# CETEMPS Rapporto Attività 2011

























#### In Copertina

#### In alto (da sinistra verso destra):

• Il modello idrologico CHyM, interamente sviluppato presso il Cetemps a partire 2002, compie 10 anni

• Gli apparati ottici ed elettronici che costituiscono il sistema di ricezione del LIDAR dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS.

• Il momento precedente il lancio di un pallone meteorologico per l'ozono-sondaggio della stratosfera.

#### Al Centro

• Aereo strumentato BAe146, in cui il CETEMPS ha installato il sistema LIF, presso l'aeroporto di Pescara durante la scuola estiva SONATA, con i partecipanti alla scuola ed ai voli osservativi.

#### In Basso (colonna di sinistra dall'alto)

• L'alluvione di Genova nell'Ottobre 2011 campo di riflettività rispettivamente della simulazione di WRF del 25-10-11 alle ore 8UTC a 3km di risoluzione (sinistra) e del composito RADAR su scala nazionale (destra) alla stessa ora.

• Schema di simulazione numerica della risposta di un radar ad aperture sintetica (SAR) spaziale in una sezione ortogonale (altezza – distanza a terra) alla direzione di propagazione del satellite con antenna avente puntamento con angolo di incidenza e risoluzione radiale r.

#### In Basso (colonna di destra dall'alto)

• Quattro immagini significative dell'eruzione del vulcano islandese Eyjafjöll, rappresentate attraverso i dati HVMI del radar in banda C.



## INDICE

Relazione sulle attività del Cetemps per l'anno 2011	Pag. 4
1. Modellistica Meteorologica	Pag. 6
2. Modellistica Idrologica	Pag. 9
3. Telerilevamento da Terra	Pag. 13
4. Telerilevamento da Satellite	Pag. 15
5. Chimica	Pag. 17
6. Modellistica Climatica	Pag. 19
7. Osservatorio Atmosferico	Pag. 20
Pubblicazioni a stampa (2011)s	Pag. 22

### **RELAZIONE SULLE ATTIVITÀ DEL CETEMPS PER L'ANNO 2011**

L'anno appena trascorso ha visto l'impegno del Centro concentrarsi su diversi progetti che si possono riassumere come segue:

- Convenzione con la Regione Abruzzo per la gestione della parte meteo idrologica del Centro funzionale;
- Convenzione con il Dipartimento della protezione Civile Nazionale quale centro di competenza nazionale: progetto IDRA. Il progetto **IDRA** (Integrazione di **D**ati di sensori e modelli per il **R**ilevamento Atmo-idro-sferico) nasce nell'ambito di una Convenzione tra il Dipartimento della Protezione civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri ed il CETEMPS. IDRA è un progetto di trasferimento tecnologico di prodotti di ricerca applicata. La sua ambizione è quella di trasferire le avanzate competenze, sviluppate nell'ambito del centro di competenza CETEMPS, in forma di prodotti utili per le utenze di protezione civile. Il programma delle attività previste è finalizzato allo sviluppo ed alla messa a punto di procedure di prototti meteo-idrologica ad alta risoluzione su aree urbane, alla realizzazione e distribuzione di prodotti meteo-idrologici ad alto contenuto modellistico-osservativo, ed inoltre alla progettazione e all'implementazione di algoritmi per l'uso di radar meteorologici polarimetrici in banda C ed in banda X. Il progetto IDRA, conclusosi nel 2009, è stato confermato con un finanziamento fino al 2012;
- ACQWA è un progetto finanziato dalla Comunità Europea il cui scopo è quello di studiare i possibili effetti sul ciclo idrologico indotti dai cambiamenti climatici. Nel contesto del progetto il modello idrologico del Cetemps è uno dei tre modelli che sono stati scelti per poter condurre un'analisi quantitativa sui bacini del Po, Rodano (Svizzera-Francia) ed i bacini del Chu e del Talas (Nord Kyrgyzstan). Dopo la fase di calibrazione, il modello viene forzato con gli scenari di precipitazione e temperatura previsti dai modelli climatici REMO e RegCM per i prossimi decenni, al fine di valutare i cambiamenti del regime di portata.
- **PRIMES** (Uso sinergico dei prodotti **PRI**SMA con simulationi Meteo-chimiche ad Elevata risoluzione Spaziale e loro validazione a terra e da satellite), finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per il quadriennio 2011-2015. Gli obiettivi del progetto PRIMES, riguardano l'applicazione di prodotti di livello 1 e 2 di PRISMA, il satellite sperimentale ASI previsto per il lancio nel 2013 con strumentazione iperspettrale, più la validazione e lo sviluppo di nuovi prodotti di livello 2, riguardanti l'osservazione di variabili atmosferiche. Le attività del progetto sono unite dal filo comune di un modello di ultima generazione per la simulazione interattiva di meteorologia, chimica e radiazione denominato WRF/Chem. Il modello verrà utilizzato in sinergia con i dati satellitari sia al fine di migliorare il modello stesso (in particolare utilizzo del suolo e interazione aerosol-nubi), sia per validare/migliorare i prodotti satellitari della composizione atmosferica (in particolare spessore ottico degli aerosol e delle nubi, composizione degli aerosol).
- NCAR/ASP Graduate Visitor Program;
- **GEMINI**: Geosynchronous SAR for Earth Monitoring by INterferometry and Imaging;
- **EUFAR** (European Facility for Airborne Research) progetto per la preparazione della campagna osservativa sul Centro Italia (CI) che si terrà nell'autunno 2012 in corrispondenza di quella dell'esperimento coordinato HyMeX (Hydrological cycle in the Mediterranean Experiment);
- **RONOCO** (ROle of Nighttime chemistry in controlling the Oxidising Capacity of the AtmOsphere) per campagna di misura in Inghilterra nel gennaio 2011;
- **BORTAS** (Quantifying the impact of BOReal forest fires on Tropospheric oxidants over the Atlantic using Aircraft and Satellites ) per campagna di misura in Canada nel gennaio 2011;



- **EUFAR** (European Fleet for Airborne Research) per Summer school using research Aircraft agosto 2011;
- Fondazione CarispAQ per strumenti misure composti atmosferici;
- **RashCast**: Radar-based ASH monitoring and foreCASTing by integrating remote sensing techniques and volcanic plume models. RashCast è un progetto FP7 finanziato, alla fine del 2011, dalla Comunita' Europea sotto forma di Marie Curie grant agreement. RashCast ha una durata di due anni e si svolge in collaborazione con il dipartimento di Geografia dell'Università' di Cambridge (UK). Questo progetto ha come obiettivo quello di contribuire ad una migliore comprensione dei meccanismi fisici che permettono il monitoraggio e la stima quantitativa delle ceneri rilasciate in atmosfera in seguito ad eruzioni vulcaniche. Per investigare tali fenomeni, viene fatto ampio utilizzo di misurazioni da sensori remoti come radar di terra e radiometri satellitari a microonde riguardanti eventi eruttivi passati come pure di simulazioni delle nubi di cenere ad altissima risoluzione. Quest'ultimo aspetto è reso possibile grazie all'utilizzo del modello A-THAM (Active Tracer High-Resolution Atmospheric Model), che e' lo stato dell'arte in questo tipologia di applicazioni. Le ricadute operative di questa attività possono essere di aiuto alle procedure di protezione civile in caso in cui fenomeni eruttivi rilevanti dovessero interessare il nostro paese;
- **HYDRORAD** "Integrated advanced distributed system for hydro-meteorological monitoring and forecasting using low-cost high-performance X-band mini-radar and cellular network infrastructures", è finanziato nell'ambito del bando europeo FP 7-SME-2008-1. Il progetto è finalizzato alla realizzazione di una rete di mini-radar polarimetrici in banda X con l'obiettivo di integrare le misure in tempo quasi-reale con modelli meteo-idrologici durante la campana sperimentale in Moldavia;
- **PICT 2011** (Estudio de la variabilidad climatica en la Republica Argentinay zonas adyacentes. Aportes para la evaluacion de impacto ambiental y la adaptacion productiva) in collaborazione con il CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) argentino;
- Convenzione Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio (Predisposizione di un rapporto annuale dettagliato sulla distribuzione verticale e sulla quantità di ozono totale misurato con tecniche di radiosondaggi, misura e previsione UVB);
- AUGER R&D (in collaborazione con la Colorado School of Mine, USA);
- ACTRIS (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research InfraStructure Network) EU, 7th framework programme;
- **COST** Action ES0702: delega nazionale da parte del Ministero Università e Ricerca (MIUR); il CETEMPS è responsabile della gestione del sito web (<u>www.eg-climet.org</u>) e dell'amministrazione dei fondi per attività scientifiche (grant-holder);
- **MIVARS** "Model-based Integrated Volcanic Ash Remote Sensing", approvato da ESA/ESRIN per fornitura dati e supporto calcolo, finalizzato allo sviluppo di tecniche integrate di stima di cenere da radar e satellite.
- **ESMO** (European Student Moon Orbiter) osservazione dello strato sub-superficiale lunare, promosso dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA);
- **RainXSAR** "Effetti atmosferici su immagini SAR" nell'ambito della Call of Opportunity per l'uso di dati di COSMO-SkyMed dell'Agenzia Spaziale Italiana presentata a settembre 2007. Membri del progetto: DIESAP, CNR-ISAC e HIMET. Progetto biennale rinnovabile approvato per acquisizione dati senza fondi di finanziamento con inizio novembre 2009.

#### 1. Modellistica meteorologica

Il gruppo di modellistica dell'atmosfera si dedica sia ad attività operative che di ricerca rivolte a migliorare le parametrizzazioni dei modelli a mesoscala e a studi di circolazione locale. In particolare le linee principali sono rivolte:

- alla verifica di previsioni di precipitazione del modello di nuova generazione WRF su scala regionale. Tale attività ci ha permesso di mostrare che la vecchia configurazione a domani annidati mostra delle performance poco soddisfacenti. A tal motivo sulla base di interazioni avute con i colleghi del gruppo di Mesoscale Modeling dello NCAR (Dr. Rotunno e Seaman) si sta sperimentando una nuova configurazione di WRF. La nuova operatività prevede l'uso del modello a bassa risoluzione (12km) su tutta l'Italia inizializzato con le analisi del Centro Europeo. L'uscita di questa simulazione viene usata per inizializzare una simulazione ad alta risoluzione (3km) su una vasta area del centro Italia. L'esperimento corre più volte al giorno in base all'uscita dei dati del Centro Europeo. I risultati di questa nuova configurazione verranno sottoposti a fase di verifica analoga a quella già operativamente in atto sulla vecchia configurazione;
- allo studio dinamico e termodinamico di alcuni eventi estremi, focalizzando la nostra attenzione sul miglioramento delle parametrizzazioni microfisiche del modello WRF. A tal fine si è proseguito con lo studio della tempesta tropicale Hector analizzando le varie fasi di sviluppo della cella convettiva attraverso l'uso dei modelli MM5/WRF ed i dati da radar a terra e da piattaforma satellitare TRMM. Sono stati eseguiti dei test per migliorare le performance microfisiche del modello di nuova generazione WRF sulla risoluzione orizzontale massima e sulla posizione dei domini; quest'ultimi esperimenti hanno consentito di raggiungere dei buoni confronti modello osservazione per i profili verticali di idrometeore.

Sono stati analizzati alcuni casi sul bacino del Mediterraneo (caso studio 21 settembre 2009), con il modello WRF nella nuova configurazione descritta sopra. L'evoluzione meteorologica viene confrontata direttamente con il composito radar nazionale della Protezione Civile Nazionale e per quanto concerne il confronto microfisico si utilizzano i dati del radar a doppia polarizzazione "Il Monte" gestito dal CETEMPS. Si sta quindi procedendo con il confronto relativo ai profili verticali delle tre idrometeore principali (pioggia, grandine e neve) per la valutazione delle simulazioni effettuate con diverse parametrizzazioni microfisiche;



**Figura 1:** Precipitazione accumulata in 1h simulata con il modello WRF. Il pannello "a" si riferisce alle 17:20 LST del 20 Settembre 2011 ed il pannello "b" alla stessa ora del giorno successivo.

- all'integrazione di dati umidità del suolo da ENVISAT/ASAR nei modelli MM5/WRF e sull'impatto di questi dati sulla previsione della precipitazione. Relativamente a questa attività si è visto che l'uso di tali dati ha avuto un impatto significativo sulla precipitazione, con un miglioramento sia sulla capacità del modello (MM5) di individuare le zone di pioggia, sia sulla stima della precipitazione accumulata, e infine sulla capacità del modello di prevedere correttamente l'inizio dell'evento. Si è verificato che l'impatto dell'umidità del suolo sulla previsione di pioggia nel modello è significativa solo quando il tempo tra l'inizio della simulazione (e quindi della disponibilità di misure di umidità da satellite) e l'inizio della precipitazione è maggiore del tempo necessario per il rilascio del vapor d'acqua dal suolo nel PBL. Tale tipo di studio è stato successivamente ripetuto col modello WRF, col quale è stato effettuato anche uno studio di impatto sulla precipitazione in base a diverse combinazioni delle parametrizzazioni di microfisica e di PBL. Lo scopo dello studio era di individuare se la sensibilita' della previsione di pioggia all'uso di dati di umidita' del suolo venisse confermata con l'uso di un modello diverso, e se tale sensibilita' dipendesse da particolari parametrizzazioni scelte piuttosto che dalla dinamica e dalle caratteristiche dell'evento analizzato. I risultati hanno mostrato una forte sensibilita' della precipitazione allo schema di microfisica usato, ma allo stesso tempo hanno confermato che l'umidita' del suolo e' una variabile molto importante per la previsione della pioggia, confermando i risultati ottenuti con MM5. Ulteriori studi prevedono di capire quanto l'impatto dipenda dal tipo di evento studiato, dalle caratteristiche del terreno, e dalle condizoni di saturazione e di riscaldamento del PBL;
- all'assimilazione tramite tecnica variazionale dei dati di vapore integrato ricavati da InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) per migliorare le condizioni di inizializzazione del modello MM5. Sono stati condotti studi di sensibilità alla matrice di covarianza dell'errore dell'osservazione, indagando sulla configurazione che massimizzasse la correzione alle condizioni iniziali; questa è stata verificata con il confronto con vari tipi di dato sperimentale (rete di centraline, radiosonde), con particolare attenzione all'effetto sul campo di pioggia. Si è verificata una correzione ai tassi di precipitazione, sebbene rimanga l'errore sulla collocazione temporale degli eventi. Inoltre un inaspettato impatto alla correzione dei campi di vento in quota è stata verificata ed è in via di finale valutazione;



**Figura 2:** Esempio di incremento (differenza tra campo non assimilato e campo assimilato) sulle condizioni iniziali (dominio ad alta risoluzione) provocato dall'assimilazione del dato di vapore In-SAR (con errore associato pari a 0.05 cm) rispettivamente sul campo di temperatura (sinistra, K) e di contenuto di vapore (destra, g/kg)

 allo studio dinamico dello strato limite planetario, in particolare in ambiente urbano, e delle sue parametrizzazioni nel modello al fine di migliorare le capacità previsionali dello stesso. Strettamente a tale attività è correlata quella del miglioramento delle parametrizzazioni di superficie. Sono stati condotti studi per correggere il disaccoppiamento tra superficie e PBL. È stato testato



un nuovo tipo di PBL che coniuga alcuni aspetti delle parametrizzazioni locali con altri di quelle non locali, essendo risultate queste ultime più o meno convenienti a seconda che si analizzino effetti vicino alla superficie o in quota. Ai confronti con dati sperimentali (LiDAR, SODAR e anemometro sonico) in ambiente urbano si sono aggiunti confronti con centraline di superficie extra-urbane per studiare l'effetto dell'isola di calore urbano sull'ambiente circostante. Inoltre, in seguito a quanto dedotto nell'anno precedente sulla necessità di agire sui dati di *uso del suolo*, sono state messe a punto procedure per l'implementazione di nuovi archivi ad alta risoluzione, attualmente testate sui domini ad alta risoluzione;

- all'assimilazione di dati di riflettività e velocità radiale del vento del RADAR e dati da GPS, usando la tecnica variazionale 3DVAR per migliorare il campo iniziale del modello di previsione WRF. Per quanto riguarda l'assimilazione di dati radar, particolare attenzione è stata rivolta ad assimilare i volumi corretti del radar Doppler di Monte Midia, relativamente ad un caso di precipitazione intensa come quello che ha interessato la valle del fiume Aniene tra il 19 e il 22 Maggio 2008. Per questo tipo di investigazione, sono stati condotti tests di sensitività sia sulla strategia di inizializzazione del modello di previsione (partenza a freddo e partenza a caldo) che su quella di assimilazione (3h-DA Cycle), e per finire è stata eseguita anche una sensitivity al numero di cicli esterni durante la procedura di assimilazione (con l'introduzione dei loops esterni è possibile includere le non-linearità negli operatori di osservazione e controllare l'influenza dei vari tipi di dati). I risultati sin qui ottenuti hanno mostrato una buona abilità del modello nel riprodurre la convezione locale usando la partenza a caldo e assimilando sia dati convenzionali (osservazioni a terra e radiosondaggi) che dati radar. Inoltre, nell'ultima parte dell'anno 2011, si è dato inizio anche allo studio della tecnica dell'Ensemble Data Assimilation, attraverso l'utilizzo del DART (Data Assimilation Research Testbed, sviluppato presso i laboratori NCAR) e dell'Ensemble Adjustment Kalman Filter;
- allo studio di eventi severi con la nuova configurazione di WRF.



**Figura 3:** L'alluvione di Genova nell'Ottobre 2011. L'immagine riporta il campo di riflettività rispettivamente della simulazione di WRF del 25-10-11 alle ore 8UTC a 3km di risoluzione (sinistra) e del composito RADAR su scala nazionale (destra) alla stessa ora.

Alcune delle attività di ricerca sono state svolte in parte anche in ambito di alcuni progetti di competenza del CETEMPS quali IDRAII, METAWAVE, progetti nell'ambito della convenzione con la Regione Abruzzo.



#### 2. Modellistica Idrologica

#### Dal concetto di Automa Cellulare alla Previsione della Portata dei Fiumi

Il modello idrologico del Cetemps (CHYM, ovvero Cetemps HYdrological Model) compirà 10 anni di vita il prossimo 22 Aprile. In quel fatidico giorno del 2002, i ricercatori del Centro visualizzarono, per la prima volta e dopo circa due mesi di frustranti tentativi falliti, un grafico che riproduceva fedelmente la rete idrografica di tutta la regione Abruzzo "*calcolata*" a partire dai dati orografici della regione (quel grafico è visibile nella parte destra della prima figura "celebrativa" che includiamo in questa pagina). Il contenuto di quel grafico era, per certi versi, assolutamente "*banale*"; si trattava, infatti, di una sorta di cartina geografica con sopra "*disegnati*" i fiumi, ed anche i piccoli torrenti della regione, insomma una figura che troveremmo facilmente in qualunque atlante. La soddisfazione per quella "*banale cartina geografica*" veniva, invece, dal fatto che il percorso dei



**Figura 4**: Il modello idrologico CHyM è stato interamente sviluppato presso il Cetemps a partire 2002. Il modello è in grado di ricostruire in termini numerici la rete drenante di un qualunque dominio geografico a partire dalla matrice del cosiddetto DEM (Modello Digitale del Territorio).

fiumi era stato ottenuto utilizzando semplicemente una matrice di dati che viene abbreviata dagli specialisti con la sigla DEM (dall'inglese Digital Elevation Model), si tratta in sintesi di dividere il territorio in una serie di celle regolari, diciamo una serie di quadrati il cui lato è di poche centinaia di metri e, per ognuno di questi quadrati elementari (celle), si fornisce l'altezza media sul livello del mare. E' come avere una specie di scacchiera e segnare su ogni casella l'altitudine media. Se si vuol simulare la Regione Abruzzo, questa scacchiera immaginaria deve avere circa 400x400 ovvero 160000 caselle, il gioco è capire attraverso quali caselle passano i fiumi e quale è la dimensione del fiume che attraversa ciascuna casella. L'uso di una serie di sofisticati algoritmi matematici consentì ai fisici del Cetemps di vincere questa sfida numerica; la partita venne giocata sull'Abruzzo, ma i risultati ottenuti consentirono di essere sicuri che quegli algoritmi avrebbero funzionato su qualunque dominio geografico del mondo. Non è troppo difficile comprendere che ricostruire, in termini matematici, la rete idrografica di una regione geografica rappresenta il primo indispensabile passo per simulare il ciclo idrologico e cercare di prevedere come cambia il regime di portata dei fiumi in seguito alle precipitazioni cadute o previste per i prossimi giorni. Da quel 22 Aprile 2002, gli sviluppi e le applicazioni del modello CHYM non si sono più arrestati.

Ma come si fa a vincere questa specie di strano "*solitario con 160000 caselle*"? La risposta è piuttosto complicata ed è stata descritta in varie pubblicazioni su riviste specialistiche, qui cerchiamo di chiarire un paio di aspetti fondamentali, il primo riguardante la formulazione del problema fisico, l'altro riguardante la sua soluzione matematica. Il problema fisico può essere riassunto in una semplice domanda: se cade una goccia di pioggia a L'Aquila, nell'ipotesi che questa non evapori nelle



ore successive e che non si infiltri nel terreno o venga assorbita dalla vegetazione, come scorrerà sul terreno? I fisici hanno pochi principi essenziali a cui si aggrappano per risolvere qualunque problema, uno di questi si basa sul fatto che, in Natura, tutti i corpi finiscono per assumere la più bassa energia potenziale possibile. Senza perderci in definizioni pedanti diciamo semplicemente che, per il nostro sistema, il minimo dell'energia potenziale si trova al livello del mare, quindi la goccia arriverà alla foce di un fiume. Ma sul mar Tirreno o sul mare Adriatico? Ed attraverso quale percorso? Per rispondere a questo secondo quesito dobbiamo invocare un principio più complicato a cui ci si riferisce come Principio di Minima Azione o di Hamilton, dal nome del fisico e matematico inglese che lo formulò per la prima volta nella prima metà del XIX secolo. Nel linguaggio della meccanica analitica l'enunciato del Principio di Minima Azione è piuttosto complicato, possiamo però ricorrere all'osservazione di Leonardo da Vinci che lo aveva, in un certo senso, anticipato più di 3 secoli prima (Leonardo è nato nel 1452, Hamilton nel 1805); nei suoi "Pensieri sull'Universo" il grande genio del nostro Rinascimento scriveva: "..ogni azione fatta dalla Natura non si po' fare con più brieve modo co' medesimi mezzi... date le cause la natura partorisce li effetti per i più brievi modi che far si possa...". La frase chiarisce molte cose, innanzitutto spiega cosa è un Genio, sicuramente una intelligenza "anomala" capace di sintetizzare, con una sola frase, una infinita serie di acute osservazioni. Per quanto riguarda il nostro problema, Leonardo stabilisce che la goccia d'acqua arriverà al mare " per i più brievi modi", ovvero attraverso il percorso più breve, che "far si possa" ovvero senza violare mai le leggi natura, una goccia d'acqua non potrà mai, ad esempio, scavalcare una collina, dovrà sempre scorrere verso il basso e, quindi, nell'eventualità aggirare l'ostacolo orografico. Per disegnare i fiumi sulla nostra immensa scacchiera di 160000 caselle seguiamo le direttive di Leonardo: la goccia d'acqua scorre verso la casella vicina più bassa tra quelle attorno e non può mai dirigersi verso una casella il cui valore del DEM è più alto. Ma quale matematica utilizziamo per districarci in questo mare di caselle?



**Figura 5**: Lo scopo finale di una simulazione idrologica è quello di determinare la portata in ogni punto del bacino idrico simulato; nel cosiddetto "processo di calibrazione" si analizzano i risultati in alcuni punti campione della rete idrografica per i quali esistano simultaneamente anche delle osservazioni idrografiche. La figura mostra l'ottimo accordo tra la portata misurata e quella predetta da CHyM per il fiume Po nella sezione che si trova presso Ponte Spessa (Pavia).

Per rispondere a questo ulteriore quesito citeremo un altro genio ma stavolta nostro contemporaneo. Stephen Wolfram ha solo un anno in più del principale autore di CHYM (è nato nel 1959) ed è un formidabile matematico; pochi anni fa è uscito un suo ponderoso volume di circa 1500 pagine inti-

tolato "A new kind of Science" ("Un nuovo tipo di Scienza") in cui vengono sintetizzati i risultati di circa 20 anni di lavoro dedicati alla teoria dei cosiddetti Automi Cellulari. Nelle prime pagine di questo libro Wolfram chiarisce la sua congettura secondo cui stiamo vivendo l'inizio di una nuova rivoluzione scientifica paragonabile a quella di circa tre secoli fa in cui si fece strada la certezza che le equazioni matematiche potessero efficacemente descrivere la Natura; è un po' l'epoca in cui Hamilton sintetizza, con una rigorosa formulazione matematica, l'intuizione di Leonardo. Le teorie di Wolfram si basano sull'osservazione che i sistemi naturali, quando devono affrontare un problema matematico, come ad esempio disegnare una figura geometrica sul guscio di una conchiglia, non usano equazioni differenziali come fanno, invece, i fisici ed i matematici; al contrario la Natura usa, per i suoi calcoli, un approccio "discreto", ovvero divide un problema complesso in una serie enorme di problemini infinitamente più semplici. Anche la nostra mente funziona in questo modo: mentre un computer è costruito con un processore capace di fare operazioni matematiche complicate, ad esempio estrarre una radice quadrata, il nostro cervello utilizza le cellule neurali la cui funzione, se descritta matematicamente, non va molto oltre una semplice addizione, eppure il risultato complessivo di queste tante addizioni è quello di riuscire addirittura a "pensare" o "formulare una idea originale". Nelle applicazioni di Wolfran, un elemento di un sistema fa sempre poche cose semplici, più specificatamente segue delle regole assegnate per cui il singolo Automa si trasforma nel tempo a seconda dello stato degli Automi vicini; è un po' come fanno i soldati quando marciano in formazione: ognuno si allinea con il commilitone che ha davanti e con quello che ha alla sua sinistra; l'effetto finale è la ordinata coreografia che ammiriamo (alcuni si, altri meno) nella sfilata del 2 Giugno ai Fori Imperiali di . Gli Automi Cellulari di Wolfram fanno quindi cose molto semplici, ma il brillante matematico inglese ha mostrato come un aggregato di tanti Automi arriva ad avere delle proprietà sorprendenti, infinitamente più sofisticate della "povera" funzione che ognuno di essi svolge! Marco Verdecchia è il ricercatore del Cetemps che, dal 2002 ad oggi, coordina un piccolo gruppo di giovani dottori di ricerca che si occupa di modellistica idrologica presso il Centro di Eccellenza dell'Università dell'Aquila. Come detto sopra, ha solo un anno in meno di Wolfram ma, ahimè, molto meno talento (e questo "ahimè" fa nascere il fondato sospetto che sia lui a scrivere queste righe). La mattina del 22 Aprile 2002 si risvegliò per l'ennesima volta angosciato dal rognoso problema che non riusciva a risolvere e formulò una delle, peraltro pochissime, buone idee della sua carriera scientifica: e se provassimo a pensare ad una cella di CHYM come ad un automa cellulare? Solo poche ore dopo, a dispetto dei suoi 42 anni di allora, lo videro esultare in maniera a dir poco infantile davanti al grafico comparso sul suo terminale e che riproduceva la "banale pagina di un atlante".



**Figura 6**: Le misure di portata non sono sempre disponibili con continuità e quasi mai per piccoli bacini. E' necessario quindi stabilire degli indici empirici di allarme che possano essere facilmente utilizzati dalle Autorità di Protezione Civile. Nella figura la ricostruzione numerica del bacino idrografico viene "colorata" a seconda del livello di pericolosità e sovrapposta alla rappresentazione del territorio messa a disposizione da

Google Earth. La situazione di allarme si riferisce all'alluvione avvenuta nella zone delle Cinque Terre in Liguria nell'Ottobre del 2011.

Nel corso di questi anni il modello del Cetemps è stato ulteriormente sviluppato e raffinato per molteplici aspetti, arrivando ad essere impiegato sia per applicazioni climatiche che per scopi inerenti alle attività della protezione civile. Gli algoritmi basati sugli Automi Cellulari di cui abbiamo parlato, consentono di simulare qualunque bacino idrografico del mondo. Una volta che lo schema di scorrimento è stato calcolato (il termine specialistico usato per questa procedura matematica è: Drainage Network Extraction), per ogni cella elementare in cui il territorio è stato diviso, può essere calcolato il bilancio idrico tenendo conto degli apporti (precipitazioni, scioglimento delle nevi, apporti da sorgenti sotterranee), delle perdite (evaporazione, traspirazione dello strato vegetale del terreno, infiltrazione dell'acqua nel suolo) e del deflusso superficiale delle acque. Il risultato complessivo del calcolo è quello di determinare la portata in ogni punto del bacino idrico simulato; nel cosiddetto "processo di calibrazione" si analizzano i risultati in alcuni punti campione della rete idrografica per i quali esistano simultaneamente anche delle osservazioni idrografiche. Un esempio è riportato nella Figura 2 dove la portata simulata dal modello (linea verde) viene confrontata con le misure di portata disponibili nella località di Ponte Spessa in provincia di Pavia, il confronto riportato si riferisce a tutto il mese di febbraio del 2001. Le due curve sono per lunghi tratti molto vicine, quindi il modello riproduce con ottima accuratezza le portate effettive del fiume caratterizzate peraltro da una notevole variabilità: quasi 1800 m<sup>3</sup>/sec negli ultimi giorni della prima decade, meno della metà alla fine del mese. Una volta validato il modello con queste analisi preliminari, lo stesso può essere utilizzato per prevedere gli scenari futuri. Se ad esempio "si forza" il modello con gli scenari di precipitazione previsti dai modelli climatici per i prossimi decenni, si può ottenere una discreta stima di quelle che saranno le disponibilità idriche future nella pianura padana. Questa è l'attività che il Cetemps sta svolgendo nell'ambito del progetto ACQWA finanziato dalla Comunità Europea; gli scopi del progetto sono appunto quelli di studiare gli effetti sul ciclo idrologico dei bacini del Po e del Rodano indotti dai cambiamenti climatici in atto; su questi bacini gli effetti sono resi particolarmente critici dalla diminuzione delle aree coperte da ghiacciai. Le stesse simulazioni si possono fare con una risoluzione spaziale maggiore ma su tempi di simulazione più brevi per prevedere situazioni critiche della rete idrografica conseguenti ad eventi meteorologici severi. In questo caso il modello fornisce una sorta di mappa di allarme in cui la rete drenante viene "colorata" a seconda del livello di pericolosità prevista. Per favorire l'utilizzo della mappe da parte della Protezione Civile e delle altre autorità preposte, la mappa viene proiettata sulla piattaforma Google-Earth come mostrato in figura 3, dove viene riportato il caso dell'alluvione avvenuta nella zone delle Cinque Terre in Liguria nell'Ottobre del 2011. Questo sistema di allarme è previsto in operativo su tutto il territorio nazionale entro il prossimo autunno.



#### 3. Telerilevamento da terra

L'attività dell'anno 2011 è stata prevalentemente orientata ai seguenti scopi:

- Coordinamento di una rete internazionale di radiometri a microonde (MWRnet <u>http://cetemps.aquila.infn.it/mwrnet/</u>) per applicazioni di meteorologia, climatologia, e telecomunicazioni. MWRnet conta oggi circa 80 radiometri sparsi in tutto il mondo appartenenti a circa 35 servizi meteorologici o enti di ricerca internazionali.
- Messa a punto di una tecnica di stima variazionale (1DVAR) per la stima di profili di temperatura e umidità da dati radiometrici da terra in collaborazione con i servizi meteorologici canadese (Environmental Canada) e tedesco (DWD). Implementazione di un sistema di allerta basato su indici di previsione continui.
- Sviluppo e implementazione di tecniche radar meteorologiche polarimetriche da terra per la stima delle precipitazioni: i) messa a punto di metodi di correzione dell'attenuazione di percorso, classificazione di idrometeore e stima di precipitazione da radar polarimetrici in banda X; ii) analisi di misure radar polarimetriche in banda C in orografia complessa usando sistemi installati in Abruzzo e Friuli-Venezia Giulia e reti pluviometriche disponibili.
- Analisi dell'errore spazio-temporale delle stime di precipitazione al suolo del radar meteorologico di M. Midia con caratterizzazione statistica e correzione della stima su base stagionale e altimetrica.
- Sviluppo e messa a punto di metodi di inversione di misure radar in banda C per la stima di classi e concentrazione di cenere, utilizzando dati di sistemi installati in I-slanda, per gli episodi eruttivi del 2004 e del 2011.
- Coordinamento e gestione di progetti idro-meteorologici:
  - Progetto COST Action ES0702: delega nazionale, da parte del Ministero Università e Ricerca (MIUR), nell'ambito dell'azione denominata EG-CLIMET "European Ground Based observations of essential variables for climate and operational meteorology". Il CETEMPS è responsabile della gestione del sito web (<u>www.eg-climet.org</u>) e dell'amministrazione dei fondi per attività scientifiche (grant-holder).
  - Progetto CFA. Convenzione con la Regione Abruzzo per la gestione di strumenti radar, l'elaborazione dei dati e delle informazioni meteo-idrologiche per il supporto alle decisioni del Centro Funzionale Abruzzo (CFA).
  - Progetto IDRA-2. A seguito della convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (DPCN), il programma di IDRA-2, estensione del progetto IDRA-1, è finalizzato allo sviluppo ed alla messa a punto di procedure di previsione meteo-idrologica ad alta risoluzione su aree urbane, alla realizzazione e distribuzione di prodotti meteo-idrologici ad alto contenuto modellistico-osservativo, ed inoltre alla progettazione e all'implementazione di algoritmi per l'uso di radar meteorologici polarimetrici in banda C ed in banda X per stime di pioggia e nubi di cenere.
  - Progetto HYDRORAD. Tale progetto dal titolo "Integrated advanced distributed system for hydro-meteorological monitoring and forecasting using lowcost high-performance X-band mini-radar and cellular network infrastructures", è finanziato nell'ambito del bando europeo FP 7-SME-2008-1. Il progetto è finalizzato alla realizzazione di una rete di mini-radar polarimetrici in banda X con l'obiettivo di integrare le misure in tempo quasi-reale con modelli meteo-idrologici durante la campana sperimentale in Moldavia.



**Figura** 7: Stima di un indice di forecast (K-index) da dati radiometrici (linea blu) confrontati con lo stesso indice stimato da radiosonde (pallini rossi). Le linee orizzontali indicano i valori di soglia convenzionali per instabilità moderata (giallo) e forte (rossa), mentre la linee verticale nere indicano gli istanti in cui si sono verificati lampi.



**Figura 8**: Quattro immagini significative dell'eruzione del vulcano islandese Eyjafjöll, rappresentate attraverso i dati HVMI del radar in banda C, acquisiti dal sistema islandese installato all'aeroporto di Keflavík da Aprile 14, 2010 alle 14:55 UTC fino ad Aprile 19 alle 23:45 UTC. Si noti che l'eruzione è riferita alla sola porzione dell'immagine nell'area dell' Eyjafjöll, mentre il resto del segnale è dovuto a pioggia nell'intorno della capitale islandese.

#### 4. Telerilevamento da satellite

Le attività del CETEMPS di Telerilevamento da satellite nell'anno 2011 sono state prevalentemente orientate su:

- Sviluppo di tecniche radar ad apertura sintetica (SAR) da satellite per la stima delle precipitazioni: i) messa a punto di modelli di simulazione di misure SAR polarimetriche in banda X dallo spazio in presenza di nubi precipitative; ii) sviluppo di metodi di inversione, analitici e statistici, per la stima di precipitazione al suolo ad alta risoluzione spaziale (250-500 m).
- Studio di fattibilità di un metodo di inversione delle misure di un radiometro a microonde (MiWaRS) per l'osservazione dello strato sub-superficiale lunare nell'ambito del progetto **ESMO** (European Student Moon Orbiter), promosso dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA).
- Studio della firma spettrale di nubi di ceneri su immagini da satellite a microonde e sviluppo di un algoritmo preliminare per la stima quantitativa del contenuto colonna-re.
- Partecipazione, coordinamento e gestione di progetti di meteorologia da satellite:
  - Partecipazione al Progetto MIVARS, acronimo di "Model-based Integrated Volcanic Ash Remote Sensing", approvato da ESA/ESRIN per fornitura dati e supporto calcolo, finalizzato allo sviluppo di tecniche integrate di stima di cenere da radar e satellite.
  - Coordinamento del Progetto IDRA-2. Nell'ambito della convenzione con il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (DPCN), il programma di IDRA-2, estensione del progetto IDRA-1, è stato finalizzato allo sviluppo ed alla messa a punto di algoritmi di stima satellitari passiva a microonde e infrarosso.
  - Partecipazione al Progetto ESMO. Osservazione dello strato sub-superficiale lunare nell'ambito del progetto ESMO (European Student Moon Orbiter), promosso dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA).
  - Partecipazione al progetto RainXSAR "Effetti atmosferici su immagini SAR" nell'ambito della Call of Opportunity per l'uso di dati di COSMO-SkyMed dell'Agenzia Spaziale Italiana presentata a settembre 2007. Membri del progetto: DIESAP, CNR-ISAC e HIMET. Progetto biennale rinnovabile approvato per acquisizione dati senza fondi di finanziamento con inizio novembre 2009.





**Figura 9**: Schema di simulazione numerica della risposta di un radar ad aperture sintetica (SAR) spaziale in una sezione ortogonale (altezza – distanza a terra) alla direzione di propagazione del satellite con antenna avente puntamento con angolo di incidenza e risoluzione radiale r.



**Figura 10**: Contenuto colonnare di cenere dovuta all'eruzione del Grímsvötn (Islanda) nel Maggio 2011, stimato da misure radar da terra con l'algoritmo VARR sviluppato al CETEMPS (sinistra) e da osservazioni radiometriche da satellite con un metodo in via di sviluppo al CETEMPS (destra). Notare la differente risoluzione spaziale dei due metodi di stima.



#### 5. Chimica

Nella modellistica chimica, il CETEMPS ha continuato sulle principali linee di ricerca inaugurate negli anni scorsi ed ha in più ampliato le proprie competenze con modelli a scala locale. Le attività hanno riguardato: (1) l'implementazione del modello di ultima generazione in grado di simulare in modo accoppiato meteorologia, chimica e radiazione (in particolare l'interazione aerosol-nubi) denominato WRF/Chem; (2) l'utilizzo di dati da satellite in combinazione con i modelli per lo studio della composizione atmoferica a livello Europeo; (3) la simulazione delle proprietà ottiche degli aerosol con modelli di chimica e trasporto; (4) lo studio dell'influenza delle condizioni al contorno in modelli di chimica e trasporto ad area limitata. La nuova attività inaugurata ha invece riguardato l'applicazione del modello gaussiano-lagrangiano a scala locale alla valutazione dell'impatto della centrale a biomasse pianificata per la costruzione a Bazzano (L'Aquila). I primi risultati sono stati presentati alla conferenza internazionale dell'European Geosciences Union e sono ora sotto revisione per la rivista Atmospheric Environment. La Figura qui sotto riguarda quest'ultimo studio e mostra l'incremento medio annuale calcolato per il particolato fine (PM10) in un raggio di 5 km dalla nuova centrale.



**Figura 11**: Impatto della centrale a biomasse di Bazzano (L'Aquila) calcolato con modello CAL-MET/CALPUFF. La mappa mostra l'incremento del particolato fine (PM10) in un raggio di 5 km dalla centrale. I triangoli identificano i maggiori centri residenziali nell'intorno della centrale. Quelli più colpiti sono Bazzano (rosso) e Monticchio (verde).

Le attività sperimentali hanno riguardato l'utilizzo del sistema a Fluorescenza Indotta da Laser (LIF), installato a bordo dell'aereo strumentato BAe-146, nella campagna notturna RONOCO winter, effettuata sui cieli inglesi nel gennaio 2011. Successivamente lo stesso strumento è stato utilizzato, nel mese di luglio 2011, nella campagna in Canada, denominata BORTAS, per lo studio delle emissioni dovute agli incendi boreali. Infine è stata organizzata una scuola estiva all'aeroporto di Pescara (mese di agosto 2011) su sistemi osservativi a bordo di aerei strumentati. Nell'ambito di tale scuola l'aereo BAe146, con lo strumento LIF del CETEMPS ed altri strumenti, è stato utilizzato per alcuni voli di ricerca sul mare adriatico e sull'Abruzzo per lo studio delle emissioni dovute ai pozzi di estrazione del metano e gas naturale e la qualità dell'aria sia sulla costa che nelle aree interne abruzzesi. Una delle altre attività sperimentali ha riguardato l'installazione permanente di una stazione meteorologica sul Monte Portella (2388 m. s.l.m), presso Campo Imperatore e l'installazione temporanea di uno spettrometro ottico per la misura della distribuzione dimensionale degli aerosol, nell'ottica di realizzare un osservatorio permanente della composizione chimico-fisica



dell'atmosfera in alta montagna. Infine il CETEMPS ha continuato lo sviluppo del database SHARE per la gestione dei dati ambientali provenienti dalle stazioni di alta montagna.



**Figura 12**: Aereo strumentato BAe146, in cui il CETEMPS ha installato il sistema LIF, presso l'aeroporto di Pescara durante la scuola estiva SONATA, con i partecipanti alla scuola ed ai voli osservativi.



#### 6. Modellistica Climatica

Nell'ambito di questa linea di ricerca, il CETEMPS porta avanti un lavoro basato sull'analisi di dati sperimentali e sui risultati di simulazioni modellistiche. Nel corso del 2011 le attività hanno riguardato principalmente le seguenti tematiche:

- 1. Studio dell'influenza della fase della Oscillazione Pacifica Decadale (PDO) sull'allargamento della tropopausa tropicale, mediante utilizzo di un modello GCM e l'esame di reanalisi atmosferiche (ERA-40, ERA-Interim, MERRA), e pubblicazione dei risultati.
- 2. Studio della correlazione tra indice PDO e dinamica stratosferica antartica, con particolare riguardo alla morfologia del vortice polare, mediante modellistica GCM e utilizzo di reanalisi atmosferiche (ERA-40), in collaborazione con centri di ricerca argentini.
- 3. Implementazione presso il CETEMPS del modello climatico regionale RegCM e suo utilizzo per il downscaling regionale sul bacino del Mediterraneo degli effetti originati dalla progressiva riduzione della concentrazioni di ghiacci marini sulla regione Artica.
- 4. Sviluppo di un sistema per la realizzazione di previsioni climatiche stagionali sulla regione Europea. Le previsioni vengono effettuate mediante la realizzazione di un ensemble di simulazioni del modello RegCM forzato da condizioni al contorno acquisite da simulazioni di forecast globali del modello ECHAM4.5, rese disponibili dall' "International Research Institute for Climate and Society" (IRI). A partire dal mese di febbraio 2012, le previsioni sono disponibili al pubblico tramite il sito web del CETEMPS. Le mappe di previsione, centrate sulla penisola italiana ed aggiornate mensilmente, mostrano le tendenze medie bimestrali di temperatura e piovosità fino a 6 mesi fornendo contemporaneamente indicazioni su quanto tali tendenze si discostano dal comportamento medio climatologico.



**Figura 13**: Mappe di previsione stagionale di Temperatura in superficie (T2M) e Precipitazione mensile accumulata (Prec) per il bimestre Marzo/Aprile 2012 [dal sito CETEMPS]. In alto: valori medi previsti (isolinee colorate) e stima dell'errore previsionale (ombreggiatura). In basso: scostamento previsto dal valore medio climatologico in valore (isolinee) e in numero di anomalie standard (falsi colori) che indicano quanto lo scostamento previsto sia estremo.

Altre attività, legate più strettamente alla modellistica dinamica della stratosfera con tecniche di tipo lagrangiano, sono state indirizzate allo studio delle proprietà Lagrangiane della circolazione atmosferica di larga scala, mediante analisi di traiettorie generate da modello, con particolare riguardo agli aspetti caotici della dinamica e a fenomeni di dispersione e di mixing.



#### 7. Osservatorio atmosferico

L'Osservatorio Atmosferico si occupa della misura e dell'interpretazione dei dati forniti da diversi strumenti i quali monitorano alcune quantità fondamentali legate allo studio dell'atmosfera. Le principali apparecchiature in dotazione dell'Osservatorio Atmosferico del CETEMPS sono:

• II LIDAR (Light Detection And Ranging) nella configurazione Rayleigh/Raman.



**Figura 14:** Serie temporale dei profili verticali dell'estinzione ottica degli aerosols misurati dal LIDAR dell'Osservatorio atmosferico di CETEMPS, in un periodo di 5 ore della notte tra il 27 ed il 28 Maggio 2008. Si noti l'evoluzione dell'altezza dello strato limite planetario alle quote attorno a 2km; e l'aumento dell'estinzione tra 3 e 6km che individua un strato di polveri sahariane nella troposfera sopra L'Aquila.



**Figura 15:** Gli apparati ottici (beam splitters, filtri interferenziali e fibre ottiche) ed elettronici (fotomoltiplicatori, amplificatori e schede veloci di acquisizione segnali) che costituiscono il sistema di ricezione del LI-DAR dell'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS.

Si tratta di uno strumento complesso, che sfruttando l'interazione della luce laser con i componenti dell'atmosfera, ne riesce a quantificare l'abbondanza alle varie quote, ossia il profilo verticale. In particolare lo strumento attualmente in funzione, è stato completamente pensato e realizzato dal CETEMPS grazie all'esperienza pluridecennale nel campo. Con esso si effettuano il monitoraggio regolare dei profili di aerosol, vapore acqueo e contenuto di acqua liquida nelle nubi e di tali misurazioni il CETEMPS dispone di un database multi-annuale. Il LIDAR è riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale come uno degli strumenti principali per effettuare tali misurazioni. Tutte le quantità menzionate sopra sono di fondamentale importanza, per esempio, nello studio del bilancio radiativo dell'atmosfera e dell'inquinamento.



L'Osservatorio Atmosferico del CETEMPS è parte attiva in diverse collaborazioni scientifiche internazionali (EARLINET, CALISPO e AUGER per esempio), nelle quali i ricercatori di CETEMPS hanno diversi tipi di responsabilità che comprendono, tra le altre, la validazione di dati da satellite e la progettazione e costruzione di strumentazione LIDAR avanzata a servizio dell'Osservatorio Pierre Auger (attivo nell'osservazione di raggi cosmici ad altissima energia).

• Ozonosonde e Radiosonde su palloni meteorologici e Piranometri UV.



**Figura 16:**Le medie mensili della concentrazione di ozono, nell'altra troposfera e in stratosfera, ricavate dal database multi-annuale degli ozono-sondaggi con palloni meteorologici effettuati presso l'Osservatorio Atmosferico di CETEMPS. E' ben evidente la variazione stagionale del contenuto di ozono nella stratosfera: la concentrazione massima di ozono è più bassa/alta ed è localizzata a quote più alte/basse nei mesi estivi/invernali.



**Figura 17:** Il momento precedente il lancio di un pallone meteorologico per l'ozono-sondaggio della stratosfera. Si notano: il pallone (in gomma marrone, il paracadute bianco, e il contenitore in polistirolo dei sensori per la misura di pressione, temperatura, umidità e concentrazione di ozono; i venti orizzontali vengono misurati dalla sonda grazie ad un ricevitore GPS integrato.

I primi sono appunto apparati di misura e sensori specificatamente pensati per essere lanciati in atmosfera con dei palloni meteorologici che raggiungono l'alta stratosfera, e che inviano i dati a terra via radio. Si tratta di strumenti in grado di osservare il profilo verticale, ma stavolta le quantità misurate sono, tipicamente, la pressione atmosferica, la temperatura, l'umidità relativa, la velocità e la direzione dei venti prevalenti ed infine la concentrazione di ozono. Gli esperimenti sono condotti con cadenza regolare, 2-3 lanci al mese, in particolare le misurazioni della concentrazione di ozono, che sono oggetto di una Convenzione tra il CETEMPS ed il Ministro dell'Ambiente. Tale Convenzione è stata stipulata in osservanza della Legge 549/1993 (Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente), retaggio della convenzione di Kyoto, ed in base alla quale forniamo al Ministero un report annuale sulla stato locale dell'ozono e della radiazione ultravioletta. Quest'ultima viene misurata da due piranometri in grado di prendere dati della quantità di UV-A e UV-B al suolo, in modalità continuativa.



#### Pubblicazioni a stampa (2011)

- 1. Abreu P.; Aglietta M.; Ahn E. J.; et al., Group Author(s): Pierre Auger Collaboration ,The Lateral Trigger Probability function for the Ultra-High Energy Cosmic Ray showers detected by the Pierre Auger Observatory, ASTROPARTICLE PHYSICS Volume: 35 Issue: 5 Pages: 266-276 DOI: 10.1016/j.astropartphys.2011.08.001 Published: DEC 2011.
- Abreu P.; Aglietta M.; Ahn E. J.; et al., Group Author(s): Pierre Auger Collaboration, Anisotropy and chemical composition of ultra-high energy cosmic rays using arrival directions measured by the Pierre Auger Observatory, JOURNAL OF COSMOLOGY AND AS-TROPARTICLE PHYSICS Issue: 6 Article Number: 022 DOI: 10.1088/1475 7516/2011/06/022 Published: JUN 2011.
- 3. Abreu P.; Aglietta M.; Ahn E. J.; et al., Group Author(s): Pierre Auger Collaboration Advanced functionality for radio analysis in the Offline software framework of the Pierre Auger Observatory, NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT Volume: 635 Issue: 1 Pages: 92-102 DOI: 10.1016/j.nima.2011.01. 049 Published: APR 11 2011.
- 4. Abreu P.; Aglietta M.; Ahn E. J.; et al., Group Author(s): Pierre Auger Collaboration, Search for first harmonic modulation in the right ascension distribution of cosmic rays detected at the Pierre Auger Observatory, ASTROPARTICLE PHYSICS Volume: 34 Issue: 8 Pages: 627-639 DOI: 10.1016/j.astropartphys.2010.12.007 Published: MAR 2011.
- 5. Abreu P.; Aglietta M.; Ahn E. J.; et al., Group Author(s): Pierre Auger Collaboration, Observatory scalar mode for the study of solar activity modulation of galactic cosmic rays, JOUR-NAL OF INSTRUMENTATION Volume: 6 Article Number: P01003 DOI: 10.1088/1748-0221/6/01/P01003 Published: JAN 2011.
- 6. Abreu P.; Aglietta M.; Ahn E. J.; et al. Group Author(s): Pierre Auger Collaboration, The exposure of the hybrid detector of the Pierre Auger Observatory, ASTROPARTICLE PHYS-ICS Volume: 34 Issue: 6 Pages: 368-381 DOI: 10.1016/j.astropartphys.2010.10.001 Published: JAN 2011.
- Ave M., M. Bohacova, K. Daumillera, P. Di Carlo, C. Di Giulio, Pedro Facal San Luis, D. Gonzales, C. Hojvat, J. R. Horandel, M. Hrabovsky, M. Iarlori, B. Keilhauer, H. Klages, M. Kleifges, F. Kuehn, M. Monasor, L. Nozka, M. Palatka, S. Petrera, P. Privitera, J. Ridky, V. Rizi, B. Rouille d'Orfeuil, F. Salamida, P. Schovanek, R. Smida, H. Spinka, A. Ulrich, V. Verzi, C. Williams, Precise measurement of the absolute yield of fluorescence photons in atmospheric gas, *Nuclear Physics B (Proc. Suppl.)* 212–213, 356–361, 2011.
- 8. Barnaba, F., Angelini, F., Curci, G., Gobbi, G. P. (2011), An important fingerprint of wildfires on the European aerosol load, Atmos. Chem. Phys., 11, 10487-10501.
- 9. Cimini D., E. Campos, R. Ware, S. Albers, G. Giuliani, J. Oreamuno, P. Joe, S. Koch, S. Cober, and E. Westwater, Thermodynamic Atmospheric Profiling during the 2010 Winter Olympics Using Ground-based Microwave Radiometry, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, V. 49, 12, DOI 10.1109/TGRS.2011.2154337, Dec. 2011.
- Fowler, D., E. Nemitz, P. Misztal, C. Di Marco, U. Skiba, J. Ryder, C. Helfter, J. N. Cape, S. Owen, J. Dorsey, M. W. Gallagher, M. Coyle, G. Phillips, B. Davison, B. Langford, R. MacKenzie, J. Muller, J. Siong, C. Dari-Salisburgo, P. Di Carlo, E. Aruffo, F. Giammaria, J. A. Pyle, C. N. Hewitt, Effects of land use on surface-atmosphere exchanges of trace gases and energy in Borneo: comparing fluxes over oil palm plantations and a rainforest *Phil. Trans. Royal Soc. B*, 366:3196-3209, 2011.
- 11. Marzano F.S., S. Mori, M. Chini, L. Pulvirenti, N. Pierdicca, M. Montopoli, and J.A. Weinman, "Potential of High-resolution Detection and Retrieval of Precipitation Fields from Xband Spaceborne Synthetic Aperture Radar over land", *Hydrology and Earth System Sci.*,



vol. 15, pp. 859-875, 2011.

- 12. Marzano F.S., "Remote Sensing of Volcanic Ash Cloud During Explosive Eruptions Using Ground-Based Weather Radar Data Processing", *IEEE Signal Processing Magazine*, DOI: 10.1109/MSP.2010.939846, pp. 124-126, 2011.
- Marzano, F.S., M Lamantea, M. Montopoli, Björn Oddsson, and Magnús Tumi Gudmundsson, "Validating Subglacial Volcanic Eruption Using Ground-Based C-Band Radar Imagery", IEEE TGRS, 10.1109/TGRS.2011.2167017., 2011
- 14. Marzano F.S., M. Lamantea, M. Montopoli, S. Di Fabio and E. Picciotti, "The Eyjafjöll explosive volcanic eruption from a microwave weather radar perspective", *Atmosph. Chemistry and Physics*, vol. 11, pp. 9503–9518, 2011.
- 15. Marzano F.S., S. Mori, M. Chini, L. Pulvirenti, N. Pierdicca, M. Montopoli and J.A. Weinman, "Potential of High-resolution Detection and Retrieval of Precipitation Fields from Xband Spaceborne Synthetic Aperture Radar over land", *Hydrology and Earth System Science*, vol. 15, pp. 859-875, 2011.
- Montopoli, M., Di Carlofelice, A. Cicchinelli, M.;Tognolatti, P.; Marzano, F.S., "Lunar Microwave Brightness Temperature: Model Interpretation and Inversion of Spaceborne Multi-frequency Observations by a Neural Network Approach, *IEEE TGRS*, vol. 49, 9, pp. 3350 3358, 01 agosto 2011.
- 17. Montopoli M., A. Di Carlofelice, P. Tognolatti and F.S. Marzano, "Remote sensing of the Moon sub-surface from multi-frequency spaceborne microwawe radiometers: a numerical study", *Radio Science*, Vol. 46, RS1012, doi:10.1029/2009RS004311, 2011.
- 18. Panegrossi G., R. Ferretti, L. Pulvirenti, N. Pierdicca: Impact of ASAR soil moisturedata on the MM5 precipitation forecast for the Tanaro flood event of April 2009. NHESS, 11, 31353149, doi:10.5194, 2011,
- 19. Perrotta G., F.S. Marzano, P. Tognolatti and A. Mugnai, "The NanoROLD project in the frame of the AeroClouds programme", *Int. J. of Rem. Sens.*, DOI:10.1080/01431161.2010.498450, 2011.
- 20. Pulvirenti L., N. Pierdicca, and F.S. Marzano, "Prediction of the Error Induced by Topography in Satellite Microwave Radiometric Observations", *IEEE Trans. on Geosci. Rem. Sens.*, vol. 49, pp. 3180-3188, 2011.
- 21. Sabolis, A., Meskhidze, N., Curci, G., Palmer, P. I., and Gantt, B. (2011), Interpreting elevated space-borne HCHO columns over the Mediterranean Sea using the OMI sensor, Atmos. Chem. Phys., 11, 12787-12798
- 22. Sahoo S., S. C. Reising, S. Padmanabhan, J. Vivekanandan, F. Iturbide-Sanchez, N. Pierdicca, E. Pichelli, and D. Cimini, 3-D Humidity Retrieval using a Network of Compact Microwave Radiometers to Correct for Variations in Wet TroposphericPath Delay in Spaceborne Interferometric SAR Imagery, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, V. 49, 9, DOI: 10.1109/TGRS.2011.2119400, Sep. 2011.
- 23. Pulvirenti, L., N. Pierdicca, M. Chini, L. Guerriero: "An algorithm for operational flood mapping from Synthetic Aperture Radar (SAR) data based on the fuzzy logic". Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 11, pp. 529-540, Febbraio 2011
- 24. Pulvirenti, L., M. Chini, N. Pierdicca, L. Guerriero, P. Ferrazzoli: "Flood monitoring using multi-temporal COSMO-SkyMed data: imagen segmentation and signature interpretation". Remote Sensing of Environment, vol. 115, pp. 990-1002, Aprile 2011.



#### **COMUNICAZIONI – Proceeding**

- Crewell S., F. S. Marzano, V. Mattioli, N. Pierdicca, C. Capsoni, D. Cimini, E. Fionda, U. Löhnert, A. Martellucci, Use of Remote Sensing Techniques and Navigation Data for Tropospheric Channel Assessment, Proceedings of European Conference on Antenna and Propogation (EUCAP), 2011
- 2. Curci, G., e G. Visconti (2011), Modelli e dati per lo studio dei cambiamenti climatici e la qualità dell'aria, in Rivista Abruzzese, Rassegna Trimestrale di Cultura, Jun 2011;
- 3. Grassi, B., G. Redaelli P. Canziani and G. Visconti, Atmospheric response to Arctic sea-ice reduction over the Mediterranean region in a regional climate model, EMS annual meeting Abstracts, Vol. 8, EMS2011-372, 2011.
- Pierdicca N., F. Rocca, P. Basili, S. Bonafoni, D. Cimini, P. Ciotti, R. Ferretti, F.S. Marzano, V. Mattioli, M. Montopoli, R. Notarpietro, D. Perissin, E. Pichelli, B. Rommen, G. Venuti, Synergic Use of EO, NWP and Ground Based Measurements for the Mitigation of Vapour Artefacts in SAR Interferometry, Proceedings of International Geoscience And Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2011
- 5. Pierdicca N., F. Rocca, D. Perissin, R. Ferretti, E. Pichelli, B. Rommen, D. Cimini, Numerical weather prediction models and SAR interferometry: synergic use for meteorological and InSAR applications, Proceedings of SPIE (Intern. Society for Optics and Photonics) Remote Sensing conference, 2011
- Pierdicca N., F. Rocca, B. Rommen, P. Basili, S. Bonafoni, D. Cimini, P. Ciotti, R. Ferretti, F.S. Marzano, V. Mattioli, M. Montopoli, R. Notarpietro, D. Perissin, E. Pichelli, G. Venuti, Synergic Use of EO, NWP and Ground Based Data for the Characterisation of Water Vapour Field, Proceedings of EUropean Conference on Antenna and Propogation (EUCAP), 2011.
- 7. Vulpiani G., M. Montopoli, E. Picciotti and Frank S. Marzano, "On the use of a polarimetric X-Band weather radar for volcanic ash clouds monitoring", *35 th Conference on radar Meteorology*, Pittsburgh, 2011.
- 8. Wiencke L. et al. for the Pierre Auger Collaboration. Atmospheric Super Test Beam for the Pierre Auger Observatory, 32nd International Cosmic Ray Conference, Beijing, China, 2011, arXiv:1107.4806v1 [astro-ph.IM].

#### **COMUNICAZIONI** – Abstract

- Aruffo E., P. Di Carlo, C. Dari Salisburgo, F. Biancofiore, F. Giammaria, S. Moller, J. Lee, S. Bauguitte, C. Parcival, M. Le Breton, J. Muller, J. Hopkins, B. Ouyang, O. Kennedy, R. Jones, G. Forster, C. Reeves, "Aircraft observations of NOy above UK during RONOCO campaign: implication for NOx and ozone production." ACCENT meeting, Urbino (Italy):13-16 September 2011.
- 2. Barnaba, F., F. Angelini, G. Curci, G. P. Gobbi (2011), An important fingerprint of wildfires on the European aerosol load, EGU2011-2260, AS3.5 Vertical and Long-Range Transport of Trace Gases and Aerosols, European Geosciences Union General Assembly 2011, Vienna, Austria, 3-8 April 2011.
- Biancofiore F., P. Di Carlo, C. Dari Salisburgo, E. Aruffo, F. Giammaria, S. Moller, J Lee, M. J. Evans, J. Hopkins, C. Jones, A. R. MacKenzie, C. N. Hewitt, "Analysis of the total peroxy nitrates and total alkyl nitrates observed above a tropical rain forest." ACCENT meeting, Urbino (Italy):13-16 September 2011.
- 4. Canziani P., G. Redaelli and B. Grassi, Possible linkages between PDO and the Antarctic Polar Vortex Interannual Variability, WCRP OSC Climate Research in Service to Society, Denver, October, 2011.

- 5. Cimini D., Passive thermodynamic profiling by ground-based microwave radiometers, Thermodynamic Profiling Technologies Workshop, Boulder, Colorado, USA, April 2011.
- 6. Cimini D., F. Romano, E. Ricciardelli, F. S. Marzano, E. Picciotti, and G. Vulpiani, Tracking and validation of surface rain rate from Mediterranean storms using microwave satellite and surface weather radar network observations, *EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms*, Savona (Italia), 7-9 Settembre, 2011.
- 7. Curci, G., P. Tuccella, G. Cinque, G. Visconti (2011), Impact of a renewable biomass energy power plant in urban landscape with complex terrain in Central Italy: modelling assessment and suggestions for monitoring site, EGU2011-8055, GMPV8 Pollution and Geochemistry, European Geosciences Union General Assembly 2011, Vienna, Austria, 3-8 April 2011.
- Di Carlo P., E. Aruffo, C. Dari Salisburgo, F. Biancofiore, F. Giammaria, S. Moller, J. Lee, S. Bauguitte, C. Parcival, M. Le Breton, J. Muller, J. Hopkins, B. Ouyang, O. Kennedy, R. Jones, G. Forster, C. Reeves, "Aircraft total alkyl nitrates observations during RONOCO campaign: implication for the odd-oxygen budget", ACCENT meeting, Urbino (Italy):13-16 September 2011.
- 9. Di Carlo P., C. Dari-Salisburgo, E. Aruffo, F. Biancofiore, M. Busilacchio, F. Giammaria, C. Reeves, S. Moller, J. Lee, Airborne Laser Induced Fluorescence system for simultaneous measurements of nitrogen dioxide and speciated NOy. EGU General Assembly, Vienna (Austria): 4-8 April 2011.
- 10. Ferretti R., S. Gentile, E. Pichelli, I. Maiello, G. Panegrossi, D. Cimini, M. Montopoli, E. Picciotti, F.S. Marzano, M. Borga, E. M. Anagnostou, "The IDRAX filed experiment within the HyMex Target Area in Central Italy", 5thHyMeX, Menorca, Punta Prima 17-19 May 2011.
- Gentile S., R. Ferretti, and F.S. Marzano, "Investigating Hector convective development by microphysical analysis using TRMM satellite data and high resolution model simulations", Proc. of 6th European Conference on Severe Storms, Palma de Mallorca, Spain, 3–7 October 2011.
- 12. Grassi, B., G. Redaelli P. Canziani and G. Visconti, Tropical tropopause and PDOregime shift, WCRP OSC Climate Research in Service to Society, Denver, October, 2011.
- 13. Landi, T. C., G. Curci (2011), Modeling Aerosol Optical Properties with AODEM: accounting for non-sphericity of dust particles, EGU2011-3958, AS3.4 Air Pollution Modelling, European Geosciences Union General Assembly 2011, Vienna, Austria, 3-8 April 2011.
- Löhnert U., V. Lehmann, D. Cimini, M. Haefflin, A. Illingworth, D. Turner, V. Wulfmeyer, S. Crewell, Ground-based remote sensing (GBRS) potential for data assimilation, German symposium on data assimilation, Offenbach, 2011.
- 15. Lombardi, A., Tomassetti B. and M.Verdecchia, Analysis of long flow discharge time series to assess possible changes in hydrological cycle over the Abruzzo Region (Central Italy). EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms, Savona (Italia), 7-9 Settembre, 2011.
- 16. Madonna F., D. Cimini, B. Demoz, J. Güldner, S. Gutman, R. Kivi, and G. Pappalardo, The GCOS Reference Upper Air Network: Quantifying the value of complementary observations for GRUAN operations, *WCRP OSC Climate Research in Service to Society, Denver, October* 2011
- 17. Maiello I., R. Ferretti, S. Gentile, M. Montopoli, E. Picciotti , F.S. Marzano, "Sensitivity tests to different IC and DA strategy to investigate the impact of radar data assimilation on WRF rainfall", 5thHyMeX, Menorca, Punta Prima 17-19 May 2011.
- Maiello I., R. Ferretti, S. Gentile, M. Montopoli, E. Picciotti, F.S. Marzano, "Sensitivity tests to different IC and DA strategy to investigate the impact of radar data assimilation on WRF rainfall", Proc. of 6th European Conference on Severe Storms, Palma de Mallorca, Spain, 3–7 October 2011.



- 19. Maiello I., S. Gentile, M. Montopoli, E. Picciotti, R. Ferretti, F.S. Marzano, "Sensitivity of precipitation mesoscale numerical forecast to different initial conditions and weather radar data assimilation strategy", Proc. of 13th EGU Plinius Conference Abstracts, Vol. 13, Savona (Italy), 7-9 September 2011. 2011.
- 20. Montopoli M., S. Di Fabio, D. Cimini, E. Picciotti and F.Marzano, "Lightning detection and prediction from multisensor observations", *EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms*, Savona Italy, 7-9 Settembre, 2011.
- 21. Montopoli M., F.Marzano ,S. Di Fabio, E. Picciotti, "Rain estimation and accuracy assessment from C band single polarization weather radar in complex orography", EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms, savona Italy, 7-9 Settembre, 2011.
- 22. Panegrossi G., E. Pichelli, S. Gentile, R. Ferretti, D. Cimini, L. Pulvirenti, and N.Pierdicca, Investigating the impact of high resolution surface humidity on WRF PBL and microphysics fields. - *EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms;*
- 23. Perissin D., F. Rocca, E. Pichelli, R. Ferretti, D. Cimini, G. Venuti, M. Pierdicca, Spatiotemporal variability of Water Vapor as seen by InSAR, GPS, Meris and MM5 European Space Agency FRINGE Workshop, 2011.
- 24. Pichelli E., R. Ferretti, M. Cacciani, A.M. Siani, V. Ciardini, and T. Di Iorio, Investigation of urban boundary layer by high resolution models and ground based observations in Rome area: understanding parameterizations potentialities. *EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms*, Savona (Italia), 7-9 Settembre, 2011.
- 25. Pichelli E., Ferretti R., Panegrossi G., Numerical weather prediction and assimilation for METAWAVE ESA project- 2<sup>nd</sup> *METAWAVE Workshop*, ESTEC, Noordwijk (Olanda), 3 Febbraio 2011.
- 26. Pichelli E., R. Ferretti, G. Panegrossi, D. Cimini, D. Perissin, N. Pierdicca, F. Rocca, and B. Rommen, Variational assimilation of InSAR-derived integrated water vapour in mesoscale models: improving initial conditions at high spatial resolution. *EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms*, Savona (Italia), 7-9 Settembre, 2011.
- 27. Pierdicca N., E. Pichelli, R. Ferretti, D. Cimini, D. Perissin, F. Rocca, B. Rommen, InSAR integrated water vapour variational assimilation in mesoscale model MM5: a step for improving model initial conditions at high resolution. FRINGE 2011 workshop by ESA, Frascati (Italia), 19-23 Settembre 2011.
- Pierdicca N., F. Rocca, P. Basili, S. Bonafoni, D. Cimini, P. Ciotti, R. Ferretti, F.S. Marzano, V. Mattioli, M. Montopoli, R. Notarpietro, D. Perissin, E. Pichelli, B. Rommen, G. Venuti, Mitigation of atmospheric delay in InSAR: the ESA METAWAVE project. IGARSS 2011, Vancouver (Canada), 24-29 Luglio 2011.
- 29. Pierdicca N., F. Rocca, B. Rommen, P. Basili, S. Bonafoni, D. Cimini, P. Ciotti, R. Ferretti, F.S. Marzano, V. Mattioli, M. Montopoli, R. Notarpietro, D. Perissin, E. Pichelli, G. Venuti, Meteorological Exploitation of Sentinel 1 Multipass Interferometric Atmospheric Phase Screen products. – ESRIN Workshop, Frascati (Roma, Italia), 22-25 Marzo 2011.
- 30. Tomassetti B., M. Montopoli , F.S. Marzano , E. Picciotti, and M. Verdecchia Comparison of multi-source rainfall field spatial mapping for operational flood alert using a distributed model -EGU XIII Plinius Conference on Mediterranean Storms, Savona (Italia), 7-9 Settembre, 2011.
- 31. Tuccella, P., G. Curci, G. Visconti (2011), Simulations of aerosol-cloud-radiation feedback with coupled online WRF/Chem model over Europe, EGU2011-4102, AS3.2 Aerosol Chemistry and Microphysics (General Session), European Geosciences Union General Assembly 2011, Vienna, Austria, 3-8 April 2011.





### Relazione sulle attività del Cetemps per l'anno 2011

Hanno Contribuito

Eleonora Aruffo Fabio Biancofiore Marcella Busilacchio Enzo Cerasani Nico Cimini Valentina Colaiuda Gabriele Curci Cesare Dari Salisburgo Piero Di Carlo Rossella Ferretti Sabrina Gentile Barbara Grassi Marco Iarlori Annalina Lombardi Ida Maiello Frank Silvio Marzano Adelaide Memmo Mario Montopoli Saverio Mori Giulia Panegrossi Emanuela Pichelli Gianluca Redaelli Vincenzo Rizi Barbara Tomassetti Paolo Tuccella MarcoVerdecchia Guido Visconti

Grazie allo staff di Himet s.r.l.





Centro di Eccellenza per la Previsione di Eventi Severi CETEMPS, Dipartimento di Fisica Università degli Studi dell'Aquila Via Vetoio 1, Coppito 67100 L'Aquila Tel: +39 0862 433075 Fax: +39 0862 433089 web: http://cetemps.aquila.infn.it/

Stampa: ProStampa (AQ)