

El modelo WRF como herramienta para el estudio de los factores ambientales en áreas con topografía compleja.

Dra. Celeste Saulo

CIMA-CONICET-UBA / DCAO UBA-FCEN / UMI3351-CNRS-CONICET-UBA

Taller "Impactos del cambio climático sobre la viticultura en América del Sur: entre observaciones, estudios de campo y modelizaciones"

12 -13 de noviembre – Universidad de Concepción, Chile

Tópicos

- Nociones conceptuales sobre la modelización numérica
- Del modelado global al modelado regional
- Discusión de las características del modelo WRF
- Ejemplos de simulaciones en alta resolución

Cuál es la base de la modelización numérica?

- La representación de los procesos físicos que se dan en el sistema climático empleando ecuaciones matemáticas que se resuelven mediante métodos numéricos

Modelado físico-matemático



The COMET Program

Debemos entender y tener en cuenta estos procesos para “pronosticar” como la atmósfera va a evolucionar desde su estado actual hasta un estado futuro.

Conocemos el estado inicial del sistema

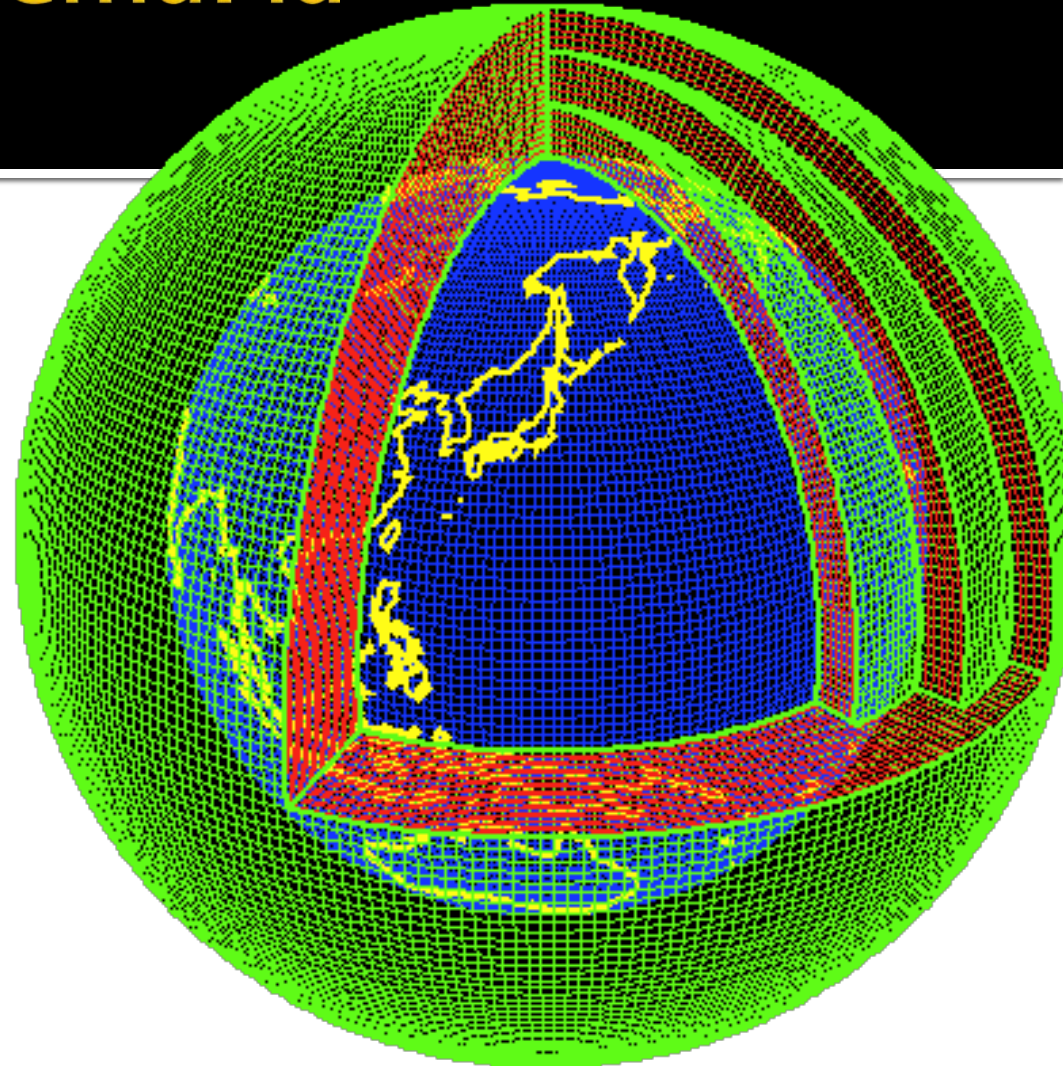
Conocemos las leyes físicas que rigen su evolución

Conocemos los estados futuros del sistema



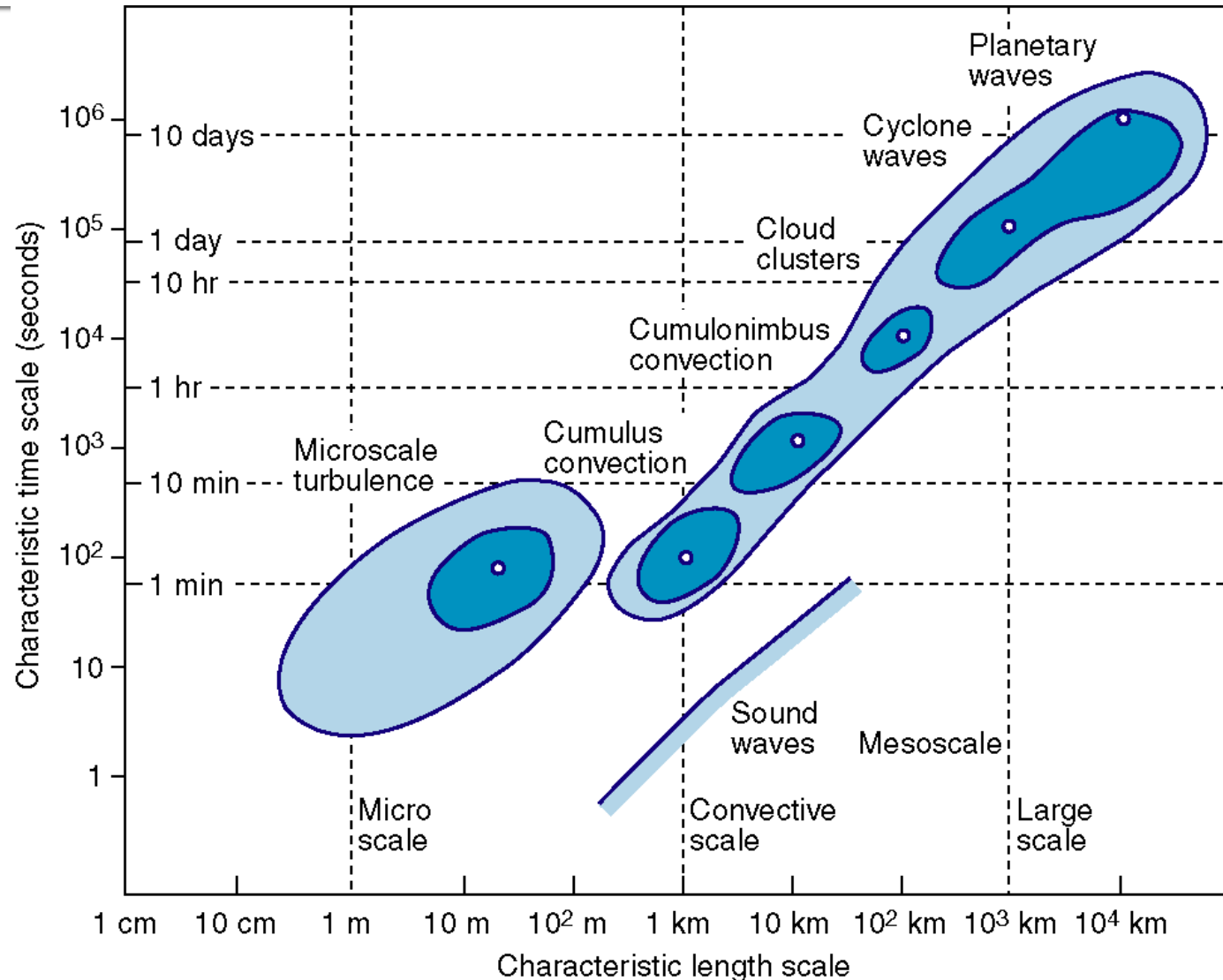
Un primer problema: la discretización

Para resolver estas ecuaciones, es necesario dividir la atmósfera en cajas, donde ya conocemos cuál es la condición inicial

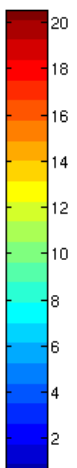
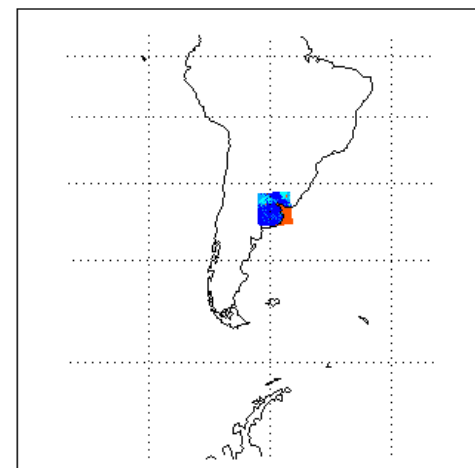
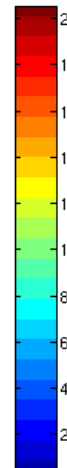
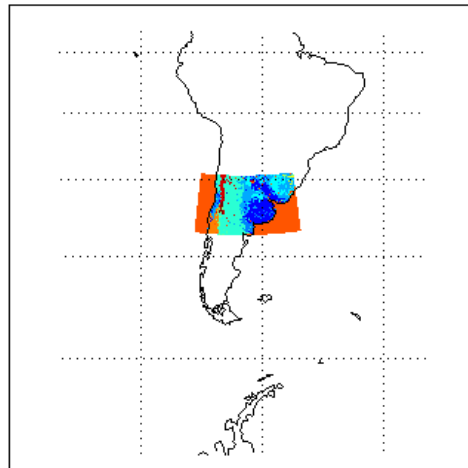
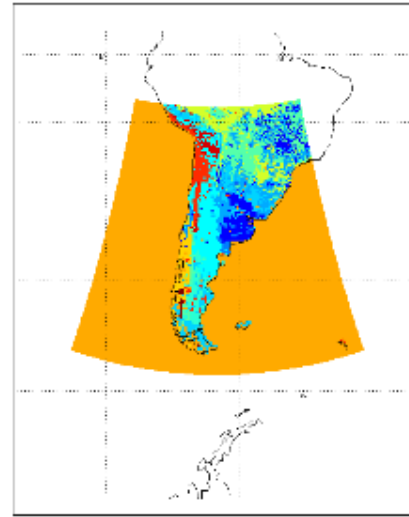


- Los cambios en la atmósfera se evalúan a partir de los procesos representados por las ecuaciones en cada uno de esas cajas. Para cubrir el globo se necesitan alrededor de 2.500.000 cajas. Una mejor representación implica una mayor resolución espacial y temporal

La discretización y los procesos que pueden representarse según la escala espacial

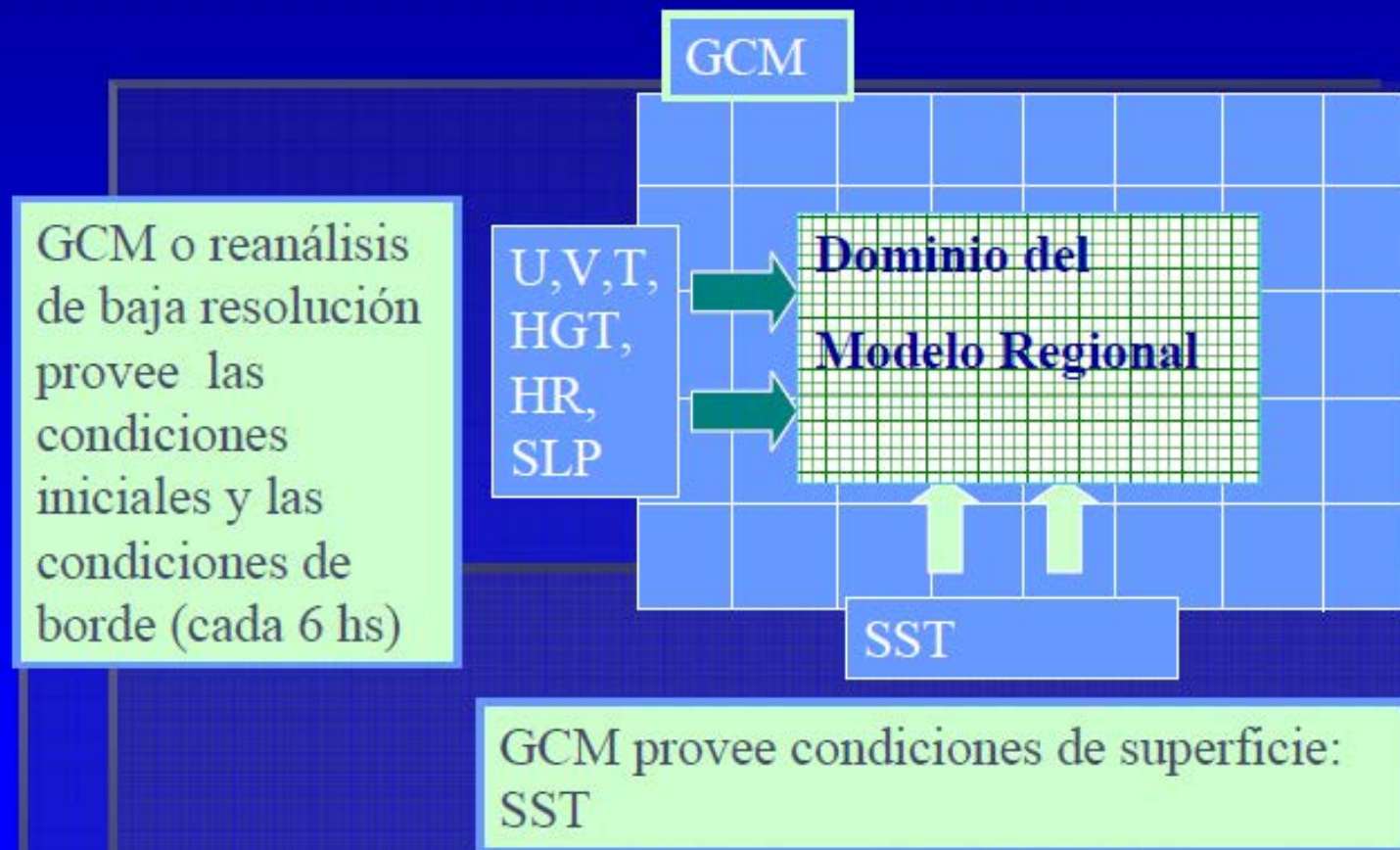


Del modelado global al regional



Las condiciones de borde

Condiciones de borde laterales para Modelos Regionales o de Área Limitada



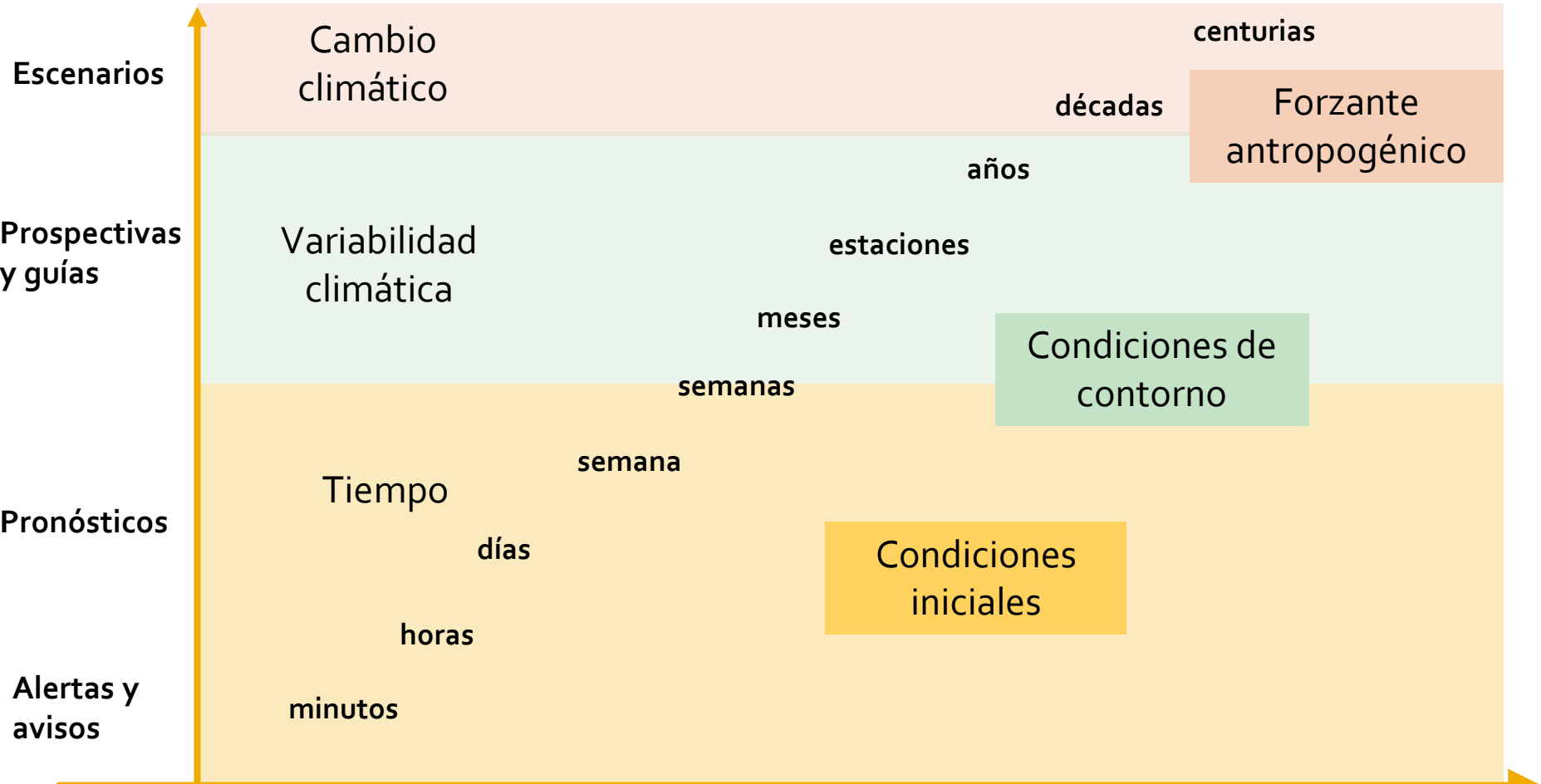
Reflexiones acerca de las CB

- Si las condiciones de borde tienen errores/limitaciones, entonces las simulaciones regionales también los tendrán

La dependencia con la escala

	Esc. Hor.	Esc. Vert.	Rango de t
• Modelos climáticos	50-100 km	1000 m	100 años
• Pronóstico global	20-50 km	500 m	5 a 100 d
• Pronóstico regional	5-20 km	200 m	2 días
• Modelos que resuelven Cu	500 m -2 km	100 m	1 día
• Modelos de vórtices	~50 m	50 m	5 horas

**Tipo de previsión /
rango de anticipación**



Escenarios

Prospectivas
y guías

Pronósticos

Alertas y
avisos

Protección de la vida
y los bienes
Transporte
Manejo del agua
Incendios

Energía
Recreación
Salud
Agricultura
Planificación de
recursos hídricos

Comercio
Planificación local/
regional/nacional
Infraestructura

Políticas nacionales e
internacionales
Medioambiente

Cambio
climático

Variabilidad
climática

Tiempo

minutos

horas

días

semana

semanas

meses

estaciones

años

décadas

centurias

Forzante
antropogénico

Condiciones de
contorno

Condiciones
iniciales

Aplicaciones

La complejidad de los modelos

Mid 1960s	Mid 1970s-1980s	Early 1990s	Late 1990s	2000-2010
Atmospheric/ Land Surface	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation
Ocean	Ocean	Ocean	Ocean	Ocean
	Sea Ice	Sea Ice	Sea Ice	Sea Ice
	Coupled Climate Model	Coupled Climate Model	Coupled Climate Model	Coupled Climate Model
		Sulfate Aerosol	Sulfate Aerosol	Sulfate Aerosol
			Carbon Cycle	Carbon Cycle
			Dust / Sea Spray / Carbon Aerosols	Dust / Sea Spray / Carbon Aerosols
			Interactive Vegetation	Interactive Vegetation
			Biogeochemical Cycles	Biogeochemical Cycles
				Ice Sheet

©UCAR, Courtesy of Warren Washington / NCU

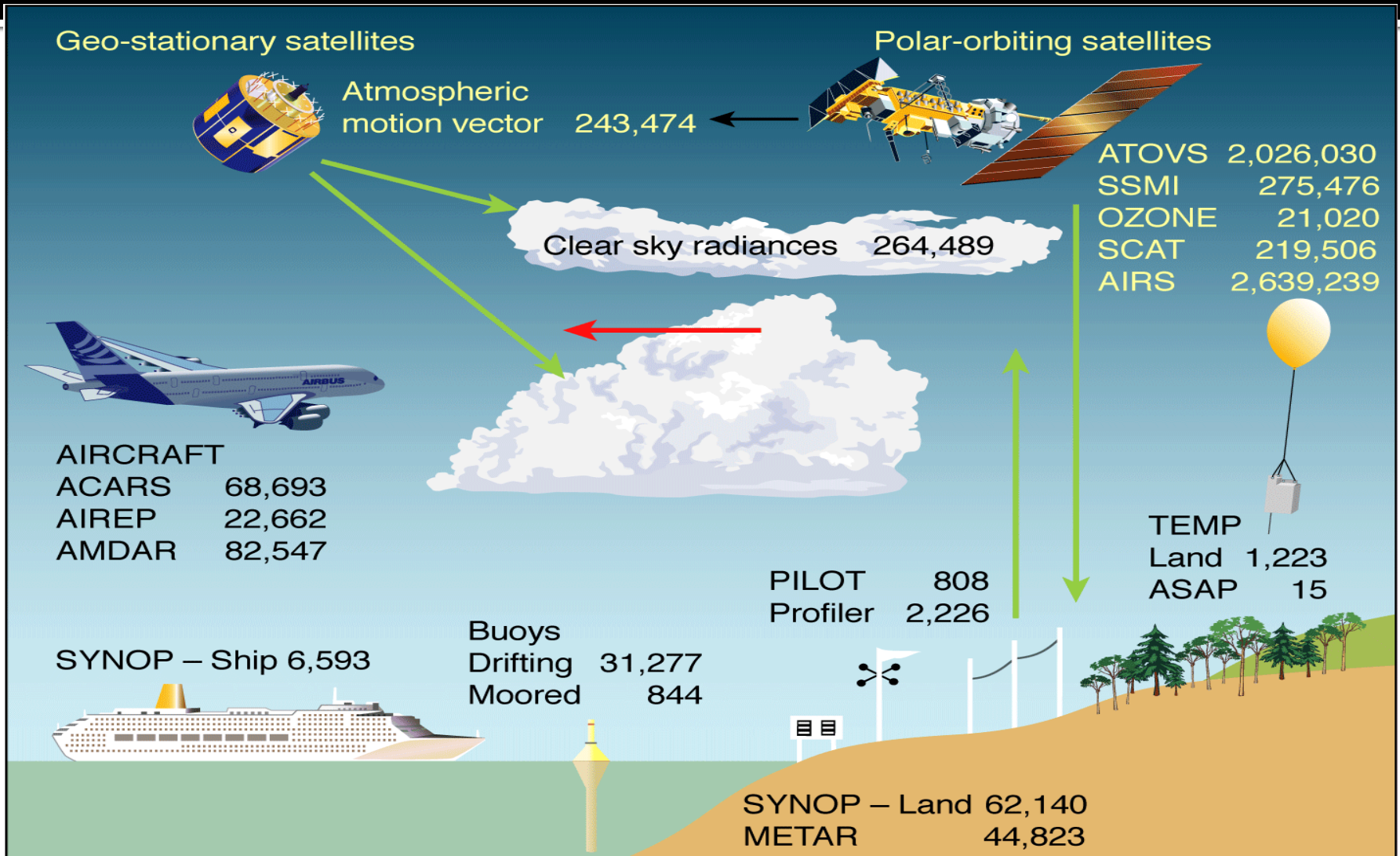
Un modelo numérico está compuesto por:

- Un conjunto de ecuaciones que gobiernan el sistema
 - Un dominio específico
 - Un conjunto de métodos numéricos
 - Un conjunto de parametrizaciones
 - Condiciones iniciales y de contorno
- Un modelo numérico específico es el resultado de una serie de elecciones, aproximaciones y compromisos

Breves reflexiones acerca de las condiciones iniciales

- Dado un cierto estado de la atmósfera, se pueden emplear para describirlo observaciones (que siempre son incompletas y tienen errores) y modelos (que siempre son imperfectos).
- La cuestión es cómo combinar esa información para poder tener la mejor descripción posible del estado de la atmósfera
- Así nace el concepto del análisis.
- El ciclo que lo genera se denomina ciclo de “asimilación de datos”

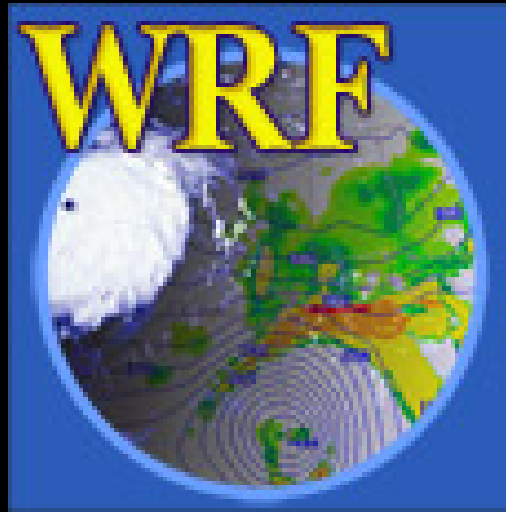
Cantidad de datos observacionales asimilados durante un período de 24 horas un día "X"



Terminología

- Simulación
- Predicción ó Pronóstico
- Escenarios ó Proyecciones
- Presentan alguna característica específica que no es completamente realista
- Se trabaja de tal manera de representar óptimamente las condiciones reales tal de poder pronosticar estados futuros
- Se intentan representar condicionantes externos (i.e GEI) que no se conoce con exactitud

Modelo WRF (2.0 en adelante)



Basado en el tutorial para uso del modelo WRF (NCAR-NMM)

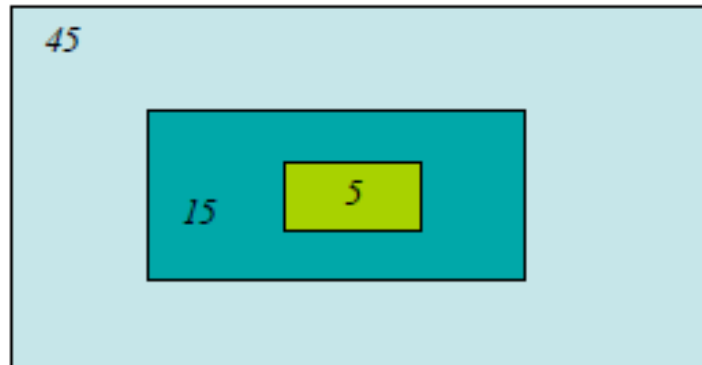
http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide/contents.html

El WRF

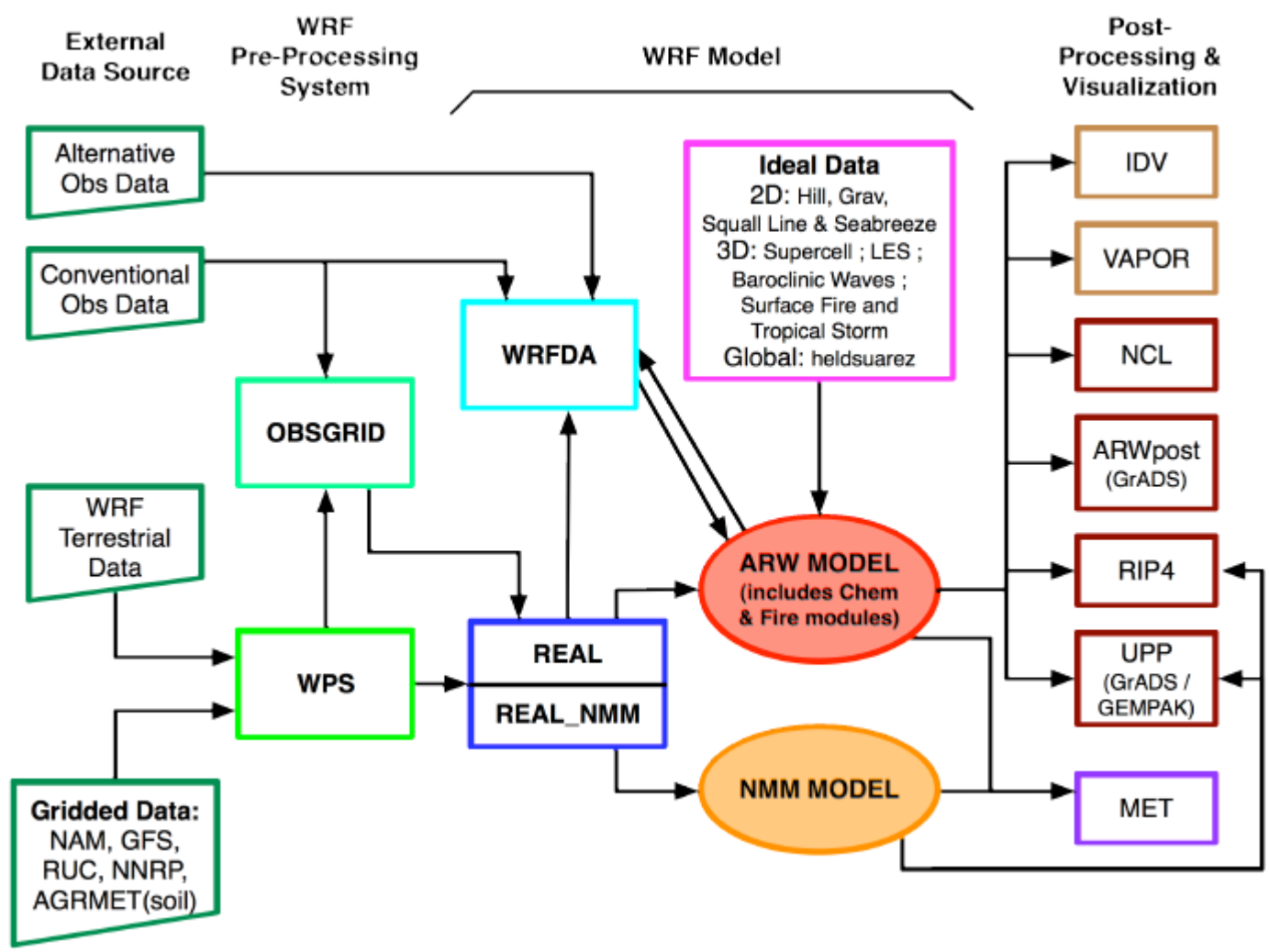
- El modelo WRF (ARW) ha sido desarrollado en los últimos 15 años.
- Es un modelo regional. Por lo tanto deben definirse condiciones de contorno laterales (además de condiciones en el borde inferior y superior)
- Este modelo ha sido diseñado para incorporar los últimos avances en materia de simulación de la atmósfera. Es un modelo que puede ser instalado y ejecutado en una gran variedad de “plataformas” y que está paralelizado

Algunas de las ventajas de WRF

- Está concebido para pronóstico y para investigación
- Puede variarse la resolución horizontal y vertical tanto como se quiera
- Pueden hacerse anidados múltiples:



Esquema de las componentes del WRF



Algunas experiencias en el CIMA

- Simulaciones y estudios de caso
- Pronóstico a corto y mediano plazo (cuasi-operativo)
- Aplicaciones a la energía eólica
- Simulaciones climáticas



Versión actual del sistema de pronóstico experimental en el CIMA

- Hoy se corren 2 sistemas basados en el WRF:
 - Baja resolución, sobre toda Sudamérica con 60 km y un anidado con 20 km sobre la región pampeana y mesopotamia, 27 niveles verticales (prono a 72 hs)
 - Alta resolución: sobre Argentina con 15 km de resolución y 50 niveles en la vertical (prono a 48 hs)
- <http://wrf.cima.fcen.uba.ar/>



ISSN: 1853-6255



Centro de investigaciones del mar y la atmósfera



Productos del tiempo

Mejorar la calidad del pronóstico del tiempo constituye uno de los objetivos centrales de la Meteorología. Para ello, se llevan a cabo estudios de diagnóstico, se desarrollan nuevas tecnologías y se evalúan en forma continua los pronósticos producidos a partir de distintos Modelos Numéricos. Enmarcado en este objetivo, el CIMA genera un pronóstico a corto plazo basado en el modelo *WRF*. *(Ver términos y condiciones de uso)*

Modelo de Pronóstico Numérico WRF/CIMA

Modelo de Pronóstico New

Modelo de Pronóstico Baja Resolución

Pronóstico Probabilístico

Verificación operativa de los pronósticos

Super Model Ensemble System (USP- Brasil)

Pronóstico Probabilístico

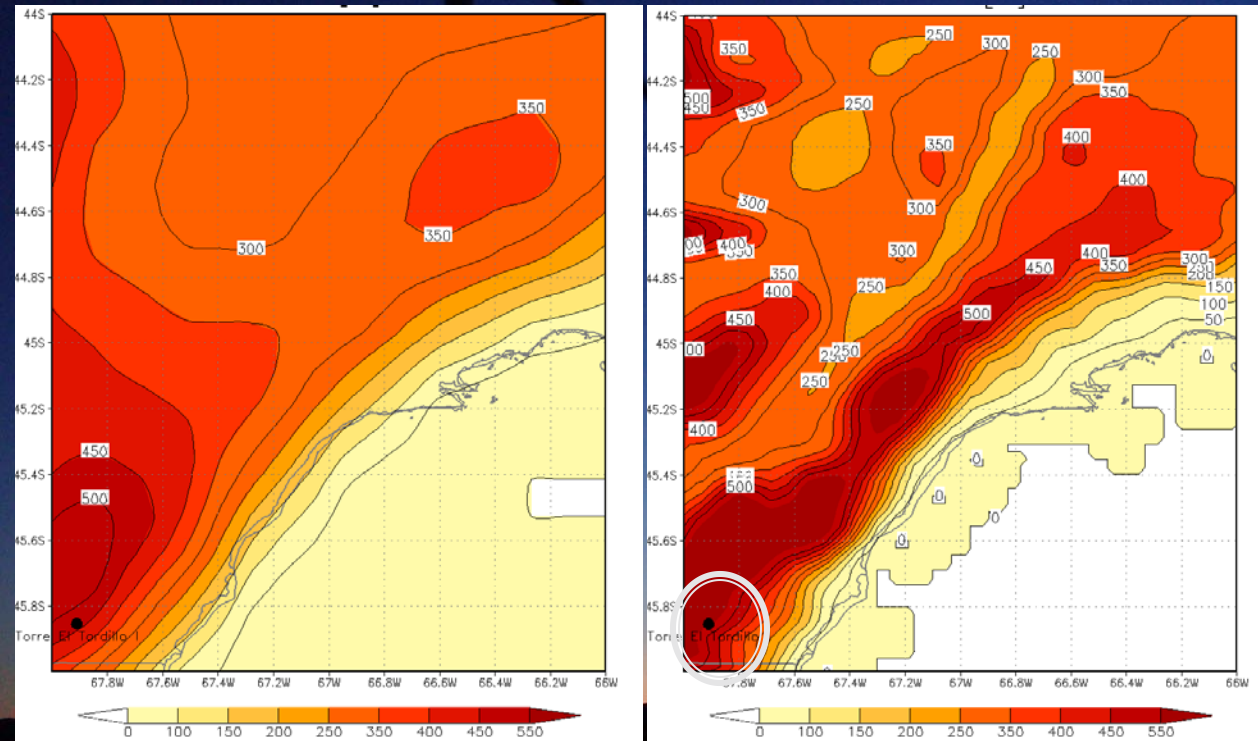
Análisis de perfiles termodinámicos observados

Ezeiza

Seleccionar



2. DATOS Y METODOLOGÍA: Características del modelo WRF-CIMA (Tesis de Lic. C. Waimann)



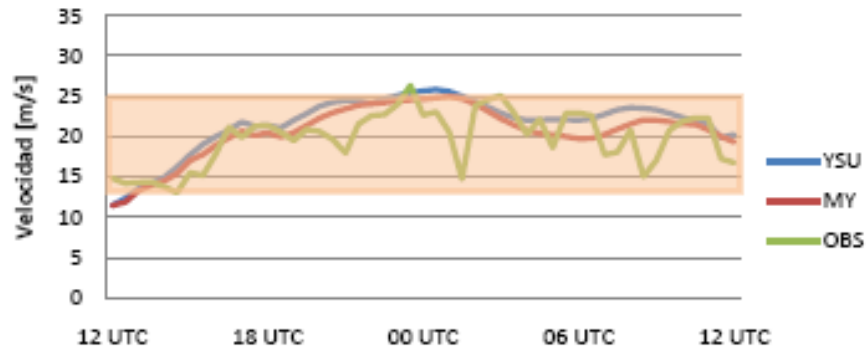
Topografía de 10' y 2' de resolución, acordes para distancia entre puntos de retícula de 25 y 5 km respectivamente, para la misma región.



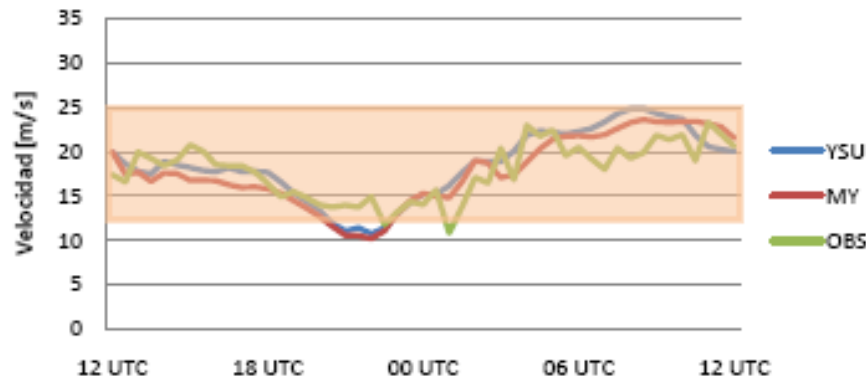
Incluso trabajando con datos topográficos de 2', la topografía del modelo subestima la altura real en 179 m!!

Algunos ejemplos

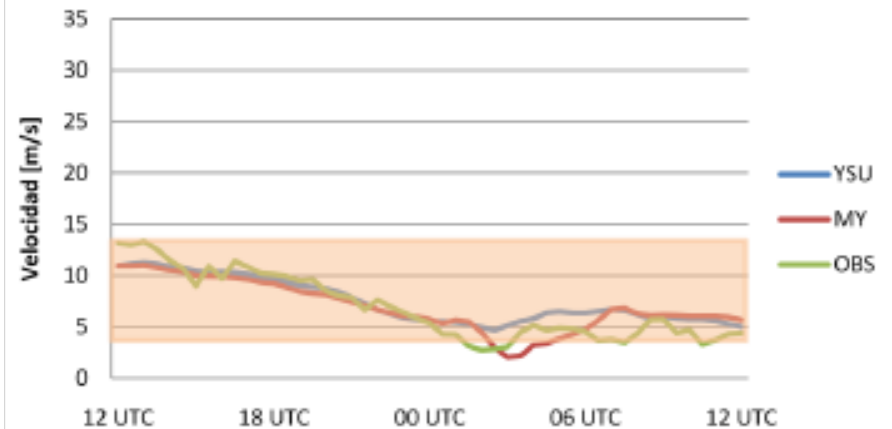
Situación 1: 04/10/2008



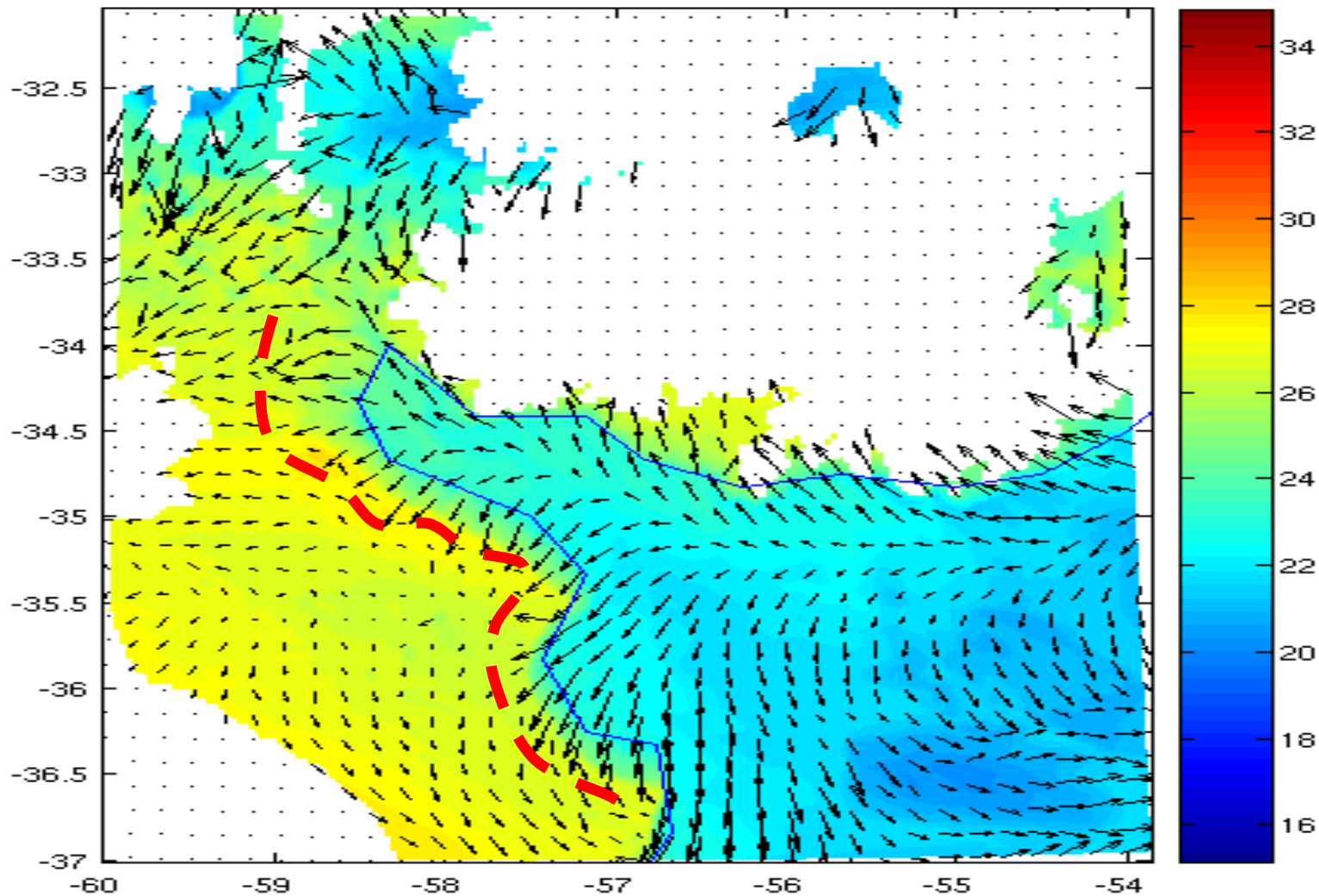
Situación 13: 25/04/2009



Situación 3: 11/09/2008



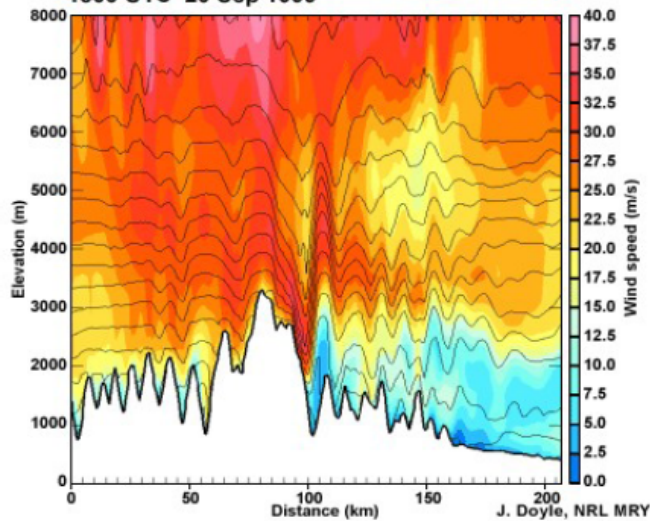
WRF T y V lev=2 t=2007030618 F=30



Pronóstico de viento a 10 metros y temperatura a 2 metros (sombreado) para las 18 UTC del día 6 de marzo de 2007. La línea roja indica la penetración del frente de brisa en la costa argentina simulada con el modelo WRF-ARW.

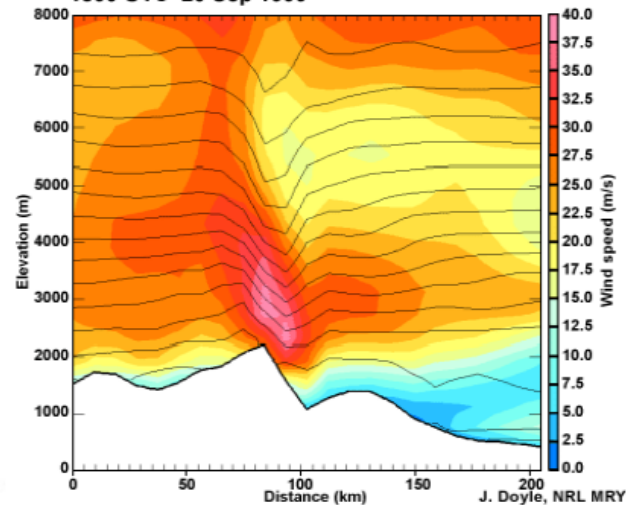
El problema de la topografía compleja

Vertical Cross Section of Wind (m/s) and Potential Temperature (K)
1 km COAMPS 18 hr Forecast Valid
1800 UTC 20 Sep 1999



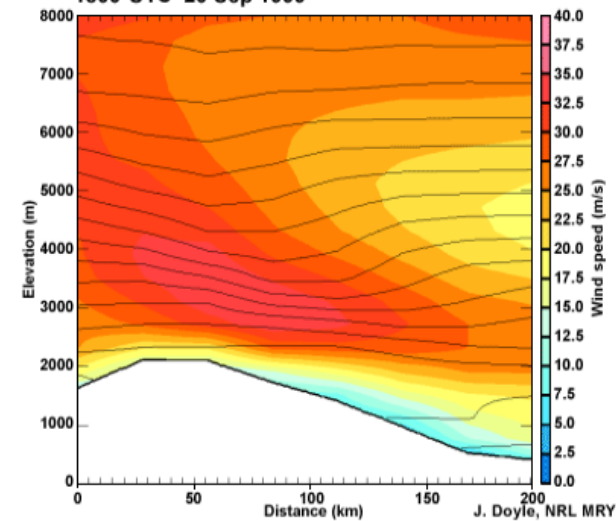
1 Km

Vertical Cross Section of Wind (m/s) and Potential Temperature (K)
9 km COAMPS 18 hr Forecast Valid
1800 UTC 20 Sep 1999



9 km

Vertical Cross Section of Wind (m/s) and Potential Temperature (K)
27 km COAMPS 18 hr Forecast Valid
1800 UTC 20 Sep 1999

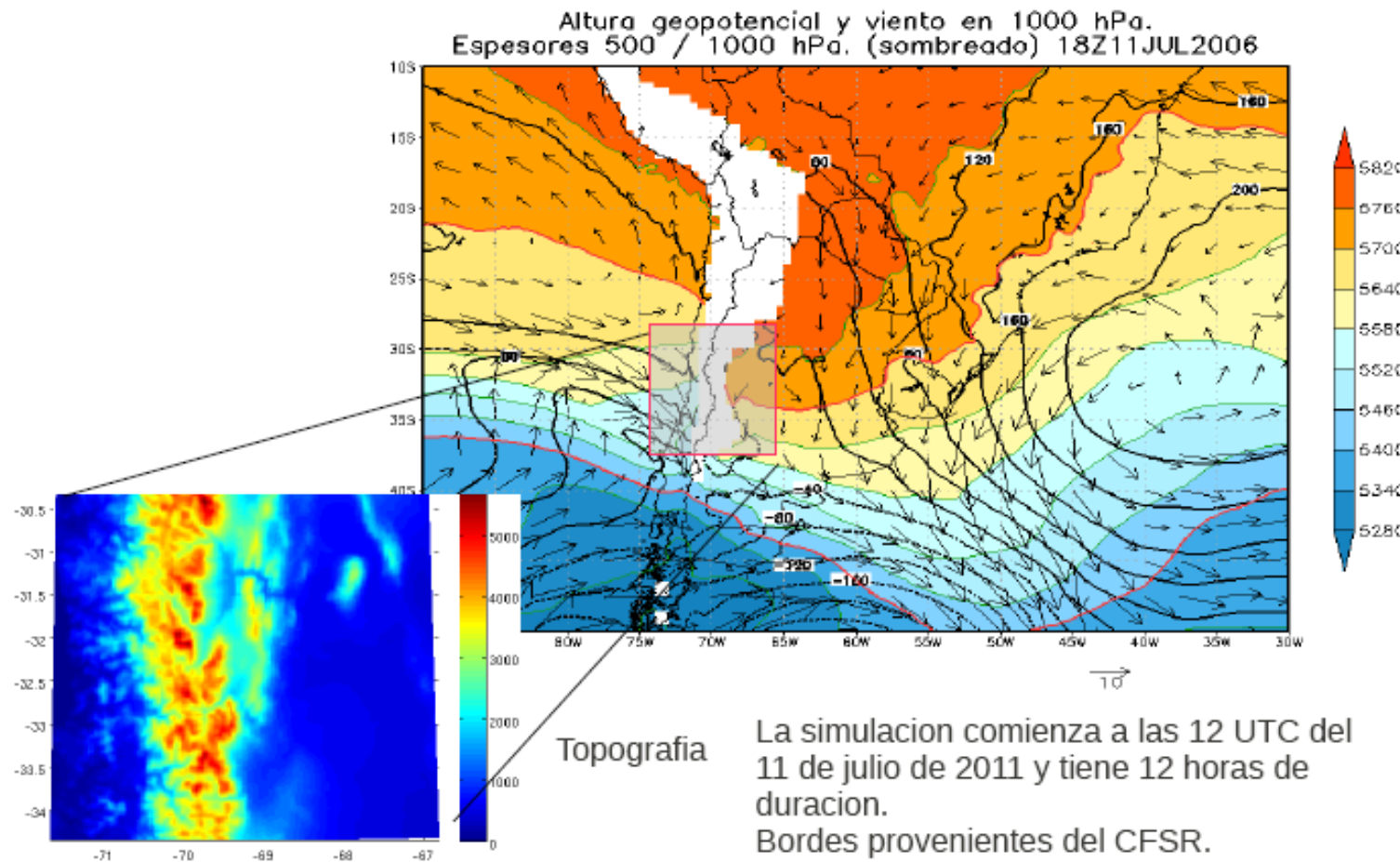


27 km

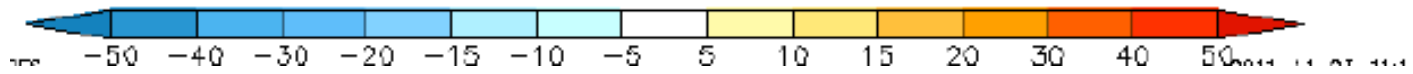
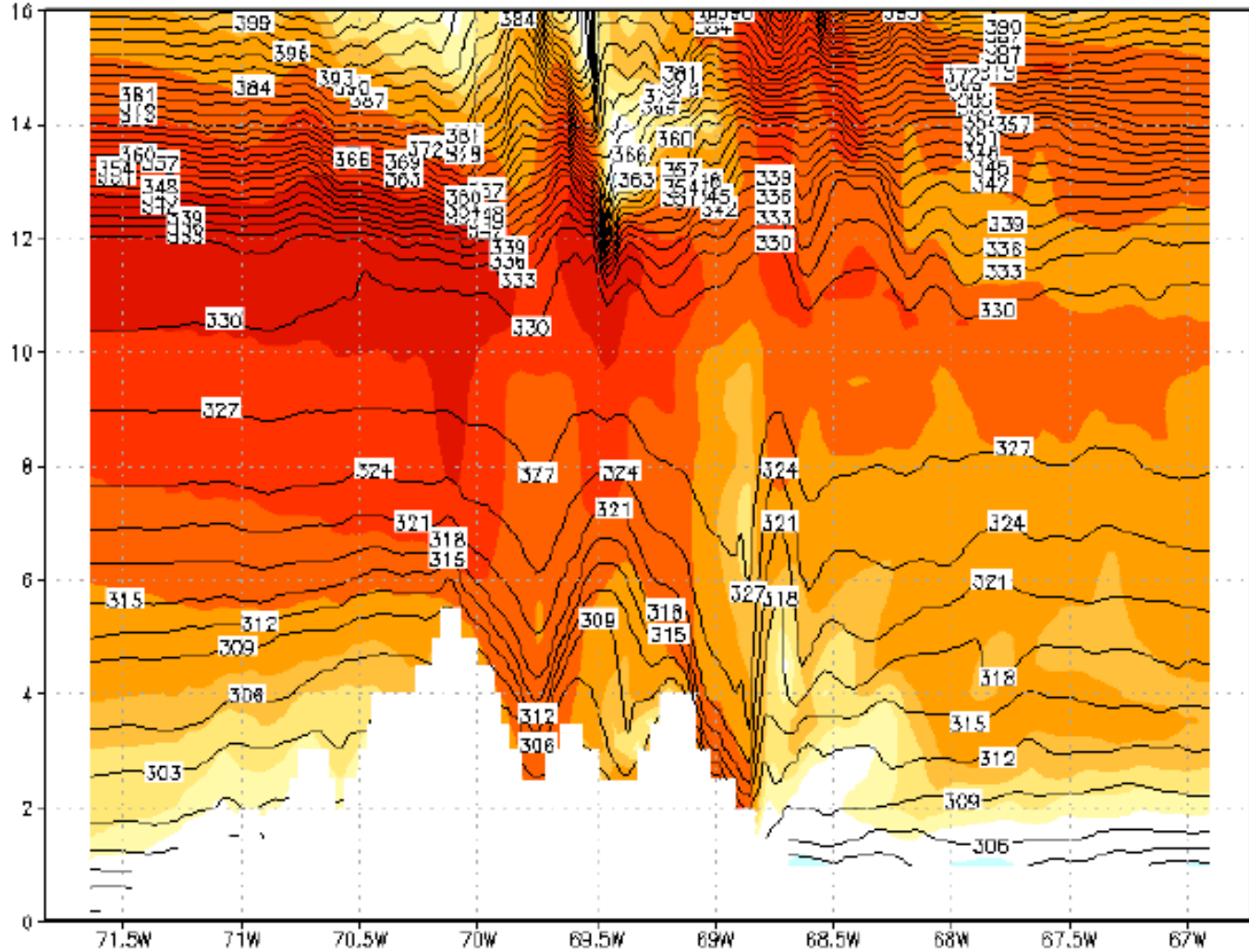
Experimentos con WRF-CIMA

Simulación de las ondas de montaña con un modelo de mesoescala.

3 km de resolución sobre una región de la cordillera.



17Z11JUL2006



Ejemplo (cont)

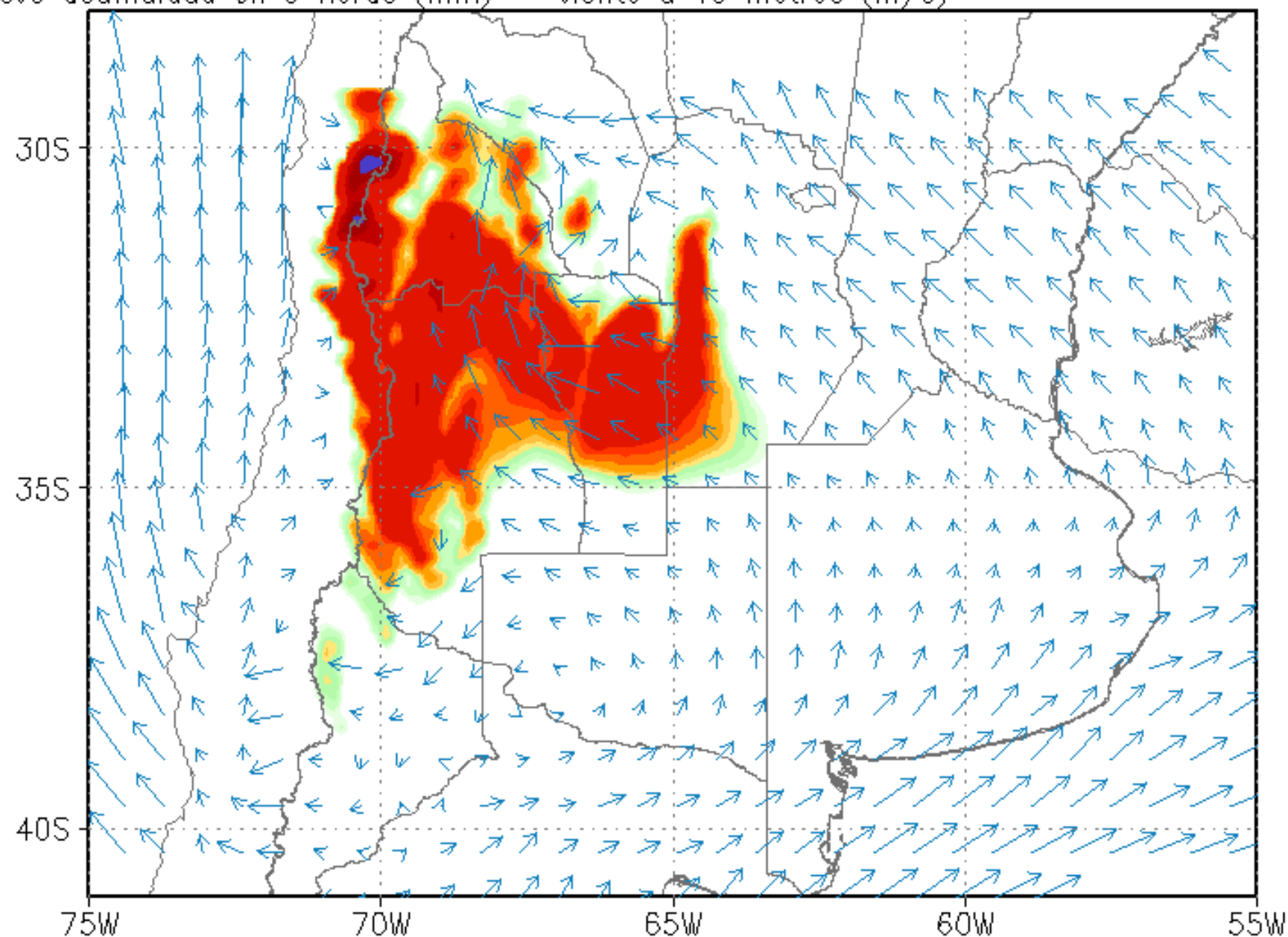
- Pronóstico de la situación que dio origen a la nevada en la Ciudad de Buenos Aires y sobre el centro del país utilizando el modelo WRF-ARW en alta resolución.

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 08 de julio de 2007 a las 15Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

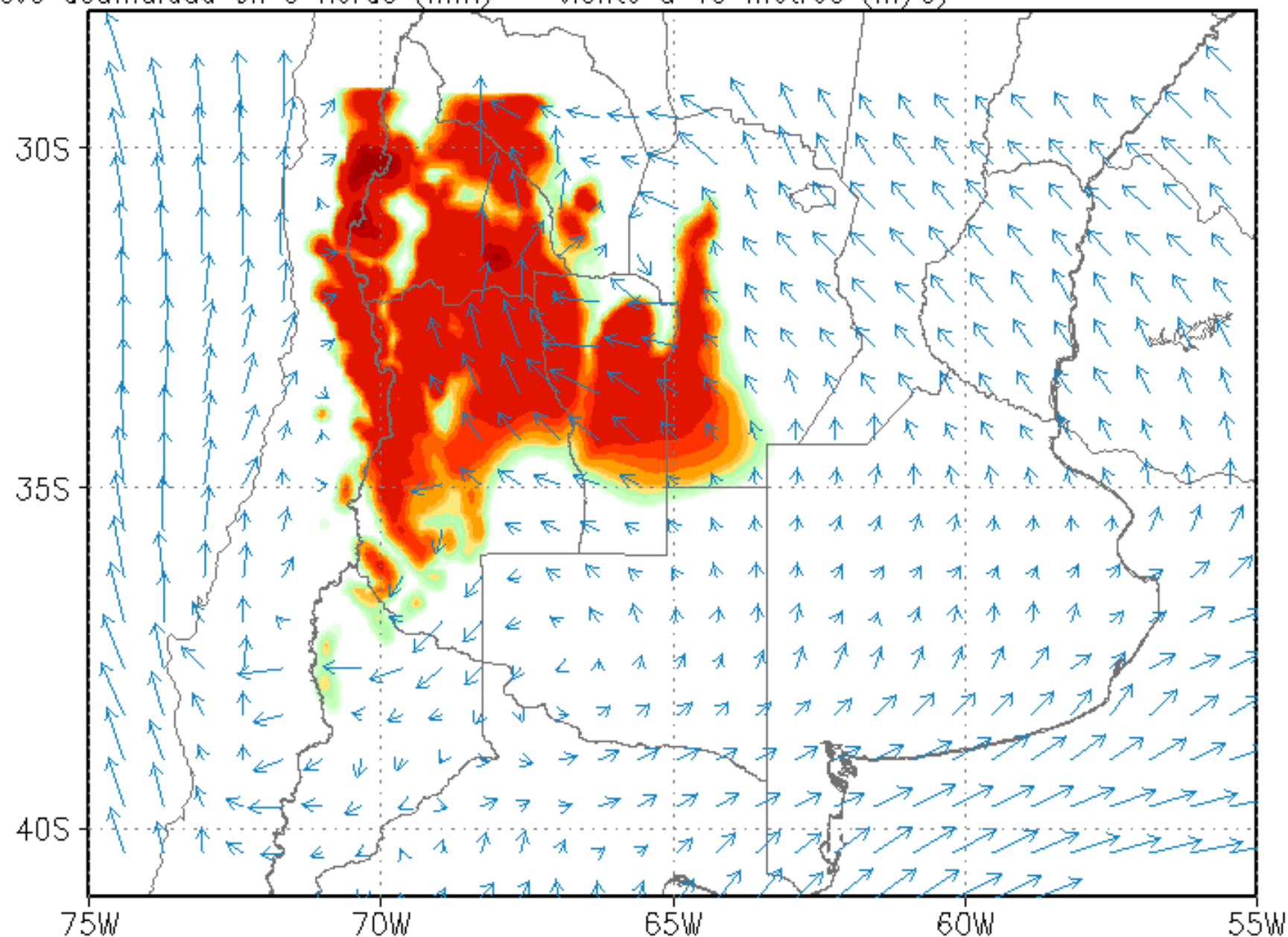
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 08 de julio de 2007 a las 18Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

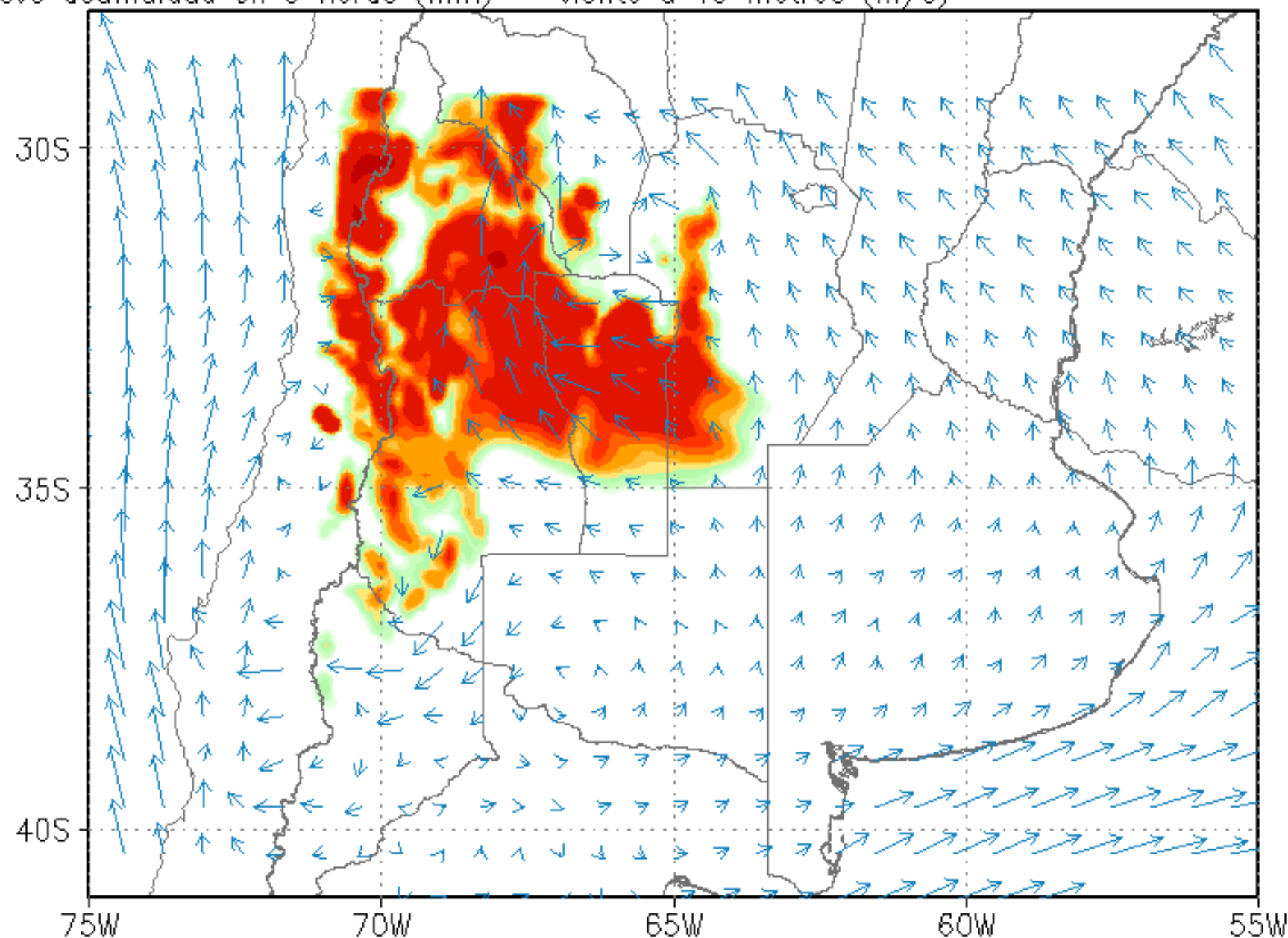
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 08 de julio de 2007 a las 21Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

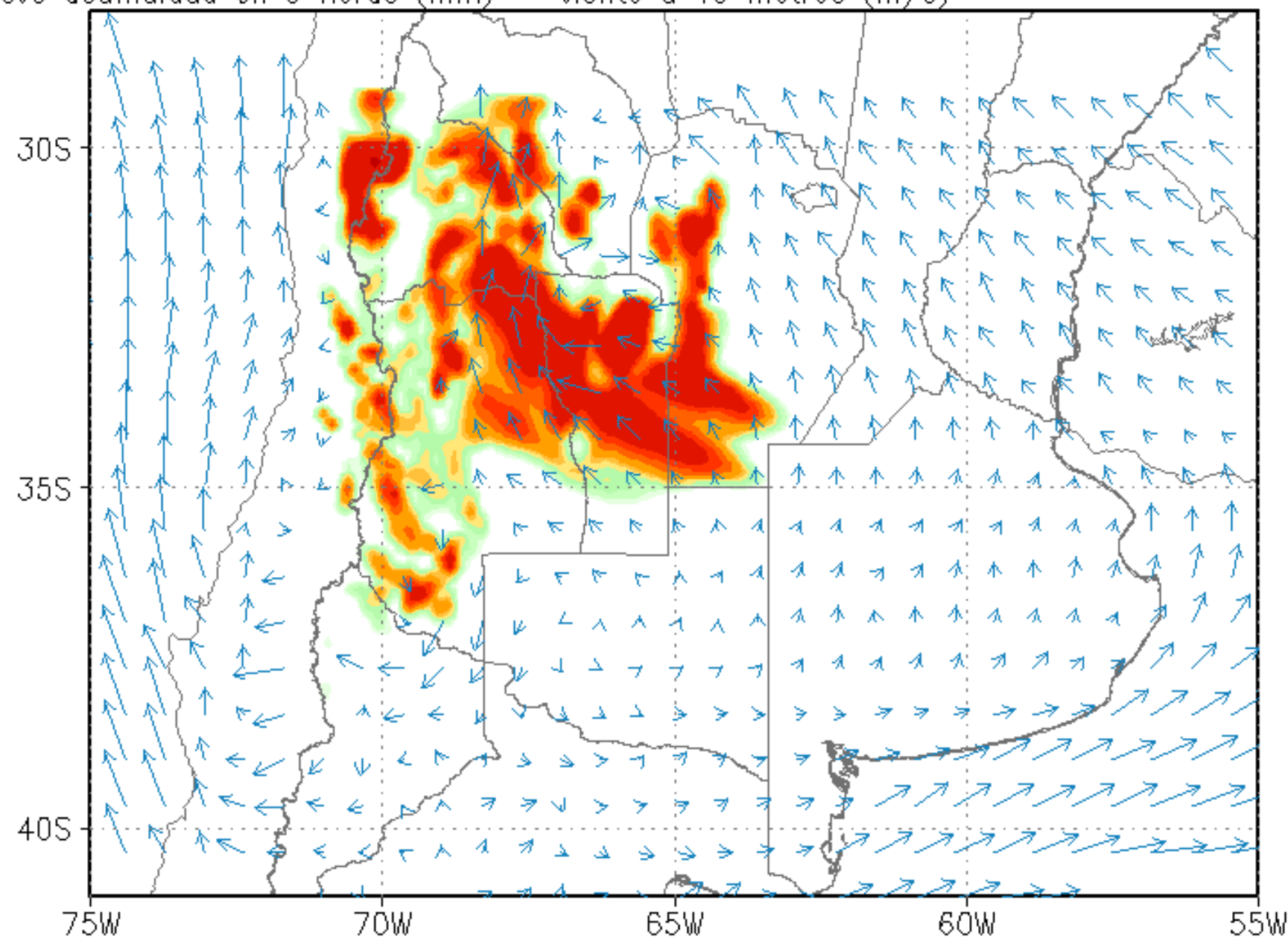
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 00Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

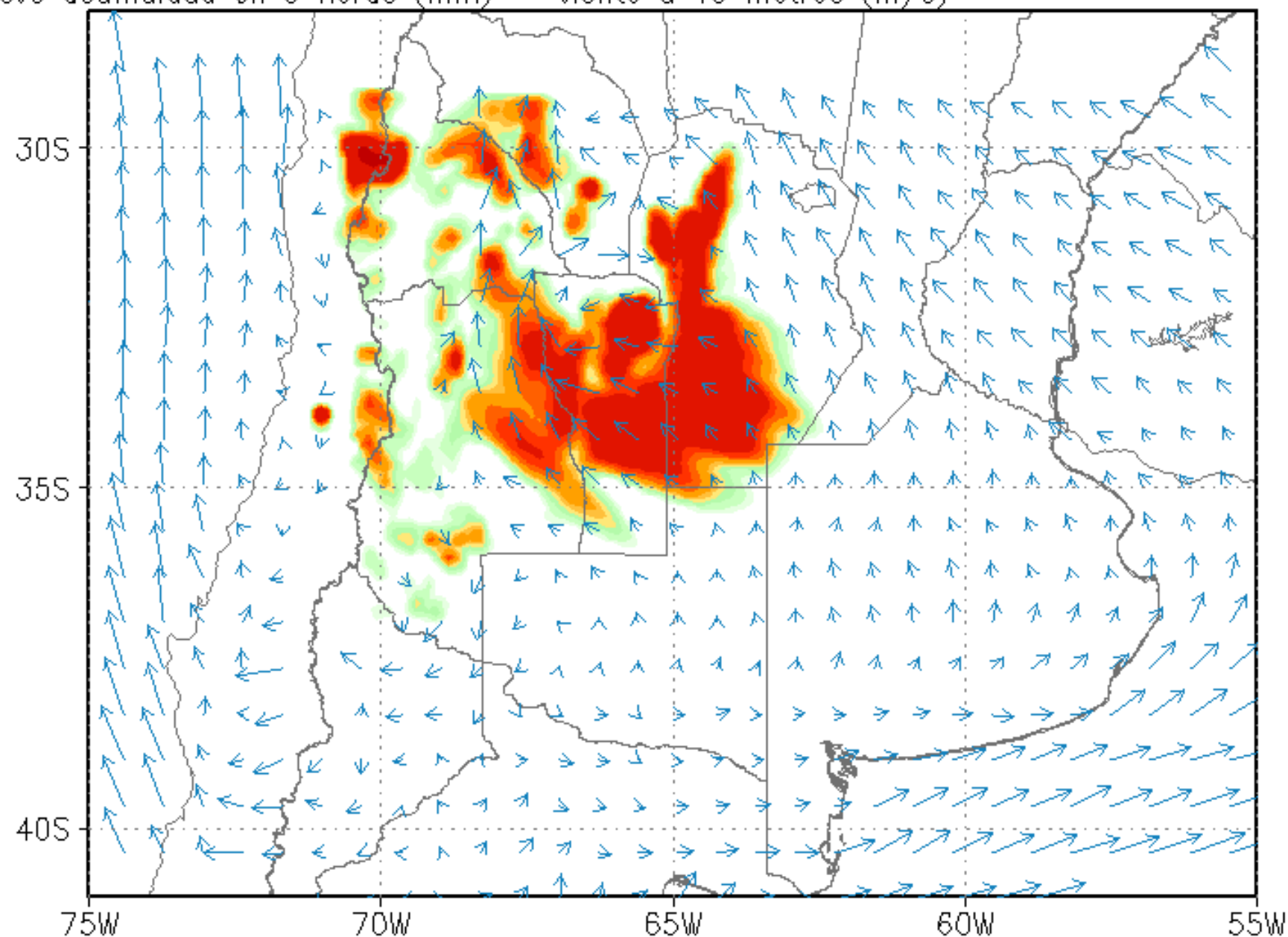
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 03Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

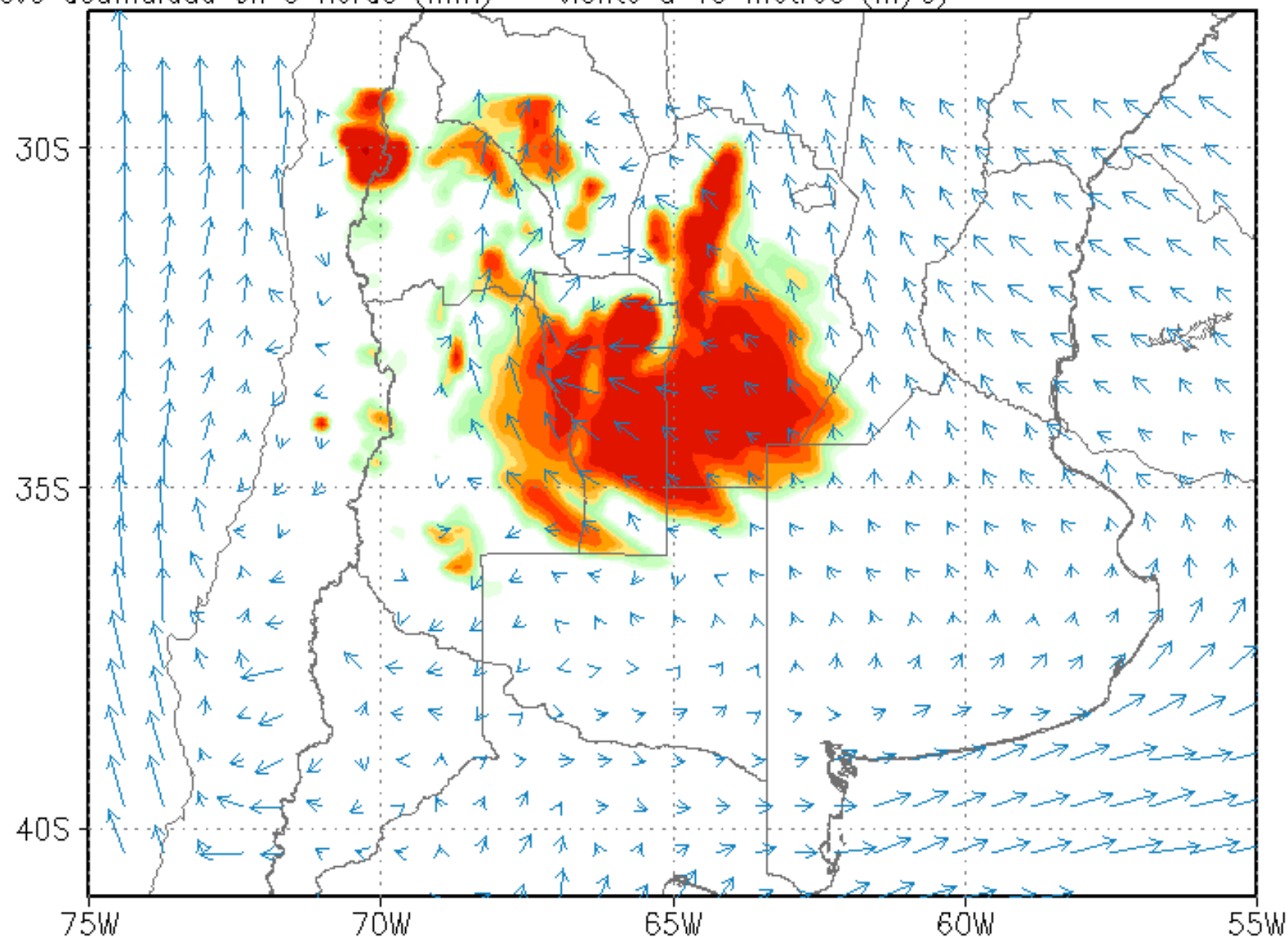
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 06Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

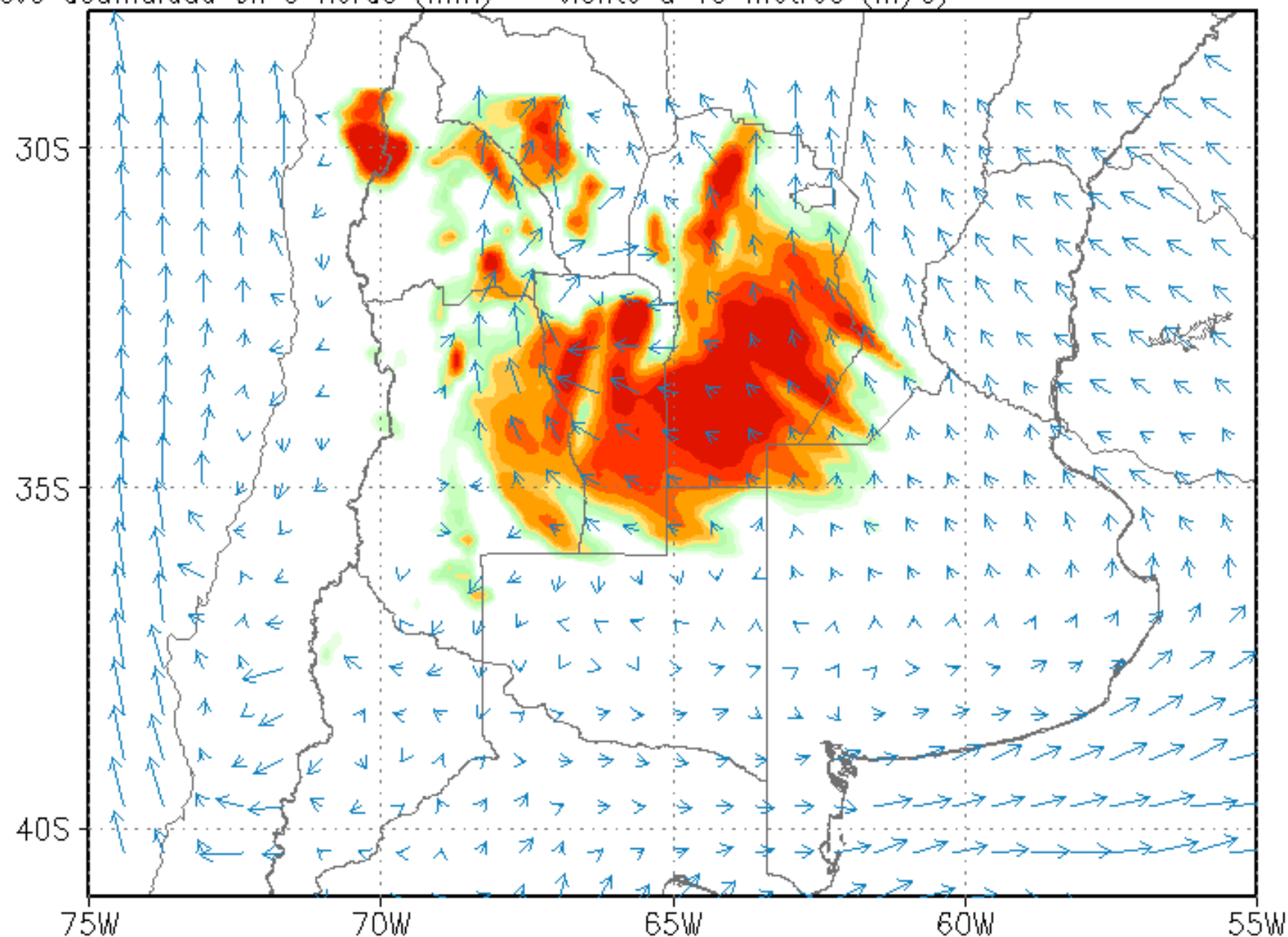
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 09Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

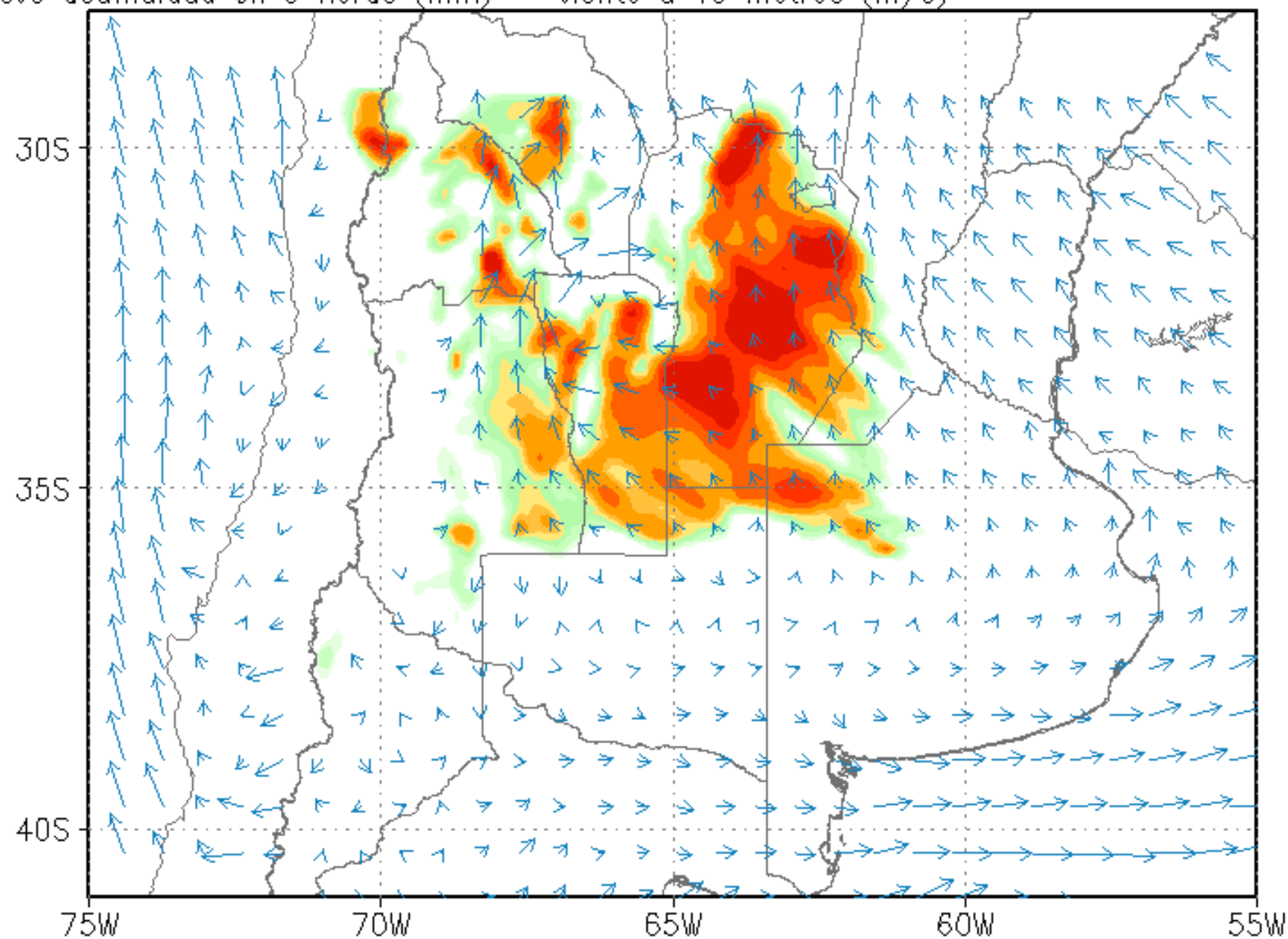
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 12Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

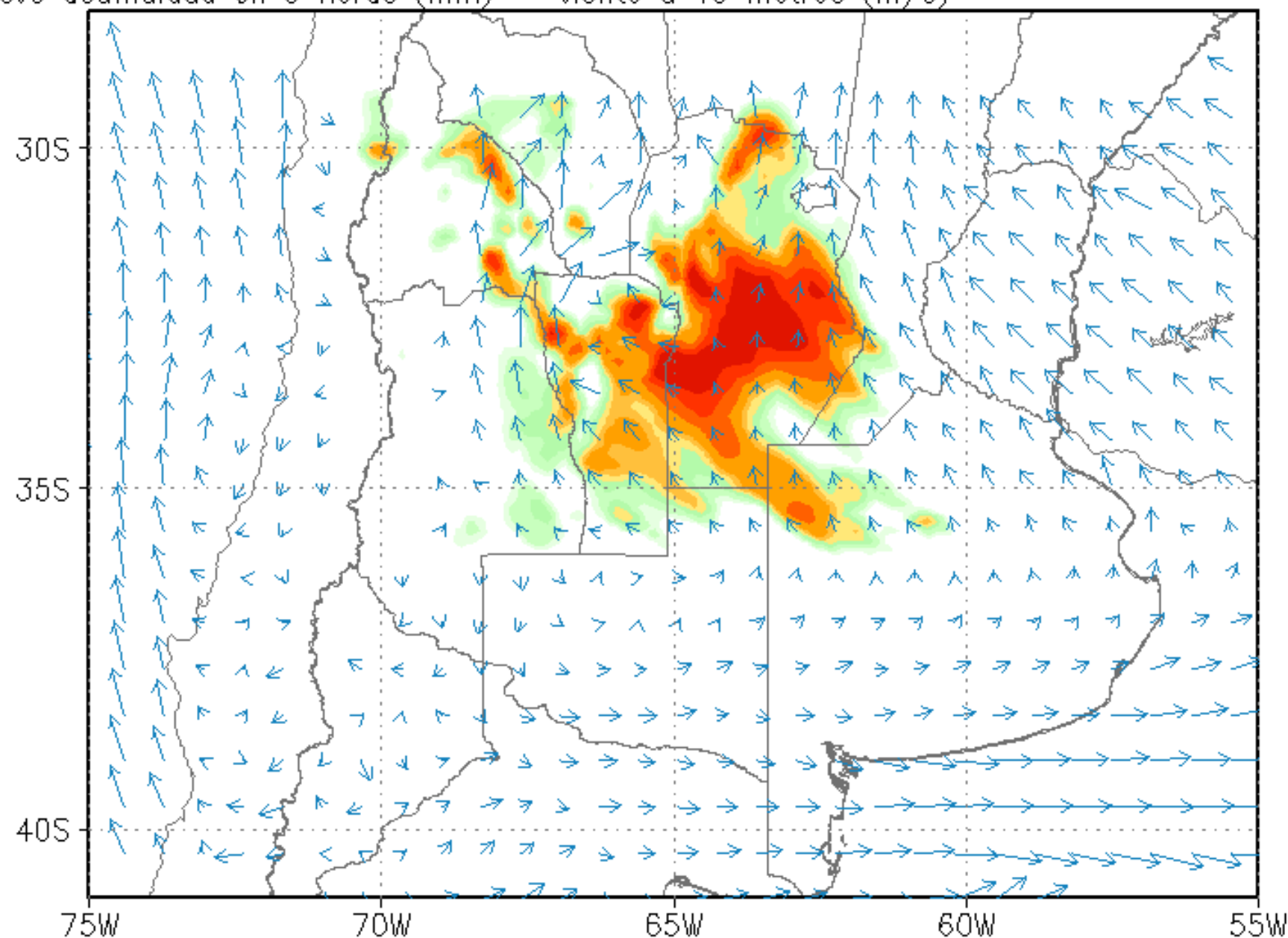
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 15Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

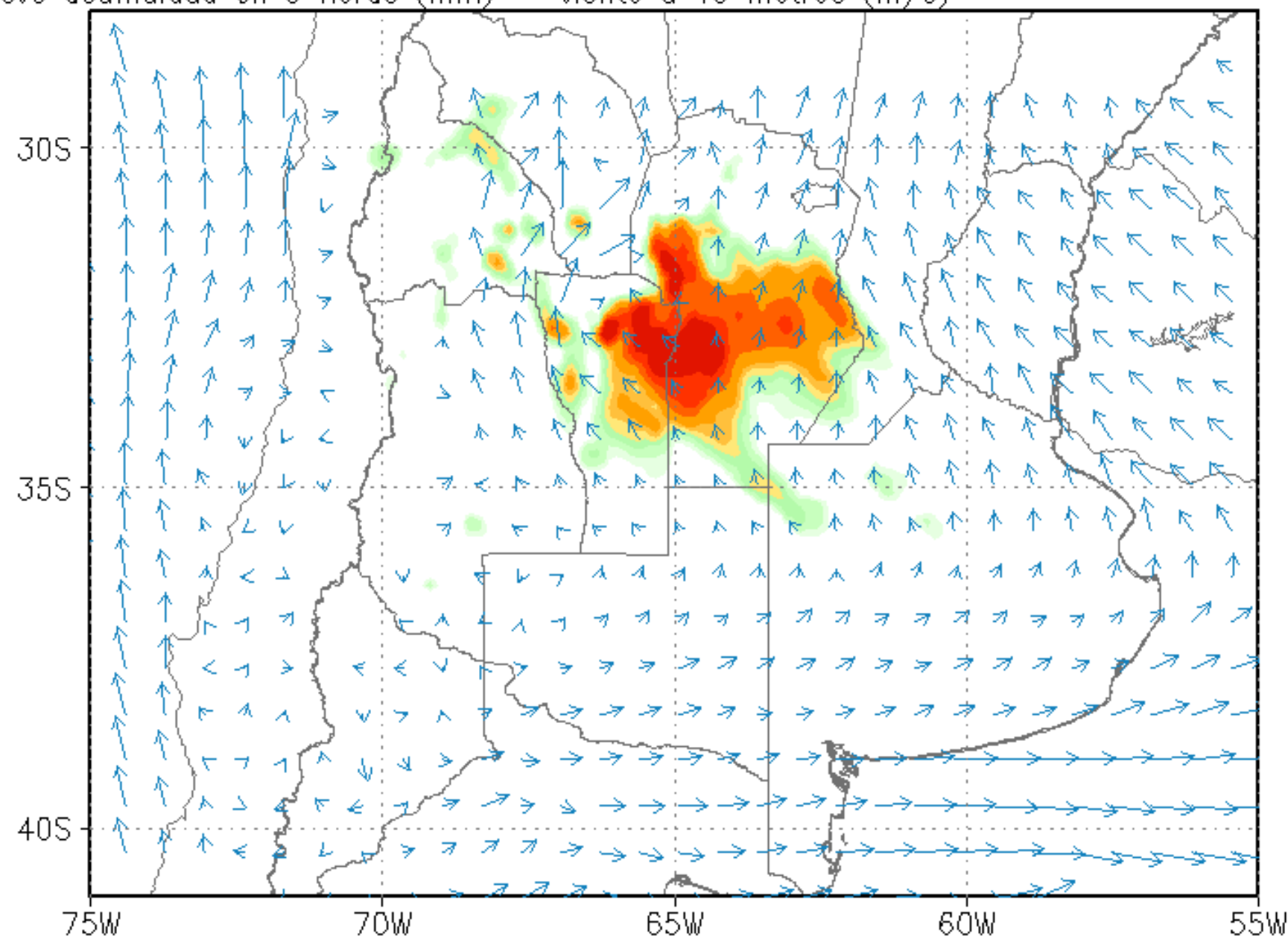
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 18Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

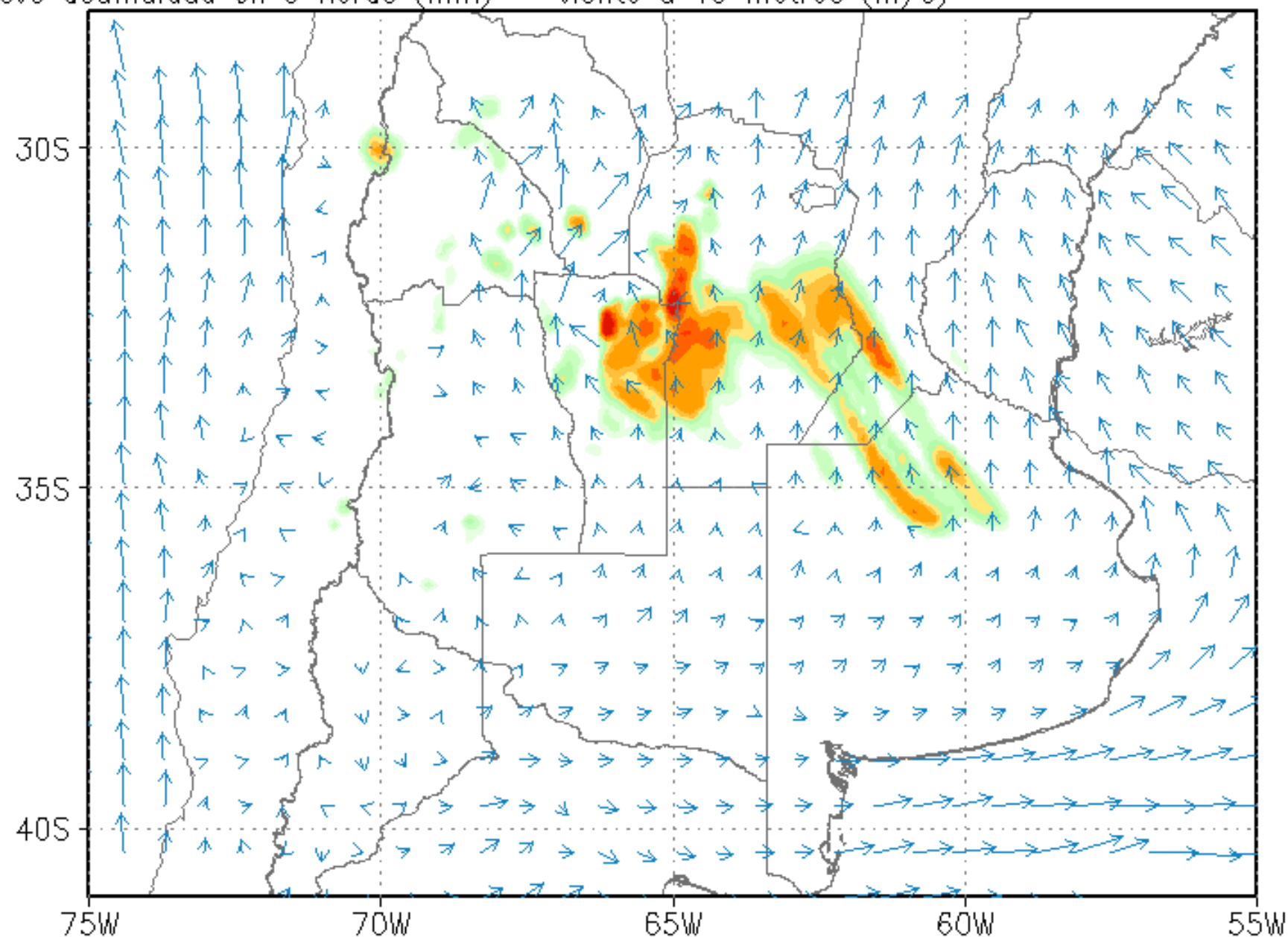
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 09 de julio de 2007 a las 21Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

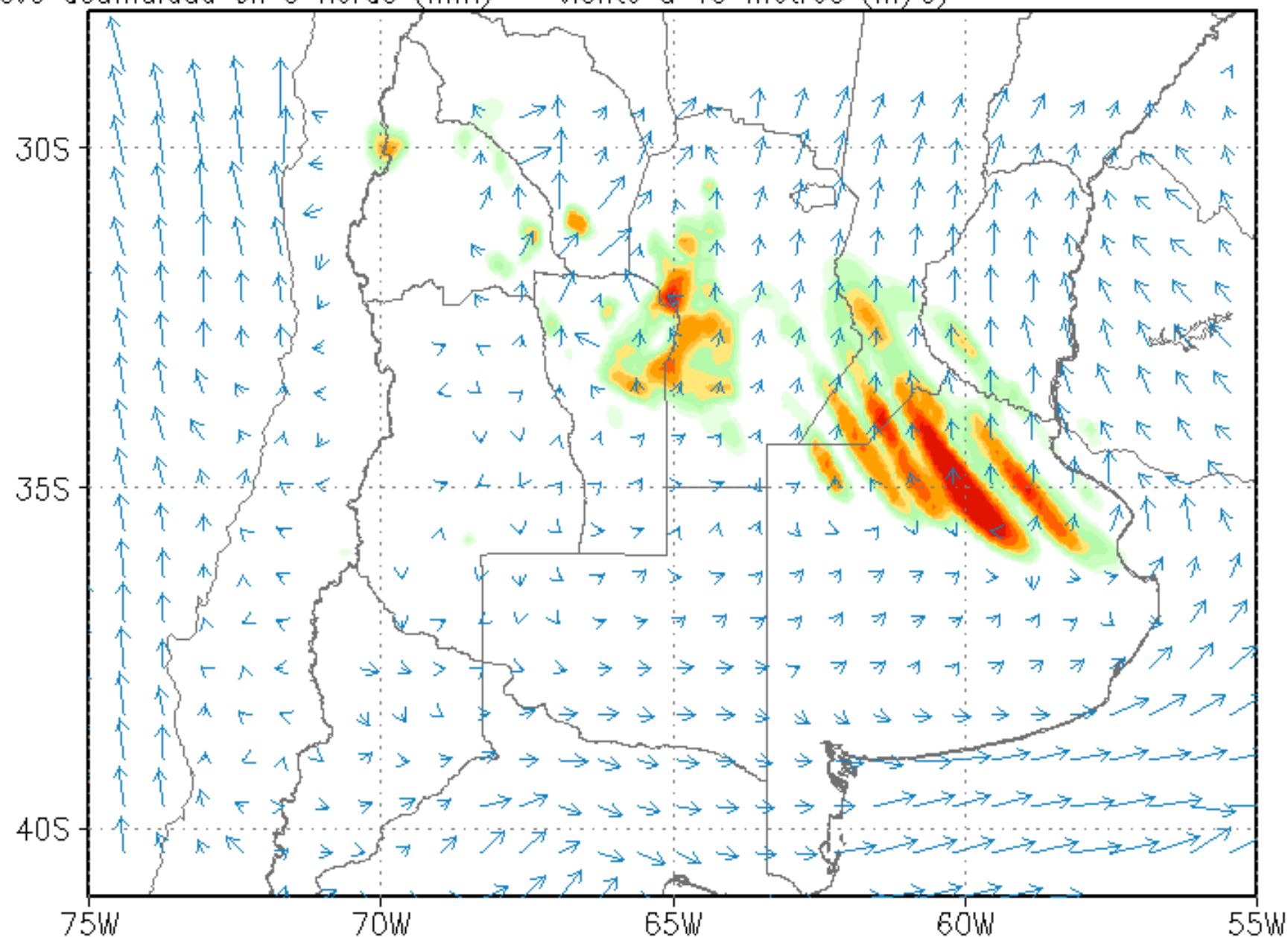
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 10 de julio de 2007 a las 00Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

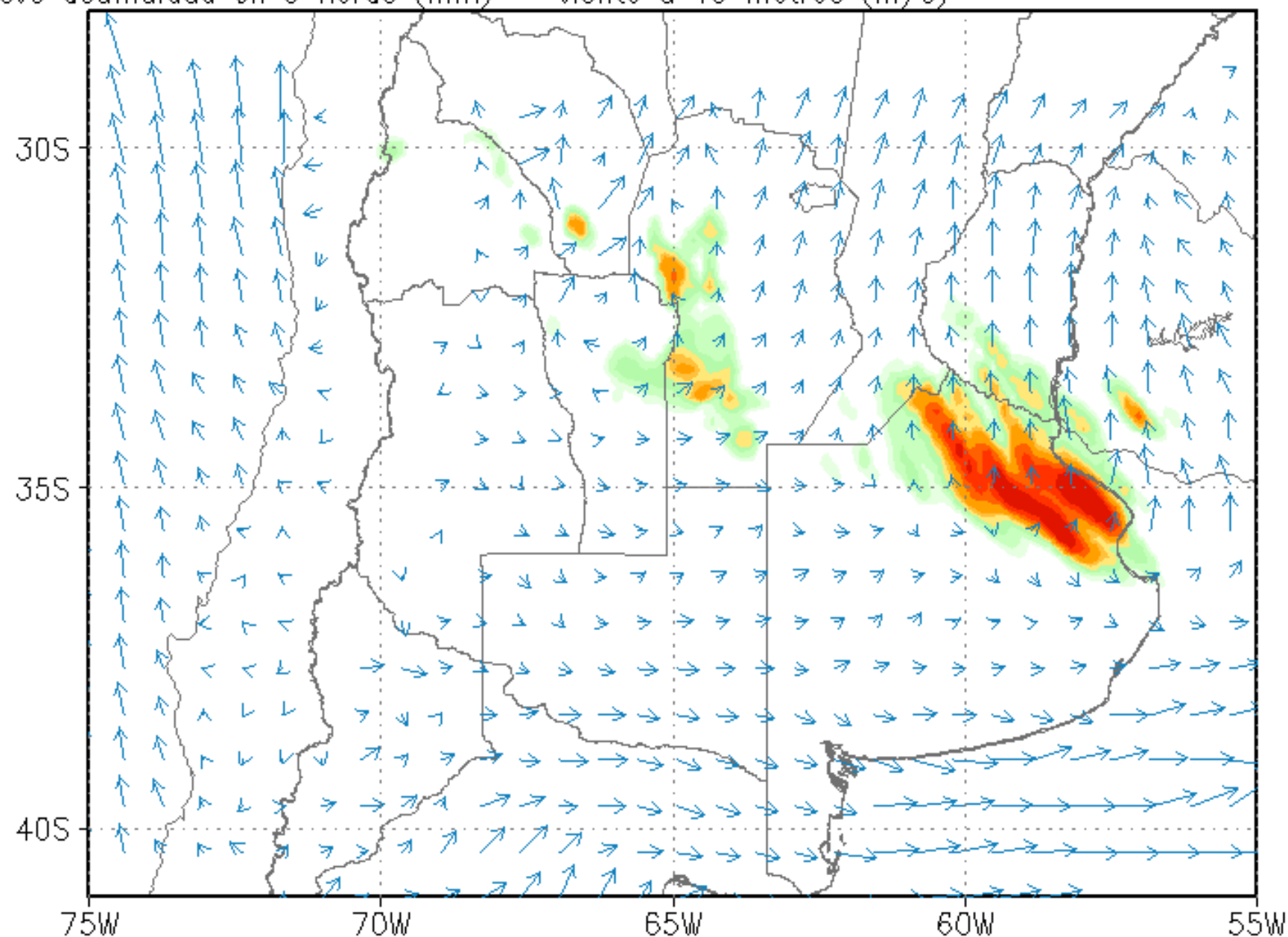
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 10 de julio de 2007 a las 03Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

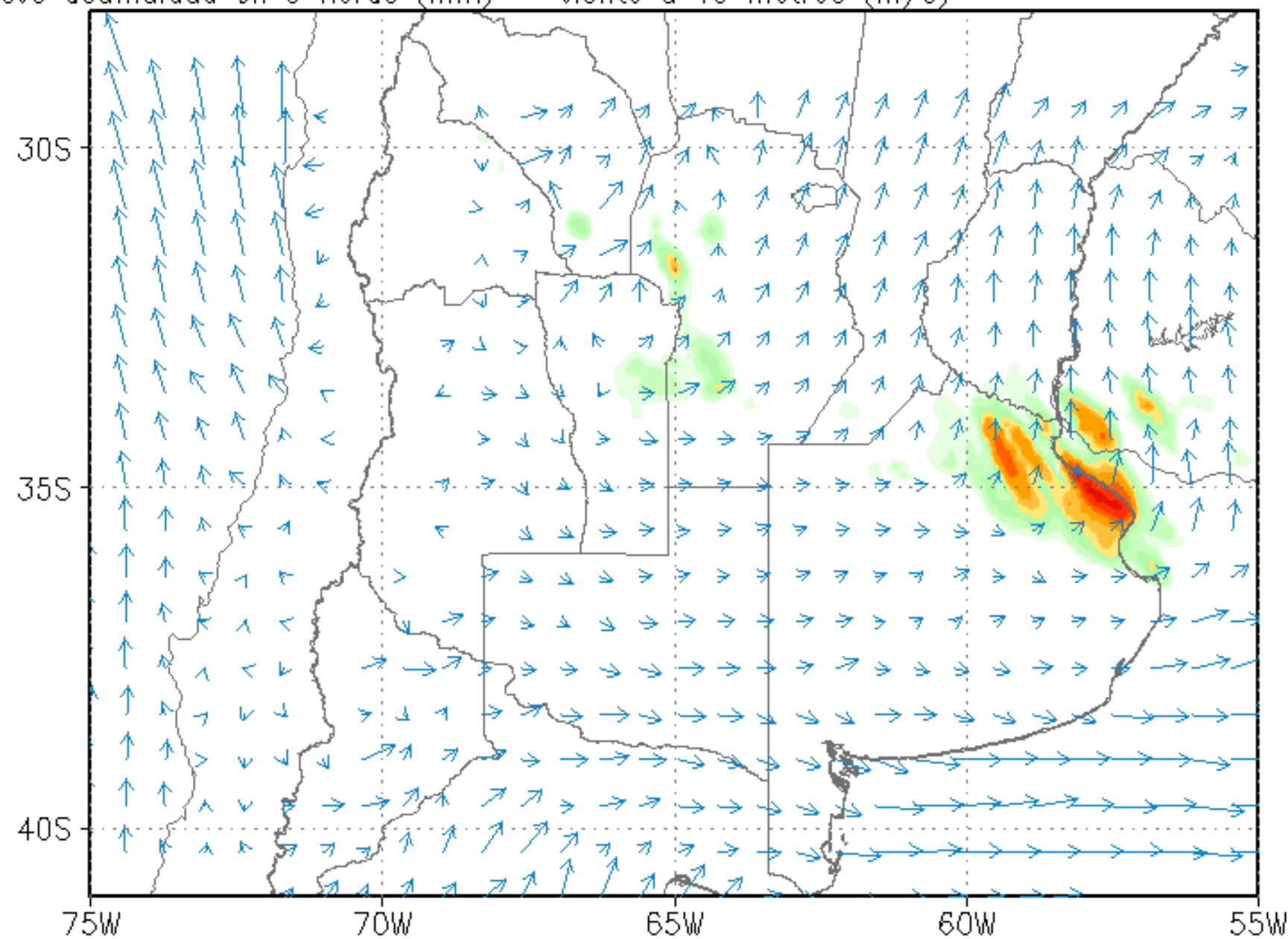
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 10 de julio de 2007 a las 06Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

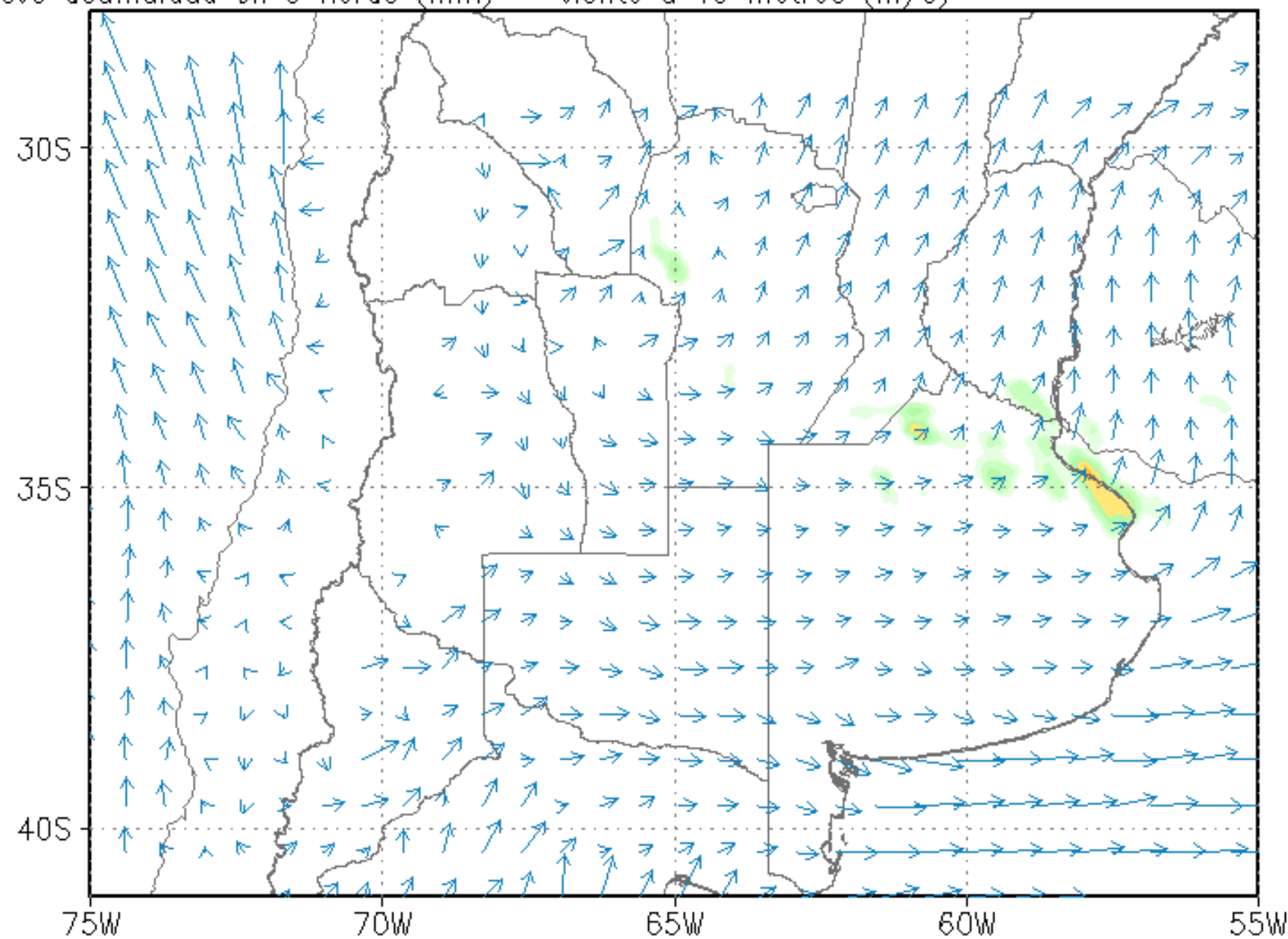
10

MODELO WRF/CIMA

Valido para el 10 de julio de 2007 a las 09Z

Nieve acumulada en 3 horas (mm)

Viento a 10 metros (m/s)



Actualizado el 08/07/2007 12Z

10

¡Muchas gracias!

¿Preguntas?