

“Taller de trabajo sobre Radares para estudios Atmosféricos”
Mayorazgo, 10 de abril de 2006

Información de radares meteorológicos para uso y verificación de los modelos atmosféricos

Yamina Silva

Instituto Geofísico del Perú



Contenido

- ⇒ **Modelos atmosféricos**
- ⇒ Verificación de los modelos atmosféricos
- ⇒ Asimilación de datos de radar en los EPC

Ecuaciones del MM5

Momento
(componente x)

$$\frac{\partial p^* u}{\partial t} = -m^2 \left[\frac{\partial p^* uu/m}{\partial x} + \frac{\partial p^* vu/m}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* u \dot{\sigma}}{\partial \sigma} + u \text{DIV}$$

$$- \frac{mp^*}{\rho} \left[\frac{\partial p'}{\partial x} - \frac{\sigma}{p^*} \frac{\partial p^*}{\partial x} \frac{\partial p'}{\partial \sigma} \right] + p^* f v + D_u$$

Momento
(componente y)

$$\frac{\partial p^* v}{\partial t} = -m^2 \left[\frac{\partial p^* uv/m}{\partial x} + \frac{\partial p^* vv/m}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* v \dot{\sigma}}{\partial \sigma} + v \text{DIV}$$

$$- \frac{mp^*}{\rho} \left[\frac{\partial p'}{\partial x} - \frac{\sigma}{p^*} \frac{\partial p^*}{\partial x} \frac{\partial p'}{\partial \sigma} \right] - p^* f u + D_v$$

Momento
(componente z)

$$\frac{\partial p^* w}{\partial t} = -m^2 \left[\frac{\partial p^* uw/m}{\partial x} + \frac{\partial p^* vw/m}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* w \dot{\sigma}}{\partial \sigma} + w \text{DIV}$$

$$+ p^* g \frac{\rho_o}{\rho} \left[\frac{1}{p^*} \frac{\partial p'}{\partial \sigma} + \frac{T_v}{T} - \frac{T_o p'}{T p_o} \right] - p^* g [(q_o + q_r)] + D_w$$

Ecuaciones del MM5 (Continuación ...)

*Presión
Atmosférica*

$$\frac{\partial p^* p}{\partial t} = -m^2 \left[\frac{\partial p^* u p' / m}{\partial x} + \frac{\partial p^* v p' / m}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* p' \dot{\sigma}}{\partial \sigma} + p' DIV + m^2 p^* \gamma p \left[\frac{\partial u / m}{\partial x} - \frac{\sigma}{m p^*} \frac{\partial p^*}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial \sigma} + \frac{\partial v / m}{\partial y} - \frac{\sigma}{m p^*} \frac{\partial p^*}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right] + \rho_0 g \gamma \frac{\partial w}{\partial \sigma} + p^* \sigma_0 g w$$

*Temperatura
del aire*

$$\frac{\partial p^* T}{\partial t} = -m^2 \left[\frac{\partial p^* u T / m}{\partial x} + \frac{\partial p^* v T / m}{\partial y} \right] - \frac{\partial p^* T \dot{\sigma}}{\partial \sigma} + T \cdot DIV + \frac{1}{\rho C_p} \left[p^* \frac{D p'}{D t} - \rho_0 g p^* \omega - D_{p'} \right] + p^* \frac{L_v}{C_{pm}} N_h(\sigma) (1 - b) g M_t + D_T$$

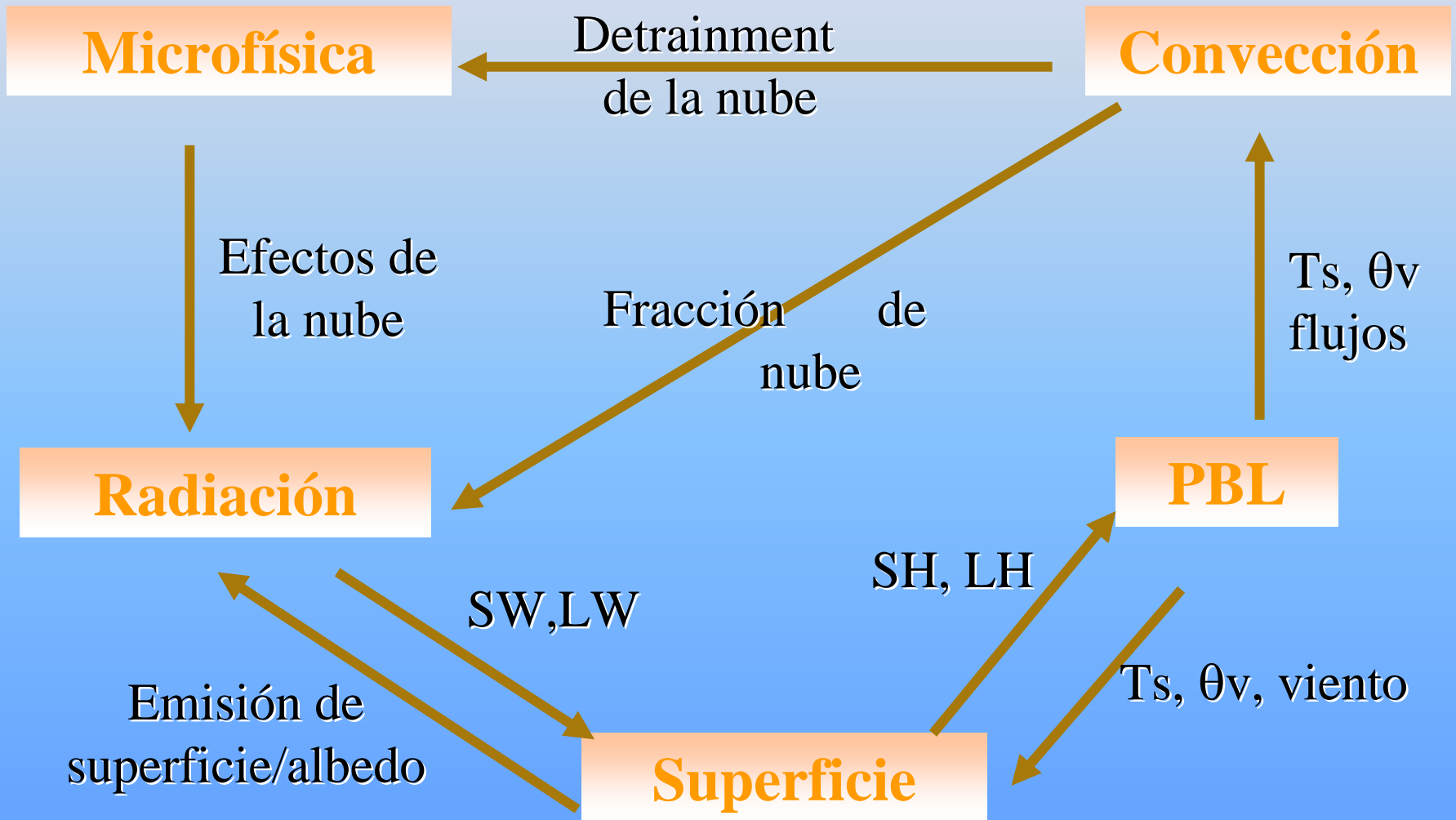
*Vapor
de agua*

$$\frac{\partial p^* q_v}{\partial t} = -m^2 \left[\frac{\partial p^* u q_v / m}{\partial x} + \frac{\partial p^* v q_v / m}{\partial y} \right] + \delta_{nh} q_v DIV + p^* (-P_{RE} - P_{CON} - P_{ID}) + p^* b g M_t N_m(\sigma) + p^* V_{gf}(\sigma) + D_{qv}$$

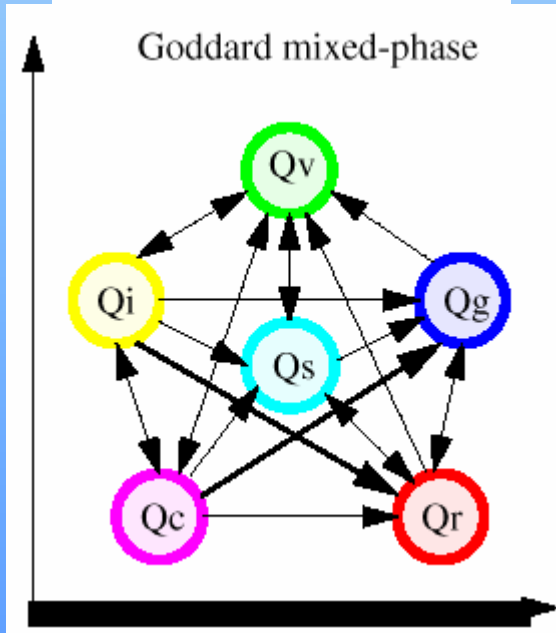
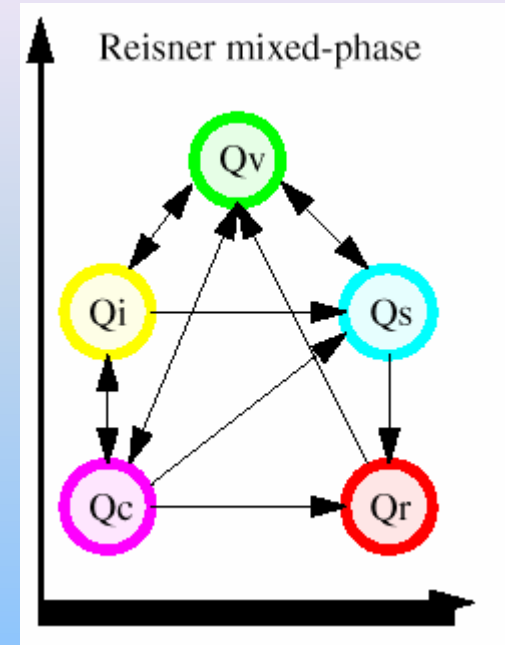
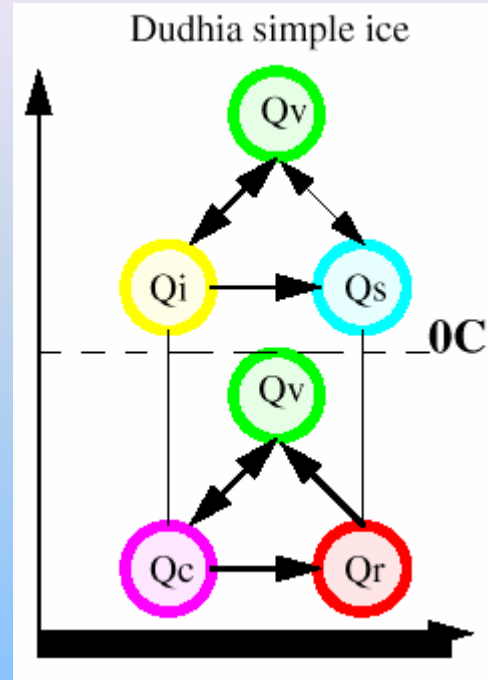
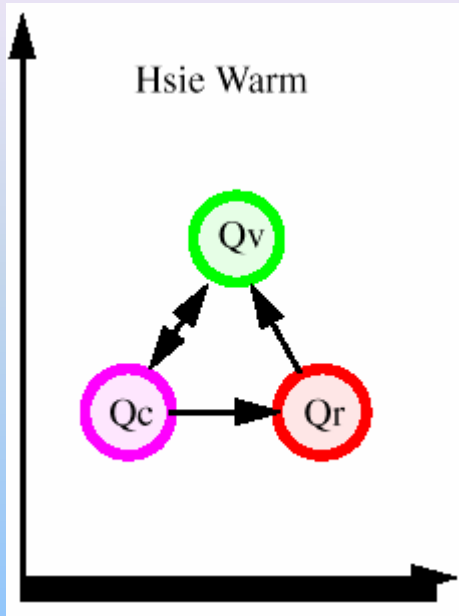
Condición inicial

Condición de frontera: superficie, tope, laterales

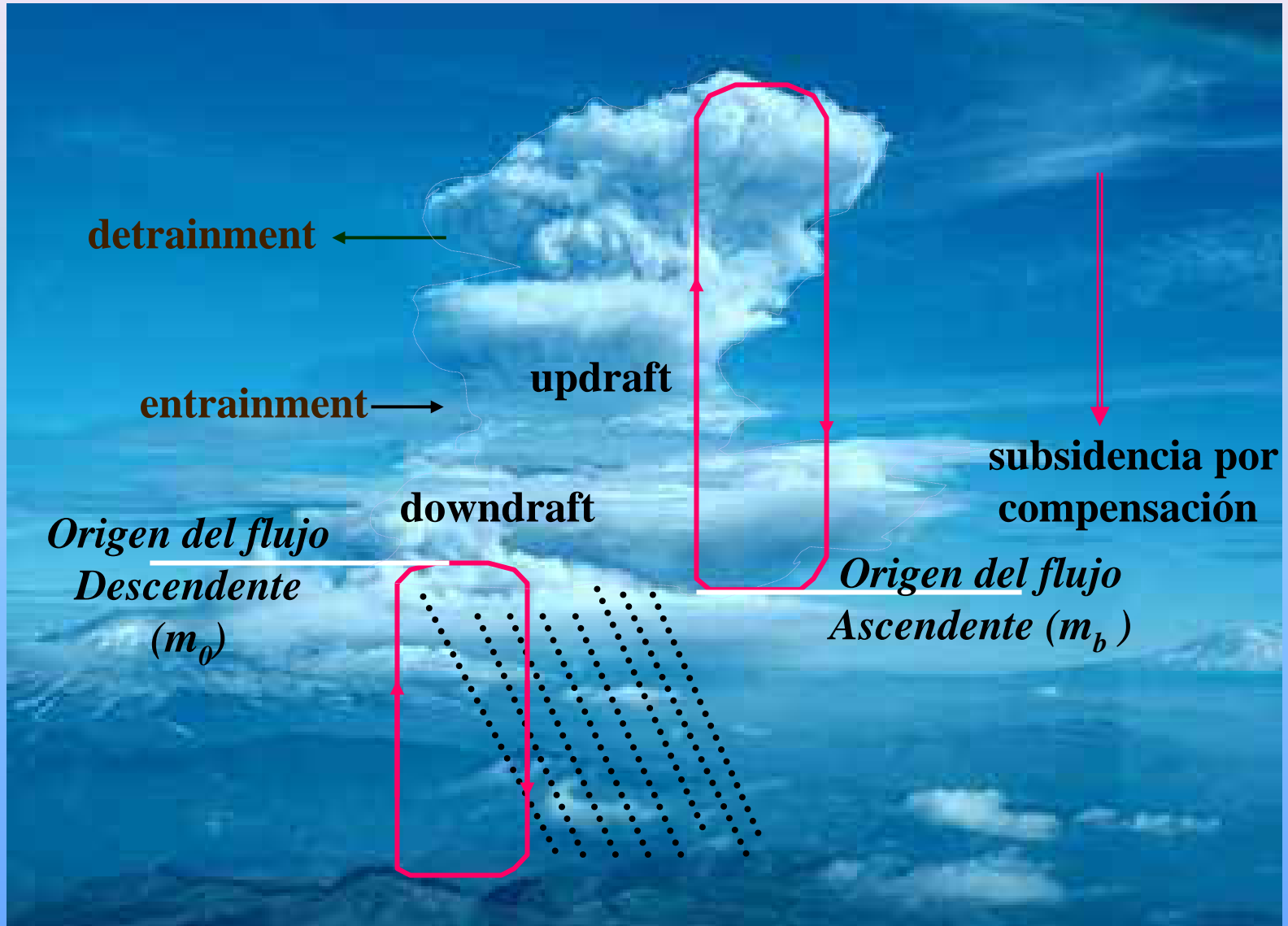
Interacción entre las procesos físicas



Física: Microfísica de nubes (esquemas explícitos)



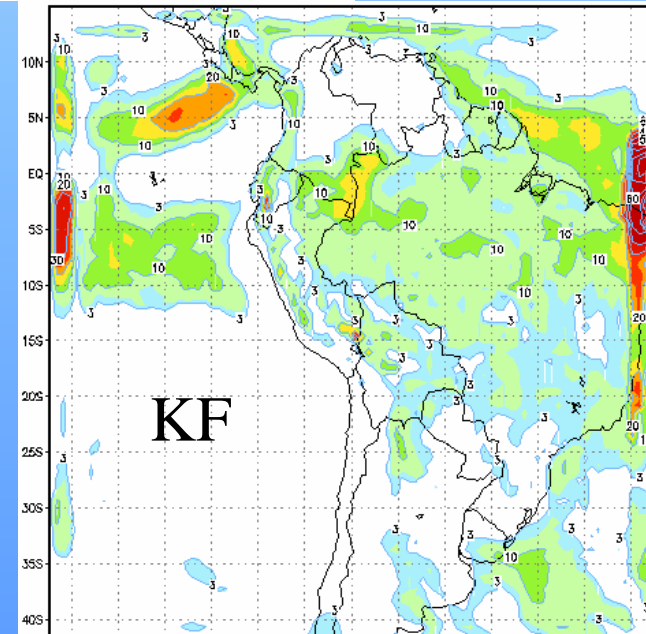
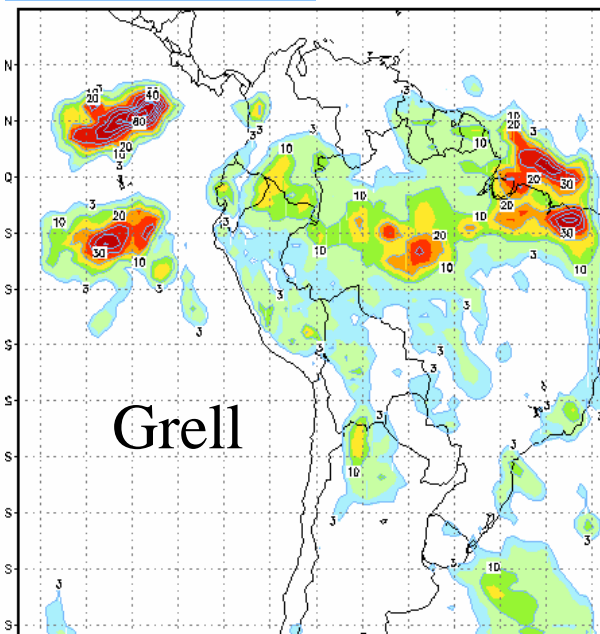
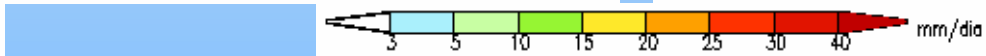
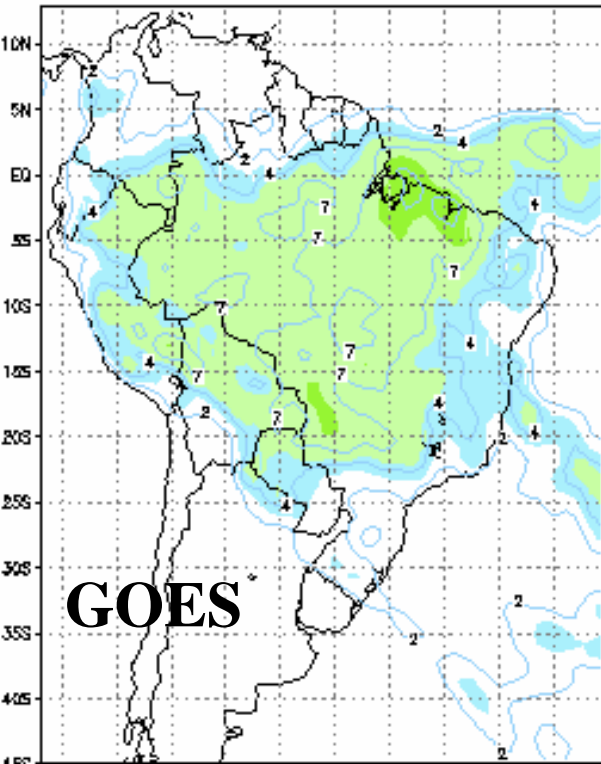
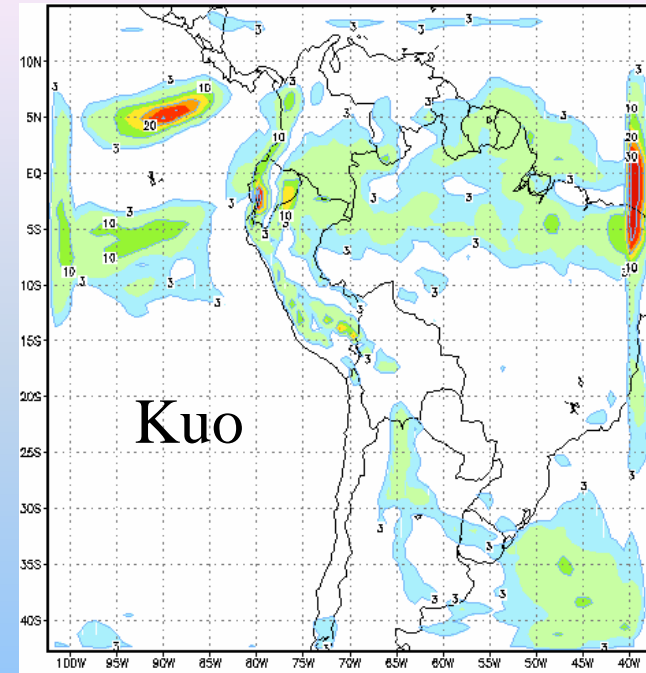
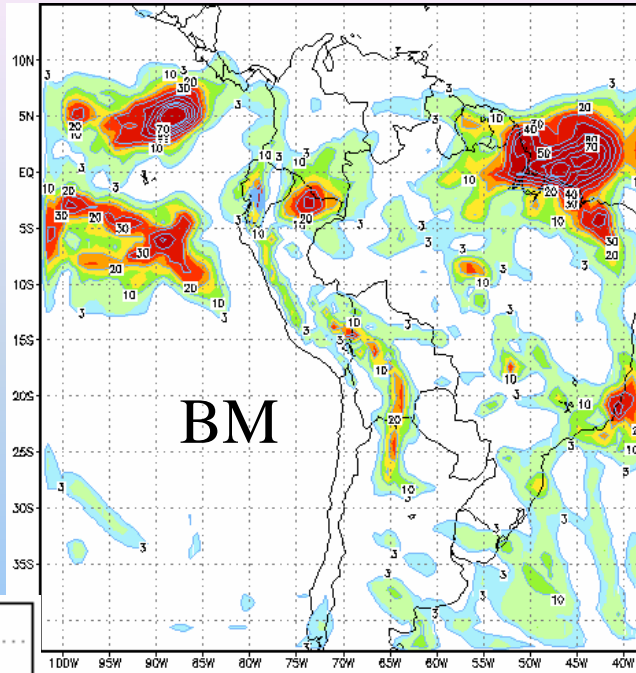
v - Vapor de agua
c - Agua de nube
r - agua de lluvia
s - Nieve
g - Granizo
i - hielo



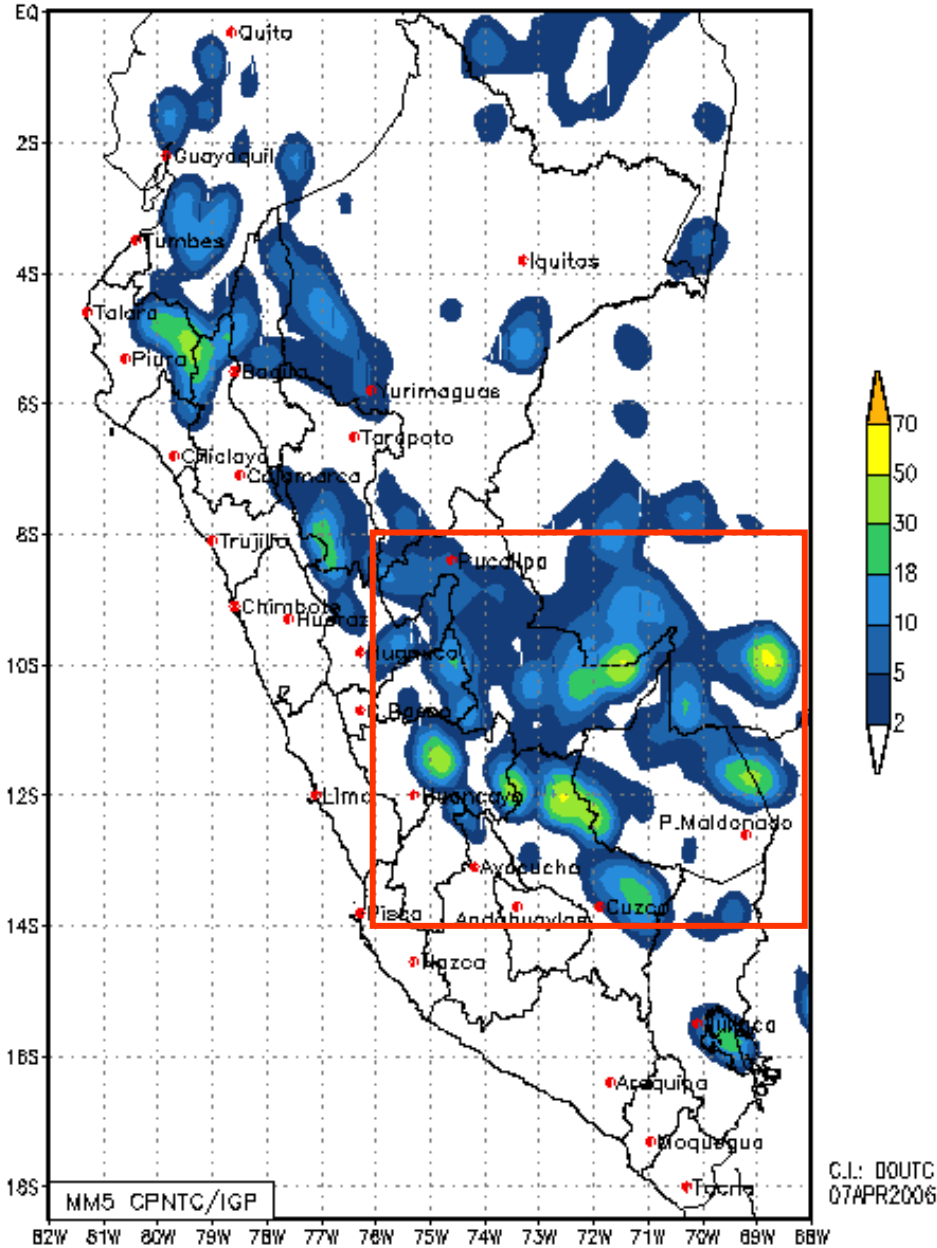
Representación esquemática de los procesos que se toman en cuenta en los EPC sofisticados

Tasa de precipitación
total (mm/día)

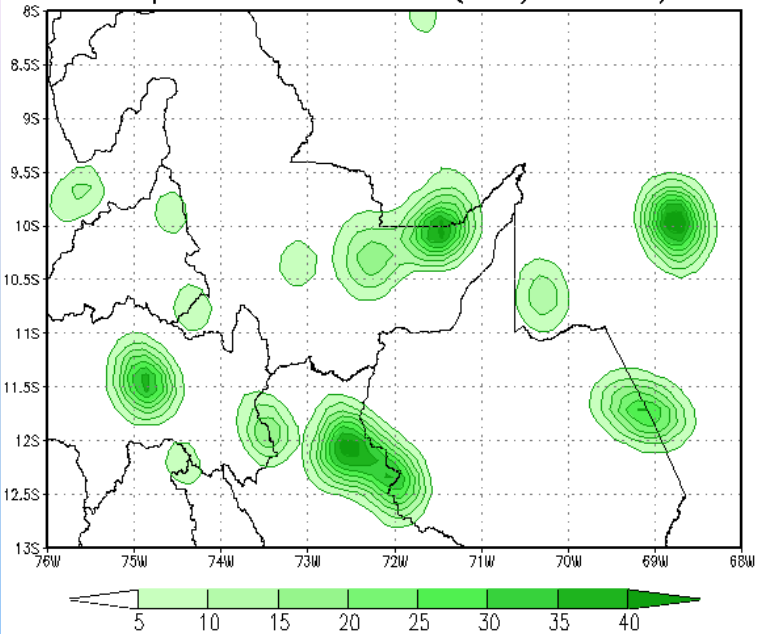
Marzo del 2000



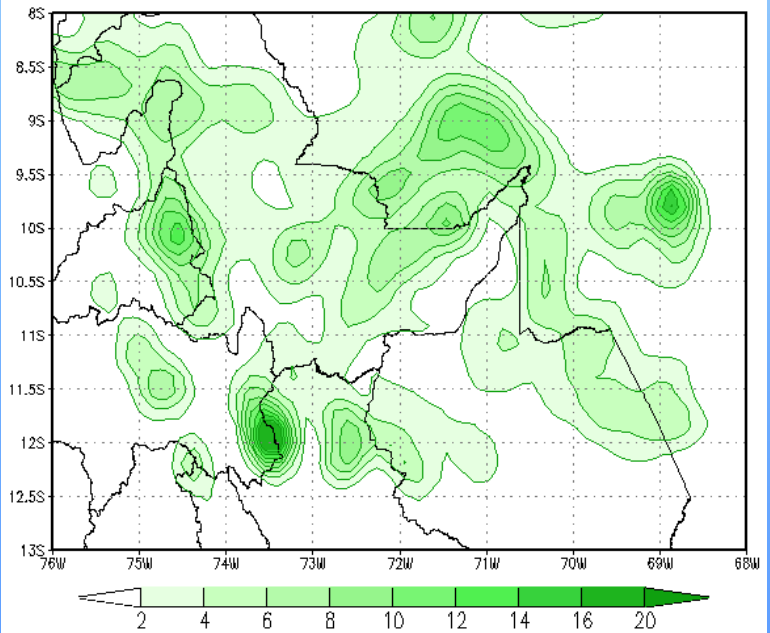
Pronóstico de precipitación acumulada en 6 horas (mm) desde el 09APR2006 06UTC hasta el 09APR2006 12UTC



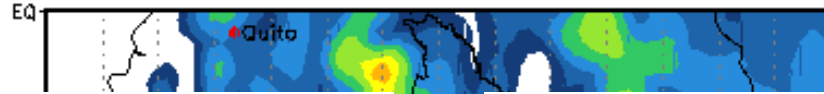
Precipitación Convectiva (mm/6 horas)



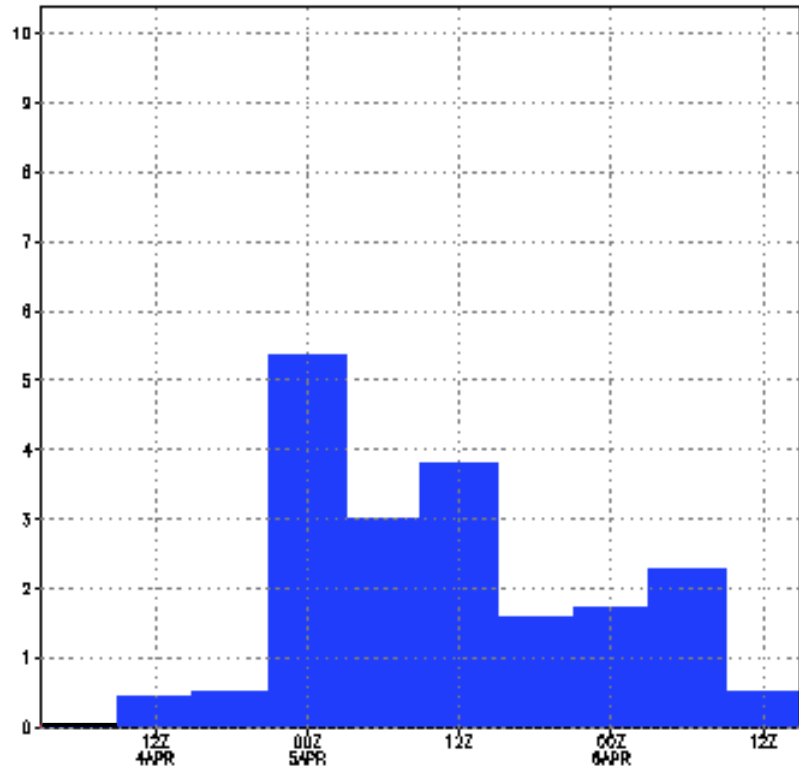
Precipitación No Convectiva (mm/6 horas)



Pronóstico de precipitación acumulada en 24 horas (mm) desde el 06APR2006 12UTC hasta el 07APR2006 12UTC

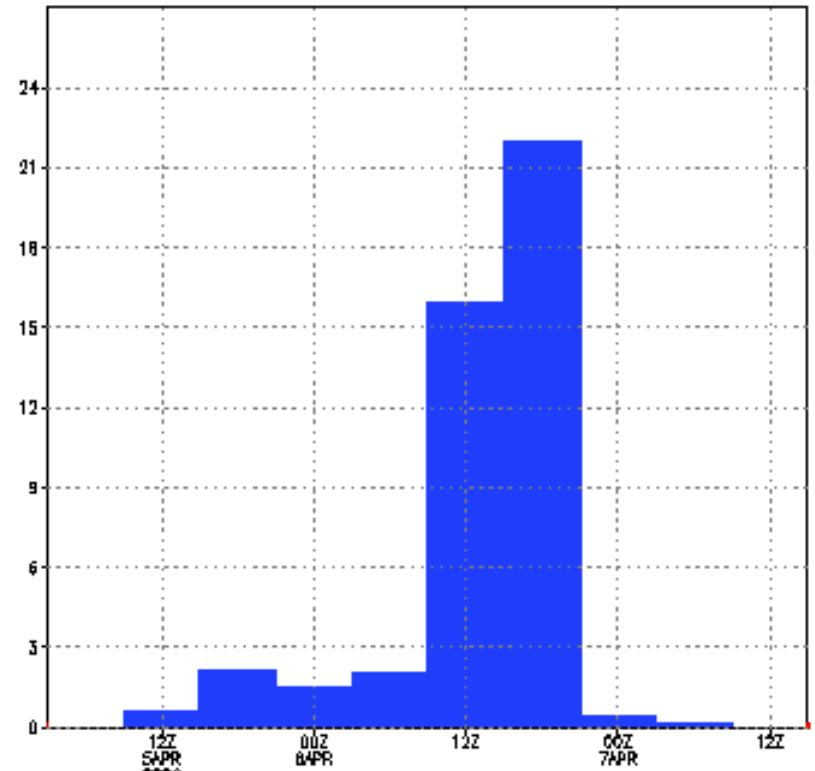


Pronóstico de precipitación acumulada en 6 horas (mm) para Selva prom_espatial 2006APR0400Z



C.I: 00z D4APR2006

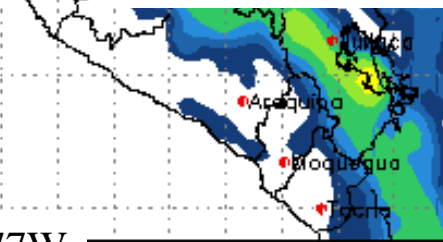
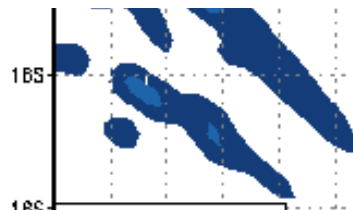
Pronóstico de precipitación acumulada en 6 horas (mm) para Selva prom_espatial 2006APR0500Z



C.I: 00z D5APR2006

04 abril

05 abril



C.I: 00UTC 05APR2006

Promedio para la región: lat: 4S-6S y Lon: 75W y 77W



Contenido

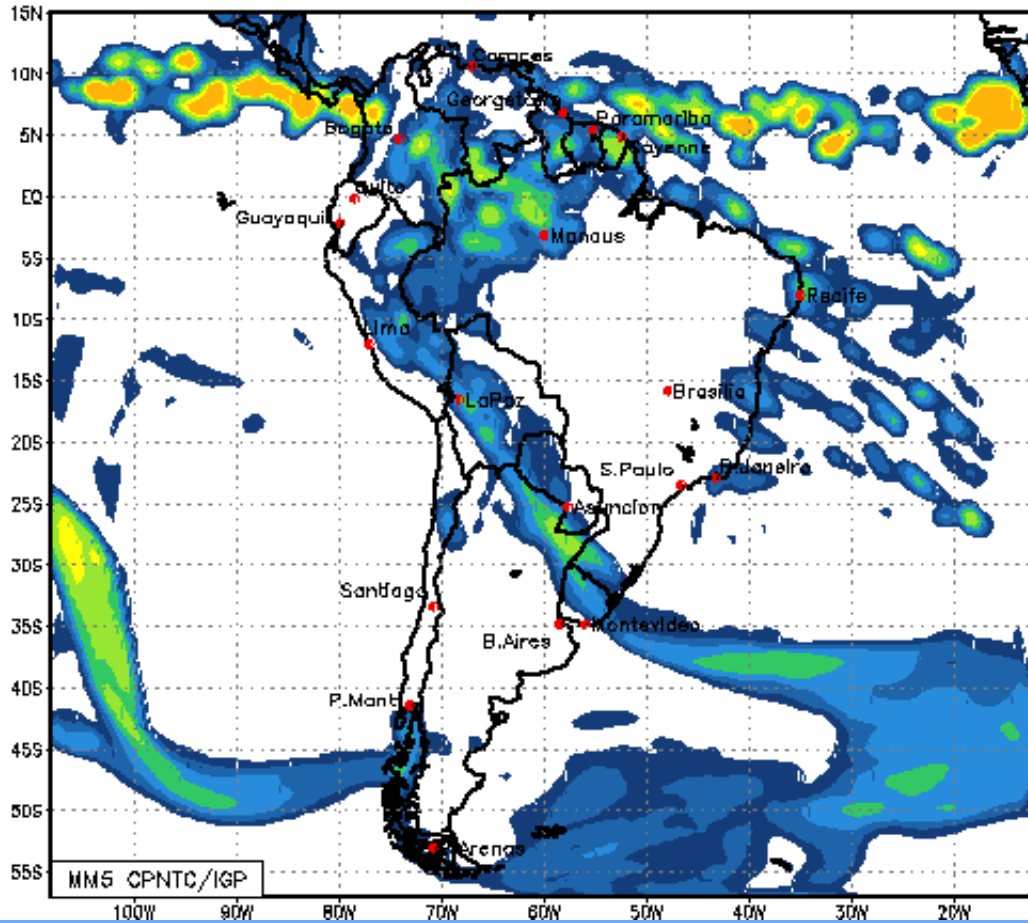
⇒ Modelos atmosféricos

⇒ **Verificación de los modelos atmosféricos**

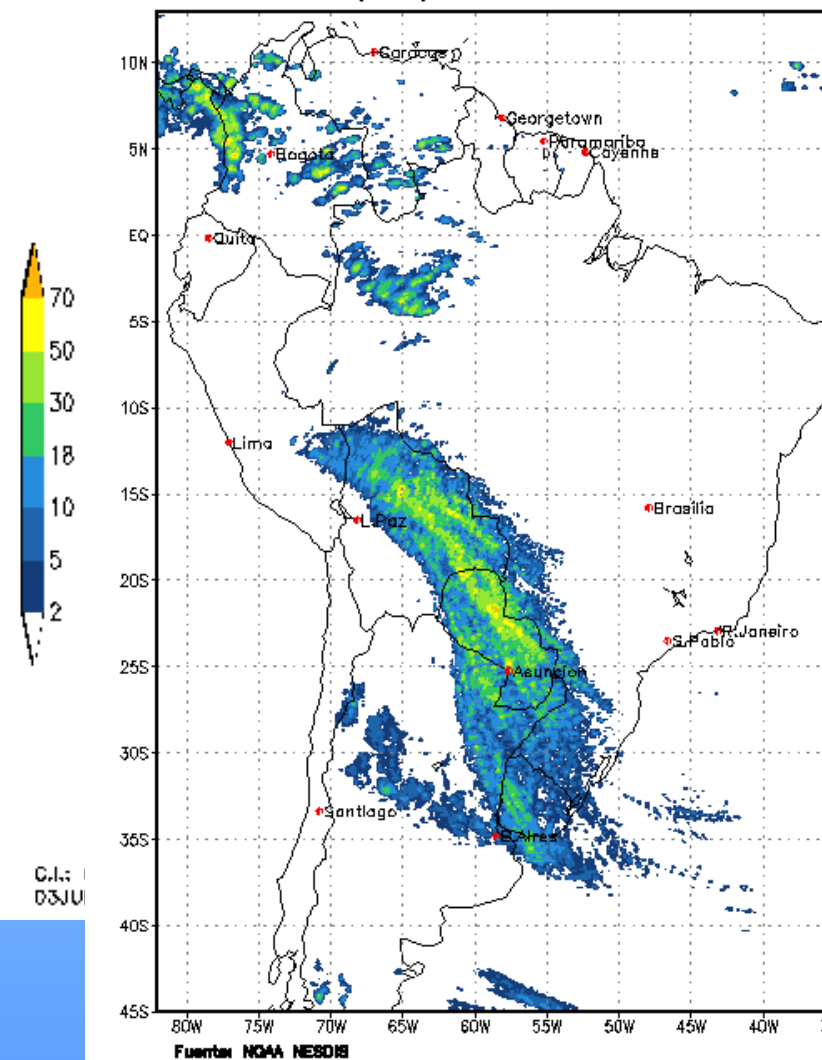
⇒ Asimilación de datos de radar en los EPC

¿Reproduce el MM5 los principales sistemas a escala sinóptica?

Pronóstico de precipitación acumulada en 24 horas (mm) desde el 04JUL2002 12UTC hasta el 05JUL2002 12UTC

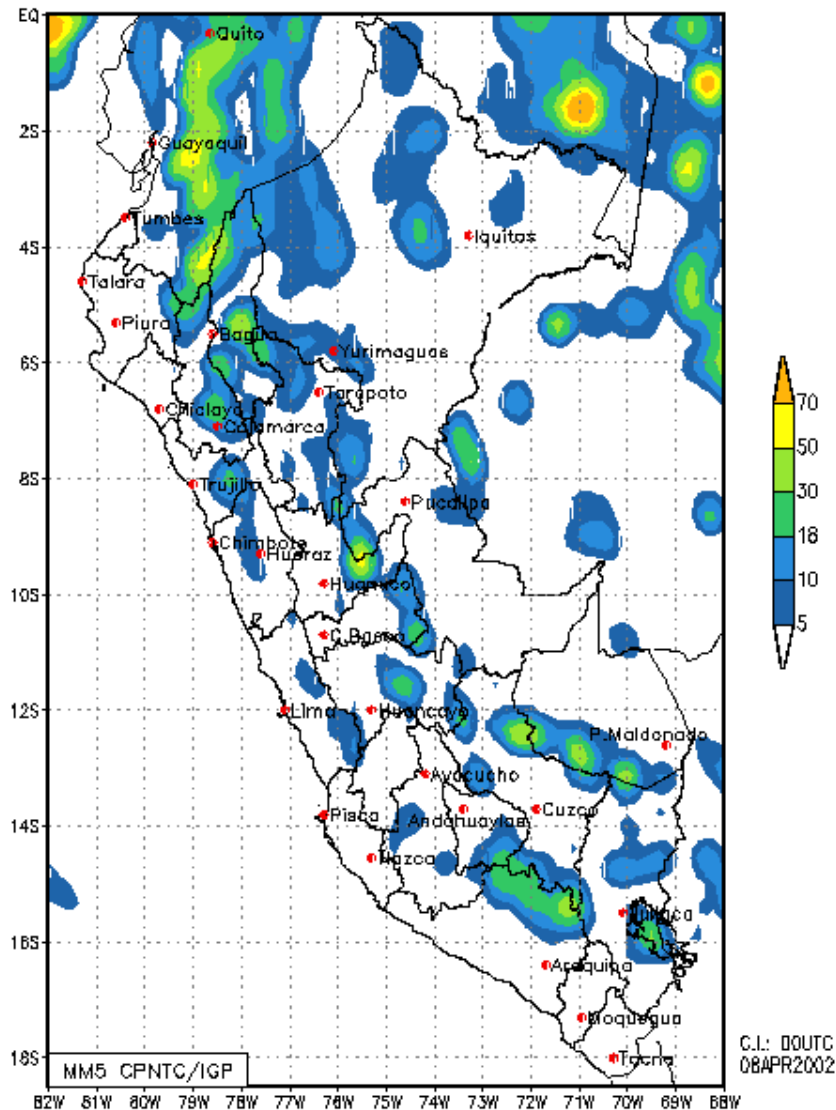


Precipitación estimada acumulada en 24 horas (mm) hasta el 05JUL2002 12UTC

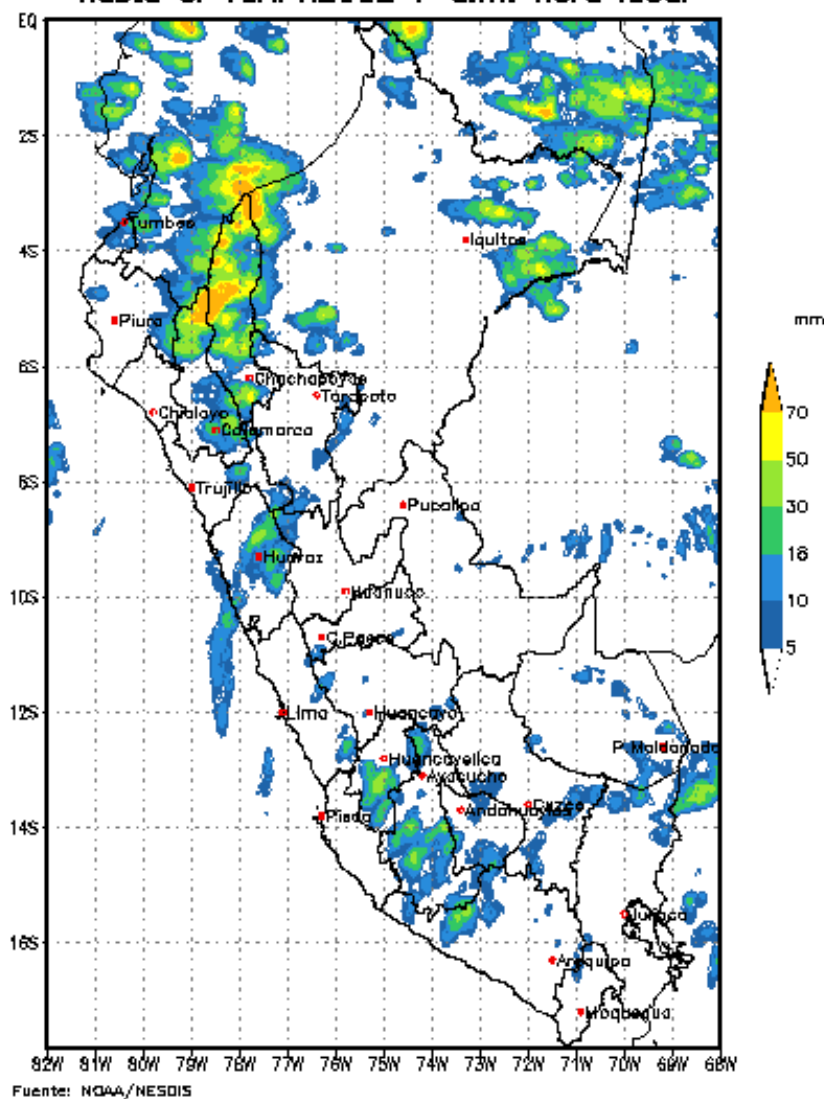


¿Reproduce el MM5 las lluvias a nivel nacional?

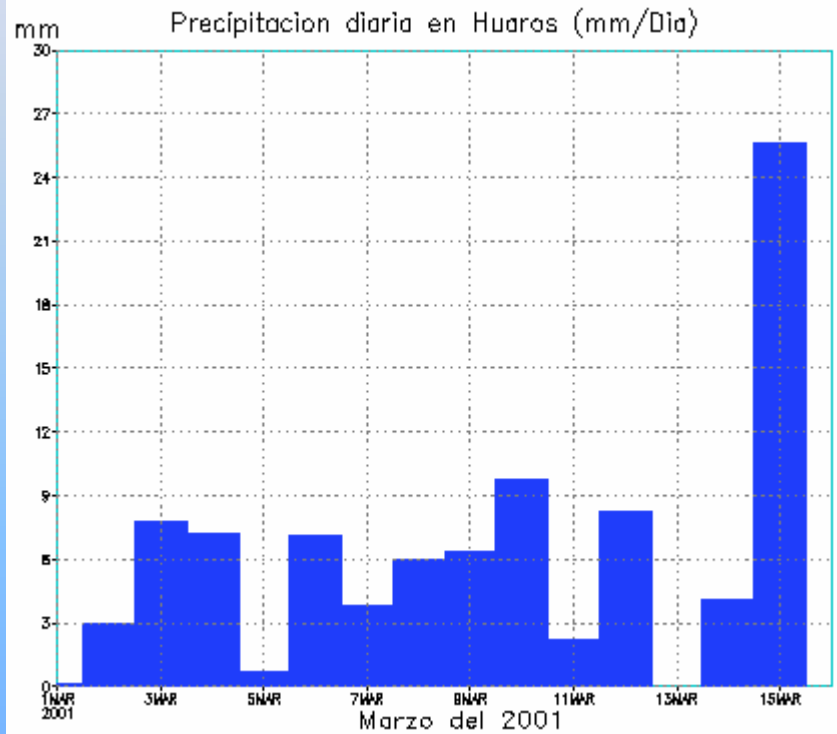
Pronóstico de precipitación acumulada en 24 horas (mm) desde el 09APR2002 12UTC hasta el 10APR2002 12UTC



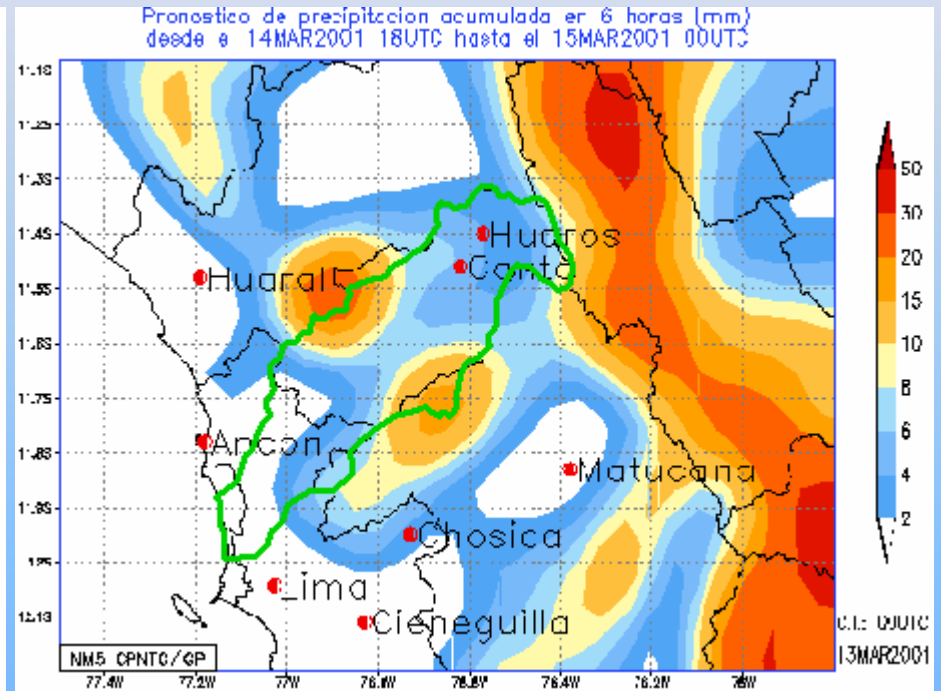
Precipitación estimada acumulada en 24Hr(mm) hasta el 10APR2002 7 a.m. hora local



Eventos extremos: caso de la Cuenca del río Chillón marzo 2001



Datos de la DCP ubicada en Huaros



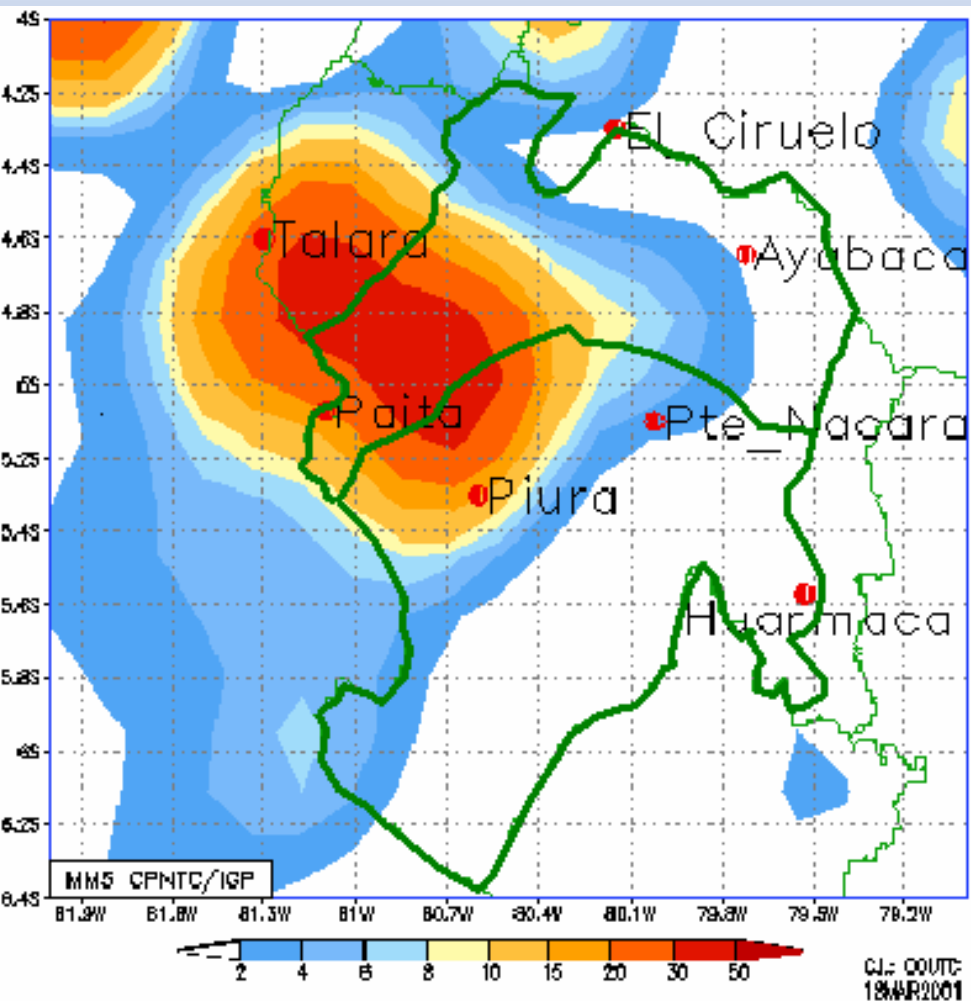
MM5: versión 3 , dominios: 3, Resol.: 6 km,
Conv: Grell, PBL: Blackadar CI - CF: CPTEC

El MM5 pronostica las lluvias en la zona pero de menor intensidad, los núcleos de mayor precipitación se ubicaron en la parte mas baja de la cuenca, cosa que no se vio en el satélite

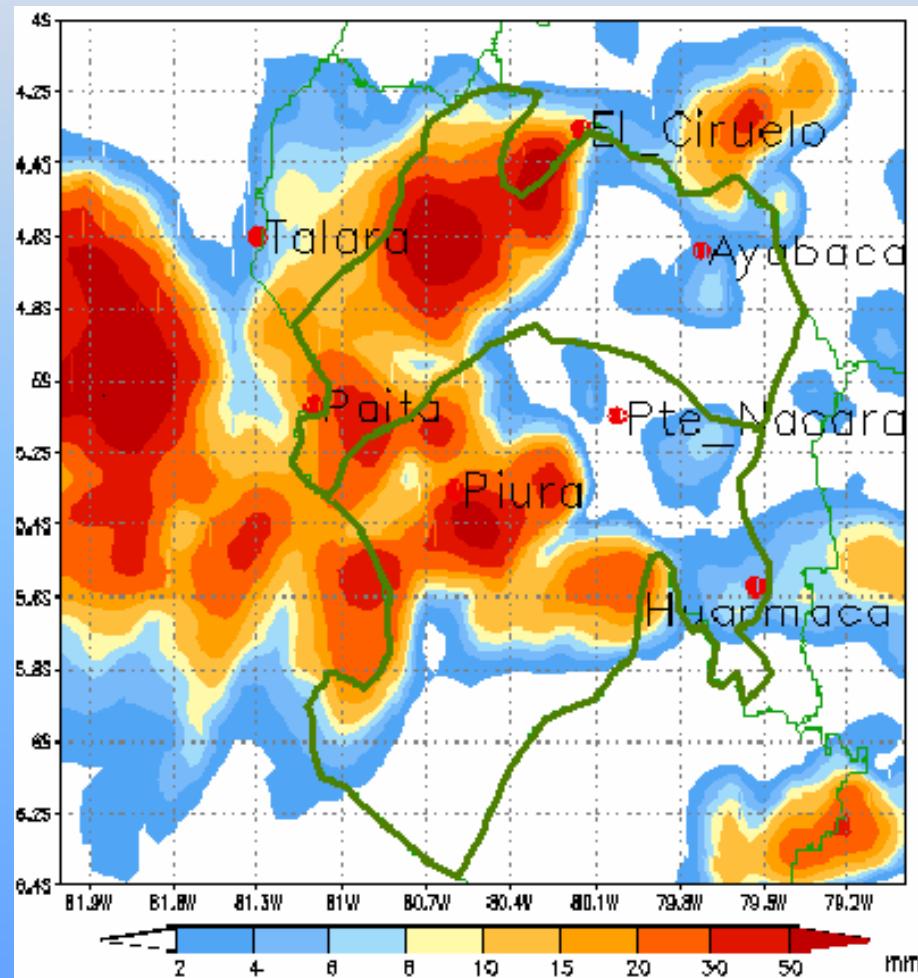
Eventos extremos: caso de Piura marzo 2001

Precipitación acumulada entre el 18 de marzo 7am y 19 de marzo 7am

Pronostico del Modelo MM5



Precipitación estimada con datos del satélite GOES



Tormentas severas y granizo

Laboratorio de Física de la Atmósfera. Instituto de Medio Ambiente.

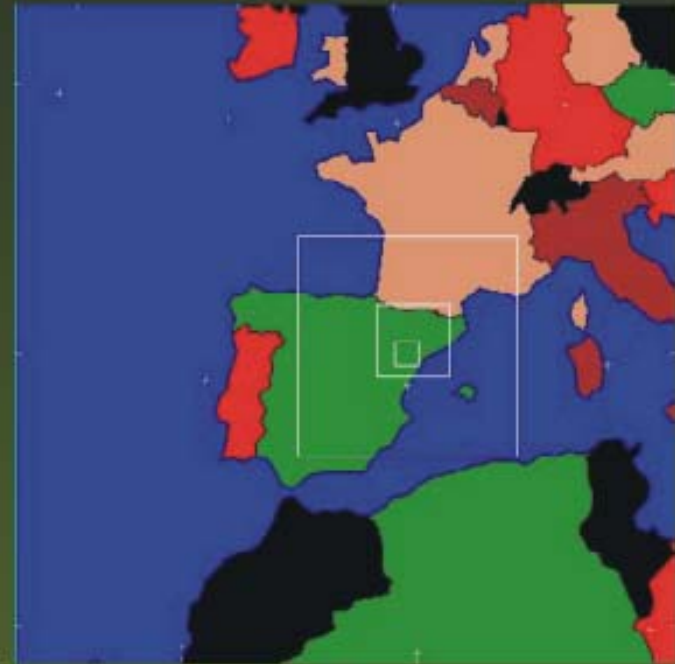
Universidad de León. España.

http://redibericamm5.uib.es/actividades/presentaciones_valencia/grupo34.pdf

Numerical simulation

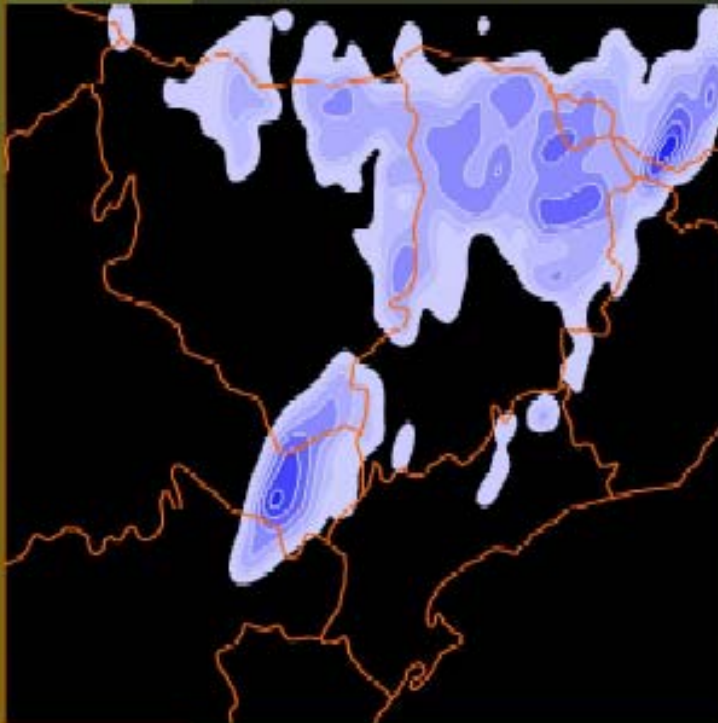
MM5 Mesoscale Model

- **Four** nested domains.
- Horizontal mesh size of **18, 6, 2** and **0.67 km** respectively.
- Each of domains defined by a grid of **151 × 151** dots.
- **23** vertical sigma levels.
- The simulation started at **00 UTC** and finished at **12 UTC** of the following day.
- Moisture scheme: Reisner graupel.
- Cumulus parameterization: Kain-Fristch scheme.

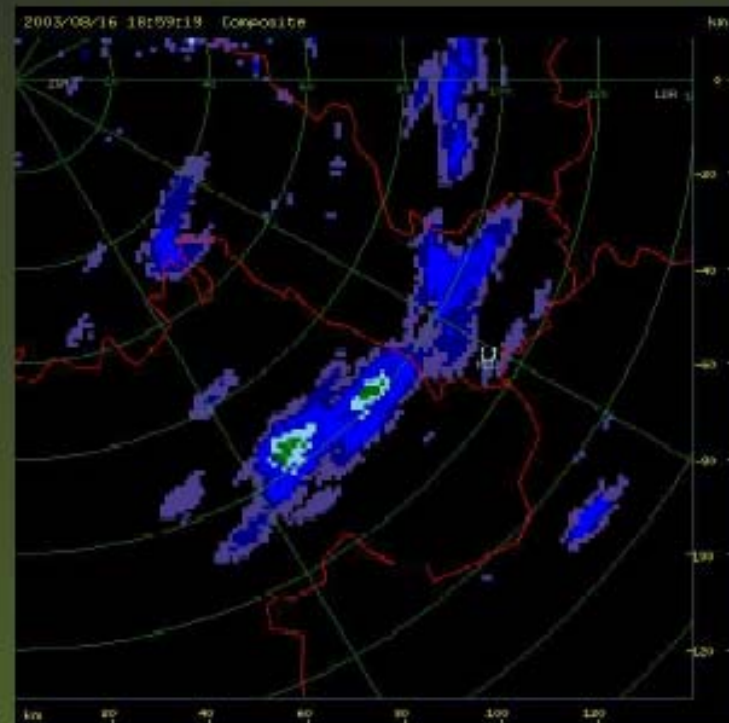


Radar images vs. MM5

Spatial comparison



*Precipitation area between 1500 - 1830 UTC
(Domain 3)*

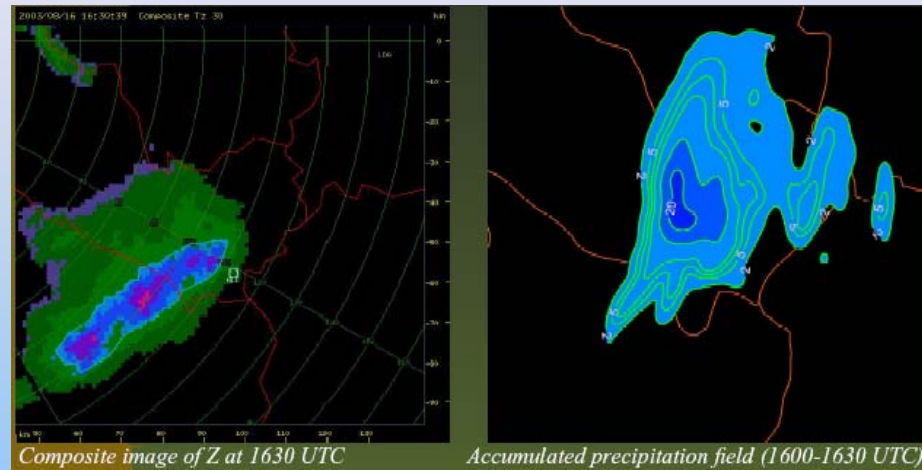
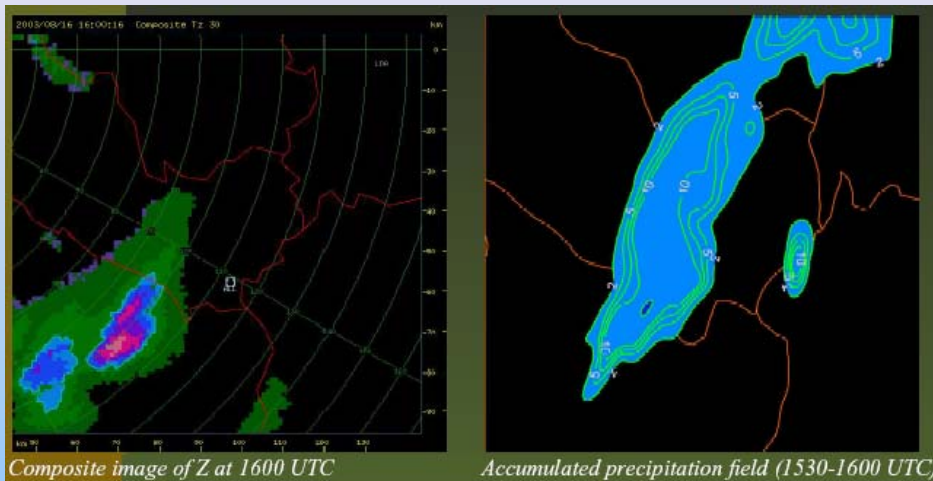


Radar: total precipitation in the study area

Radar vs MM5, comparación espacio-temporal

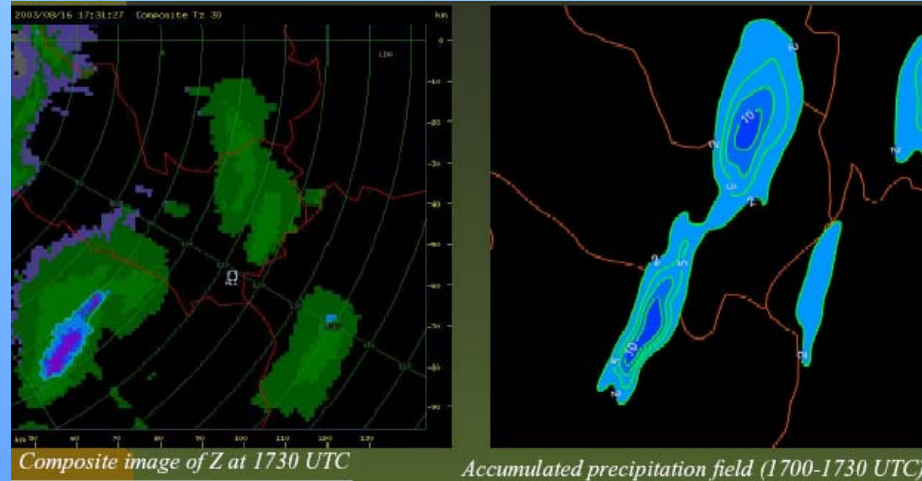
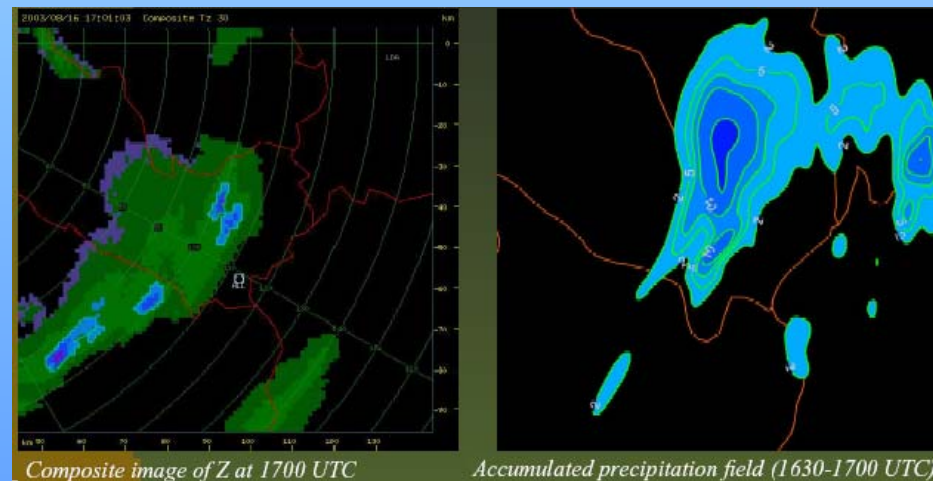
16:00

16:30



17:00

17:30





Contenido

- ⇒ Modelos atmosféricos
- ⇒ Verificación de los modelos atmosféricos
- ⇒ **Asimilación de datos de radar en los EPC**

Comparación de simulaciones con el Modelo Local usando la inicialización física (PI-LM) y simulaciones con el MM5 con la parameterización de convección conducido con datos de radar (RD-CPS).

Universidad de Bonn: PI-LM

Universidad de Ljubljana: RD-CPS

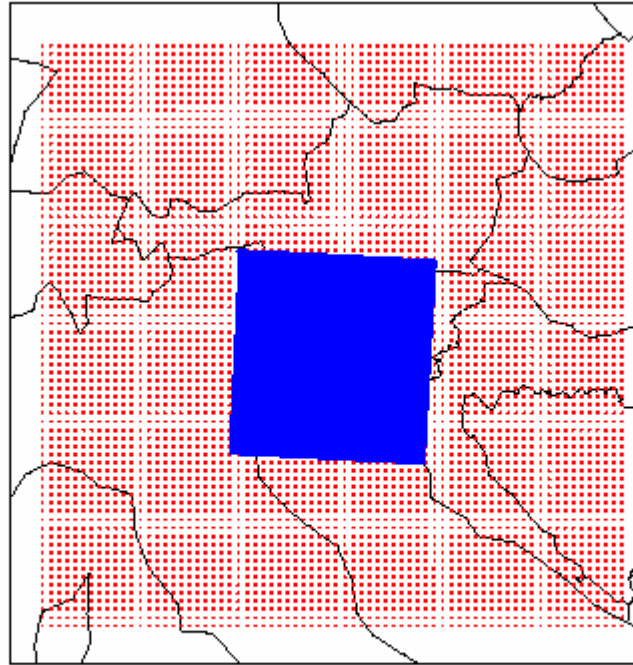


Figure 1: Grid points of both models' computational domains; MM5 (sparse red squares) and LM (dense blue squares).

LM- modelo de alta resolución con física de nubes explicita

MM5 – esquema el Kain- Fritsch para la parameterizacion del cumulus.

2 metodos para asimilar datos de radar:

a) Inicialización física (PI-LM):

se introduce al modelo datos de humedad y velocidad vertical estidos del radar (variables pronósticas en el LM) . En cada punto de grilla del modelo en el cual la reflectividad medida exceda el umbral dado se realiza el siguiente procedimiento:

1. Las alturas de la base y tope de la nube se estiman en base a los campos promedio horizontales y temporales del modelo.
2. Los perfiles verticales de velocidad y humedad en la nube se ajustan de modo que la intensidad de la precipitación del modelo sea aproximadamente igual a la observada por el radar.
3. La velocidad vertical modelada es substituida por la estimada por las nubes en áreas de precipitación, mientras que se reduce en áreas secas.

b) Parameterización conducido por radar (RD-CPS)

Substituye algunos de las asunciones de cierre usadas en CPSs

Kain-Fritsch. Asume que el radio de la nube convectiva cerca de la base es tan grande que la convección elimina toda la inestabilidad en la grilla del modelo en el tiempo prescrito.

El procedimiento es:

- Análisis de los datos del radar. Se aplica una herramienta que identifica las células convectivas, la posición de sus centros y sus dimensiones. Las tablas “look-up” usadas en el modelo para el CPS se modifican con la información sobre la posición y el tamaño de las células convectivas (círculos negros en [figura](#)).
- El modelo numérico es corrido con el CPS modificado. El CPS es forzado a comprobar la existencia de las tablas del look-up. Se acciona la convección solamente si los datos del radar confirman existencia de precipitación convectiva.

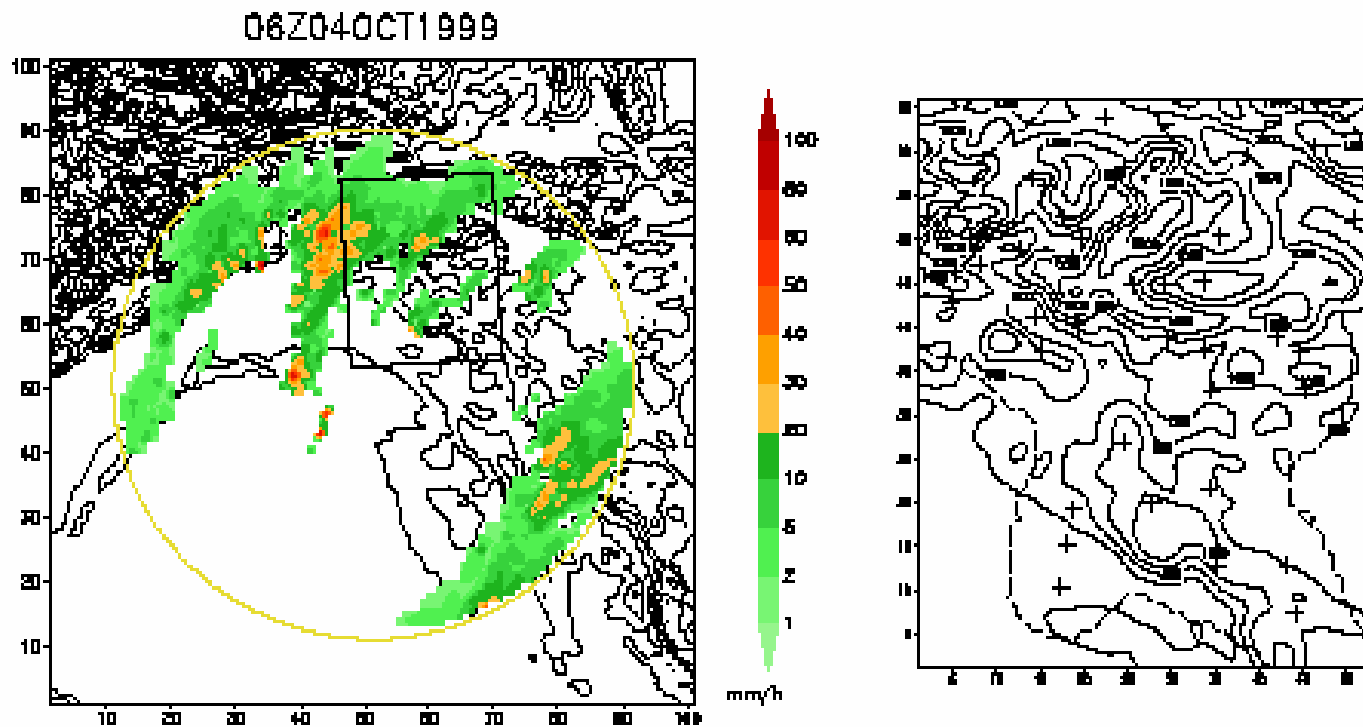


Figure 5: Left: LM domain and model orography (resolution 2.8km) and example of interpolated radar data. Black rectangle denotes verification area. Right: Verification area with marked recording rain-gauges positions (crosses) and orography used for objective analysis of rain-gauge precipitation data. Thick dashed curve limits the area where analysis was possible due to proximity of observations.

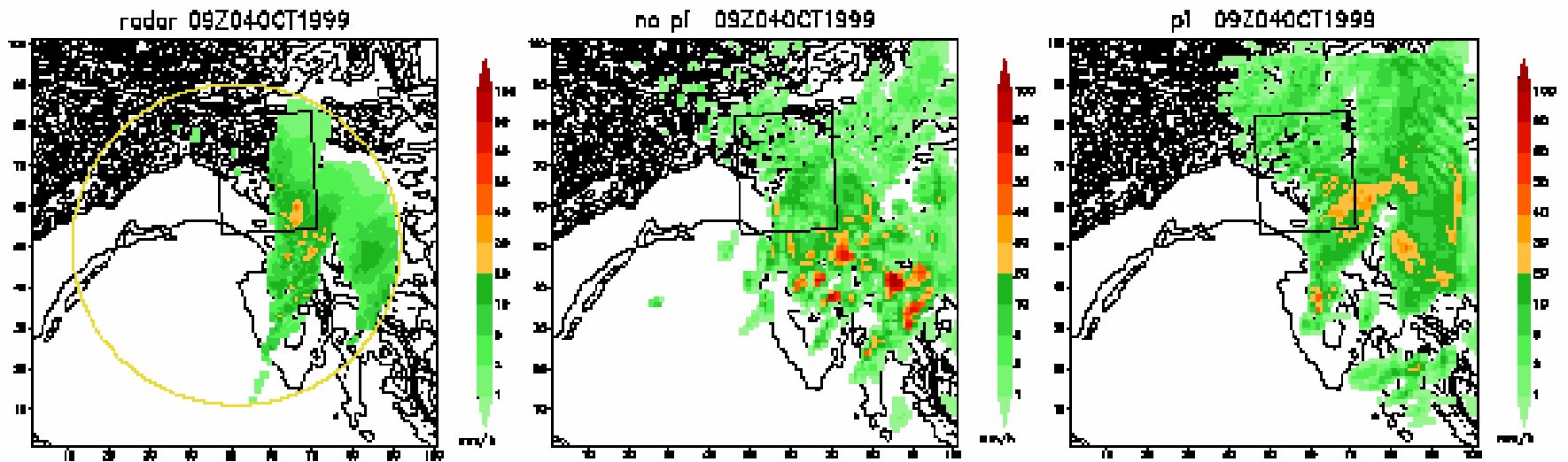


Figure 9: Simulated and radar-derived precipitation intensity, 4 October 1999 09 UTC (+2 hours forecast time of the short forecasts).

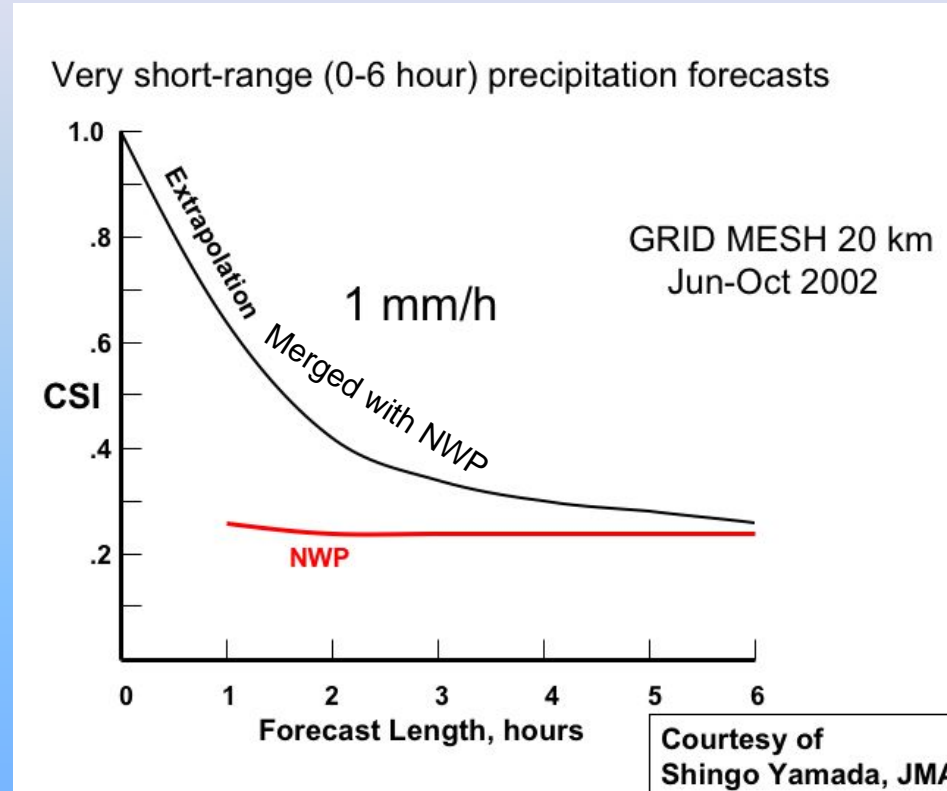
Conclusiones de la comparación de los 2 métodos

El método de inicialización física, tiene mejores resultados en casos de sistema convectivo organizado. Más simulaciones se deben realizar en el estado inicial de la tormenta para considerar si el funcionamiento del PI-LM es también capaz de reproducir el desarrollo del sistema convectivo organizado si se asimila en su fase inicial.

Comparando los métodos, PI-LM y el RD-CPS, demuestra que ambos podrían ser complementarios. El PI funciona bien explícitamente pronosticando los picos convectivos de la precipitación, mientras que el RD-CPS reproduce mejor la distribución espacial de la precipitación en una escala más grande, siendo mejores los resultados para lluvias no muy intensas.

Objective of radar data assimilation

- Improve QPF through improvement of high-resolution analysis



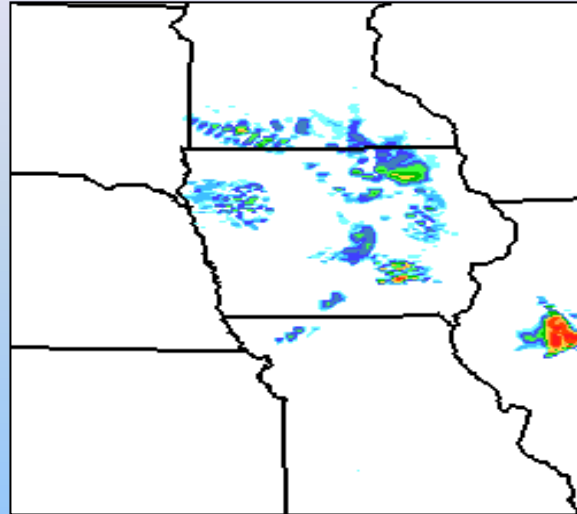
Model spins up in the first few hours

Example of model spin-up from BAMEX

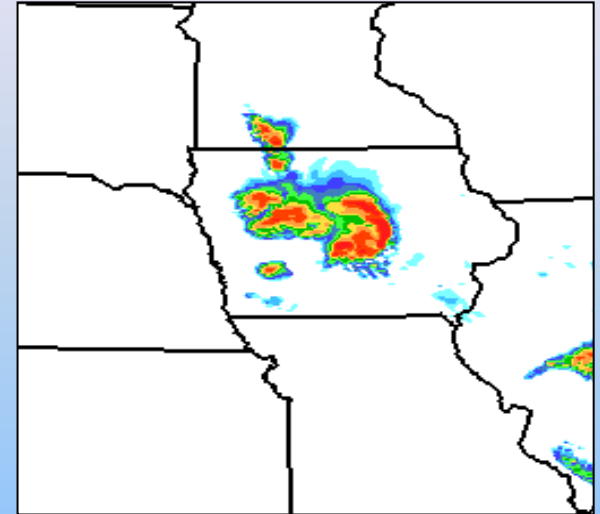
Without high-resolution initialization:

- A model can take a number of hours to spin up.
- Convections with weak synoptic-scale forcing can be missed.

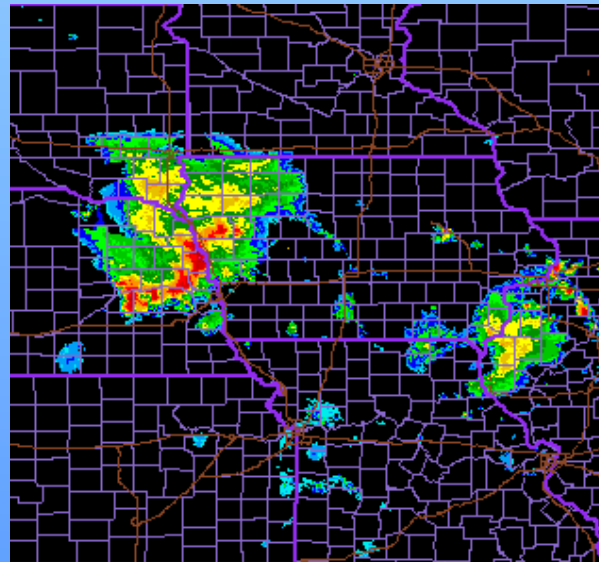
forecast (July 6 2003)



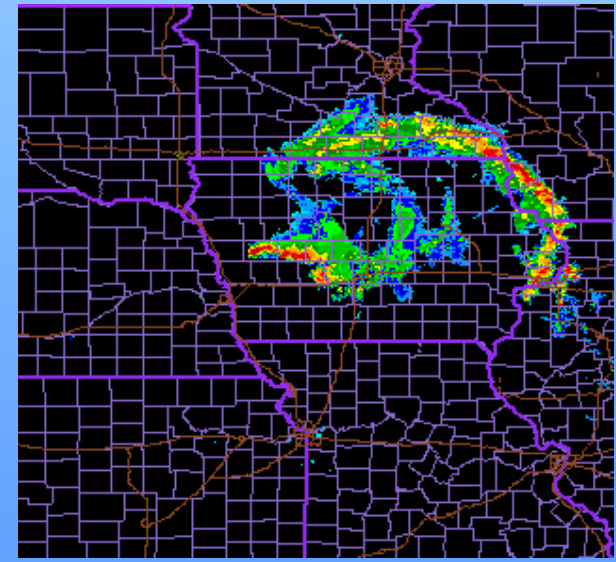
12h forecast



Radar observation at 0600 UTC



at 1200 UTC



Graphic source:
<http://www.joss.ucar.edu>

Muchas gracias

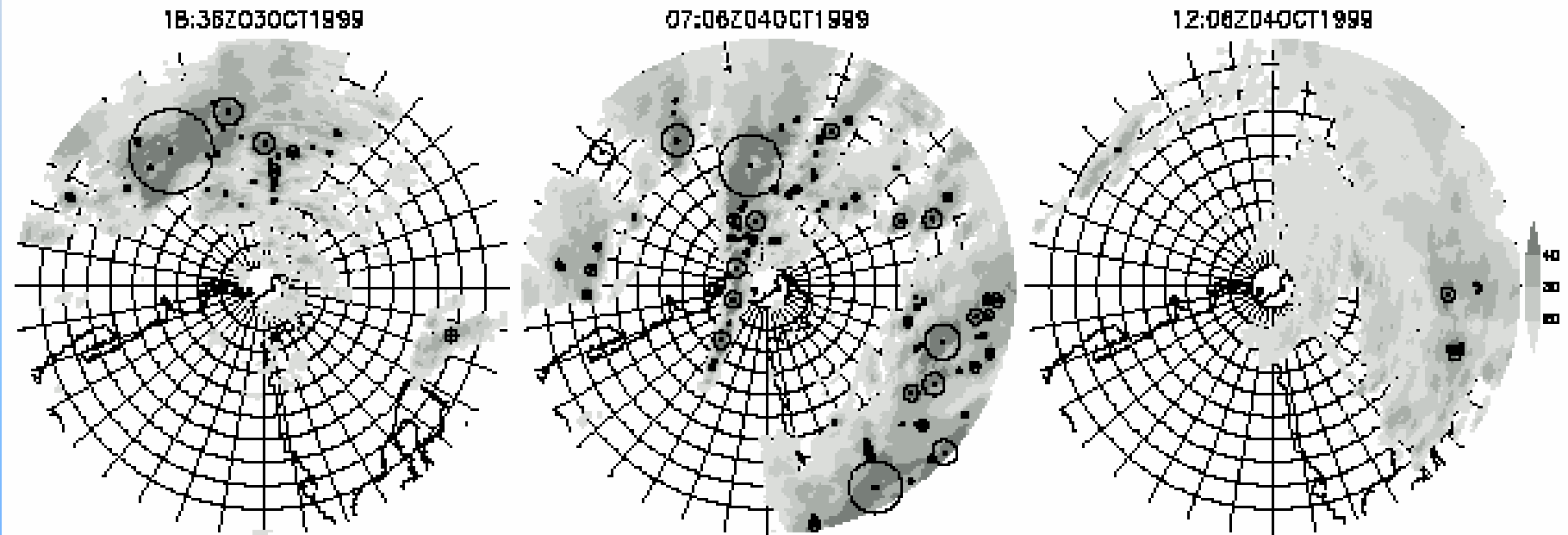


Figure 4: Examples of Fossilon radar analysis used for the radar-driven CPS. Maximum projection of reflectivity is plotted in gray scale. Circles denote positions and equivalent areas of established storm cells.