

Stato della ricerca: Prospettive nelle Geoscienze

F. Cairo (1), L. Paciucci (2), P. Carlucci (1),
U. Cortesi (3), S. Perna(4)

Consiglio Nazionale delle Ricerche

(1) Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima

(2) Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti

(3) Istituto di Fisica Applicata

(4) Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente



SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche

Roma, Casa dell'Aviatore

22 febbraio 2022

Satelliti ad Orbita Bassa (LEO)



Orbite tra i 1000 e i 160 km

Più orbite al giorno consentono una copertura globale

Alta risoluzione spaziale

**È possibile coprire gran parte dello spettro E.M. (incluso MW)
con una risoluzione spettrale elevata**

Consente misurazioni attive (ad esempio radar, lidar)

Hanno pochi minuti di tempo di osservazione sull'obiettivo

Tempo di rivisitazione relativamente lungo

Campionamento temporale non utile per nowcasting



SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche

Roma, Casa dell'Aviatore

22 febbraio 2022

Satelliti Geostazionari



Hanno una quota fissa di 35 786 km.

Ampia copertura e discreta risoluzione spaziale e temporale.

Consentono la misurazione continua sull'obiettivo.

Le orbite sono equatoriali.

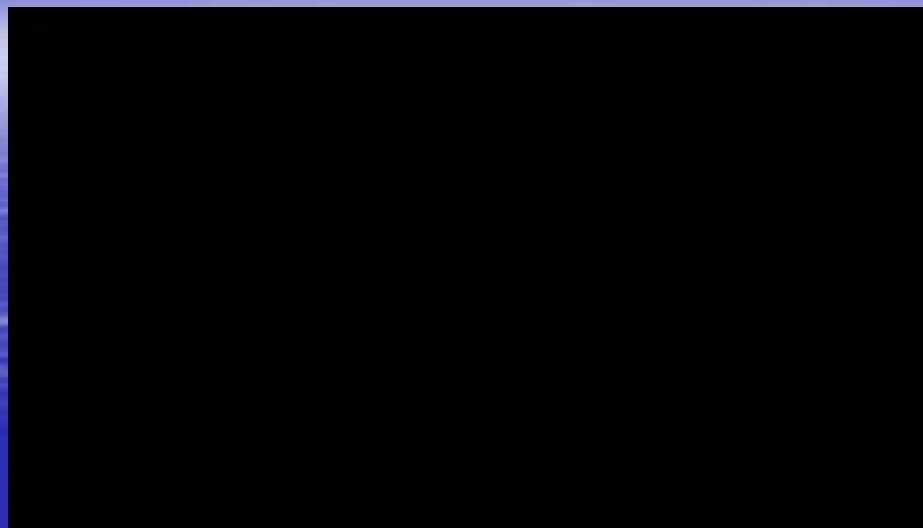
Necessità di una costellazione di satelliti per coprire l'intero globo.

Alcune parti importanti dello spettro EM non possono essere osservate e i canali sono generalmente ampi.

Non adatti per osservare le regioni polari.



Aerei Stratosferici



Alta risoluzione verticale e orizzontale
Possibilità di manutenzione dello strumento
Sviluppo della missione: mesi per gli aerei, anni per i satelliti

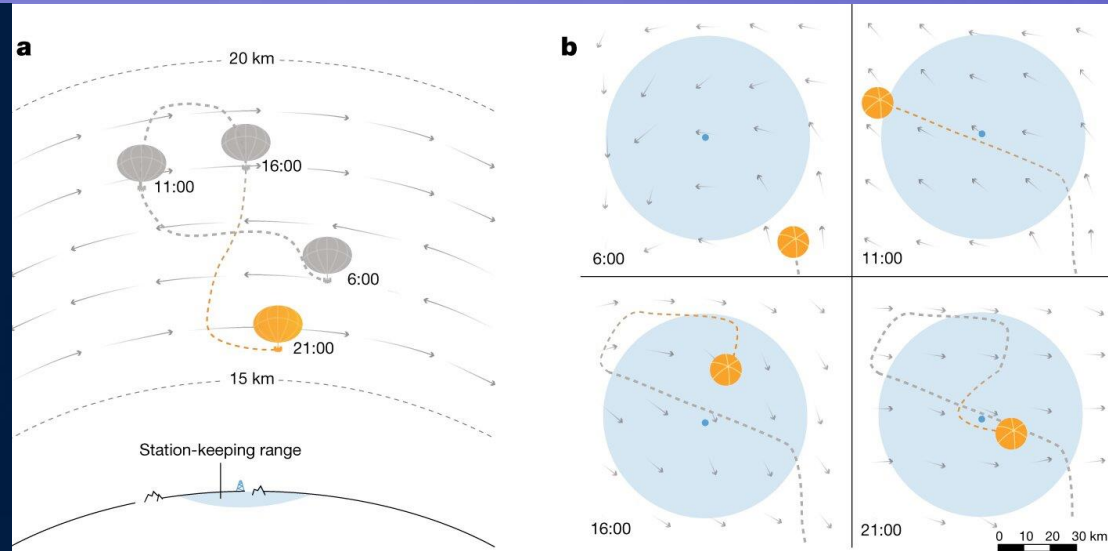
Copertura sub-sinottica, poche ore di tempo di osservazione sull'obiettivo

Poche e costose le piattaforme disponibili (NASA)
Obsolescenza delle piattaforme esistenti



SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche
Roma, Casa dell'Aviatore
22 febbraio 2022

Palloni Stratosferici



Connessione Internet Loon in Kenya.

Trentacinque palloni aerostatici a coprire 50.000 km²

Ai Pros degli aerei si aggiunge un costo di campagna relativamente modesto.

Ai Cons degli aerei si aggiungono limiti di peso e potenza dei payload, e difficoltà di determinazione della loro traiettoria.



SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche
Roma, Casa dell'Aviatore
22 febbraio 2022

High Altitude Platform Stations (HAPS)

Nuova capacità per le Scienze della Terra

Misure sull'obiettivo in persistenza e prossimità.

Altissima risoluzione verticale e orizzontale.

Copertura subsinottica

Possibilità di manutenzione dello strumento

Sviluppo della missione: mesi

L'approccio competitivo più vicino (costellazioni di CubeSat con revisit times di minuti) non permette payload di dimensioni e pesi significativi, non permette il servicing strumentale, fornirebbe risoluzioni spaziotemporali minori.

Grande potenziale per colmare le lacune tra le osservazioni dalle piattaforme esistenti e per fornire una dimostrazione rapida di futuri sensori satellitari



**Molti campi di ricerca possono beneficiare di simile
piattaforma osservativa:**

Processi nella alta Troposfera e bassa Stratosfera

Bilancio della radiazione terrestre

Ciclo dei Gas Serra

Qualità dell'aria

Ecosistemi e clima

Ciclo dell'acqua

Geofisica

**Monitoraggio dell'ambiente umano e dei suoi
manufatti**



SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche

Roma, Casa dell'Aviatore

22 febbraio 2022

Processi nella alta Troposfera e bassa Stratosfera

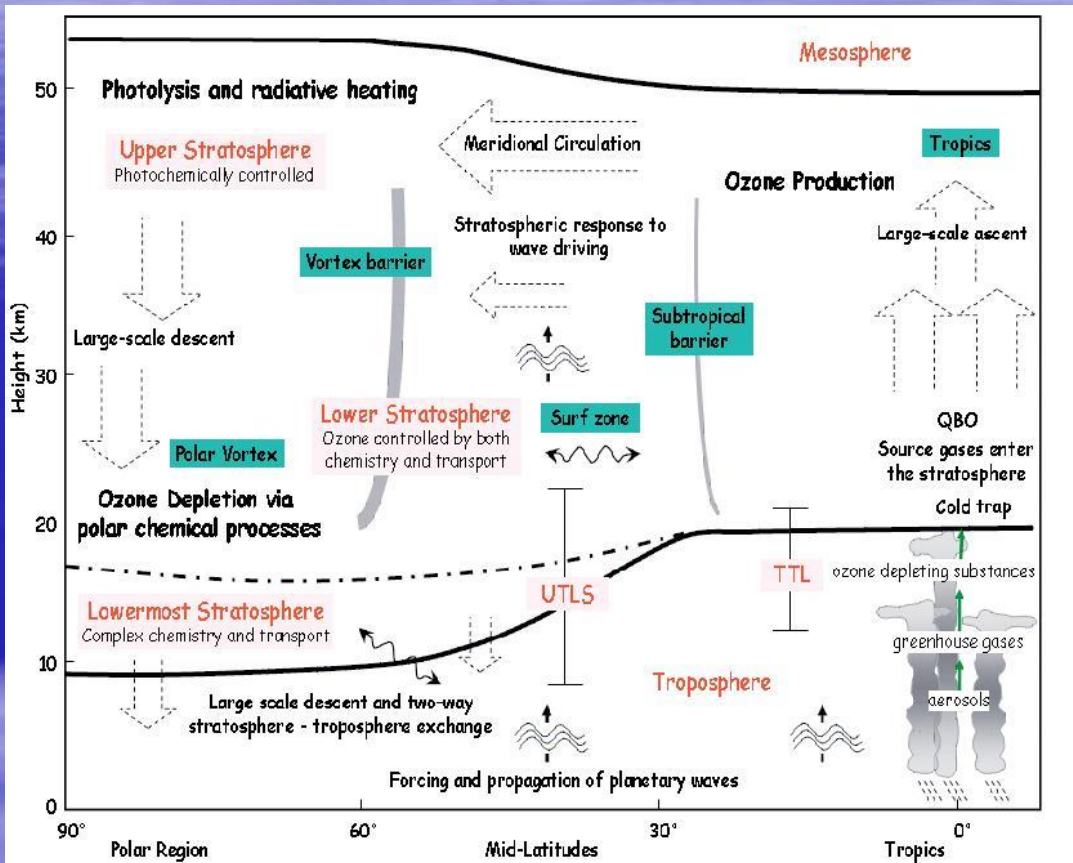


Strato di Junge dopo eruzione Mt. Pinatubo

- Permeabilità delle barriere dinamiche subtropicali e polari
 - Intensità della circolazione di Brewer Dobson
- Scambio stratosfera-troposfera
- Fotochimica e processi chimici
 - Processi polari
- Aerosol e nubi di alta quota



Processi in Alta Troposfera – Bassa Stratosfera



Eyring et al., 2005

Processi critici UTLS possono essere affrontati con misurazioni in situ ad alta risoluzione di specie chiave, variabili dinamiche e radiative, accessibili tramite HAPS di lunga durata.



Gas a effetto serra (GHG)

Per prevedere le tendenze future nel ciclo globale del carbonio è essenziale:

Determinare sorgenti e pozzi di GHG ed in particolare di CO² e CH⁴.

Migliorare le misurazioni del profilo del vapore acqueo e comprenderne i feedback.

La HAPS consentirebbe osservazioni più precise, con tempi di integrazione molto più lunghi delle misurazioni satellitari e potendo seguire la variabilità intradiurna delle specie osservate.



Bilancio radiativo Terrestre (ERB)

- Misurazioni dell'albedo superficiale della Terra con le sue proprietà di diffusione bidimensionale
 - Misurazioni di aerosol e nuvole con il loro contributo all'effetto serra e all'albedo al top dell'atmosfera
 - Misurazioni della composizione atmosferica e del suo effetto serra
 - Monitoraggio e studio del ciclo dei GHG

Una HAPS può:

Operare a un'altitudine vicina alle condizioni al contorno dei processi radiativi

Acquisire misurazioni coincidenti con quelle degli strumenti satellitari esistenti

Spostandosi, acquisire dati sulle proprietà 2D e sulla variabilità temporale dell'albedo superficiale della Terra

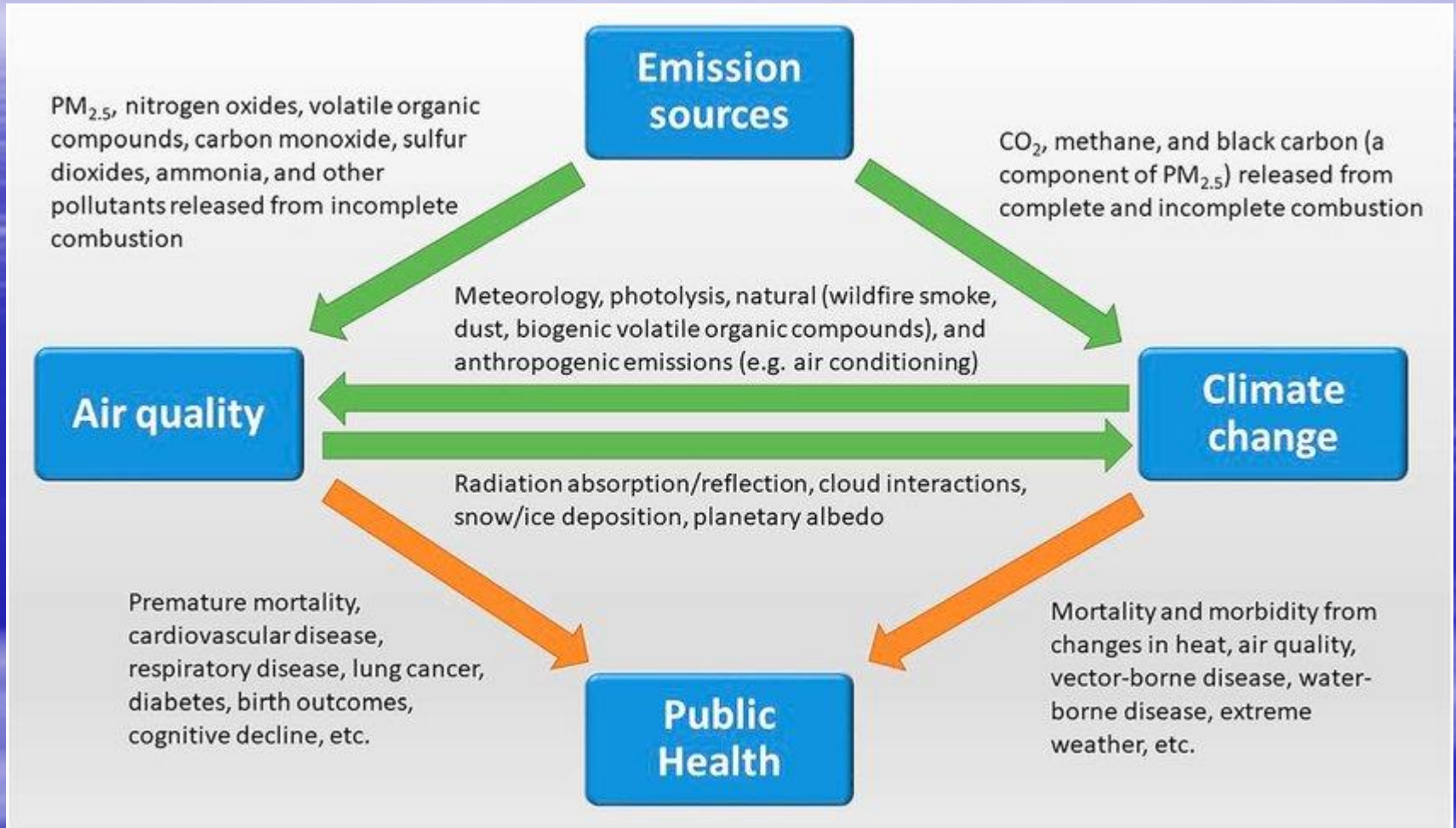


SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche

Roma, Casa dell'Aviatore

22 febbraio 2022

Air Quality



AIR QUALITY

Qualità dell'aria e clima sono fortemente interconnessi: Gli inquinanti modificano la composizione atmosferica e influiscono gravemente sulla qualità dell'aria a scala locale e regionale con variabilità temporali giornaliere, ma influiscono anche sul clima: gli aerosol modificano l'equilibrio radioattivo della Terra e la vita atmosferica dei gas serra (GHG); inoltre influiscono sugli ecosistemi e sulla produttività dell'agricoltura

Da sensori montati sulla HAPS potranno effettuarsi misure di profilo aerosol, profilo di concentrazione di Ozono densità di colonna di Biossido di Azoto, Formaldeide, Ossido di Carbonio...

La HAPS permette di effettuare tali misure ad alta risoluzione e con continuità durante il ciclo diurno, in aree con diversi livelli di inquinamento



Ecosistemi

**Tasso fotosintetico dell'ecosistema
e la sua relazione con il cambiamento climatico**

**Comportamento del suolo e monitoraggio della modificazione
del suo comportamento**

**Monitoraggio della capacità di stoccaggio del carbonio degli
ecosistemi**

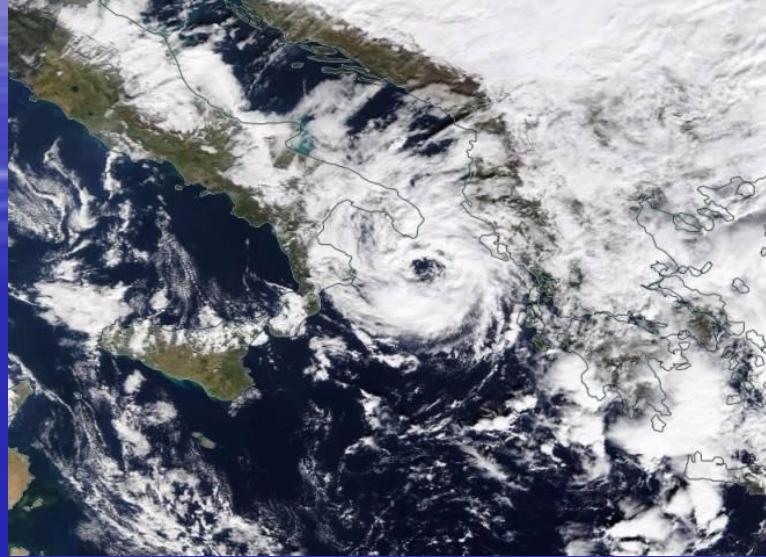
**Validazione delle misure satellitari iperspettrali con
misure ad alta risoluzione che non sono fattibili dallo
spazio.**

Monitoraggio degli ecosistemi durante tutto il ciclo diurno.



Meteorologia e nowcasting

Studio e monitoraggio di eventi meteo estremi



Il Mediane Numa in uno scatto satellitare del 18 Novembre 2017

Radar, radiometri a microonde, lidar, possono essere montati su un HAPS permettendo lo studio e il monitoraggio real time degli eventi meteo. La continuità delle misurazioni consente il nowcasting e migliorerebbe la previsioni a breve termine



SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche
Roma, Casa dell'Aviatore
22 febbraio 2022

Le precipitazioni sono il processo fisico chiave che collega il tempo, il ciclo idrologico e il clima.

Le questioni chiave sono:

Valutare la capacità di diversi tipi di particelle di agire come CCN e IN in funzione della loro dimensione, origine e storia della massa d'aria

Valutare l'influenza dell'aerosol antropogenico sulla microstruttura delle nuvole in diverse aree

Studiare la natura e lo sviluppo di tempeste pericolose

Quantificare il ruolo delle neviccate nel ciclo dell'acqua alle alte latitudini



Radar, radiometri a microonde, lidar, sono lo strumento principale per affrontare questi problemi da una piattaforma di alta quota.

Possono essere ospitati su un HAPS, la loro lunga durata consente lo studio dei sistemi di nubi seguendo il loro ciclo di vita su aree molto grandi

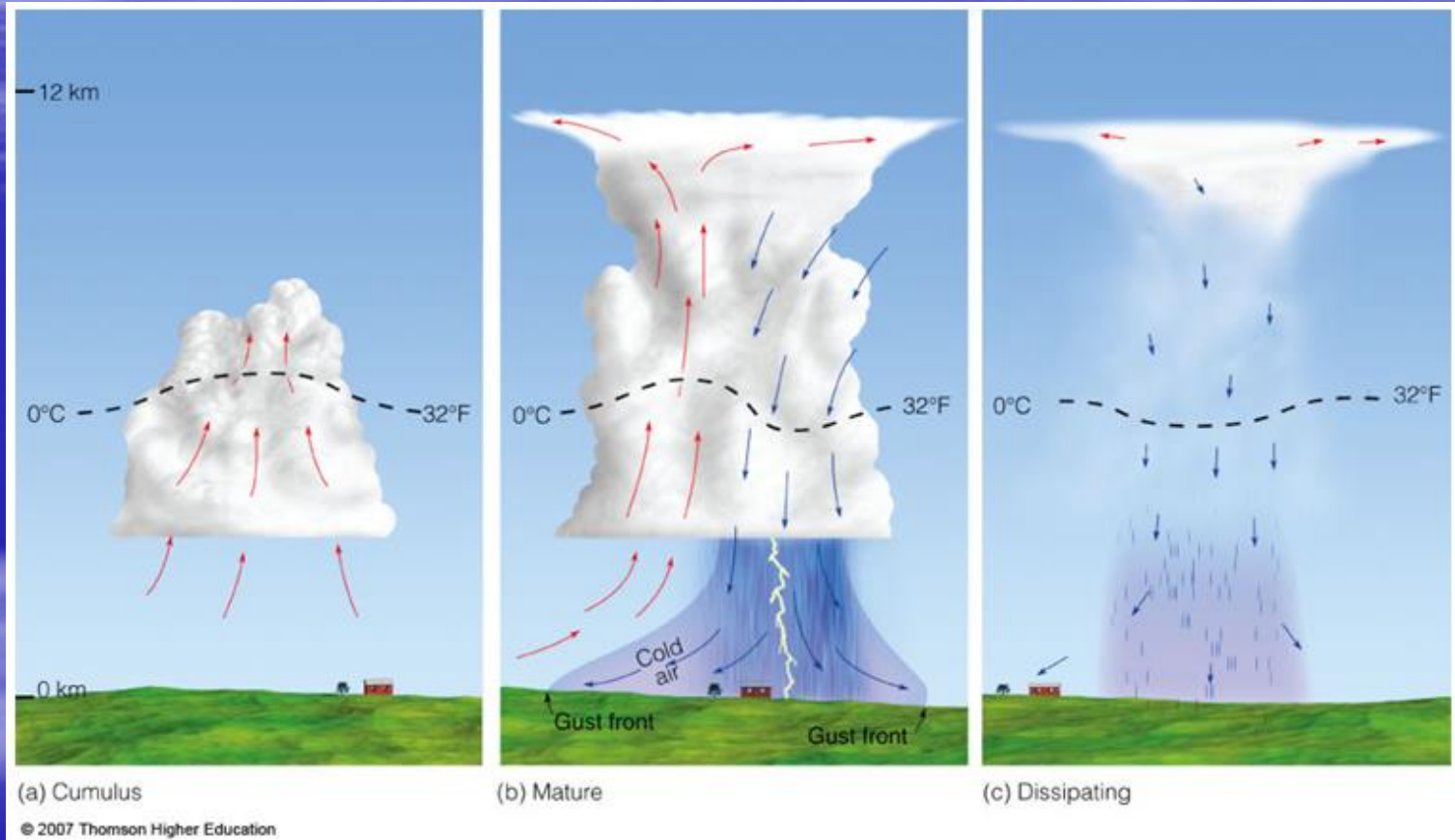


Image courtesy of Thomson Higher Education

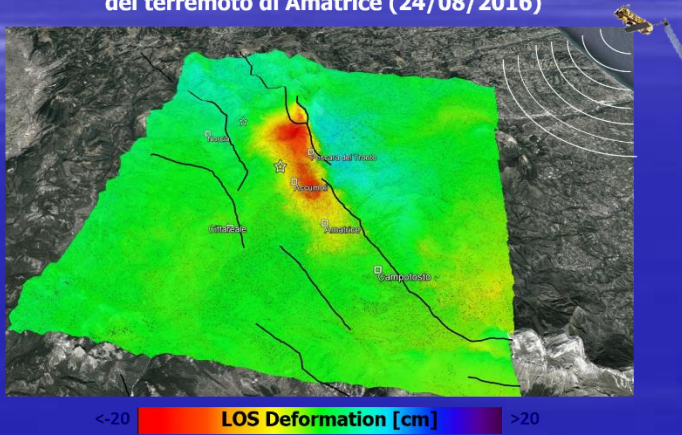


Synthetic Aperture Radar (SAR)

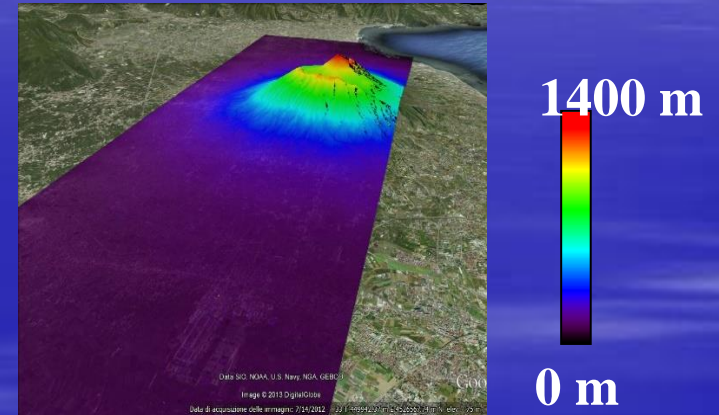
Osservazione in persistenza

Monitoraggio di fenomeni sismici

Analisi DInSAR satellitari delle deformazioni del suolo a seguito del terremoto di Amatrice (24/08/2016)

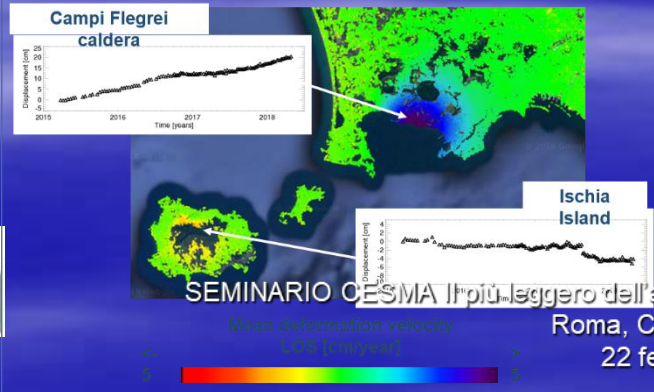


Modelli Digitali di Elevazione (DEM)



Monitoraggio di fenomeni di subsidenza

Napoli bay (South Italy)



Monitoraggio di strutture urbane



Possibilità di impiego duale per

Controllo del territorio

Sorveglianza dei confini

Sicurezza delle comunicazioni

Analisi delle emissioni E.M.



**La disponibilità di una piattaforma con una
combinazione unica di capacità offre nuovi
potenti mezzi di indagine per le Geoscienze,
oltre ad importanti applicazioni per la sicurezza**

Grazie per l'attenzione



SEMINARIO CESMA Il più leggero dell'aria – Dai dirigibili alle piattaforme stratosferiche
Roma, Casa dell'Aviatore
22 febbraio 2022