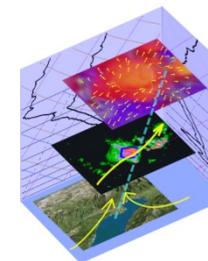




Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Home Affairs FDHA
Federal Office of Meteorology and Climatology **MeteoSwiss**



I temporali estivi nella regione alpina e la loro previsione: limiti e potenziali

MeteoSwiss - EUMETSAT

Luca Nisi

Contributi: M. Gaia, I. Giunta, P. Ambrosetti, L. Panziera

Incontro Amici della meteorologia, Bellinzona 20.09.2011

Sommario

- Introduzione
- I temporali: caratteristiche e classificazione
- Fenomeni convettivi nella regione alpina
- La previsione dei temporali
 - Motivazione
 - Challenges
 - Nowcasting a MeteoSvizzera
- Sistemi Nowcasting del presente e del futuro
 - Integrazione dei dati
 - L'approccio di COALITION
 - Outlook e conclusioni



Il temporale ...

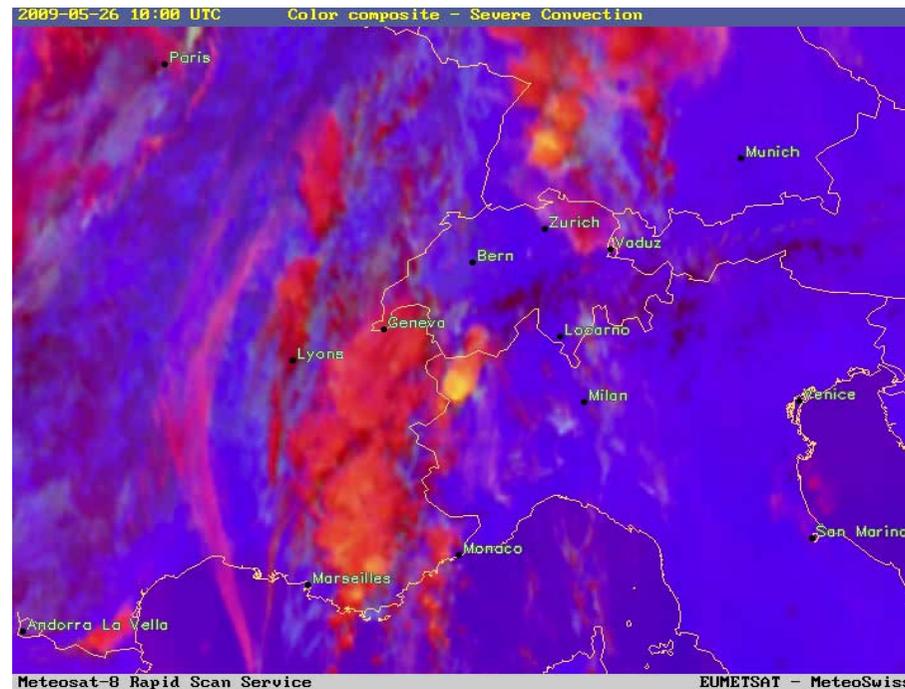
- è uno dei fenomeni meteorologici più intensi delle nostre regioni
- si sviluppa in situazioni di instabilità atmosferica
- è accompagnato da:
 - fulmini
 - raffiche di vento associate a forti correnti ascensionali e discendenti (→ turbolenze)
 - rovesci, grandine





Condizioni indispensabili per lo sviluppo di un temporale

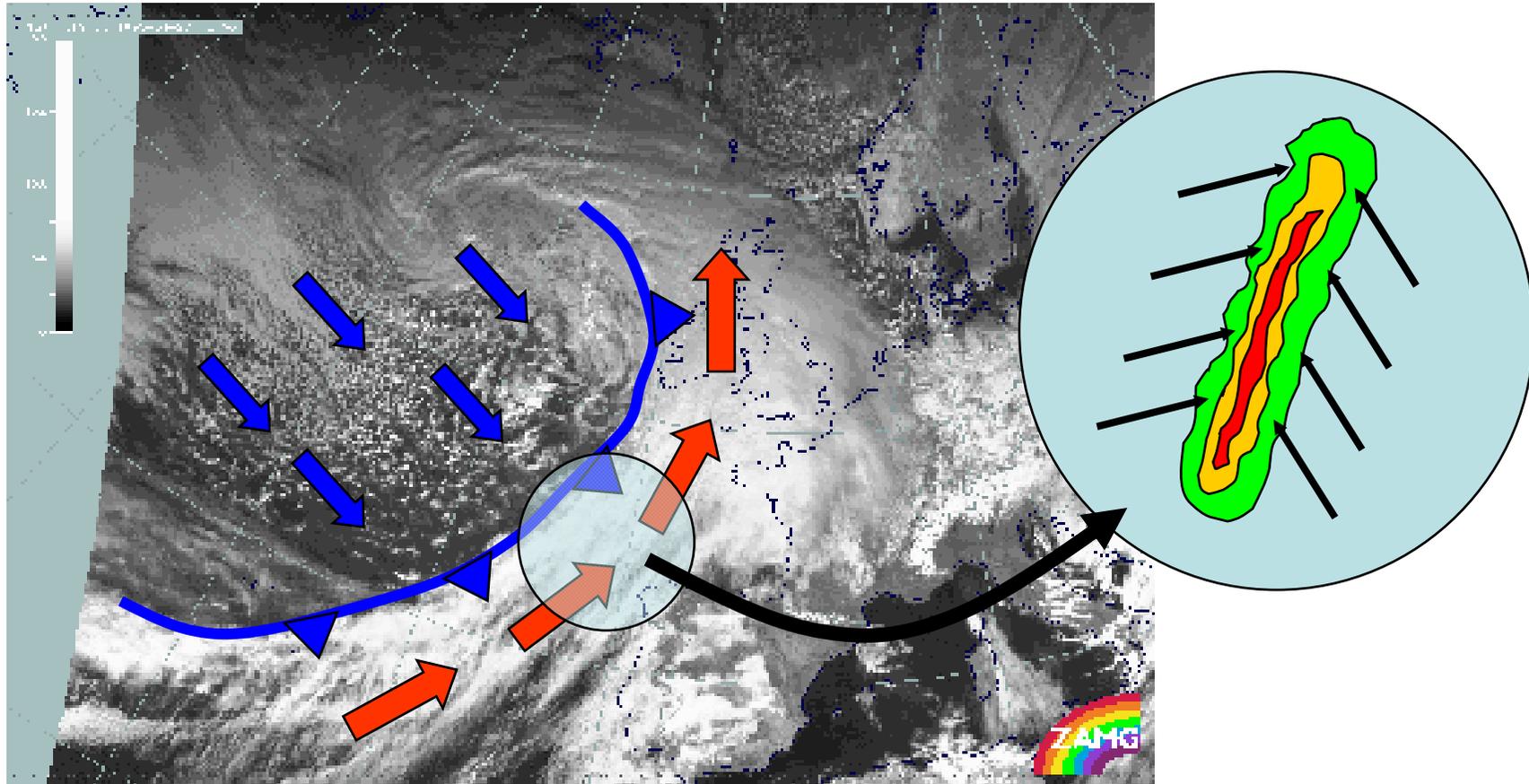
- Instabilità atmosferica
- Sufficiente umidità atmosferica
- Meccanismo di innesco (triggering)



Prodotto satellitare “Severe Convection”,
Meteosat Second Generation



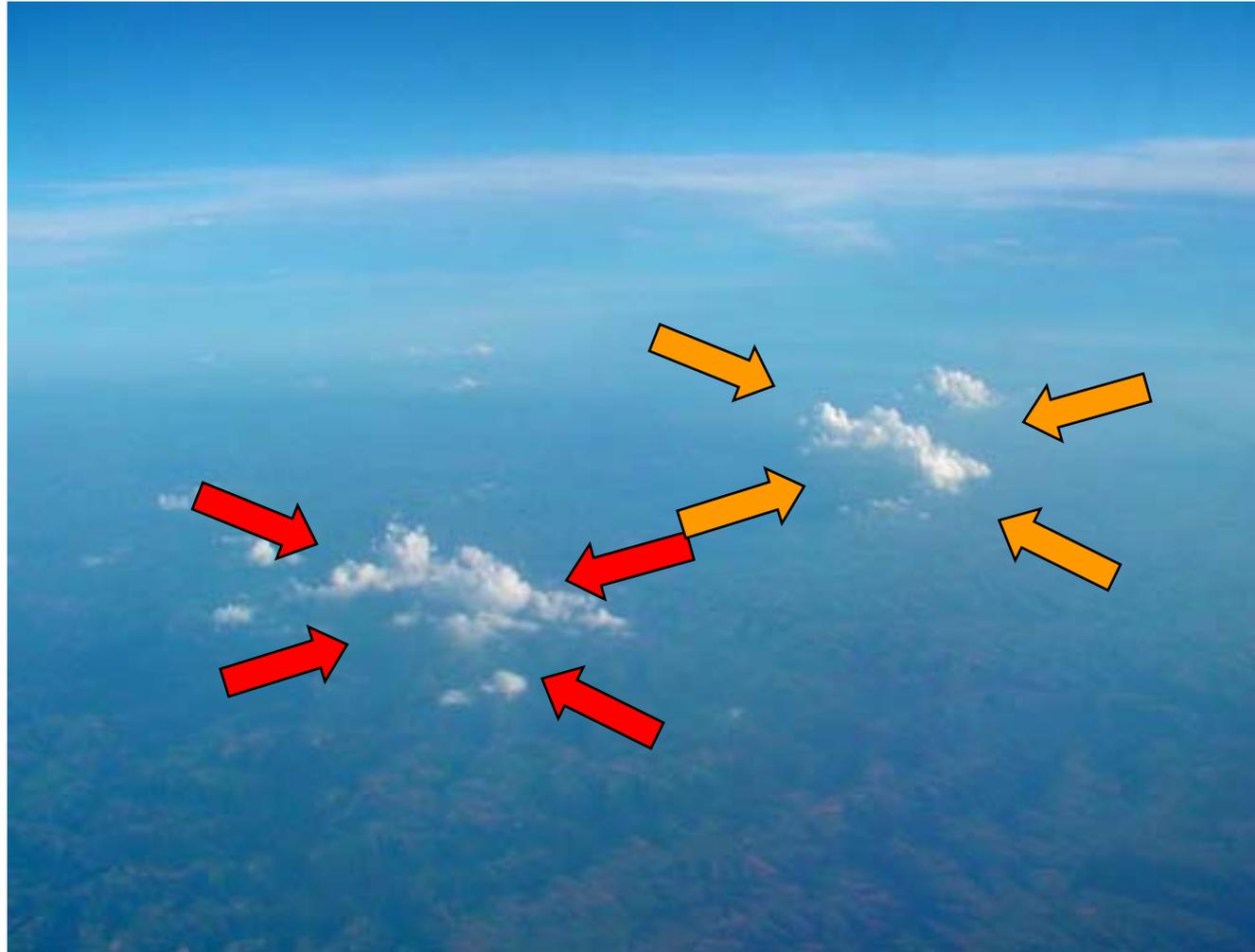
Triggering sinottico (convergenza frontale o pre-frontale)



27.01.95 - VIS

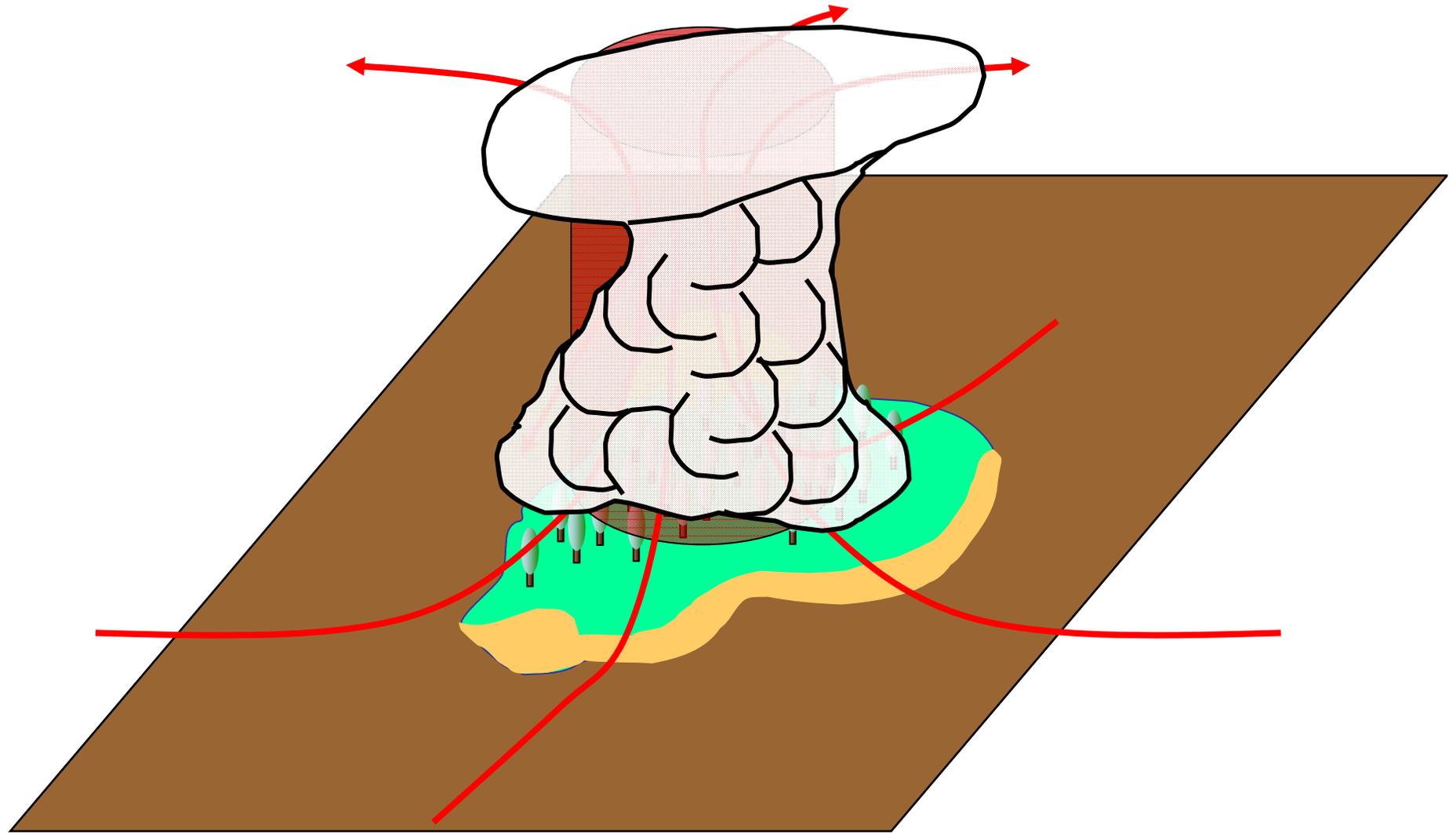


Triggering termico



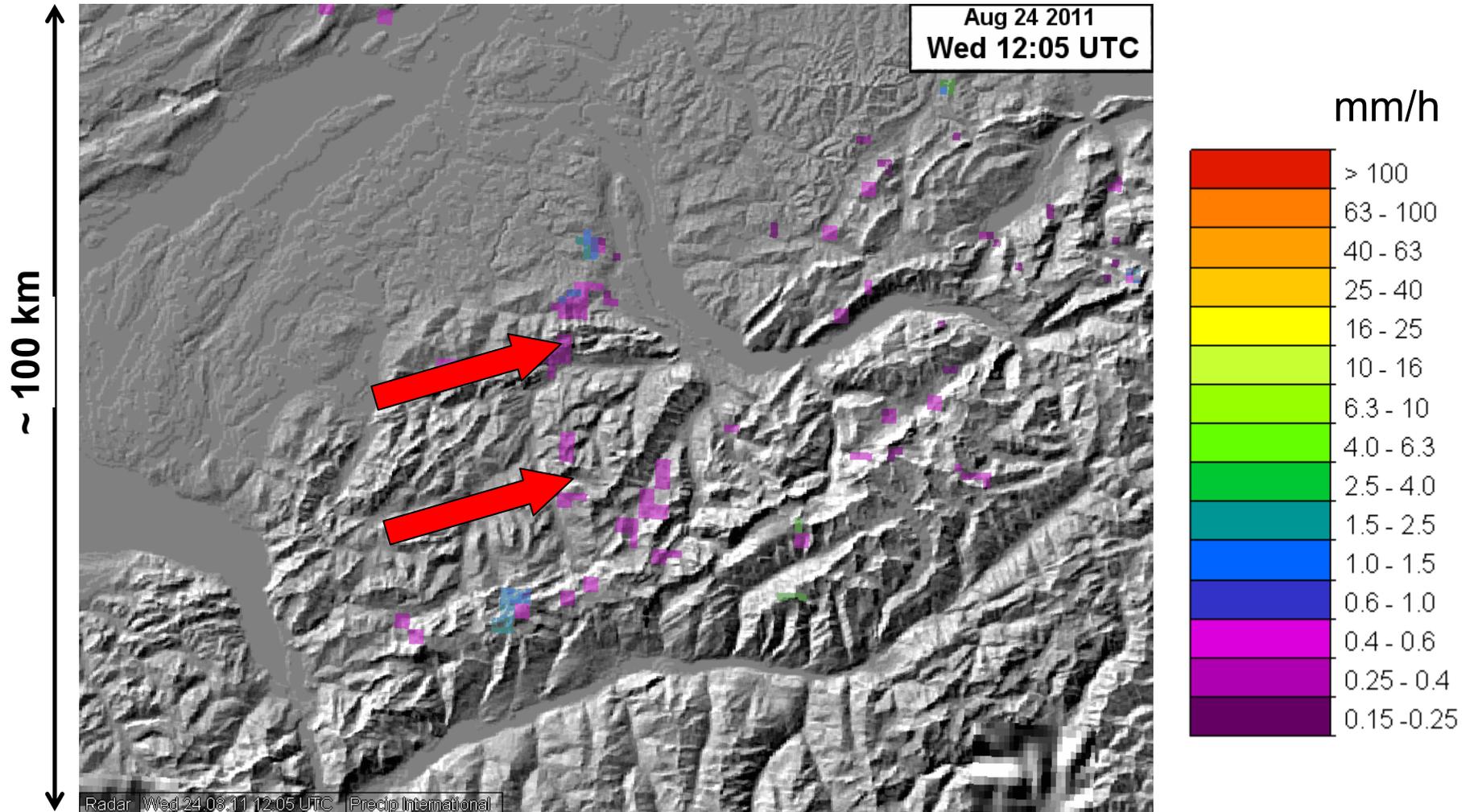


Triggering orografico





Triggering orografico



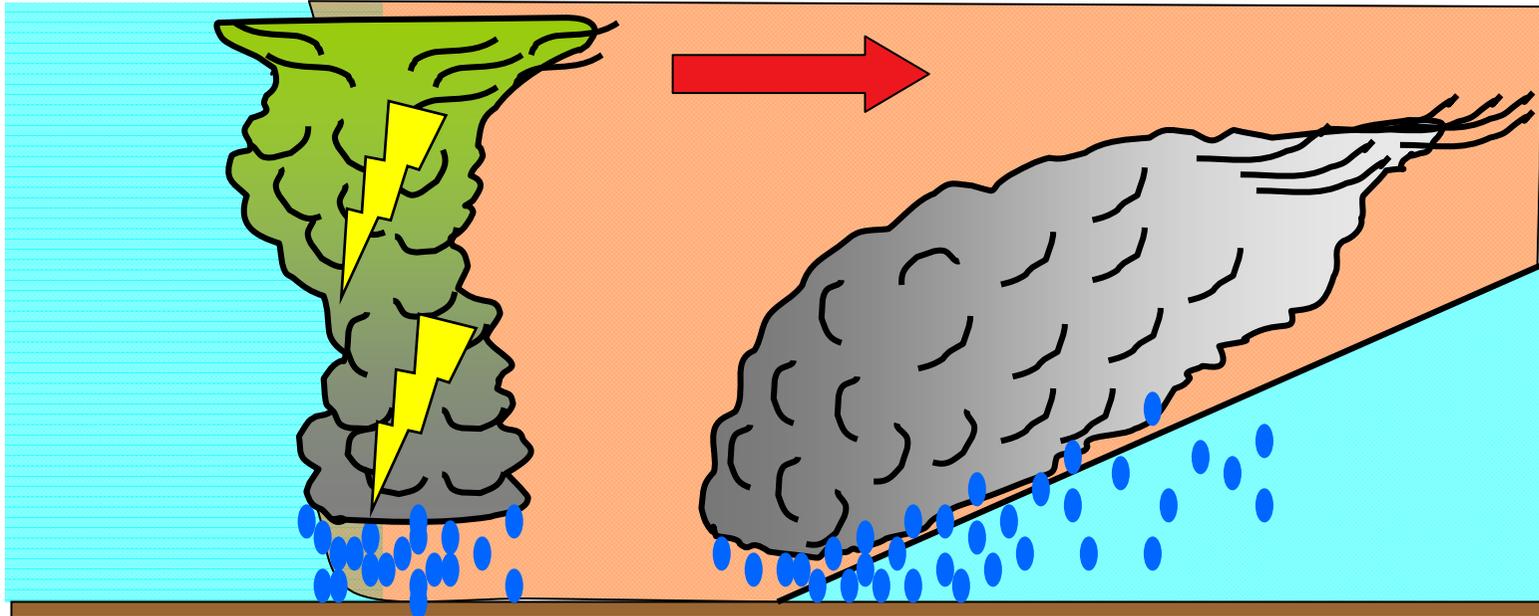


Temporalali tipici in Svizzera

- **Frontali**: organizzati, non seguono il ciclo diurno, possibili anche fuori dal periodo estivo
- **Termici**: localizzati (convergenze al suolo), seguono il ciclo diurno ma possono estendersi anche nella notte, solo nel semestre estivo (aprile / ottobre)
- **Da instabilità in quota**: non sempre organizzati, non seguono il ciclo diurno

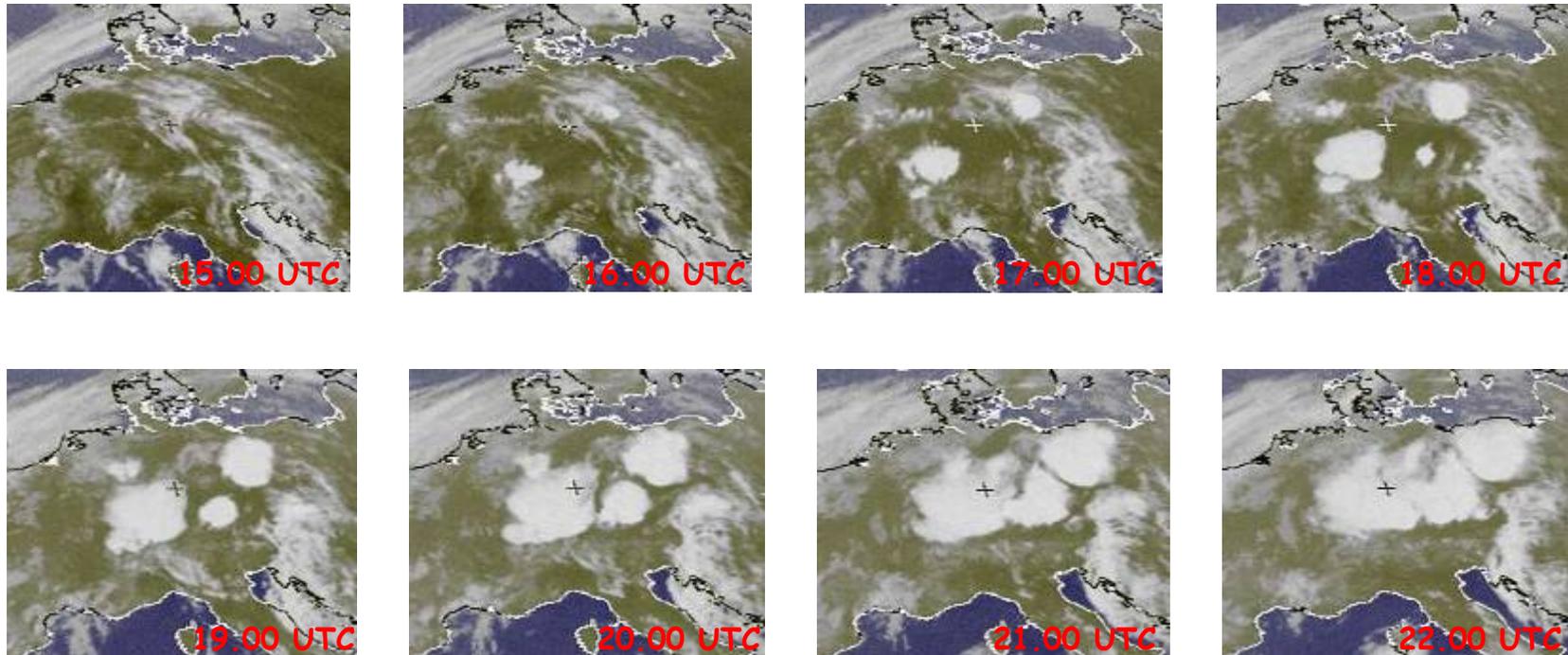


Passaggio frontale – fronte freddo





Temporali termici (→ spesso isolati)

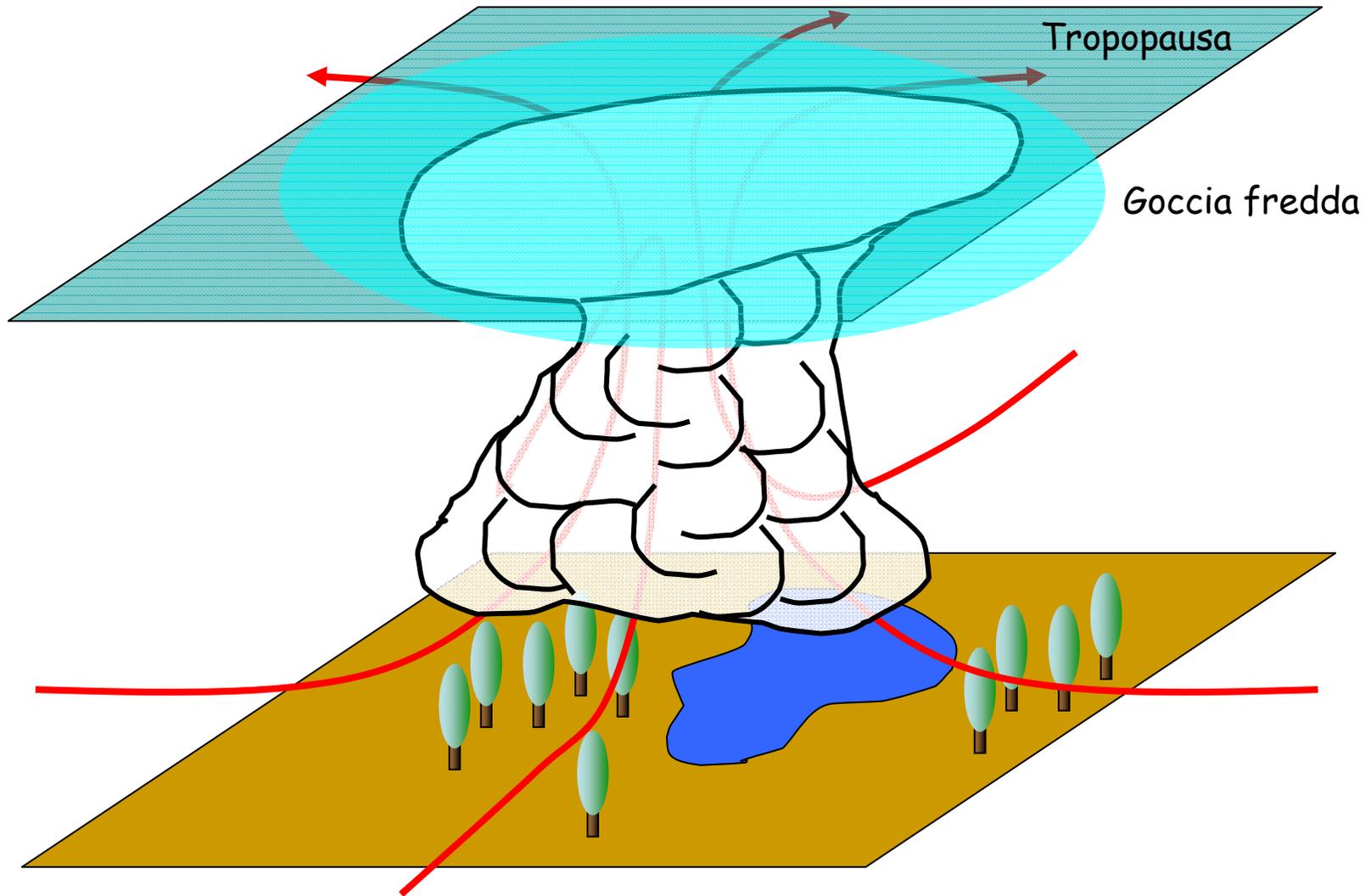


Immagini Meteosat IR, 08.05.2003

Temperature al suolo fino a 30 °C, punto di rugiada fino a 15 °C, a 500 hPa -19°C

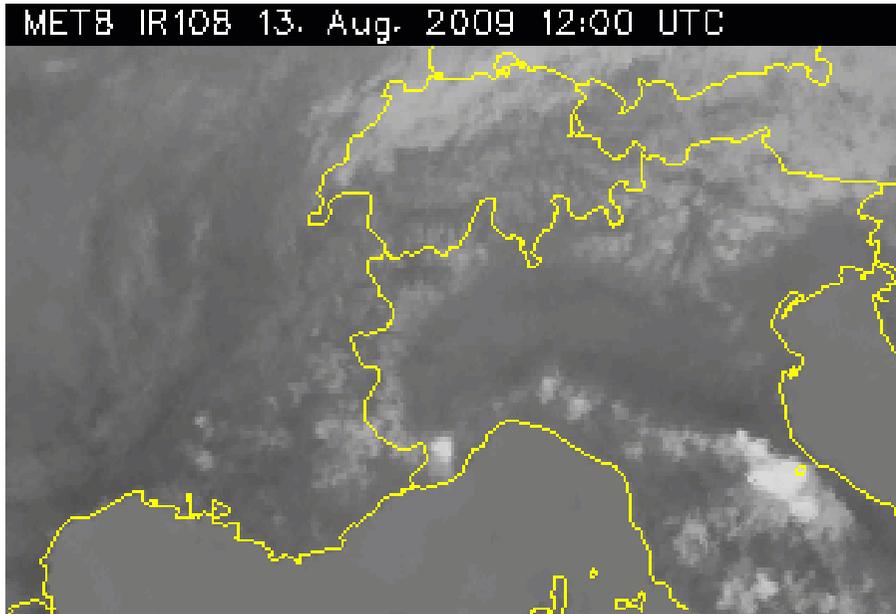


Instabilità in quota



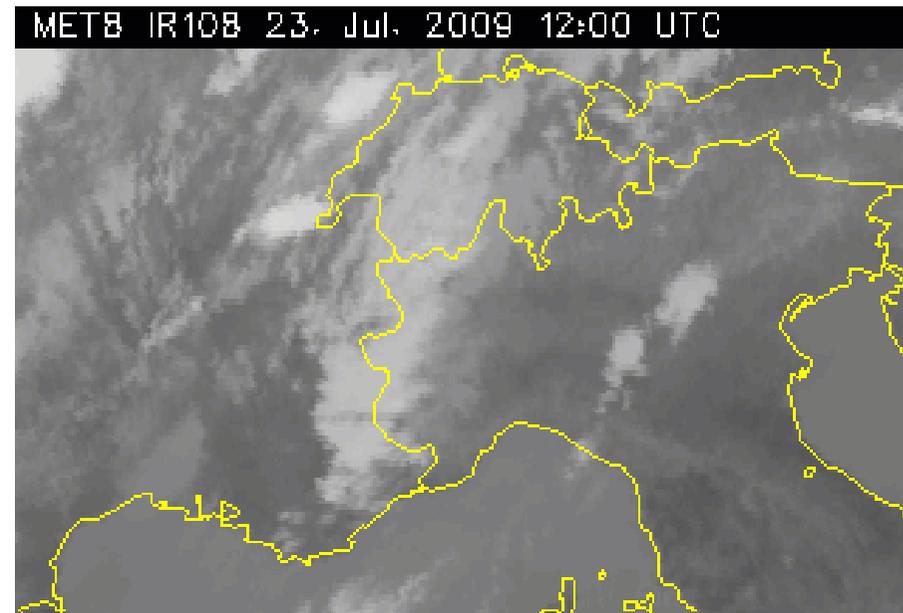


Esempi



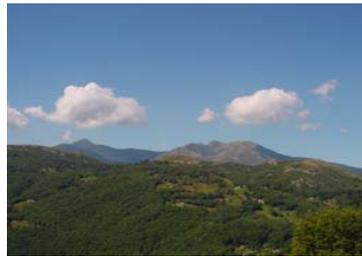
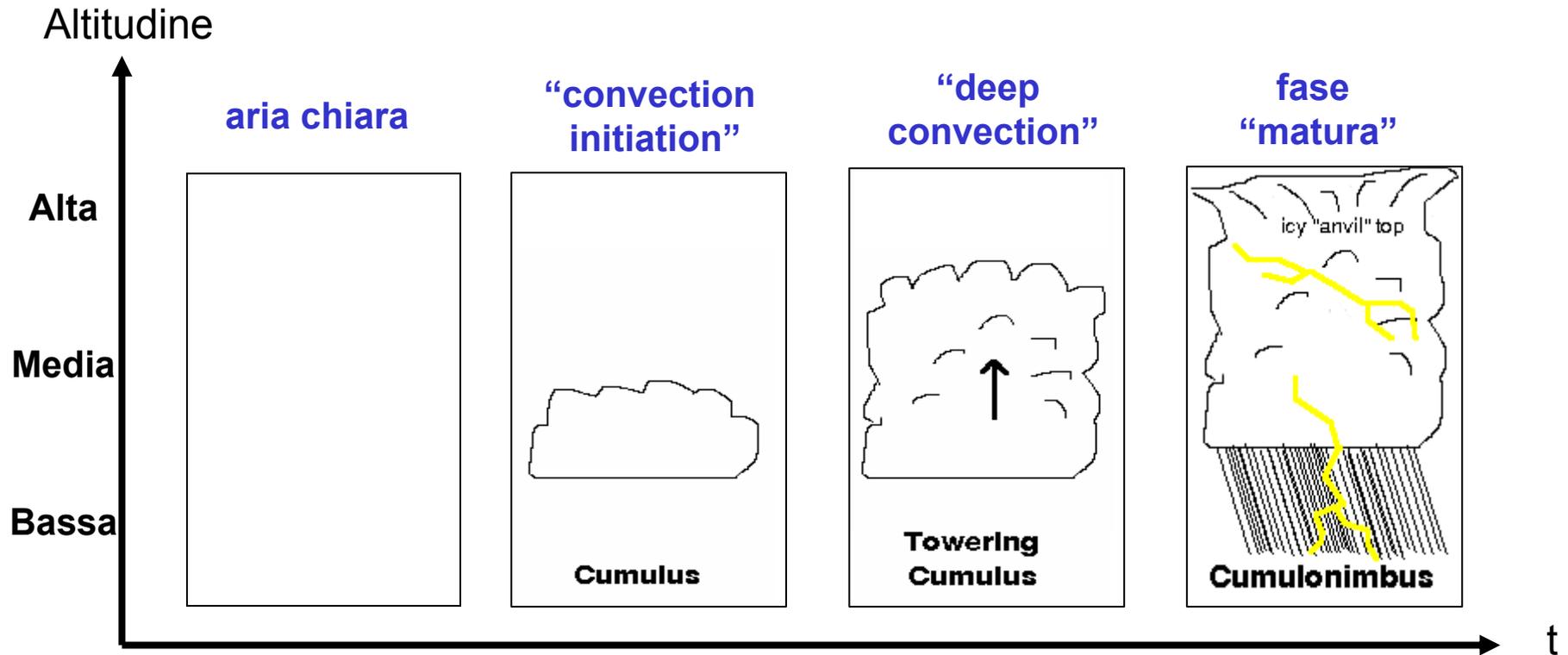
Temporali termici + instabilità in quota

Temporali frontali





Fasi dei temporali



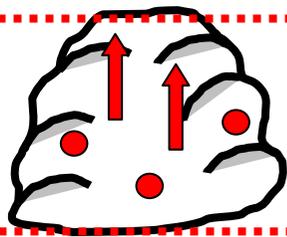
● gocce acqua $T > 0^\circ\text{C}$

LC: livello di condensazione

-40°C

0°C

LC



Cu humilis

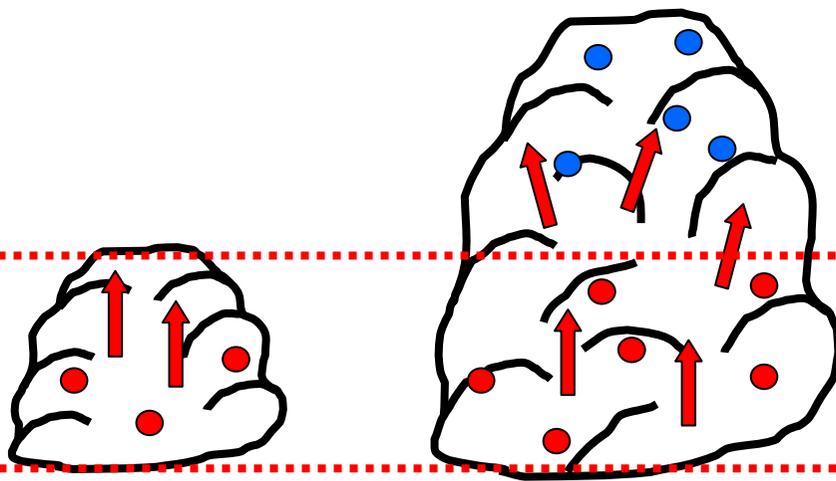
Fasi di sviluppo

- gocce acqua $T > 0^{\circ}\text{C}$
- gocce acqua $T < 0^{\circ}\text{C}$ (sopraffuse)

-40°C

0°C

LC

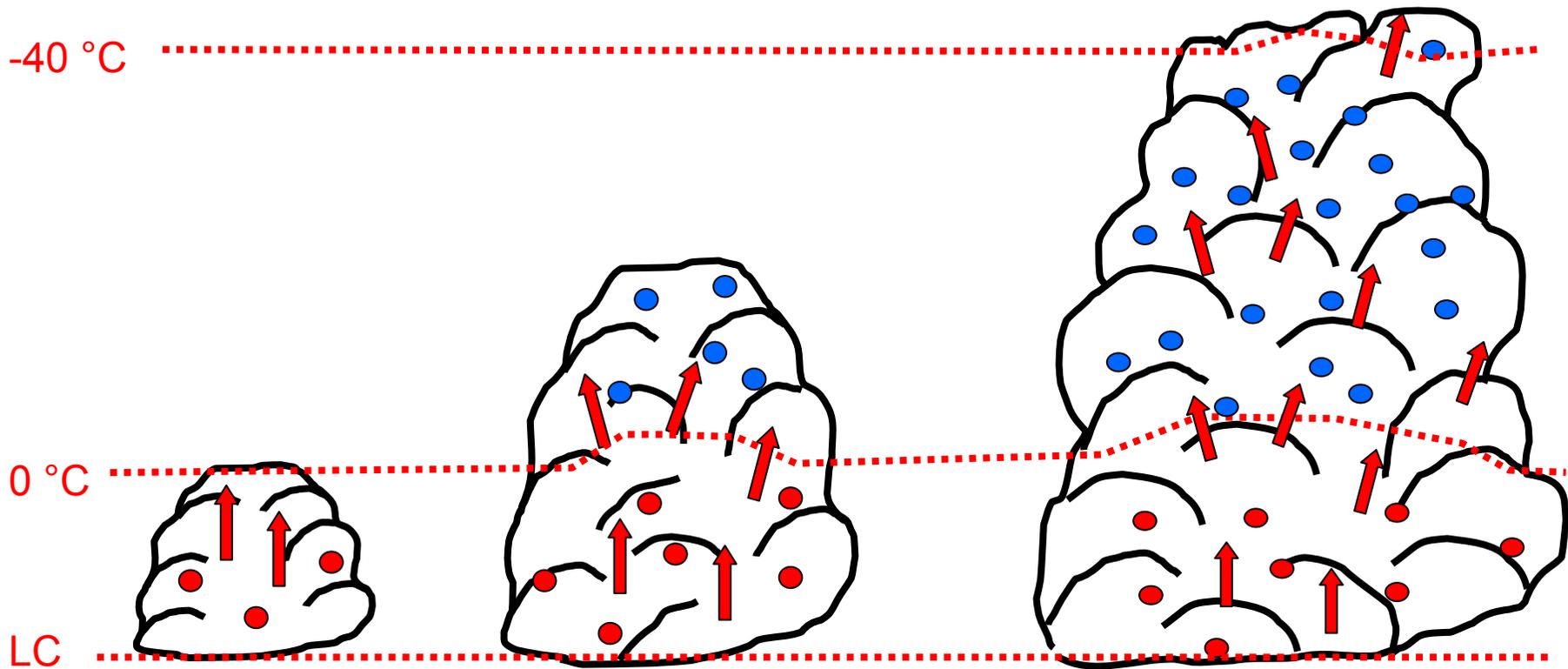


Cu humilis

Cu mediocris

Fasi di sviluppo

- gocce acqua $T > 0^\circ\text{C}$
- gocce acqua $T < 0^\circ\text{C}$ (sopraffuse)



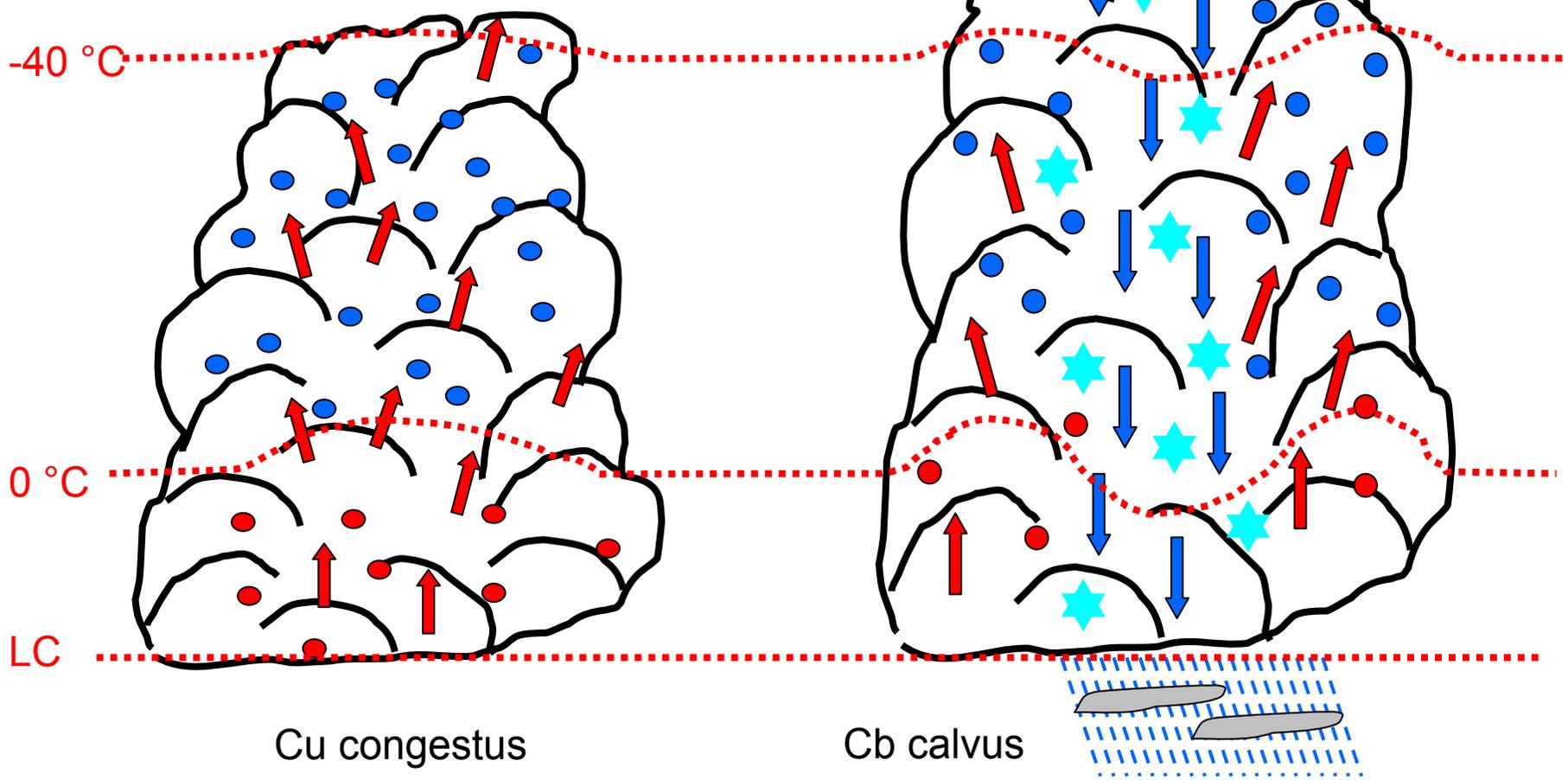
Cu humilis

Cu mediocris

Cu congestus

Fasi di sviluppo

- gocce acqua $T > 0^\circ\text{C}$
- gocce acqua $T < 0^\circ\text{C}$ (sopraffuse)
- ★ cristalli di ghiaccio / graupel / grandine

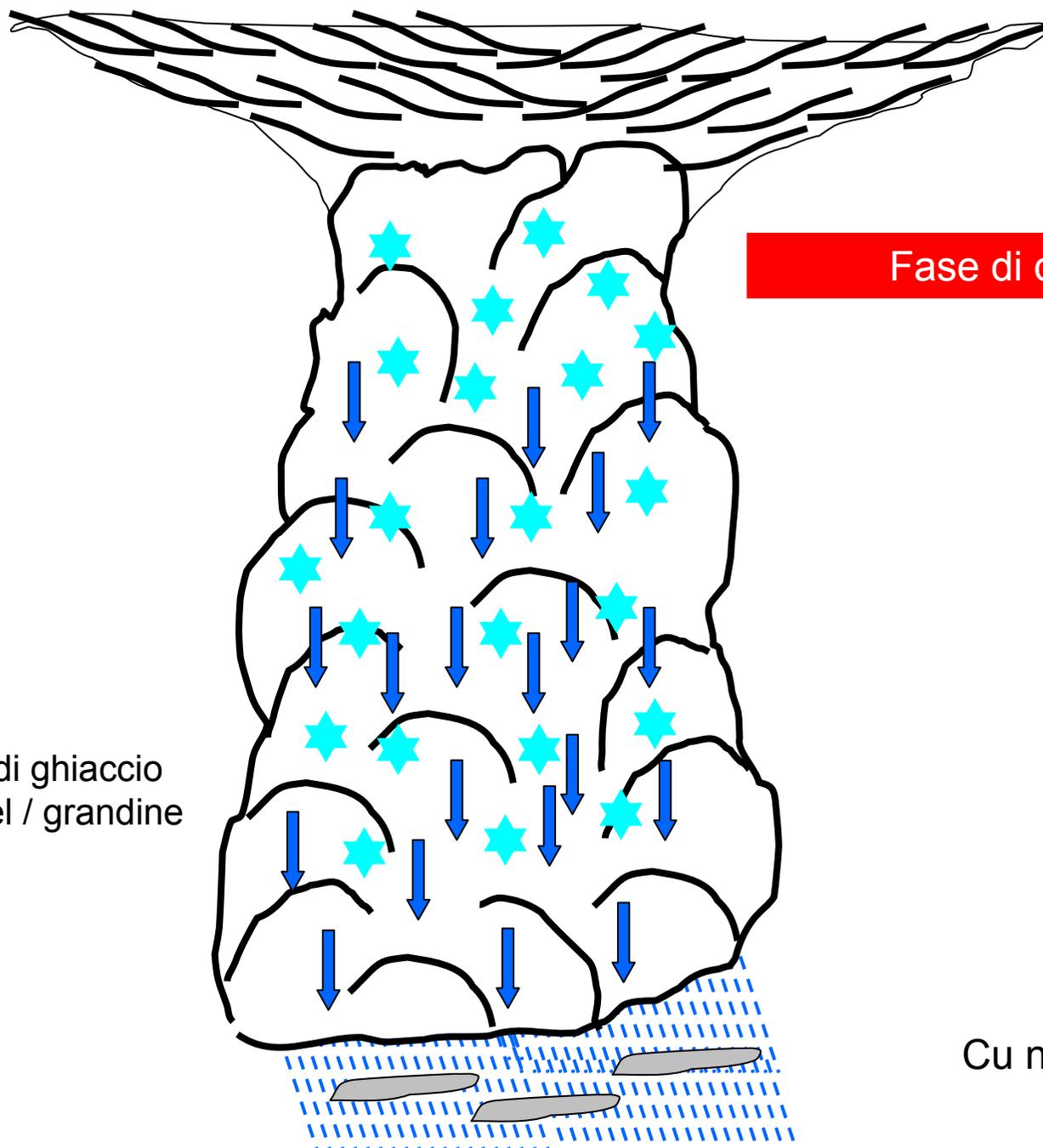


Cu congestus

Cb calvus

Fasi di sviluppo

Fase matura



Fase di dissipazione

★ cristalli di ghiaccio
/ graupel / grandine

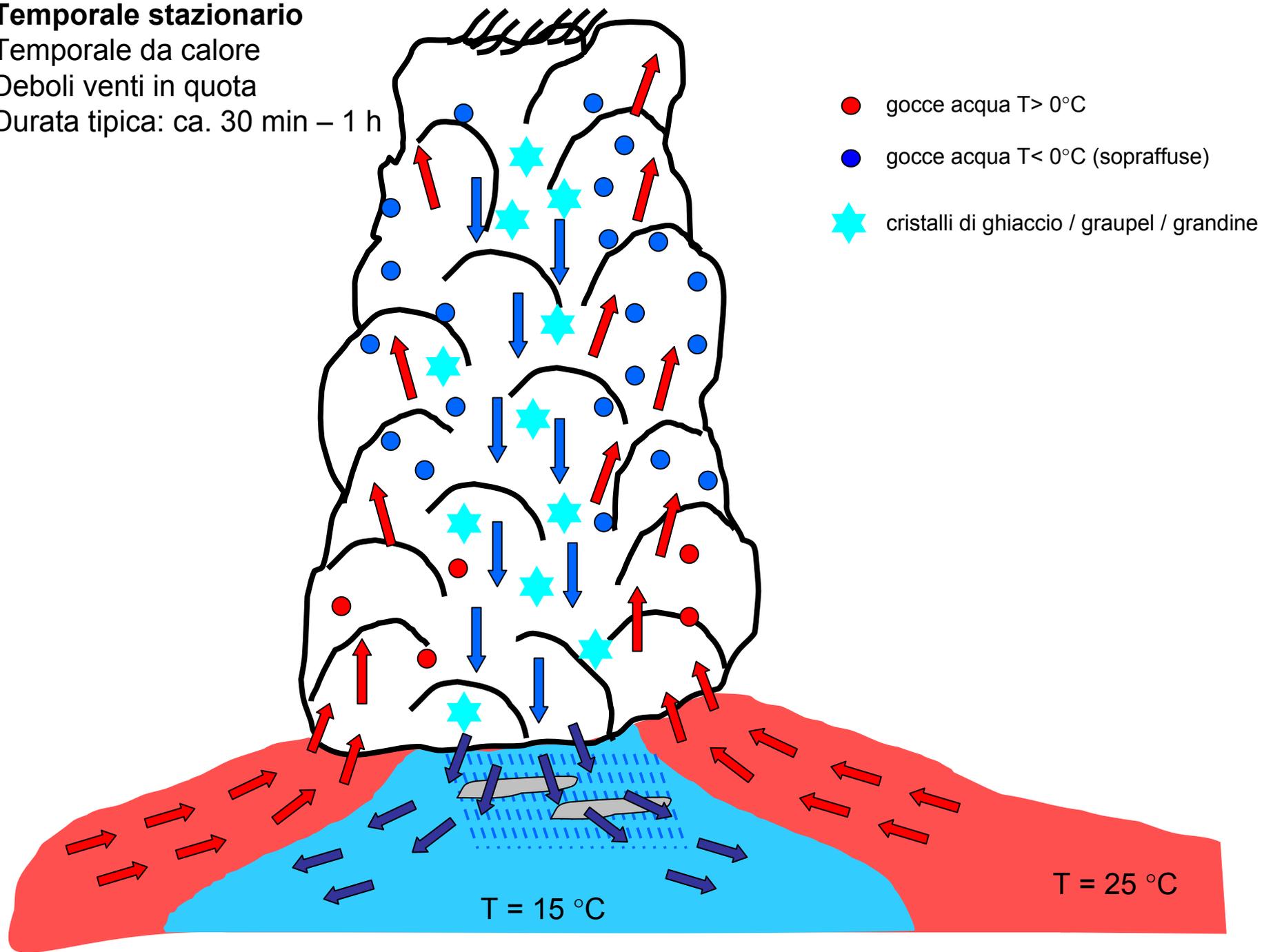
Cu nimbus

Temporale stazionario

Temporale da calore

Deboli venti in quota

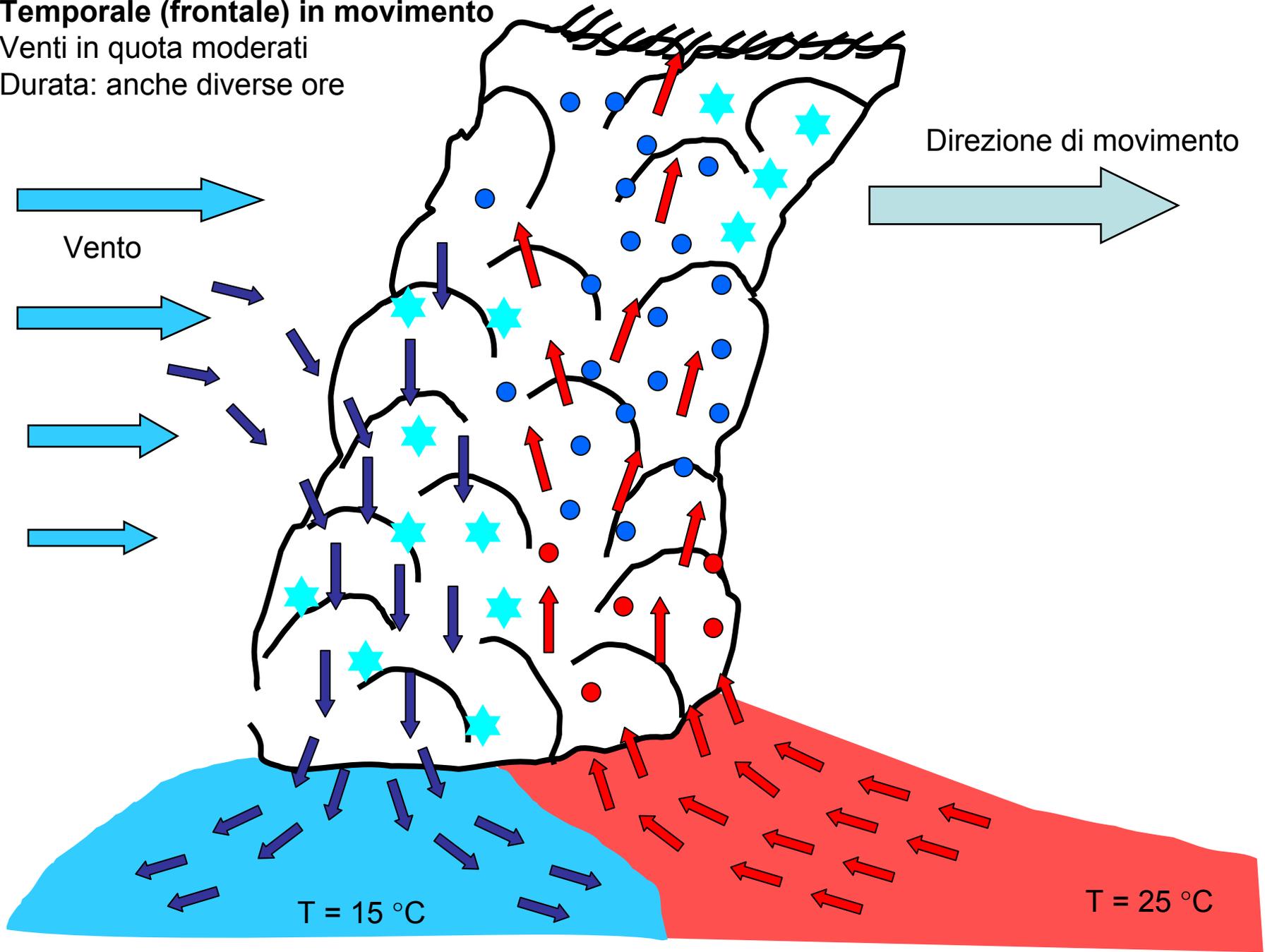
Durata tipica: ca. 30 min – 1 h



Temporale (frontale) in movimento

Venti in quota moderati

Durata: anche diverse ore



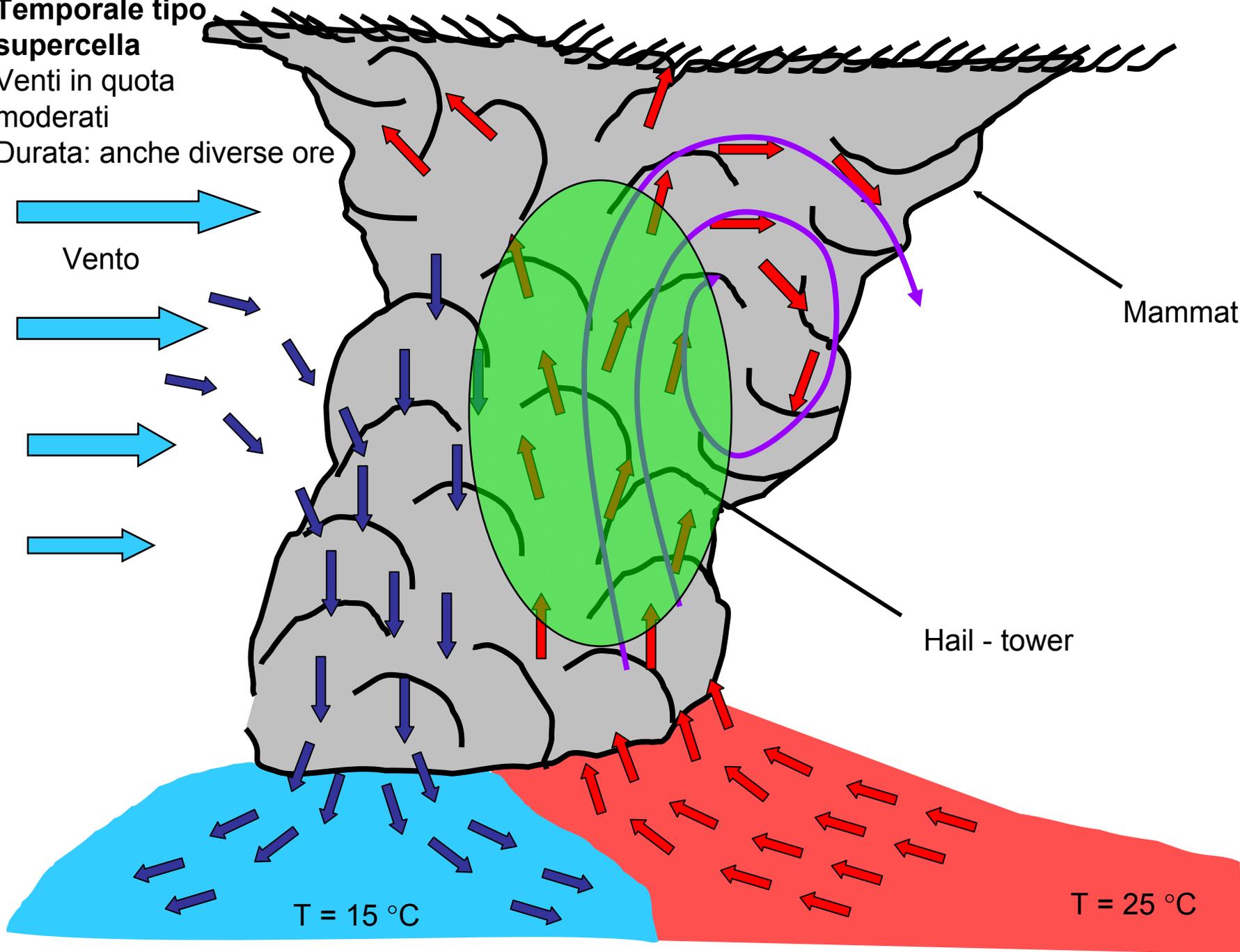
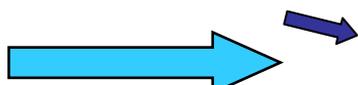
**Temporale tipo
supercella**

Venti in quota
moderati

Durata: anche diverse ore



Vento



Mammatus

Hail - tower

T = 15 °C

T = 25 °C

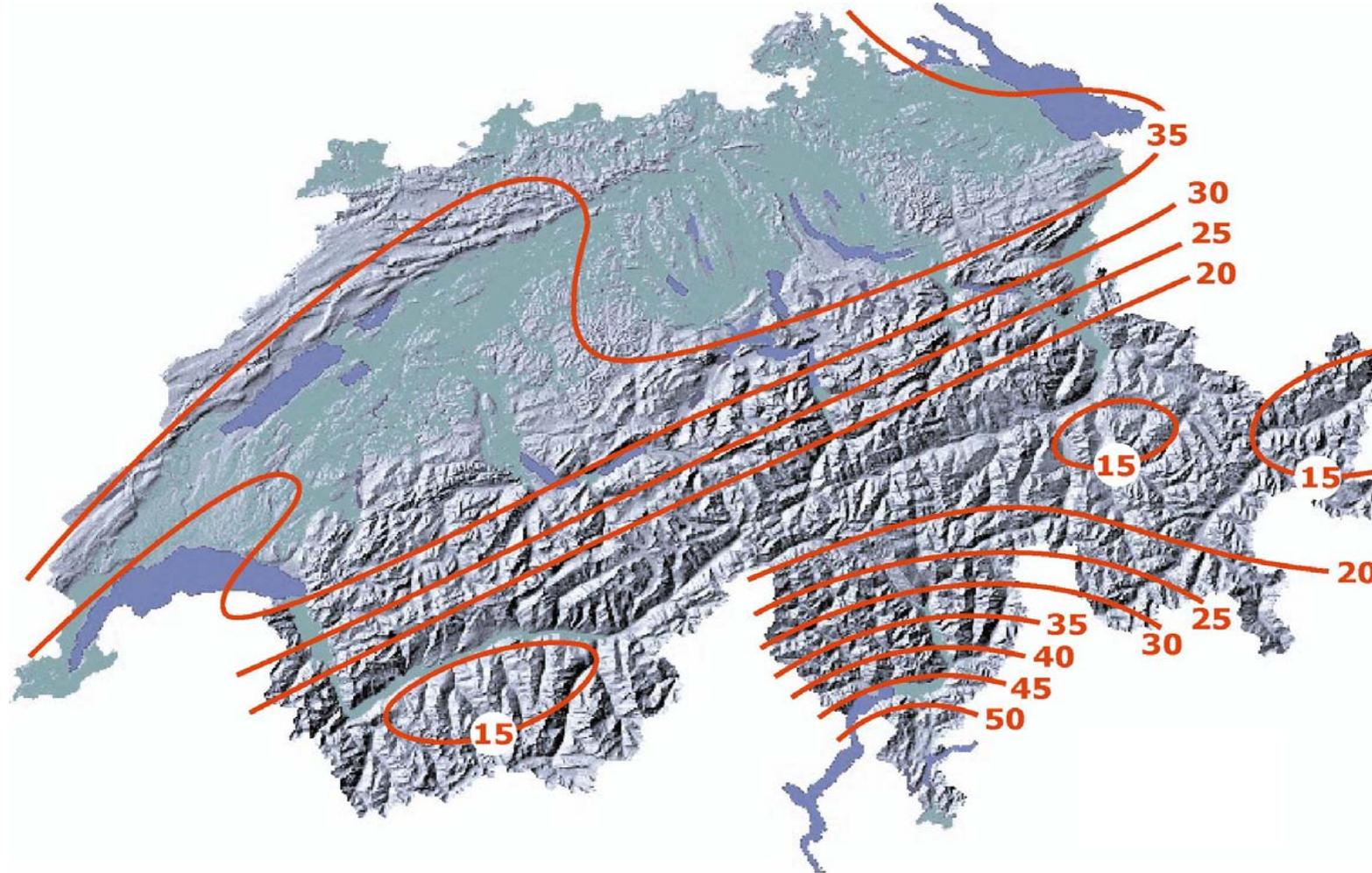


Sommario

- Introduzione
- I temporali: caratteristiche e classificazione
- Fenomeni convettivi nella regione alpina
- La previsione dei temporali
 - Motivazione
 - Challenges
 - Nowcasting a Meteosvizzera
- Sistemi Nowcasting del presente e del futuro
 - Integrazione dei dati
 - L'approccio di COALITION
 - Outlook e conclusioni

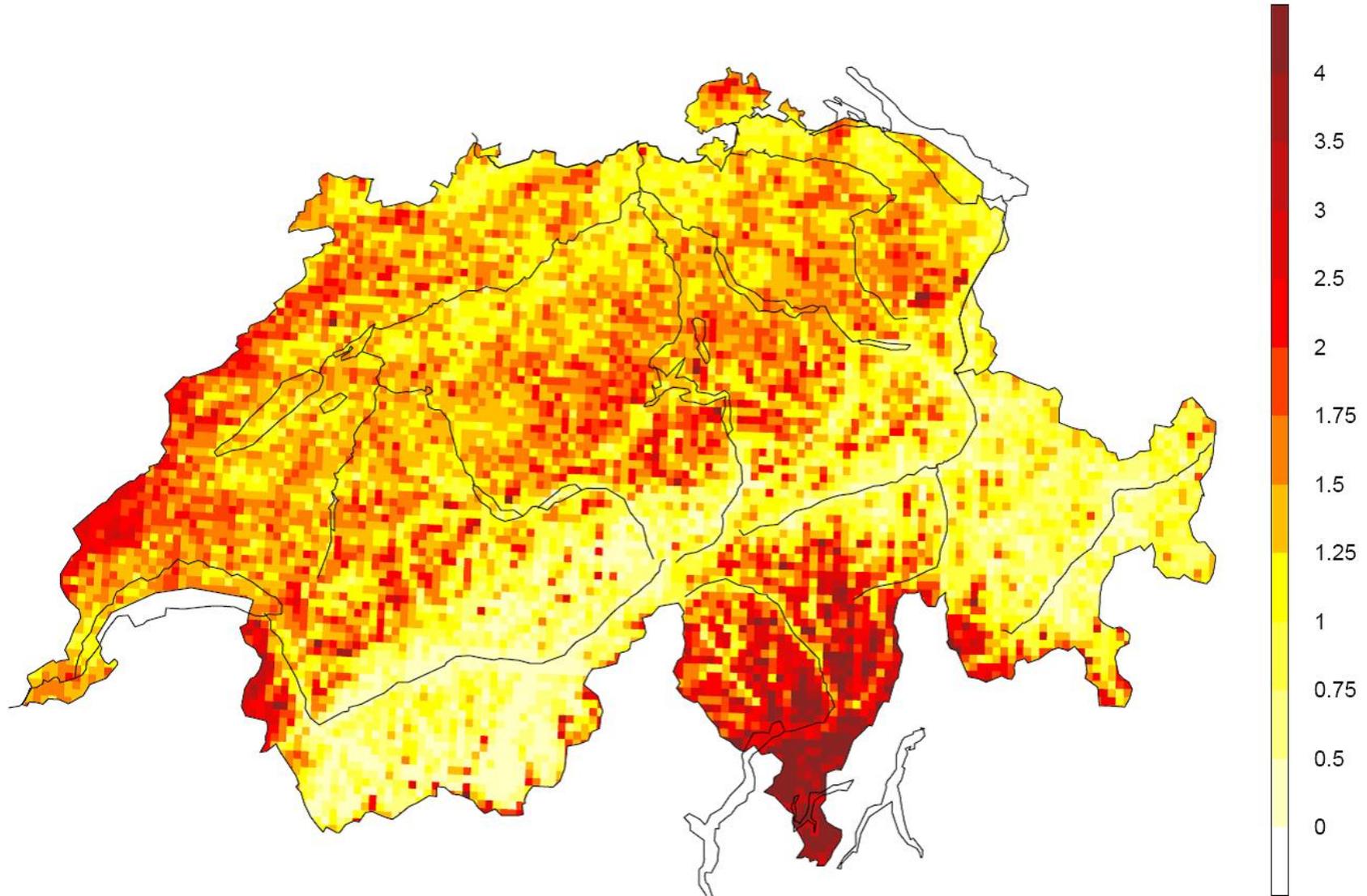


Numero di giornate temporalesche all'anno



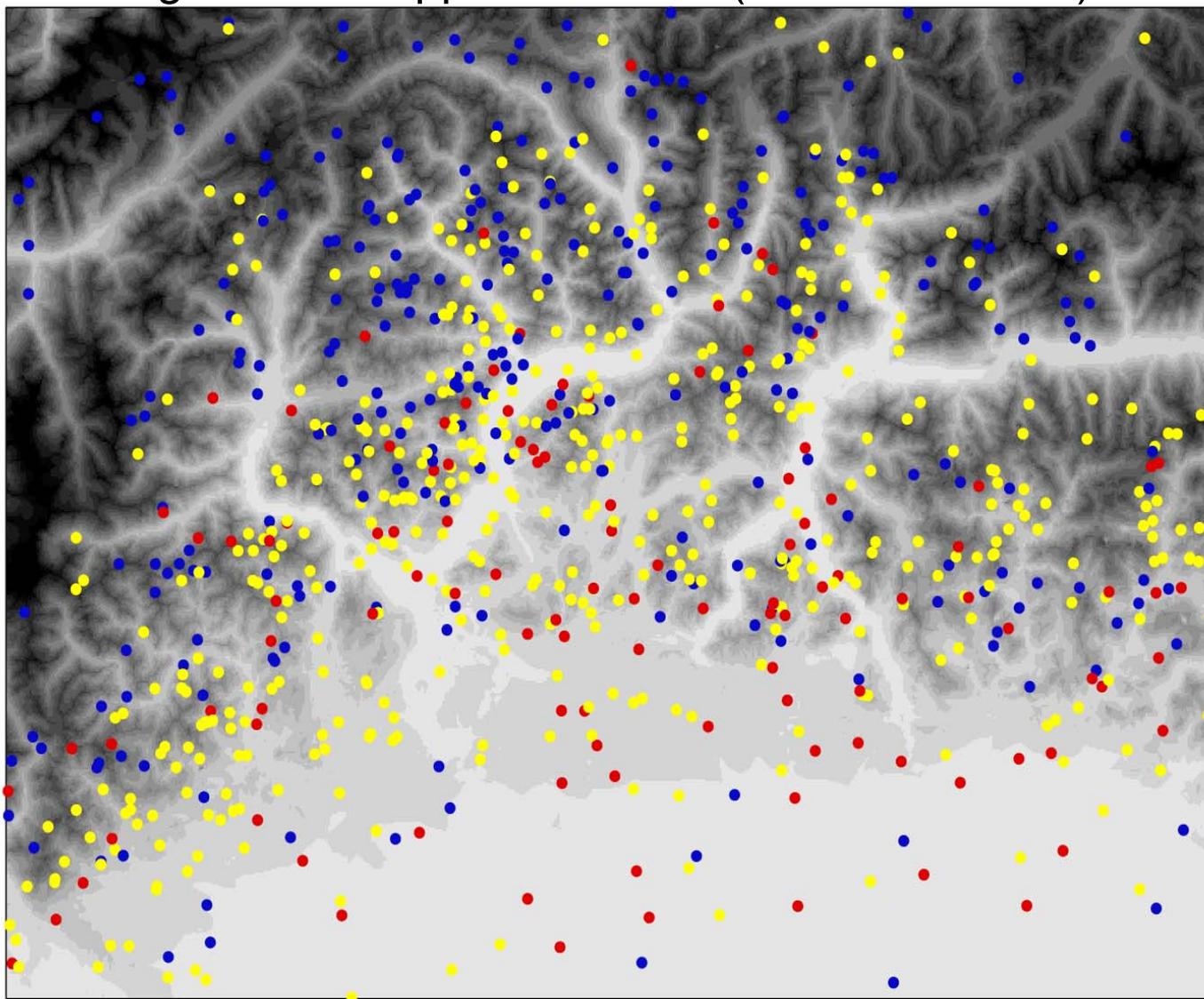


Climatologia fulminazione 2000-2008



(fulmini nuvola-terreno / km² / anno)

Regioni di sviluppo delle celle (durata > 30 min)



Intensità:

- debole
- moderata
- forte

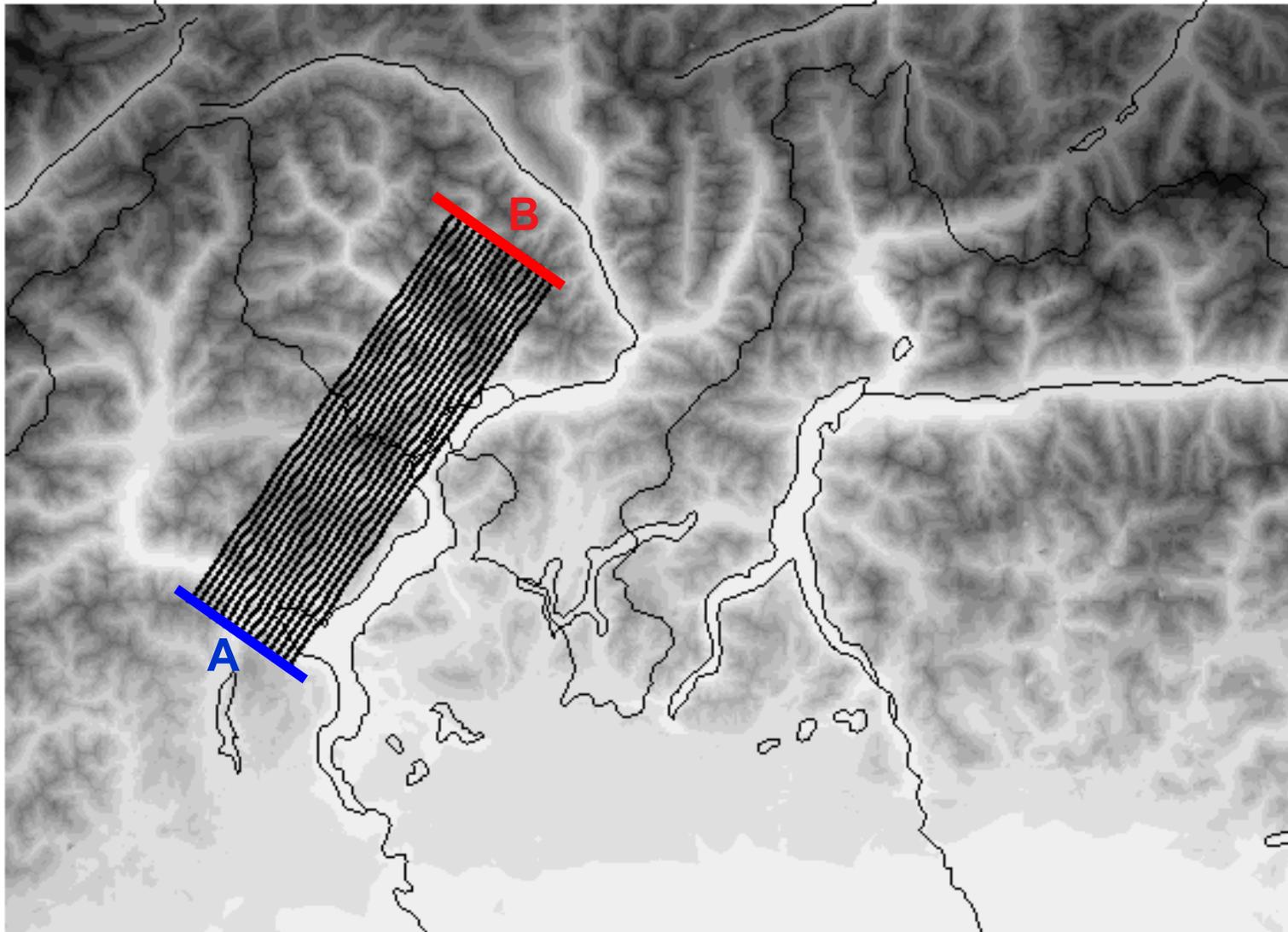
Criterio intensità:
reflettività massima
(radar)



Esempio 17 luglio 2009

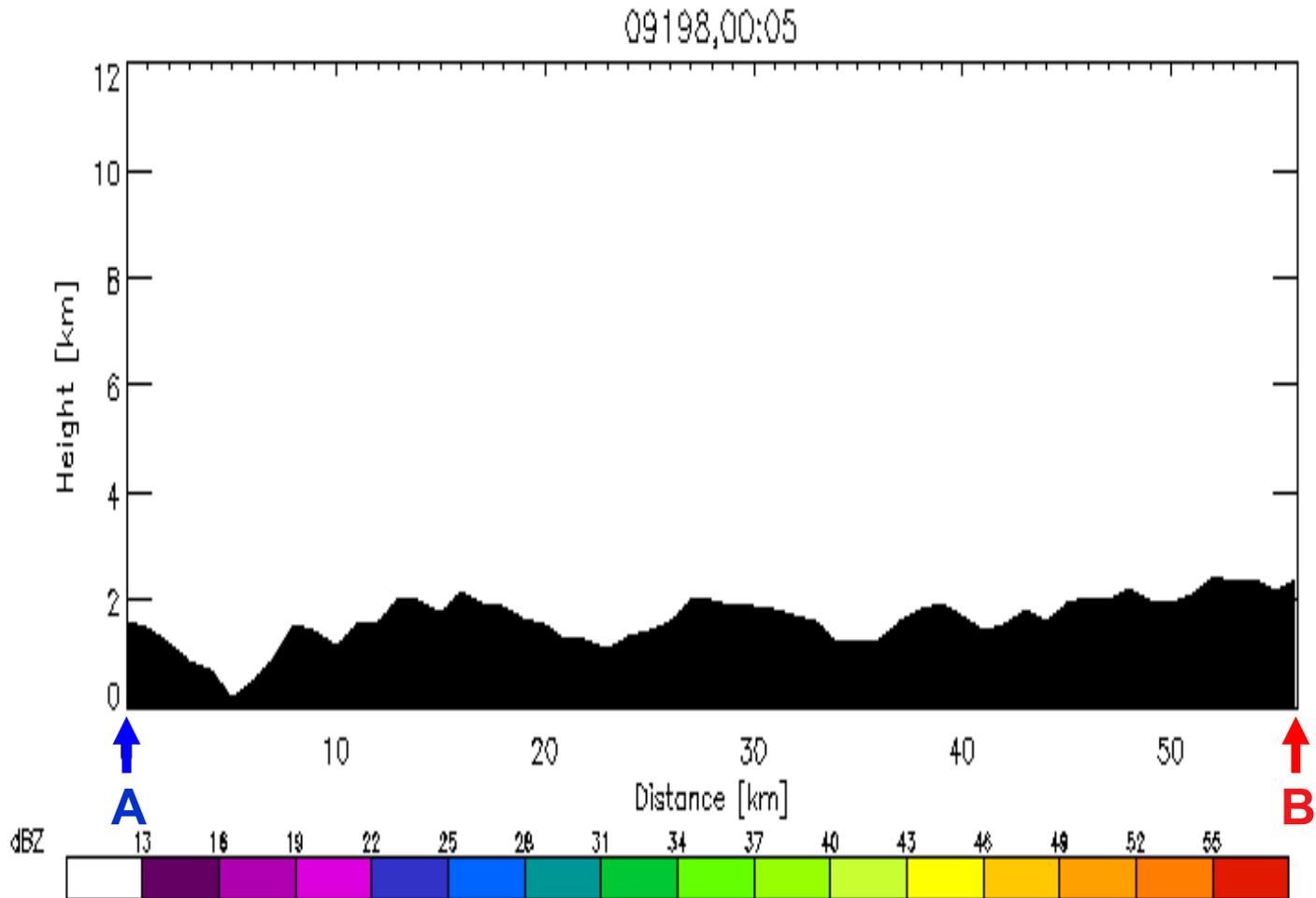


Sezione verticale 17 luglio 2009





Sezione verticale 17 luglio 2009





Sommario

- Introduzione
- I temporali: caratteristiche e classificazione
- Fenomeni convettivi nella regione alpina
- **La previsione dei temporali**
 - Motivazione
 - Challenges
 - Nowcasting a Meteosvizzera
- Sistemi Nowcasting del presente e del futuro
 - Integrazione dei dati
 - L'approccio di COALITION
 - Outlook e conclusioni

Motivazione

- 12 luglio 2011 > **100 Milioni CHF** in poche ore
- 23 luglio 2009 ~**200 Milioni CHF** solamente alle costruzioni
- Gran parte dei danni dovuti al maltempo sono causati dai temporali (50-80% di tutto l'ammontare dei danni)
- 3 cause principali: **flash floods**, **grandine** e forti **raffiche di vento**



Challenges nel nowcasting della convezione

- La convezione può iniziare e svilupparsi:
 - **durante notte e giorno**
 - **in aria chiara o sotto uno strato nuvoloso**
 - **con forcing sinottico o meno**
 - **triggering e rinforzo dovuto all'orografia o meno**
 - I metodi per assistere il meteorologo nel processo decisionale devono essere migliorati, in particolare:
 - identificazione prematura dei fenomeni convettivi
 - nowcasting della fase della convezione
 - nowcasting della rigenerazione delle celle
- tutto questo dovrebbe avvenire in tempo utile!



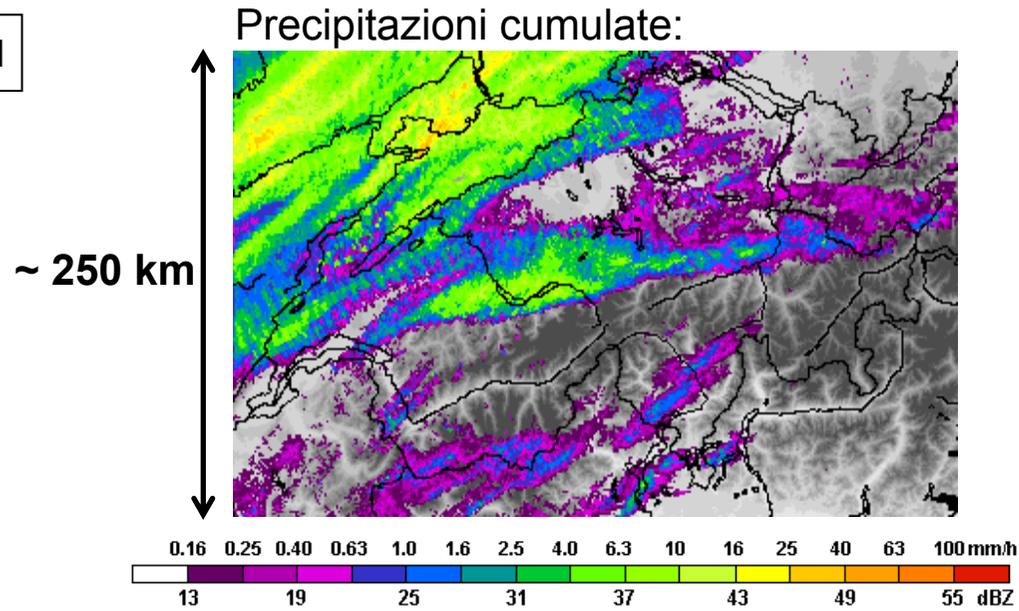
Convezione nei modelli numerici

- Spesso i forti temporali sono previsti al posto sbagliato (20-40 km di distanza), anche nei modelli ad alta risoluzione
- **gli effetti dei flash floods possono variare molto, specialmente nelle regioni con orografia complessa**
- Previsione dei temporali con NWP:
 - risoluzione migliore (orizzontale, verticale e temporale)
 - assimilazione di nuovi dati
 - modello fisico migliorato
- futuro (prossimo)?

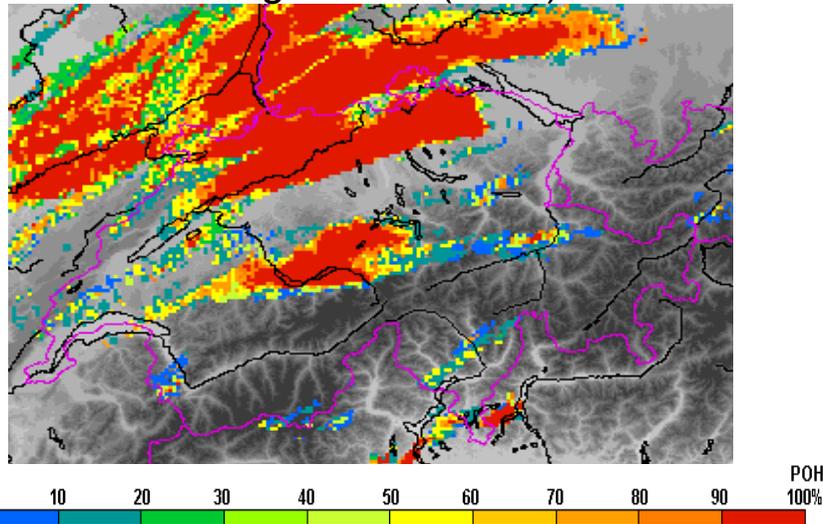


Fenomeni convettivi intensi implicano forti gradienti

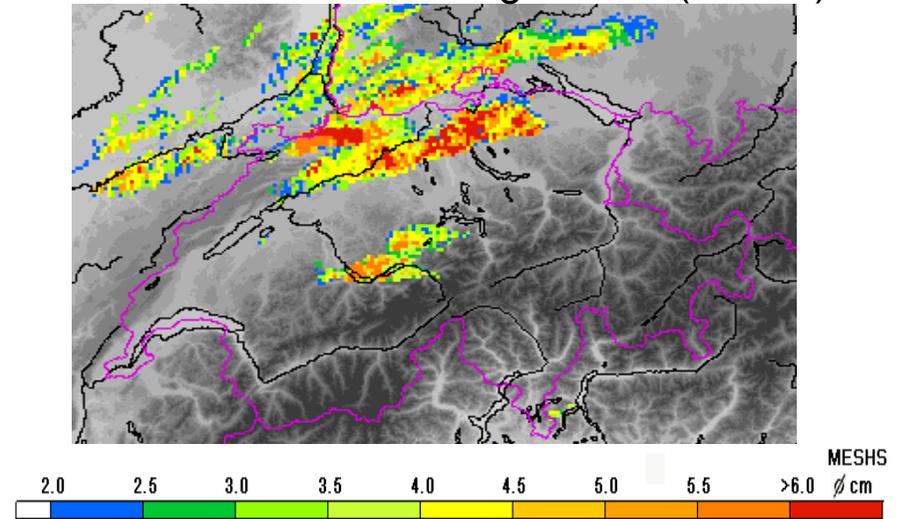
Esempio: 12.07.2011



Probabilità di grandine (POH):



Diametro massimo della grandine (MESH):



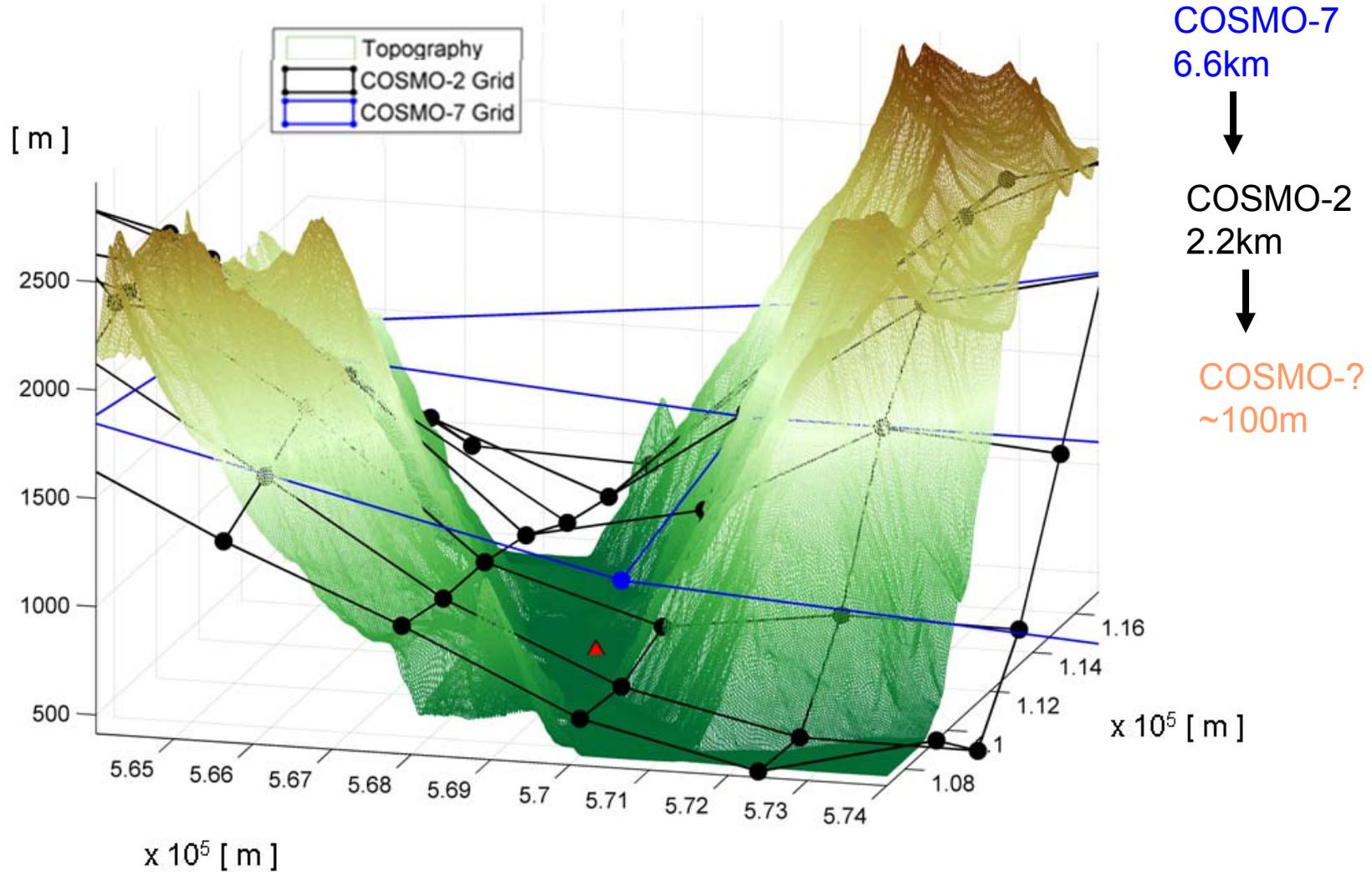
Fenomeni convettivi intensi implicano forti gradienti



Cascata Piumogna, Faido 13.07.2011



Miglioramenti nei modelli numerici

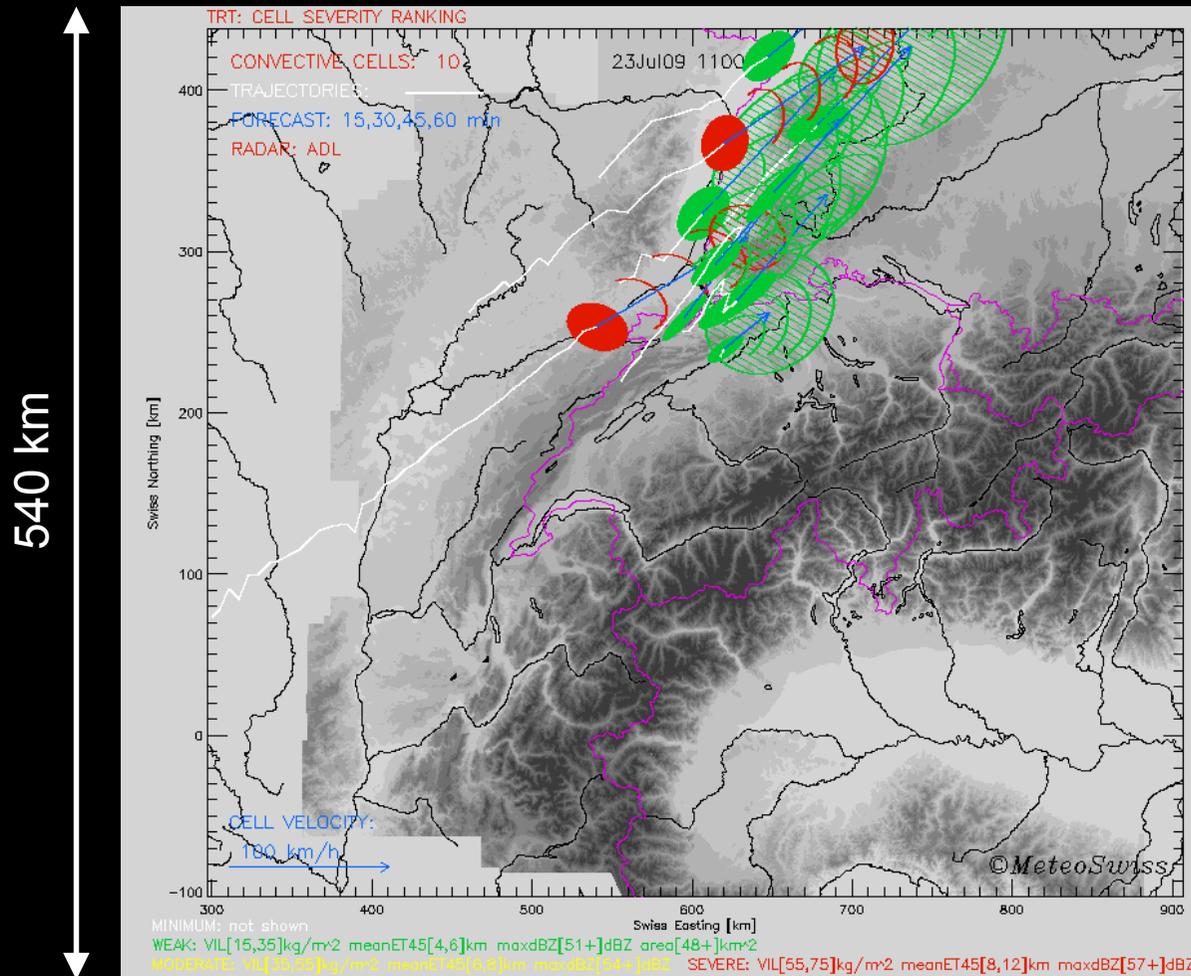


Walker (2005)

Sistema Nowcasting per i temporali a MeteoSvizzera

TRT (Thunderstorms Radar Tracking)

Hering (2004)



Classificazione dell'intensità delle celle:

debole

moderato

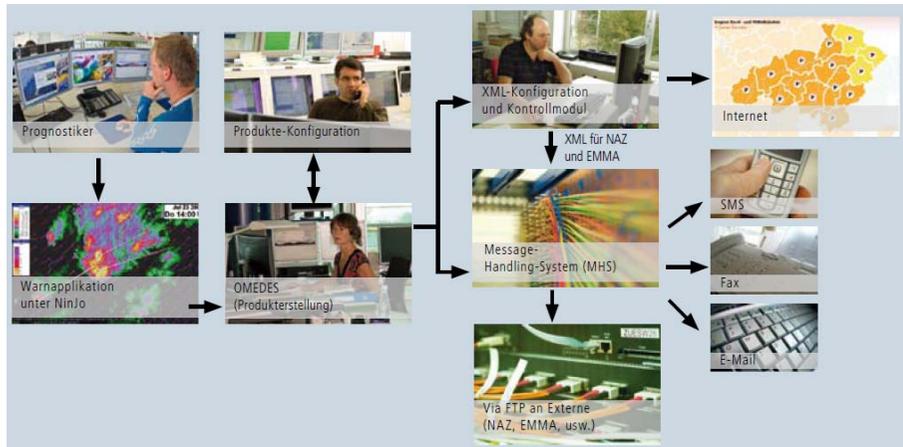
forte

Intensità: liquido integrato verticale, 45 dBZ Eco-Top, riflettività massima



Allerta temporali violenti: stato attuale

- Con soli prodotti radar, l'identificazione prematura è difficile
- Per questa ragione spesso gli allarmi meteorologici vengono emanati quando il temporale è già intenso. I primi danni possono già essersi verificati
- Servizi di pronto intervento richiedono di essere allertati **prima** che il fenomeno si verifichi

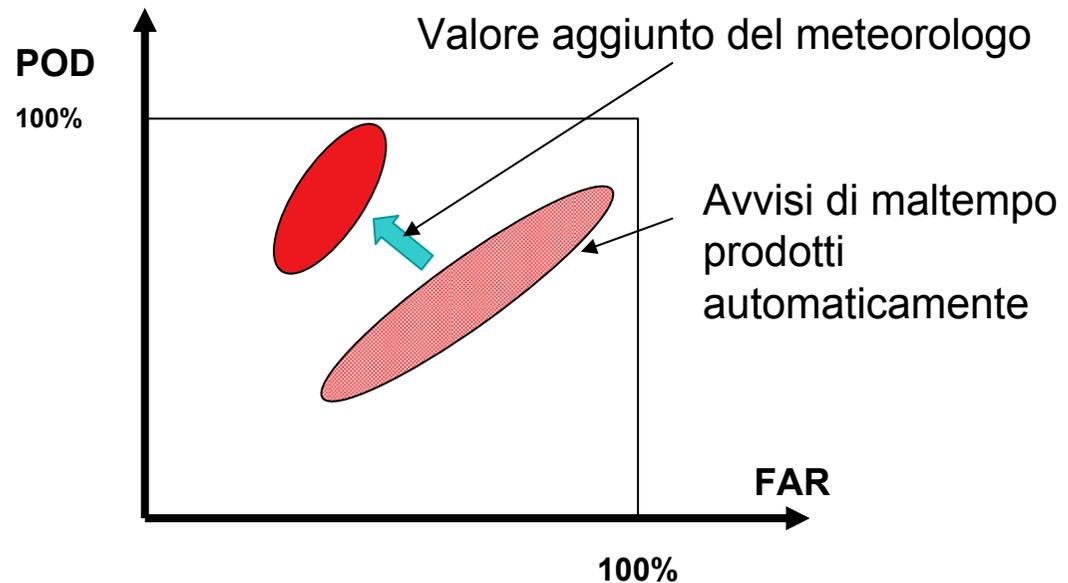


→ Identificazione dei cumuli potenzialmente pericolosi già allo stadio prematuro (cumulus mediocris, cumulus congestus)



Sistemi Nowcasting automatici: POD alto FAR basso → un sogno ?

- Probabilità di successo più alta possibile ($> 90\%$)
- Percentuale di falsi allarmi ragionevolmente bassa ($< 40\%$)
- Attualmente la strategia nel Nowcasting si basa su dei sistemi automatici che forniscono un'alta probabilità di successo a scapito di un'alta probabilità di falsi allarmi
- Il meteorologo deve ridurre i falsi allarmi!





Sommario

- Introduzione
- I temporali: caratteristiche e classificazione
- Fenomeni convettivi nella regione alpina
- La previsione dei temporali
 - Motivazione
 - Challenges
 - Nowcasting a Meteosvizzera
- Sistemi Nowcasting del presente e del futuro
 - Integrazione dei dati
 - L'approccio di COALITION
 - Outlook e conclusioni



COALITION

- EUMETSAT Fellowship
- Obiettivo:
aumentare il “lead time” nel prevedere lo sviluppo delle celle temporalesche violente attraverso l’integrazione automatica simultanea di dati da sorgenti differenti in un modello euristico
- Output:
informazione probabilistica in tempo reale sull’evoluzione dell’intensità delle celle temporalesche → allerte



23.07.2009:





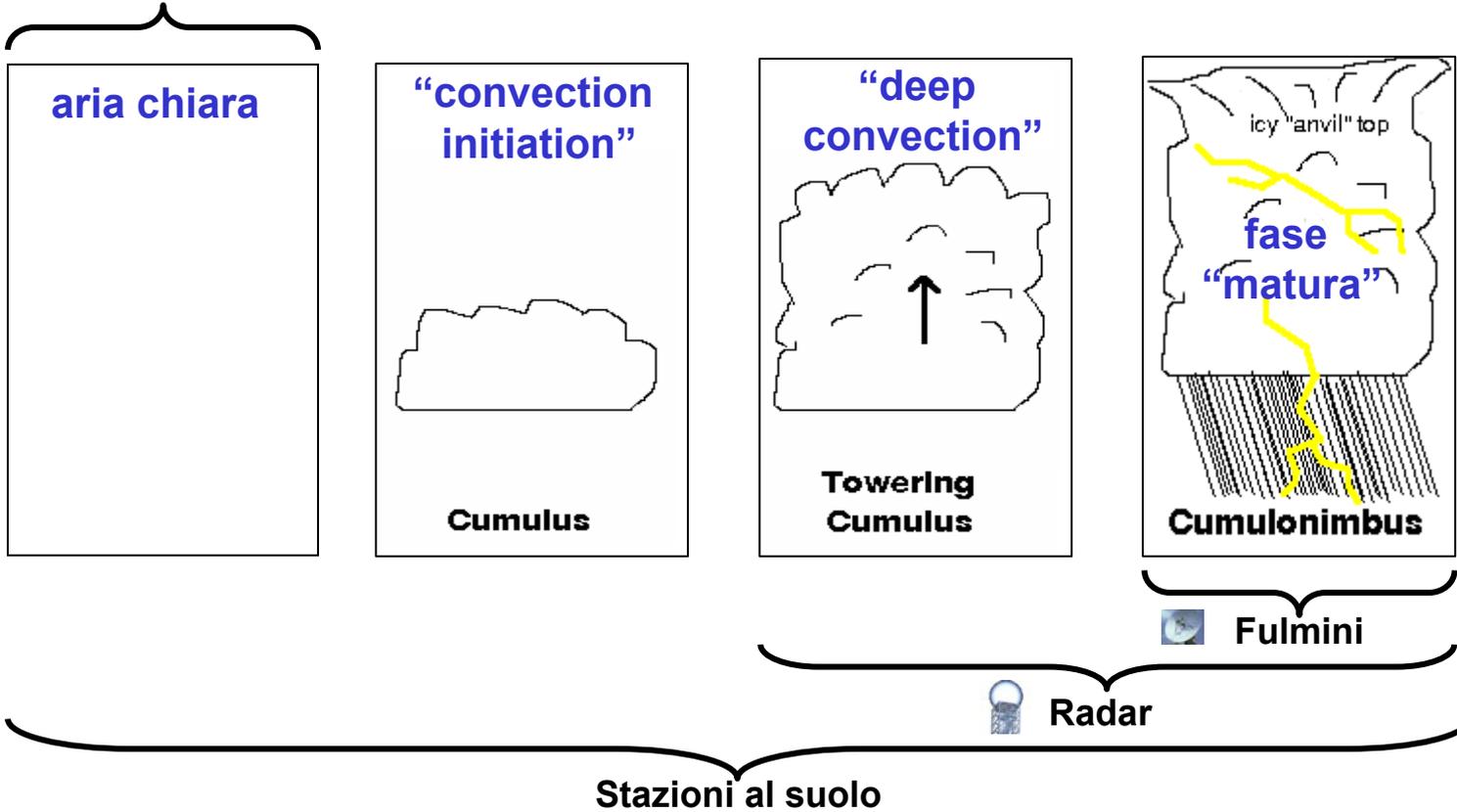
Dati disponibili



Meteosat Second Generation / SEVIRI
(dati e prodotti derivati)



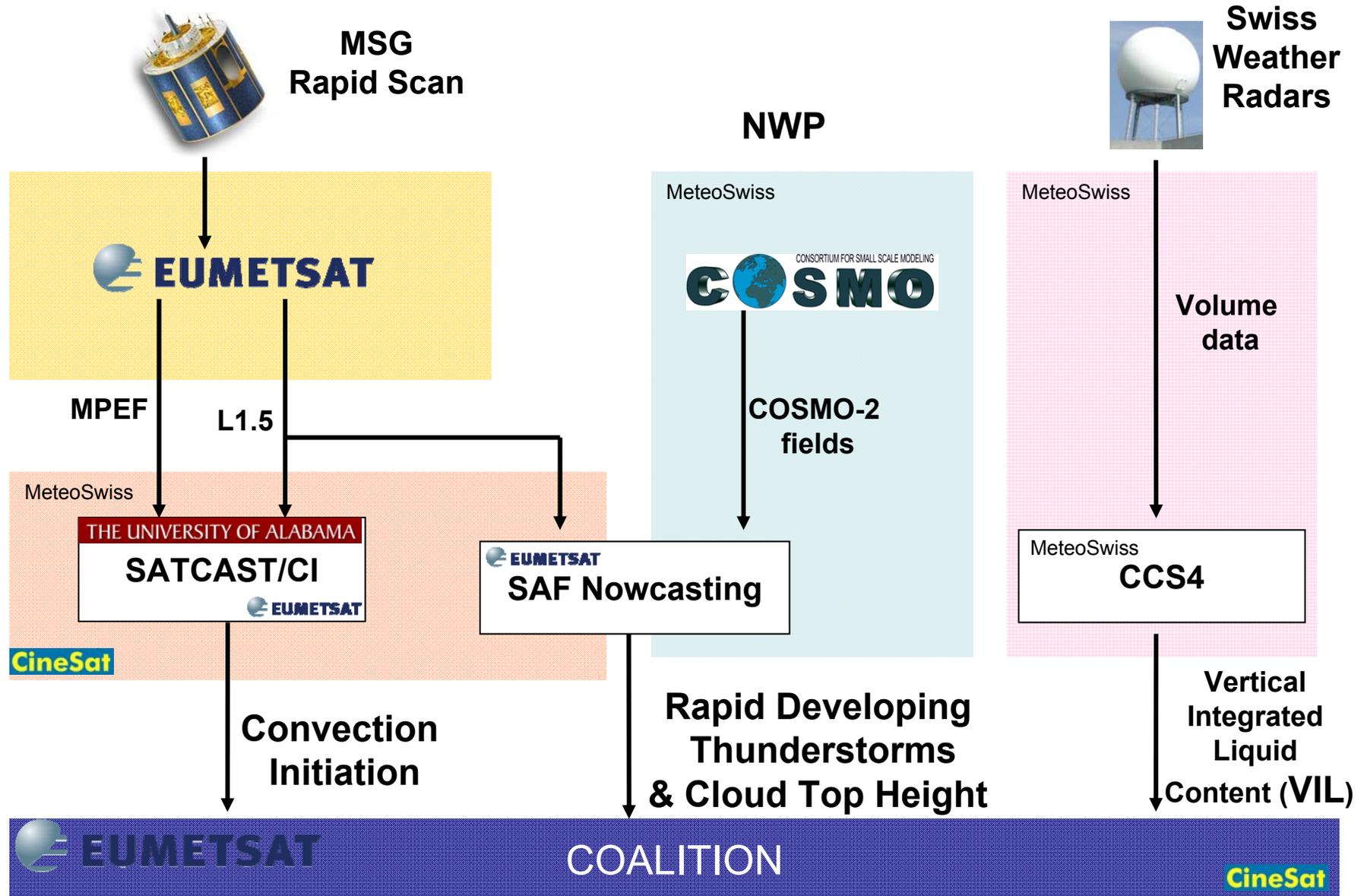
MetOp/IASI
(T&Q soundings)



Altri: modelli numerici , sondaggi, informazioni orografiche, climatologia



COALITION: input





Banca dati

- 60 giorni temporaleschi selezionati (~200 temporali)
- 5 classi

- 50% dei dati per sviluppare l'algoritmo
- 50% dei dati per validare l'algoritmo

→ 2 TB

Criteri di selezione :

- intensità
- estensione
- durata
- condizioni sinottiche

Classi:

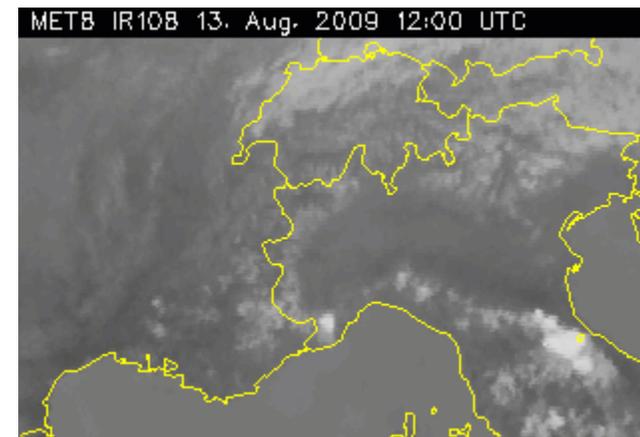
- 1) celle violente e durature
- 2) situazioni miste
- 3) temporali stazionari
- 4) temporali deboli
- 5) situazioni ambigue

classe 1: esempio



Fronte freddo: celle violente e durature

classe 3: esempio



Celle stazionarie



COALITION: metodologia (1)

- Attori principali:

oggetti convettivi

&

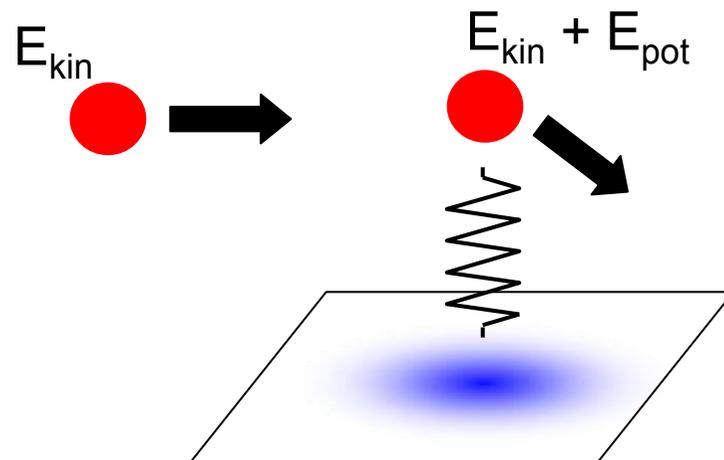
ambienti esterni

(campi nei quali gli oggetti si sviluppano)

esempio : aumento delle dimensioni del cumulonembo

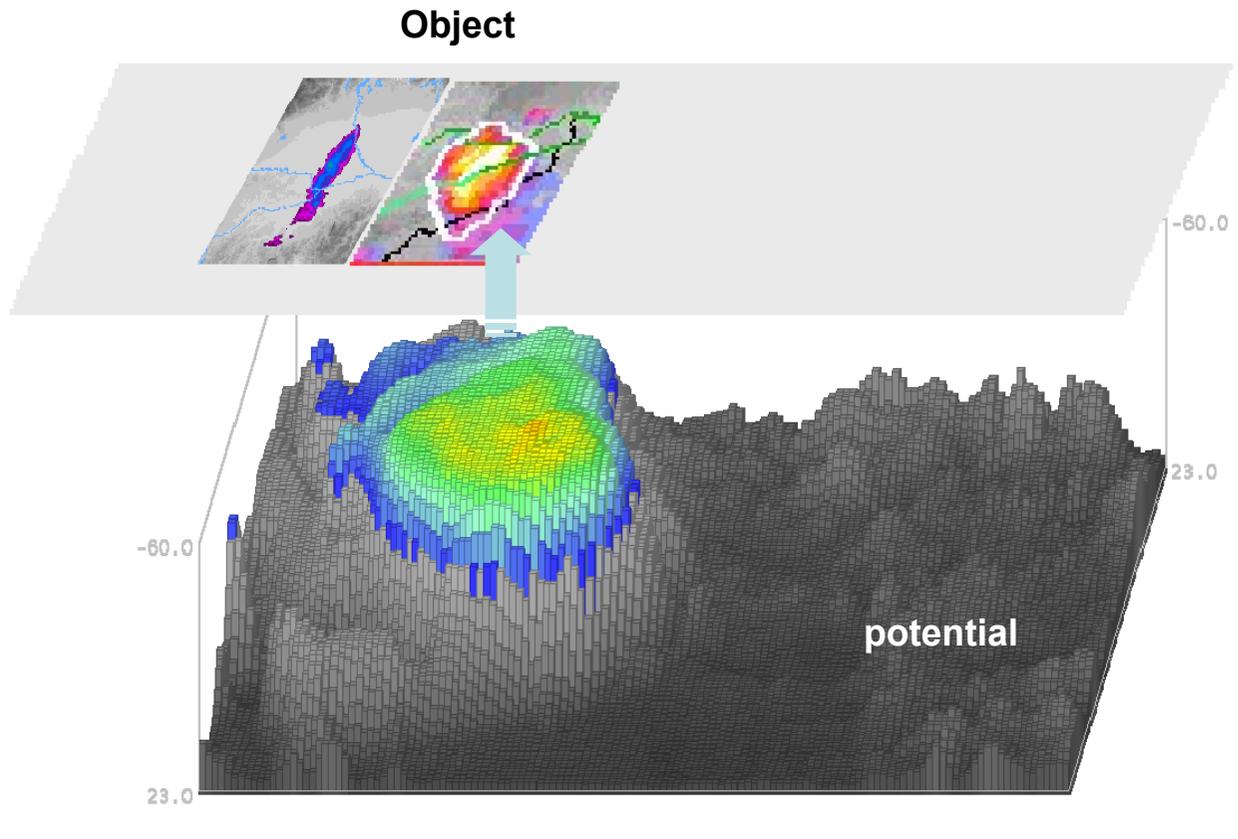


aumento dell'intensità delle precipitazioni

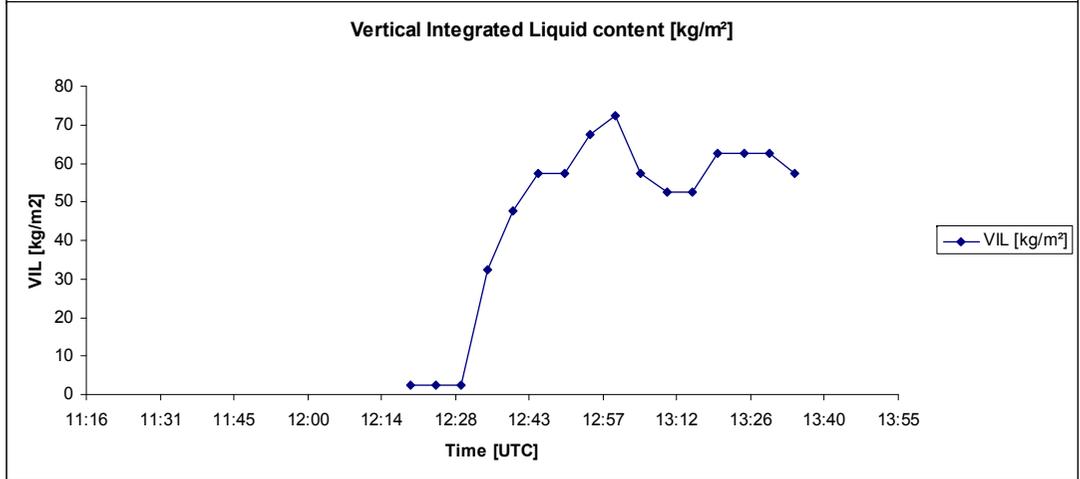
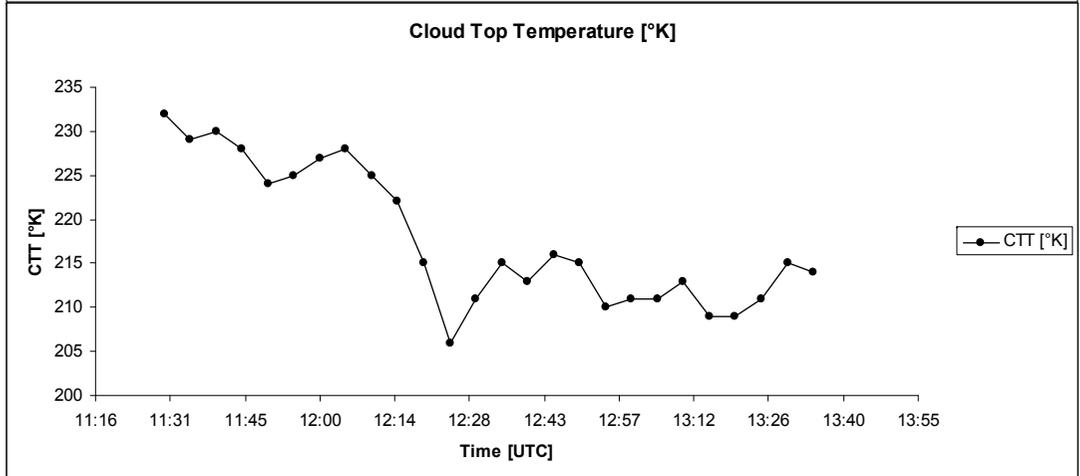
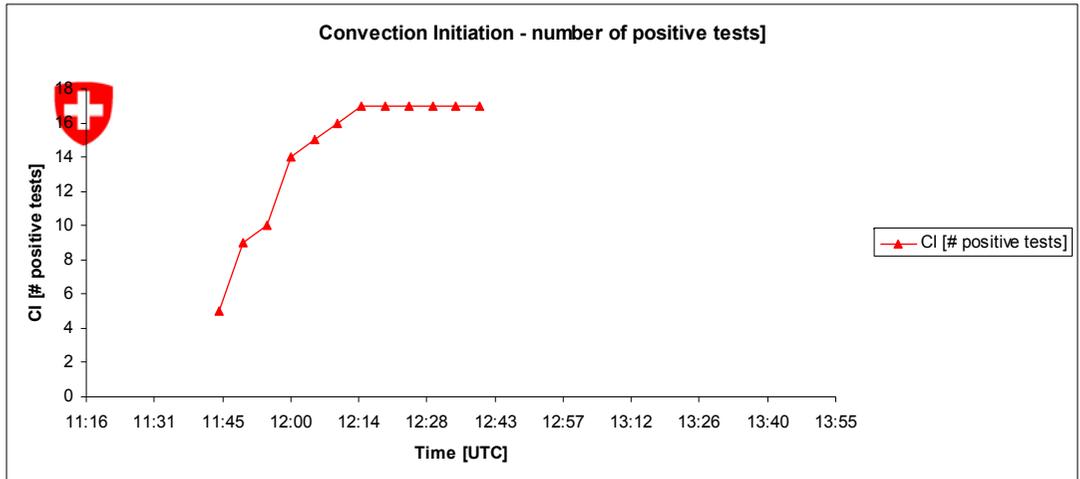




COALITION: metodologia (2)



10 luglio 2010

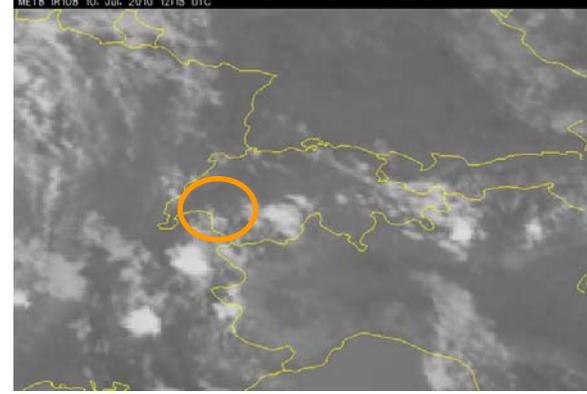


Satellite: Convection Initiation (CI)

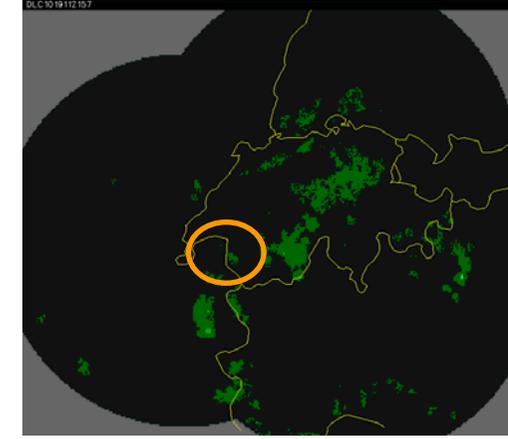


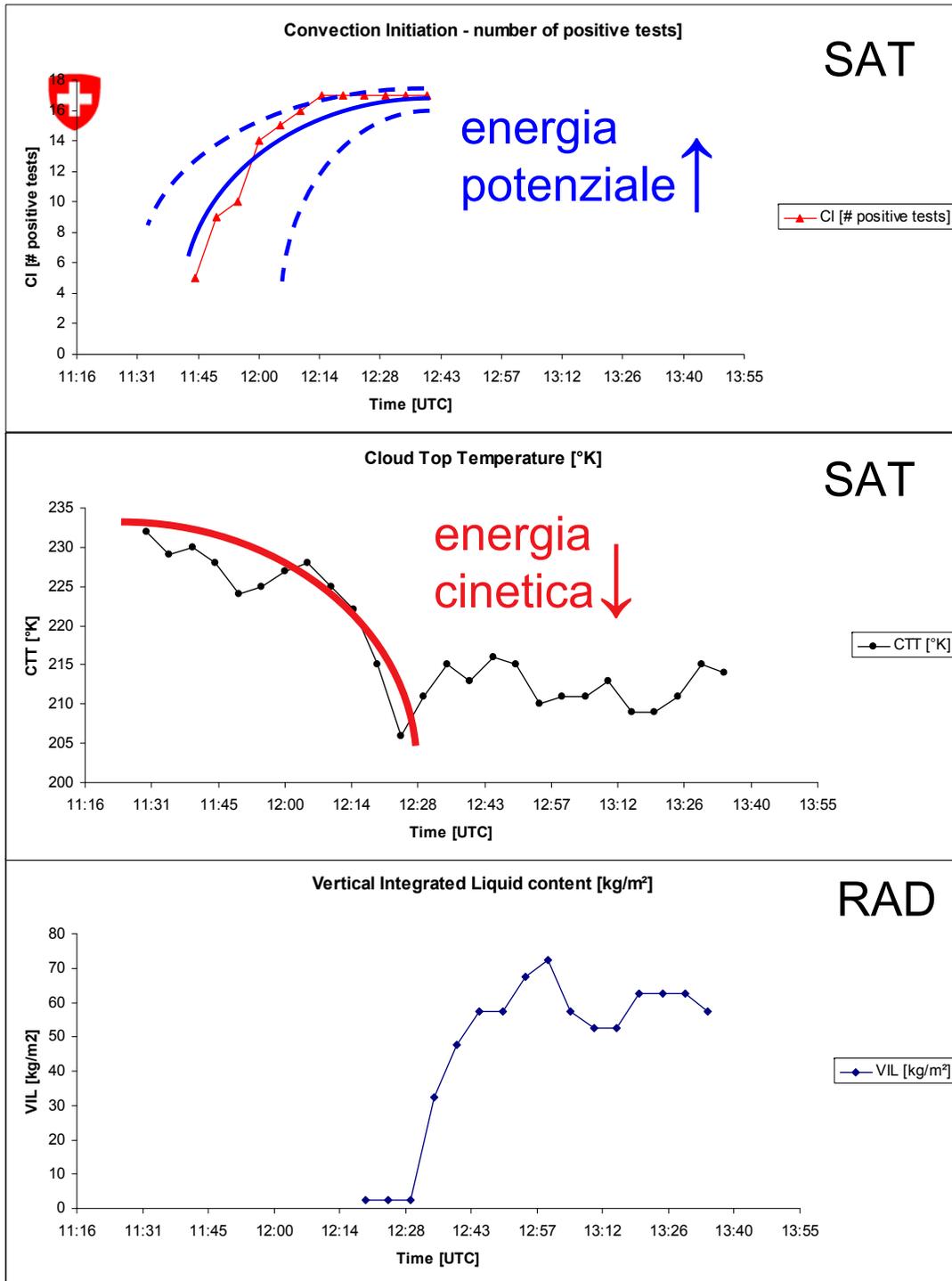
Interesting fields (number of positive tests)

Satellite: Cloud Top Temperature

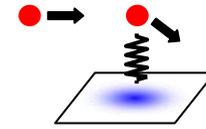


Radar: Vertical Integrated Liquid Content





1° modulo:



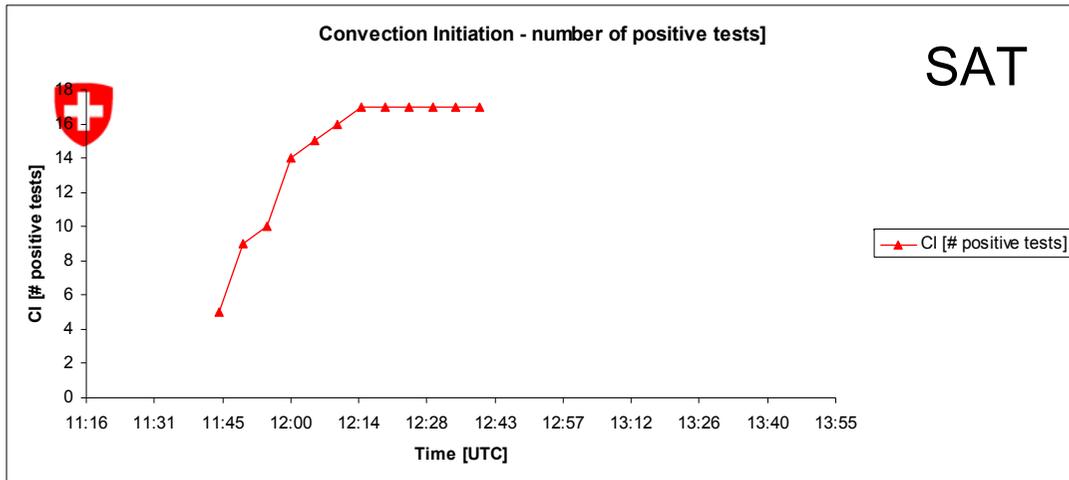
Convection Initiation (CI)

Cloud Top Temperature (SAF Nowcasting RDT)

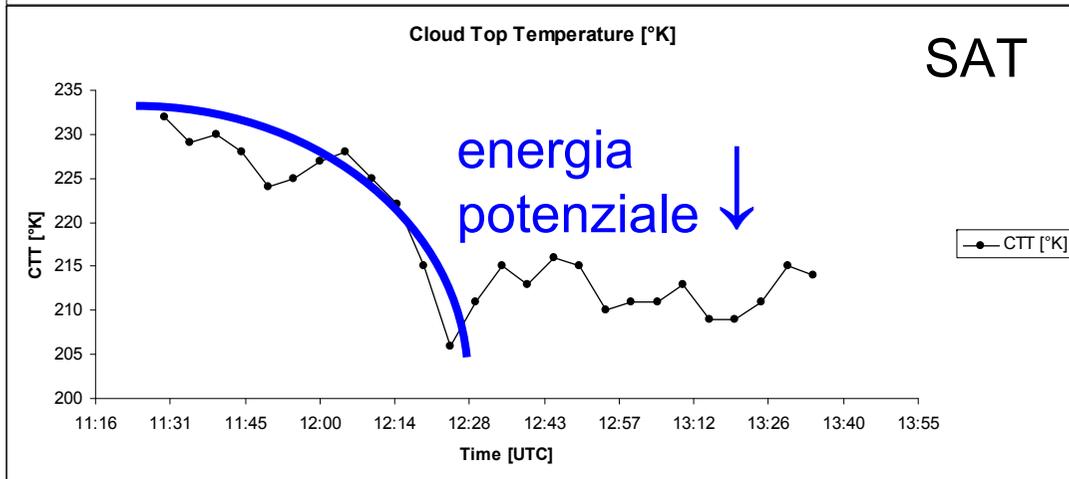
*Regola euristica:
più forte il segnale di
Convection Initiation*

*→ Maggiore sarà l'energia
disponibile per accelerare il
raffreddamento del top
cumulonembo*



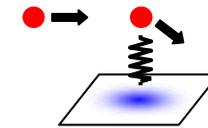


Regola euristica:

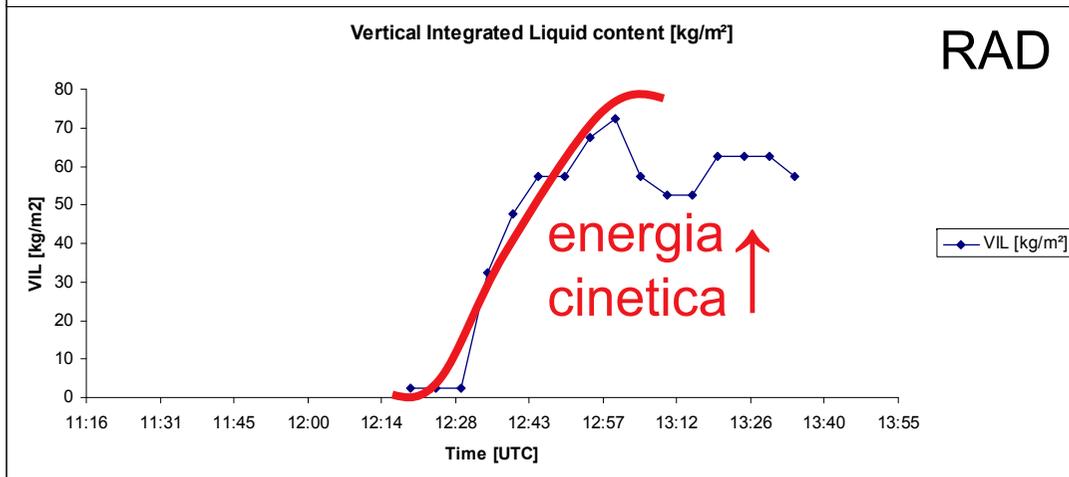


→ Maggiore sarà l'energia disponibile per incrementare l'intensità della precipitazione(VIL)

II° modulo:



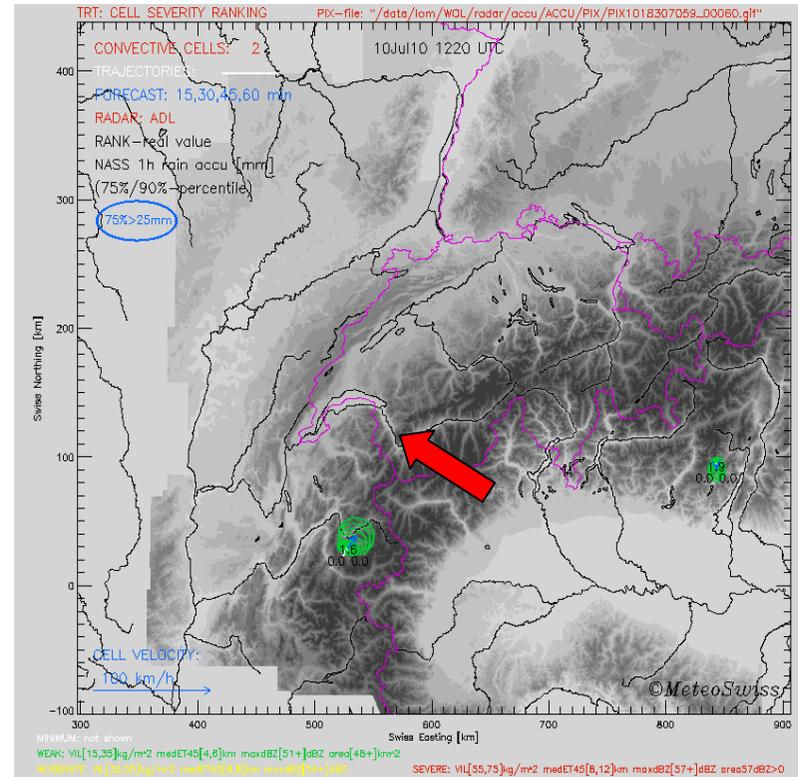
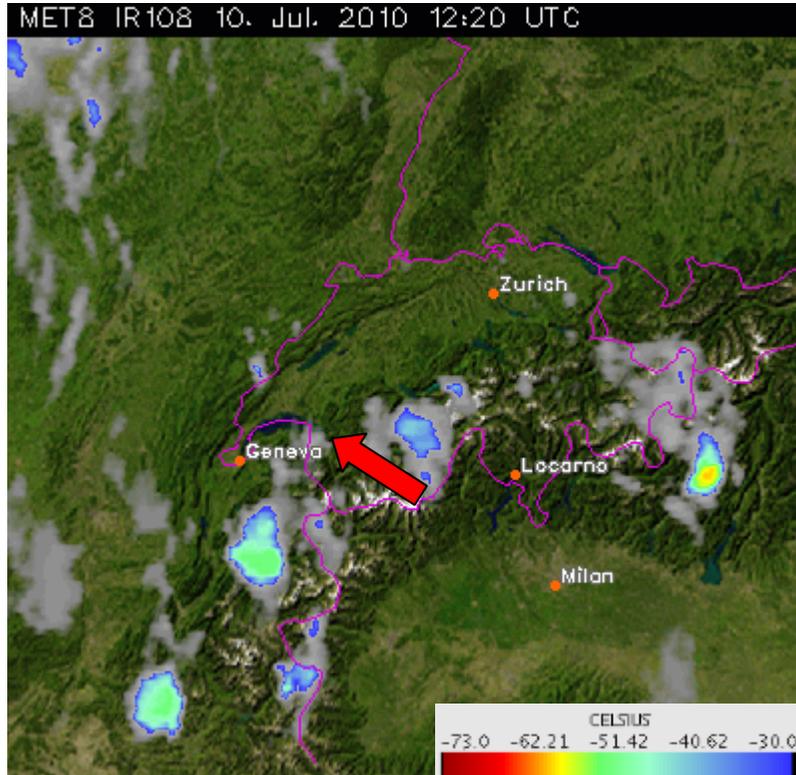
Cloud Top Temperature (field)



Vertical Integrated Liquid

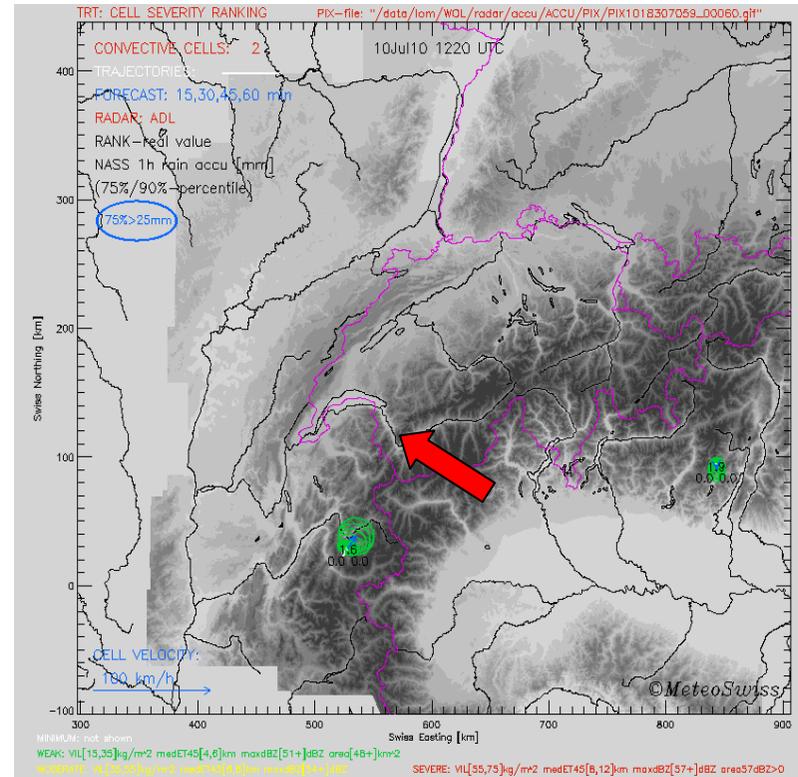
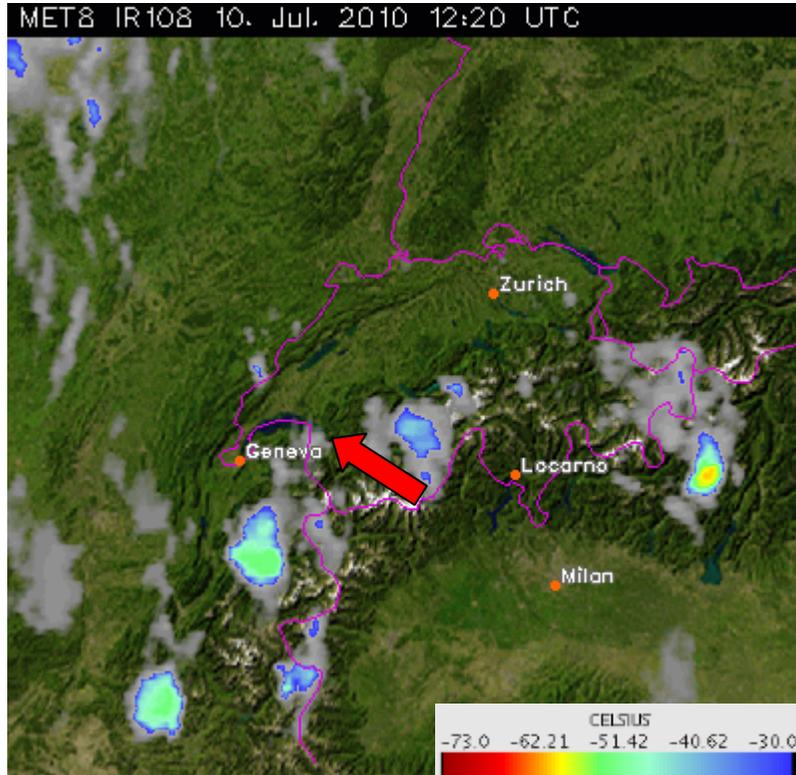


Esempio



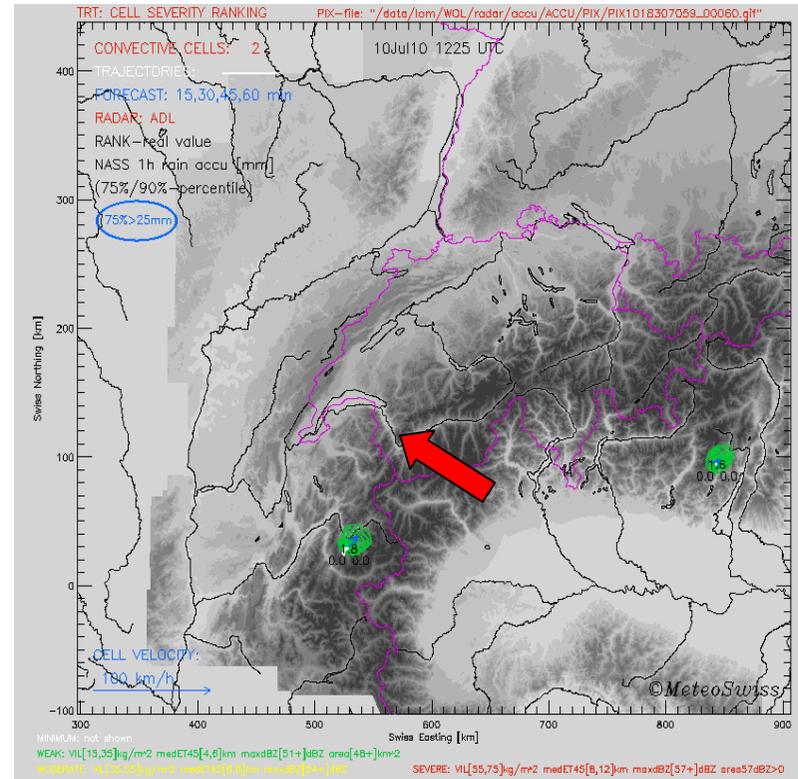
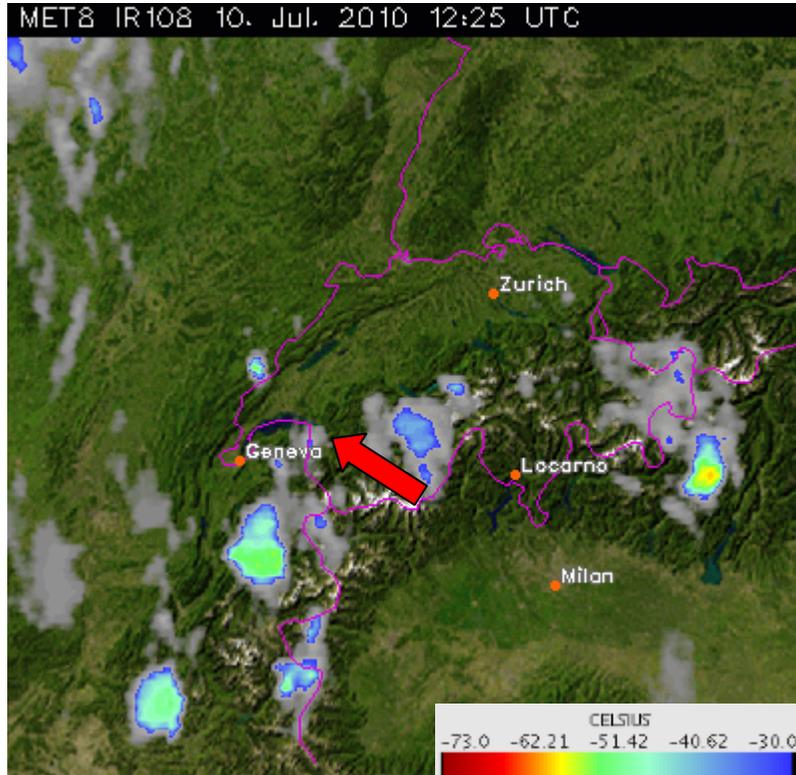


Esempio



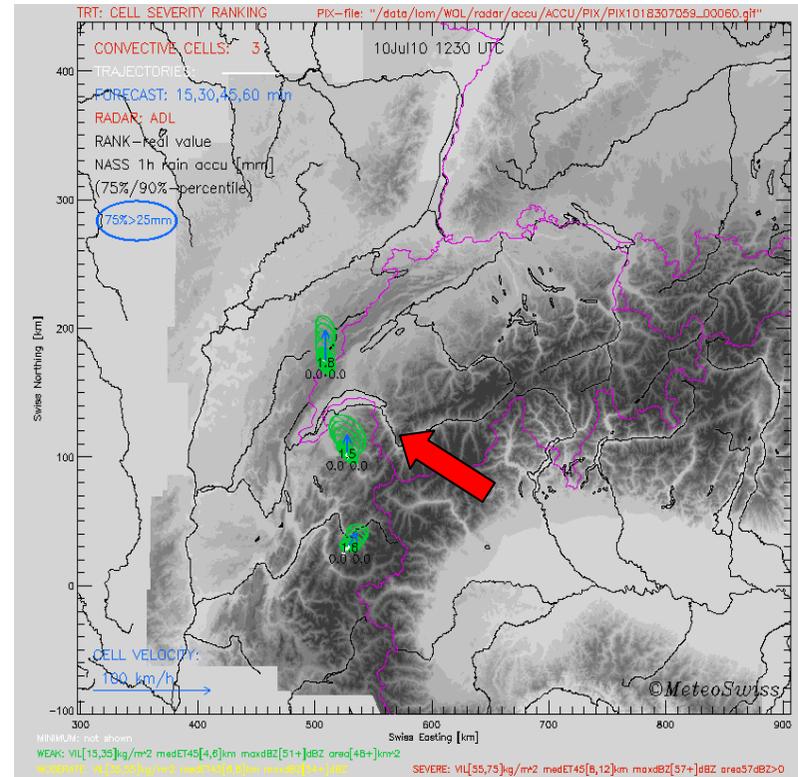
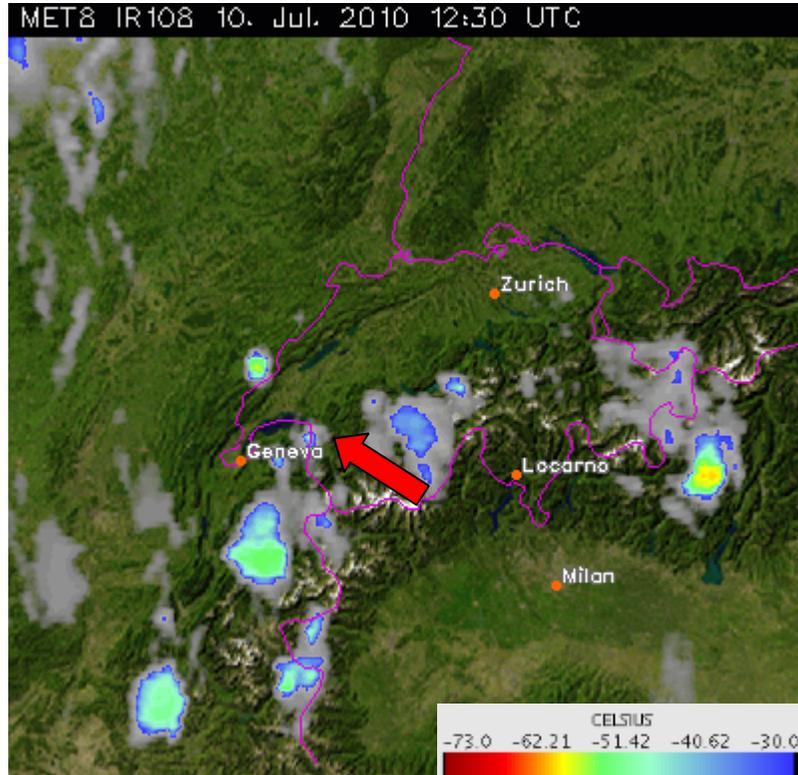


Esempio



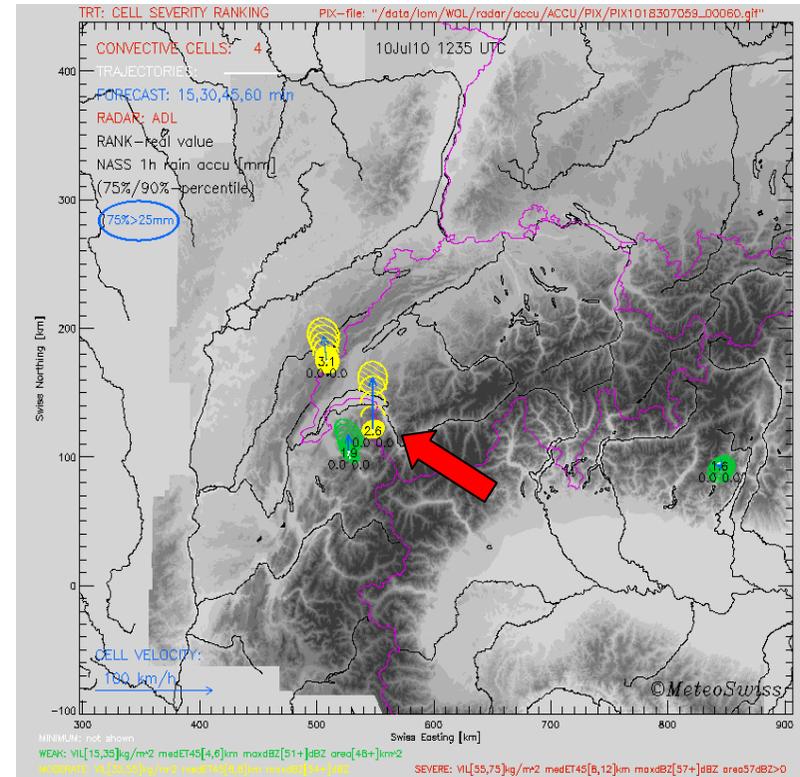
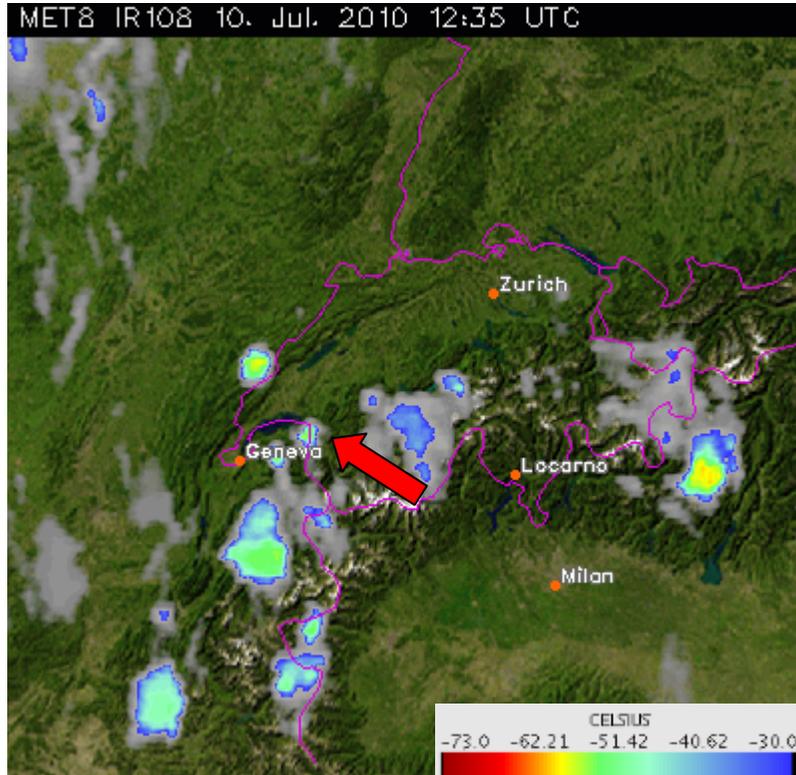


Esempio



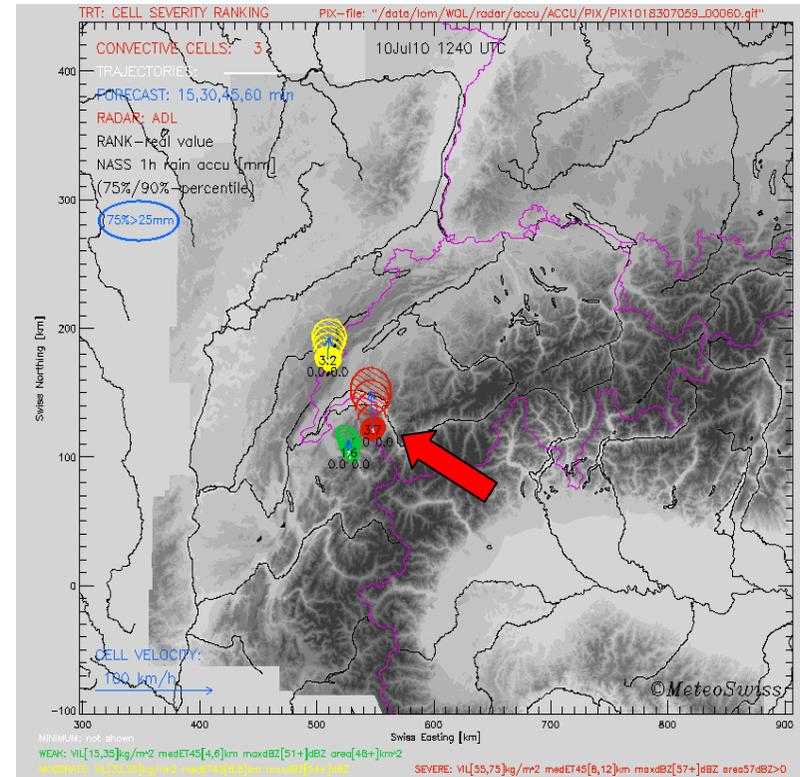
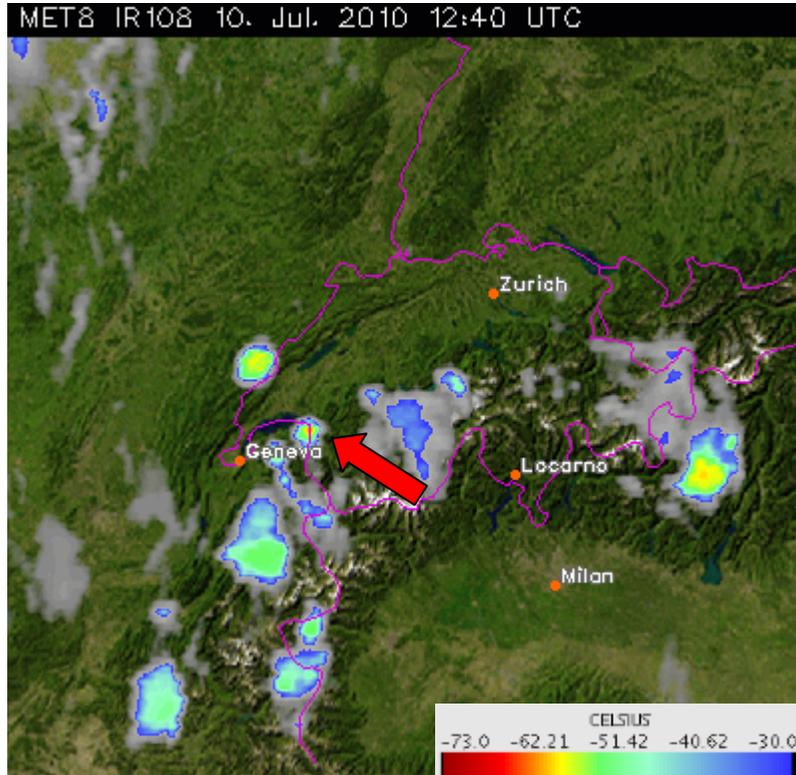


Esempio



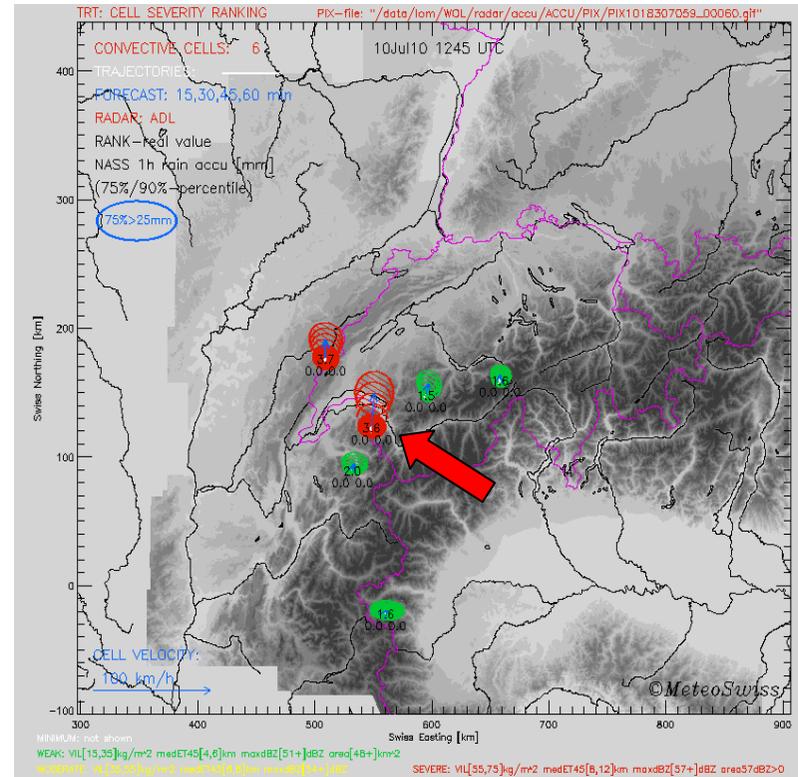
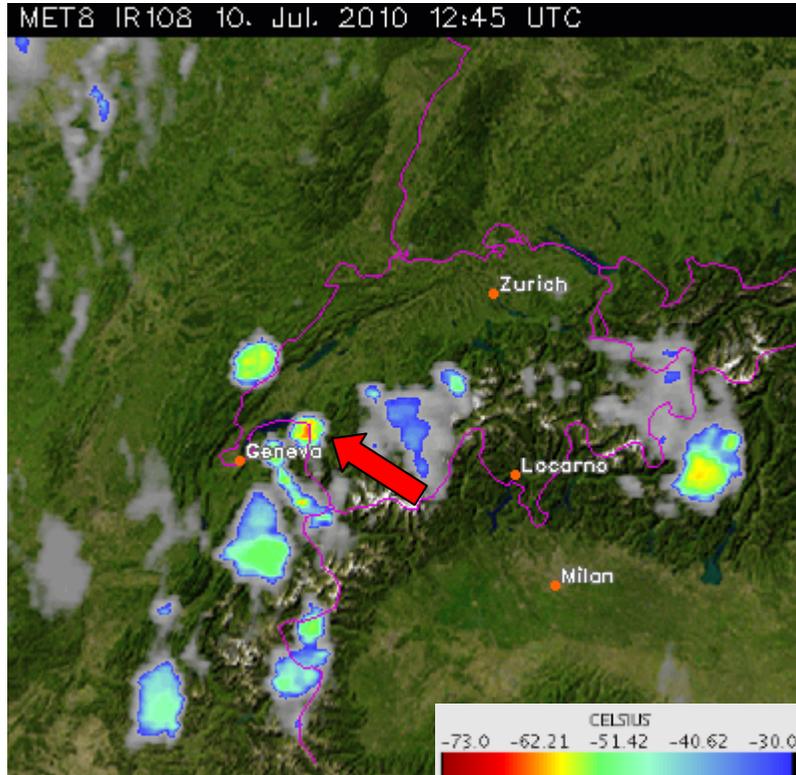


Esempio



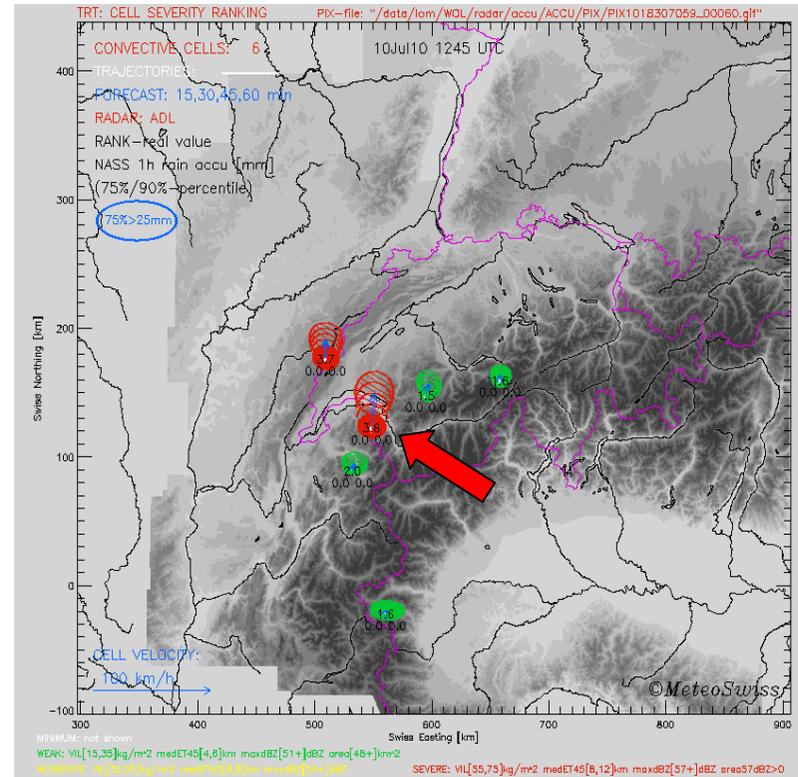
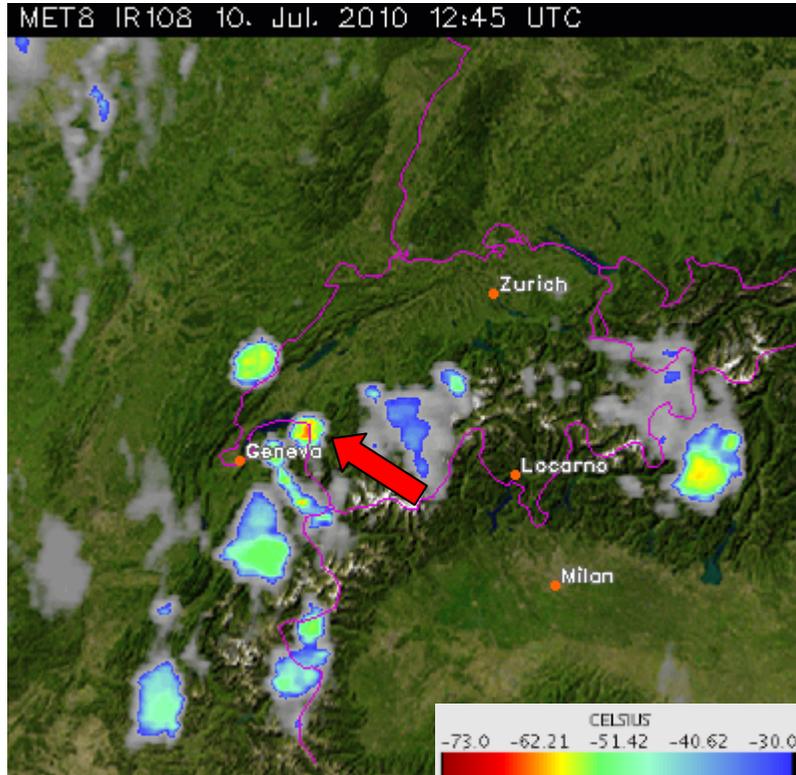


Esempio



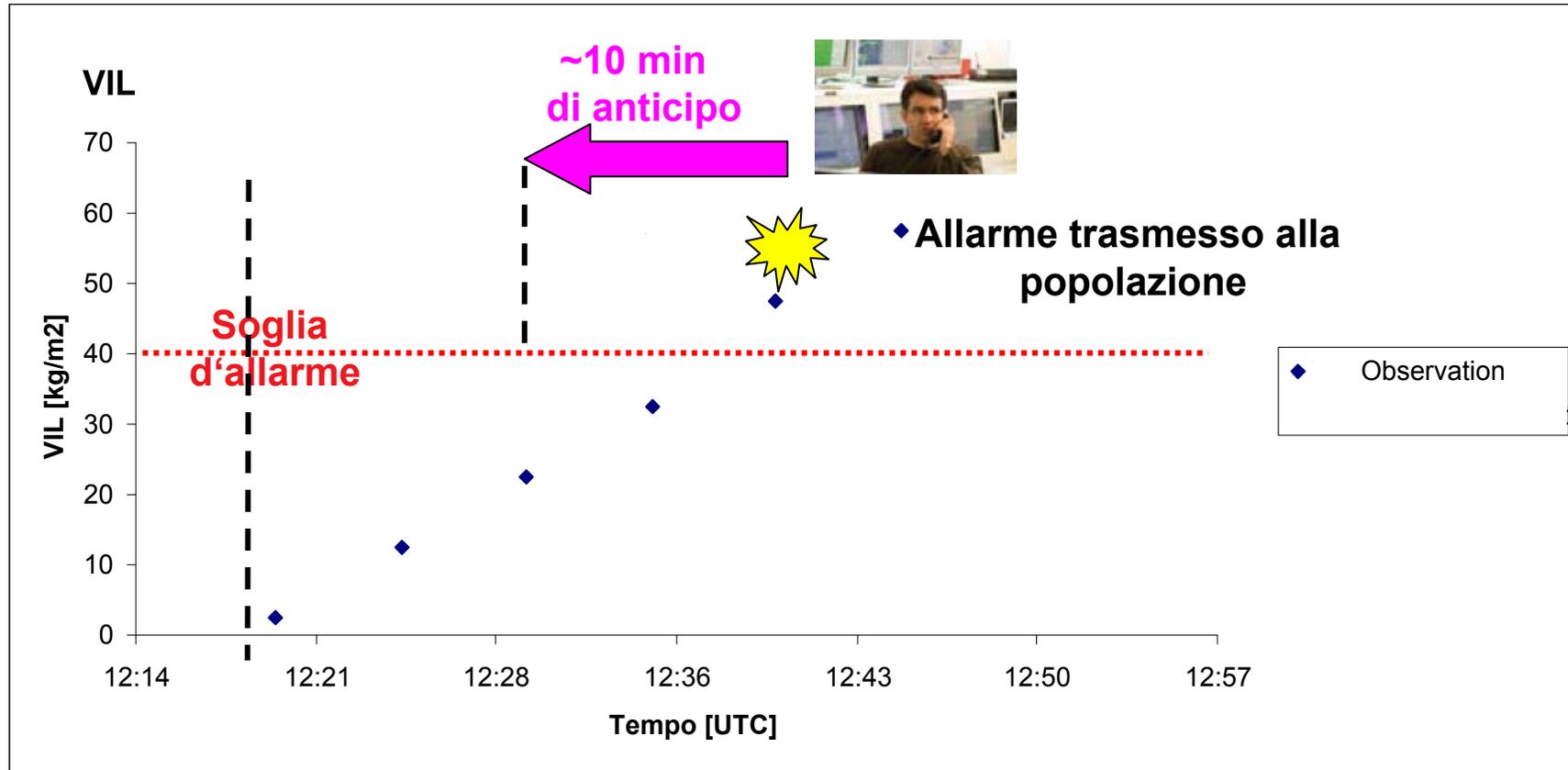


Esempio



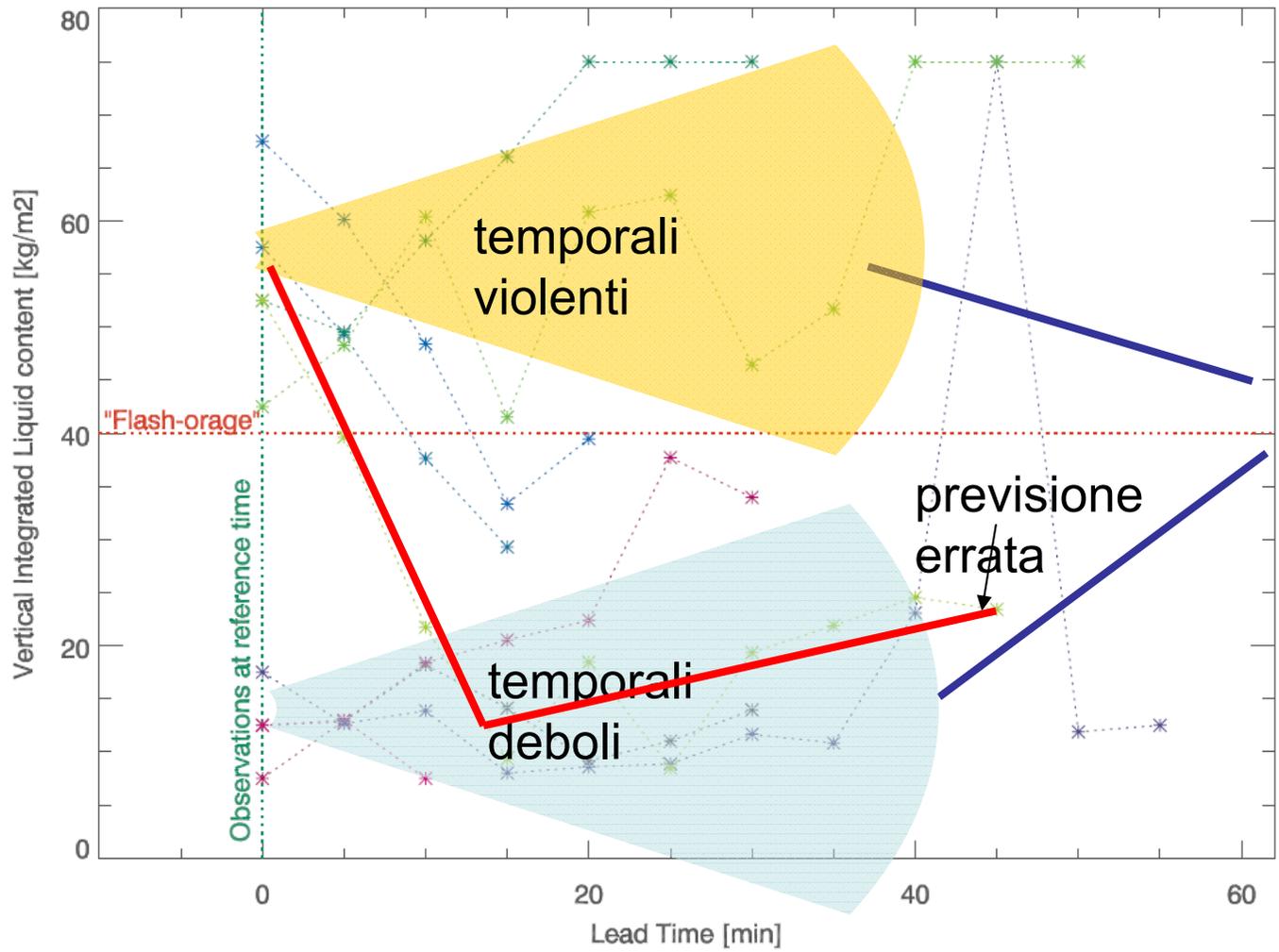


Essays on CO₂ Abatement





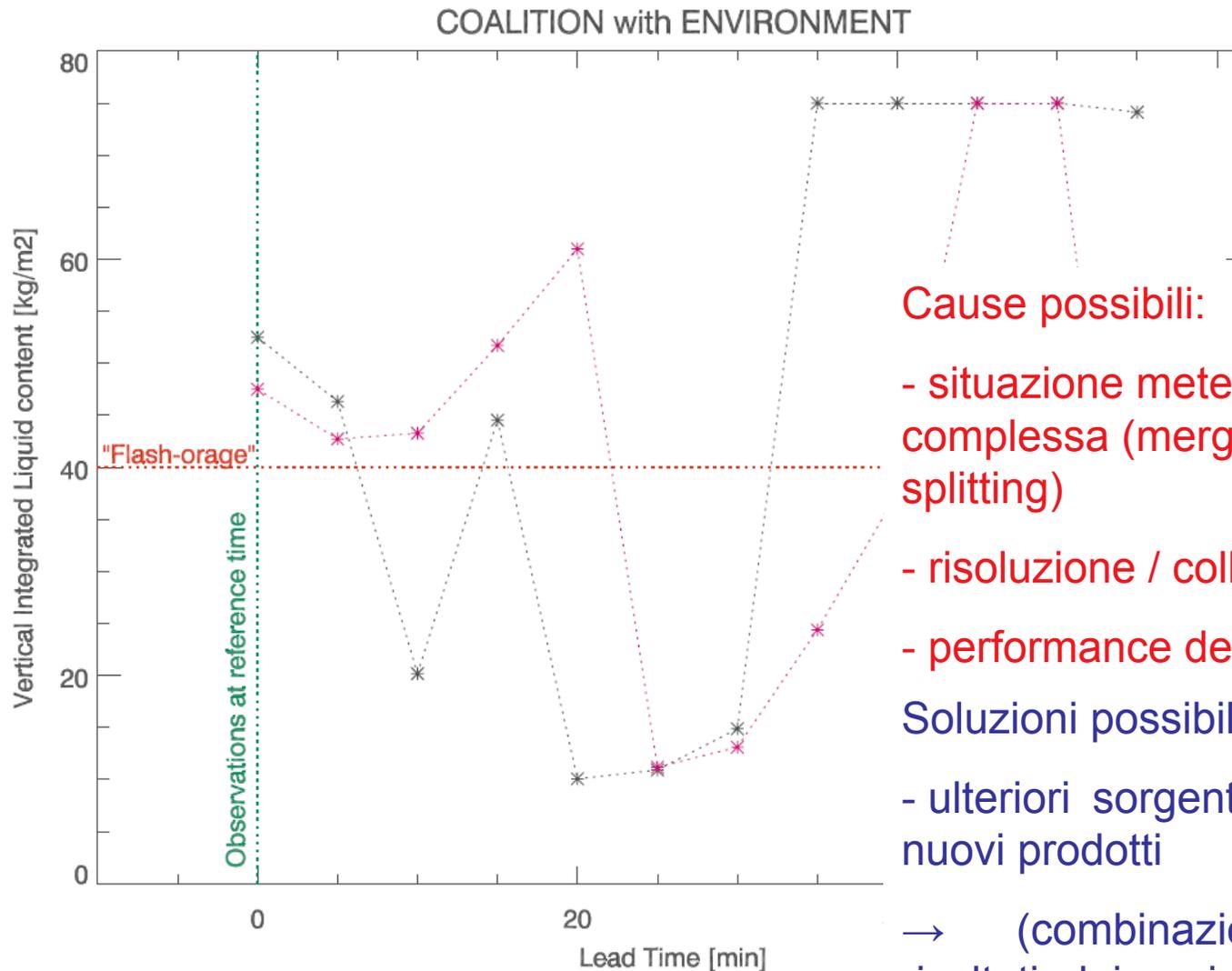
performance di COALITION vs. lead-time discussione su diversi casi



ottimi risultati



Mesoscale Convective Systems (MCS): situazioni difficili



Cause possibili:

- situazione meteorologica complessa (merging/splitting)
- risoluzione / collocazione
- performance dell'algoritmo

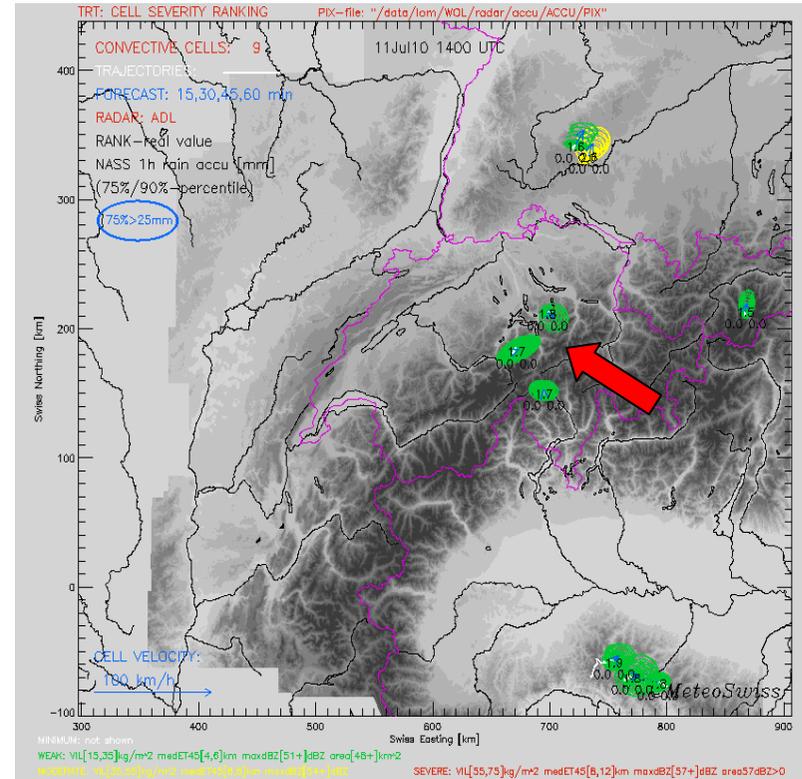
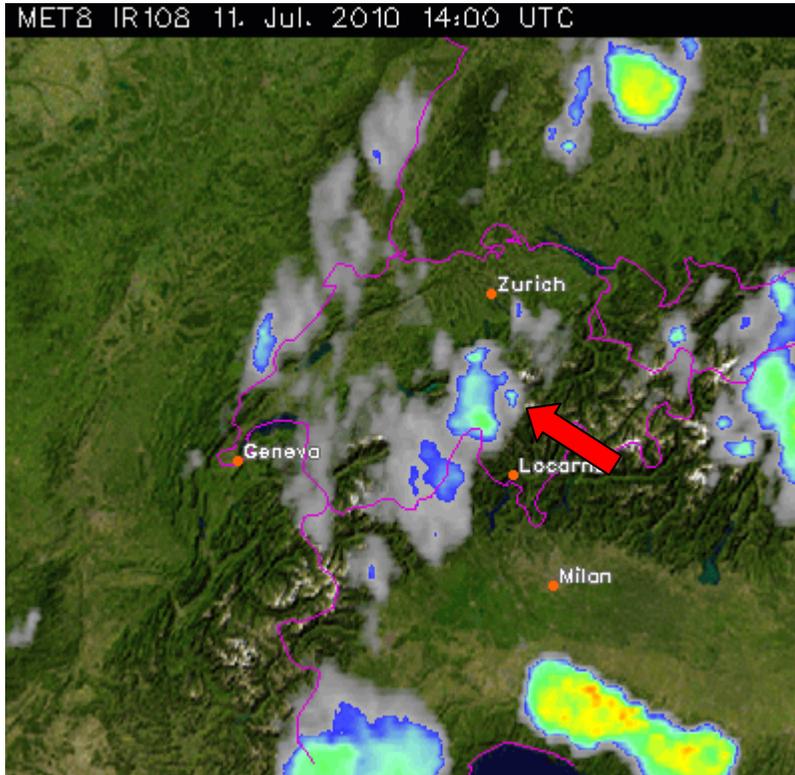
Soluzioni possibili:

- ulteriori sorgenti di dati / nuovi prodotti

→ (combinazione dei risultati dei vari moduli di COALITION)



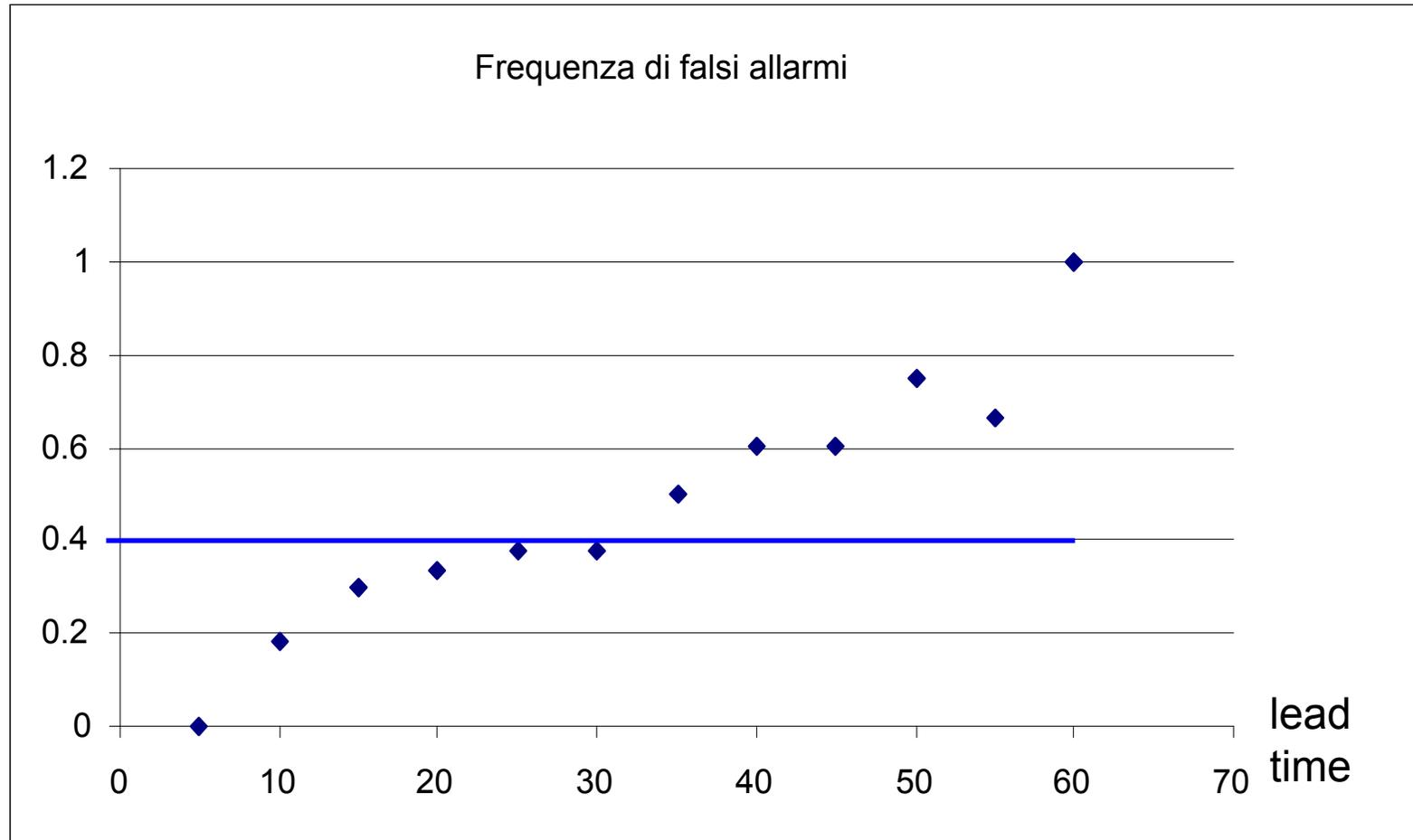
Situazioni difficili...





COALITION performance

statistica su 11 casi





Conclusioni (1)

- I temporali sono una delle manifestazioni meteorologiche più violente sul nostro territorio;
- I fenomeni convettivi hanno diverse caratteristiche e possono essere raggruppati in tre categorie principali;
- Al momento i meteorologi non possono basarsi sui modelli numerici per la previsione dei temporali;
- I modelli numerici potranno migliorare unicamente con l'assimilazione di nuovi dati (per es. MeteoSat Third Generation) e con l'aumento della risoluzione sia spaziale che temporale;

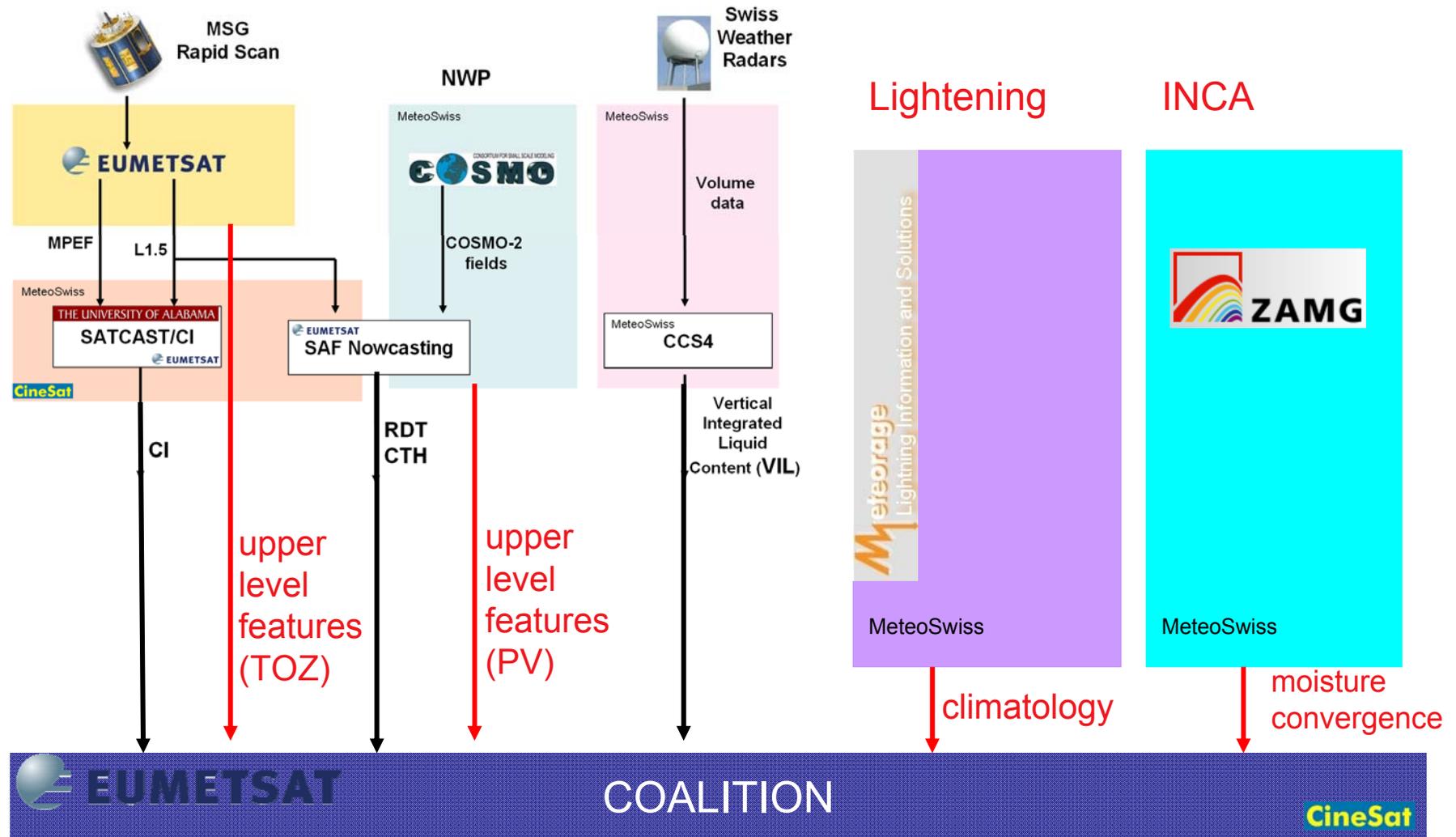


Conclusioni (2)

- I metodi Nowcasting sono necessari, specialmente quelli che includono l'integrazione di dati da sorgenti differenti;
- COALITION combina i dati attraverso un'interazione particella – ambiente esterno;
- Implementazione di due moduli conclusa:
 - previsione dello sviluppo verticale dei cumuli;
 - previsione dell'intensità della precipitazione;
- Risultati preliminari (11 casi):
 - lead-time: 10...30min per la maggior parte dei casi; lead-time minore nei casi complessi (MCS)
- Lavori attuali:
 - validazione dell'algoritmo con i casi dell'archivio (~200)
 - combinare i risultati dei vari moduli in una mappa di probabilità (→ utenti)
 - implementazione di ulteriori moduli (climatologia fulminazione, umidità)
 - Implementazione in tempo reale



Outlook





Ringraziamenti

- Rolf Stuhlmann (EUMETSAT Fellowship program)
- EUMETSAT Central Application Facility (dati in tempo reale e archiviati)
- SAF/Nowcasting Consortium (software e supporto);
- GEPARD J.Scheiber KG (software development Kit)
- John Mecikalski (algoritmo SATCAST “Convection Initiation”)
- Marianne Koenig (EUMETSAT MET Division) per il prezioso contributo scientifico e tecnico;
- Tutto lo staff di MeteoSvizzera, in particolare Lorenzo Clementi per l’importante supporto informatico;

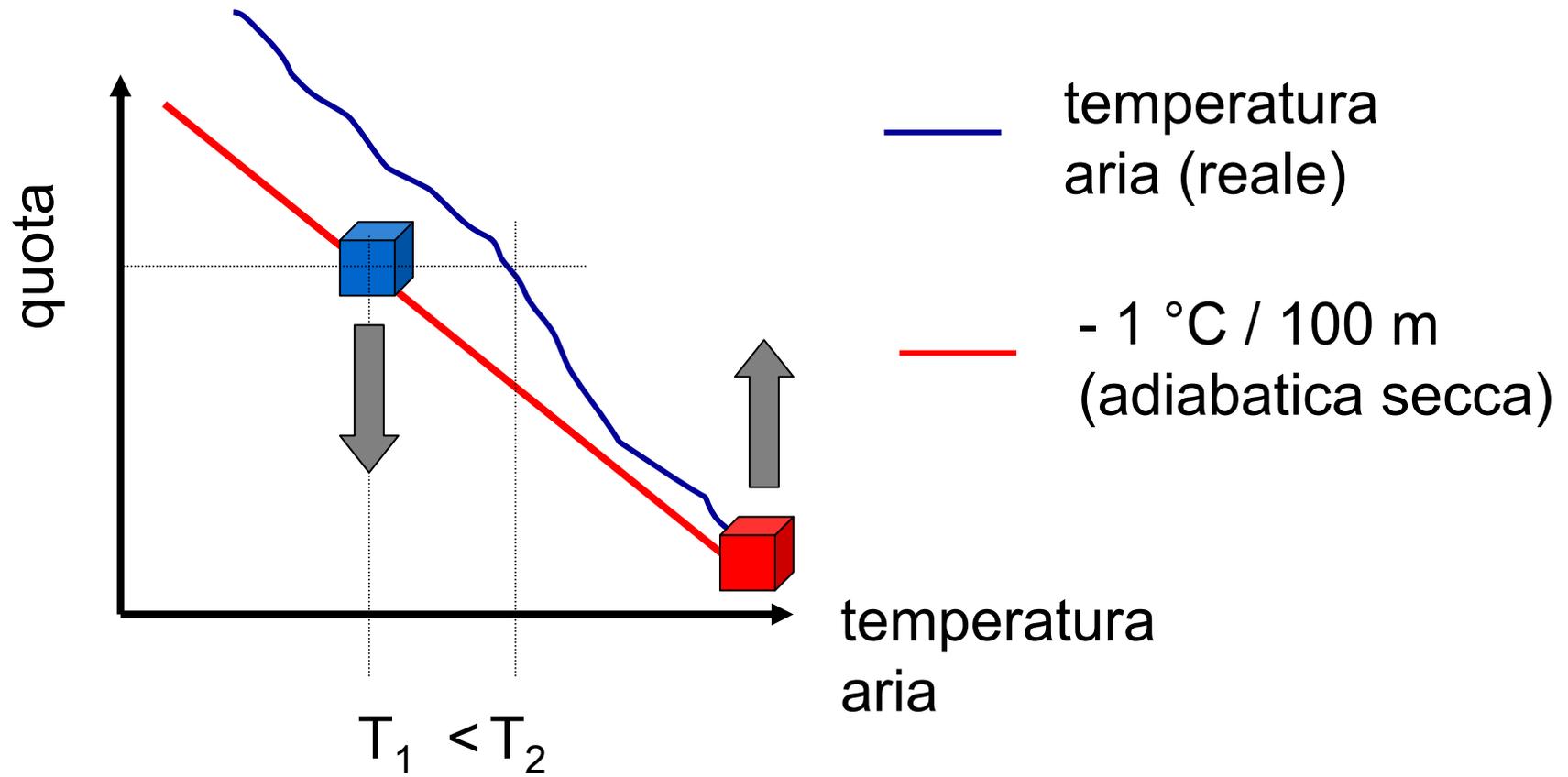




Slides addizionali

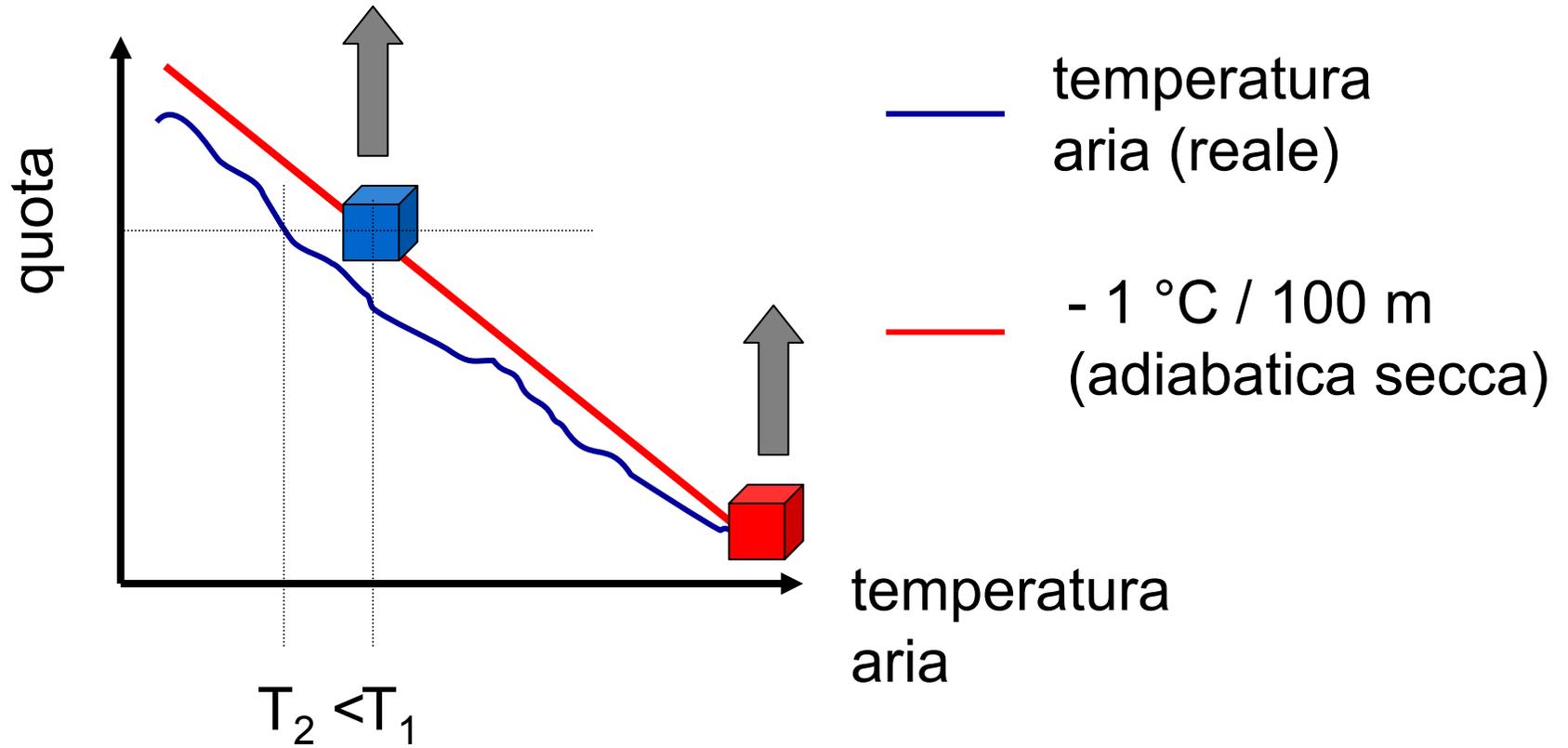


Atmosfera stabile





Atmosfera instabile





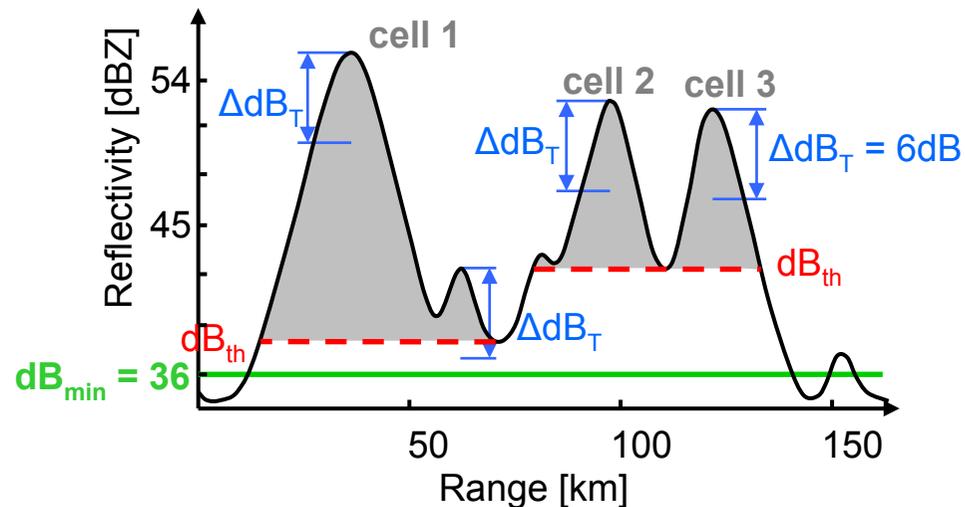
TRT (Thunderstorms Radar Tracking)

Input

- **Radar composite** (3 swiss radars); 5 min
- **NWP**: COSMO-2 (resolution 2.2 km); 180 min
- **Lightning** (aux): Cloud-to-Ground (\pm CG) flashes; 5 min

Algorithms

- **Detection**: **Dynamic reflectivity threshold scheme**





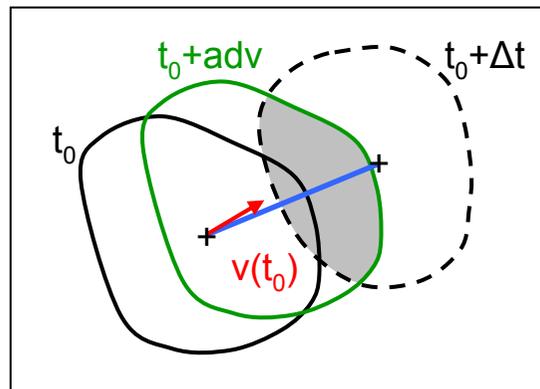
TRT (Thunderstorms Radar Tracking)

Input

- **Radar composite** (3 swiss radars); 5 min
- **Lightning**: Cloud-to-Ground (\pm CG) flashes; 5 min
- **NWP**: COSMO-2 (resolution 2.2 km); 180 min

Algorithms

- **Detection**: Dynamic reflectivity threshold scheme
- **Tracking**: **Geographical overlapping of cells**



(Complex cases:
splits / merges considered)