 2020 fui chiamato ad organizzare un servizio analogo presso la Società Strada dei Parchi. La collaborazione è ancora in corso e, pur avendo a che fare con soli 290Km circa, i problemi sono legati all'altimetria delle Autostrade, che per oltre il 50% si sviluppa oltre i 600 mt.

Come si svolge una tua giornata tipo?

Nei quasi 39 anni di Aeronautica ho svolto per lo più attività di turno H24, con rotazioni ogni 4 o 5 giorni. Al CNMCA la giornata tipo comprendeva un breafing tecnico al mattino e poi analisi e previsioni ad ogni nuova emissione dei modelli. Inoltre ci si occupava delle previsioni sul mare (METEOMAR), dei collegamenti con ISORADIO (18 al giorno), delle previsioni estemporanee di ogni tipo e dei frequenti rapporti con gli Organi di informazione.

In Protezione Civile, invece, il fulcro dell'attività era costituito dall'analisi della situazione, in funzione dell'emissione di eventuali Avvisi Meteorologici funzionali alla formulazione dei quotidiani Bollettini Nazionali di Vigilanza Meteorologica e di Criticità Idrogeologica.

Per le Autostrade, invece, l'obiettivo principale è quello di assicurare la percorribilità in ogni condizione di tempo, avvisando in anticipo di ogni possibile problema alla circolazione dei mezzi e con particolare riguardo alla previsione degli eventi nevosi.

Qualche volta ti è capitano (o ti sono capitate, come preferisci) situazioni difficili da gestire?

L'esperienza più complicata e di responsabilità fu alla vigilia dei funerali di Papa Wojtyla, quando Bertolaso mi chiese "***domani, alle 13, in piazza San Pietro pioverà o no?"***, specificando che avrei dovuto rispondere solo con un sì o con un no. Fu un'analisi molto sofferta, e dopo mezz'ora risposi "*NO, NON PIOVERÀ!*"…rimanendo in apprensione fino al termine delle esequie.

Il problema era che, in caso di pioggia, il Presidente Bush non sarebbe sceso in piazza e la decisione andava presa la sera prima.

Qual è la cosa che preferisci (o che preferivi) del tuo mestiere?

La possibilità di "rendermi utile" praticamente in ogni circostanza!

In effetti la meteorologia ha implicazioni nella gran parte delle attività umane, dall'agricoltura al turismo, dal volo alla navigazione, dal matrimonio in primavera ai grandi eventi. Ecco: sapere di poter fornire informazioni o consulenze utili al decisore finale (anche la sposa che deve scegliere un abito, piuttosto che un altro, è un decisore finale, al pari di un pilota o del Capo del Dipartimento di Protezione Civile). Tutto ciò mi porta, a 50 anni di distanza, a condividere pienamente la frase di Confucio: ***Scegli il lavoro che ami e non lavorerai neppure un giorno in tutta la tua vita.***

Hai lavorato nel settore pubblico e nel settore privato: hai notato delle differenze di approccio?

Il comparto pubblico, in particolare l'ambiente della DIFESA, richiede grande disponibilità e spirito di abnegazione. Il Meteorologo Militare non deve occuparsi solo della sua materia scientifica; deve partecipare anche alla vita di Reparto ed assolvere i propri compiti legati allo status di militare.

L'ambiente privato, invece, esalta la responsabilità professionale del meteorologo, chiamato spesso a supportare il decisore finale in scelte impegnative e,

talvolta definitive. Nel privato vieni riconosciuto proprio per la tua professionalità specifica e devi rimanere sempre concentrato su quel focus.

Per la meteorologia si tratta di due facce della stessa medaglia, svolte con tempi e modi diversi, ma che richiedono la stessa applicazione, l'identico senso di responsabilità e dedizione, la stessa passione.

Grazie Sergio!

A cura di

Silvio Davolio

I NOSTRI SOCI COLLETTIVI

ASSOCIAZIONI

Estremi Meteo4

Meteonetwork

Meteotrentinoaltoadige

Datameteo Educational

PRIVATI

AmigoClimate srl

Eurelettronica ICAS

Fondazione CIMA

Fondazione OMD ETS

HIMET

HYPERMETEO srl

Hortus

Lombard & Marozzini

RADARMETEO srl

RSE

3BMeteo

ENTI PUBBLICI

ARPAL

ARPA-Piemonte
Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

CETEMPS

Consorzio LaMMA

UNITN

A LORO LA PAROLA...

Indice di stima della dimensione della grandine

I fenomeni di grandine possono causare danni significativi all'agricoltura, agli edifici e alle infrastrutture, con profonde ripercussioni, in particolare sul mercato assicurativo. Individuare le aree colpite dalla grandine e stimare le dimensioni del chicco sono sfide non banali, per le quali non è ancora stato individuato un approccio risolutivo nella letteratura scientifica. Inoltre, sebbene le persone che assistono a questi eventi possano documentare in appositi database l'orario, la posizione geografica e le dimensioni della grandine, tali misurazioni sono spesso soggette a errori e limitate a ristette aree geografiche.

Per ricostruire il campo di dimensione di grandine, molti degli approcci proposti in letteratura utilizzano i dati dei radar meteorologici. I radar, infatti, offrono un buon compromesso tra copertura geografica, disponibilità temporale e aumento dell'intensità del segnale durante tali eventi. Tuttavia, alcune caratteristiche tecniche, come la banda di frequenza e la polarizzazione, possono essere determinanti per l'applicabilità di specifici metodi o sulla qualità del risultato finale. Tra gli algoritmi solitamente impiegati per il riconoscimento della dimensione del chicco si trovano il *Vertically Integrated Liquid* (VIL) *density* [1] e il *Severe Hail Index* (SHI) [2] che usano i dati di radar a singola polarizzazione, i più comuni in Italia. Entrambi i metodi richiedono un profilo verticale della riflettività abbastanza esteso per garantire prestazioni ottimali. Tuttavia, sul territorio italiano, la massima altezza di riflettività disponibile, sotto forma di dato open, raggiunge tipicamente solo gli 8000m. Questo aspetto è particolarmente limitante durante la stagione estiva, quando le nubi possono estendersi significativamente oltre tale quota.

Per superare le precedenti difficoltà, Hypermeteo ha sviluppato il proprio indice per la stima delle dimensioni della grandine, testandolo sul territorio italiano. L'approccio adottato integra variabili osservate e modellistiche, e discerne la rilevanza di ciascun dato automaticamente. Il modello prende come dati osservati i *Constant Altitude Plan Position Indicators* (CAPPI), del mosaico radar nazionale, che rappresentano i profili verticali di intensità delle precipitazioni, e il giorno dell'anno, per tener conto delle variazioni stagionali. I dati CAPPI disponibili in Italia vanno da 1000m a 8000m a intervalli di 1000m e sono forniti come dati open dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC). Per tener

conto delle limitazioni dei dati radar menzionate precedentemente, il modello prende come *input* anche diversi parametri e indici meteorologici che descrivono lo stato termodinamico dell'atmosfera; essi sono frutto di simulazioni numeriche e sono identificati in letteratura come rilevanti per la stima delle dimensioni della grandine [1, 2, 3].

Per l'addestramento del modello, sono state utilizzate le segnalazioni di grandinate riportate da agosto 2022 ad agosto 2023 sul territorio italiano e raccolte all'interno del database PRETEMP [4]. Queste segnalazioni sono state confrontate con quelle riportate in *European Severe Weather Database* (ESDW) [5] ed elaborate per mitigare errori di posizionamento temporale o geografico del fenomeno. Inoltre, sono state identificate aree non interessate dalla grandine estraendo, in prossimità delle segnalazioni, punti con bassa riflettività radar. Il database risultante è composto da circa 3000 eventi di grandine e 15000 di non-grandine. A questi eventi sono state abbinate le variabili radar e modellistiche, elencate precedentemente, ed è stato poi allenato un metodo regressivo di *Machine Learning* per il riconoscimento del diametro del chicco.

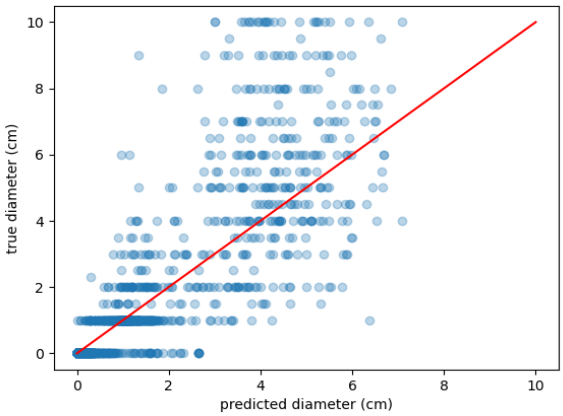


Figura 1. Andamento del diametro della grandine predetto dal metodo proposto da Hypermeteo (asse x) rispetto al diametro effettivo (asse y) considerando circa 6000 eventi.

In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è riportato il confronto tra i diametri osservati e quelli predetti in fase di validazione dell'algoritmo, quando il metodo è stato allenato con circa 12000 eventi e testato sui rimanenti 6000. La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** fornisce una panoramica delle metriche impiegate per la valutazione.

I risultati mostrano che l'indice proposto identifica efficacemente la grandine fino a un diametro di 5cm, mentre il riconoscimento di dimensioni maggiori risulta più complesso. Tale difficoltà può essere attribuita ai vincoli tecnici dei radar in banda C, i quali non sono progettati per individuare bersagli di dimensioni superiori a pochi centimetri, e alle specifiche variabili meteorologiche numeriche adottate, che non mostrano segnali di riconoscimento sufficientemente robusti per grandi diametri.

Casi di studio

Per illustrare il funzionamento dell'indice, sono stati selezionati due casi di studio documentati, uno di grandine grossa e uno di grandine piccola. In Figura 2 viene riportata la grandine segnalata nell'area del delta del fiume Po il 21 luglio 2023, intorno alle 23:00 UTC, mentre in Figura 3 viene illustrata la grandine che ha interessato zone di Abruzzo e Molise il 4 luglio 2024, intorno alle 13:30 UTC. Mentre, nel secondo caso, il modello riconosce accuratamente la grandine di 1-2 cm che ha effettivamente riguardato quelle aree, nel primo caso tende a sottostimare le dimensioni del chicco, riportando un diametro massimo di 5cm contro gli 8cm della segnalazione. Tuttavia, entrambi gli eventi grandinigeni sono collocati nell'area geografica effettivamente colpita.

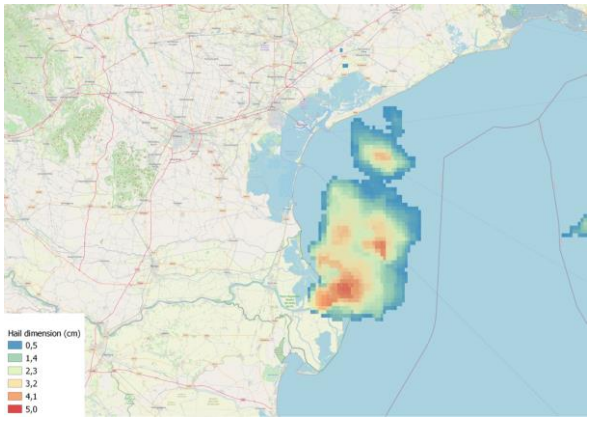


Figura 2. Stima delle dimensioni della grandine utilizzando il metodo proposto da Hypermeteo per il 21 luglio 2023, alle 23:10UTC. PRETEMP ha documentato grandinate con diametro di 8cm a Porto Tolle (Veneto), alle 23:10UTC e alle 23:20UTC.

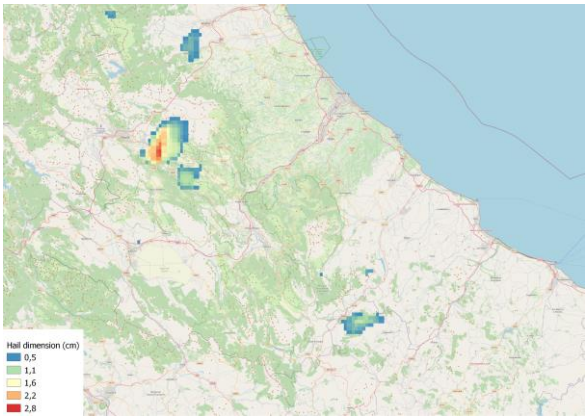


Figura 3. Stima delle dimensioni della grandine utilizzando il metodo proposto da Hypermeteo per il 4 luglio 2023, alle 13:30UTC. PRETEMP ha documentato grandinate con diametro di 2cm a L'Aquila (Abruzzo) e di 1cm a Capracotta (Molise), rispettivamente alle 13:20UTC e alle 13:25UTC.

Per ridurre le sottostime con diametri superiori a 5cm, in futuro il modello verrà riallenato includendo un numero sempre maggiore di casi di grandine di grandi dimensioni. Inoltre, sono previsti ulteriori test per cercare di incorporare nuove variabili di *input* in grado di discriminare tali eventi.

Nonostante l'indice ivi descritto sia stato sviluppato utilizzando informazioni meteorologiche relative al territorio italiano, sono in corso verifiche per cercare di raccogliere i dati utili per il training dell'algoritmo a livello europeo, al fine di poter espandere l'area di applicazione del metodo.

Bibliografia

[1] Amburn, S. A., & Wolf, P. L. (1997). *VIL density as a hail indicator. Weather and forecasting*, 12(3), 473-478.

[2] Witt, A., Eilts, M. D., Stumpf, G. J., Johnson, J. T., Mitchell, E. D. W., & Thomas, K. W. (1998). *An enhanced hail detection algorithm for the WSR-88D. Weather and Forecasting*, 13(2), 286-303.

[3] Billet, J., DeLisi, M., Smith, B. G., & Gates, C. (1997) *Use of regression techniques to predict hail size and the probability of large hail. Weather and Forecasting*, 12(1), 154-164.

[4] https://pretemp.it/

[5] https://eswd.eu/

Autori:

Valentina Gregori
Weather Data Scientist

Gianluca Ferrari
Chief Data Analysis Officer

Fondazzione OMD ETS.

Settima edizione del Premio alla memoria di Sergio Borghi

Il **Premio alla memoria di Sergio Borghi**, indetto da Fondazione OMD ETS, socio collettivo AISAM, è arrivato alla sua **settima edizione**.

Come per quelle passate, **Fondazione OMD ETS ha messo in palio la somma di € 1000 per gli studenti universitari** che hanno conseguito la Laurea, Triennale e/o Magistrale, nel periodo compreso **tra aprile 2023 e ottobre 2024**, presentando una tesi su un argomento connesso alla meteorologia.

Obiettivo del premio è sottolineare l'importanza della comunicazione in ambito meteorologico e valorizzare la capacità di comunicare efficacemente il proprio operato: per tale motivo, oltre al titolo della tesi e al relativo abstract, i partecipanti dovranno produrre un poster che illustri i contenuti della propria tesi, mettendo in luce gli aspetti meteorologici connessi al proprio lavoro e un video in cui l'autore presenti il proprio lavoro di tesi con l'obiettivo di massimizzare l'efficacia comunicativa di quanto esposto sul poster.

Il termine ultimo di iscrizione è il 1 novembre 2024 alle ore 23:00.

A questo link, il regolamento e le modalità di partecipazione: https://www.fondazioneomd.it/lancio-7a-edizione

Caro Socio, se sei interessato a partecipare al comitato di redazione della Newsletter, o se vuoi segnalare notizie o avvenimenti di interesse da pubblicare, scrivici a newsletter@aisam.eu.

L'uscita della prossima Newsletter è prevista per ***settembre 2024.***