

Análisis y Pronóstico de Fronteras Meso-Sinópticas en Sudamérica 2^{da} Parte

Mike Davison y José Gálvez
WPC International Desks



NATIONAL WEATHER SERVICE
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

Reglas a los Participantes

- Participación en las encuestas es requerida
 - Nos ayuda evaluar si comprenden el material
 - Requerimos un mínimo de 80% que participen
- Preguntas??
 - Pueden enviar preguntas por texto
 - José Gálvez, Néstor Santayana y Bernie Connell están monitoreando
 - Preguntas de interés común serán compartidas con el grupo
 - Si desean hablar, envíen texto de que quieren hablar
- Tomen notas!!!

Distribución y Uso

- La presentación va a estar disponible en nuestro servidor ftp:

<https://ftp.wpc.ncep.noaa.gov/mike>

Título: COVID19_Frentes y Lineas de Cortante_SAM_parte_2.pptx

- Están autorizados a copiar la presentación en su totalidad o parte, y la pueden compartir siempre y cuando le den crédito a la NOAA
- NOAA retiene los derechos de autor
 - Se prohíbe el uso comercial de este material.

Tópicos

- **Repasso**
 - Frentes
 - Líneas de cizalla (*shear lines*)
 - Herramientas
- Líneas de Inestabilidad
- SACZ
 - Básico

Frentes

- **Frentes:** Área de transición entre dos masas de aire de diferente densidad.
 - La densidad depende principalmente de la temperatura y muy secundariamente del contenido de agua de la masa.
 - En masas de características polares marítimas, que vemos en latitudes medias y bajas, Td=18C es un buen indicador de donde esta el frente en superficie

Frentes

- **Frotogénesis**: Apretamiento del gradiente horizontal de las propiedades que definen una masa de aire, en particular su densidad
- **Frontolisis**: Aflojamiento del gradiente horizontal de las propiedades que definen una masa de aire, en particular su densidad

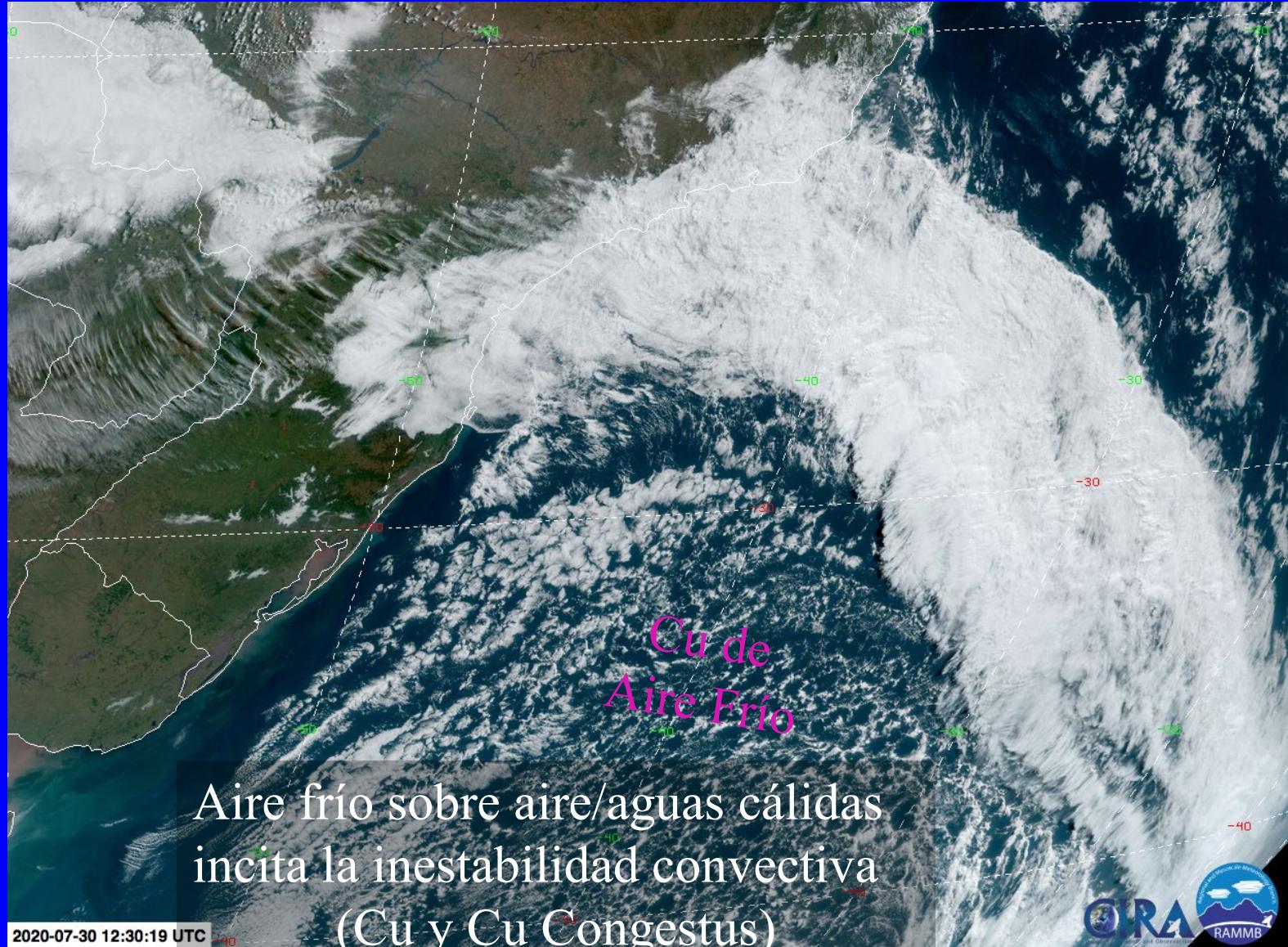
Análisis de Frente Frío

- ΔT
 - Cae la temperatura subsiguiente al paso
 - Excepción: Patagonia Argentina
- ΔP
 - Cae la presión al acercarse la vaguada frontal
 - Aumenta al entrar la alta polar/masa mas densa
- ΔT_d
 - $T_d \geq 18C$ no ha pasado el frente
 - $T_d < 18C$ paso el frente
 - Masas polares marítimas al norte 35S
- Nubes: Caida súbita del techo
 - Cirriforme precede
 - Cumuliforme según se acerca el frente

Análisis de Frente Cálido

- ΔT
 - Aumenta la temperatura subsiguiente al paso
- ΔP
 - Cae la presión al acercarse la vaguada frontal
 - Uniforme siguiente al paso
- ΔT_d
 - T_d aumenta al acercarse el frente
 - T_d uniforme/leve aumento subsiguiente al paso
- Nubes : Caída gradual del techo
 - Ci/Cs
 - AS
 - ST/SC

Advección Fría Sobre Aguas Cálidas



Cu de Aire Frío en el Continente

- En masas polares (secas) continentales, no se aprecia tanto Cu de aire frío pos frontalmente como en los océanos
- Excepto:
 - Cuando el paso del frente frío, y la entrada de la alta polar, es precedido por un evento de precipitaciones intensas saturando la capa límite y el terreno

Advección Cálida Continente



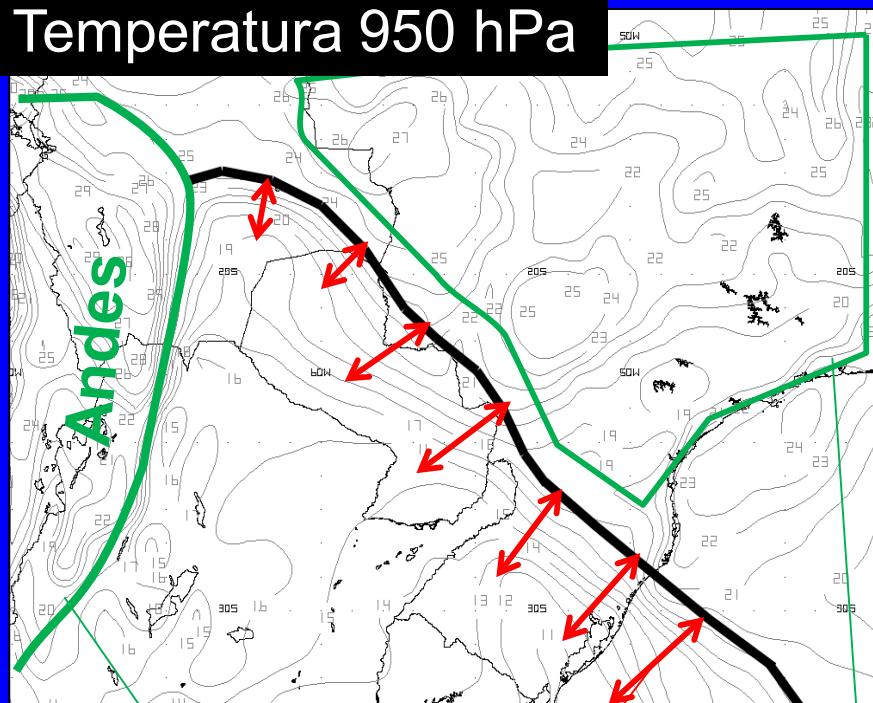
Herramientas Disponibles

Herramientas Disponibles

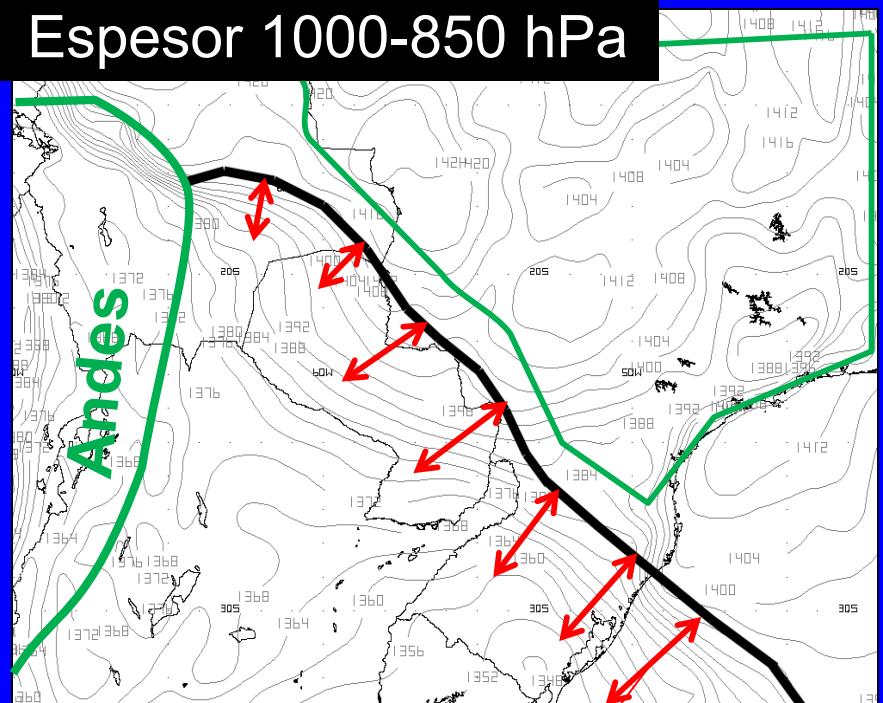
- Temperatura y la Espesura 1000 – 850 hPa
- Humedad Relativa en la Columna
- Temperatura Equivalente Potencial
- Macro “Front”

Ejemplo: Gradientes en temperatura vs espesor SE COMPORTAN DE MANERA SIMILAR

Temperatura 950 hPa



Espesor 1000-850 hPa



Gradiente
Apretado

FRENTE

Gradientes locales debido a
orografía y procesos de mesoescala.
Es esencial conocer el terreno!

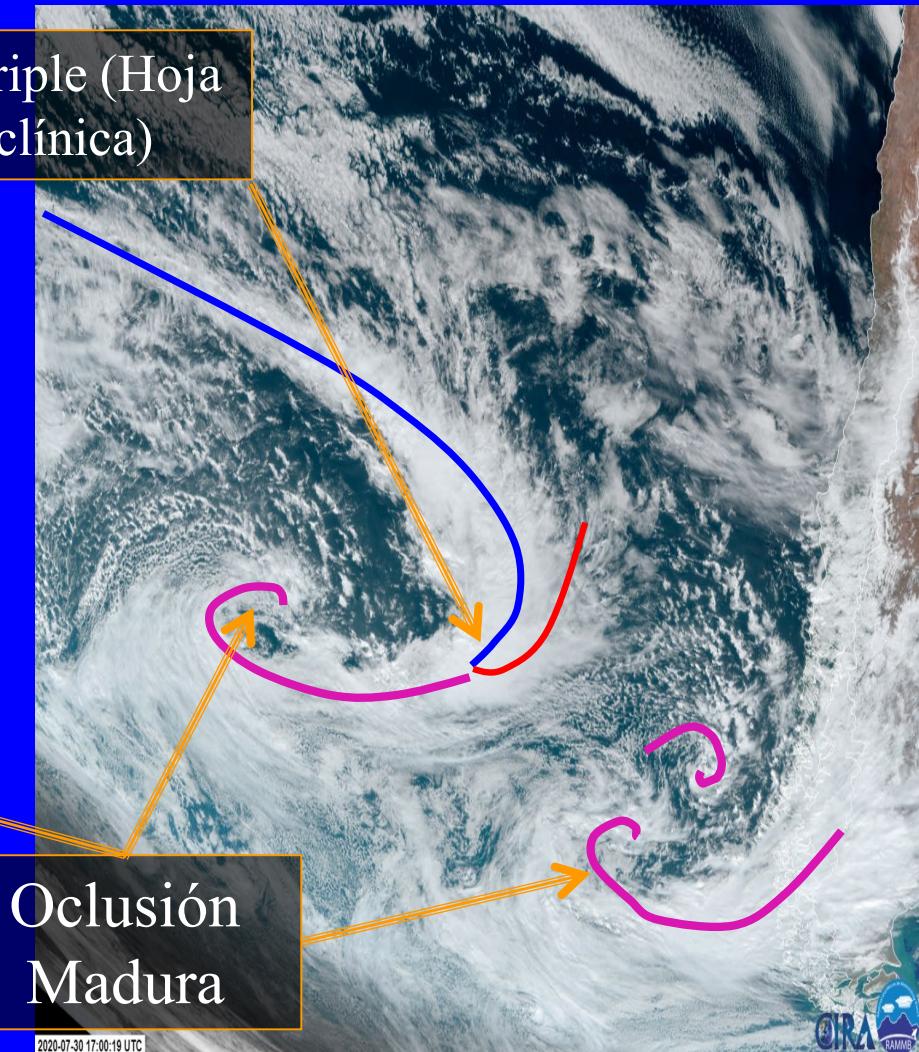
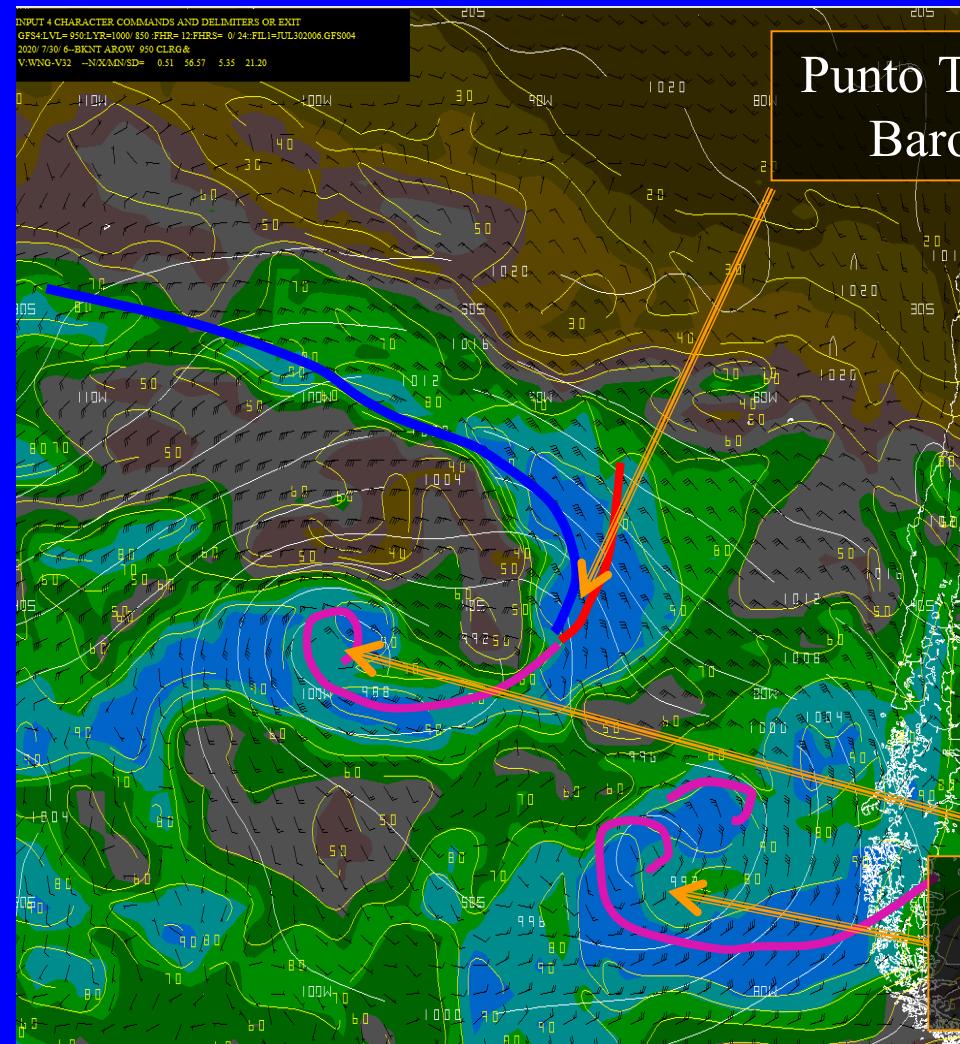
Gradiente
Apretado

FRENTE

Humedad Relativa en la Columna

- **Humedad Relativa (HR)** se promedia en la columna entre la superficie y los 400 hPa)
 - Indica nivel de saturación de la columna
 - Cuando **HR > 60%** se observan nubes
- Propiedad **semiconservativa** que tiende a seguir/acompañar un sistema según este evoluciona

Humedad Relativa en la Columna



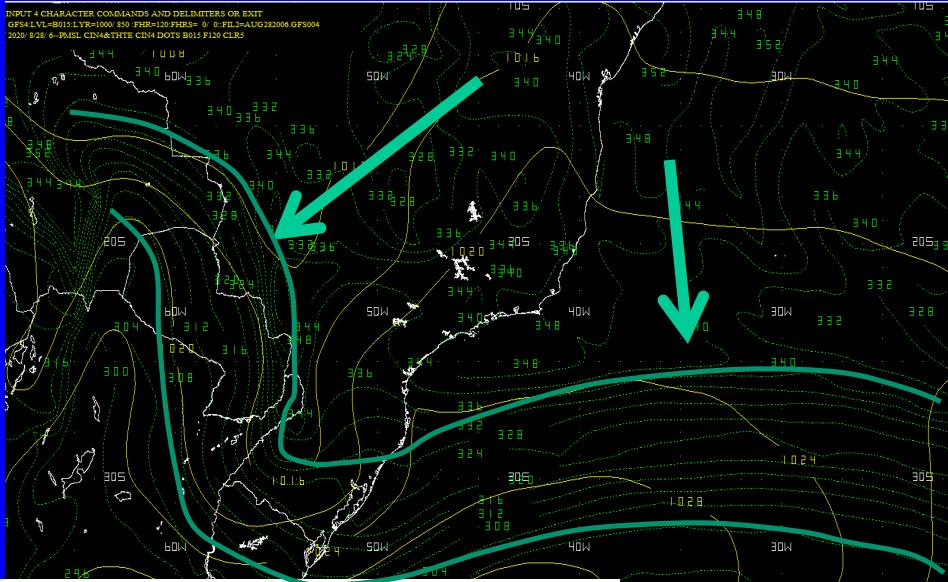
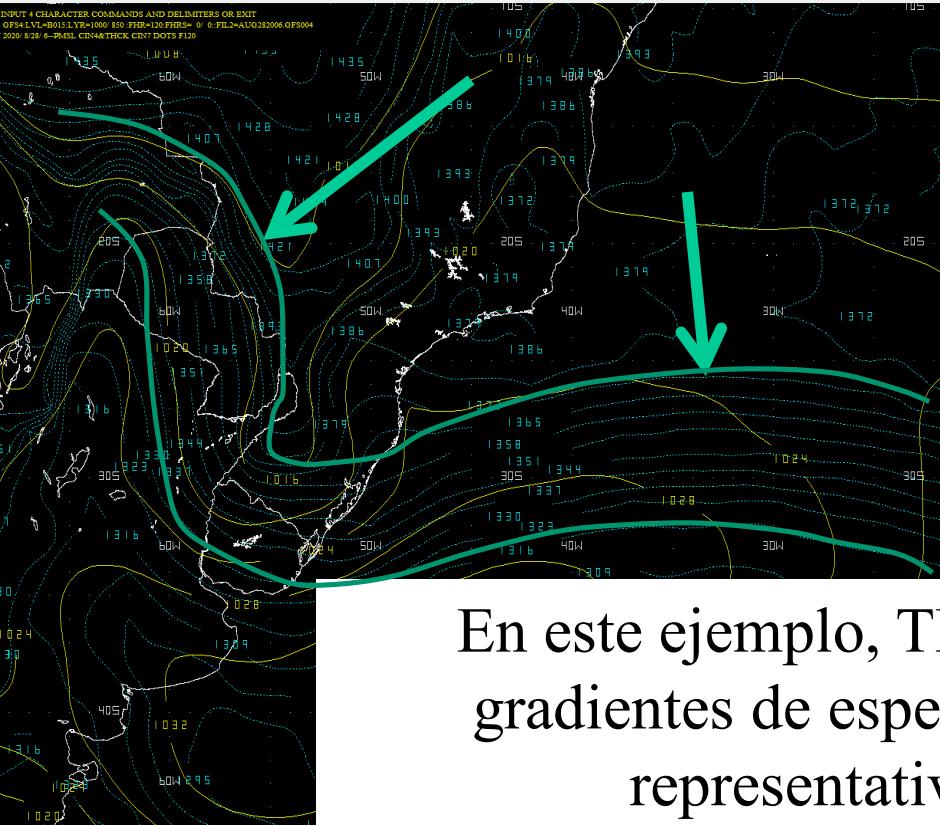
HR Spf-400 hPa, PMSL, Vientos

Imagen Geocolor

TEP

- La temperatura de una parcela de aire cuando se le suma a la temperatura sensible el calor latente liberado por condensación a **presión constante (1000 hPa)**.
- ¿Podemos utilizar TEP para determinar baroclinicidad?
 - **Sí** mientras TEP sea una función de ambas, la temperatura (T) y el rocio (Td).
 - **No** si TEP es solamente una función del rocio (Td) y la temperatura (T) es constante.

Espesura 1000 -850 vs. TEP Evalué Gradientes Termales



En este ejemplo, TEP coincide con los gradientes de espesura, por lo cual es representativo del frente.

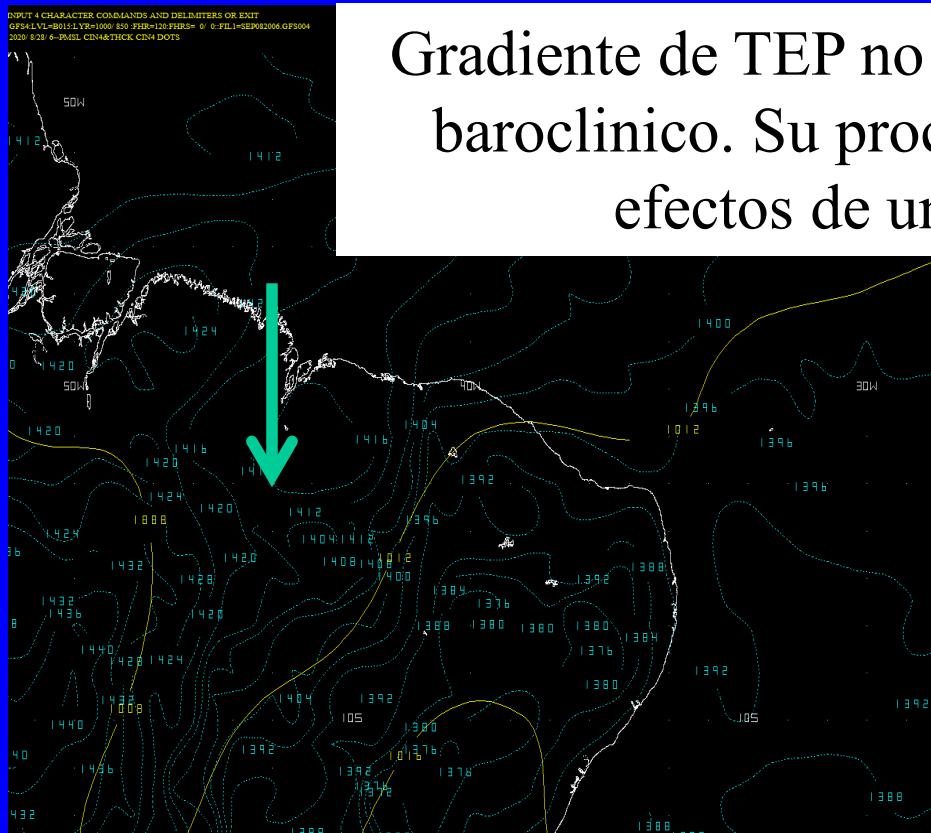
Espesura 1000-850

Capa Limite: Temperatura
Equivalente Potencial

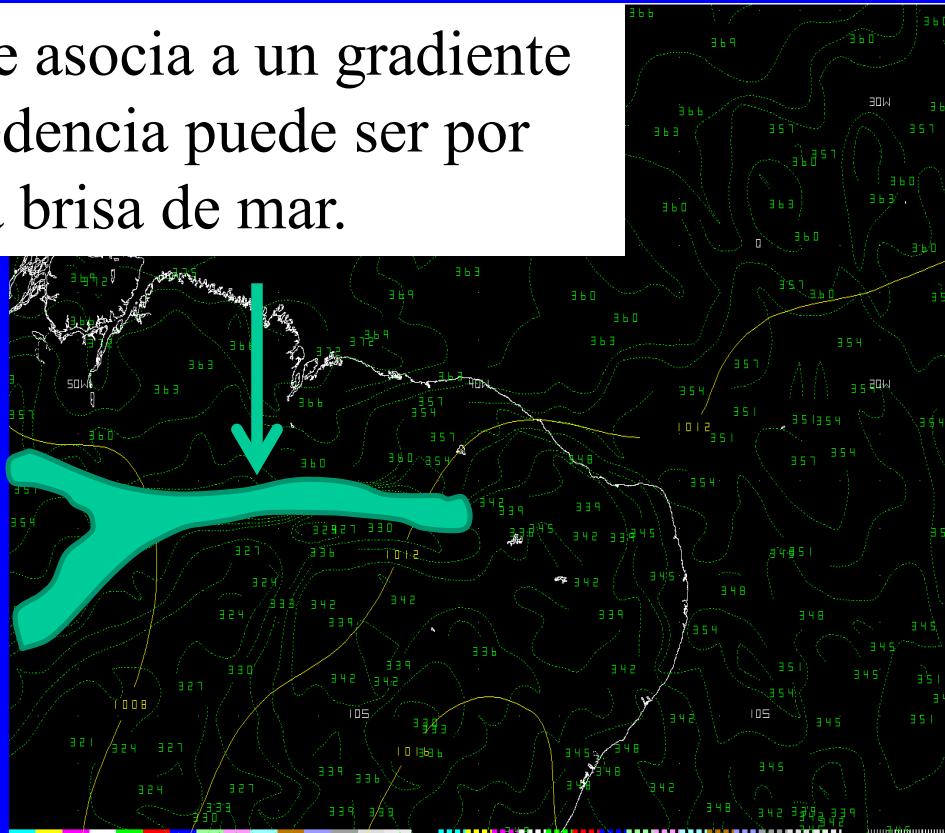
Espesura 1000 -850 vs. TEP

Evalué Gradientes Termales

Gradiente de TEP no se asocia a un gradiente baroclinico. Su procedencia puede ser por efectos de una brisa de mar.



Espesura 1000-850



Capa Limite: Temperatura Equivalente Potencial

Encuesta 1

La temperatura equivalente potencial se puede usar para evaluar frentes siempre y cuando: (*Select one*)

- TEP sea una función de temperatura y rocio
 - TEP sea una función de rocio solamente
 - TEP sea independiente de temperatura y/o rocio

FRONT

Identificación de la posición de frentes en superficie.

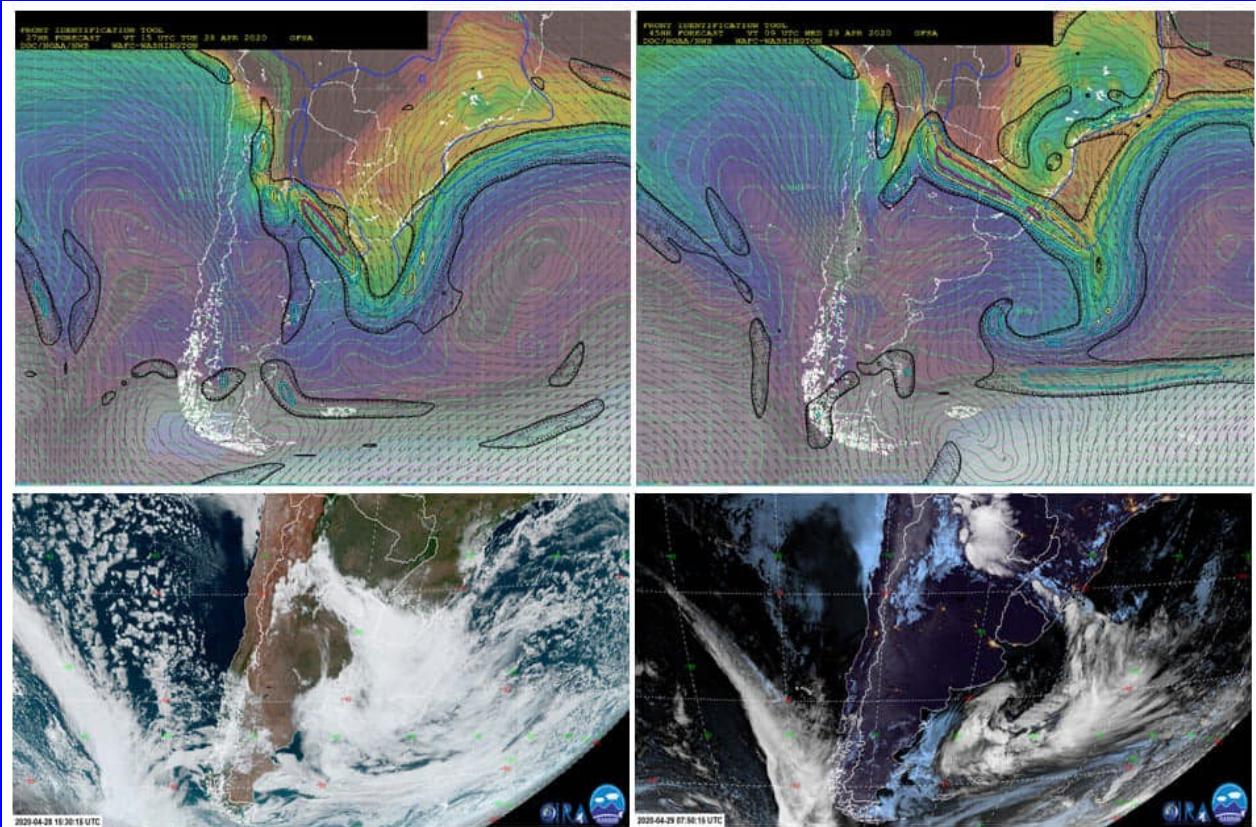
Puntos Claves:

Los contornos negros indican **gradientes** en las propiedades de las masas de aire cerca a la superficie.

Suelen indicar la posición de frentes: Generalmente en el lado cálido del gradiente.

No todos los gradientes se analizan como frentes.

Considerar otros componentes del gráfico: Flujo y espesor 1000-850 hPa.



Cortesía: Néstor Santayana

Interacción con el Terreno

Secamiento en Patagonia

Abrupta disminución de la humedad relativa cuando el flujo cruza la cordillera por

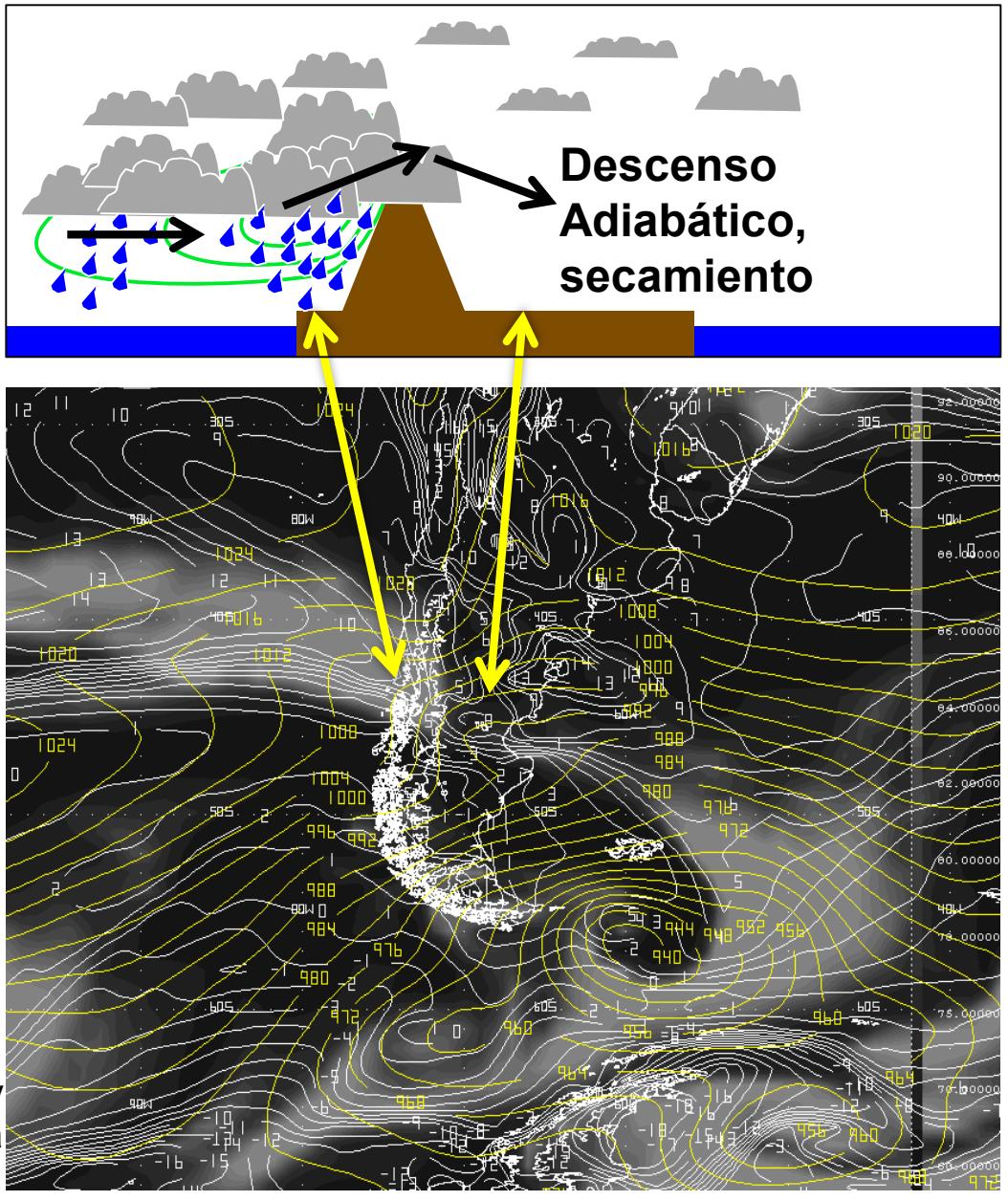
- (1) descenso adiabático (al calentar disminuye la HR)
- (2) pérdida de humedad en lluvias del lado Chileno (barlovento).

Ello dificulta seguir los frentes usando HR

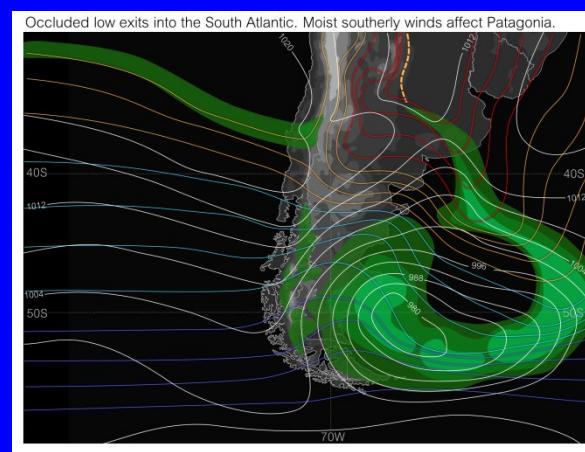
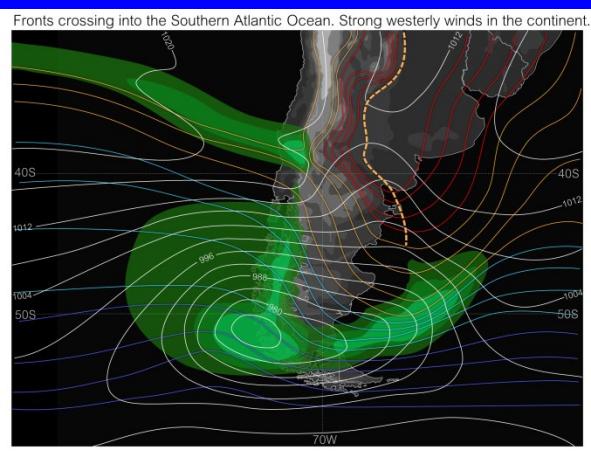
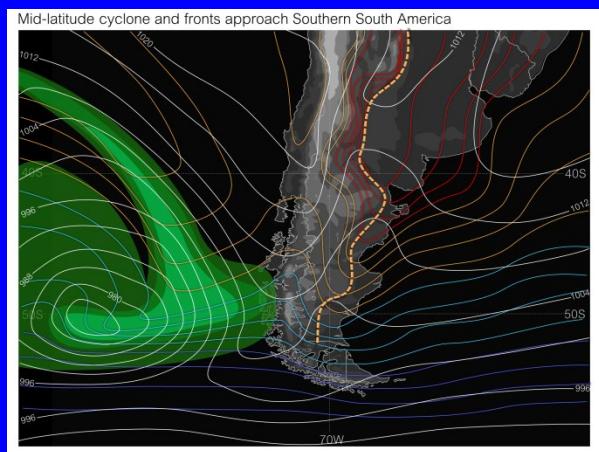
Cómo encontrar los frentes?

-Buscar el gradiente termal, vaguadas y ver evolución del sistema según ingresa al Atlántico (movimiento del sistema)

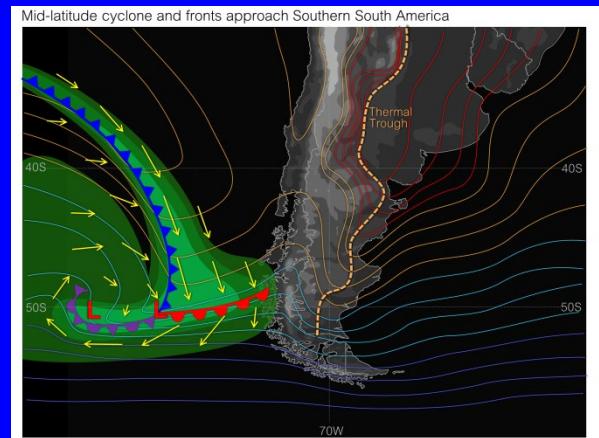
(Temperatura, isóbaras y
humedad relativa integrada
>70% en sombreado) →



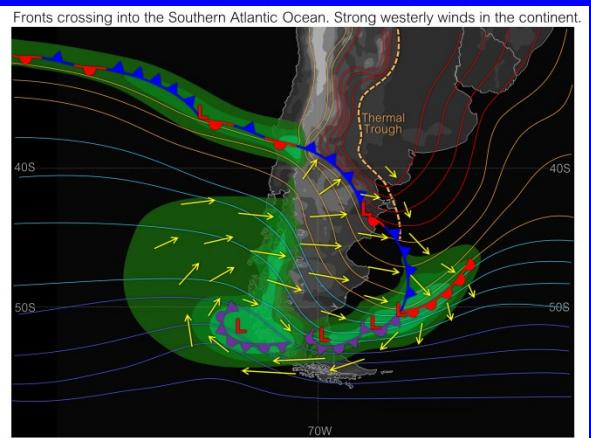
Evolución Frontal en el Cono Sur



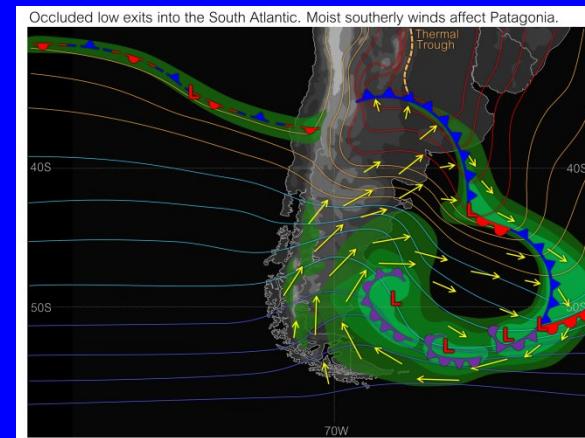
Frente Llegando



Frente Cruzando



Frente Saliendo



Encuesta 2

Características de un Frente Frío

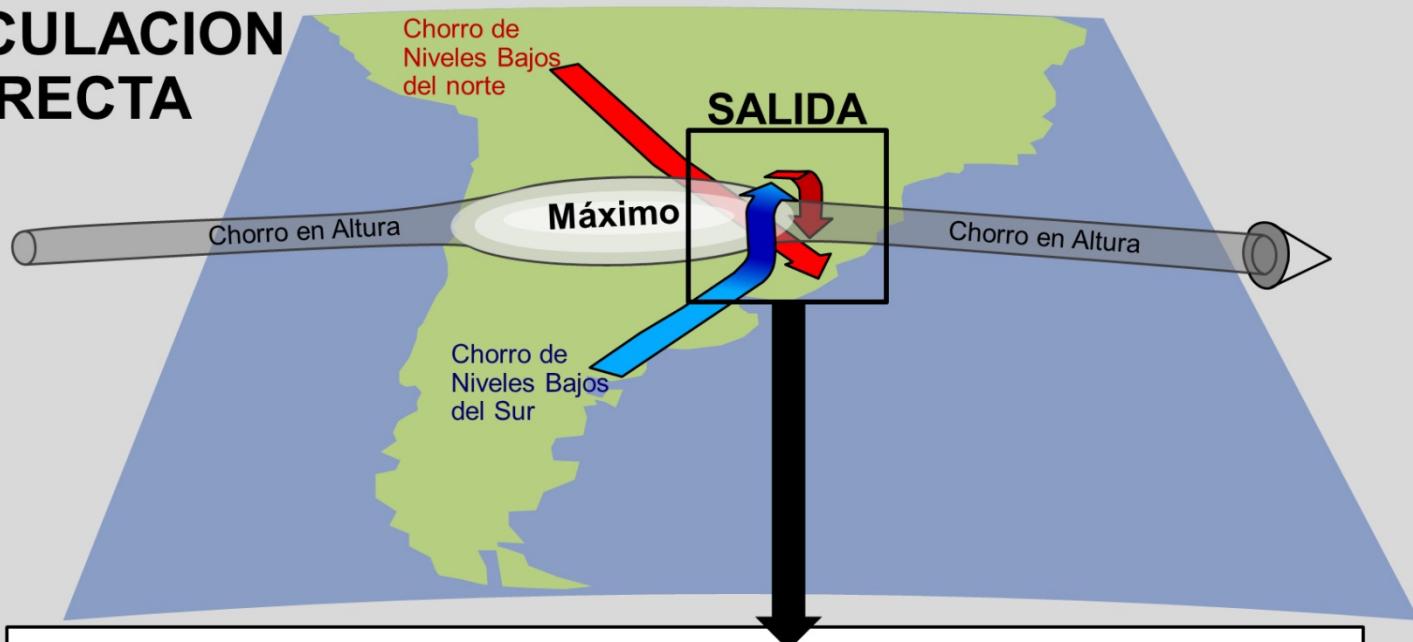
(Select all that apply)

- Presión baja y luego aumenta
 - Temperatura y rocíos aumentan
- Temperatura de rocio disminuye
- Techo de nubes cae rápidamente

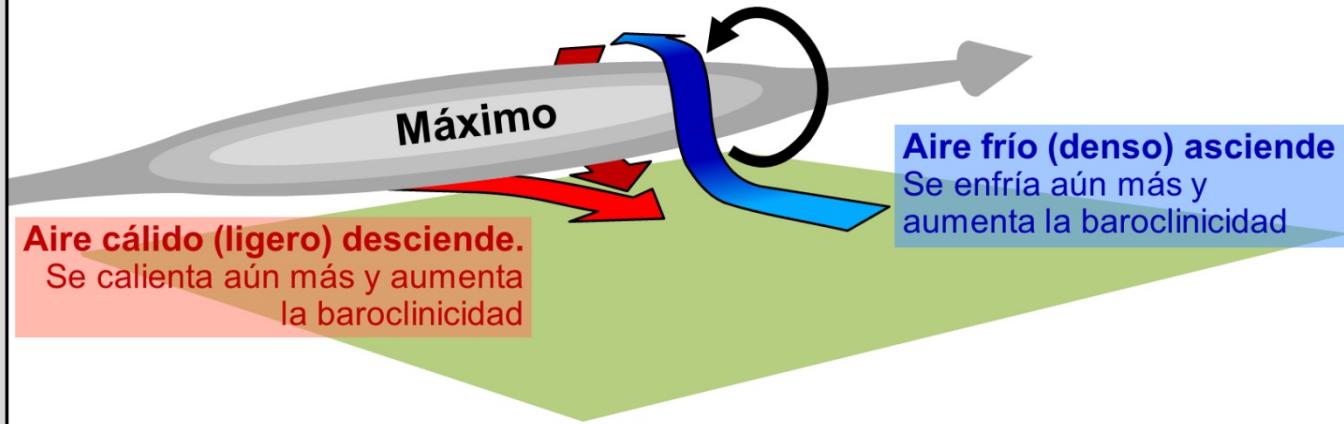
Aplicación: Análisis de Jets y Frentes

Apoyo en Niveles Superiores

CIRCULACION INDIRECTA

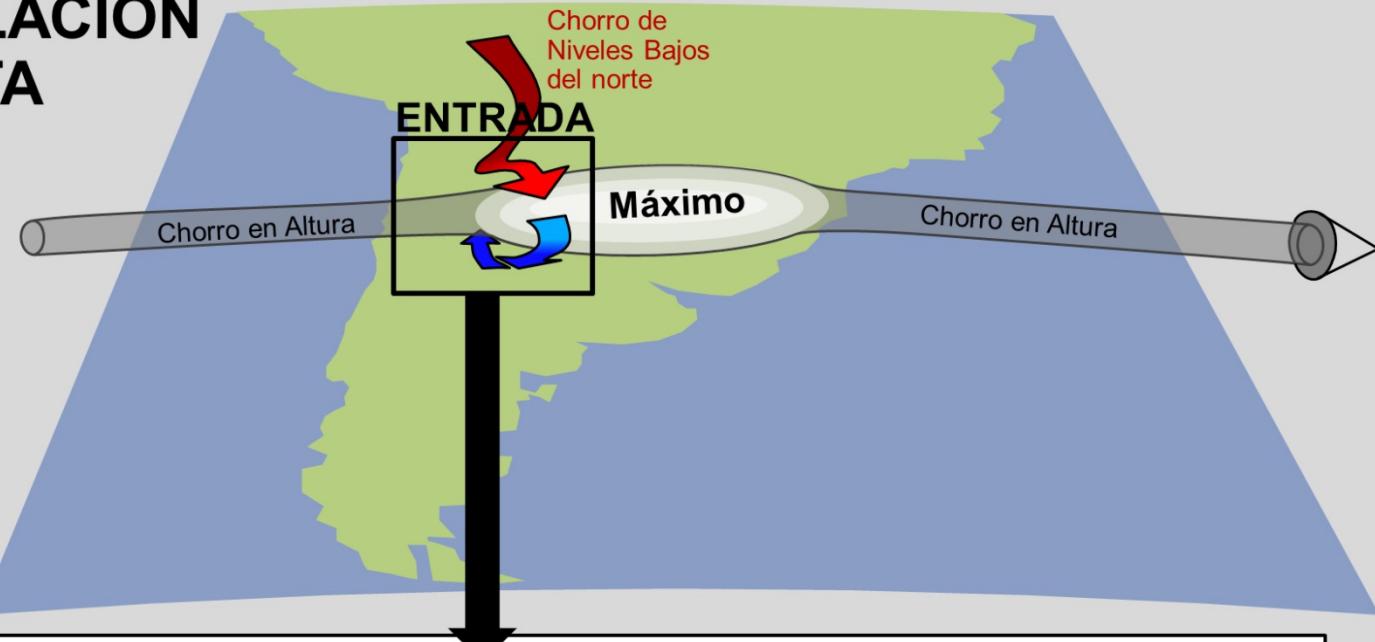


Circulación Indirecta en la salida del máximo



Impacto de la Circulación Ageostrófica **Indirecta**: Aprieta el gradiente horizontal de temperatura y favorece la frontogénesis y/o ciclogénesis. Cuando hay jets de capas bajas, esta tiende a favorecer la intensificación de la corriente de bajo nivel.

CIRCULACION DIRECTA



Circulación Directa en la entrada del máximo

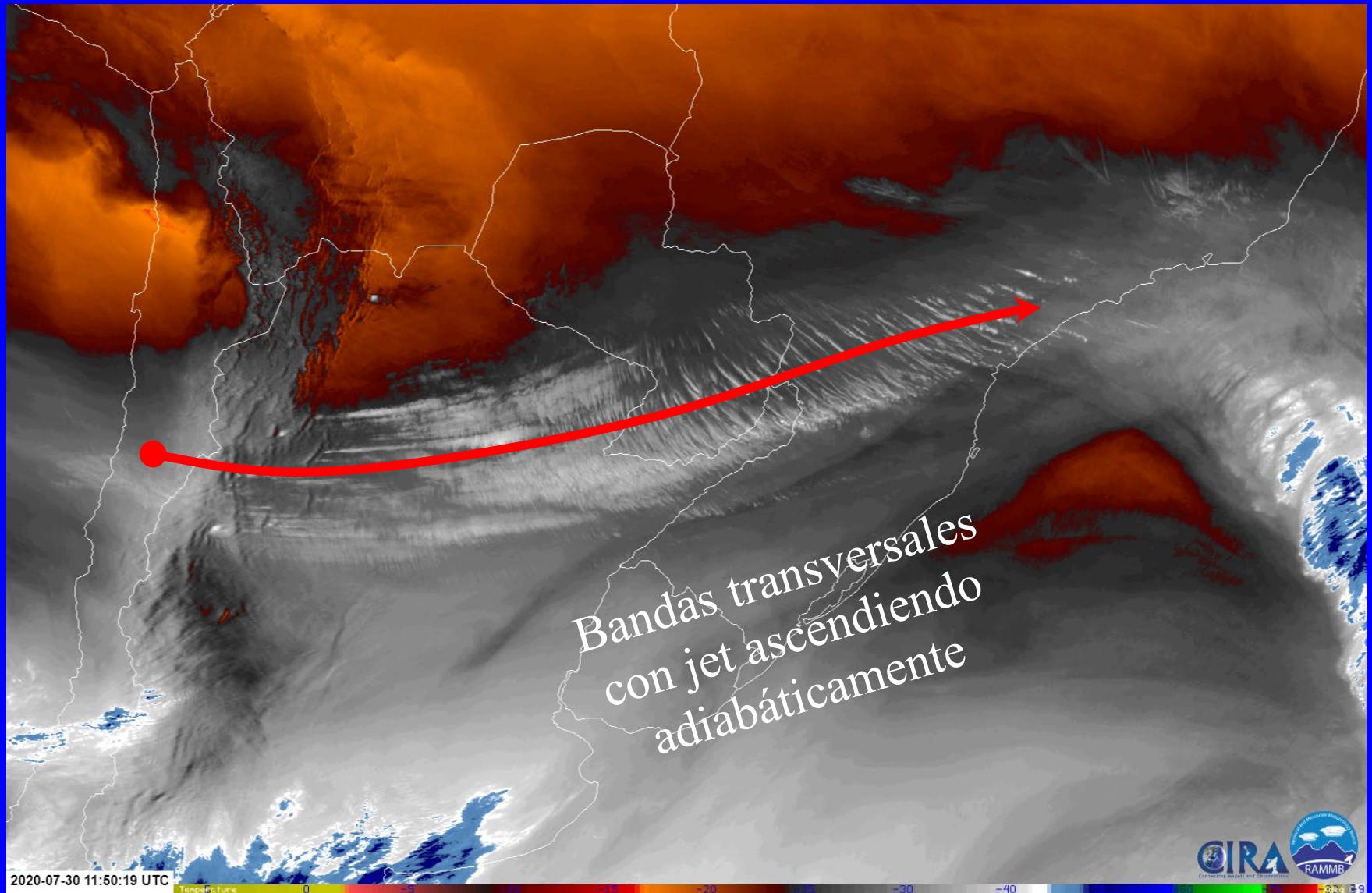
Aire cálido (ligero) asciende.
Se enfriá y disminuye la
baroclinicidad



Aire frío (denso) desciende
Se calienta y disminuye la
baroclinicidad

Impacto de la circulación ageostrófica directa: Debilita el gradiente horizontal de temperatura y favorece la frontolísis.

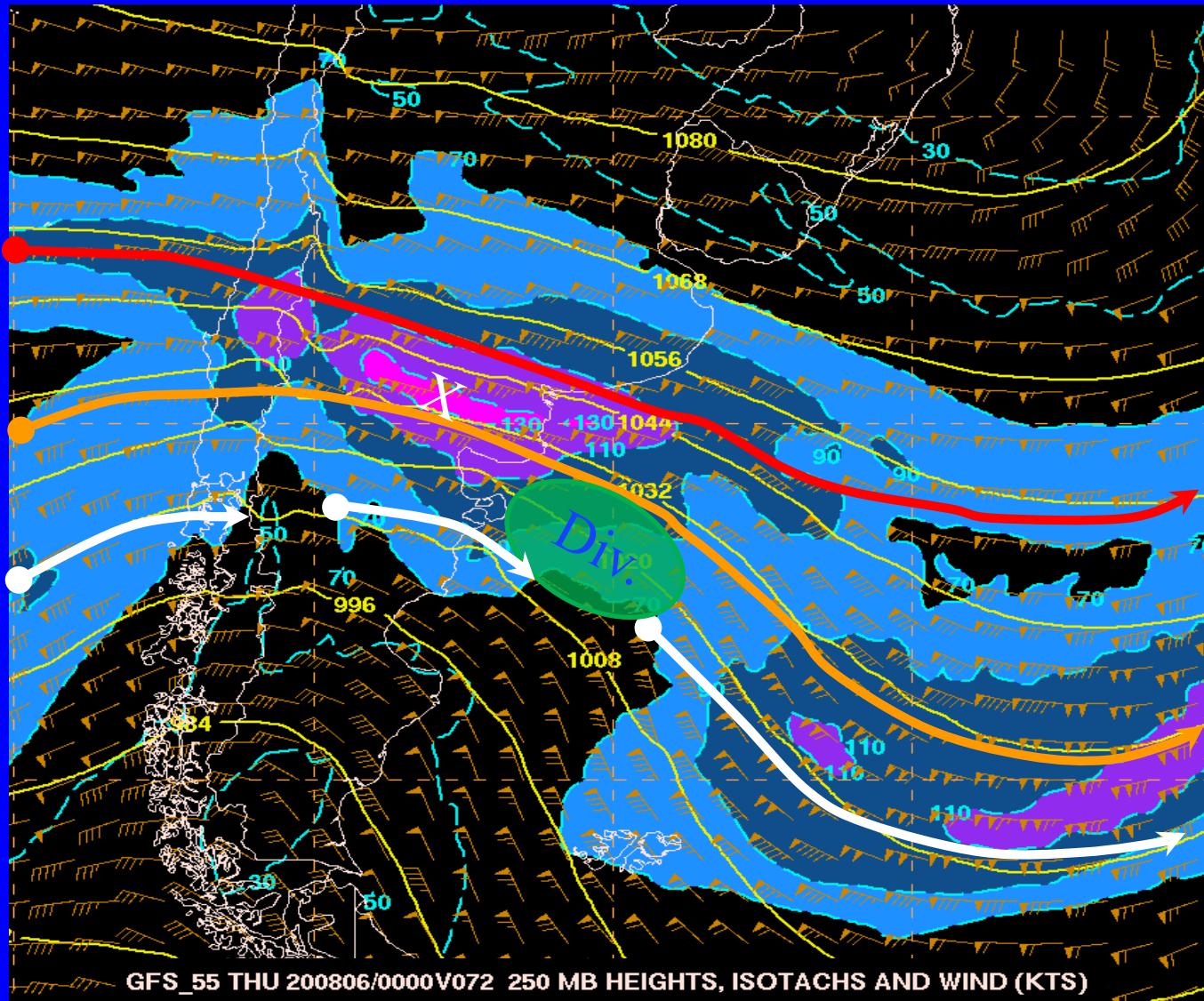
¿Como reconocer un jet en imagen de vapor de agua?

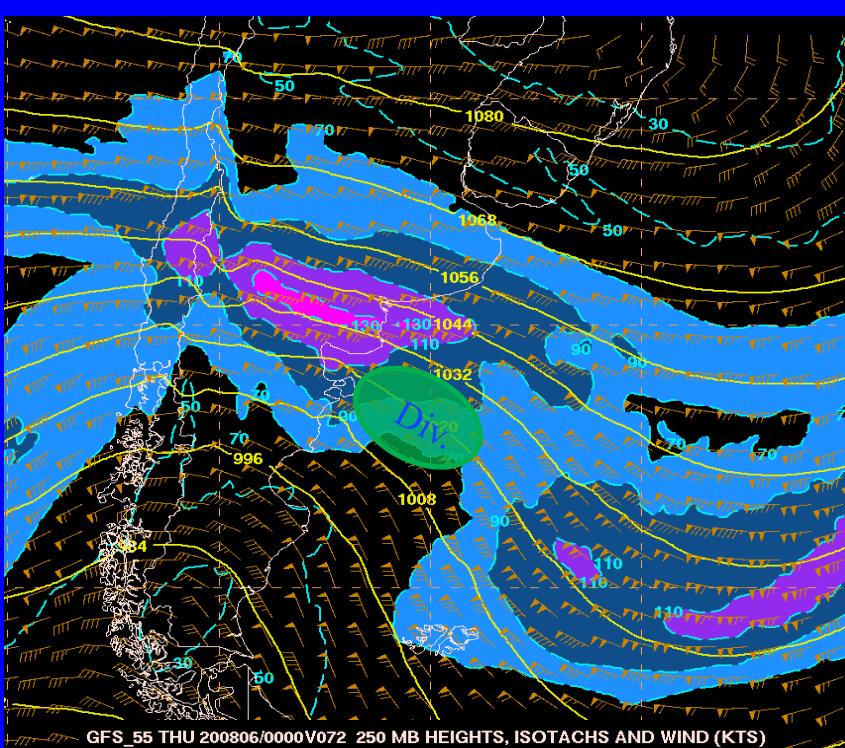


Pronosticando Frontólisis

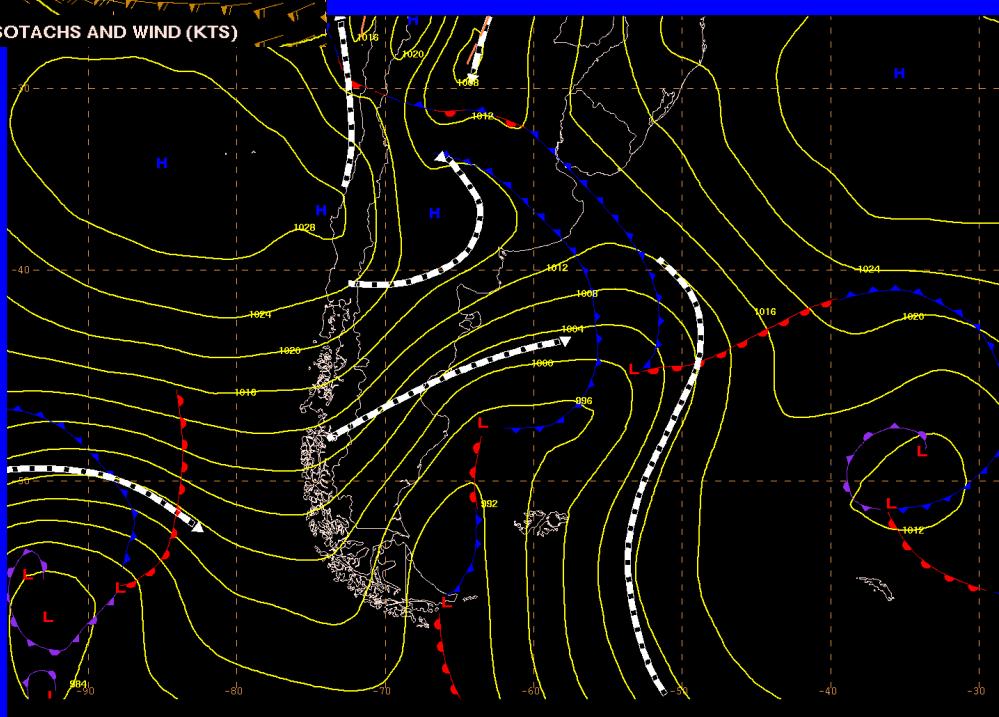
- Mientras el jet en altura persista, el gradiente se mantiene y el frente en superficie persevera.
- Frontólisis: El gradiente se afloja según el jet se debilita o migra.
- Regla: Si hay un jet en altura, **no maten el frente hasta que el jet no se debilite!**

Influencia Ciclogenética en la Salida Derecha del Máximo del Jet

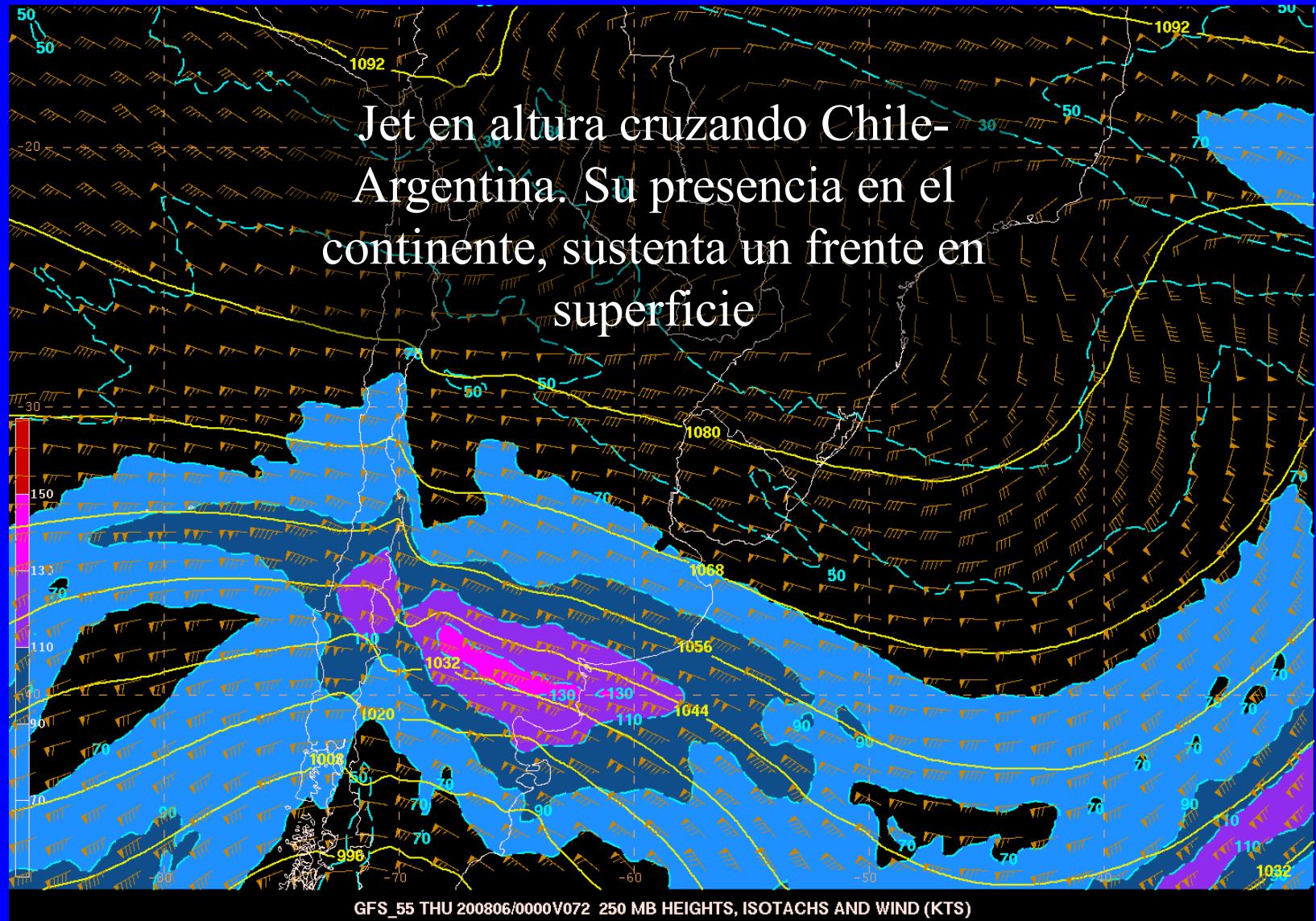




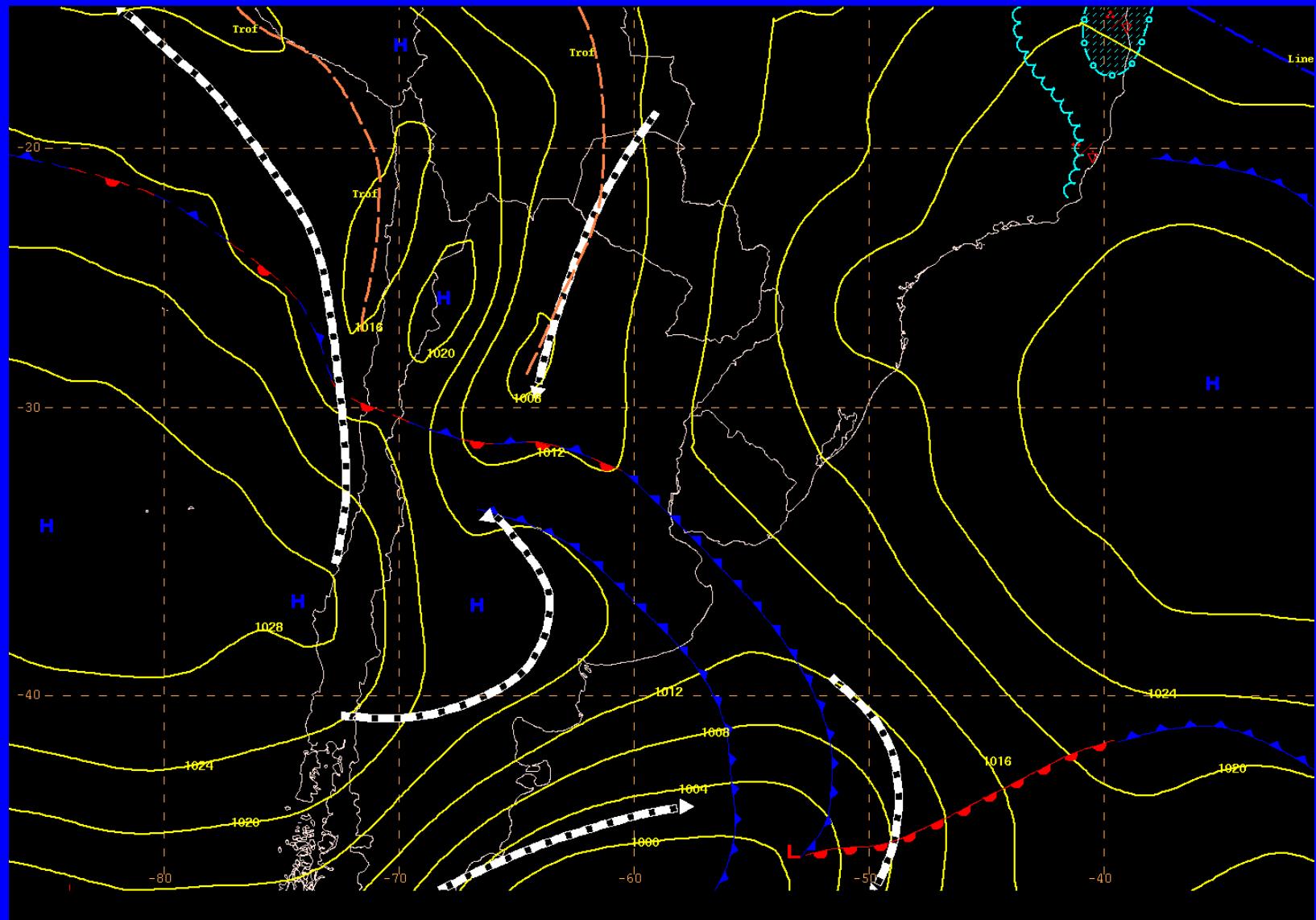
GFS 55 THU 200806/0000V072 250 MB HEIGHTS, ISOTACHS AND WIND (KTS)



Influencia Frontolitica del Jet

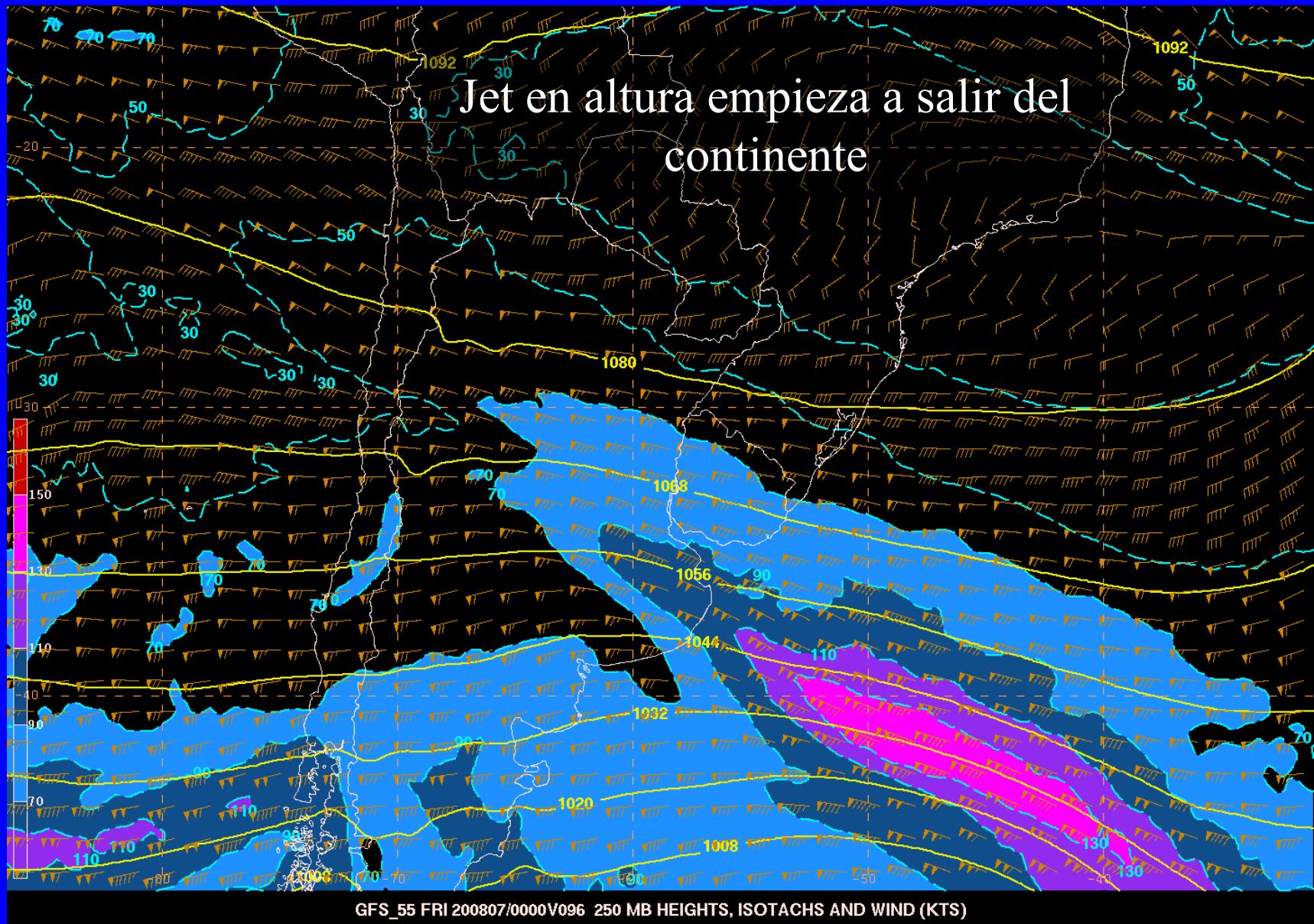


Influencia Frontolitica del Jet



Influencia Frontolitica del Jet

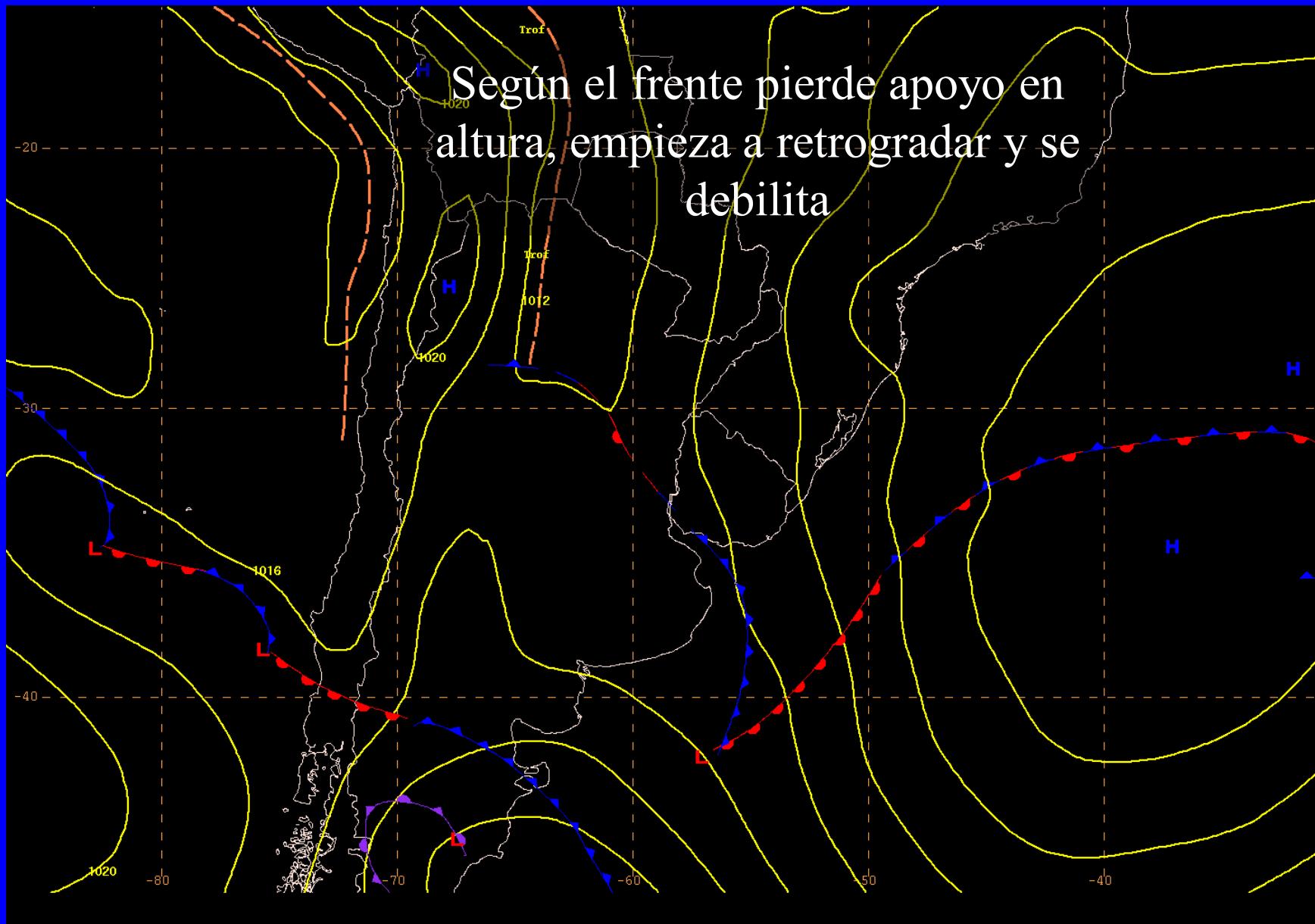
Jet en altura empieza a salir del continente



GFS_55 FRI 200807/0000V096 250 MB HEIGHTS, ISOTACHS AND WIND (KTS)

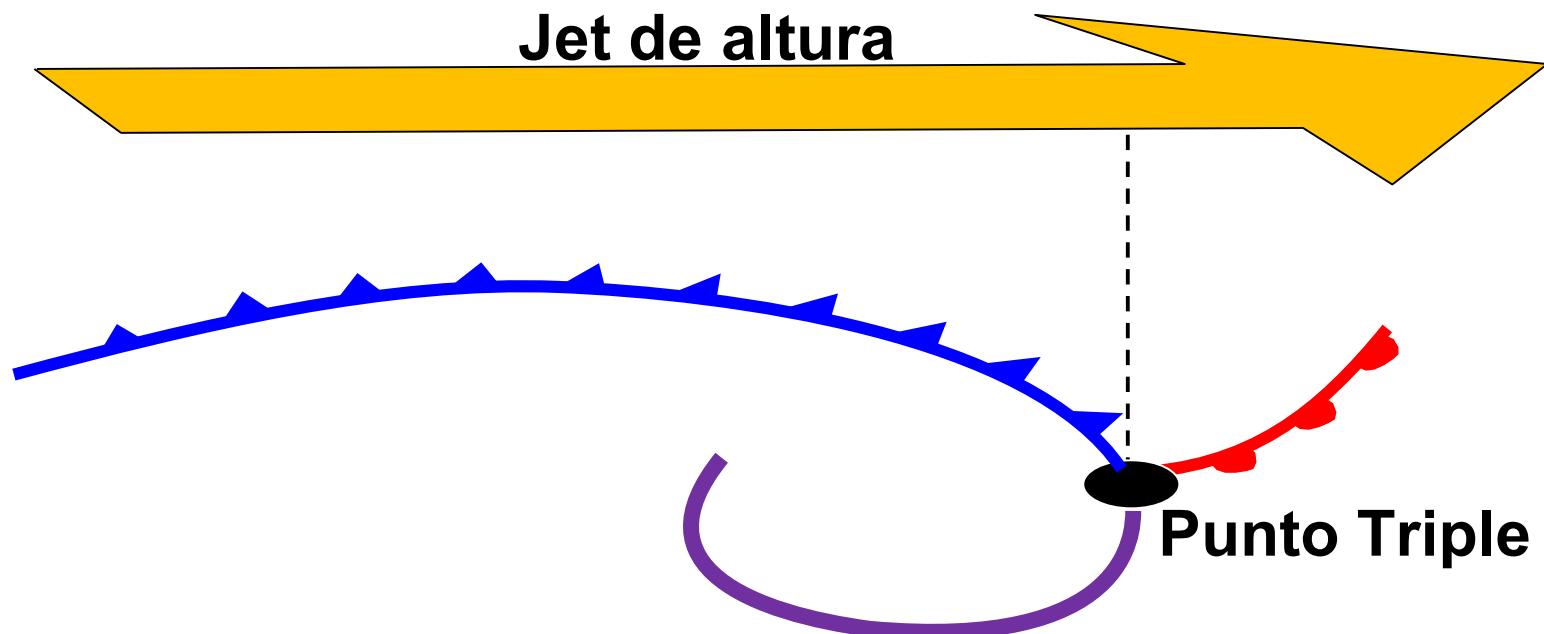
Influencia Frontolitica del Jet

Según el frente pierde apoyo en altura, empieza a retrogradar y se debilita

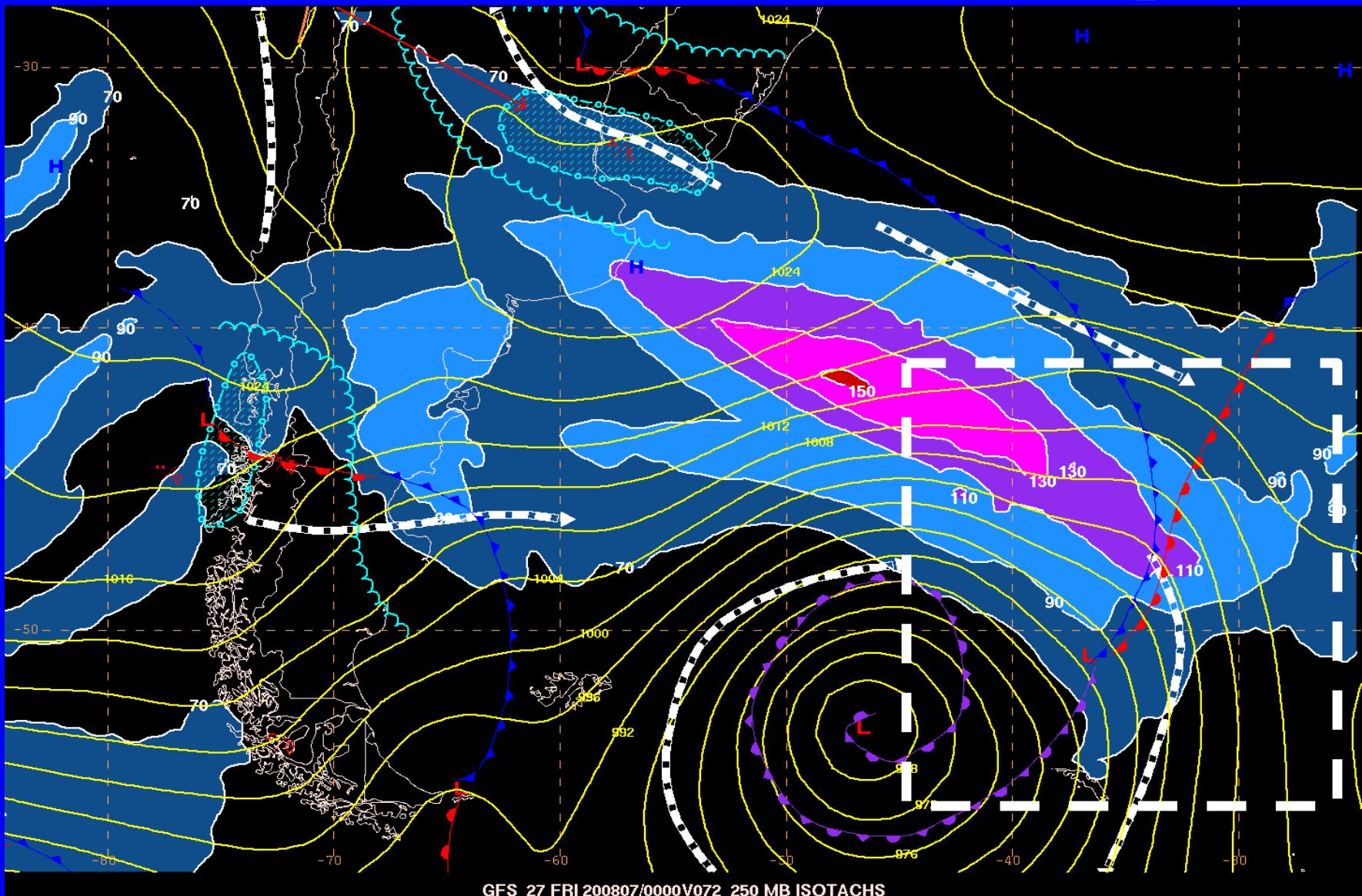


Oclusión (o frente ocluido)

- Frente que se forma donde el frente frío alcanza al cálido. El punto donde se intersectan los tres frentes se llama punto triple.
- La oclusión ocurre en la fase madura de una onda frontal.
- El punto triple siempre está delante de la oclusión, y suele estar debajo de un chorro de altura.



Corriente en Chorro: Determinación del Punto Triple



Encuesta 3

Circulación Ageostrófica Indirecta

(Select all that apply)

- Se observa en la entrada de un jet en altura
- Se observa en la salida de un jet en altura
- Se da cuando aire frío asciende y cálido desciende
- Se da cuando aire frío desciende y cálido asciende
- Favorece la frontogénesis

Líneas de Cortante/Cizalla “Shear Line”

Líneas de Cortante y Frentes

- **Líneas de Cortante/“Shear Line”:** Asociadas con cambios en el viento (dirección y/o velocidad).
 - Líneas angostas a lo largo de las cuales se observa un brusco cambio en la componente **horizontal** del viento paralelo a esta línea.
 - Una línea donde se maximiza la cortante horizontal.
 - Un área donde el viento confluye direccionalmente a lo largo de un frente en superficie.
- **Frentes:** Área de transición entre dos masas de aire de diferente **densidad**.
 - La densidad depende principalmente de la temperatura y secundariamente del contenido de agua de la masa.
 - Los frentes se pueden encontrar a lo largo de las líneas de cortante o rezagados detrás de ellas.

Posición: Línea de Cortante

- La línea de cortante es una frontera no baroclínica que se orienta a lo largo de la asíntota confluente, saliendo del collado y precediendo el frente frío.
- La línea de cortante se puede dar:
 - **Delante del Frente (Precediendo)**
 - Paralela al Frente, en cuyo caso no se analiza
- La línea de cortante **nunca** se da detrás del frente.

Tiempo con el Shear Line

- ¿Dónde esta el tiempo presente?
 - Esta donde converge el agua
 - *Típicamente* esto es con el shear line
 - Resultando en un área de nubosidad
 - Debido a esto, los analistas pueden confundir el shear line con el frente frío

Colombia

Ecuador

Sudamérica: Frente y Línea de Cortante

Perú

Chile

Bolivia

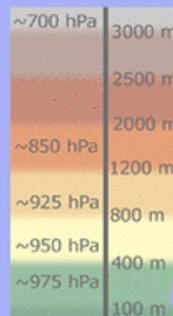
Cyclonic

Anticyclonic

Cyclonic

Argentina

Uruguay



Colombia

Llanos

Canaima

Roraima

Amapá

Delta del Amazonas

Ecuador

Perú

Bolivia

Altiplano

Cyclonic

Anticyclonic

Cyclonic
Uruguay

Argentina

H

Nordeste

Ceará

Maranhão

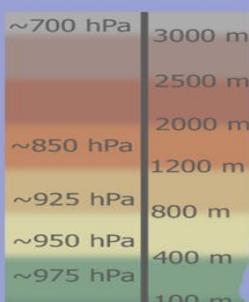
Para

Tocantins

Goiás

Minas Gerais

Shear Line
paralela al frente:
No se define



Colombia

Llanos

Canaima

Roraima

Amapá

Delta del
Amazonas

Ecuador

Maranhao

Ceara

Perú

Para

Tocantins

Nordeste

Altiplano

Bolivia

Shear Line
separándose del
frente

Goias

Minas
Gerais

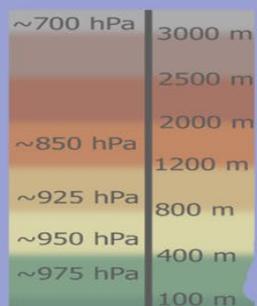
Chile

Anticyclonic

H
Argentina

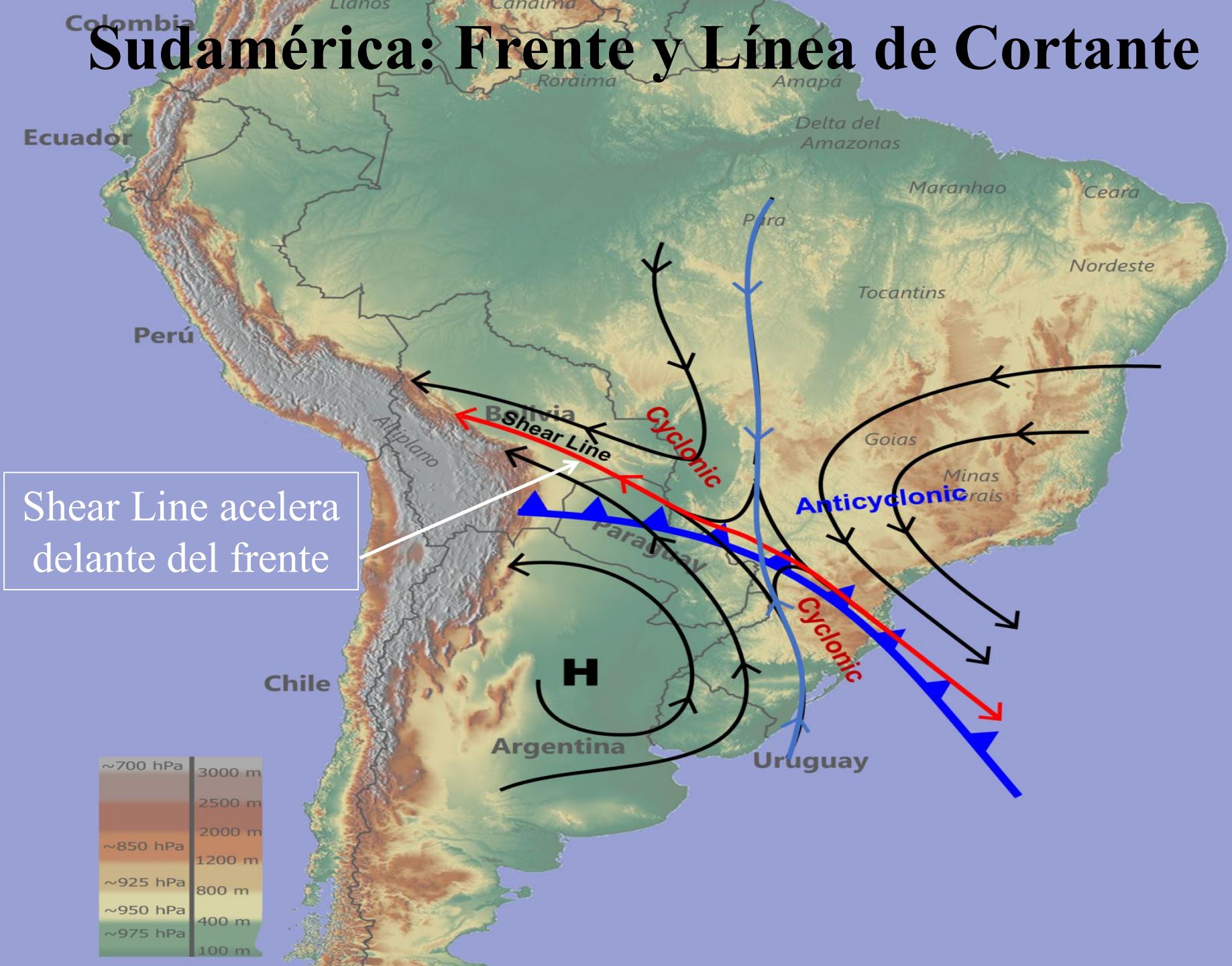
Cyclonic
Uruguay

Argentino

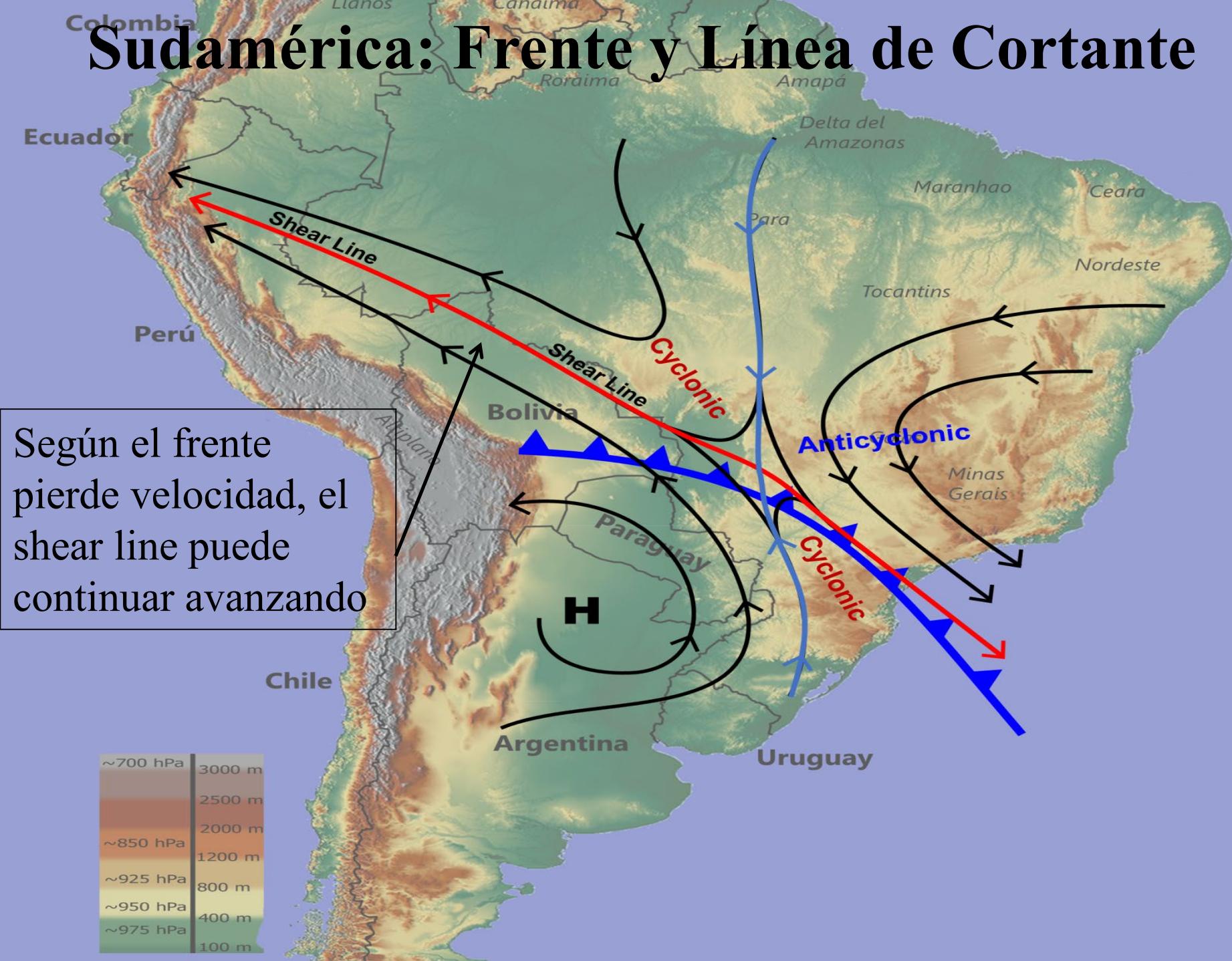


Sudamérica: Frente y Línea de Cortante

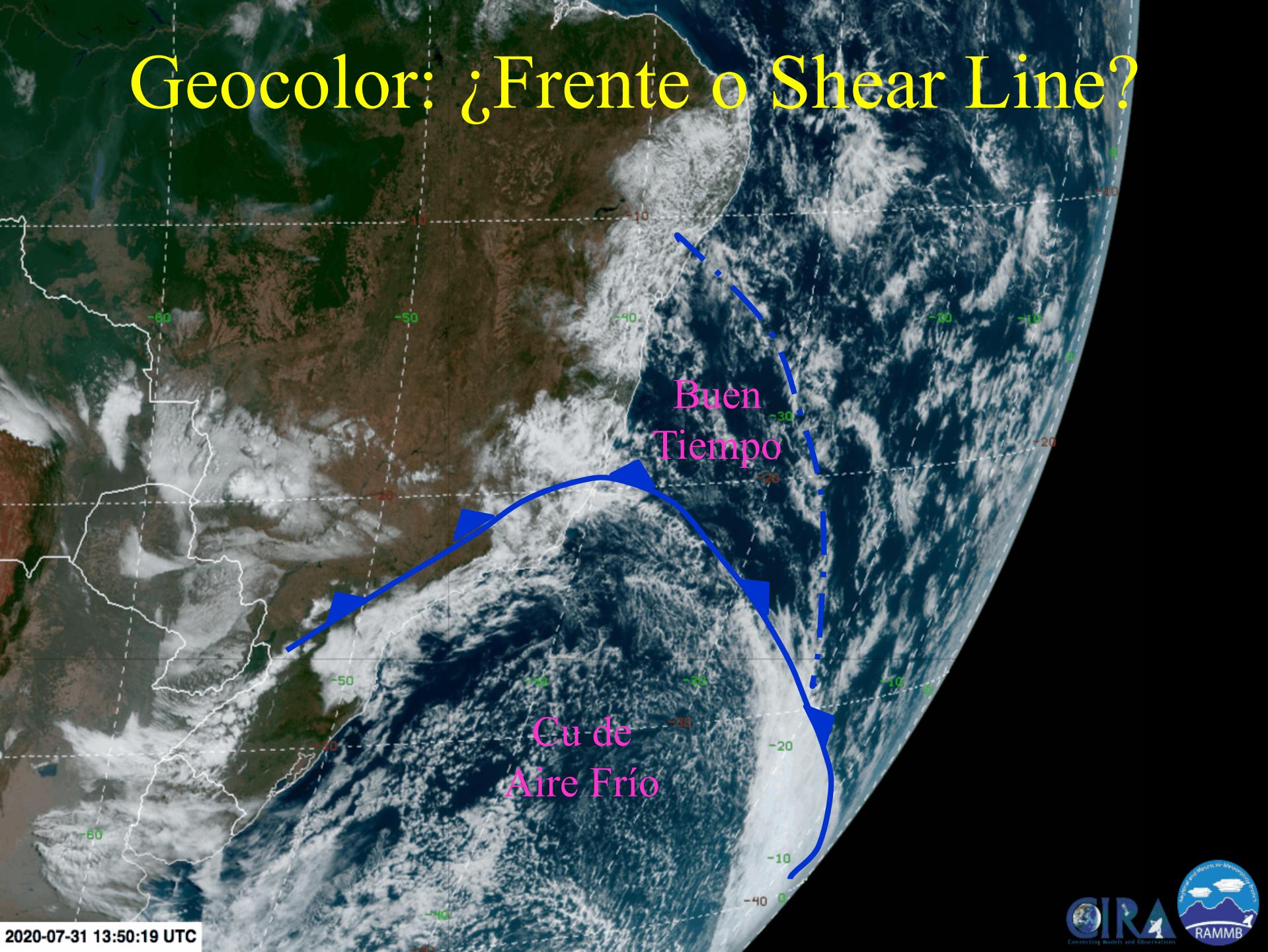
Sudamérica: Frente y Línea de Cortante



Sudamérica: Frente y Línea de Cortante



Geocolor: ¿Frente o Shear Line?



Análisis de Shear Line

- ΔT
 - Desciende según se nubla y aumenta el viento
- ΔP
 - Uniforme a leve descenso
- ΔT_d
 - Uniforme a leve ascenso al llegar
 - Disminuye con su paso
- Nubes: Cumuliforme
- Vientos: ESE $\geq 25 \text{Kt}$ con rachas

Encuesta 4

Características de un shear line

(Select all that apply)

- Presión baja y luego aumenta
- Temperatura sube
- Temperatura de rocío disminuye
- Ventoso con rachas
- Frontera que separa masas de diferente densidad

Línea de Inestabilidad en Sudamérica

Líneas de Inestabilidad

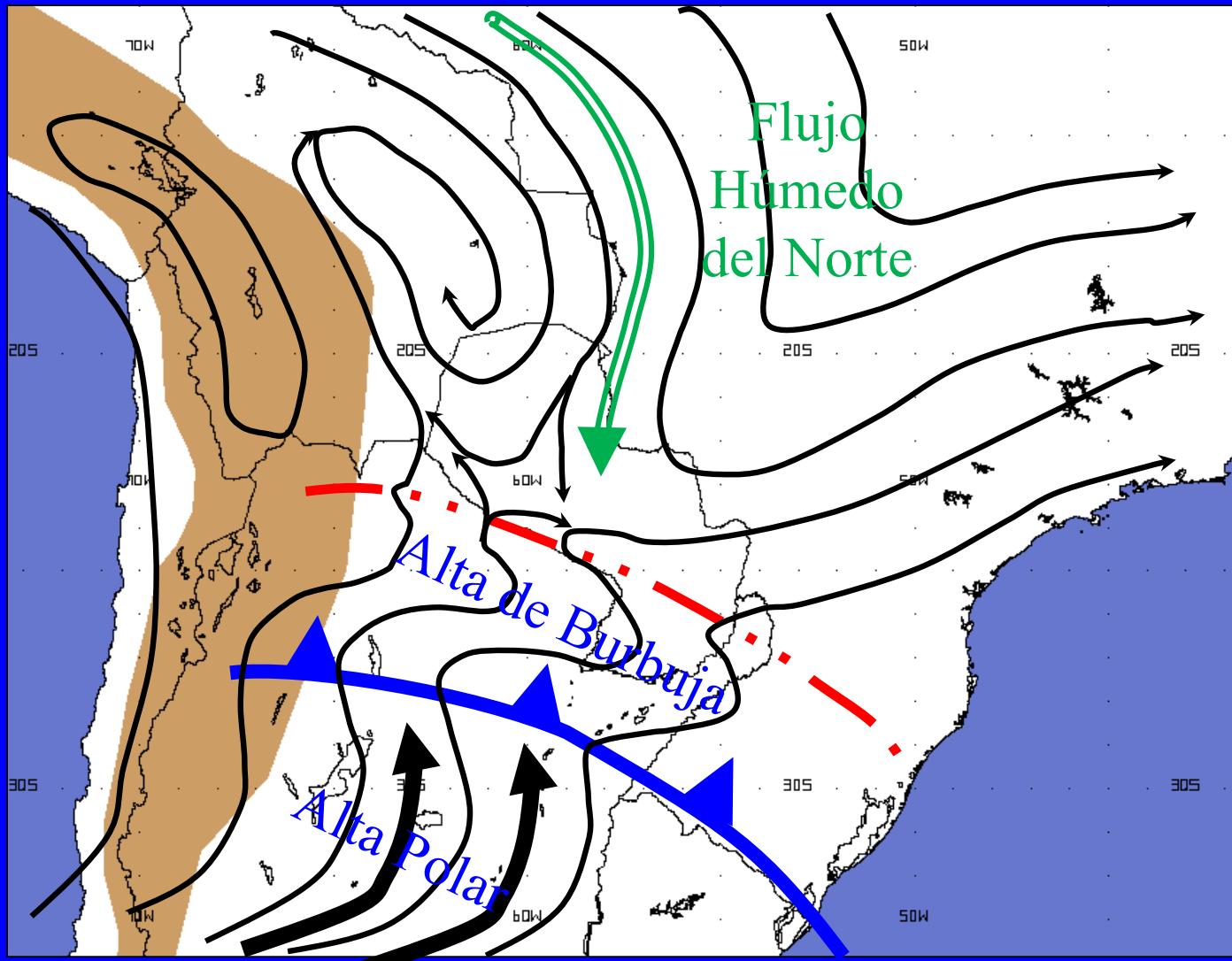
- **Líneas de Inestabilidad:** Sistema convectivo de mesoscala, que se forman a unos 150-300Km delante de un frente progresivo. Se caracterizan por:
 - Fuertes precipitaciones
 - Tiempo severo
 - Ráfagas/rachas de viento
 - Cambio de temperatura, dirección de viento e incremento de presión.
 - **Rocios cambian muy poco.**
 - Td entre 20-24C precediendo la línea
 - Td entre 18-22C subsiguiente a la línea
- *Estas características pueden llevar a confundir el paso de una línea con el paso del frente frío.*
 - Pero la clave que las define es el poco contraste de rocio (isodrosotermas) con el paso de la línea.

Líneas de Inestabilidad

- Condiciones para su formación:

- Frente progresivo
 - Propagación \geq 20 nudos (8 grados en 24 hrs)
 - Jet del sur en 850 hPa – “Pampero”
- Capa inestable prefrontal
 - LI, SSI, GDI, KI, CAPE
- Cizalla en la vertical
- Ventilación en altura

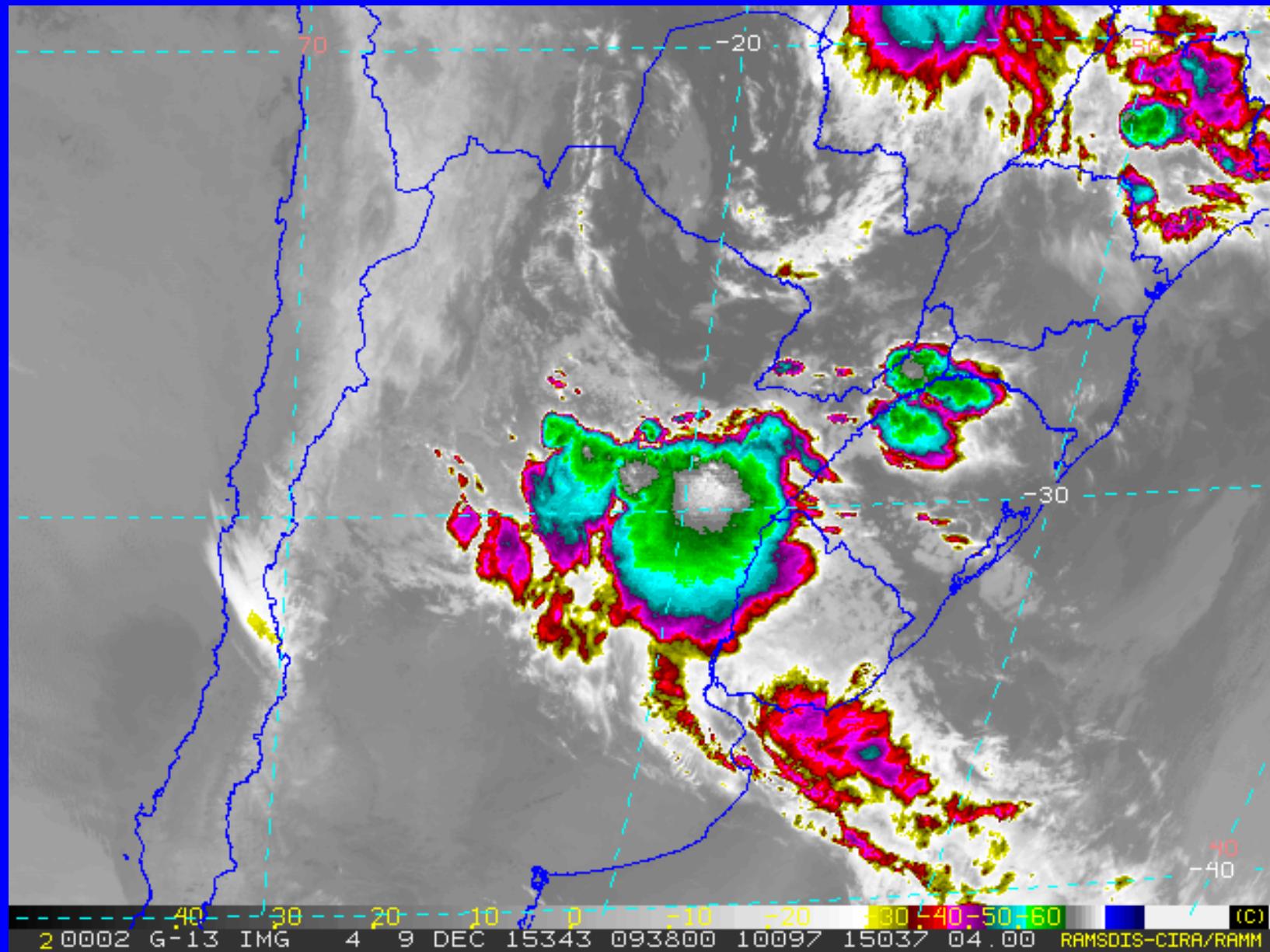
Línea de Inestabilidad Modelo Conceptual



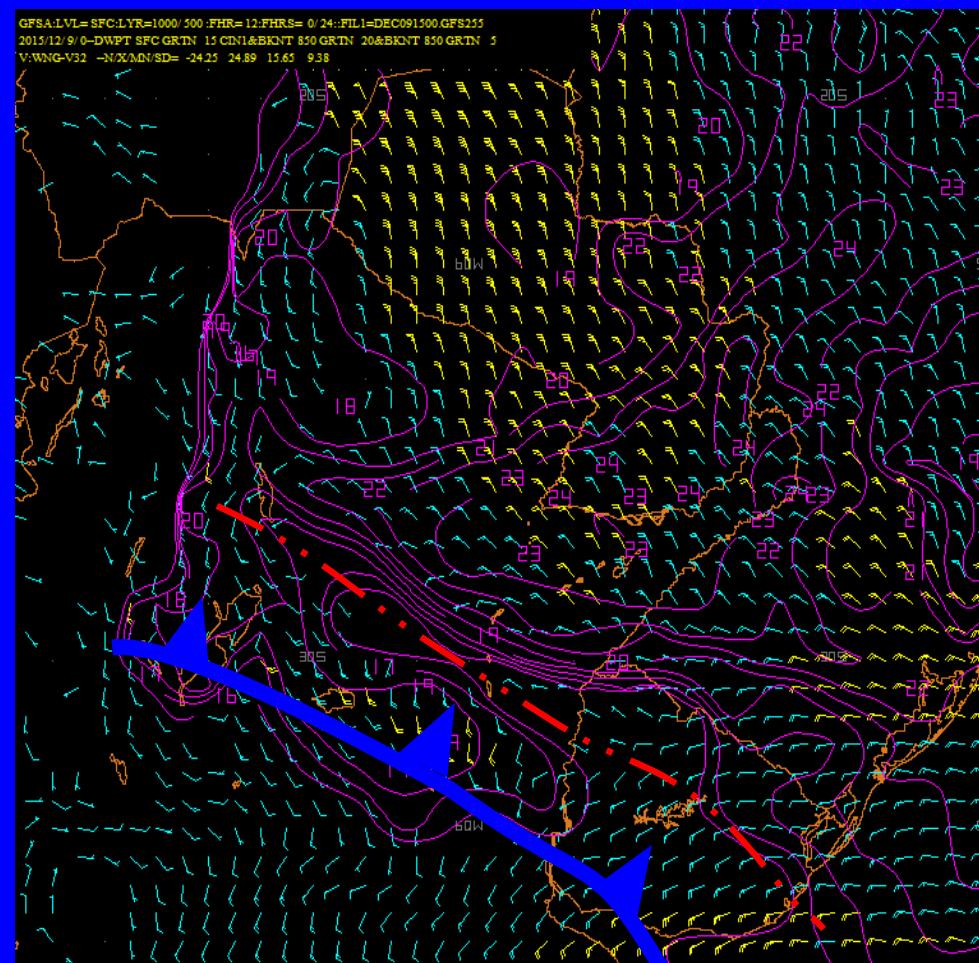
Alta de Burbuja vs. Alta Polar

- **Alta Polar:**
 - Acompañada por una masa densa, seca y fría la cual se presenta subsiguiente al paso de un frente frío
 - T y Td disminuyen
- **Alta de Burbuja:**
 - Resultado de enfriamiento por evaporación
 - T disminuye
 - Td varia muy poco

Línea de Inestabilidad en Argentina-Paraguay

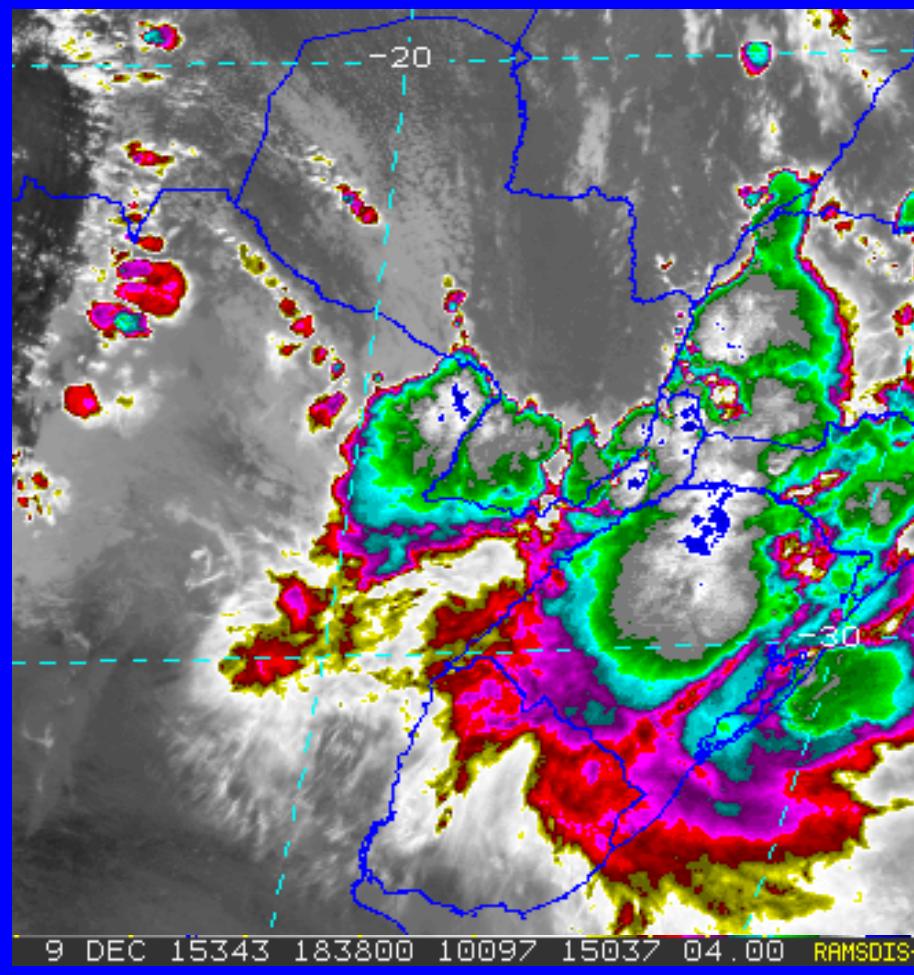


Línea de Inestabilidad en Argentina-Paraguay



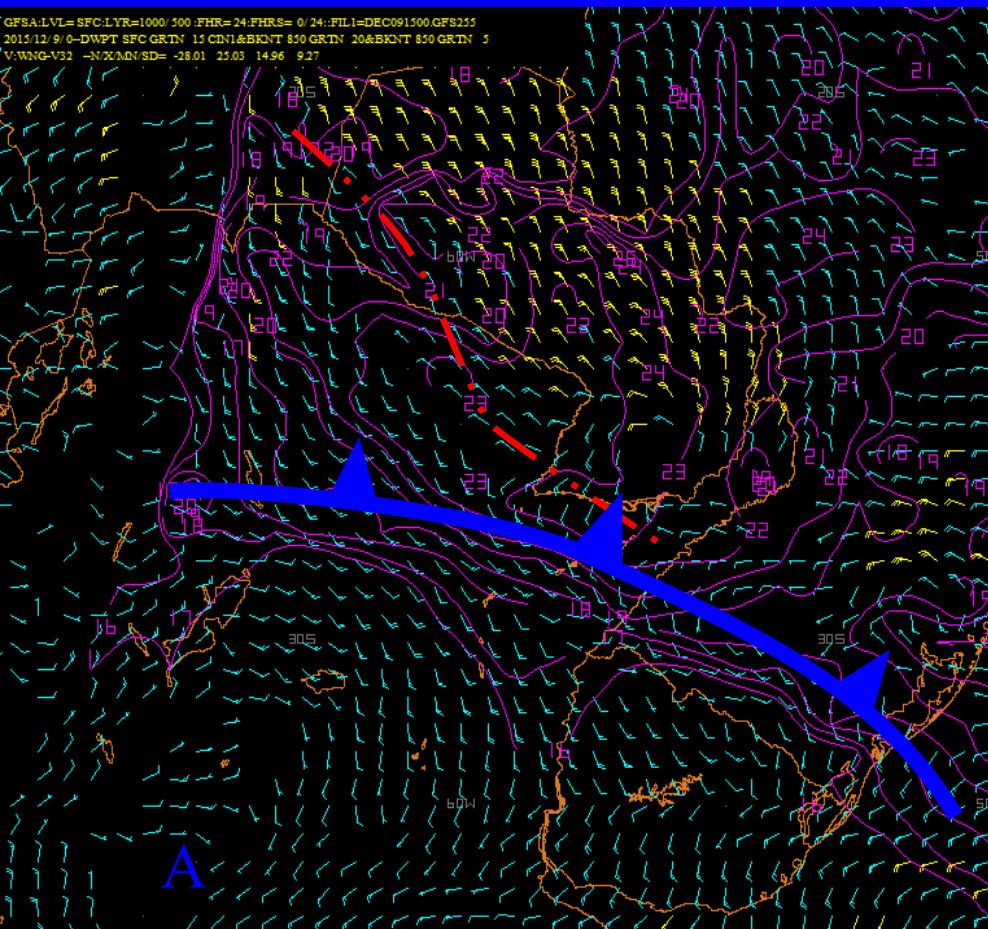
GFS

- Vientos 850 hPa
- Rocíos Capa
- Límite [°C]



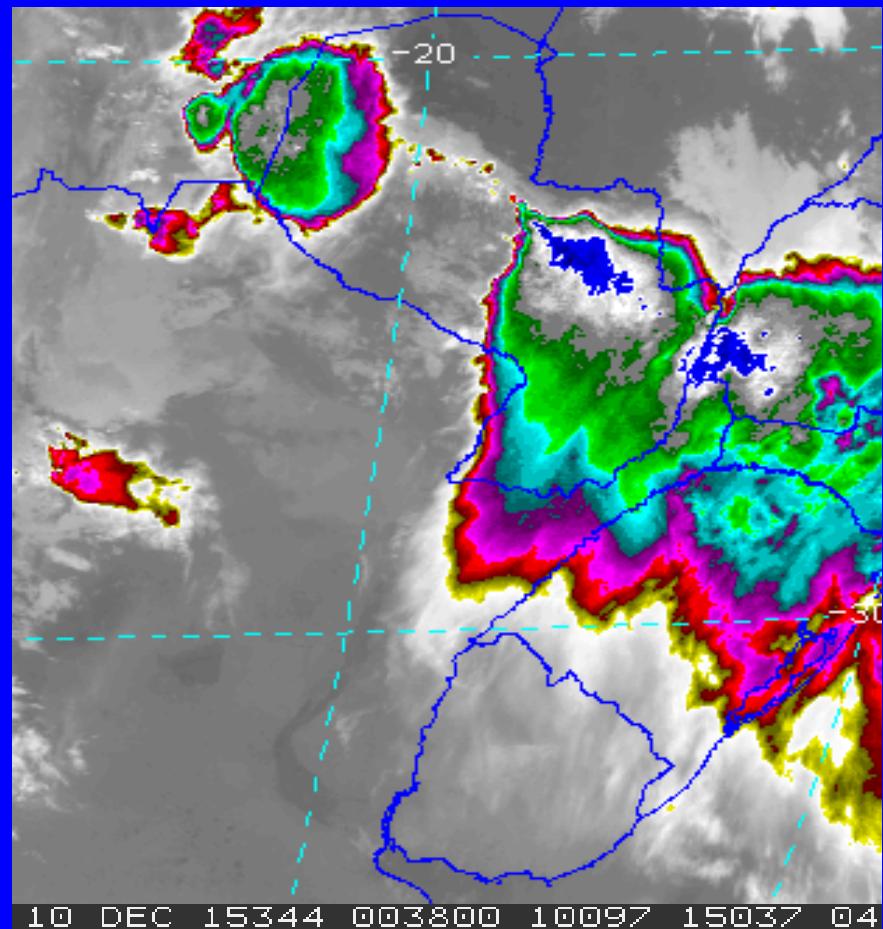
IR4

Línea de Inestabilidad en Argentina-Paraguay



GFS

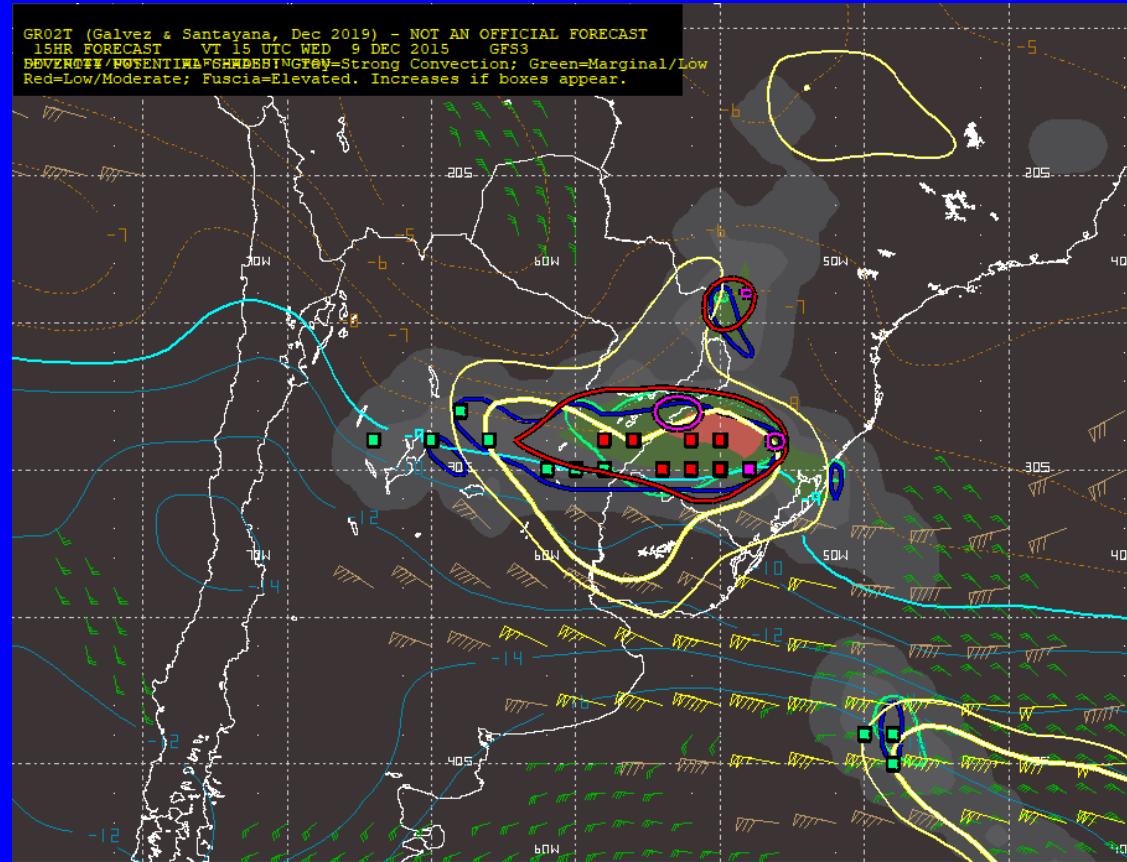
- Vientos 850 hPa
- Rocíos Capa Límite [°C]



IR4

Note que en 12 hrs, la vaguada avanza unos 250 km, con velocidad de 18-20kt.

Diagnostico – Tiempo Severo GRO2T – Macro de Granizo



Frente Frío vs. Línea de Inestabilidad

Parámetro	Frente Frio	Línea de Inestabilidad
ΔT	Cae la temperatura con el paso	Cae la temperatura con el paso
ΔP	Presión disminuye con la vaguada frontal, aumenta al entrar la alta polar	Presión disminuye con la vaguada prefrontal, aumenta al entrar la alta de burbuja
ΔT_d	Aumenta al acercarse el frente, disminuye subsiguiente a su paso	Aumenta al acercarse la línea, sobre 16-22C. Uniforme con el paso
Vientos	Del NO con la vaguada polar. SSO con rachas de 20-30Kt con jet Pampero	NNO precede, 15-25Kt Variable del sur con la alta de burbuja

Encuesta 5

Características de una línea de inestabilidad *(Select all that apply)*

- Presión baja y luego aumenta
- Temperatura disminuye según pasa la línea
- Temperatura de rocío varía poco a constante según pasa la línea
- Temperatura de rocío cae súbitamente
- Temperatura aumenta según pasa la línea

Zona de Convergencia del Atlántico Sur (Sudamérica)

SACZ

SACZ

- Frontera **no-baroclínica** que puede sustentar precipitaciones intensas que se forma en el continente bajo condiciones favorables del MJO/Ondas Kelvin Atmosférica en los meses de verano
 - Típicamente se extiende entre el sureste de Brasil y el sur de Amazonas/Acre
 - Dorsal Subtropical/Alta de Bolivia aporta la divergencia en altura/ventilación de convección profunda
- Se observa como una vaguada anclada en una baja cerrada en Brasil, que se define muy bien entre los 850 y 700 hPa.

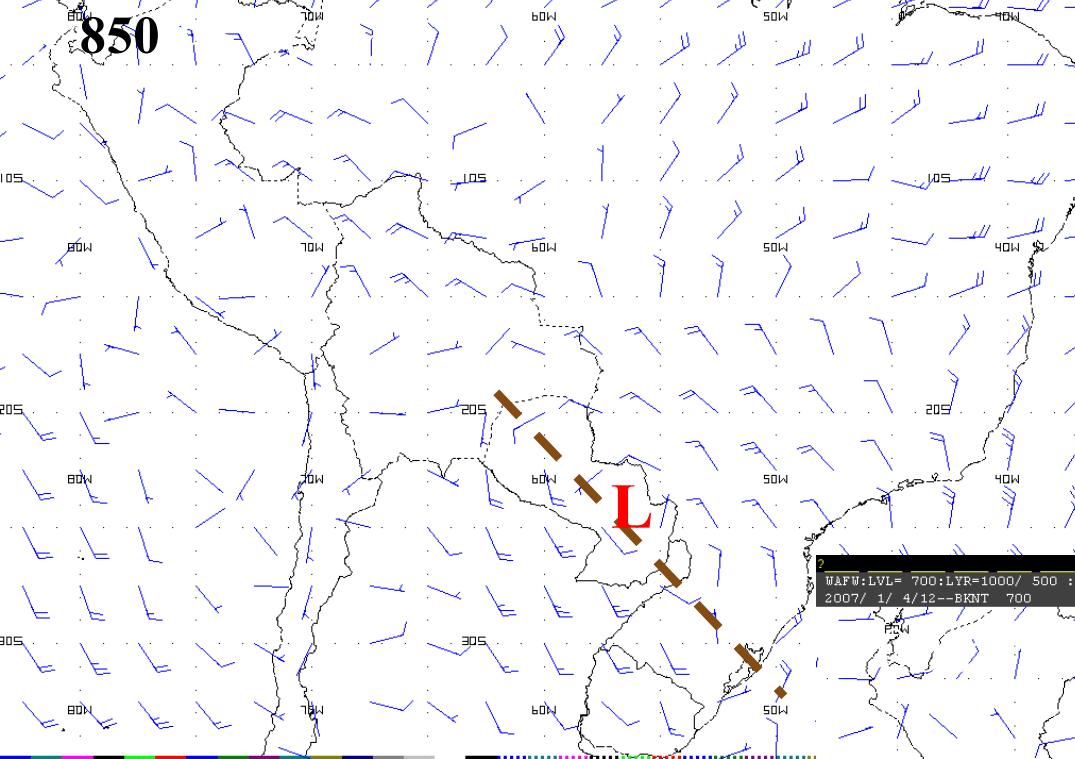
SACZ

- Influencia del ENSO
 - El Niño: El foco de la actividad cambia a Paraguay y norte de Argentina-Uruguay/sur de Brasil
 - La Niña: El foco de la actividad entre el sureste de Brasil y el norte de Bolivia-Acre/Rondonia.
- Influencia del MJO y Ondas Kelvin Atmosféricas
 - MJO en su fase divergente lo hace mas propicio y de mayor duración
 - Ondas Kelvin resaltan la actividad, particularmente cuando en fase con la MJO
 - Onda Kelvin tiene un periodo de unos tres días

Pronósticos del SACZ

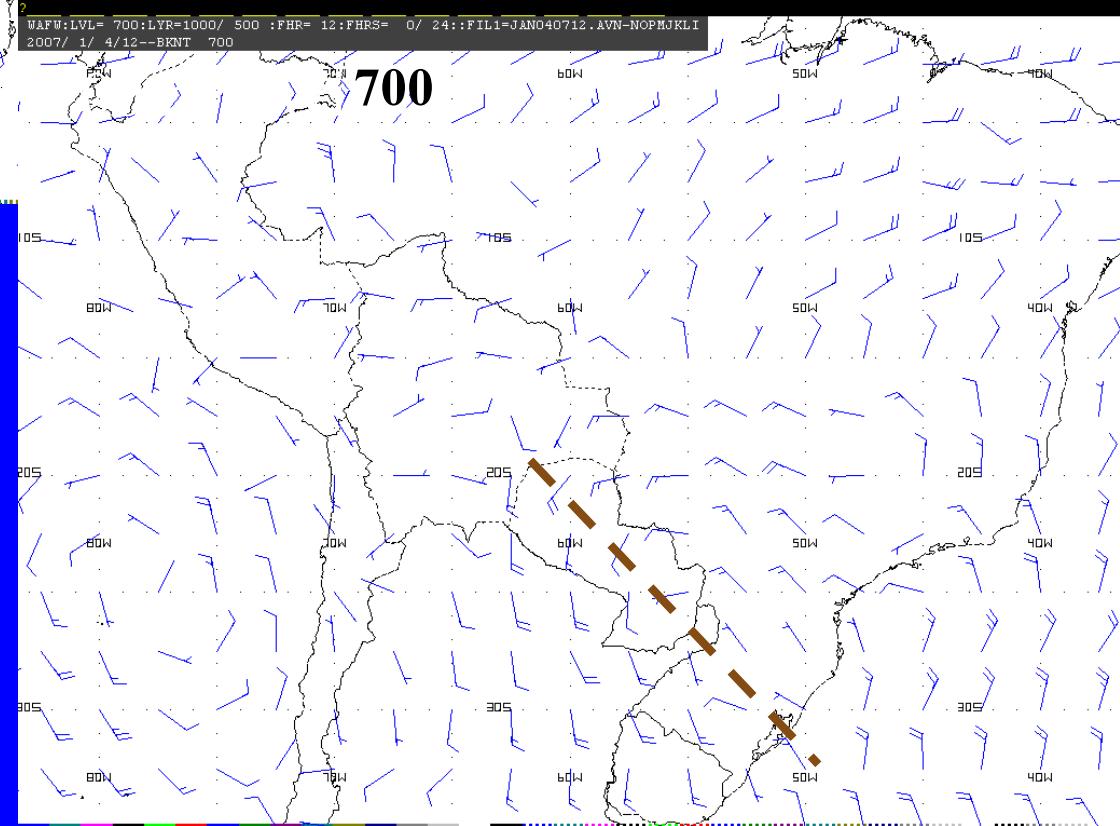
- Modelos Numéricos: se distingue por una vaguada de nivel bajo/medio que se forma al norte de una frontera baroclínica
 - Vaguada bien definida entre los 850-700 hPa
 - Duración típica: 3-7 días
- Agua converge a lo largo de esta vaguada
 - $Td \geq 20-24^{\circ}\text{C}$
 - Alto contenido de calor latente (TEP)
 - Bloquea el transporte de agua al centro/norte de Sudamérica.

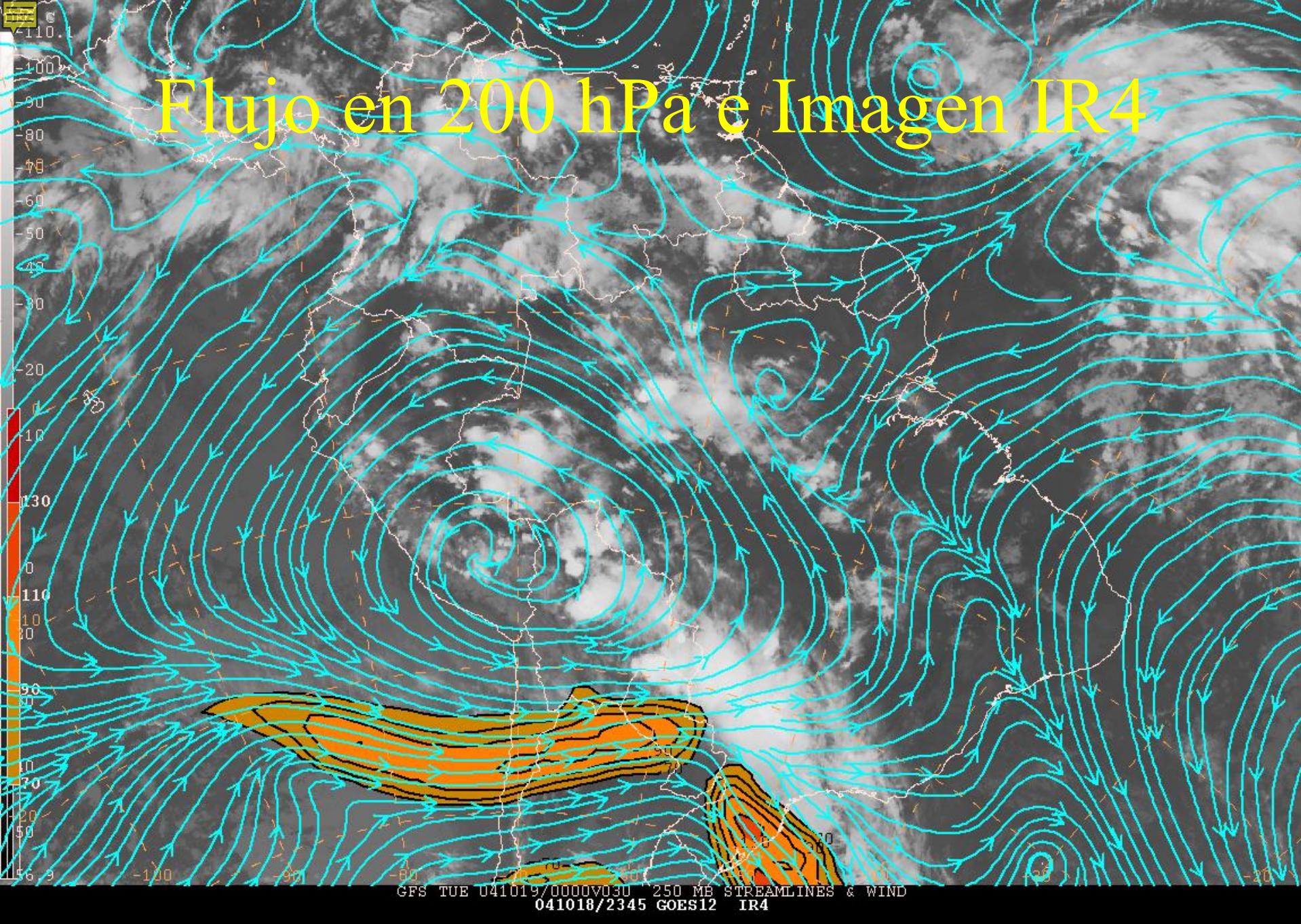
WAFM:LVL= 850:LVR=1000/ 500 :FHR= 12:FHRS= 0/ 24::FIL1=JAN040712.AVN-NOPMJKLI
2007/ 1/ 4/12--BKNT 850



- En 850 hPa frecuentemente se centra en una baja
- En 700 hPa se manifiesta como una vaguada

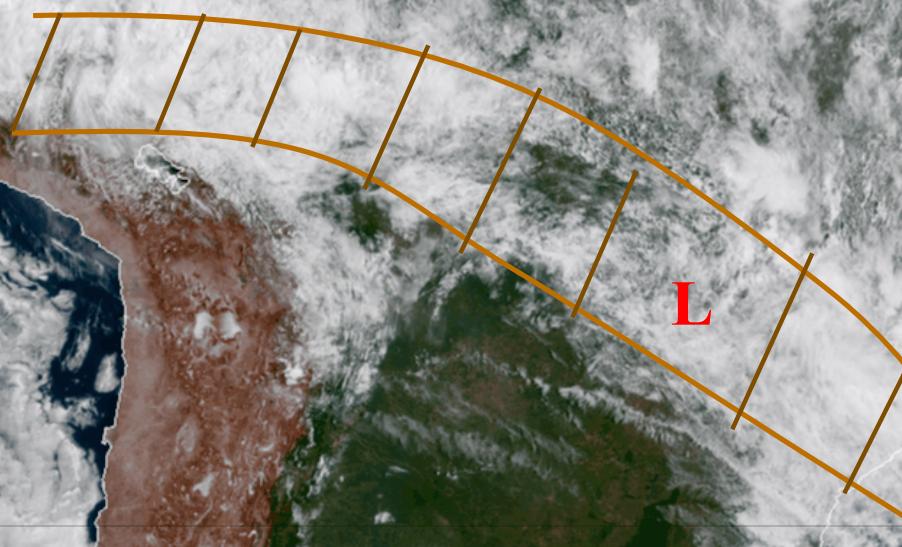
Análisis y Pronósticos del SACZ







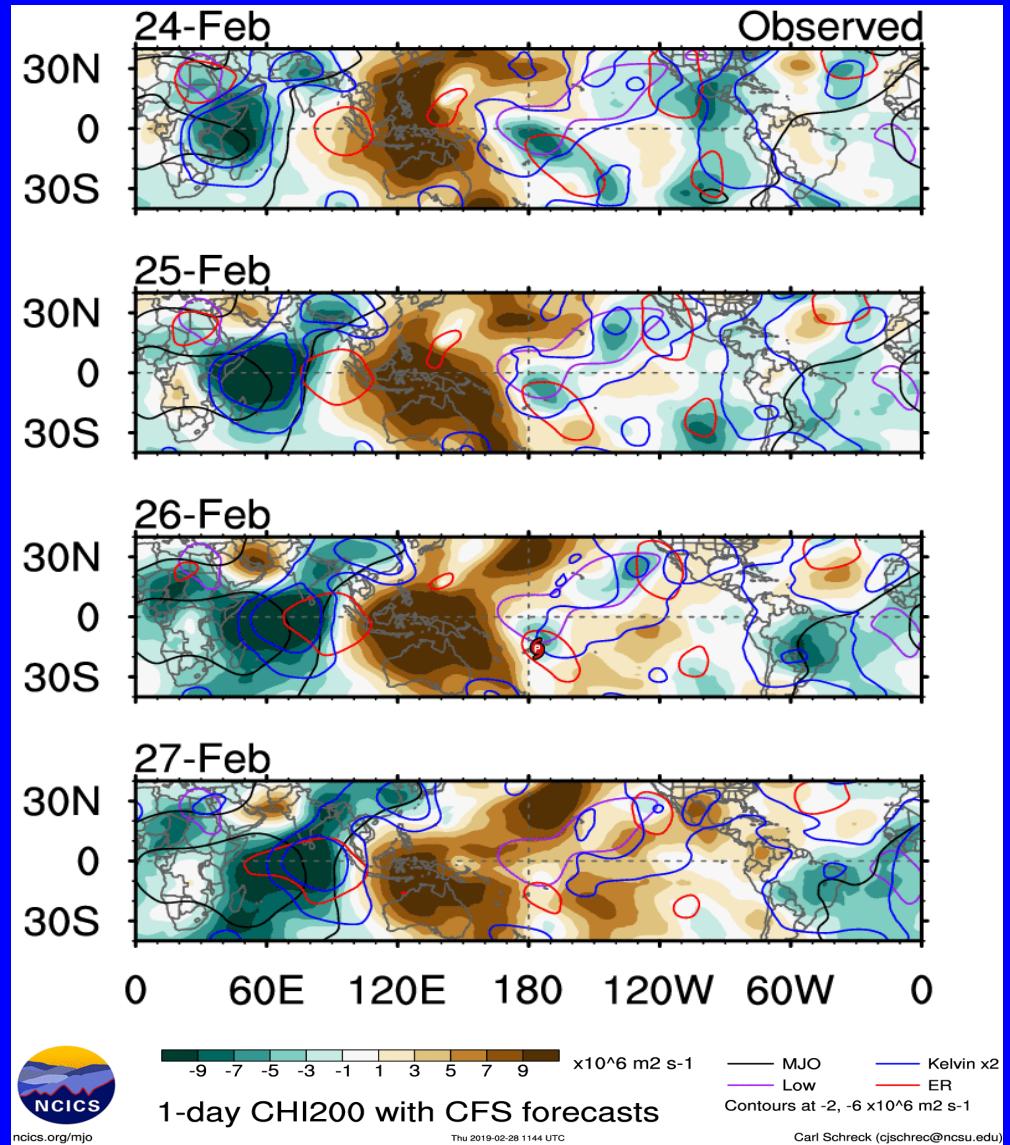
SACZ – Feb 2019



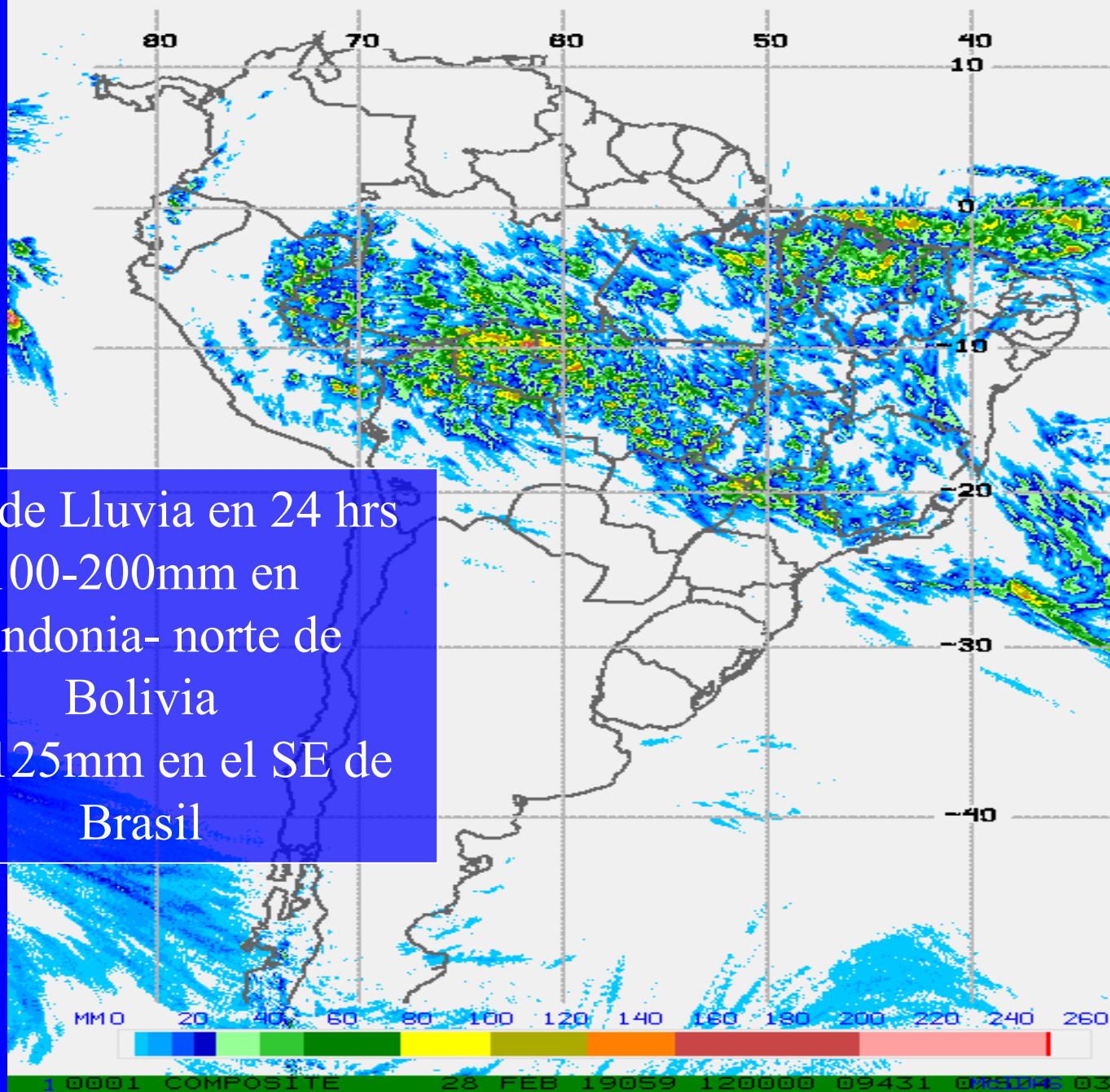
2019-02-28 13:45:31 UTC

MJO y Ondas Kelvin

Para este evento de la SACZ, el MJO y una onda Kelvin atmosférica se ponen en fase sobre el continente. Esto resalta la actividad por varios días.



**South American 24-Hour Rainfall ENDING 12 Z
Operational NOAA/NESDIS Hydro-Estimator Product**



Evaluación de la SACZ

- “Idealmente” se da por un periodo de 3-5 días
- Bloqueo del transporte de humedad
 - Si la vaguada se confina a los 850 hPa, no es suficiente profunda para bloquear el transporte
 - Vaguada entre superficie a 700 hPa para poder bloquear la humedad sobre Brasil

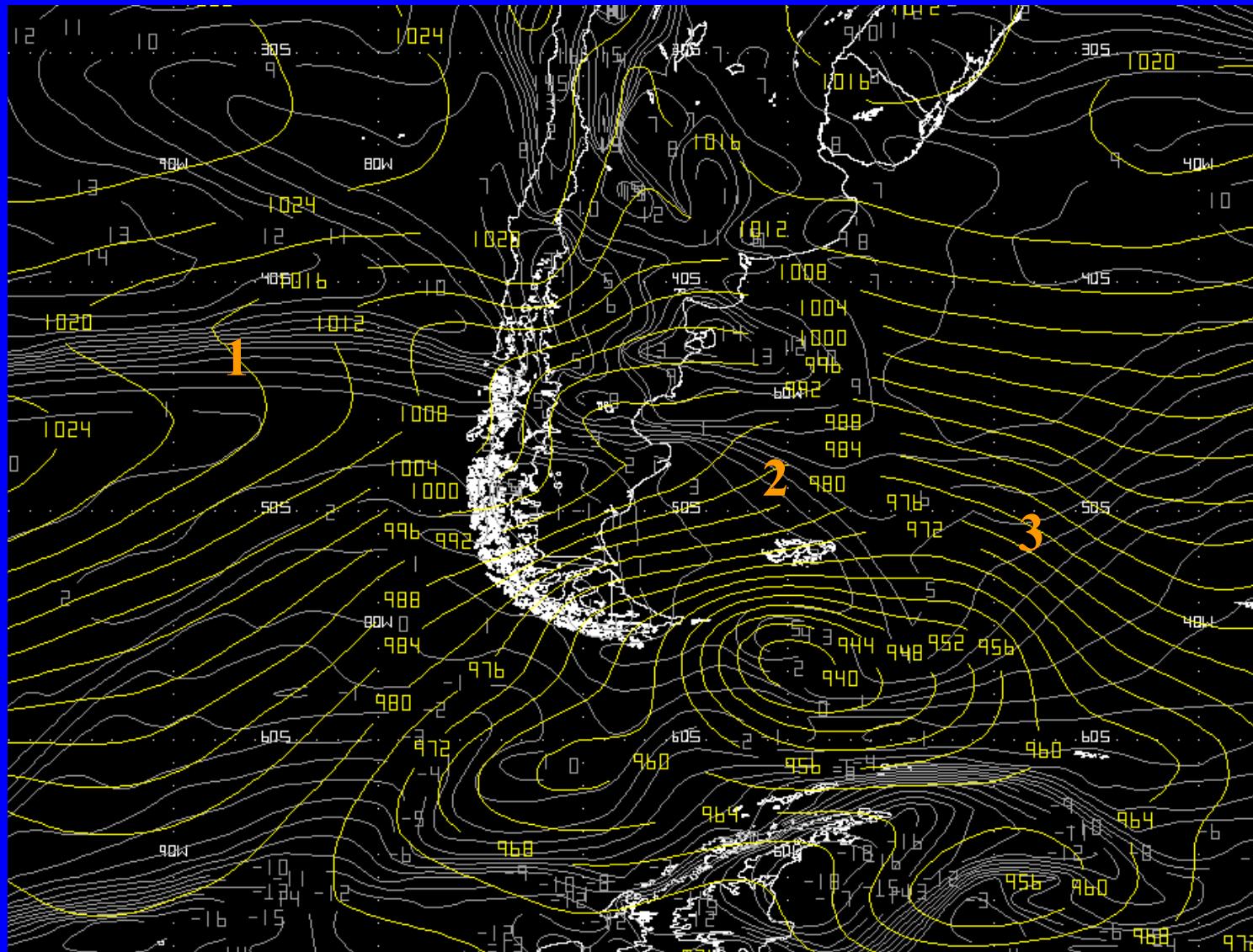
Encuesta 6

Características de la SACZ

(Select all that apply)

- Eje de vaguada en niveles bajos y medios
 - Eje de vaguada solamente en niveles bajos
 - Eje de vaguada solamente en niveles medios.
 - Rocíos de 18C o menos

Temperaturas y Presión: Evalué la Advección Termal *(Isotermas a 975 hPa e Isóbaras a nivel del mar)*



Opciones: Cálida, Fría o Neutra

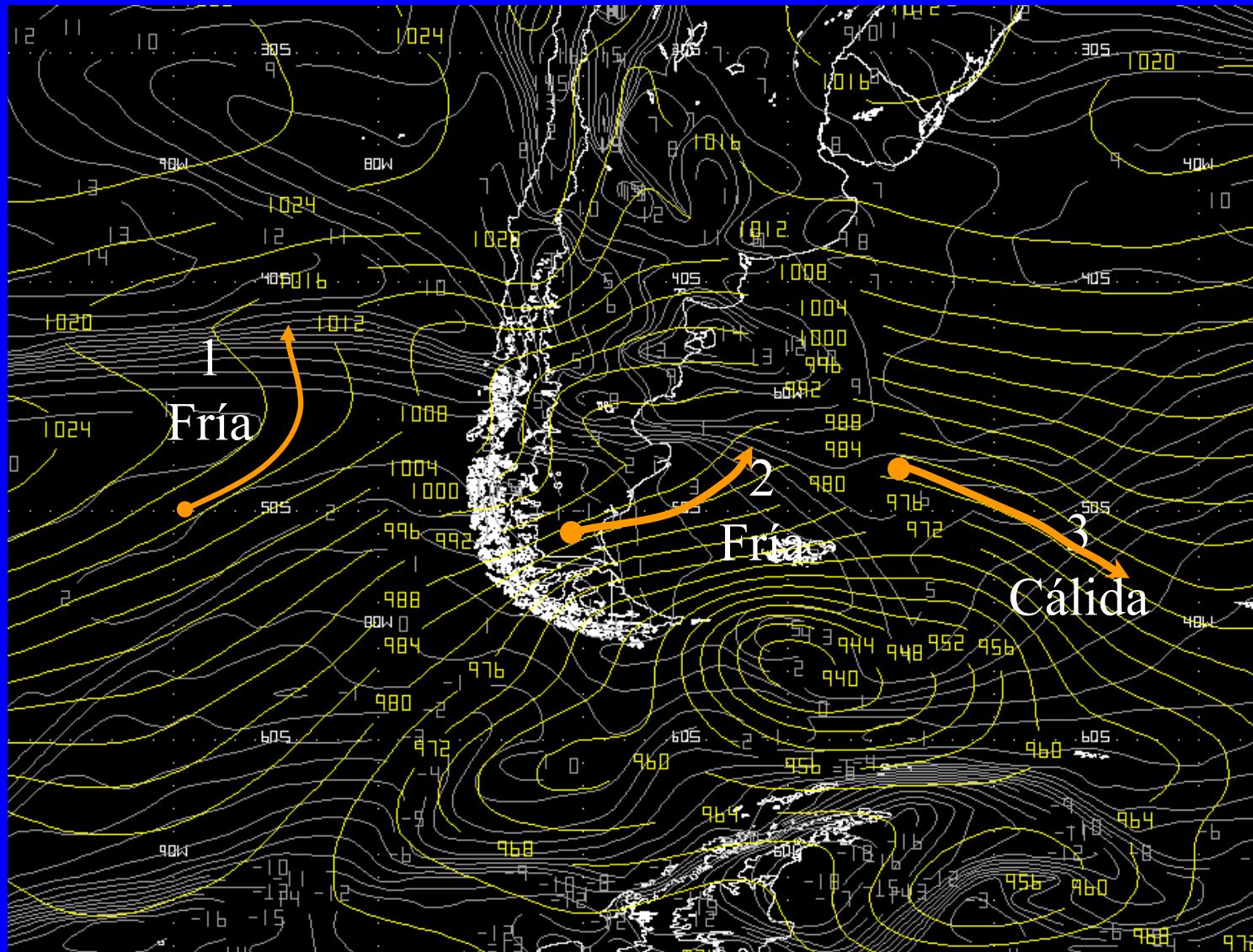
Encuesta 7

Evalué la Advección Termal

(Select only one)

- 1: Fría, 2: Neutra, 3: Fría
- 1: Fría, 2: Cálida, 3: Cálida
- 1: Fría, 2: Fría, 3: Cálida
- 1: Cálida, 2: Cálida, 3: Fría
- NPI (No puedo identificarla)

Temperaturas y Presión: Evalué la Advección Termal *(Isotermas a 975 hPa e Isóbaras a nivel del mar)*



Opciones: Cálida, Fría o Neutra

Animación IR

¿Qué sucede con la nubosidad en Patagonia?

- Pasa un frente cálido
- Pasa un frente frío
- Secamiento por compresión
- Advección de aire seco



Encuesta 8

¿Qué sucede con la nubosidad en Patagonia?
(Select all that apply)

- Pasa un frente cálido
- Pasa un frente frío
- Secamiento por compresión adiabática
- Advección de aire seco

Animación IR

¿Qué vemos en las costas SE de Brasil?

- Advección cálida, frente cálido
- Advección fría, frente frío
- Advección neutra, no hay frente
- Un “shear line”



Encuesta 9

¿Qué vemos en las costas SE de Brasil?
(Select all that apply)

- Advección cálida, frente cálido
- Advección fría, frente frío
- Advección neutra, no hay frente
- Un “shear line”

Animación IR



Encuesta 10

¿Qué sucede en el norte de Sudamérica?
(Select all that apply)

- Shear line en Bolivia, frente frío en centro/norte de Brasil
- Frente cálido en Bolivia
- Frente frío en Bolivia, “shear line” en centro-NO de Brasil

¿Preguntas?