



*Institute of Applied Physics
National Research Council of Italy*

*Conferenza Annuale – Dip. Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l’Ambiente
CNR Roma - 21 Dicembre 2015*

Sondaggio dallo spazio del sistema terra, dall’ottico alle microonde, per applicazioni ambientali

Roberto Pini *Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” (IFAC)
Sesto Fiorentino (FI)*



**INSTITUTE
OF APPLIED PHYSICS
NELLO CARRARA**

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

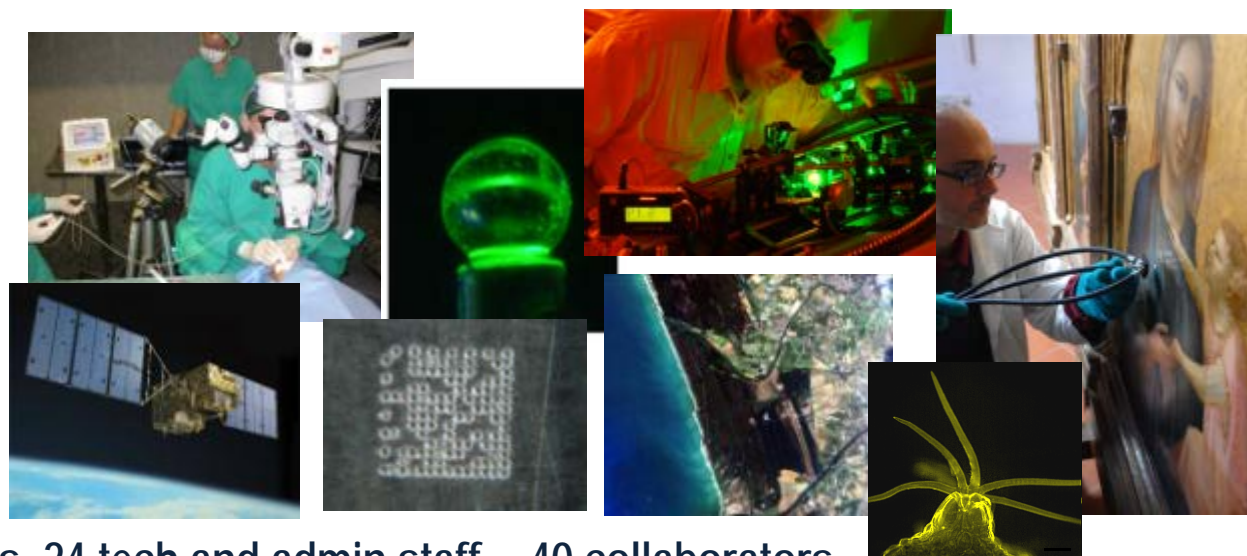


The "Nello Carrara" Institute of Applied Physics (IFAC) of the National Research Council of Italy (CNR) is the largest institute of the CNR Area of Florence.

It enjoys advanced scientific expertise in many areas of Applied Physics related to enabling technologies like ICT, Photonics, Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology.

Main research lines:

- Lasers
- Micro-optics
- Biophotonics
- Sensors
- Remote Sensing
- Microwaves
- ICT

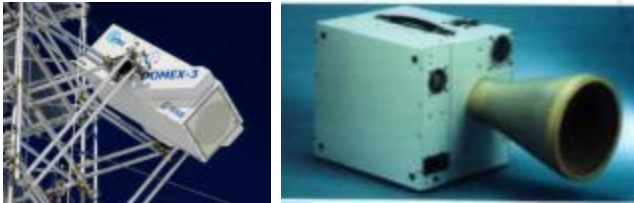


PERSONNEL: 81 researchers, 24 tech and admin staff, ~40 collaborators

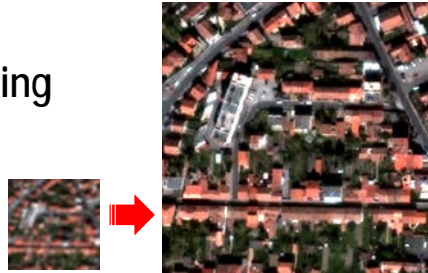
26 Researchers involved in Space and Earth Observations: B.Aiazzi, F.Barbara, S.Baronti, M.Brogioni, R.Carlà, G.Castellini, S.Ceccherini, U.Cortesi, S.Del Bianco, M.Gai, D.Guzzi, C.Lastri, G.Macelloni, F. Montomoli, V.Nardino, L.Palombi, S.Paloscia, S.Pettinato, V.Raimondi, P. Raspollini, S.B.Ricciarini, E.Santi, L.Santurri, M.Selva, C.Tirelli, N.Zoppetti

REMOTE SENSING: SURFACE

- **Aerospace instruments:** innovative passive and active instrumentation from optical to microwave frequencies: (e.g. **hyper spectral cameras, interferometers, radiometers, LIDAR**)

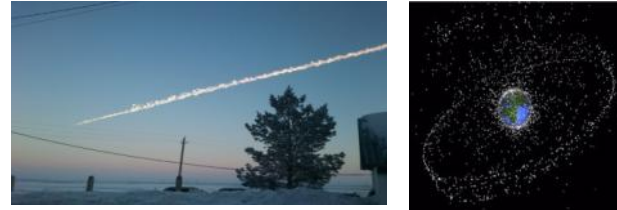


- **Aerospace data processing:** calibration and validation procedures; data and images analysis; E.M. models; algorithms for geophysical parameters
- **Image processing, fusion and digital filtering:** speckle noise filtering in SAR images; pansharpening with algorithms developed by IFAC; noise modeling of acquisition systems
- **Applications:** evaluation of Earth surface parameters at local and global levels (ground reflectance, emissivity, temperature, humidity); monitoring of vegetation biomass, depth/extension of the cryosphere, water cycle



REMOTE SENSING: ATMOSPHERE AND SPACE

- **Space observation:** Astrodynamics of asteroids, meteors and space debris (coll. NASA, ESA)



- **Space technology:** processing and control systems for micro- and nano-satellites (coll. JAXA)
- **Atmosphere:** radiative transfer models for the simulation of measurements of remote atmospheric sounding from VNIR to FIR
- **Atmosphere:** methods and algorithms for 3D-characterization of composition and temperature

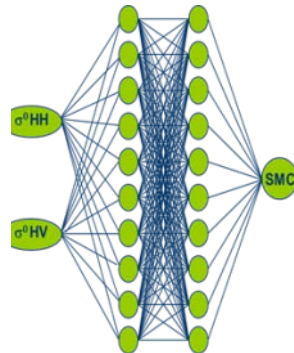
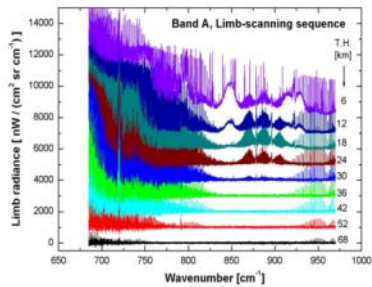
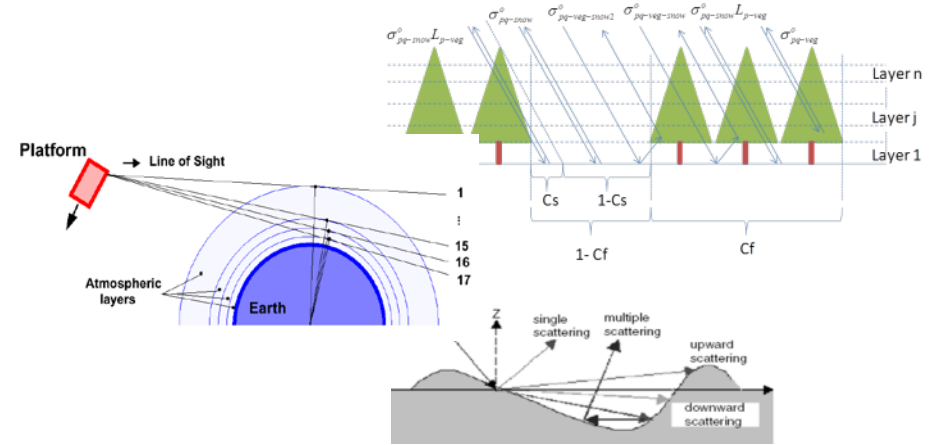


Sviluppo delle attività in ambito Osservazioni della Terra



- Raccolta dati (ottici o a microonde) da sensori satellitari, da aereo, da pallone o da terra. Esecuzione di campagne di misura nazionali ed internazionali con sensori in-house

- Modellistica elettromagnetica diretta per la simulazione dei dati raccolti e loro interpretazioni

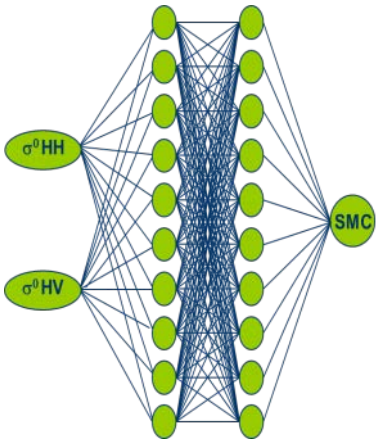


- Sviluppo di metodologie e algoritmi di inversione per la stima dei parametri fisici oggetto di studio (e.g. atmosfera: composizione chimica e temperatura; suolo: umidità e rugosità; vegetazione: biomassa agricolo-forestale; criosfera: spessore ed densità della neve)

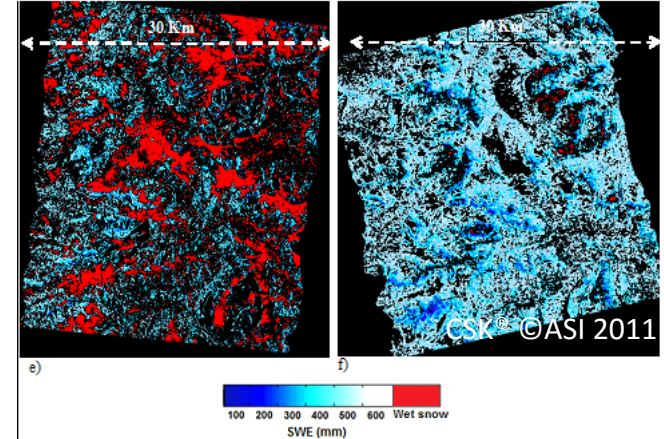
Progetti Nazionali e Internazionali in corso

- **ESA** (GNSS-R/GNSS, SAOCOM, DOMEX, COREH2O, SMOS+Cryosphere, MIPAS, KLIMA-IASI, PREMIER)
 - **JAXA** (IASI-GOSAT, GLIMPSE)
 - **NASA** (UWBRAD, ALLIGATOR)
 - **ASI** (HydroCosmo, AO-Cosmo)
-
- **EC** ([SIOS](#), [EU-Polarnet](#), AURORA (H2020))
 - **EUMETSAT** (SCA)
-
- **PNRA** (MASMEX, MAISARS)
 - **Ministero degli Esteri** (Argentina)
 - **Regione Toscana** (SWAMM, DIAST)

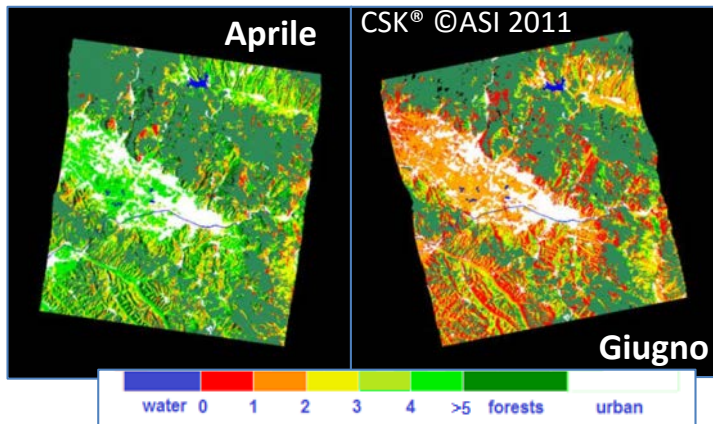
Gestione degli eventi alluvionali (esondazioni, valanghe, flash floods) tramite immagini SAR alta risoluzione (20m) (IFAC - Microwave Remote Sensing Group)



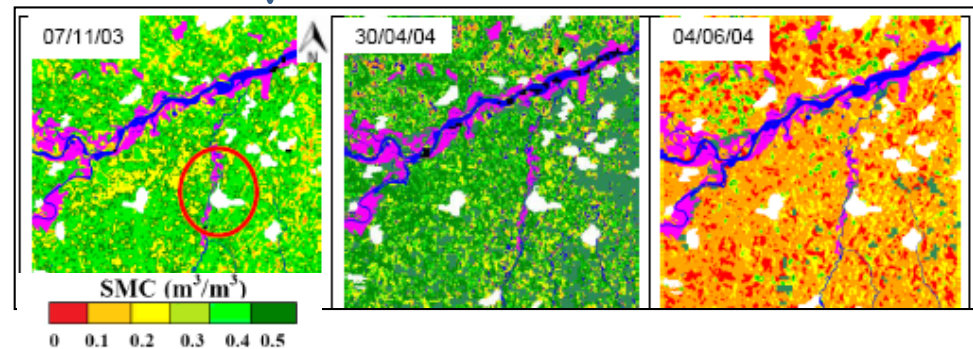
- MAPPE di**
- Spessore della neve (Cosmo-SkyMed)**
 - Biomassa agricola (Cosmo-SkyMed)**
 - Umidità del terreno (ENVISAT/Sentinel-1)**



Mappe alpine di SWE (snow water equivalent, in mm) @ 10 GHz con sensore **Cosmo-SkyMed**

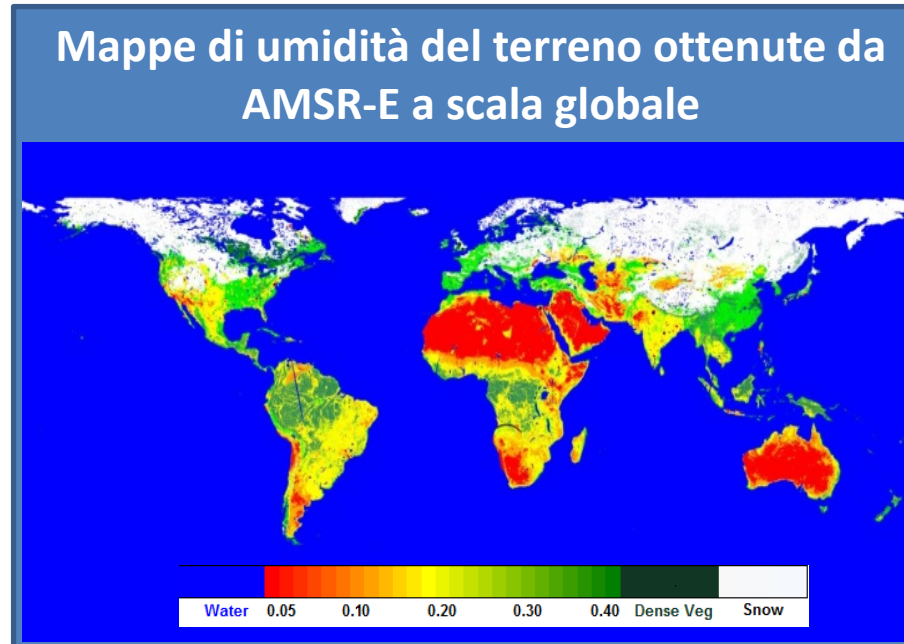
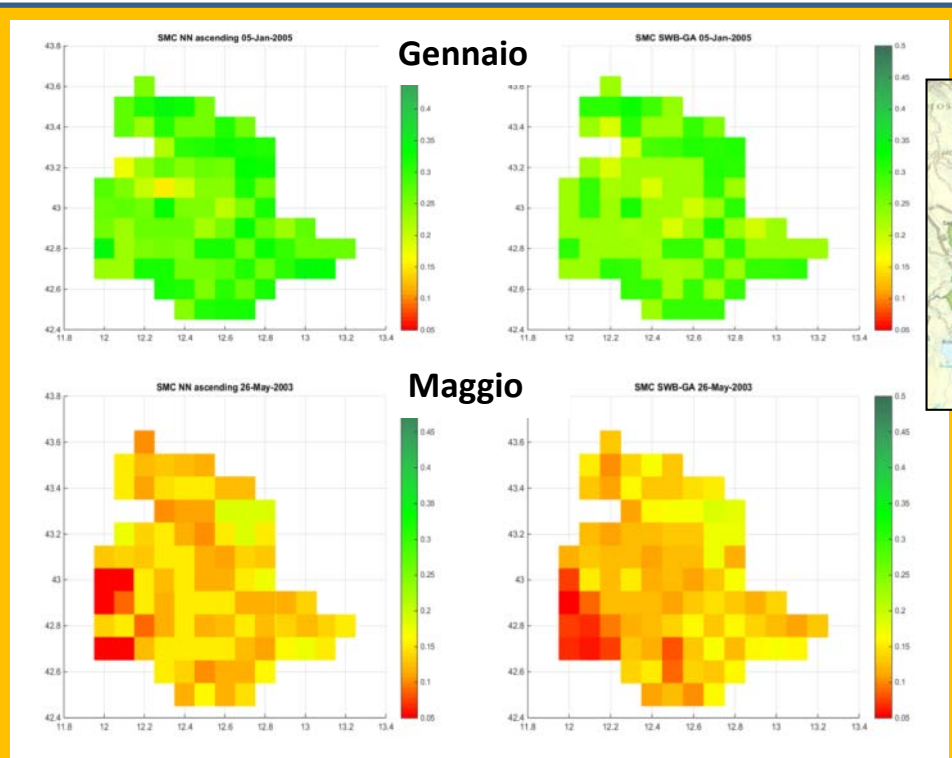


Mappe di biomassa (Plant Water Content, PWC in kg/m²) @ 10 GHz sull'area di Firenze con **Cosmo-SkyMed**



Mappe di umidità del terreno (SMC, m³/m³) @ 5 GHz sull'area di Alessandria ottenute con **ENVISAT**

Indagini sui cambiamenti climatici (desertificazioni, deforestazioni, alluvioni) a scala globale con radiometri a microonde satellitari a bassa risoluzione (10km) (IFAC - Microwave Remote Sensing Group)

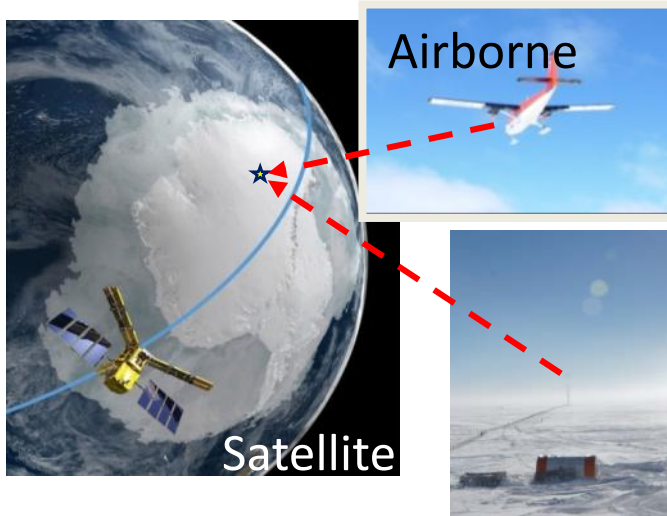


AMSR-E

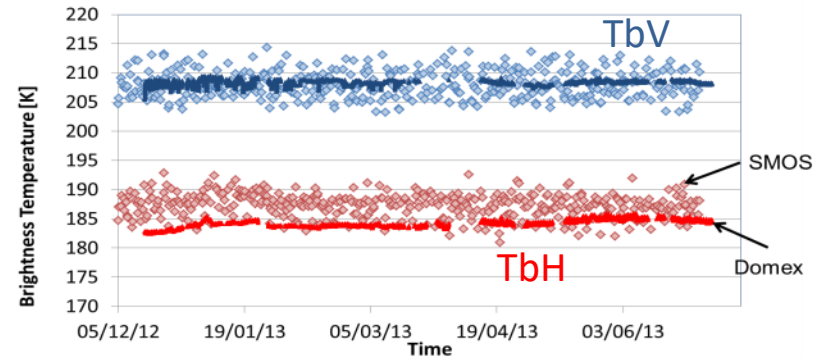
Hydrological model

Mappe di umidità del terreno dell'Umbria da dati AMSR-E (radiometro Nasa/Jaxa) ottenute con algoritmo a reti neurali, confrontate con modello idrologico

Monitoraggio Aree Polari con radiometri a MW: Attività di Cal/Val e Estrazione di parametri geofisici per studi climatici (IFAC – Gruppo di Studio della Criosfera)



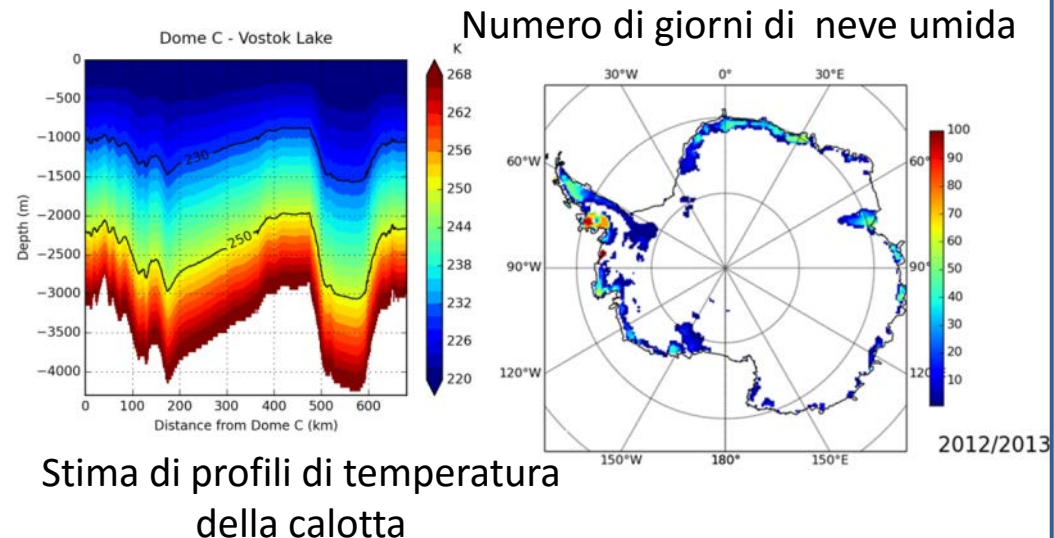
Calibrazione e Validazione di dati satellitari (sensore **ESA –SMOS** a MW) con misure a terra (Progetti: ESA (DOMEX) e PNRA @ Concordia) e da aereo



SX: Stima tramite dati satellitari del profilo di temperatura della calotta polare (dalla superf. alla base -3000m) per studi finalizzati al paleoclima.

Progetti: **ESA** (Cryosmos, GRAIS), **NASA** (UWBRAD), **PNRA**

DX: Prodotto con radiometro SMOS che rappresenta i giorni di neve umida, per studi sui cambiamenti climatici

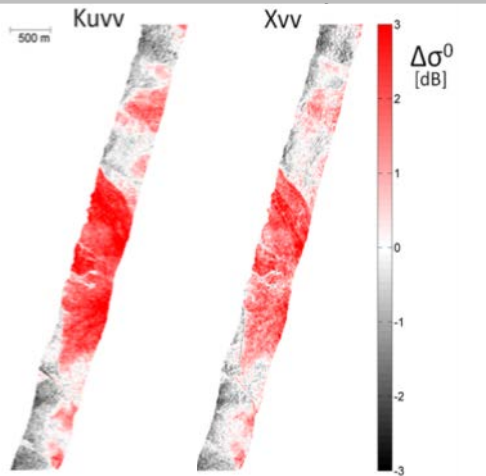


Studio della criosfera ad alta risoluzione a MW per lo sviluppo di nuove missioni satellitari

(IFAC – Gruppo di Studio della Criosfera)

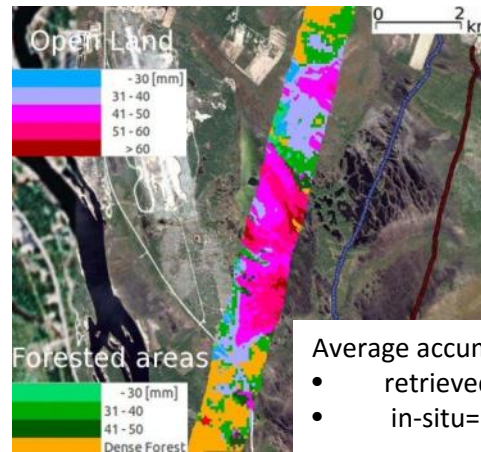
IFAC partecipa allo sviluppo di missioni future (ESA , NASA) per lo studio dei parametri della neve ad alta risoluzione mediante SAR multi – frequenza (progetti CoREH₂O)

SnowSAR σ^0 Difference
2 dates in February 2012



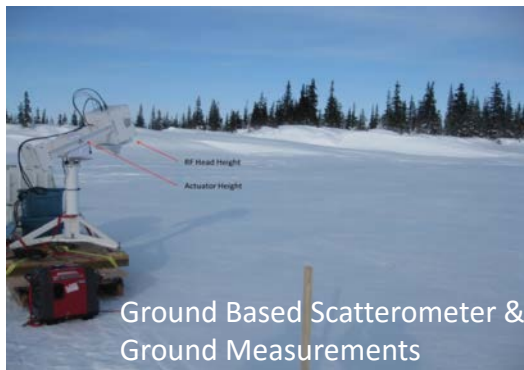
Retrieval Algorithm

Δ SWE - Snow
Accumulation Map



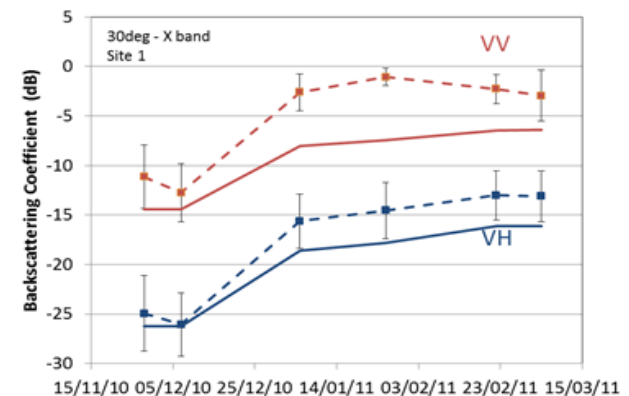
Average accumulation :
• retrieved= 37 mm
• in-situ= 41 mm

Esempio di stima della massa nevosa (SWE) ottenuto in area forestata utilizzando un SAR aereo multi-frequenza (Ku, X / VV, VH polarization) in Northern Finland (Sodankylä, Finland)



Ground Based Scatterometer & Ground Measurements

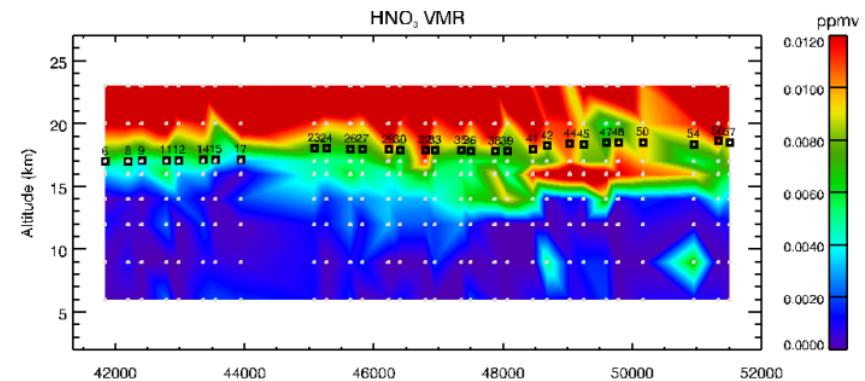
Lago ghiacciato e coperto da neve in Canada: campagna di misure con scatterometro Ku/X e modellizzazione della risposta radar



Sviluppo di modelli diretti e inversi del trasferimento radiativo in atmosfera per *retrieval* di parametri geofisici di composizione chimica e temperatura dell'atmosfera (IFAC – Gruppo Atmosfera)

Il Gruppo Atmosfera di IFAC:

- é leader dal 1995 del consorzio per lo sviluppo del codice scientifico, impiegato da ESA per realizzare il processore operativo delle misure di MIPAS/ENVISAT (FTS nel MIR per misure al lembo di composizione e temp. per lo studio di ozono stratosferico e cambiamenti climatici)
- ha sviluppato il codice di inversione delle misure da aereo stratosferico dello spettrometro MARSCHALS nella regione dei mm, per analisi di comp. chimica e temp. al lembo (dimostratore dell'analogo strumento che sarà impiegato nella missione PREMIER, candidata per Earth Explorer 7 di ESA).
- ha sviluppato codici di inversione per l'analisi di misure a nadir da satellite (IASI/METOP) e da pallone stratosferico (REFIR-PAD) nel medio e nel lontano infrarosso rispettivamente.

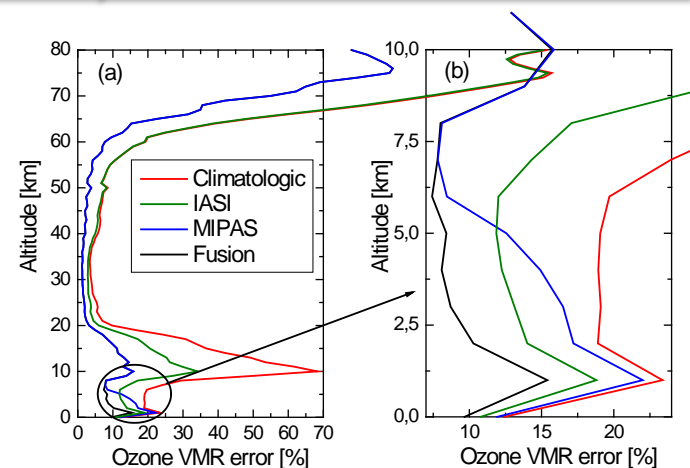


Sviluppo del codice MARC per ricavare T, O₃, HNO₃, H₂O, N₂O e CO dalle misure di MARSCHALS. Cross-section di HNO₃

Sviluppo di algoritmi e procedure innovative per la fusione di dati da misure simultanee e indipendenti di sondaggio remoto dello stesso *target* atmosferico (IFAC – Gruppo Atmosfera)

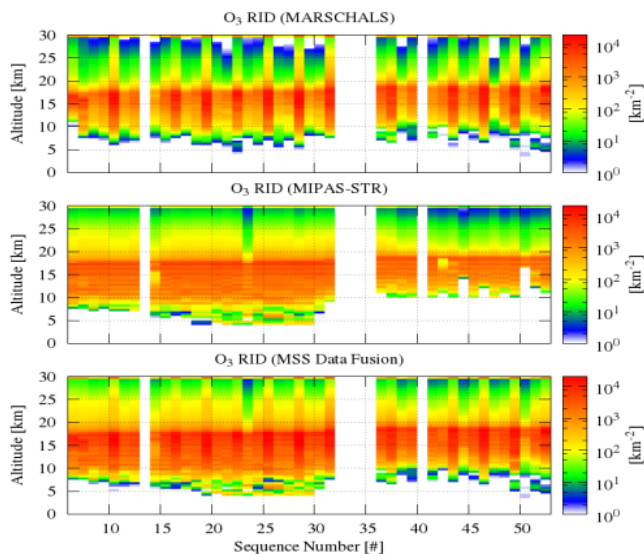
- Gli algoritmi di fusione dati sono importanti per sfruttare la sinergia di strumenti che operano in regioni spettrali (e.g. MIR e millimetrico), con geometrie di osservazione diverse (e.g. limb sounding and nadir) e con sensibilità complementari.

Es: drastica riduzione dell'errore sulla misura dell'ozono a bassa quota con la fusione dei dati di IASI e MIPAS



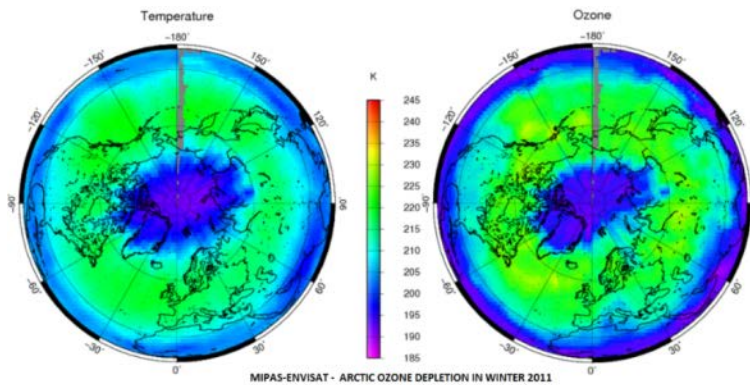
- Studi teorici per l'identificazione di parametri che valutano il CONTENUTO DI INFORMAZIONE e la QUALITA' delle misure atmosferiche

Cross-section del parametron RID (Relative Information Distribution) PER I DATI DI Ozono dalle misure da aereo di MARSCHALS, di MIPAS-STR e dai prodotti di fusione dei due dataset.

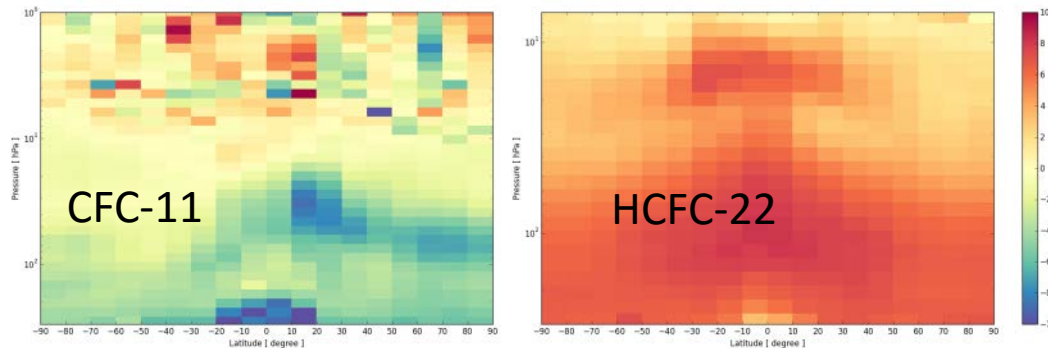


analisi e interpretazione di misure di sondaggio remoto per lo studio delle forzanti climatiche, dell'ozono qualita' dell'aria (IFAC – Gruppo Atmosfera)

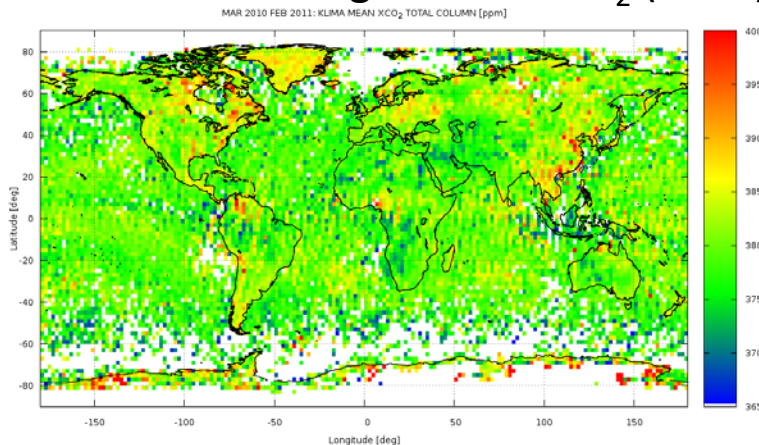
MIPAS: anomalous very low temperatures and ozone hole in Arctic 2011 winter



MIPAS CFC-11 & HCFC-22: Trend annuali medi (2002-2011) in funz. di latitudine e quota



IASI: sondaggio remoto della colonna totale media di gas serra - CO₂ (2010)



Prog. AURORA (call H2020 Space 2014-15)

Studio dell'ozono troposferico sfruttando la sinergia dei dati delle Sentinelle atmosferiche 4 (geostaz.) e 5 (eliosincr.) di Copernicus. Realizzazione dell'infrastruttura per la gestione dati e la fornitura prodotti avanzati (ozono a basse quote e radiaz. UV al suolo)

Rappresentanze in Gruppi & Comitati Nazionali ed Internazionali

- CNR (Cortesi - Gruppo di Lavoro Spazio DTA)
- ASI (Cortesi – Comitato consultivo a supporto delle valutazioni scientifiche di attività OT in ambito ESA; Cortesi - Gruppo di Lavoro OT)
- SPINIT - (IFAC - Piattaforma tecnologica Spaziale Italiana)
- CTNA (R.Pini - Cluster Tecnologico Nazionale Aerospazio per Reg. Toscana)
- FORTIS (R.Pini – Distretto Regionale Toscano Spazio)

- NEREUS (IFAC - Network of European Regions Using Space Technologies)
- WMO – GCW - (G. Macelloni)
- ESA (Cortesi - MAG Sentinel-4/-5; Raspollini, Ceccherini – Quality Working Group MIPAS; Del Bianco, Cortesi - Science and Data Users Team CARBONSAT; G.Macelloni - CoReH2O)
- EC COST (G. Macelloni)
- EC-ESA Artic Group (G. Macelloni)
- JAXA (S. Paloscia – Science Team GCOMW/AMSR2)
- NASA (S. Paloscia - Science Team SMAP)

Thank you!

**Greetings to you and to
Marco Brogioni and Valentina Raimondi
@ Antarctica**

