

# Análisis y Pronóstico de Fronteras Meso-Sinópticas en Sudamérica

Mike Davison y José Gálvez  
WPC International Desks



**NATIONAL WEATHER SERVICE**  
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

# Distribución

- La presentación va a estar disponible en nuestro servidor ftp:
  - <https://ftp.wpc.ncep.noaa.gov/mike>
    - Titulo: COVID19-Frentes y Lineas de Cortante\_SAM.pptx
    - La presentación puede ser copiada en su totalidad o en parte, y puede ser compartida con otros siempre y cuando se le de crédito a NOAA.

- Se prohíbe el uso comercial de la misma
- NOAA retiene todos los derechos de autor

# Tópicos

- Frentes
  - Baroclinicidad
  - Advección de T
  - Evolución de la Hoja Baroclínica
  - Estructura Vertical
- Herramientas
  - Humedad Relativa
  - Temp. Equiv. Potencial
  - Macro FRONT.
- Influencia del Terreno
- Influencia de los Jets
  - Frontogénesis
  - Frontólisis
- Lineas de Cizalla
  - “Shear Lines”
  - Identificación
  - Met. Satelital
- Líneas de Inestabilidad
- SACZ
  - Básico

# 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!!!

# 1. Frentes en Superficie



# 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

# Teoría de Frentes Polares

- Teoría de la escuela escandinava de meteorología.
- Frente polar: frontera semi-permanente y semi-continua que separa masas de aire polar y tropical.
- A lo largo de este frente, perturbaciones ciclónicas se forman y propagan, pasando por varias fases durante su evolución.

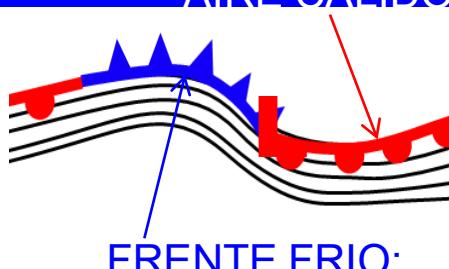
I.

FRENTE  
ESTACIONARIO

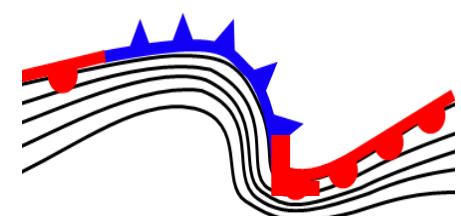


II.

FRENTE CÁLIDO:  
ADVECCIÓN DE  
AIRE CÁLIDO



III.



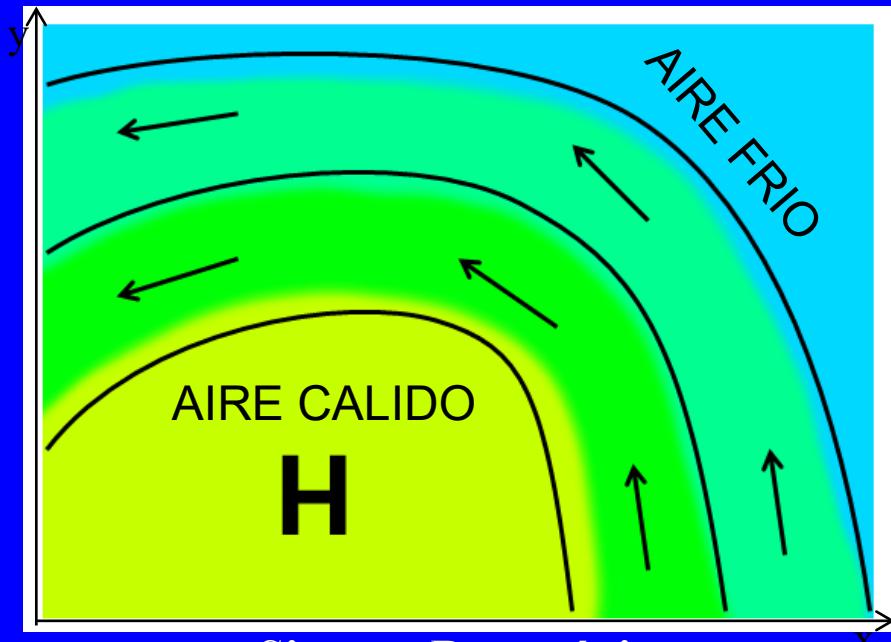
GRADIENTE  
TERMAL



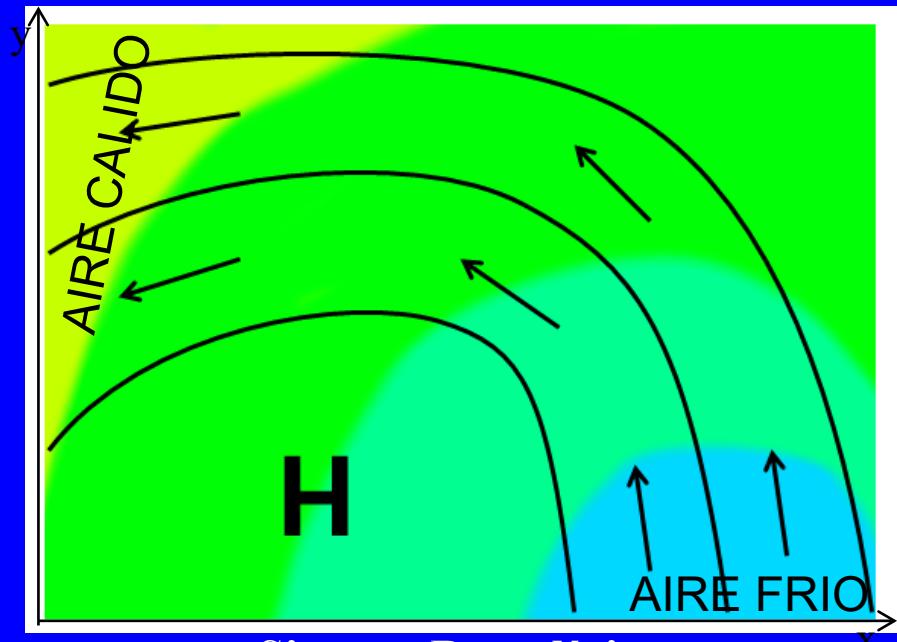
# Baroclinicidad, Advección y Espesura

# ¿Qué es Baroclinicidad?

- Medida del desalineamiento del gradiente de presión y el de densidad (~ temperatura). Mientras menos paralelos los gradientes, mayor baroclinicidad.
- **Baroclinicidad** implica **advección de temperatura/termal**, ya que el viento está transportando aire de diferente *densidad*.



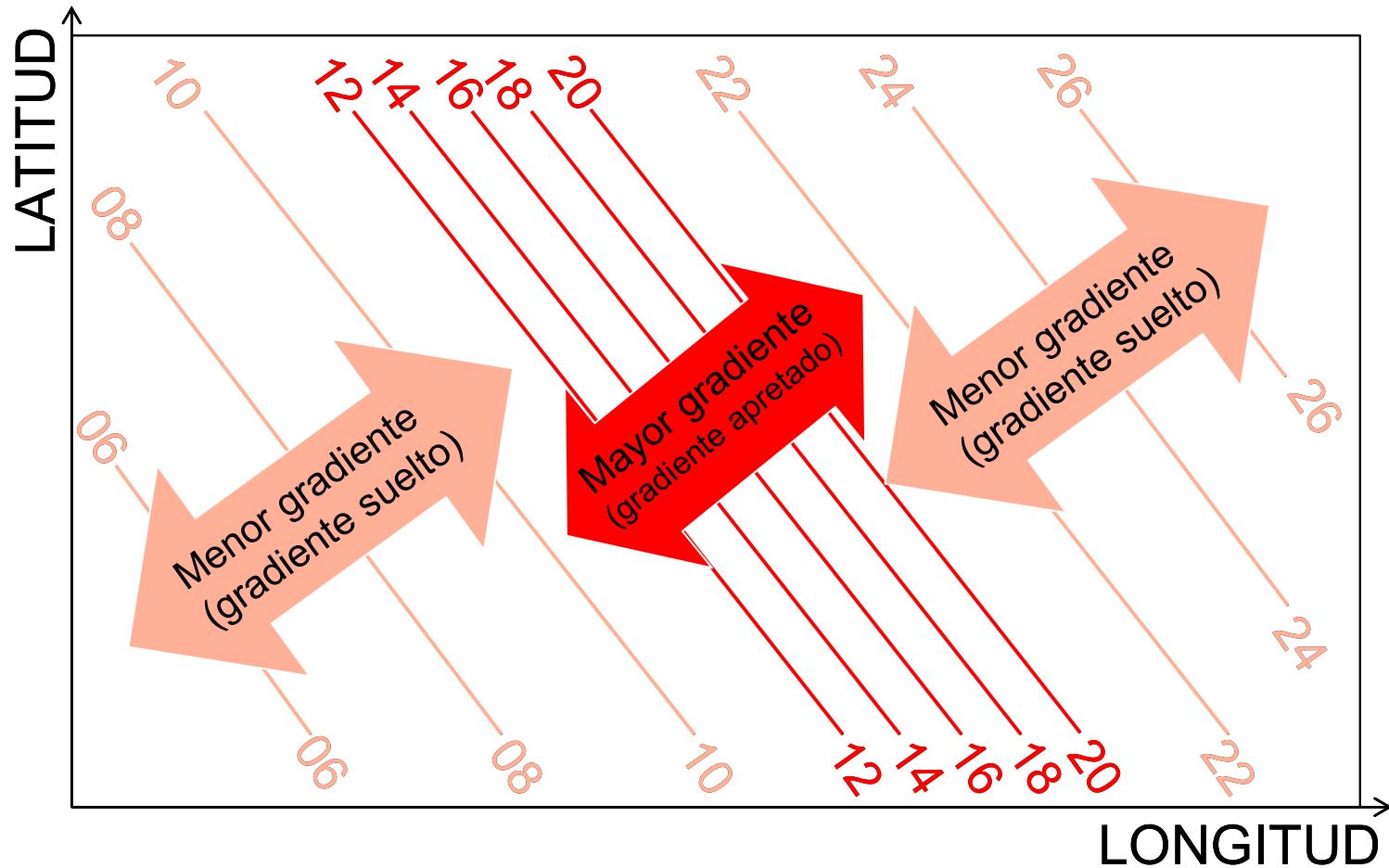
Sistema Barotrópico  
(No existe advección de temperatura)



Sistema Baroclínico  
(Advección fría)

# Gradientes

- ¿Que es un **gradiente**? Cambio de una variable sobre una distancia dada. Mayor el cambio, mayor el gradiente.
- Ejemplo: Gradiente de temperatura



# Gradientes

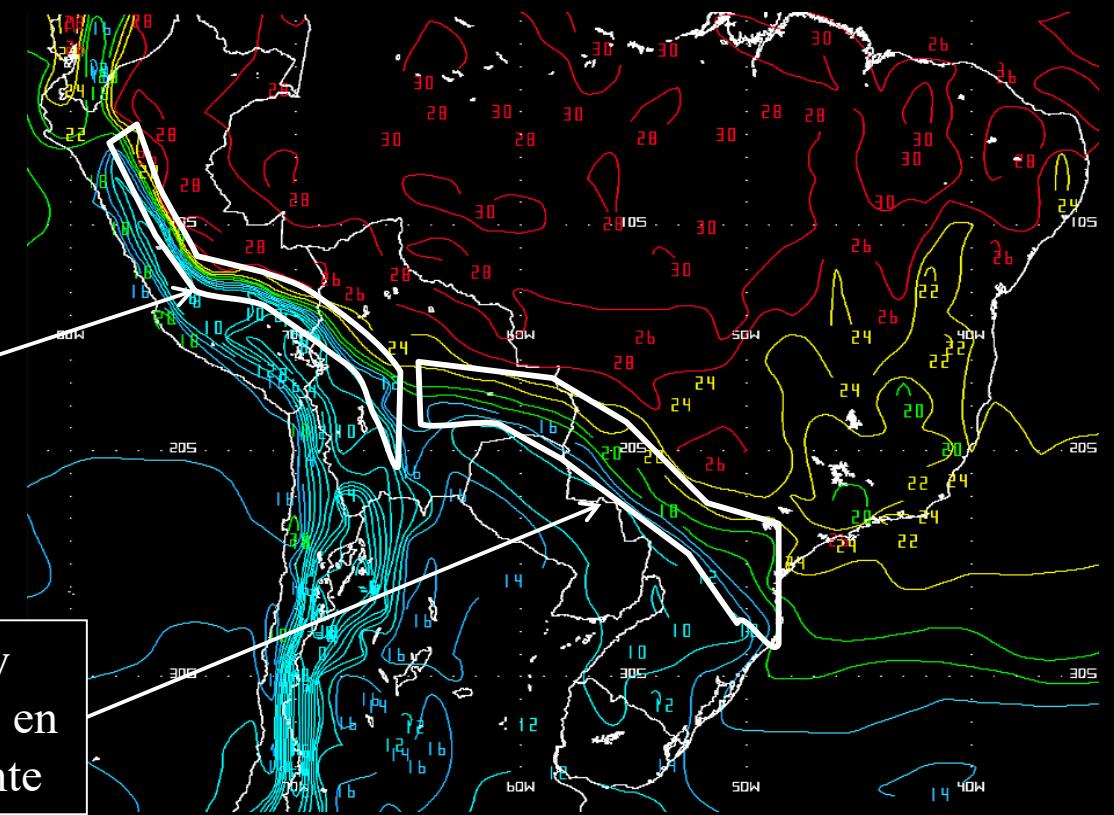
- **¿Qué es un gradiente termal?** Un gradiente en un campo que representa temperatura (e.g. temperatura o espesor).
  - **¿Cómo identificarlo?** Usando temperatura o espesor. Espesor representa la temperatura promedio de la capa.

# Ejemplo

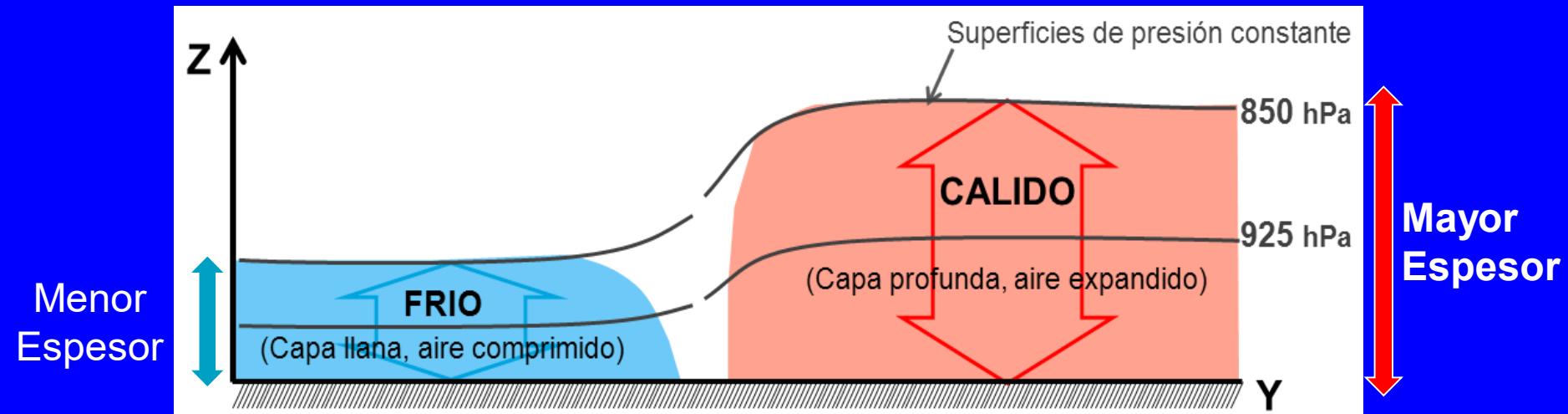
## TEMP B015 (T Capa límite)

## Gradiente de temperatura por montañas (importante conocer el terreno)

Gradiente frontal. Líneas muy cercanas = cambio grande de  $T^\circ$  en corta distancia = mayor gradiente



# Relación Espesor- Temperatura



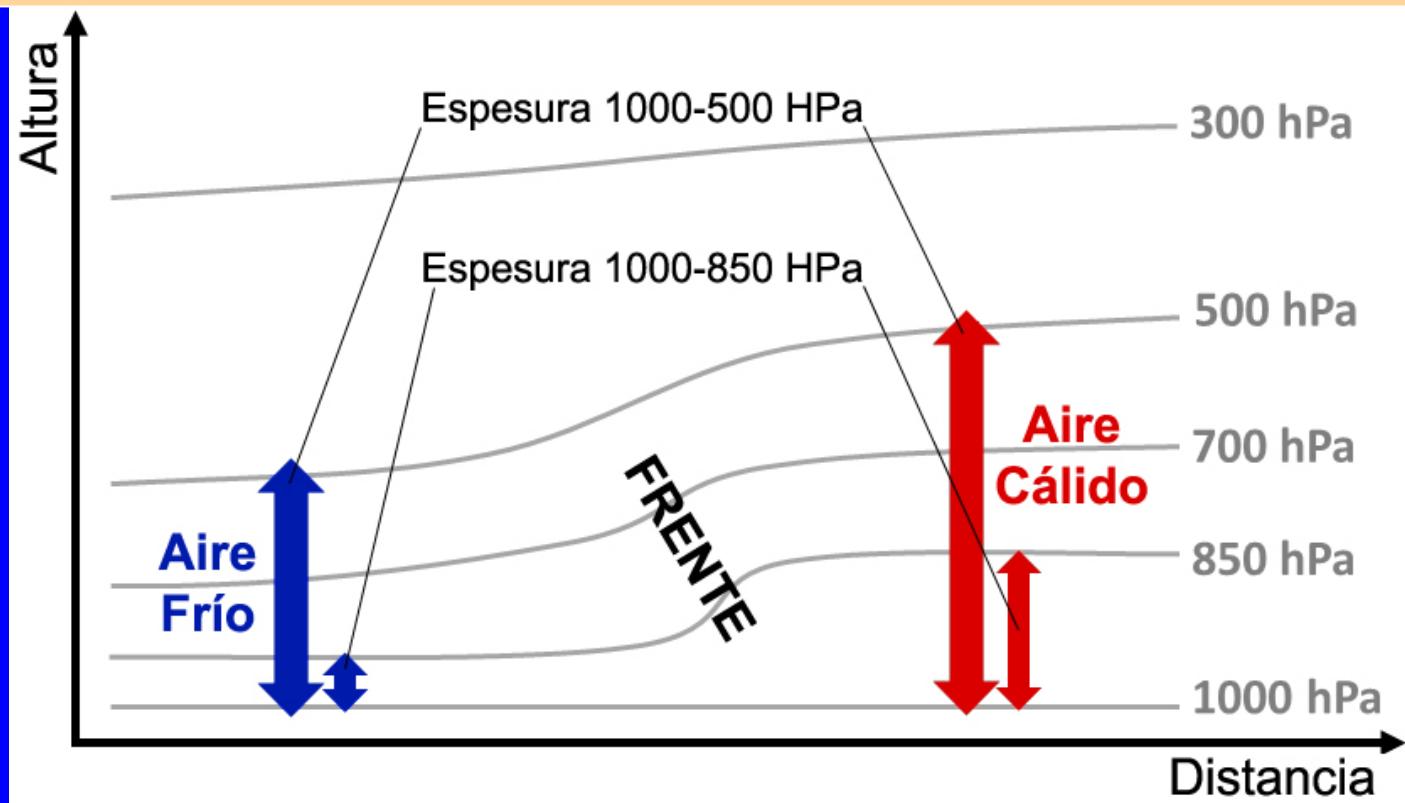
El espesor de una capa representa su temperatura promedio. Las capas cálidas cubren una mayor extensión vertical y mayores valores de espesor que las frías.

El espesor suele ser muy eficiente para distinguir masas de aire y sus fronteras (frentes), especialmente los de 1000-500 y de 1000-850hPa.

**Espesor ~ Temperatura promedio de la capa**

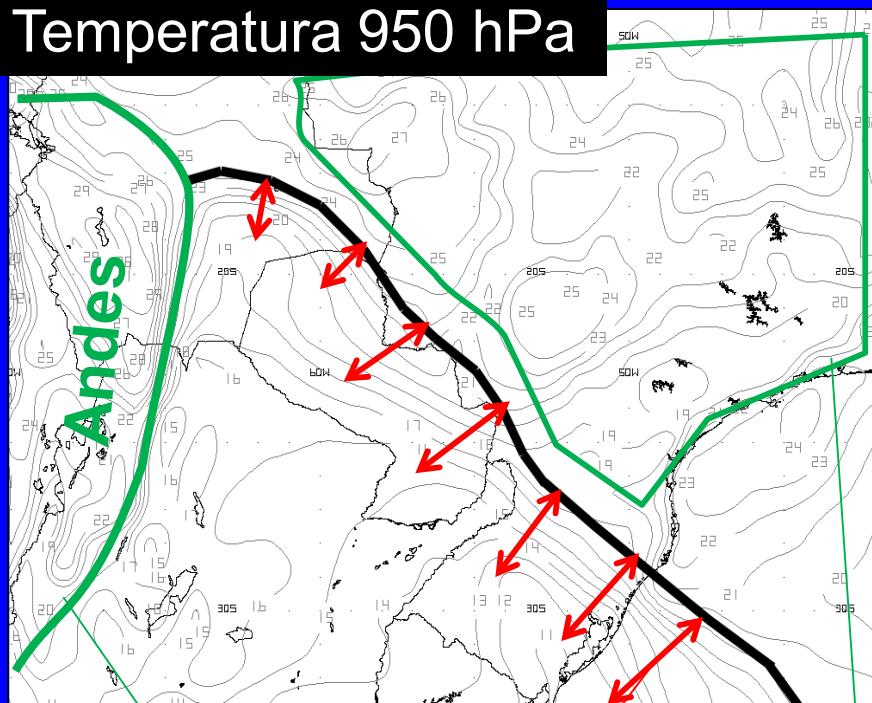
# Espesor 1000 – 500 vs. 1000 – 850

- En latitudes medias, donde hay incursiones frías profundas troposféricas, el espesor de 1000 – 500 es muy aplicable.
- Frentes que llegan a los trópicos se confinan a la atmósfera baja, no discernibles en el espesor de 1000 – 500, pero si en el de 1000 – 850.

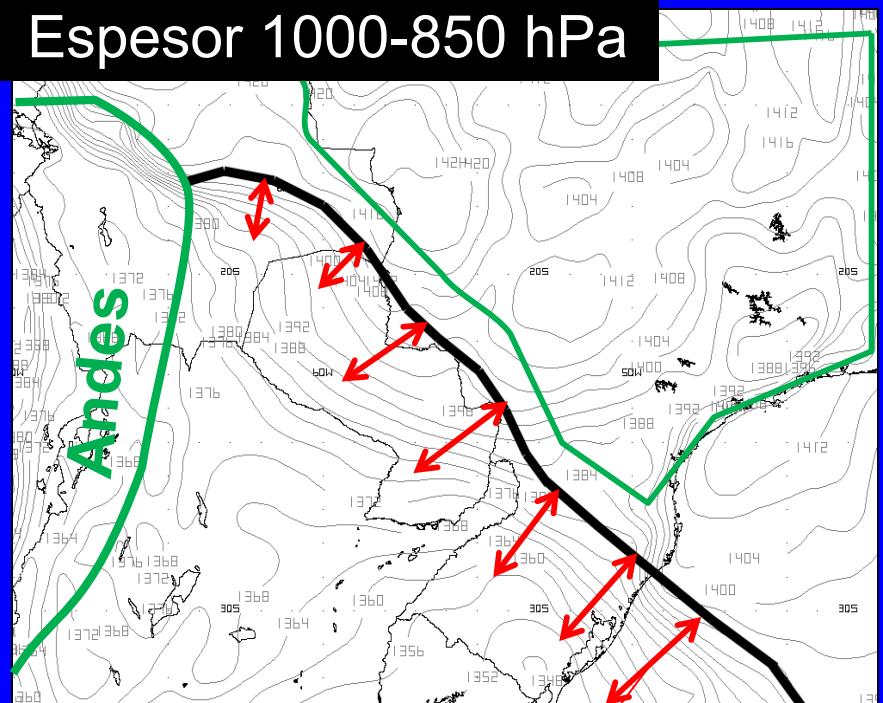


# Ejemplo: Gradientes en temperatura vs espesor SE COMPORTAN DE MANERA SIMILAR

Temperatura 950 hPa



Espesor 1000-850 hPa



Gradiente  
Apretado

FRENTE

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

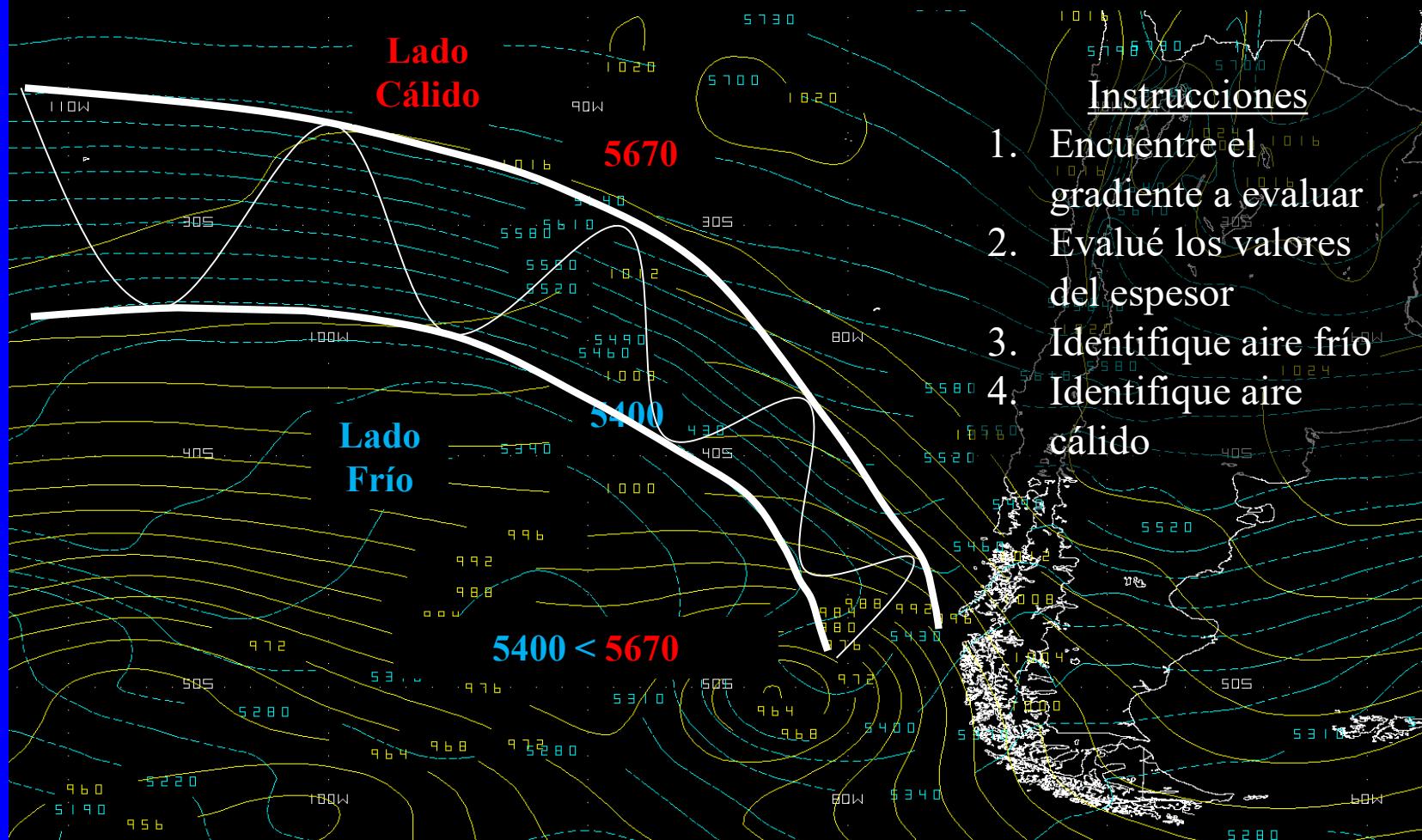
Gradiente  
Apretado

FRENTE

# Espesor 1000-850 hPa y PMSL

## ¿Cuál es el lado frío del gradiente?

Para determinar cual es el lado frío/ cálido de un gradiente, miramos la espesura. Valores altos correlacionan a masa cálida / Valores bajos a masa fría.



# Modos de Evaluar Advección Termal

¿Qué se necesita?

- (1) El flujo (viento) ← medio de transporte
- (2) Campo de temperatura /espesor (escalar) ← cantidad a ser transportada

Flujo (opciones)

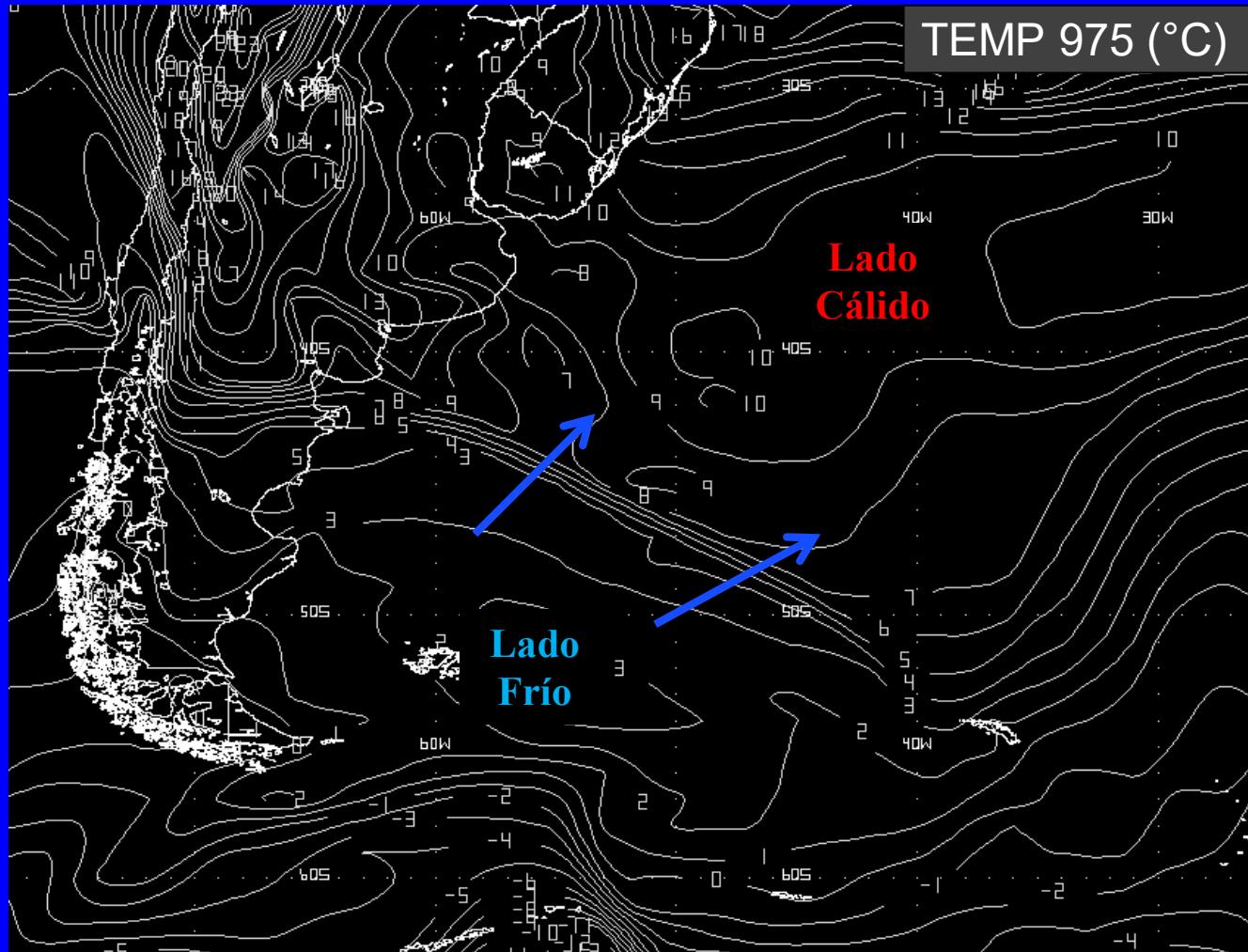
- Vectores de viento, barbas o líneas de corriente.
- Campo de presión o geopotencial, asumiendo geostrofía (*que el viento es paralelo al gradiente de presión, y que la cercanía de los contornos es proporcional a la velocidad del viento*).

Campos escalares

- Temperatura.
- Espesor (temperatura promedio de la capa).

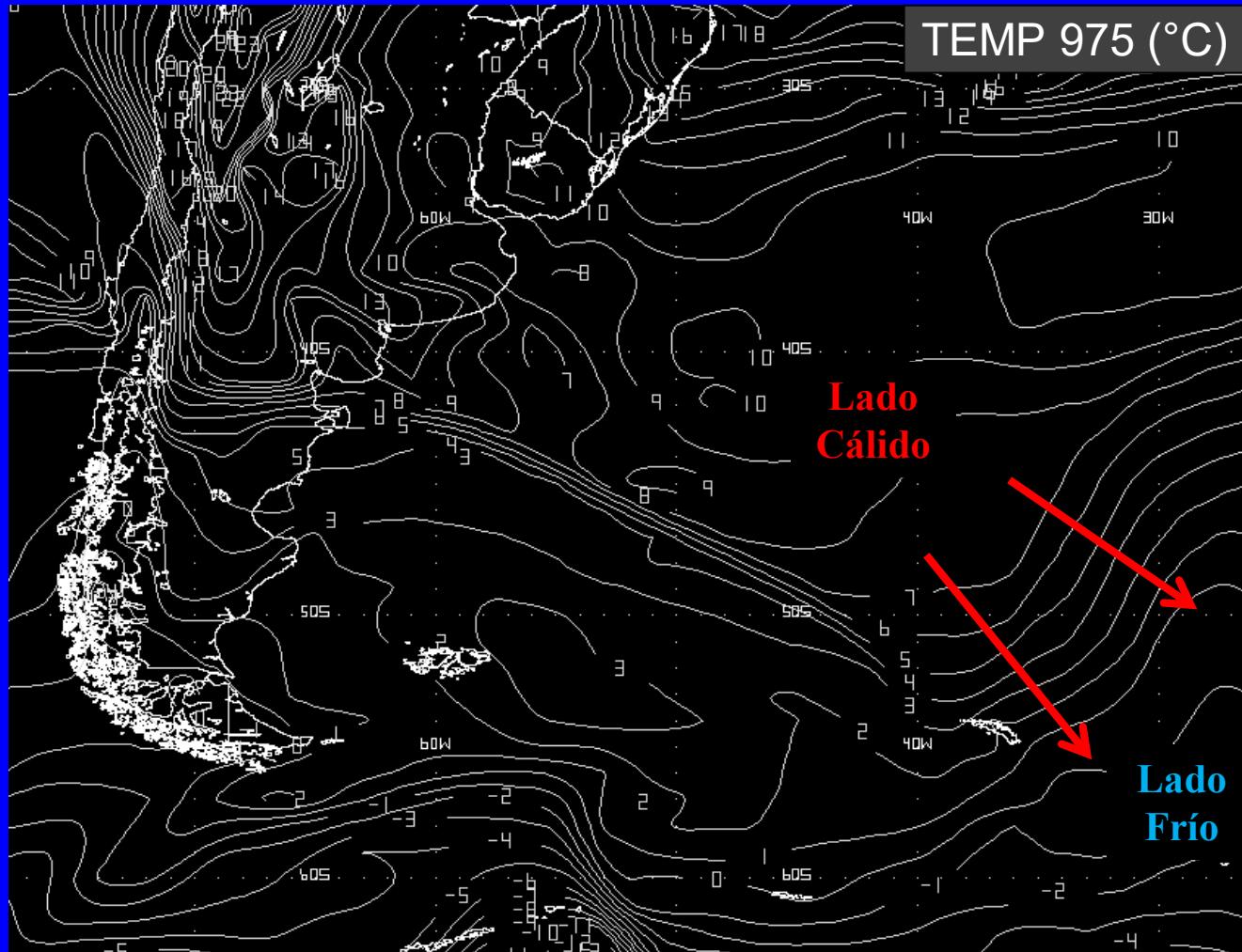
# Advección Fría

- Cuando el flujo cruza el gradiente y apunta del lado frío al cálido, la **advección es fría**.



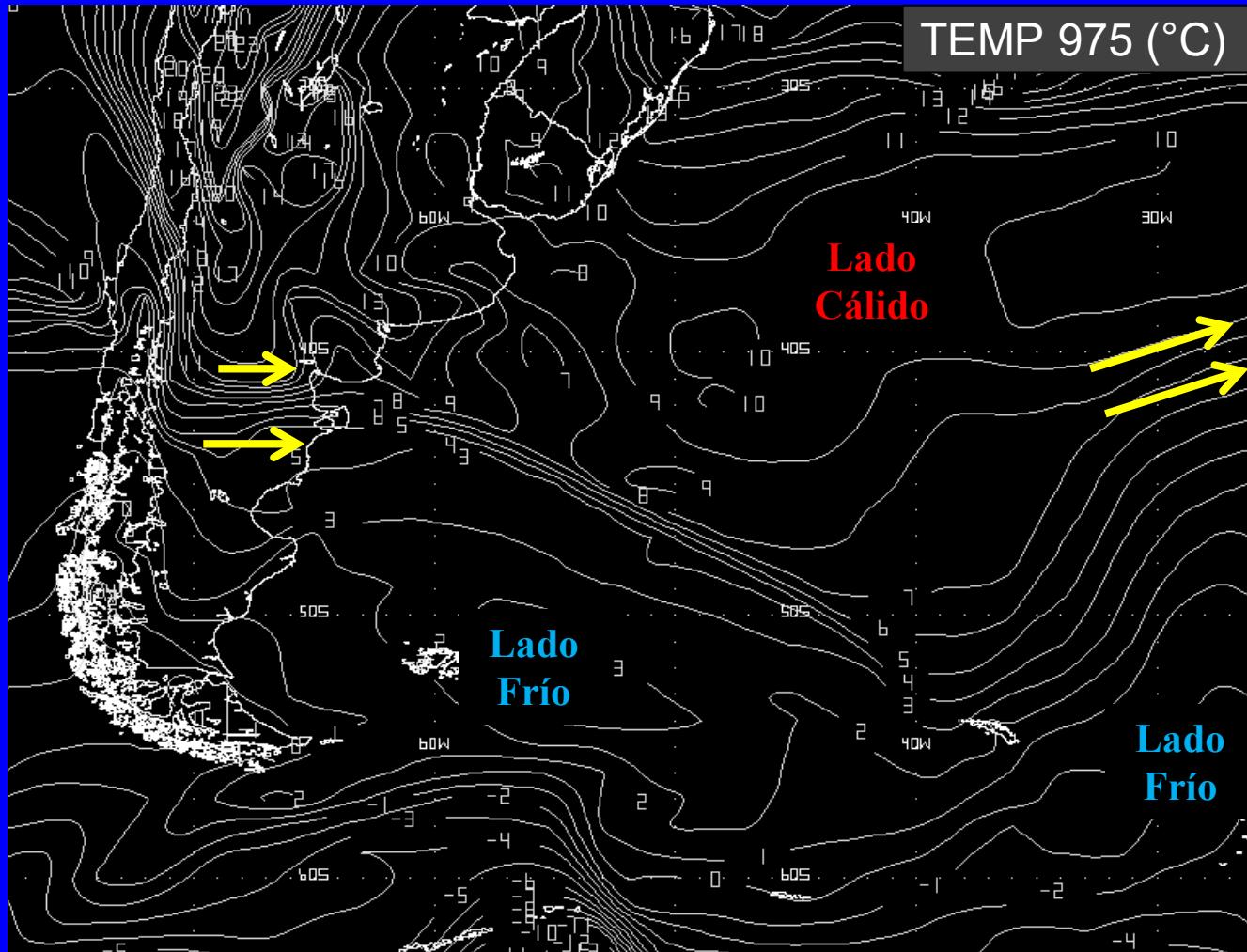
# Advección Cálida

- Cuando el flujo cruza el gradiente y apunta del lado cálido al frío, la **advección es cálida**.

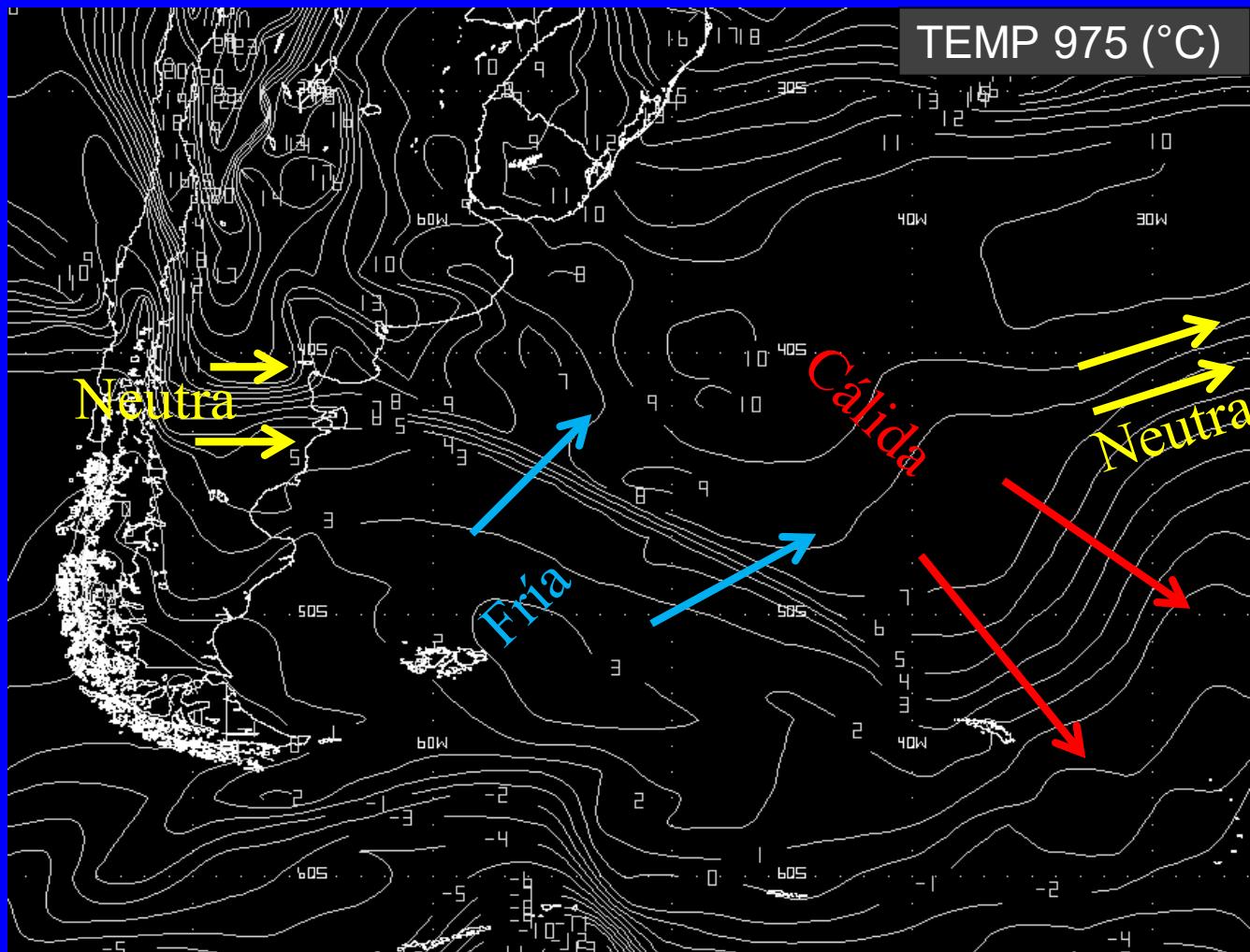


# Advección Neutra

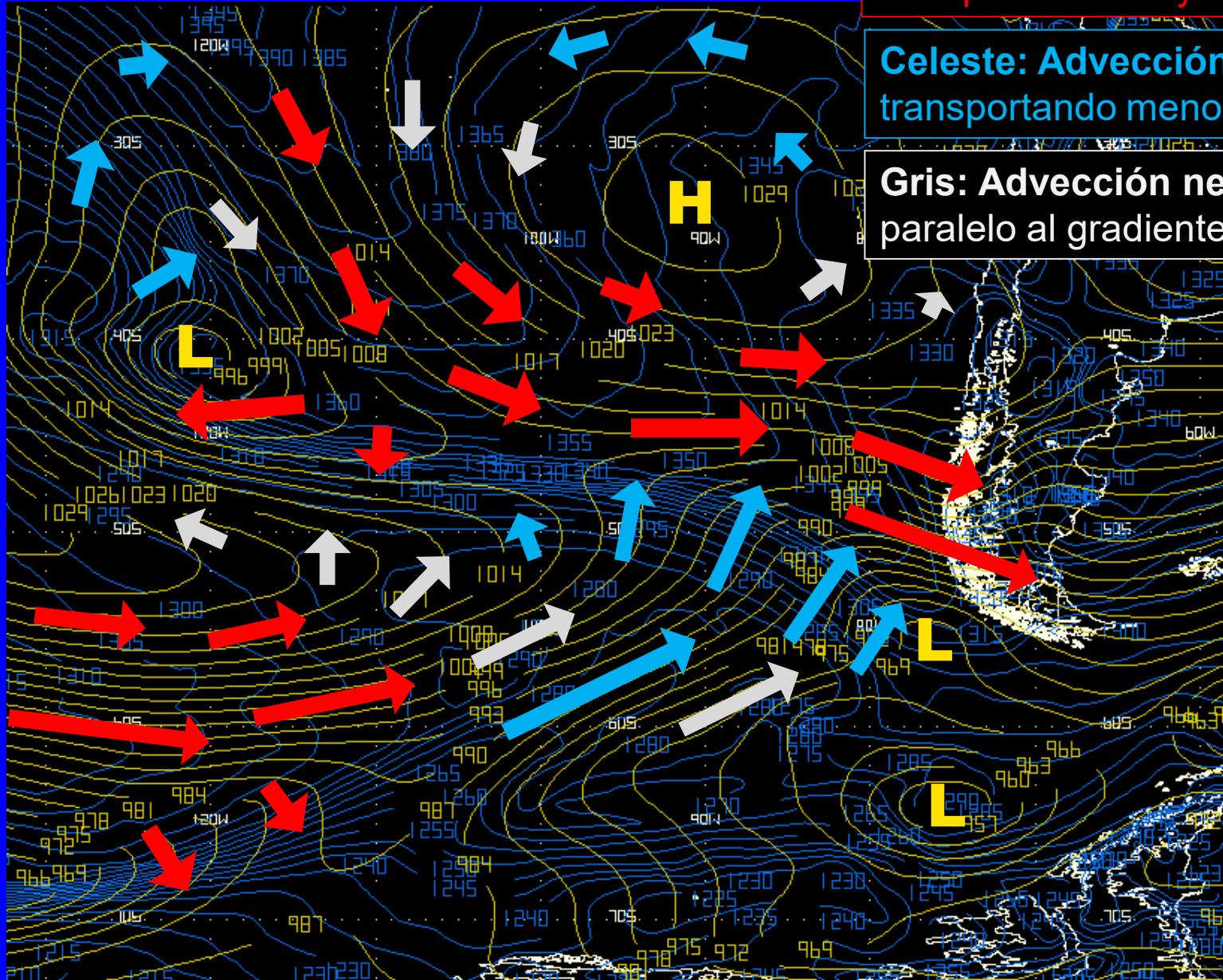
- Cuando el flujo es paralelo al gradiente, la advección es neutra.



# Tres Tipos de Advección Termal



## Ejemplo de advección con espesor 1000-850 hPa



**Rojo: Advección cálida.** Viento transportando mayores espesores

**Celeste: Advección fría.** Viento transportando menores espesores

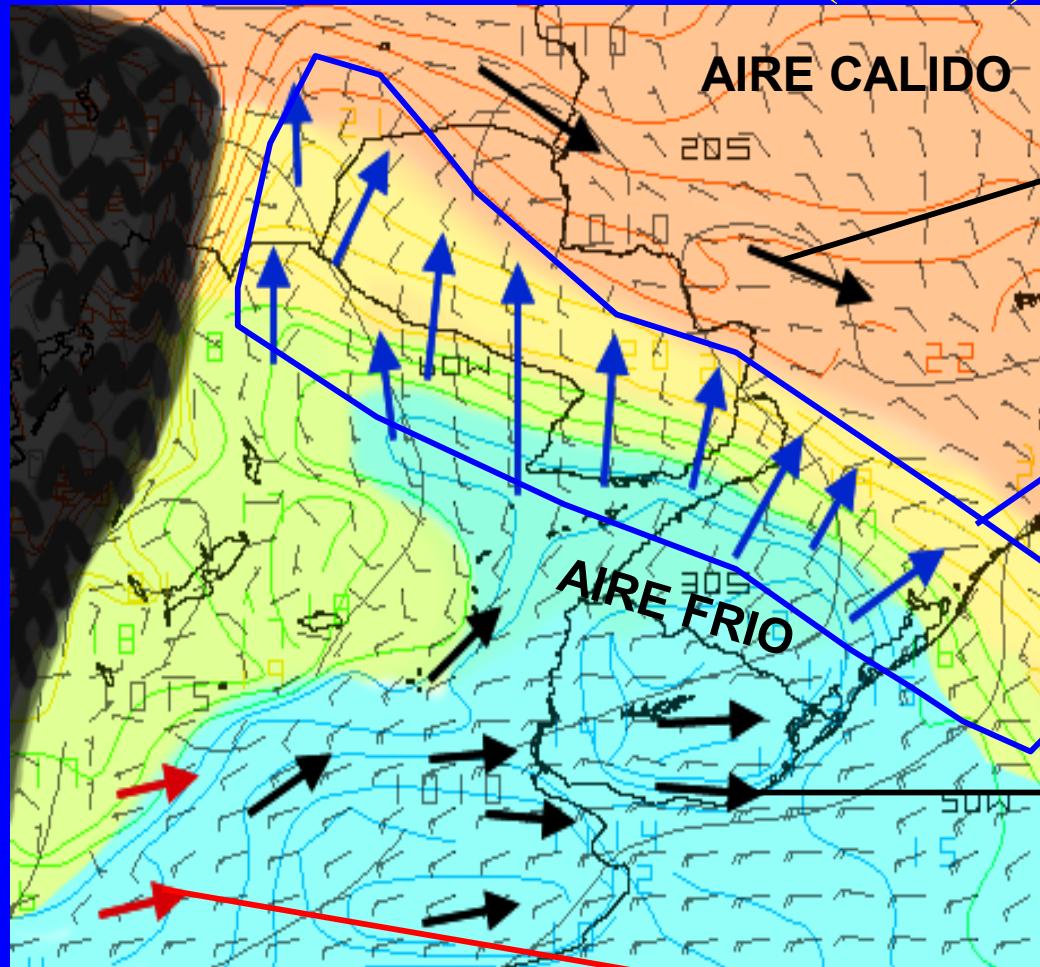
**Gris:** Advección neutra. Viento paralelo al gradiente de espesor

← Espesores

← Isóbaras

# Otro ejemplo de advección

Frente en Sudamérica. Isotermas (colores) y vientos (barbas)



**Flechas negras:** Advección neutra. Viento paralelo a las isotermas.

**Flechas azules:** advección fría. Viento soplando desde el aire frío (transportando aire frío).

**Flechas negras:** Advección neutra. Viento paralelo a las isotermas.

**Rojo:** Advección cálida. Viento soplando desde el aire cálido (transportando aire cálido)

# Advección Fría Sobre Aguas Cálidas



# Advección Cálida Continente



# Espesor y Presión: Analizar Frentes

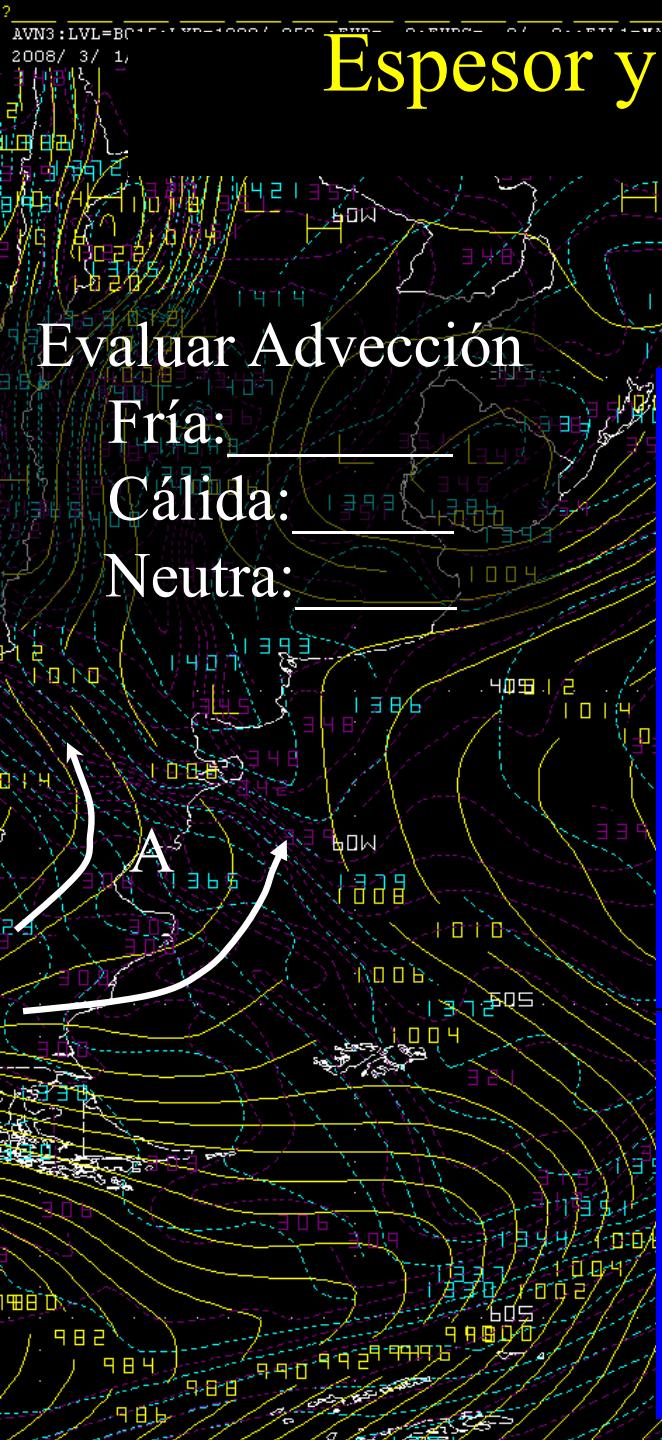
## Encuesta 1

Evaluar Advección

Fría: \_\_\_\_\_

Cálida: \_\_\_\_\_

Neutra: \_\_\_\_\_



Instrucciones: Identifique el gradiente termal (espesor) y estime la dirección del viento usando el flujo isobárico para determinar tipo de advección termal, donde:

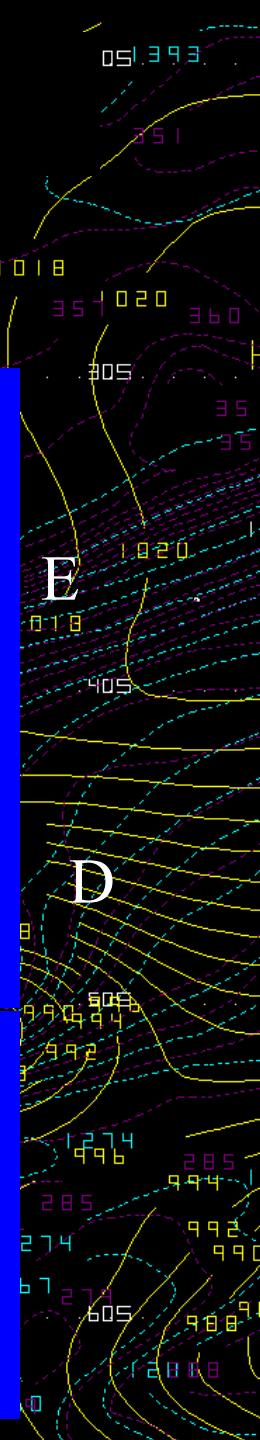
Fría : F

Cálida: C

Neutra: N

Ejemplo: Evalué el punto “A”  
¿Cuál es la dirección del viento?  
¿La advección es fría, cálida o neutra?

A:F



# Poll Question 1

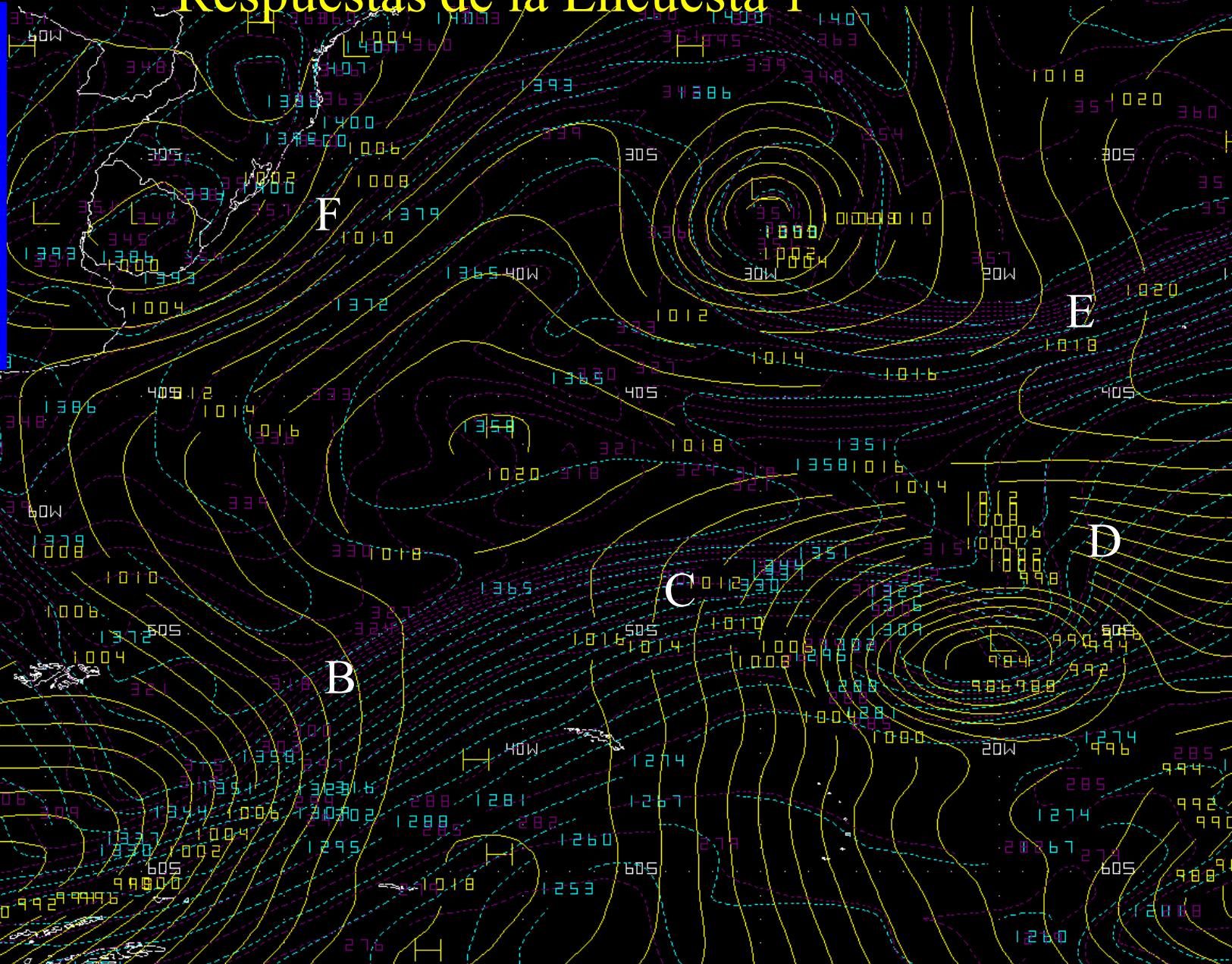
Seleccione la contestación correcta  
(Select the correct answer)

- A:F, B:N, C:C, D:F, E:F, F:C
- A:F, B:C, C:F, D:C, E:C, F:N
- A:F, B:N, C:F, D:N, E:C, F:N

# Espesor y Presión: Analizar Frentes

# Resuestas de la Encuesta 1

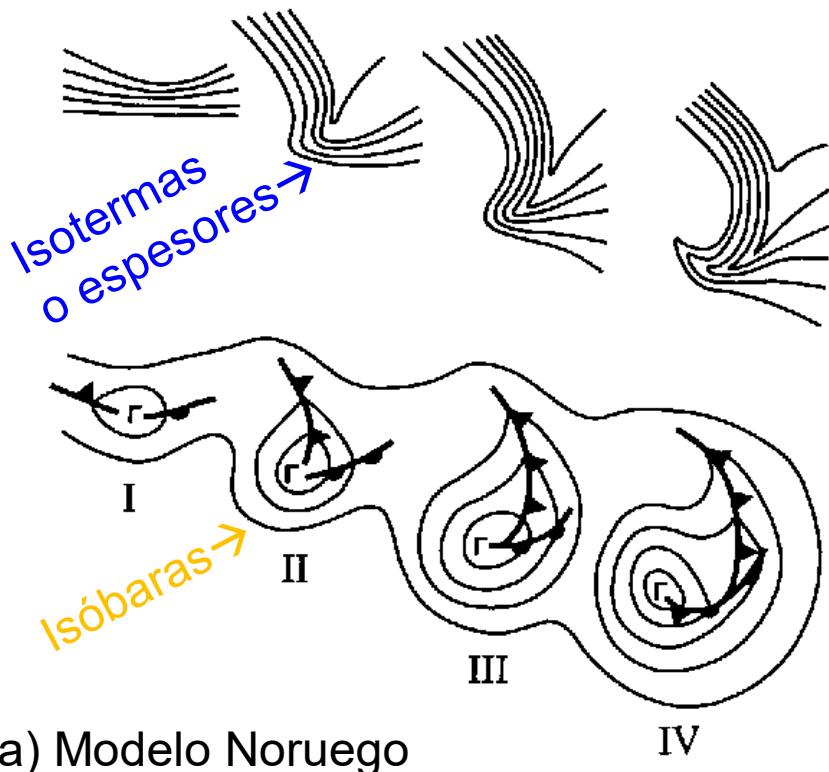
A:F  
B:C  
C:F  
D:C  
E:C  
F:N



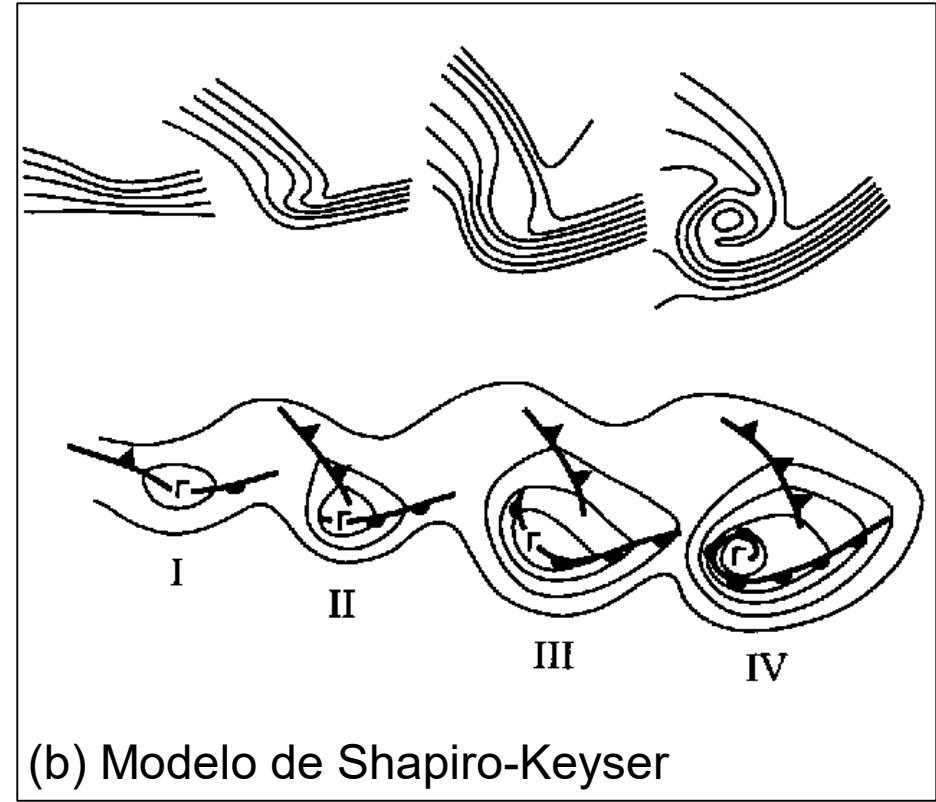
## 2. Etapas en la Evolución de un Frente

# Evolución de los Frentes

## Modelos conceptuales



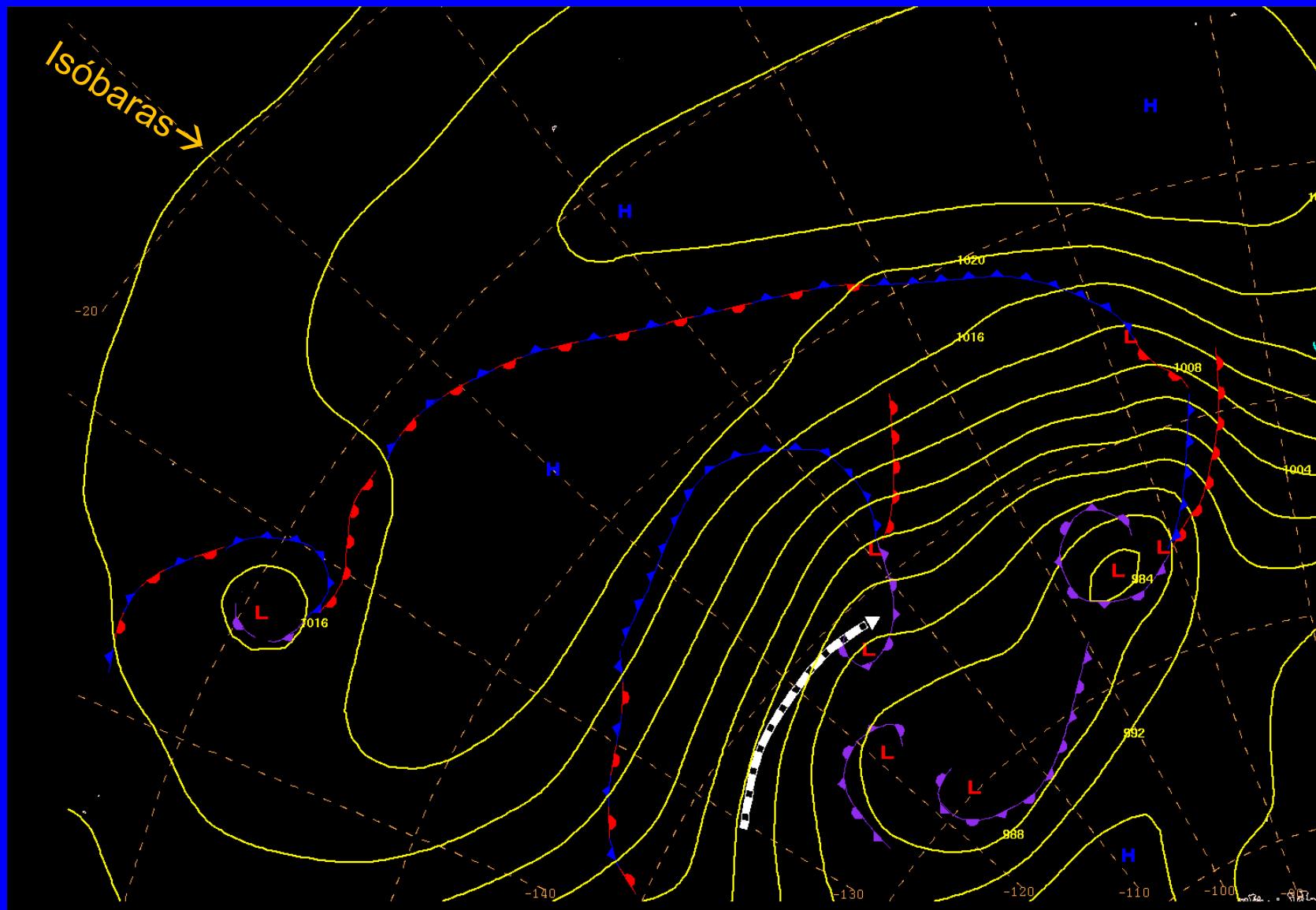
(a) Modelo Noruego



(b) Modelo de Shapiro-Keyser

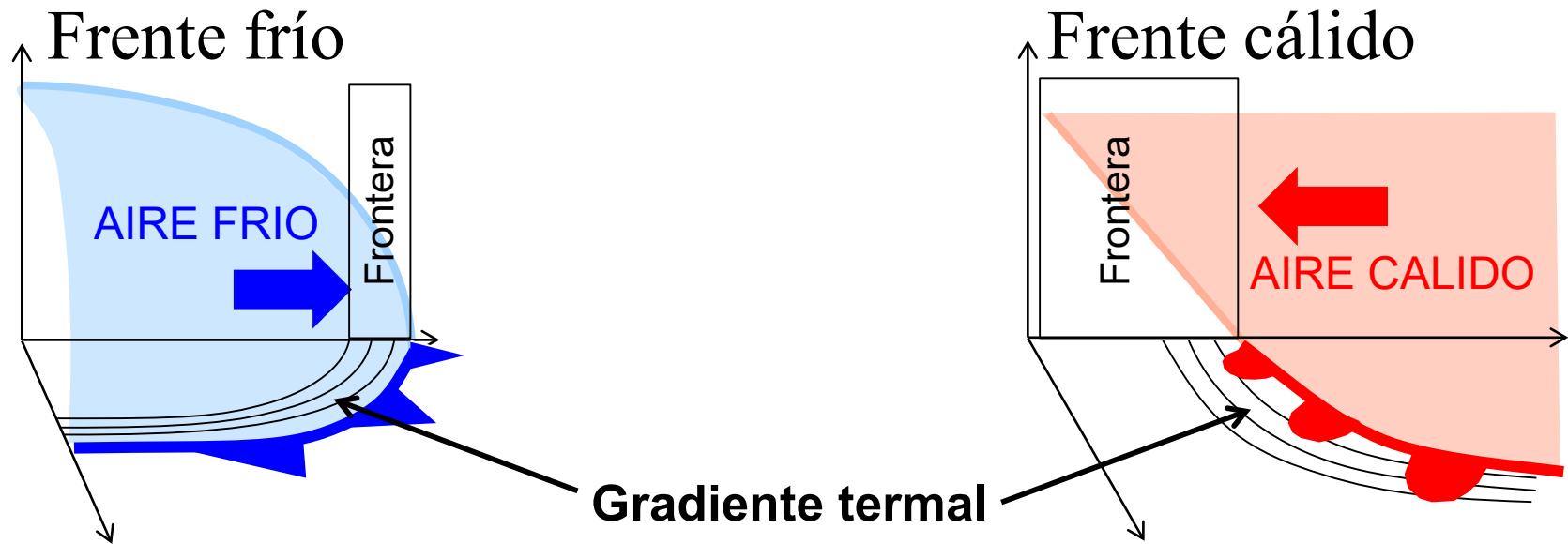
- I. Inicios de onda frontal
- II. Onda frontal
- III. Inicios de oclusión
- IV. Punto triple y oclusión formadas

# Aplicación del Modelo Conceptual



# ¿Donde colocar los frentes?

Frentes se colocan en el eje de una vaguada, paralelo a las isotermas/isohipses, en el lado cálido del gradiente

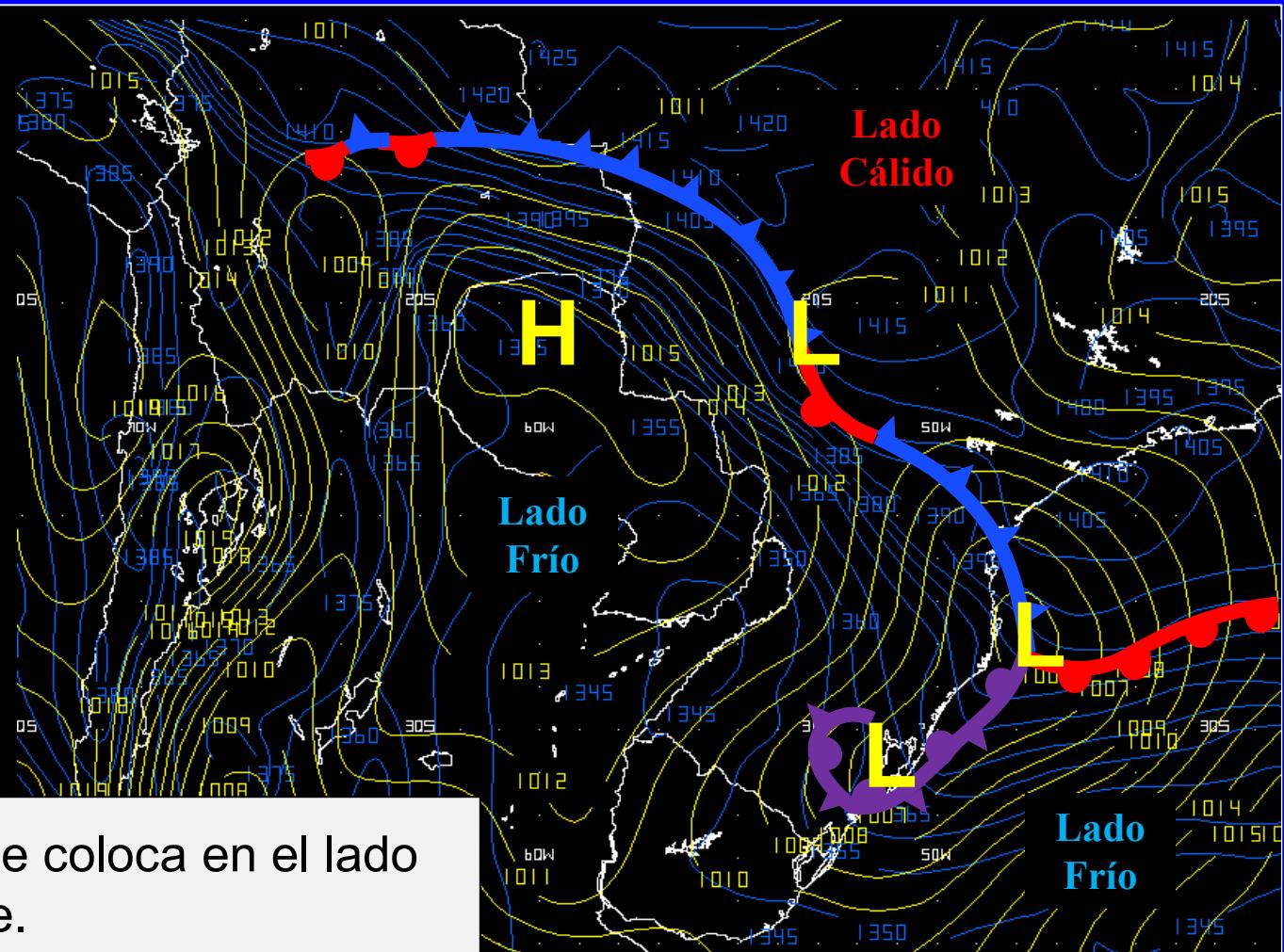


El tipo de frente depende del tipo de advección:

- Advección cálida = frente cálido
- Advección fría = frente frío
- Advección neutra = frente estacionario

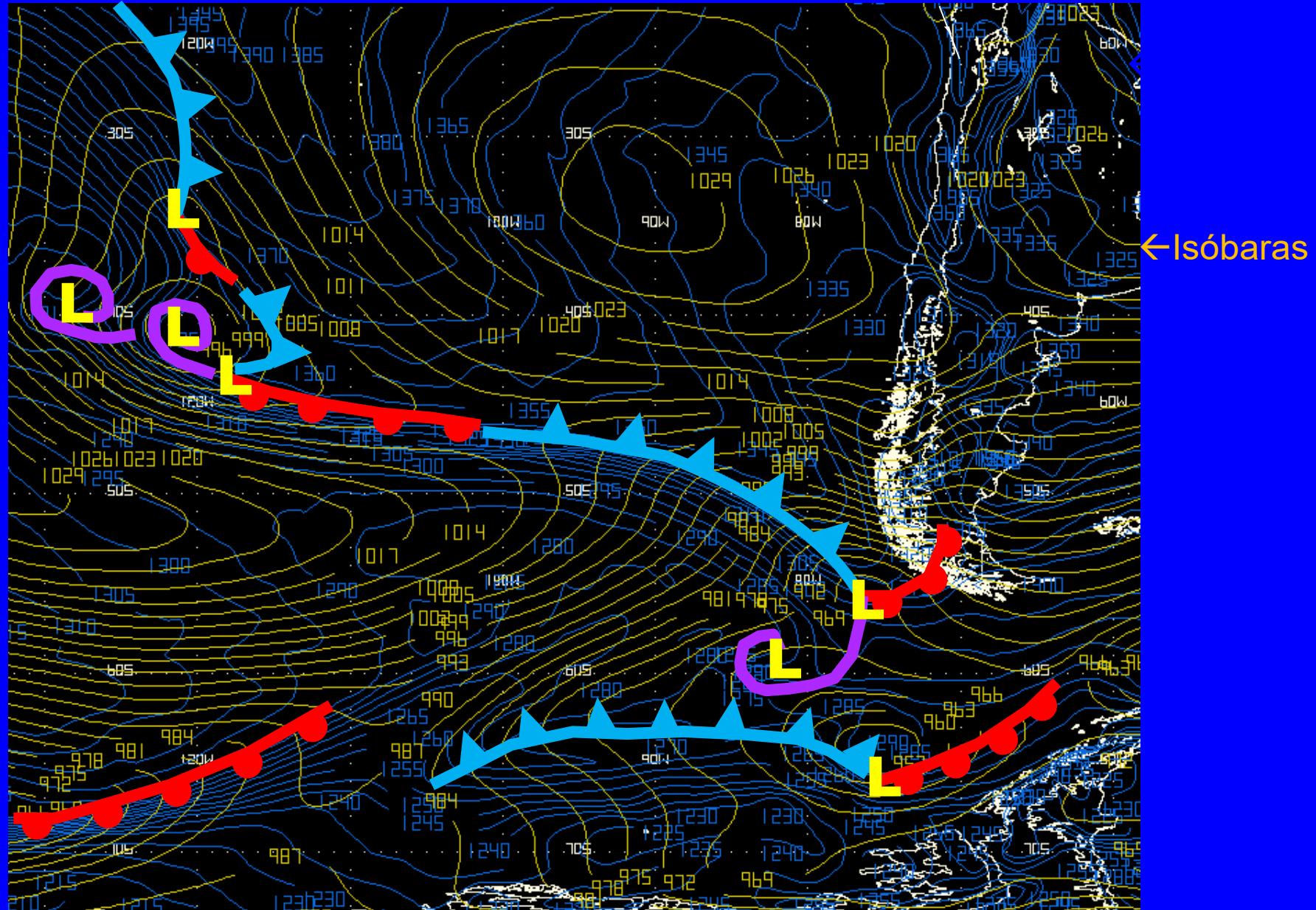
# ¿Dónde se colocan los frentes? Ejemplo.

- Espesor 1000-850 hPa
- Presión



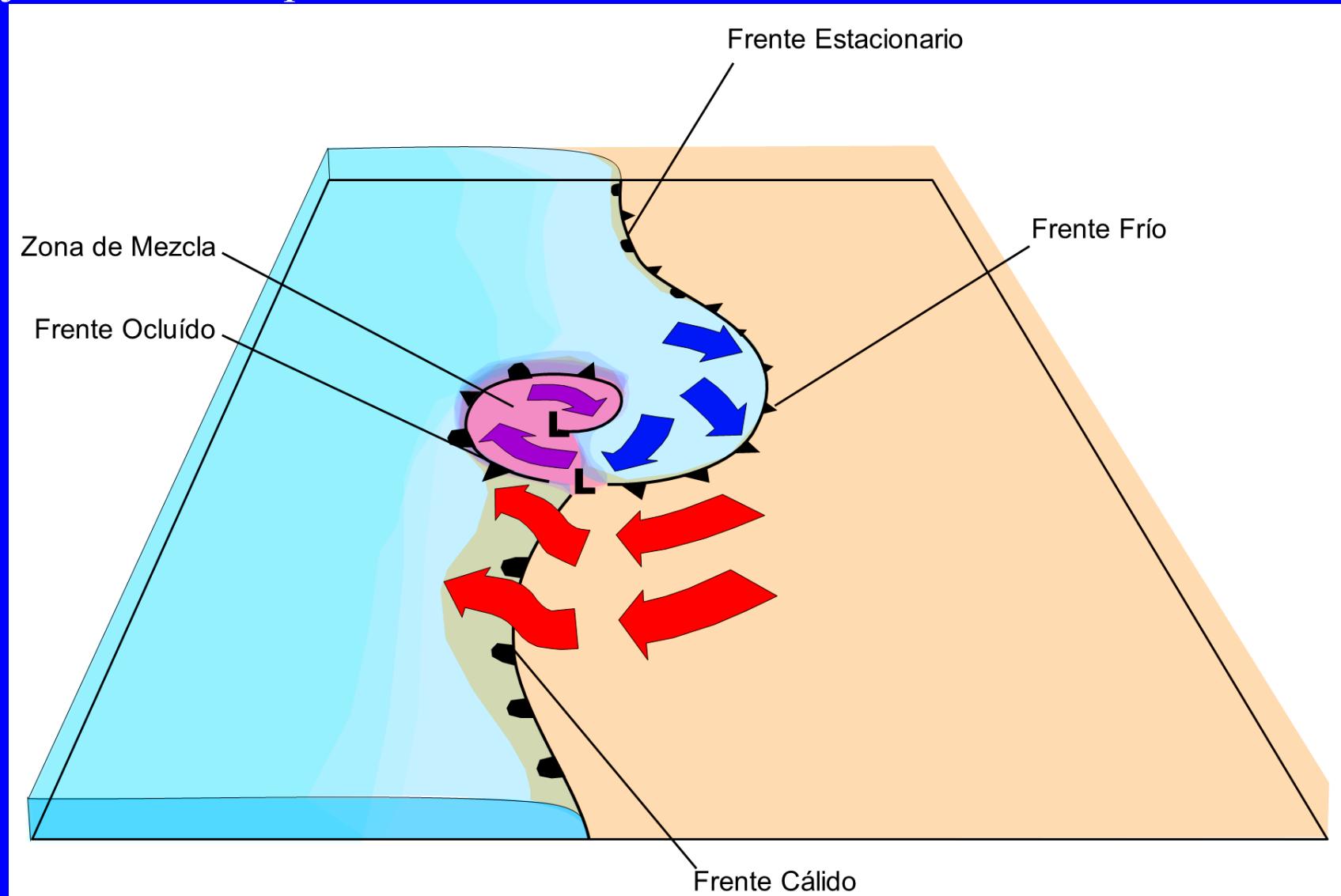
- El frente siempre se coloca en el lado cálido del gradiente.
- Usualmente en el eje de vanguardia.
- La oclusión rezagada con respecto al punto triple

# ¿Donde se colocan los frentes? Ejemplo.



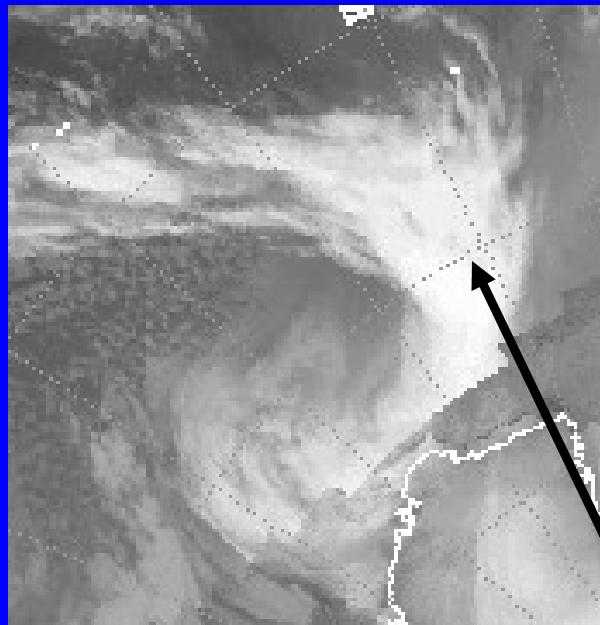
# Oclusión (mirando hacia el oeste)

Las oclusiones son zonas de mezcla donde el aire rota alrededor de una baja, usualmente profunda.

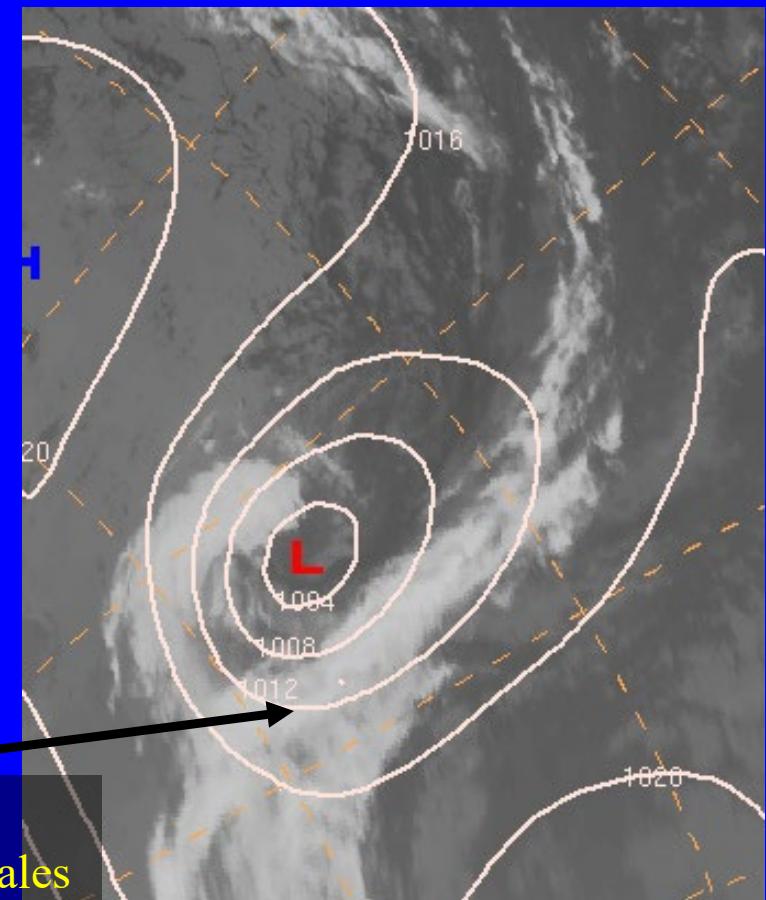


# Aplicación del Modelo Conceptuar Imágenes IR

Nube Coma = Baja Ocluida

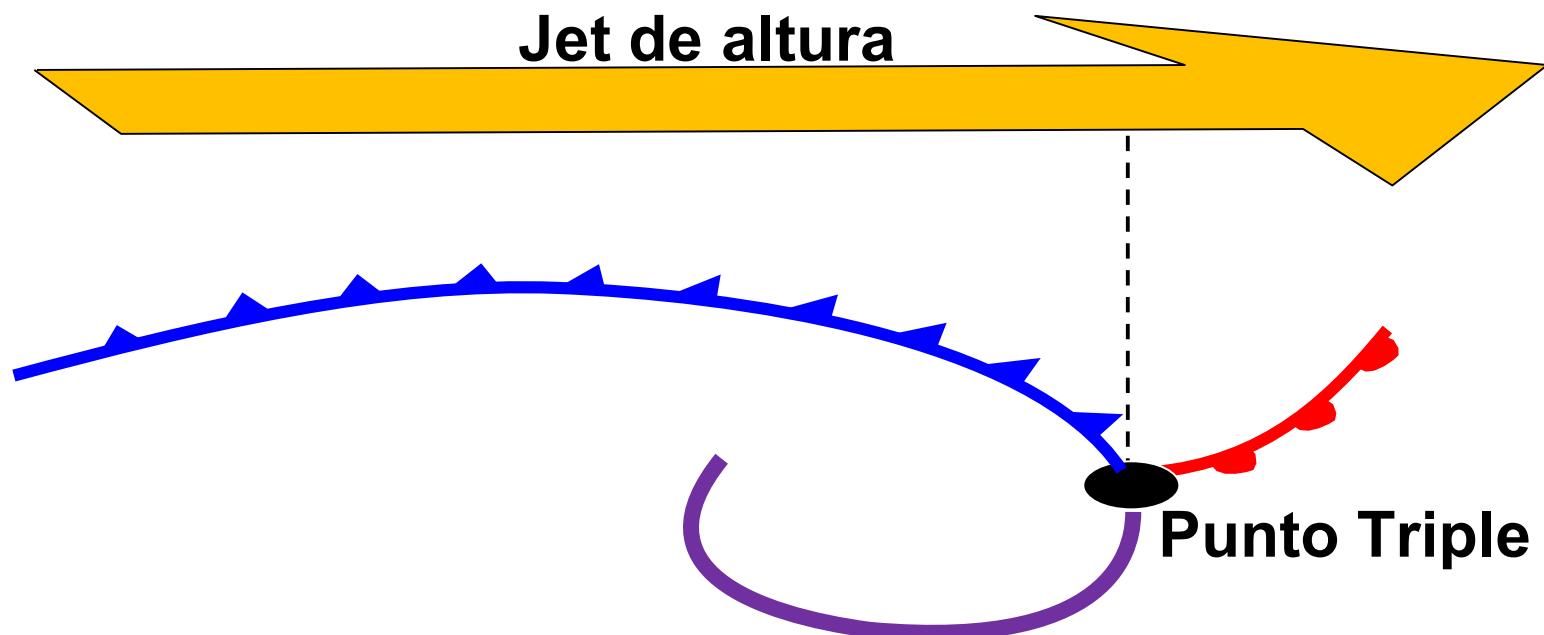


Hoja Baroclínica  
Presencia de ondas frontales

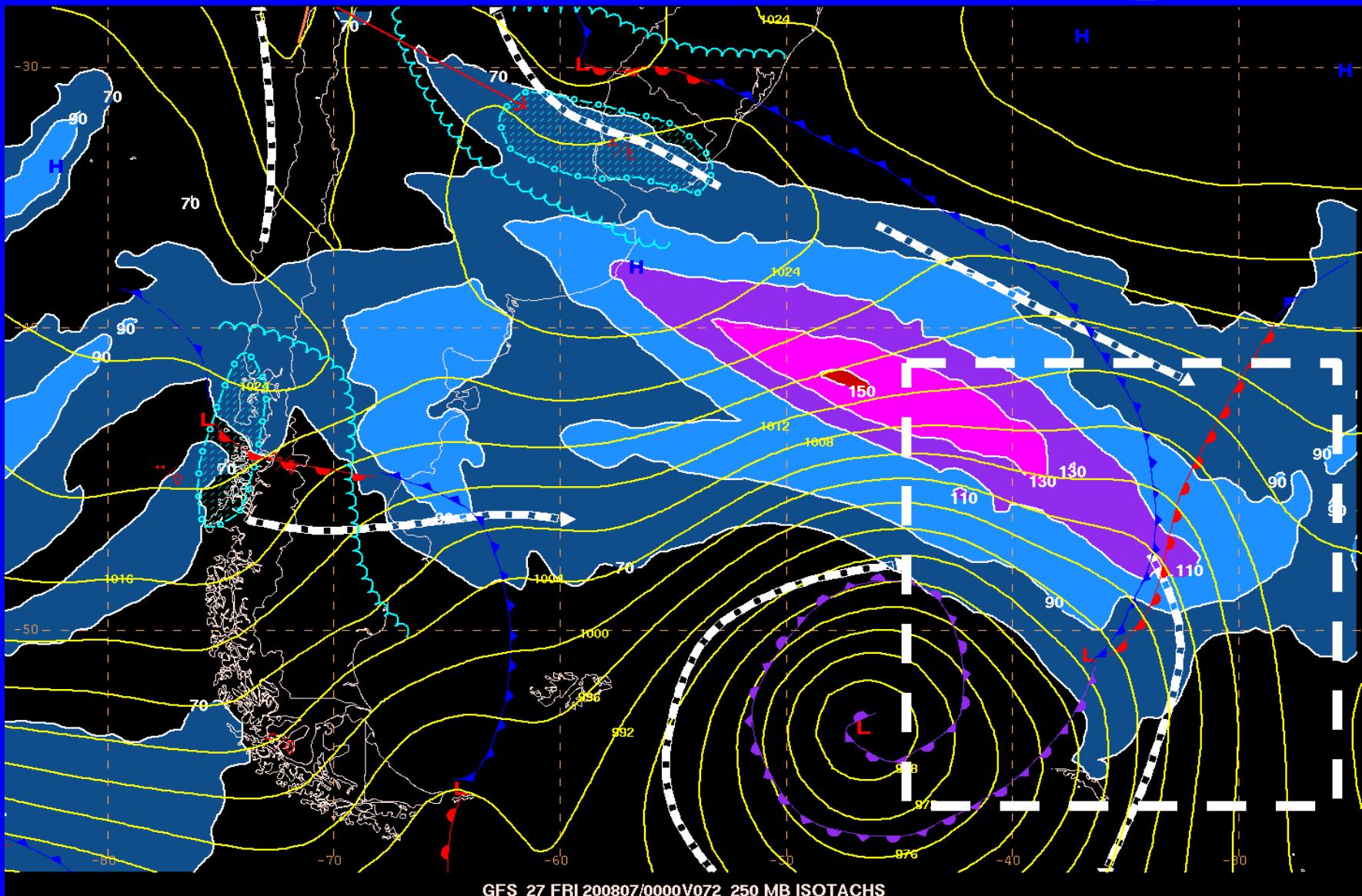


# Oclusión (o frente ocluido)

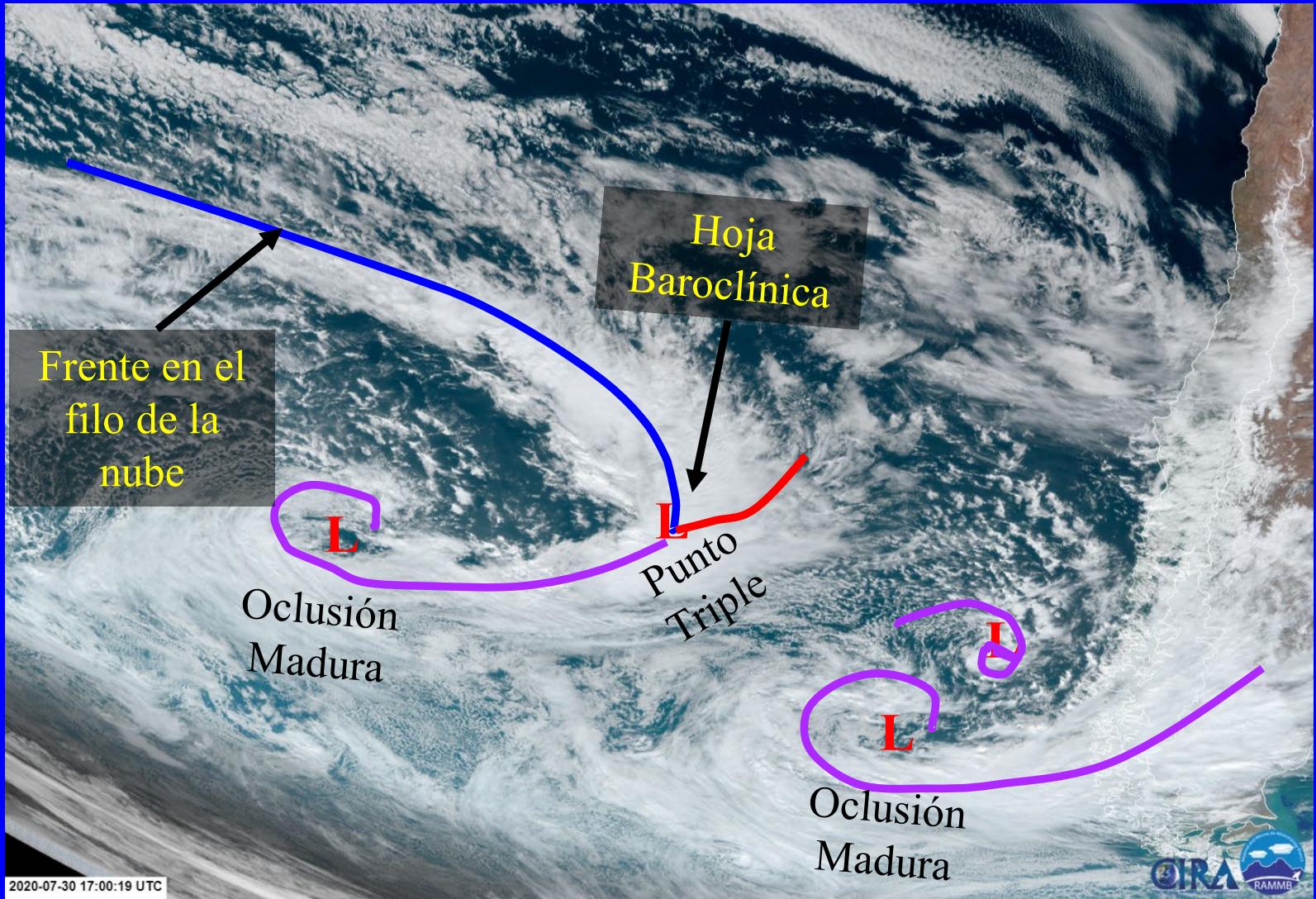
- Frente que se forma donde el frente frío alcanza al cálido. El punto donde se intersectan los tres frentes se llama punto triple.
- La oclusión ocurre en la fase madura de una onda frontal.
- El punto triple siempre está delante de la oclusión, y suele estar debajo de un chorro de altura.



# Corriente en Chorro: Determinación del Punto Triple

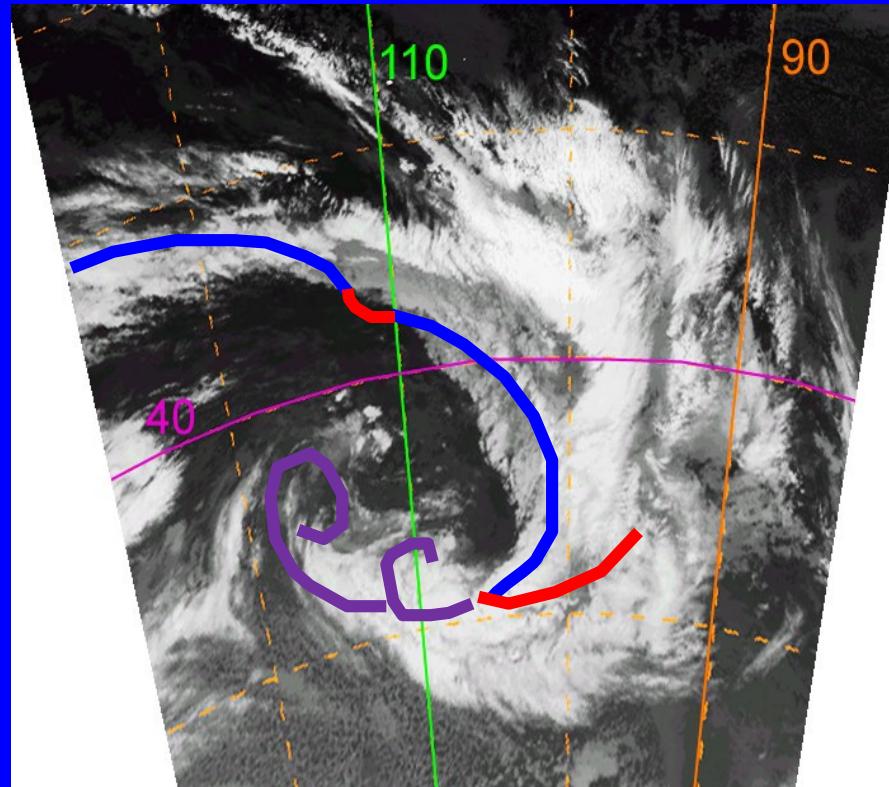


# Aplicación : Imagen GeoColor

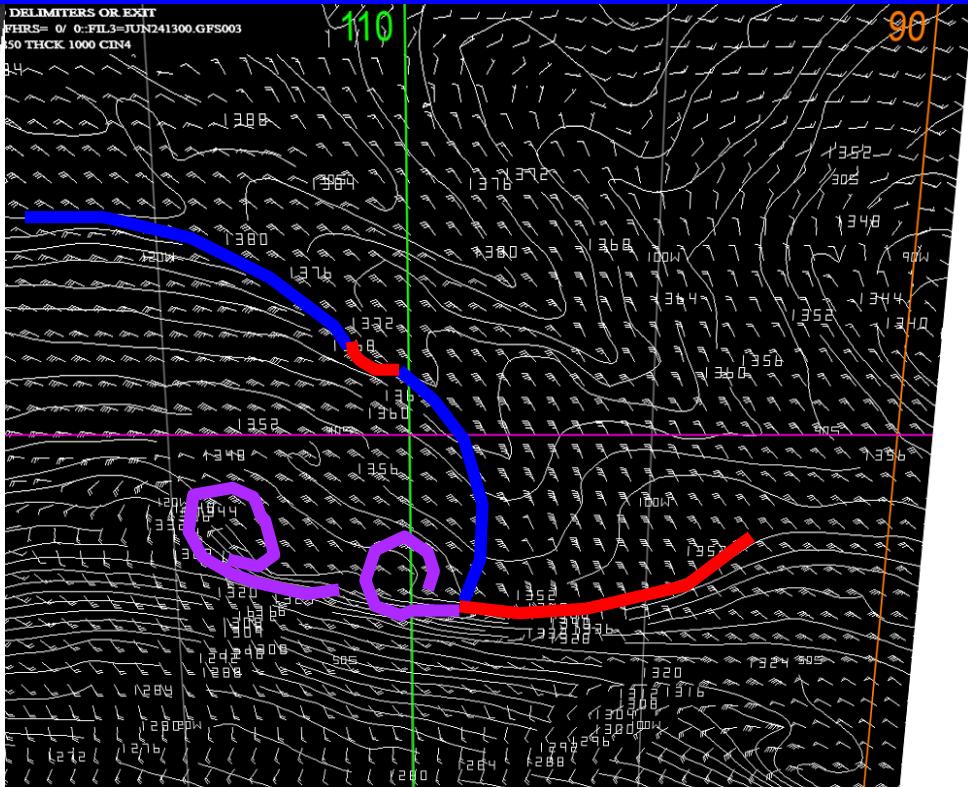


# Oclusión: Ejemplo

Imagen infrarroja

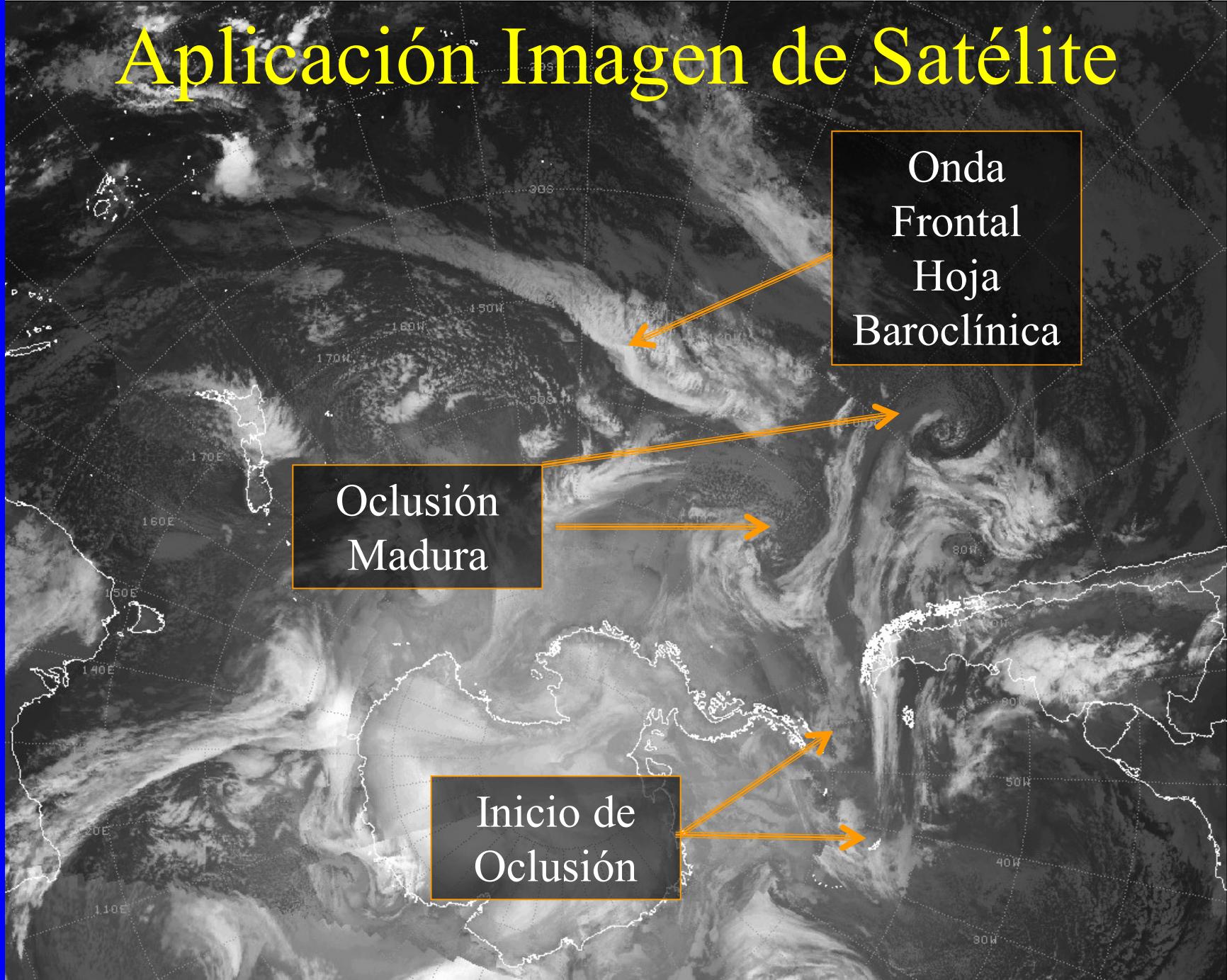


Espesor 1000-850 hPa y vientos

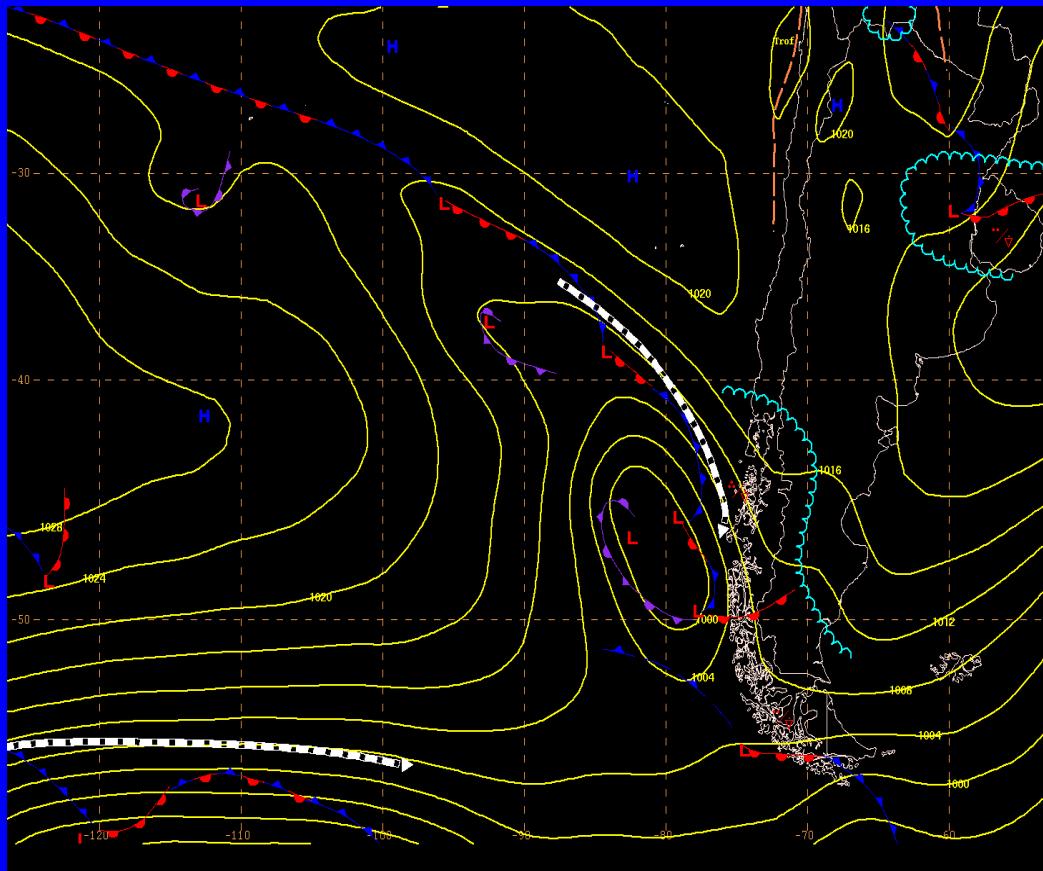


Nube "Coma" es  
caracteristico de un frente  
oculado.

# Aplicación Imagen de Satélite

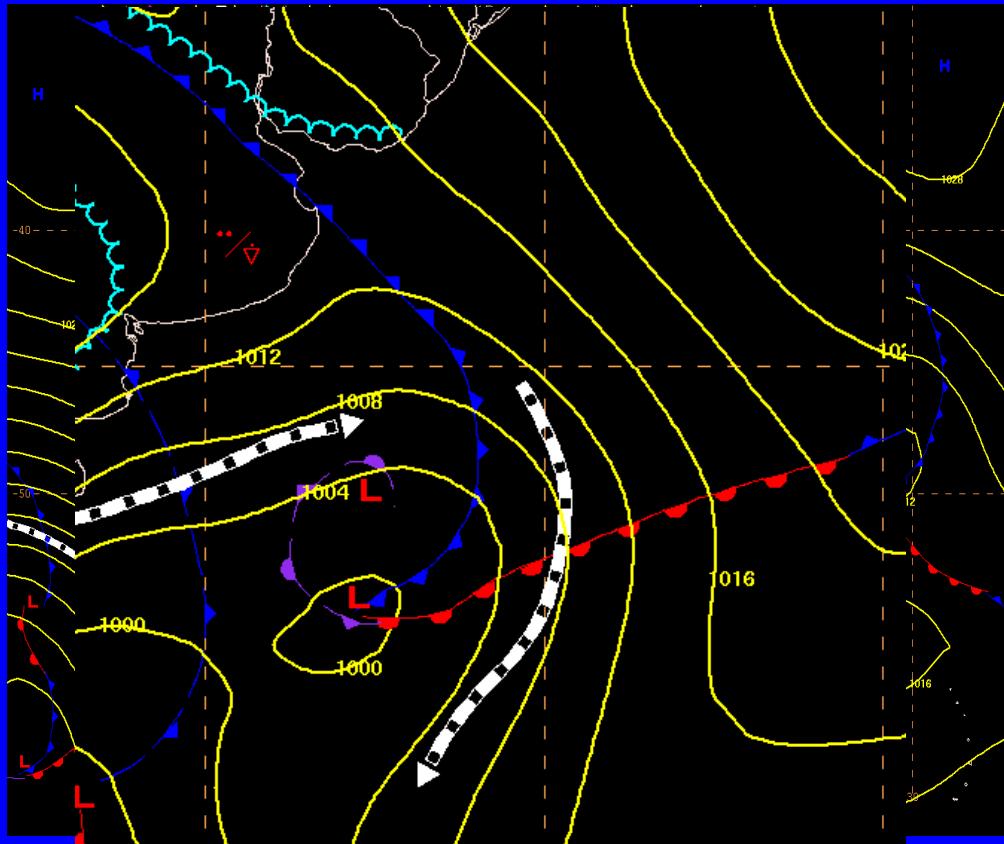


# Vaguada Polar – Orientación Positiva



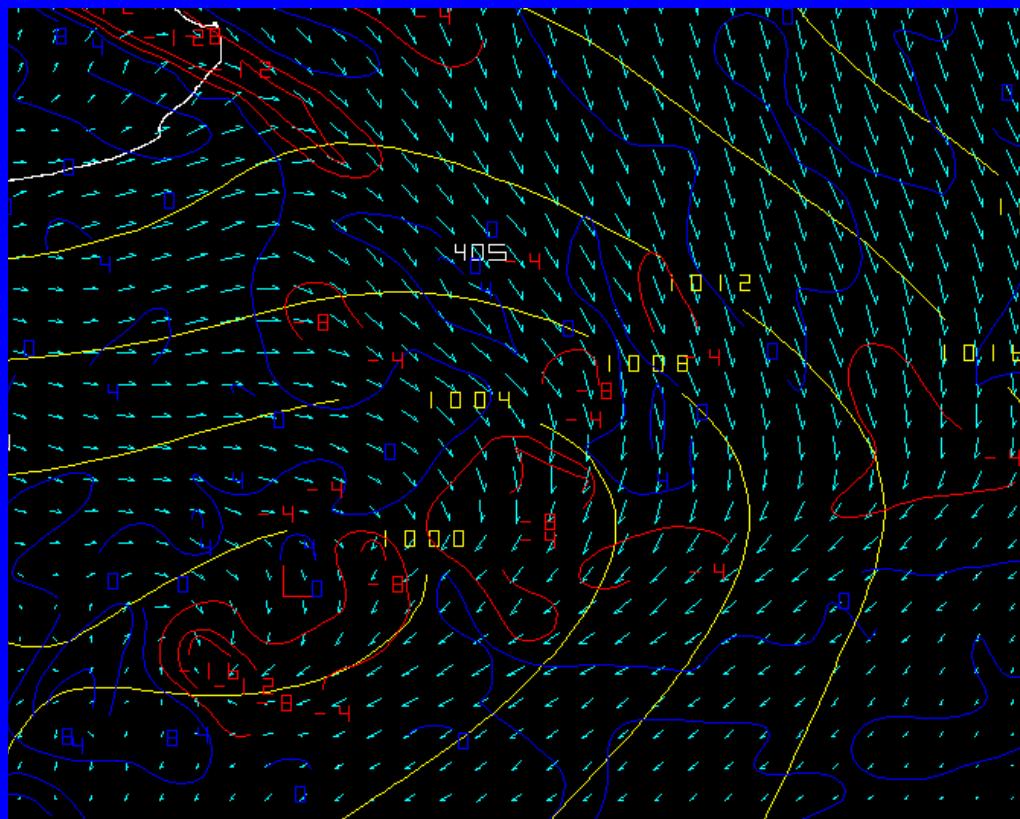
- Este tipo es la mas común
  - Se orienta de SE a NO
  - Tiempo mas significante típicamente precede el frente

# Vaguada Polar – Orientación Negativa



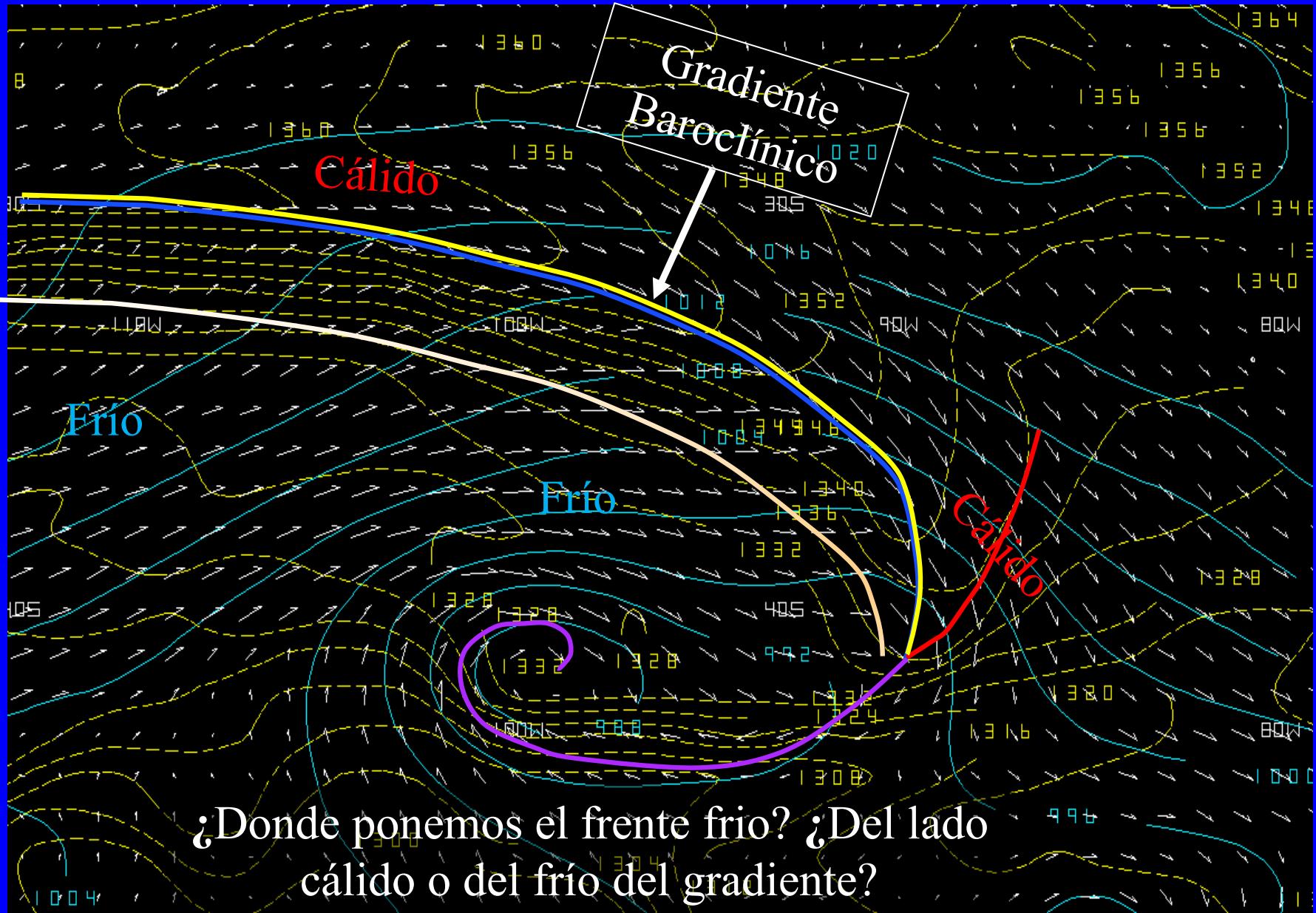
- Este tipo no es tan frecuente como la positiva
  - Se orienta de SO a NE
  - Tiempo mas significante se envuelve alrededor de la baja ocluida
  - Humedad forzada a ascender dinamicamente

# Vaguada Polar Orientación Negativa

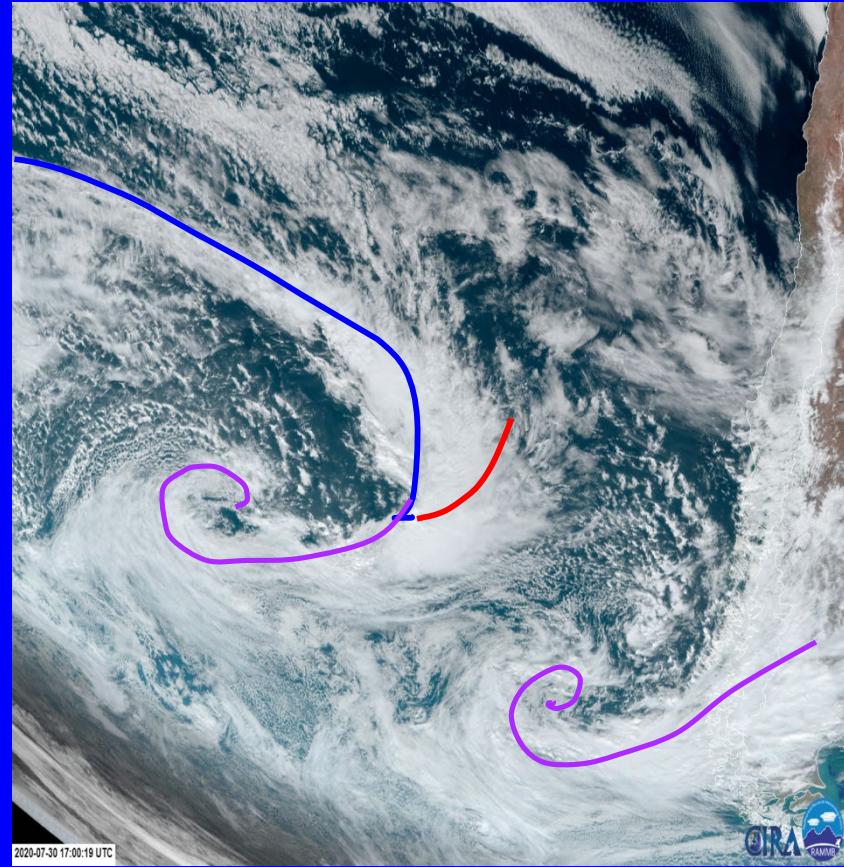
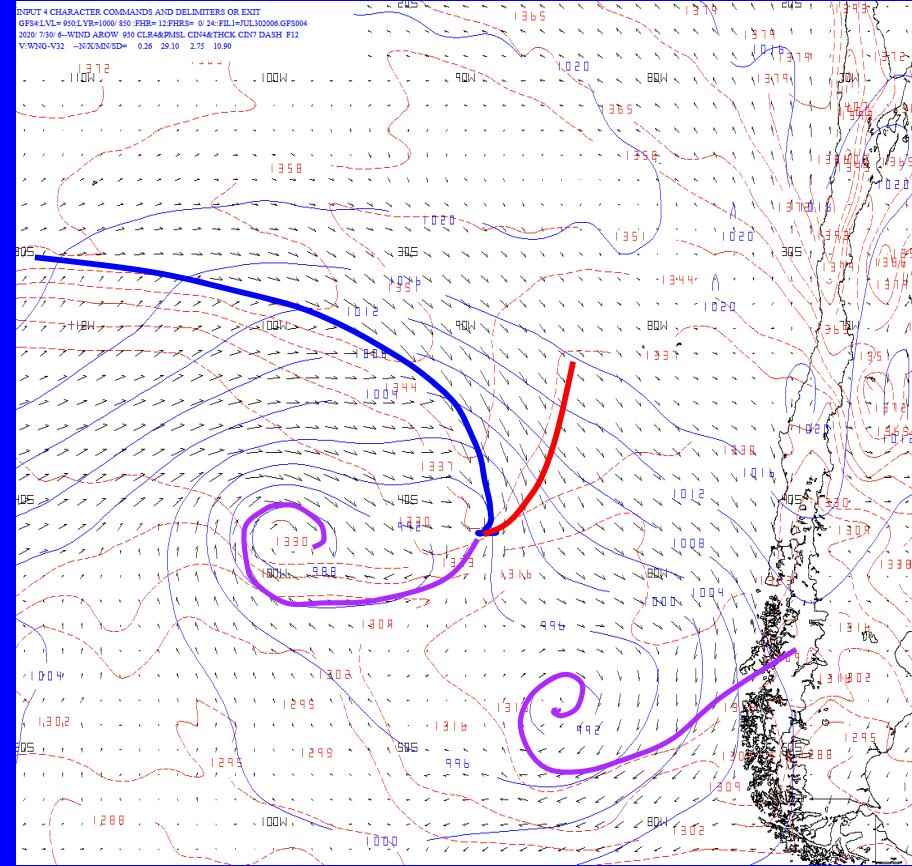


- La convergencia del transporte de agua, en rojo, confirma la severidad del evento con relación a la baja ocluida

# Análisis Frontal: PMS-Espesor 1000-850 hPa y Vientos



# Análisis de Bajo Nivel vs. Imagen de Satélite



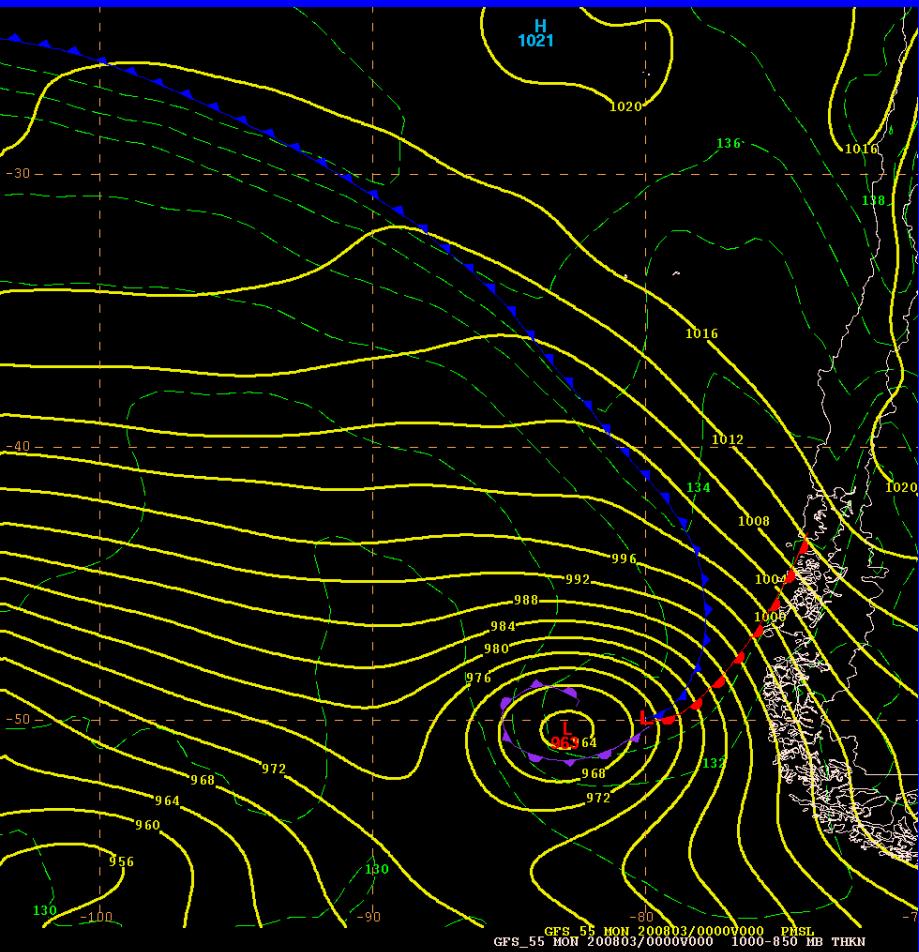
# Poll Question 2

Seleccione todas las que aplican  
(Select all that apply)

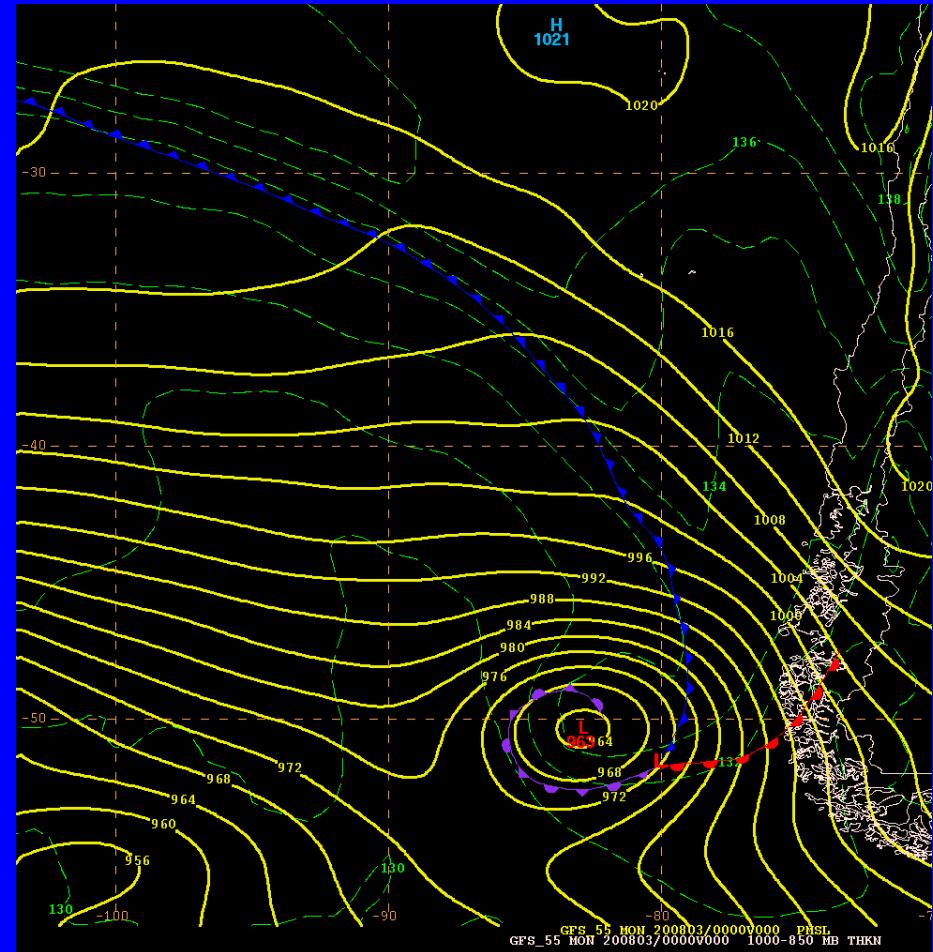
- Frentes separan masas de diferente densidad
  - Barotrópico implica advección de temperatura
- Baroclínico implica advección de temperatura
- Frente llano en los trópicos, use el espesor de 1000-850
  - Frente llano en los trópicos, use el espesor de 1000-500

# Encuesta 3

¿Cuál representa la posición correcta del frente?



A. Es correcta?



B. Es correcta?

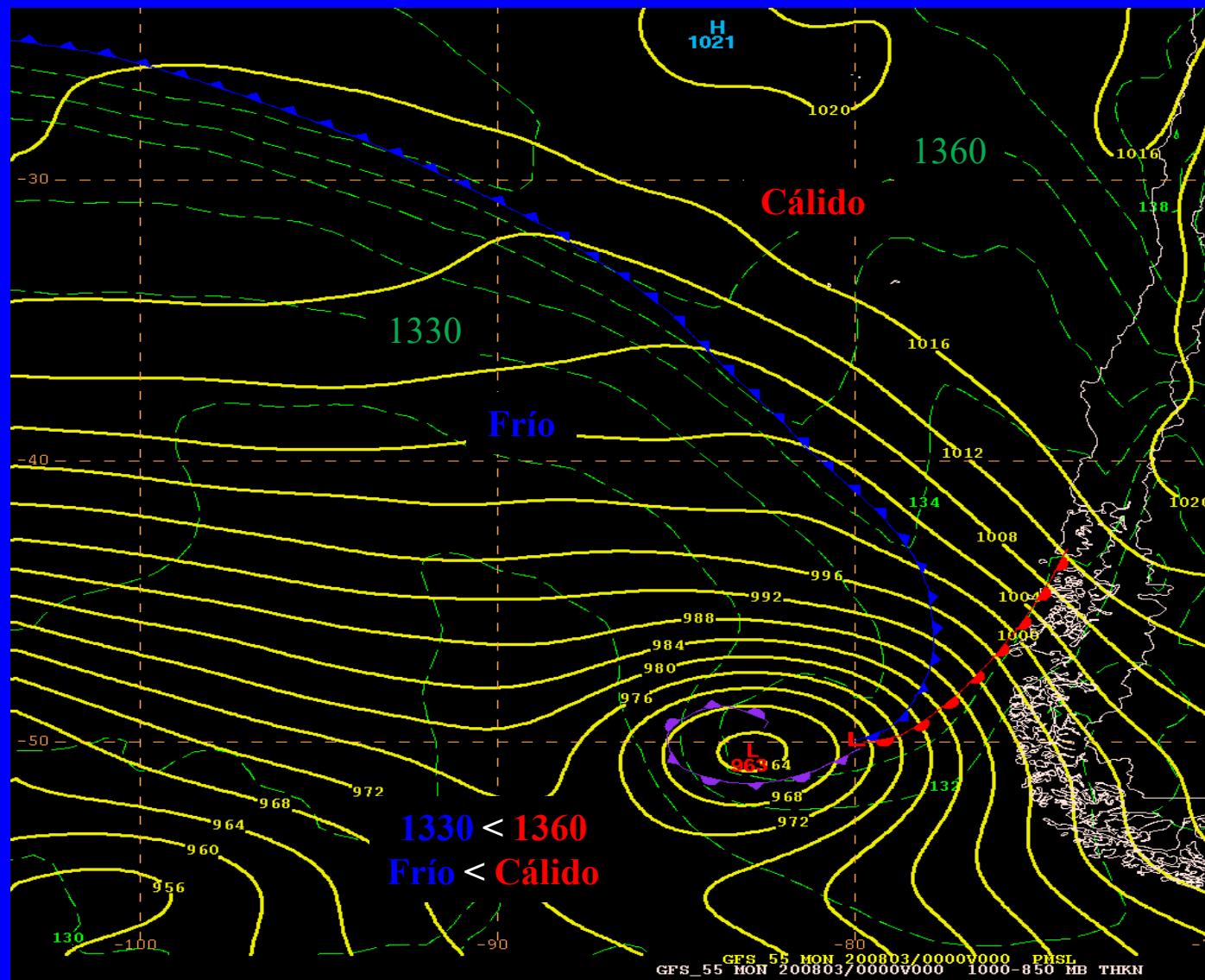
# Poll Question 3

## ¿Cuál representa la posición correcta del frente?

*(seleccione la correcta/select one)*

- A es correcta
- B es correcta
- Ambas son incorrectas
- Ambas son correctas
- NPI (No Puedo Identificarlo)

**“A” es la posición correcta del frente**



# Análisis de Frente Frío

- $\Delta T$ 
  - Cae la temperatura subsiguiente al paso
    - Excepción: Patagonia Argentina
- $\Delta P$ 
  - Cae la presión al acercarse la vaguada frontal
  - Aumenta al entrar la alta polar/masa mas densa
- $\Delta T_d$ 
  - $T_d \geq 18C$  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

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

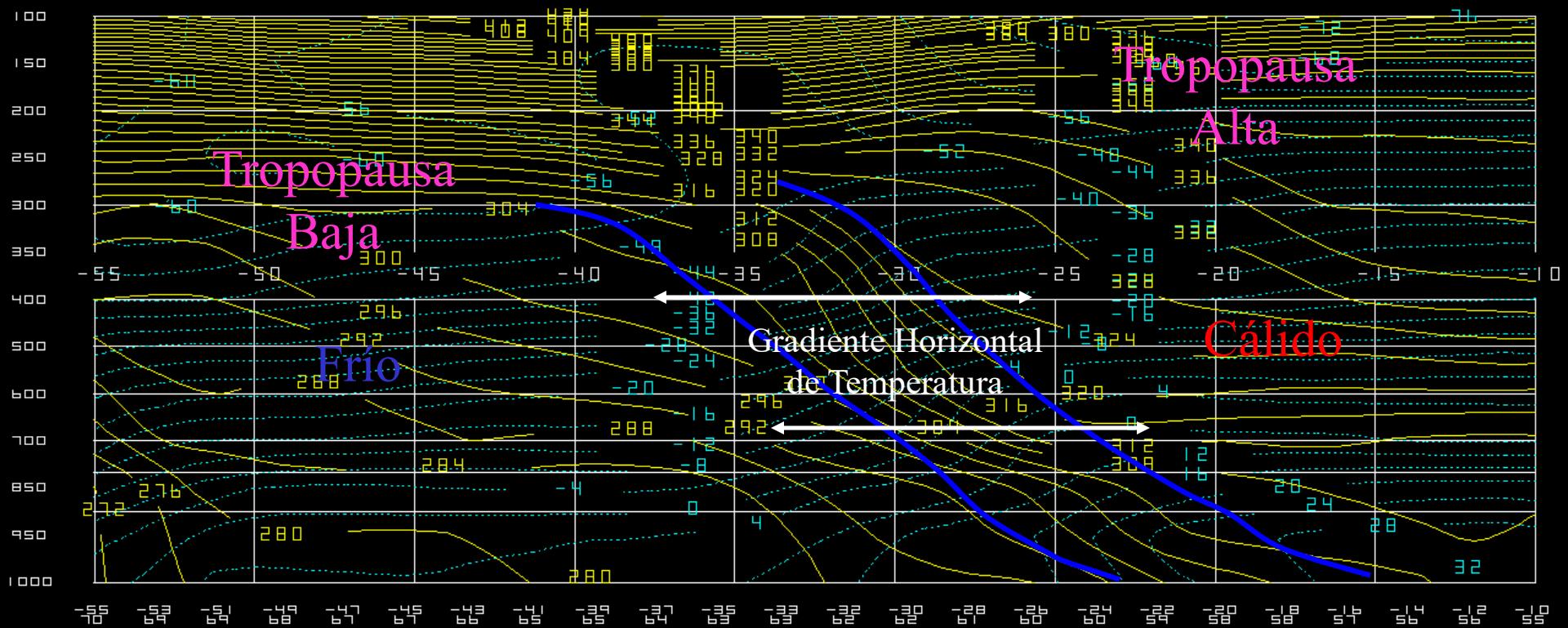
### 3. Estructura Vertical de un Frente

# Estructura Vertical de un Frente

- Un frente polar, de capa profunda troposférica, es uno que tiene apoyo fuerte en niveles medios/superiores.
  - Espesura 1000-500 hPa lo denota bien
- Un frente llano es uno que no tiene apoyo en niveles medios/superiores.
  - Espesura de 1000-850 hPa lo denota mejor
- *Frentes que entran en los trópicos típicamente no tienen mucho apoyo en altura, se aprecian en la capa 1000-850*

# Estructura Vertical Temperatura y Temperatura Potencial

GFS3:Lat/Lon 55S/ 70W=> 10S/ 55W: FHR= 24:FHRs= 0/ 24::FIL3=AUG121300.GFS003  
2013/ 8/12/ 0--THTA CIN4& TEMP CIN4 DOTS& ANIM



Cuando sobreponemos TEMP y THTA, las casillas en la intersección denotan la estructura vertical del frente

# Frente a las 24 hrs (Profundo gradiente baroclínico)

## Temperatura Potencial y Temperatura Equivalente Potencial.

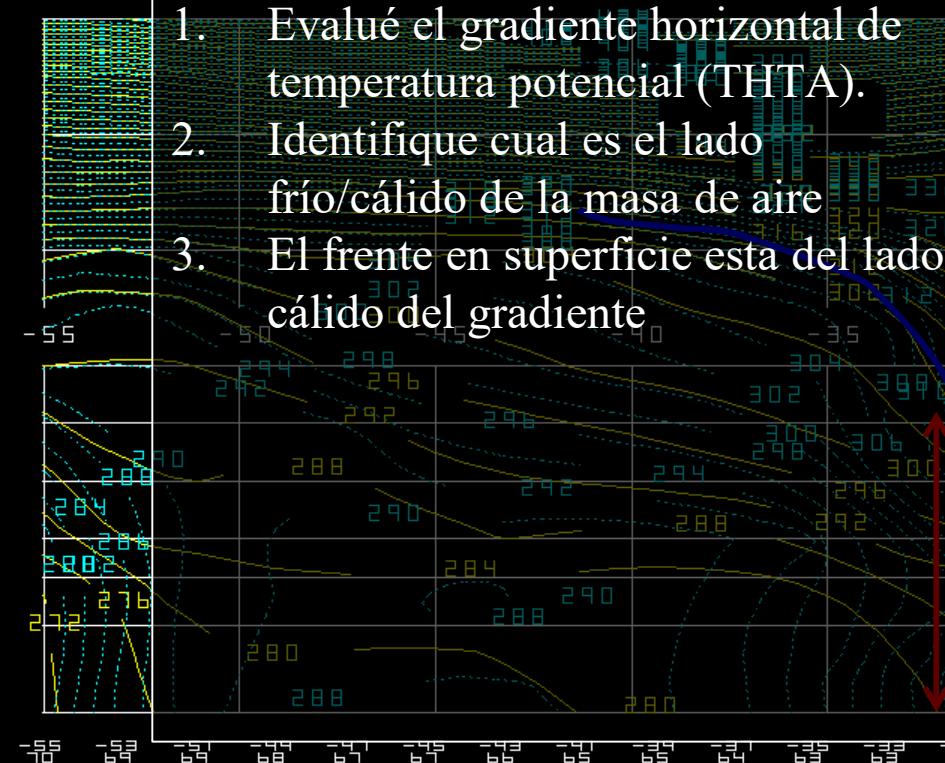
GFS3:Lat/Lon 55S/ 70W=> 10S/ 55E  
W\_FHR= 24: FHR\_S= 0/24: FIL3=AUG121300.GFS003  
2013/ 8/12/ 0-THTE CIN2 DOTS CLOUDS CONV ANIM

### Frente:

1. Evalué el gradiente horizontal de temperatura potencial (THTA).
2. Identifique cual es el lado frío/cálido de la masa de aire
3. El frente en superficie esta del lado cálido del gradiente

### Inestabilidad Convectiva:

1. Evalué el perfil vertical de temperatura equivalente potencial (THTE)
2. Si THTE disminuye con la altura, la columna esta convectivamente inestable.
3. Si THTE aumenta con la altura, la columna esta convectivamente estable.



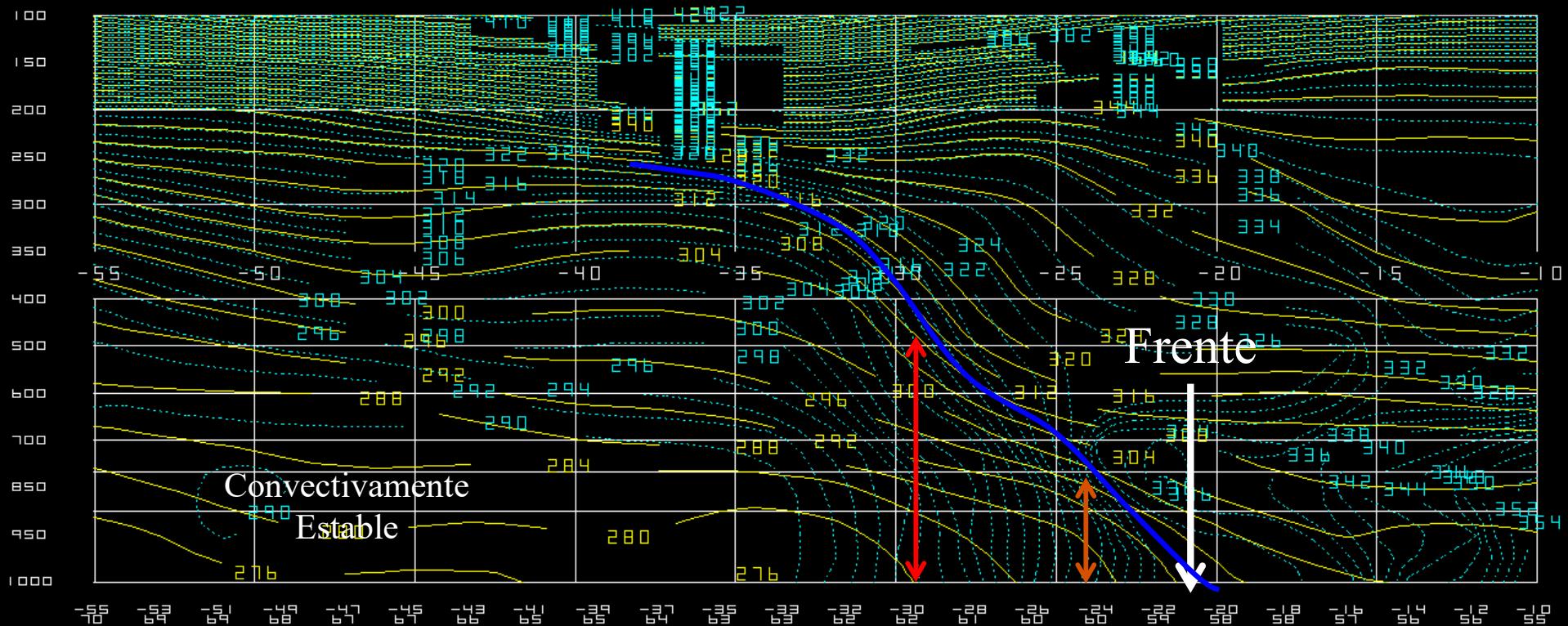
Frente

Profundo frente se define en el espesor de 1000-850 y en 1000-500 hPa

# Frente a las 36 hrs (Profundo gradiente baroclínico)

Temperatura Potencial y Temperatura Equivalente Potencial.

GFS3:Lat/Lon 55S/ 70W=> 10S/ 55W:FHR= 36:FHRS= 0/ 24::FIL3=AUG121300.GFS003  
2013/ 8/12/ 0-THTC CIN2 DOTS CLR1&THTA CIN4 CLR2&ANIM

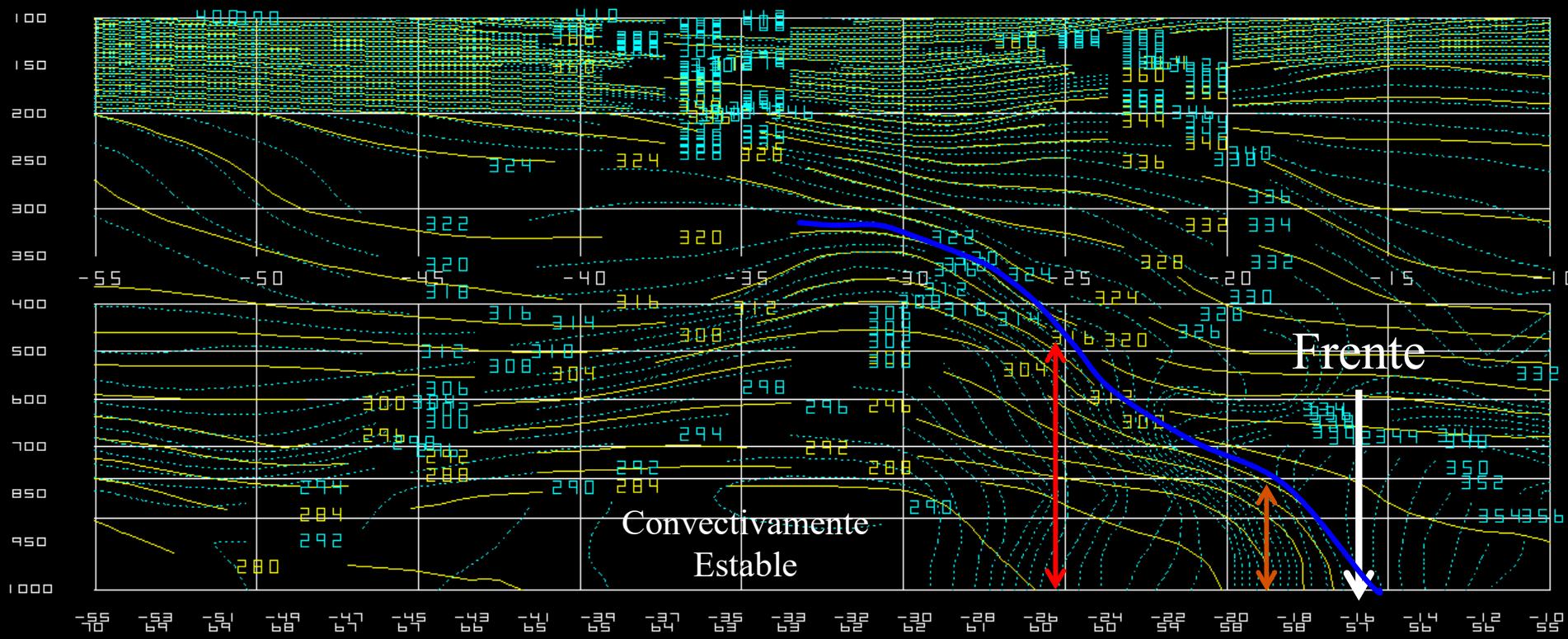


Profundo frente se define en el espesor  
de **1000-850** y en **1000-500** hPa

# Frente a las 48 hrs (Profundo gradiente baroclínico)

Temperatura Potencial y Temperatura Equivalente Potencial.

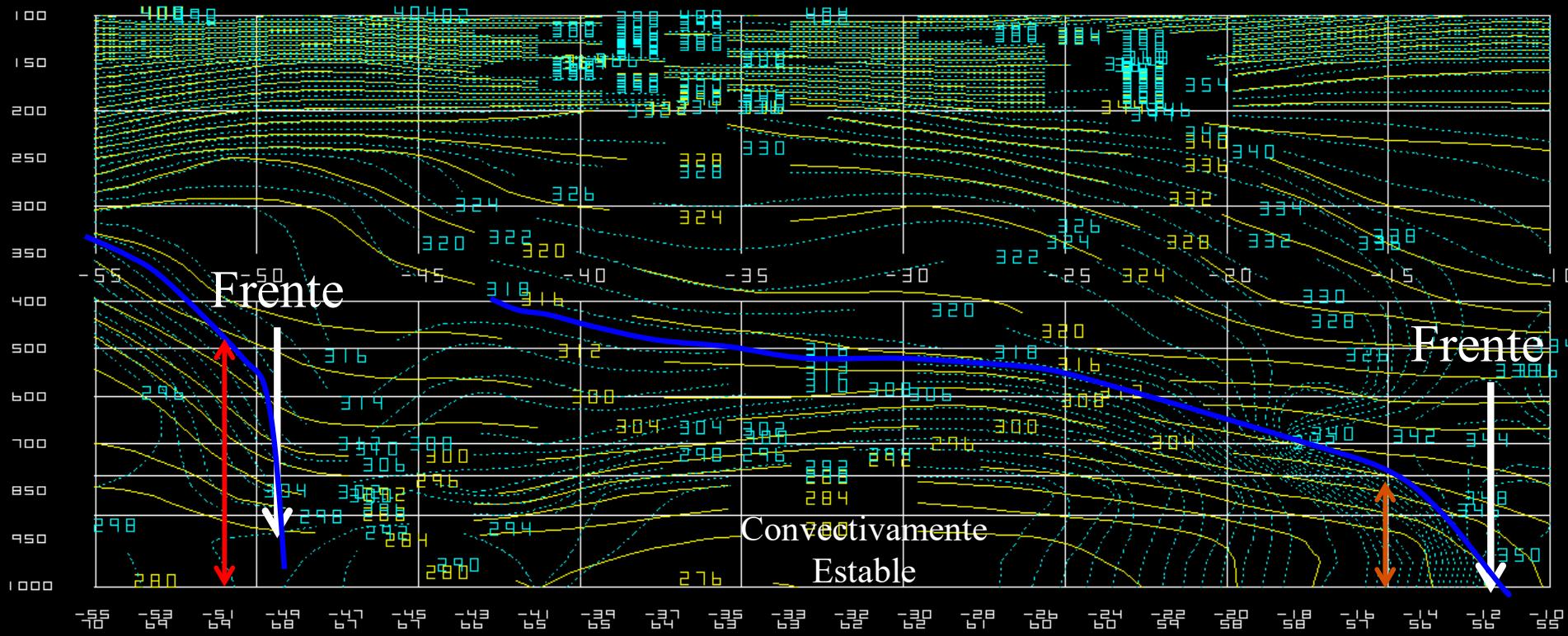
GFS3:Lat/Lon 55S/ 70W=> 10S/ 55W:FHR= 48:FHRS= 0/ 24::FIL3=AUG121300.GFS003  
2013/ 8/12/ 0-THTC CIN2 DOTS CLR1&HTA CIN4 CLR2&ANIM



Profundo frente se define en el espesor  
de **1000-850** y en **1000-500** hPa

## Frente a las 60 hrs (llano el gradiente baroclinico)

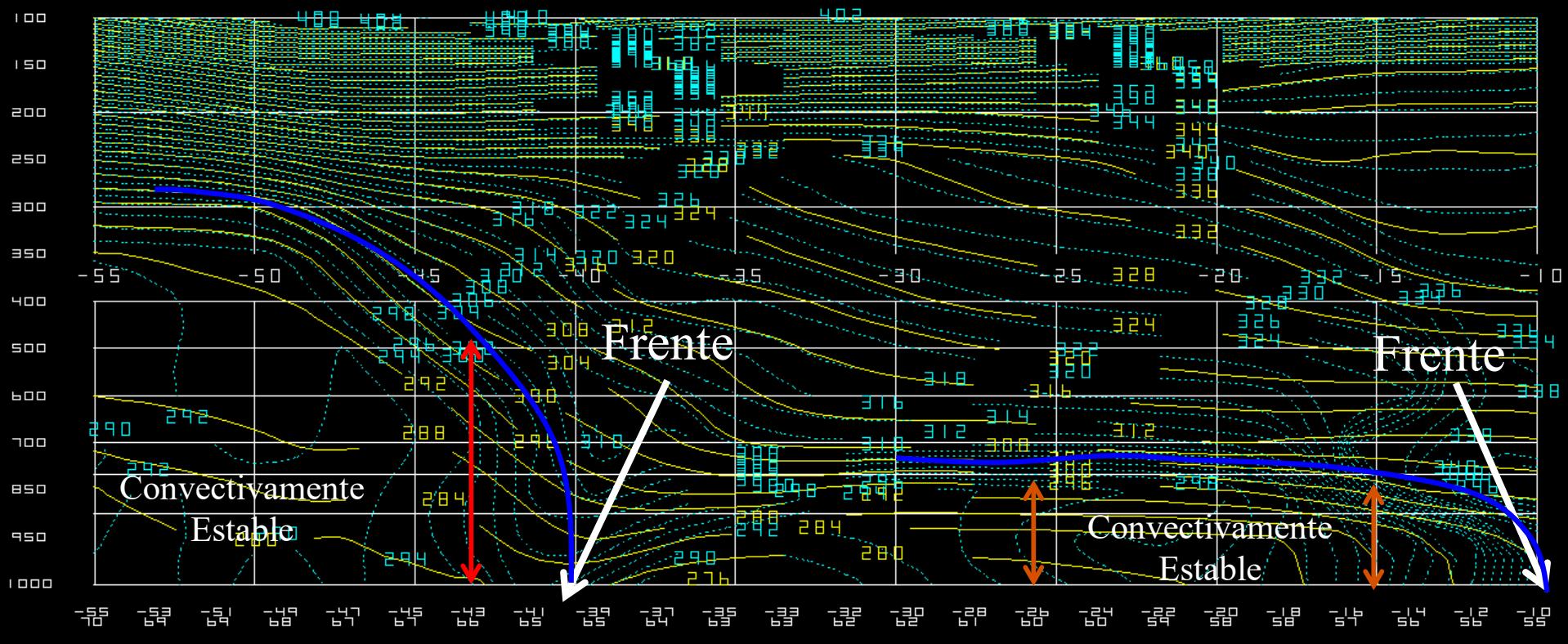
GFS3:Lat/Lon 55S/ 70W=> 10S/ 55W:FHR= 60:FHRS= 0/ 24::FILE3=AUG121300.GFS003  
2013/ 8/12 0-1THT CIN2 DOTS CLR1&HTA CIN4 CLR2&ANIM



Frente llano que se define en el espesor de **1000-850**, pero no muy bien en 1000-500 hPa

# Frente en disipación a las 84 hrs (llano el gradiente baroclínico). Profundo frente sigue

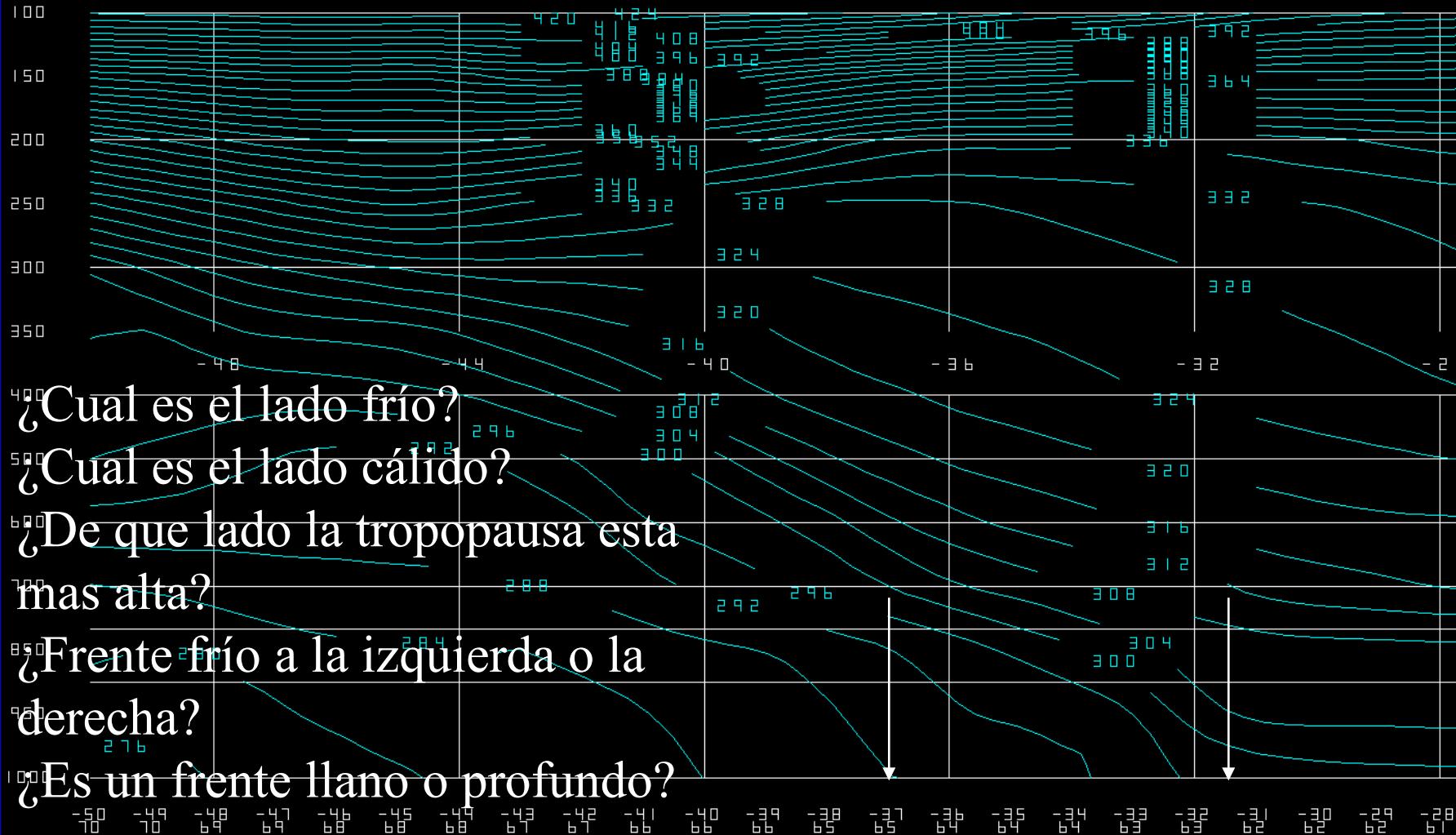
GFS3:Lat/Lon 55S/ 70W=> 10S/ 55W: FHR= 84:FHRS= 0/ 24::FIL3=AUG121300.GFS003  
2013/ 8/12/ 0-THTC CIN2 DOTS CLR1&THTA CIN4 CLR2&ANIM



Frente llano se define en el espesor de 1000-850, pero no entre 1000-500 hPa

# Encuesta 4 (Poll 4)

INPUT 4 CHARACTER COMMANDS AND DELIMITERS OR EXIT  
GFS4:Lat/Lon 50S/ 70W=> 25S/ 60W :FHR= 48:FHRS= 0/ 24::FIL1=AUG042000.GFS004  
2020/ 8/ 4/ 0--THTA CIN4



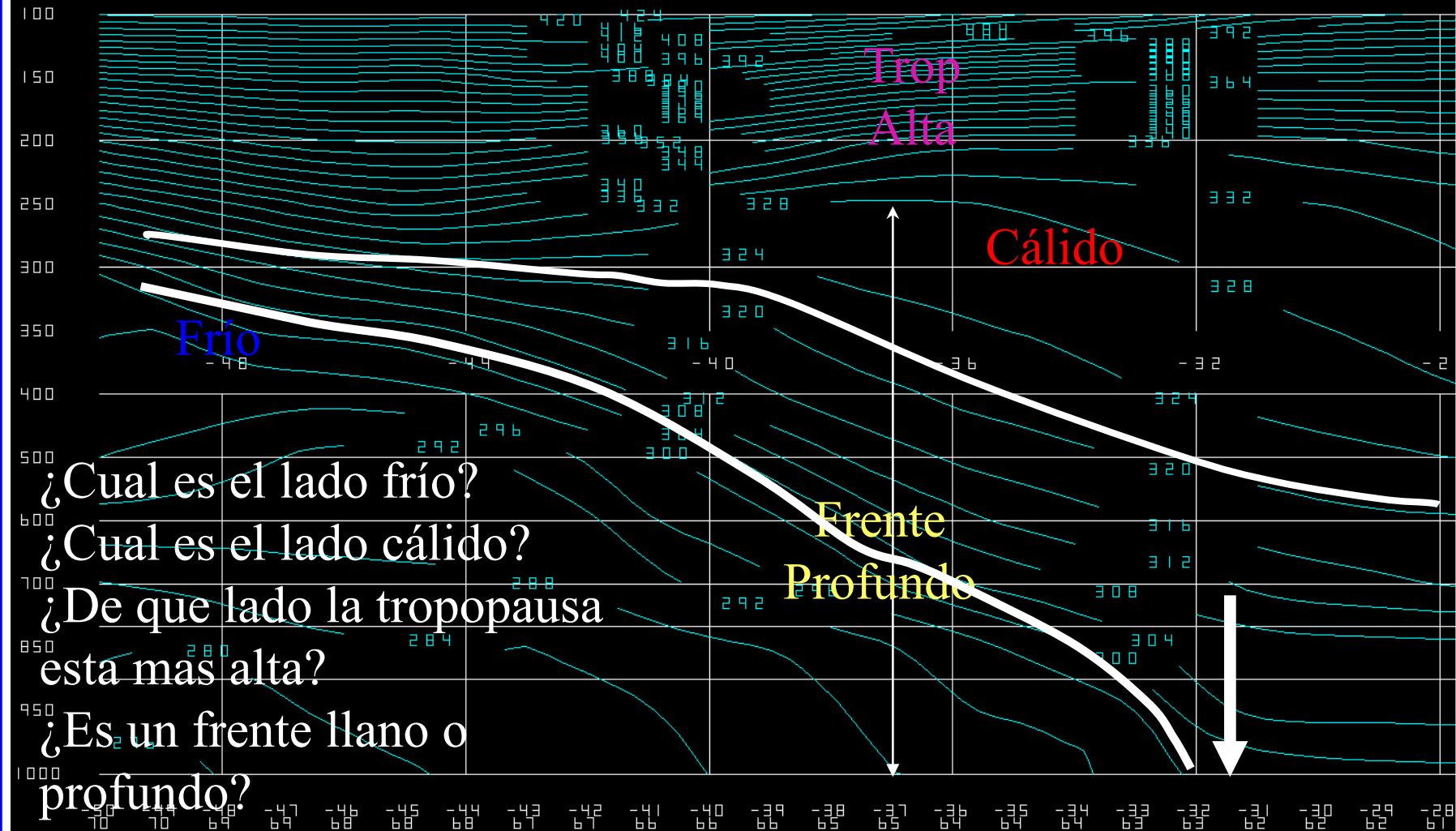
# Poll Question 4

Seleccione todas las que aplican  
(Select all that apply)

- El lado izquierdo es el frío
  - La tropopausa mas alta del lado izquierdo
- El lado derecho es el cálido
  - El frente en superficie esta a la izquierda
  - Este es un frente llano

# Encuesta 4 (Poll 4 Review)

INPUT 4 CHARACTER COMMANDS AND DELIMITERS OR EXIT  
GFS4:Lat/Lon 50S/ 70W=> 25S/ 60W :FHR= 48:FHRS= 0/ 24::FIL1=AUG042000.GFS004  
2020/ 8/ 4/ 0--THTA CIN4



# 4. Herramientas Disponibles

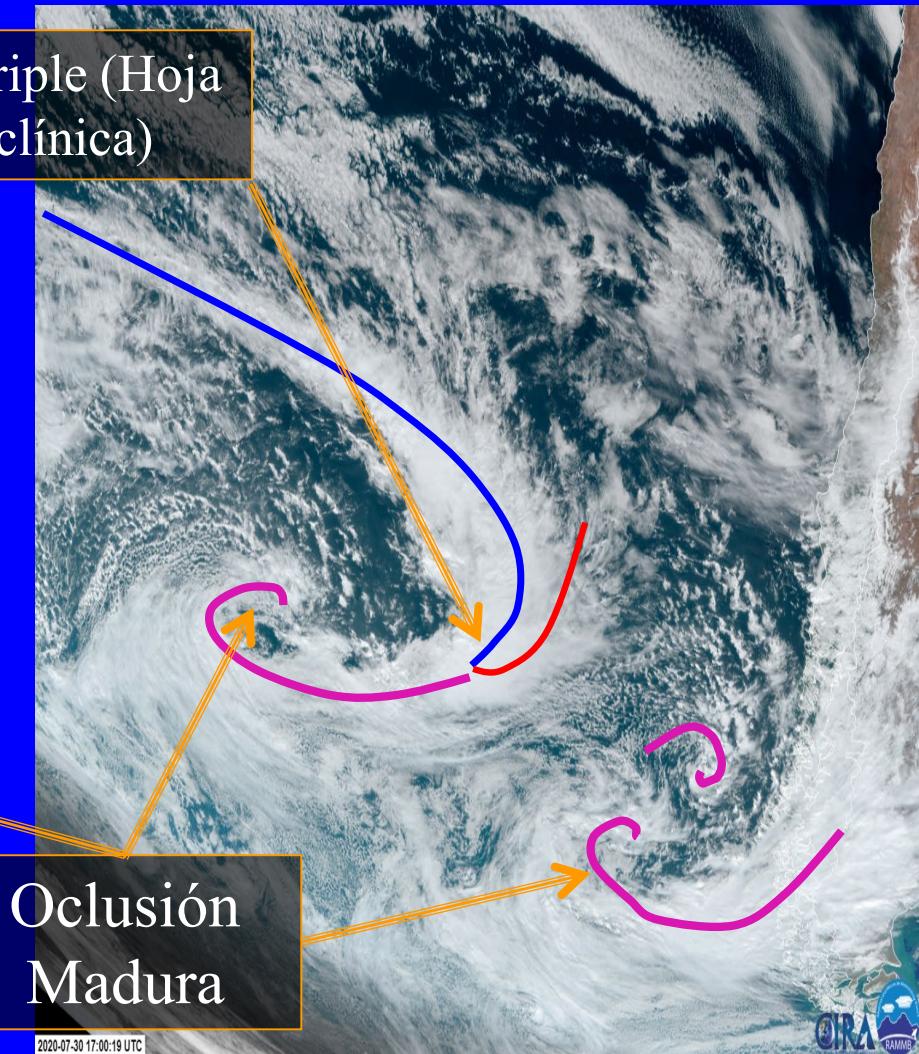
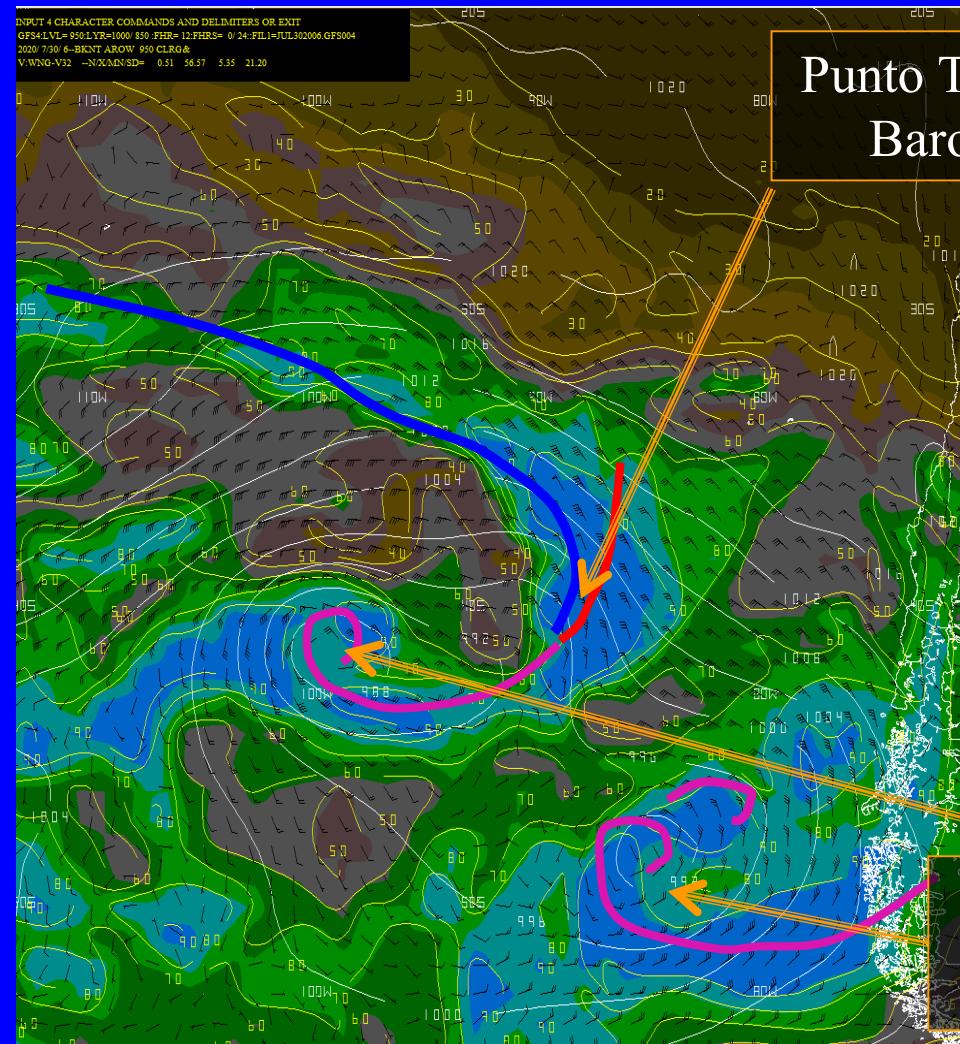
# Herramientas Disponibles

- Humedad Relativa en la Columna
- Temperatura Equivalente Potencial
- Macro “Front”

# 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 **RH > 60%** se observan nubes
  - Propiedad semiconservativa que tiende a seguir/acompañar un sistema según este evoluciona

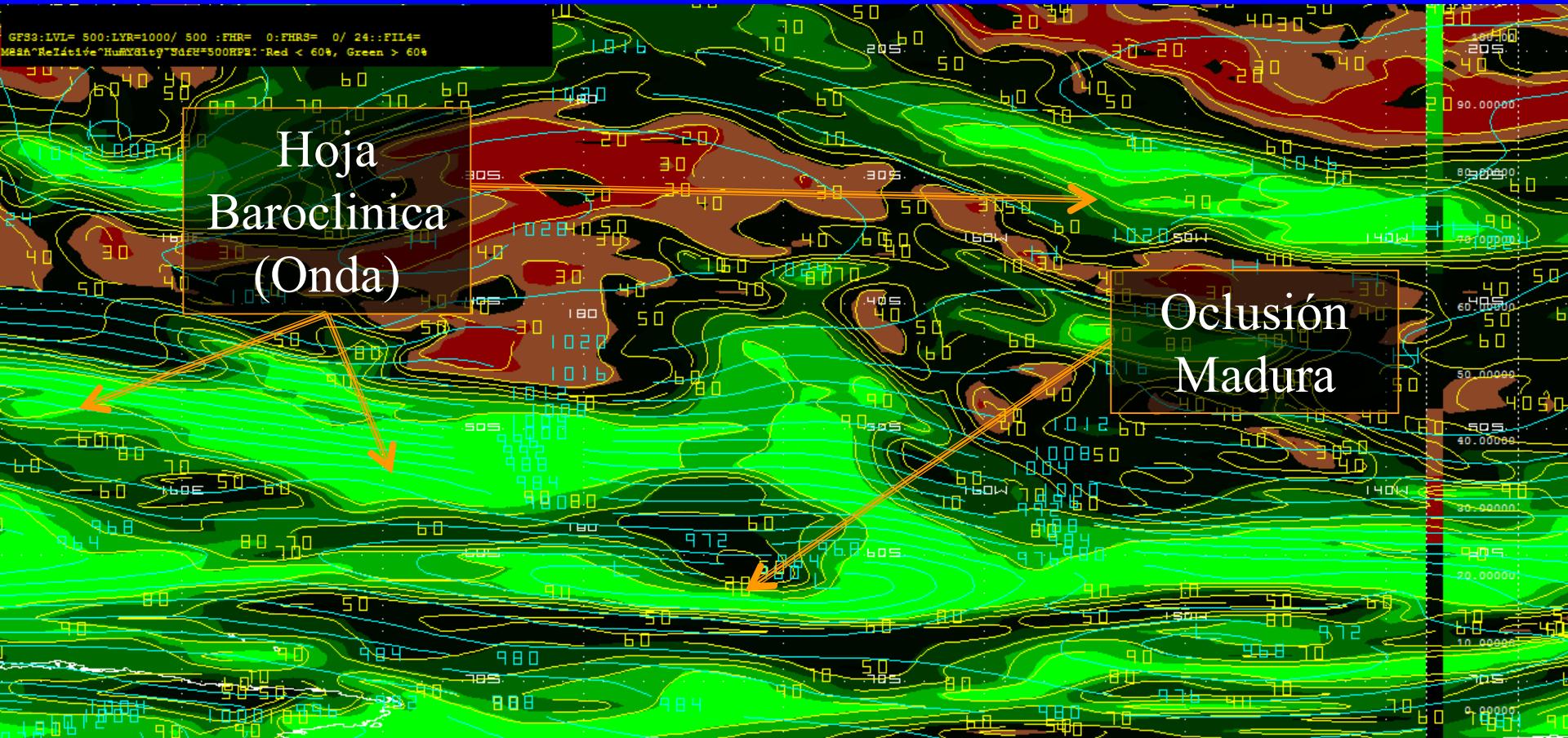
# Humedad Relativa en la Columna



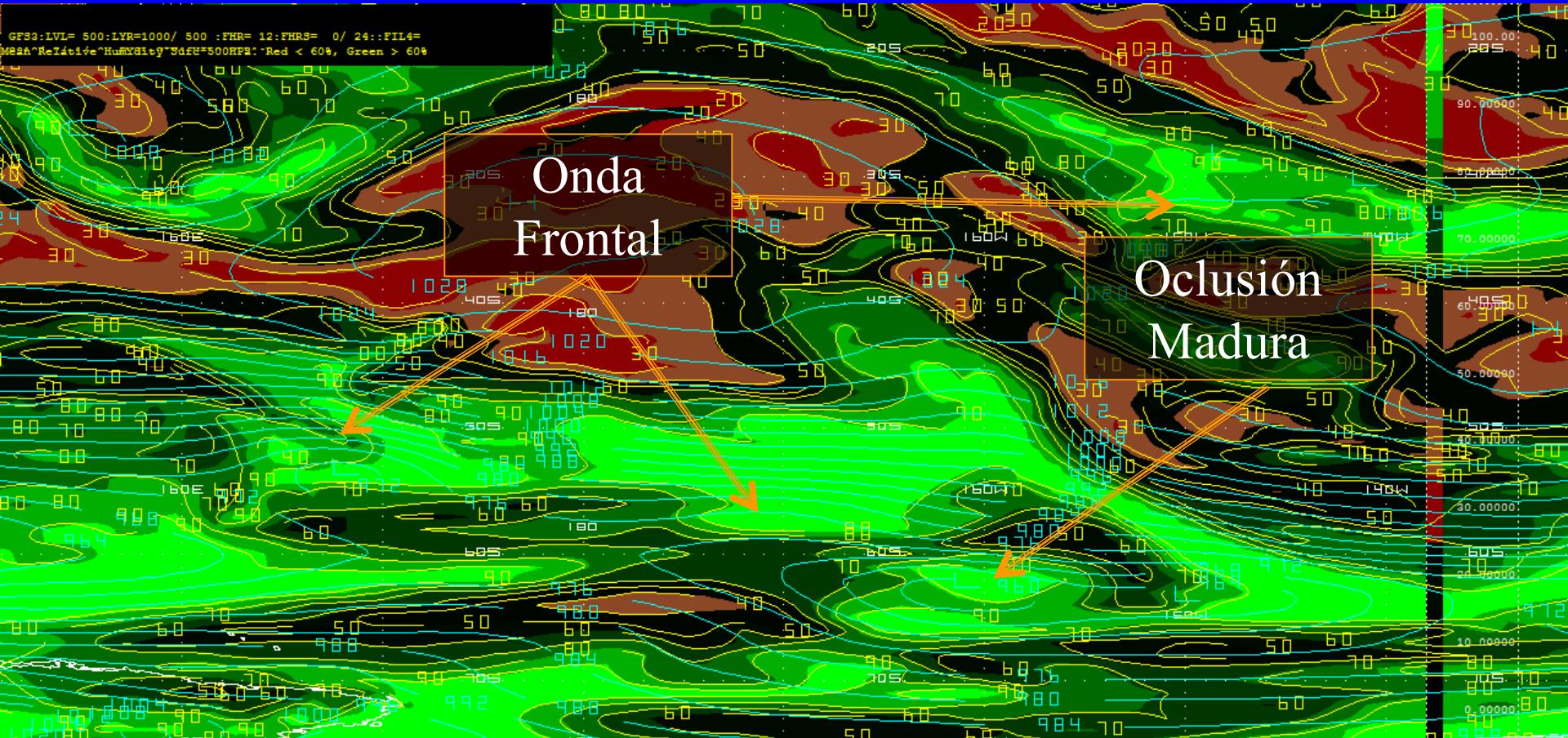
HR Spf-400 hPa, PMSL, Vientos

Imagen Geocolor

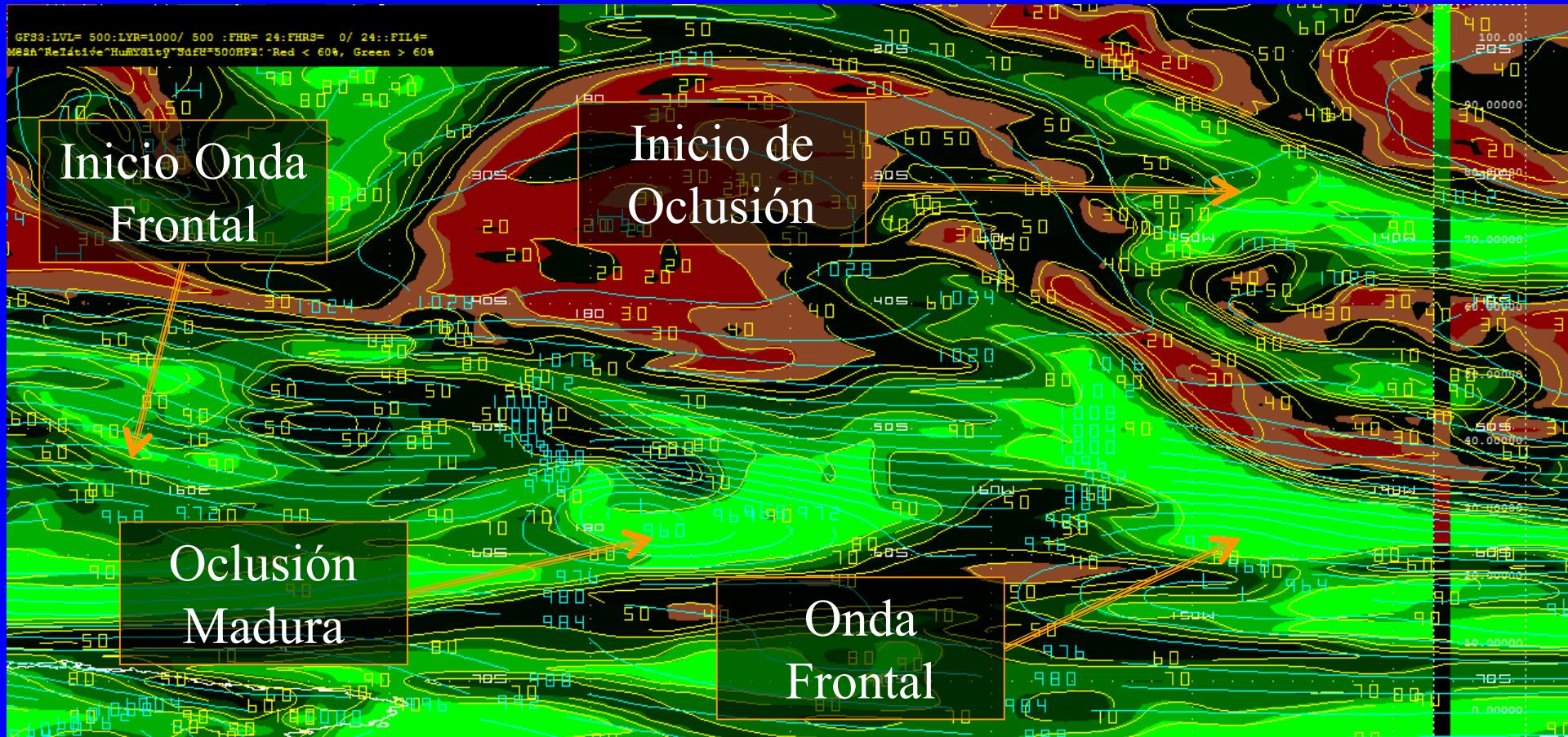
# Onda Frontal y Oclusión Madura



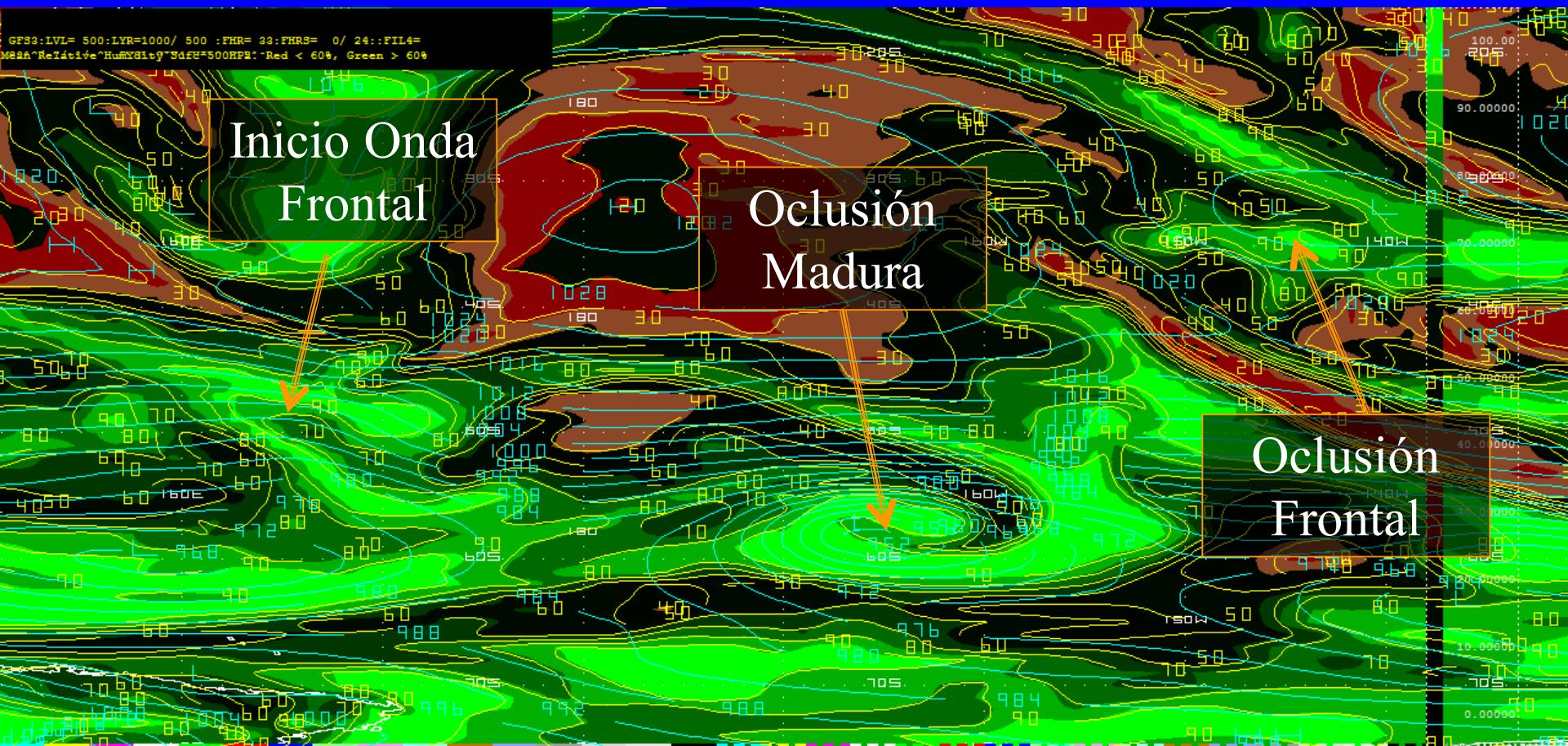
# Onda Frontal y Oclusión Madura



# Inicio de Oclusión y Onda Frontal



# Punto Triple y Oclusión Formada Inicio de Onda Frontal



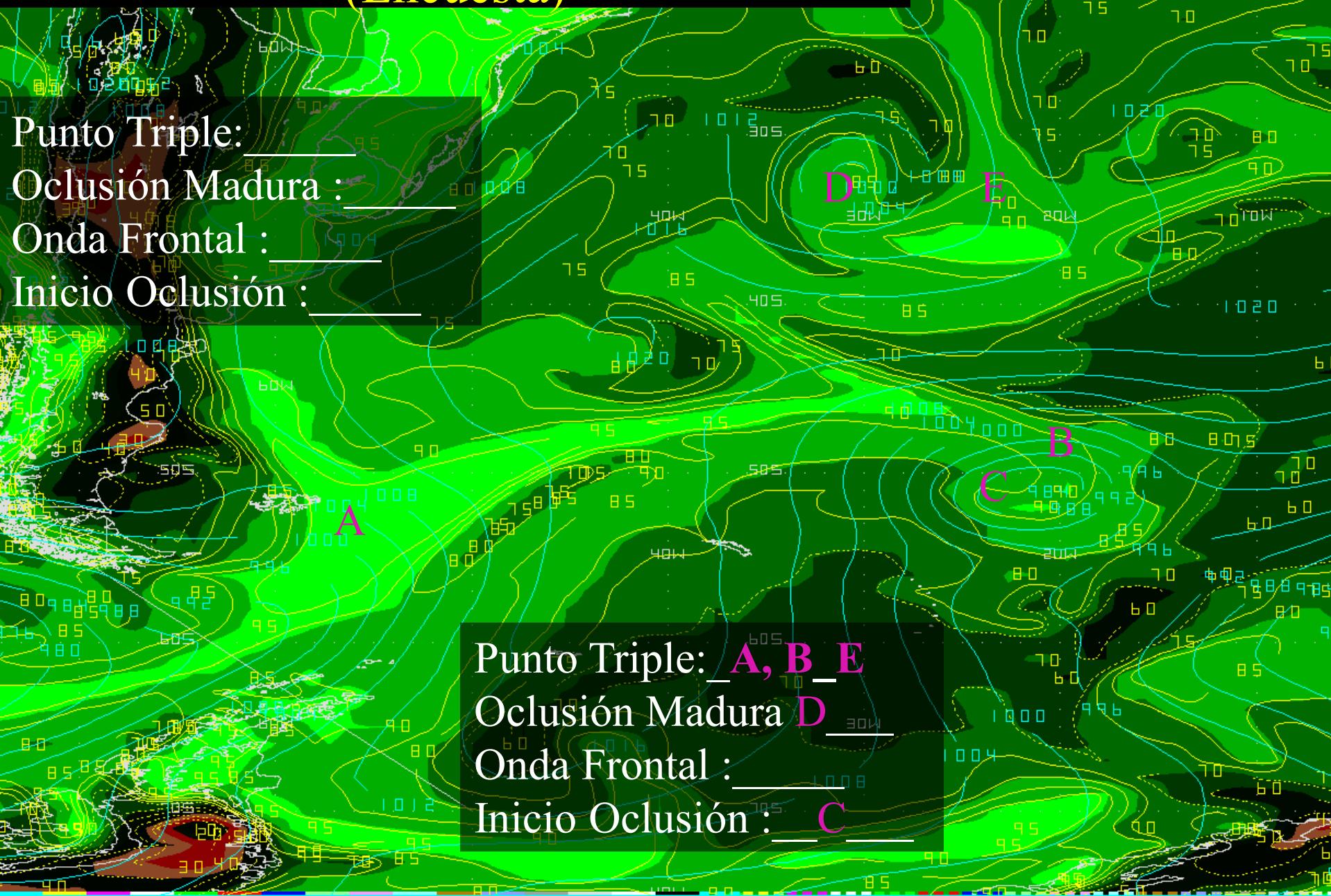
## Poll Question 5

¿Por qué la humedad relativa nos ayuda en los análisis de frentes?

(Select all that apply)

- Relacionada a nubosidad
- Propiedad semiconservativa
- Función de la convergencia de agua
- Cuando la humedad relativa es menor de 50% se presenta nubosidad

# Presión y Humedad Relativa en 1000 hPa (Encuesta)



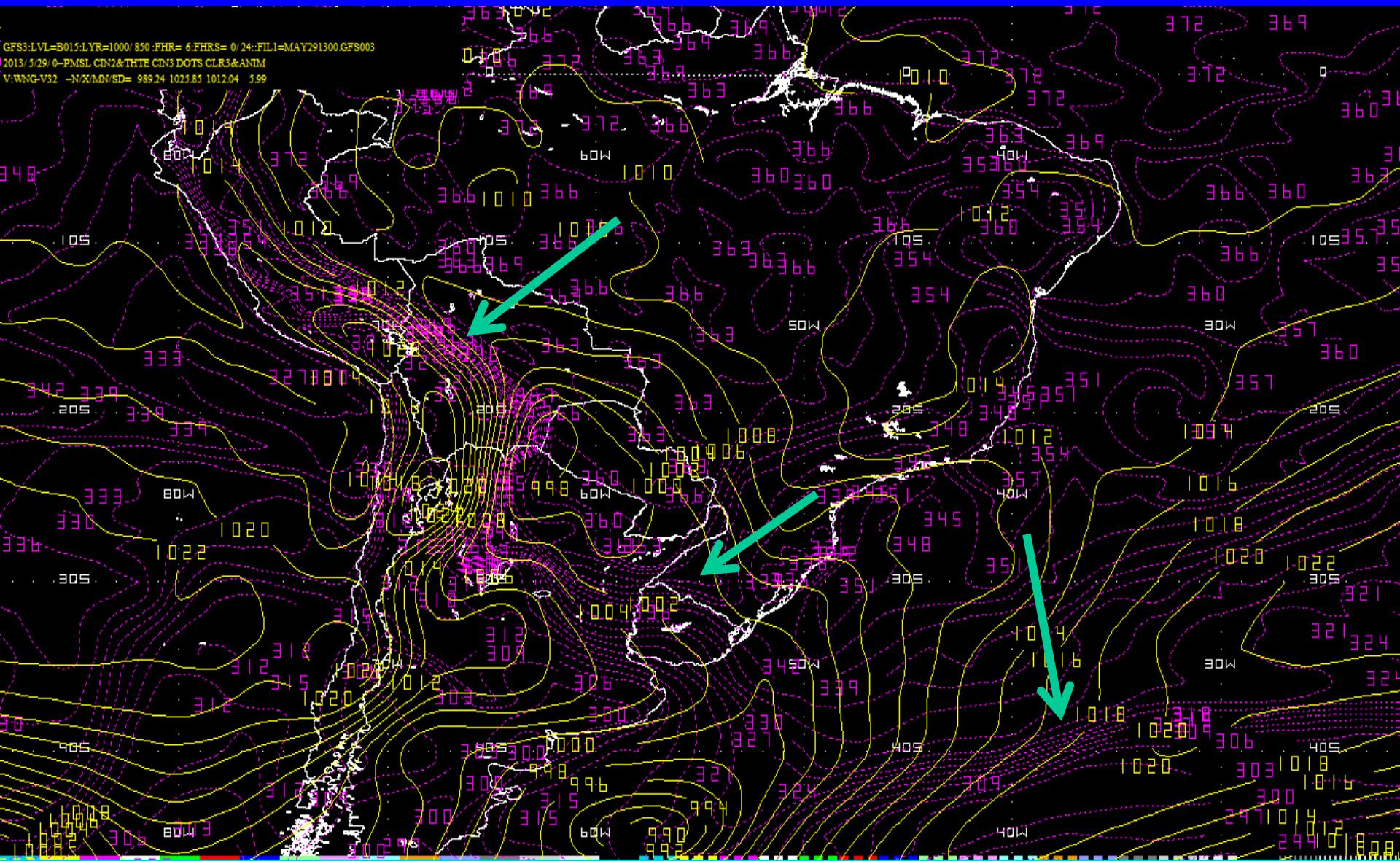
# Temperatura Equivalente Potencial (TEP)

# TEP

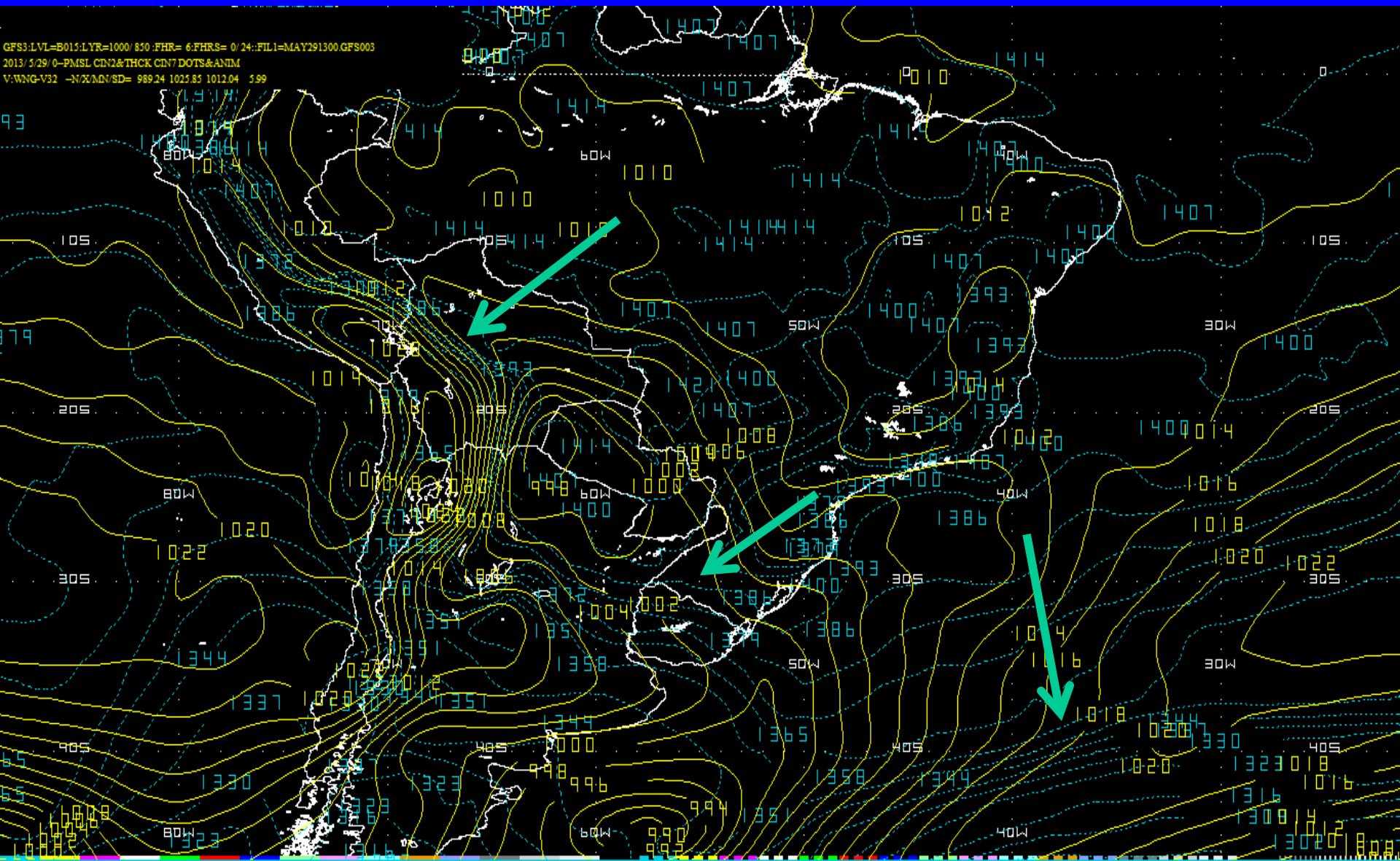
- La temperatura de una parcela de aire cuando se le suma a la temperatura sensible el calor latente liberado por condensación a presión constante (1000 hPa).
- ¿Podemos utilizar TEP para determinar baroclinicidad?
  - **Si** mientras TEP sea una función de ambas, la temperatura (T) y el rocio (Td).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

# TEP y MSLP

## Evalué Gradientes Tismales

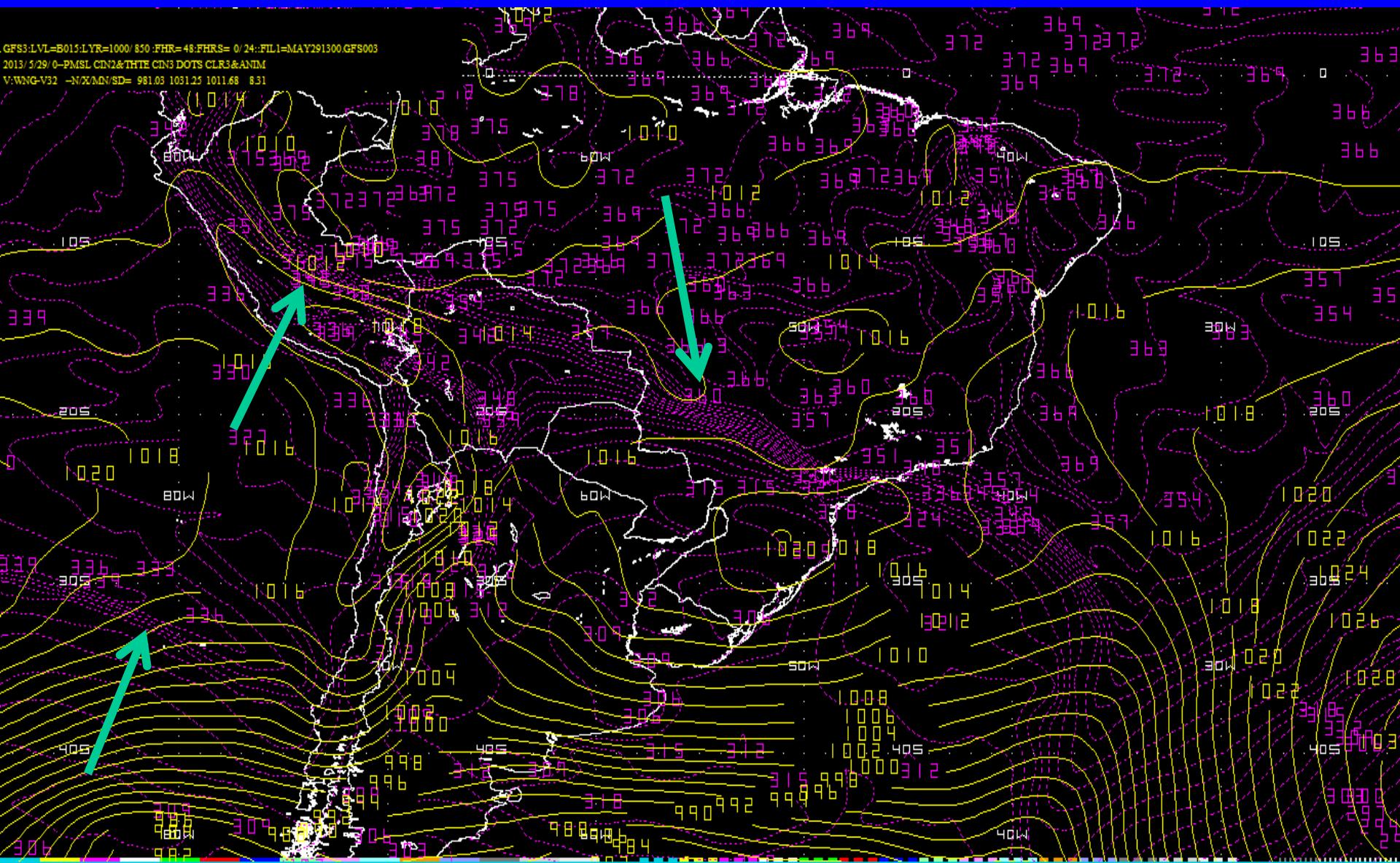


# Espesor de 1000-850 y MSLP Evalué Gradientes Tismales



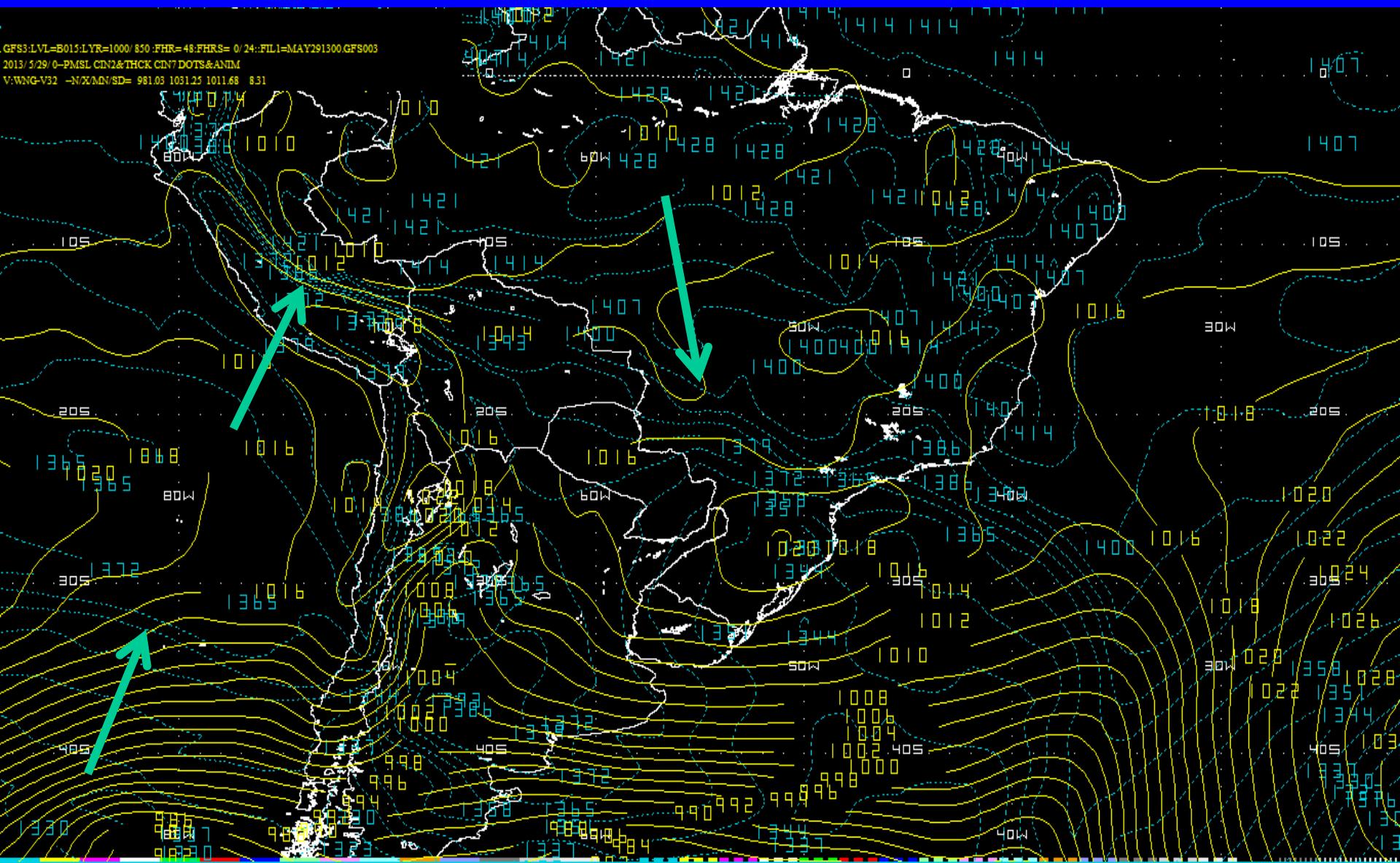
# TEP y MSLP

## Evalué Gradientes Termales



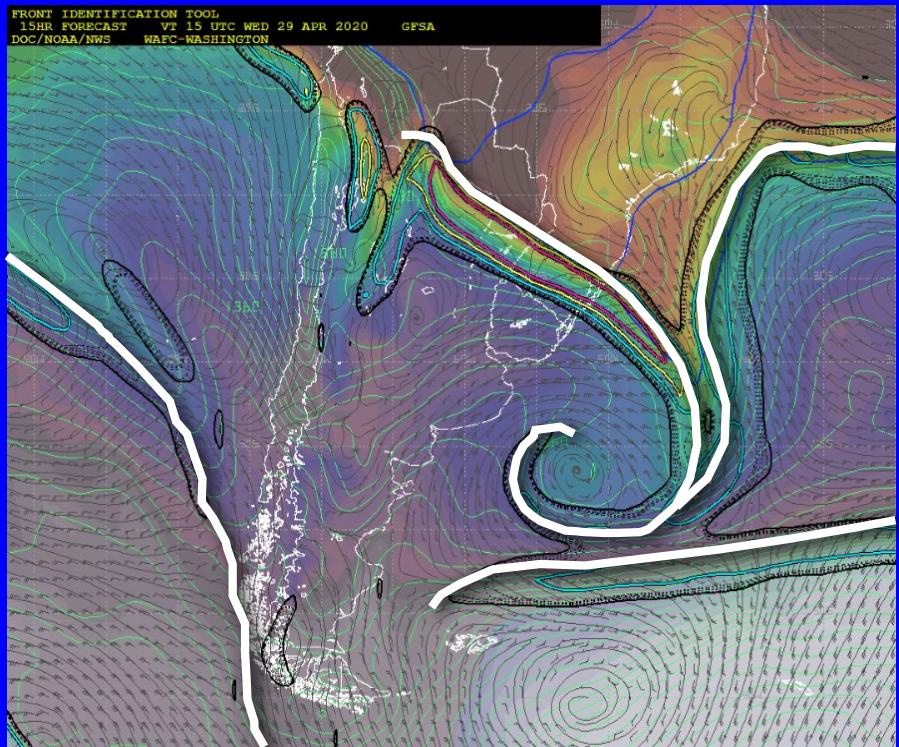
# Espesor de 1000-850 y MSLP

## Evalué Gradientes Termales



# FRONT

Identificación  
automática de la  
posición de frentes  
en superficie.



# FRONT

## ¿Qué se grafica?

- (1) Colores: Variable  $\alpha$  = representa las características de la masa de aire.

*Frío/seco a cálido/húmedo*

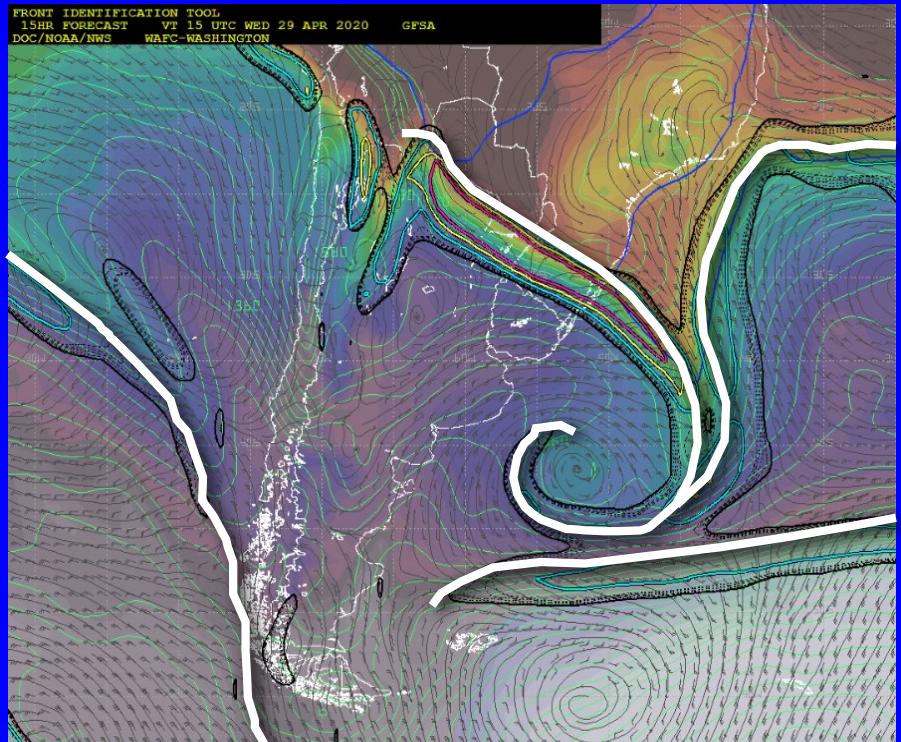


- (2) Contornos: Variable  $\beta$  = Magnitud del gradiente de  $\alpha$ , resultado por gradientes de PWAT y  $\theta_e$  1000 hPa *Es aquí que suelen ubicarse los frentes.*

- (3) Campos complementarios:

- Espesor 1000-850 hPa (GPM)
- Temperatura de rocío de 18°C a 2m
- Vientos de 1000-925 hPa (kt)

Identificación de la posición de frentes en superficie.



# FRONT

Identificación de la posición de frentes en superficie.

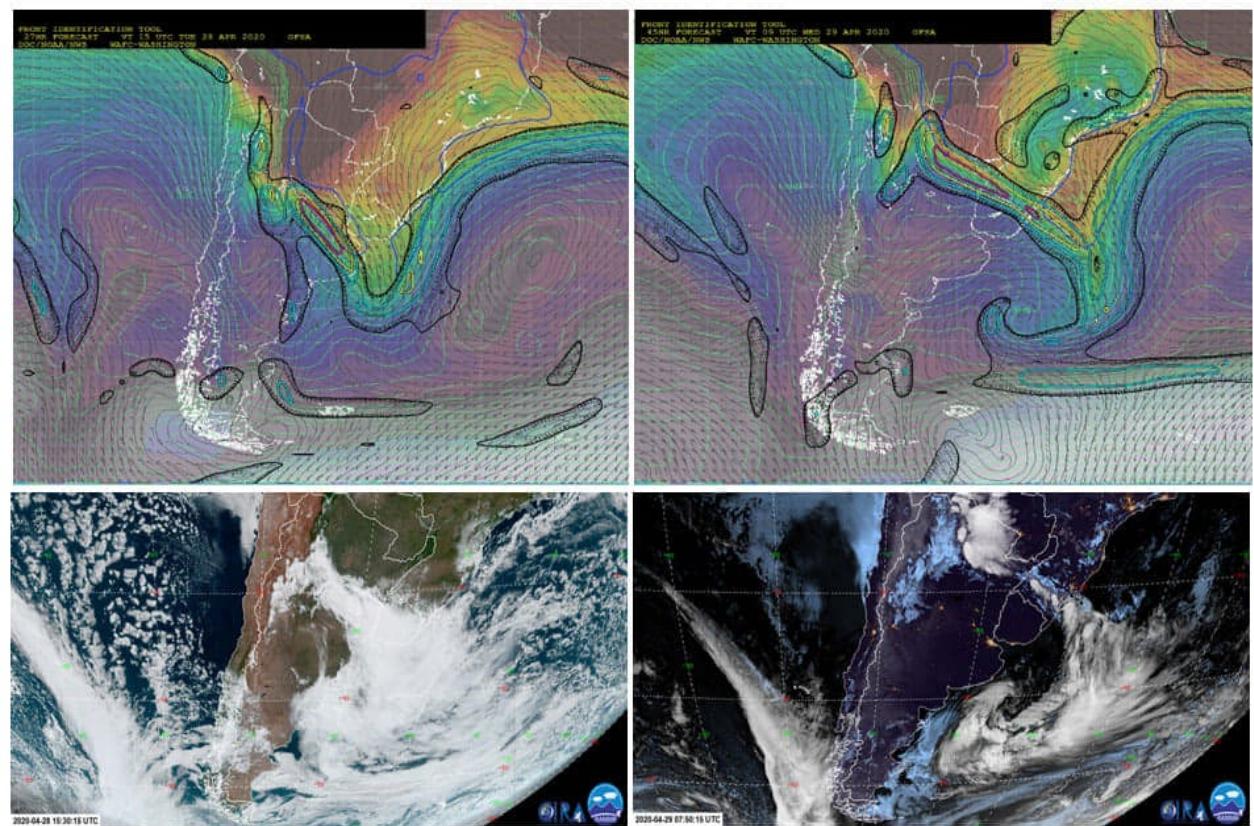
## Puntos Claves:

**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.

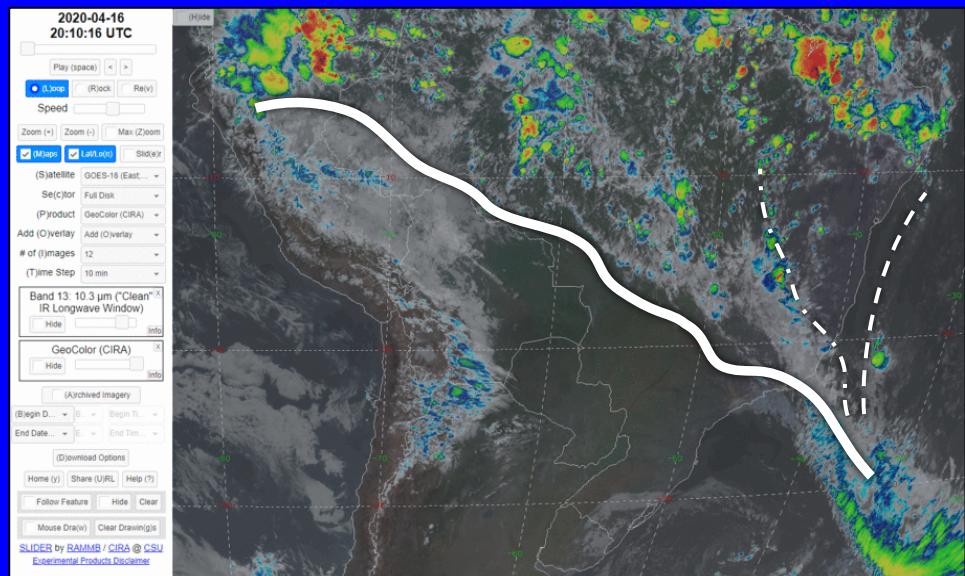


Cortesía: Néstor Santayana

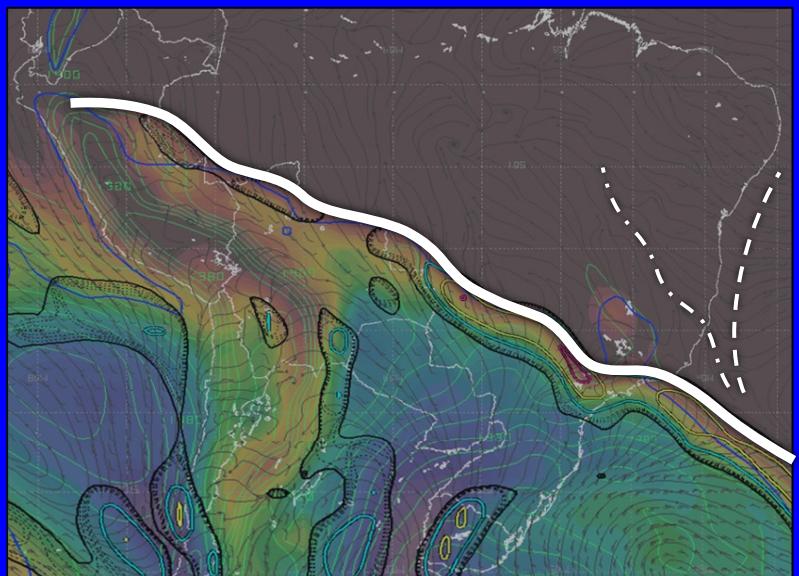
# FRONT

Identificación de la posición de frentes en superficie.

¿Dónde colocaría el frente en Sudamérica?



Combination of the CIRA Geocolor product and Channel 13 of the GOES-16 during April 16, 2020, near 21 UTC.



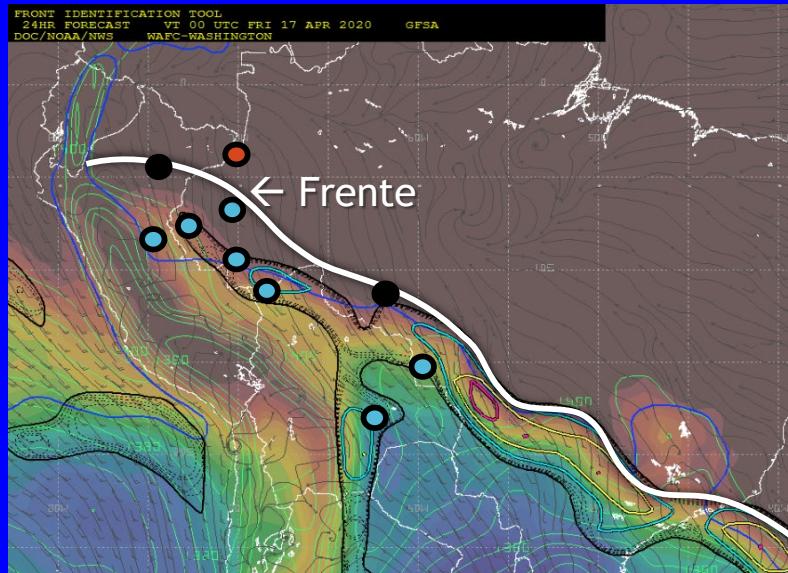
Front Algorithm on the GFS Model Forecast (F21) for 21 UTC April 16, 2020.

# FRONT

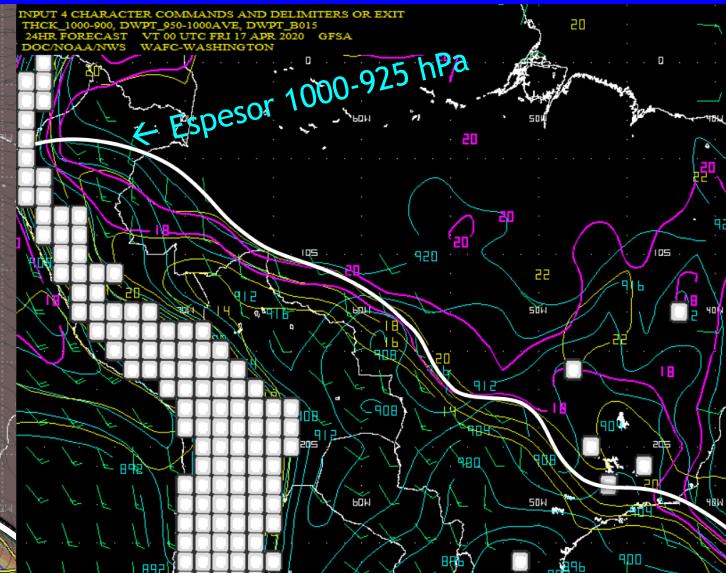
Identificación de la posición de frentes en superficie.

## Importante consideración para frentes en el trópico:

- El frente puede estar flujo abajo del gradiente sugerido. Los frentes se vuelven demasiado llanos.
- Observar viento y espesor 1000-925 hPa. Comparar con otras fuentes.



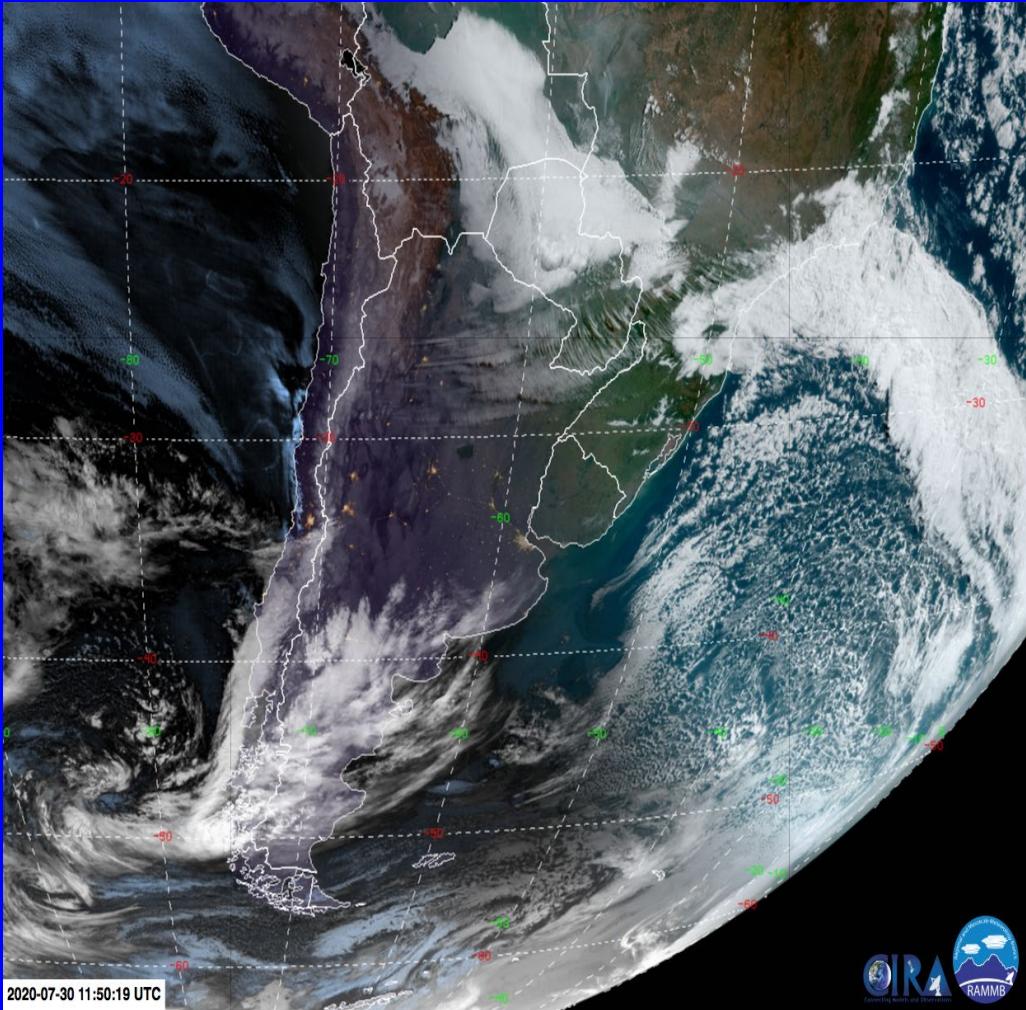
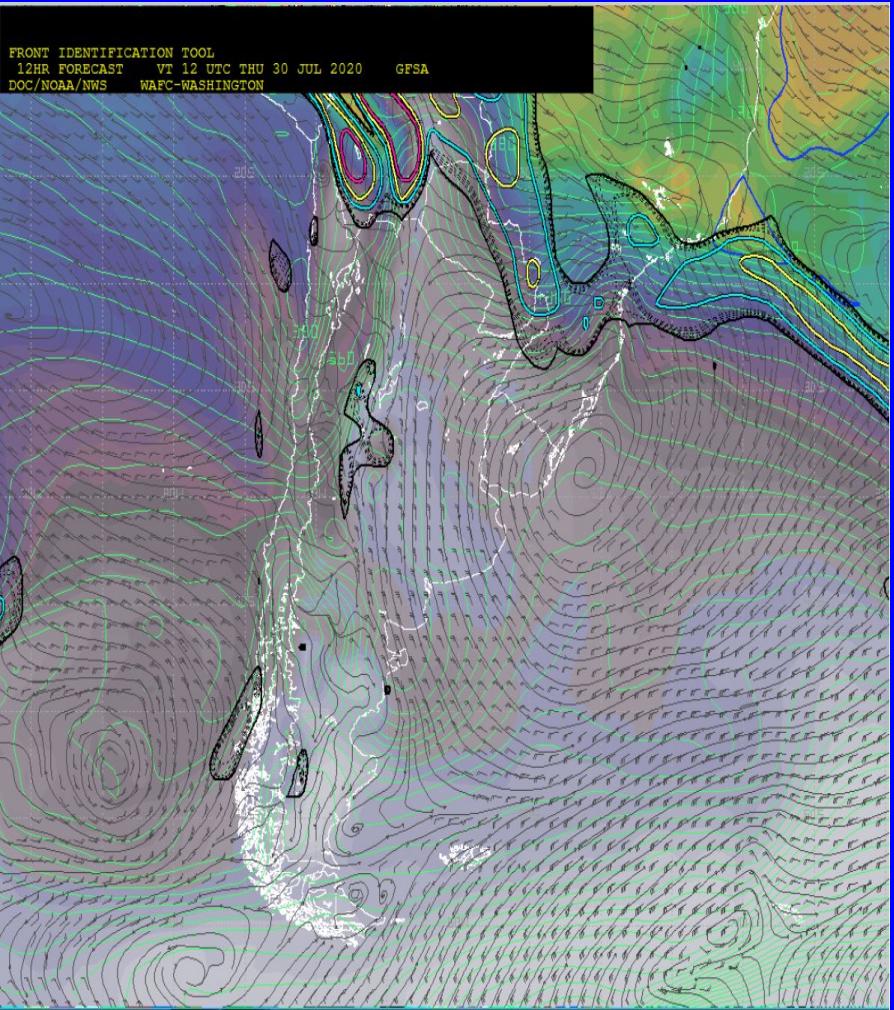
Las estaciones azules estaban postfrontales.



El espesor 1000-925 capturó la posición del frente mejor.

# FRONT

Identificación de la posición de frentes en superficie.



## 5. Interacción con el Terreno

# Secamiento en Patagonia

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

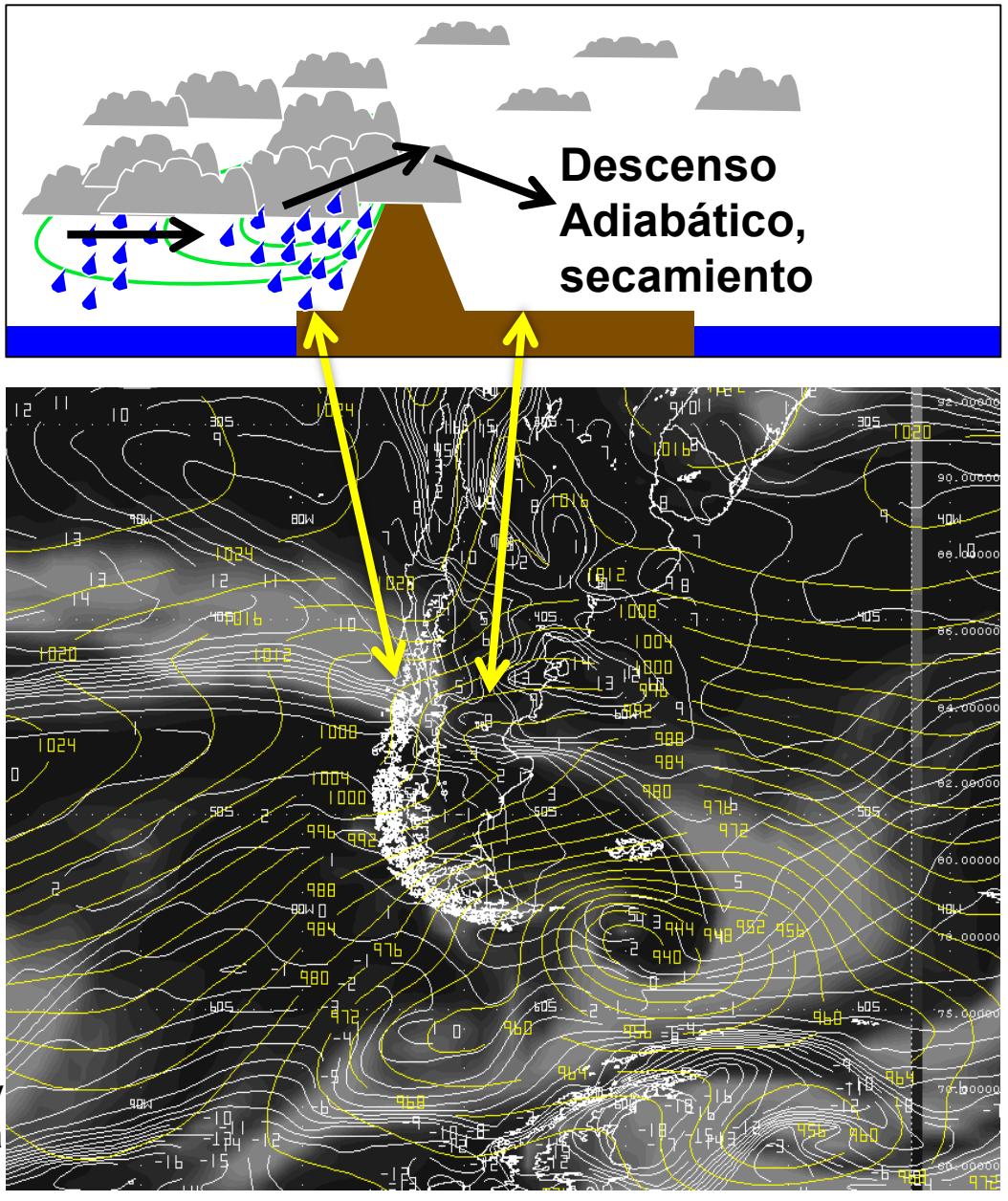
- (1) descenso adiabático (al calentar disminuye la HR)
- (2) pérdida de humedad en lluvias del lado Chileno (barlovento).

Ello dificulta seguir los frentes usando HR

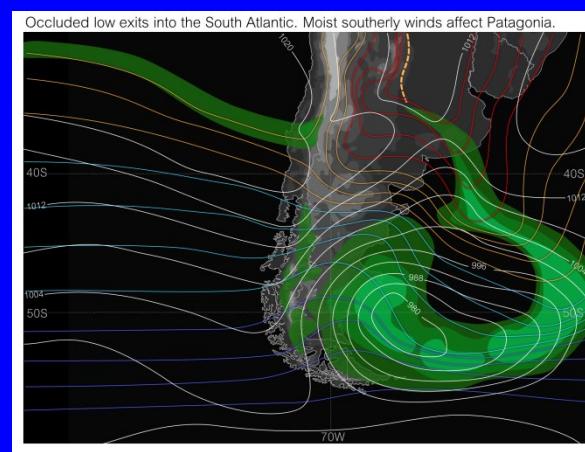
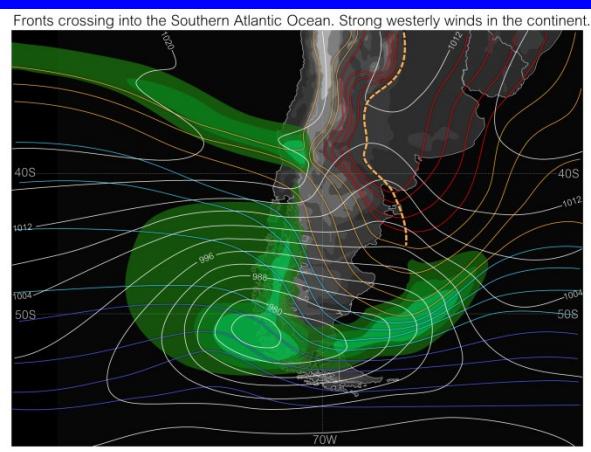
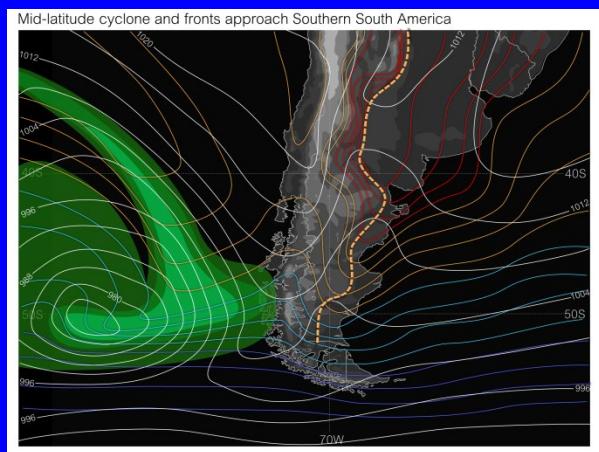
## Cómo encontrar los frentes?

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

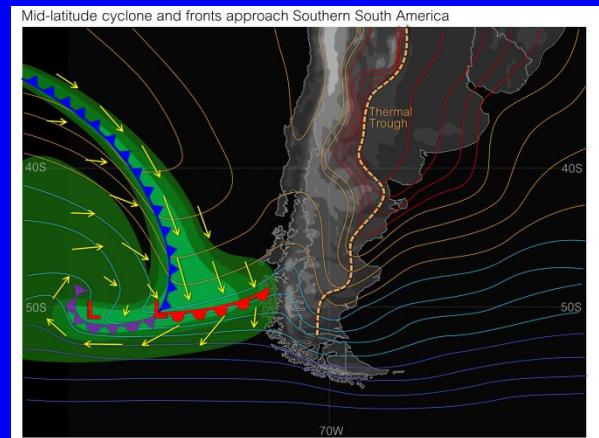
(Temperatura, isóbaras y  
humedad relativa integrada  
>70% en sombreado) →



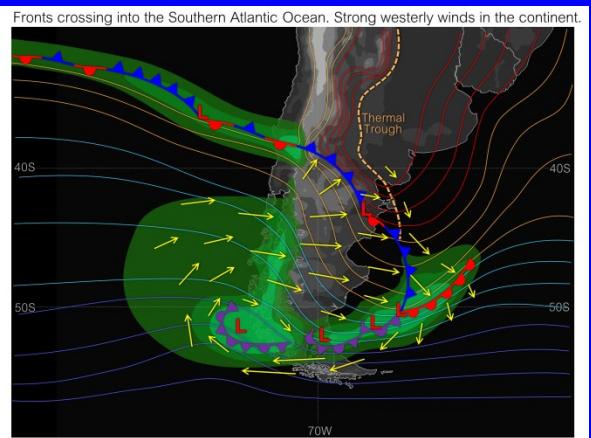
# Evolución Frontal en el Cono Sur



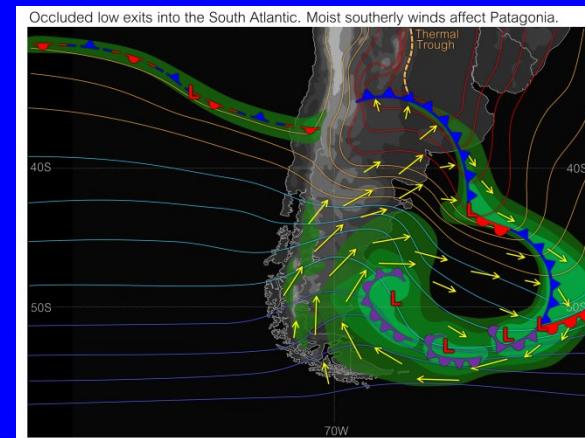
## Frente Llegando



## Frente Cruzando

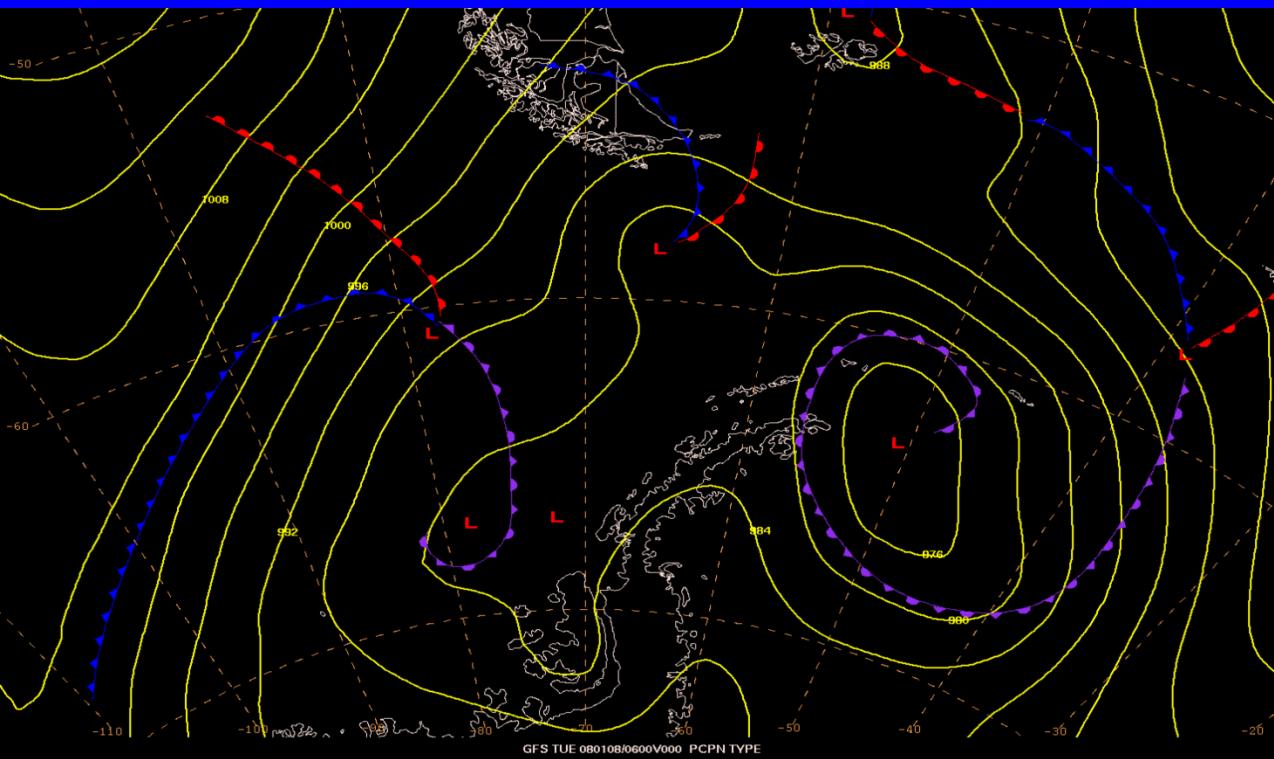


## Frente Saliendo





# Baja Clipper (cono sur)



- **Masa cuasi-continental/Antártica**
  - Origen polar sur
- **Frecuentemente de desplazamiento rápido**
  - 30 a 50 nudos
- **Rotan alrededor de la dorsal/cuña del Pacífico sur**
- **Prevalecen mas en los meses de invierno**
  - Posible durante los meses de transición

# 6. Aplicación: Análisis de Jets y Frentes

Apoyo en Niveles Superiores

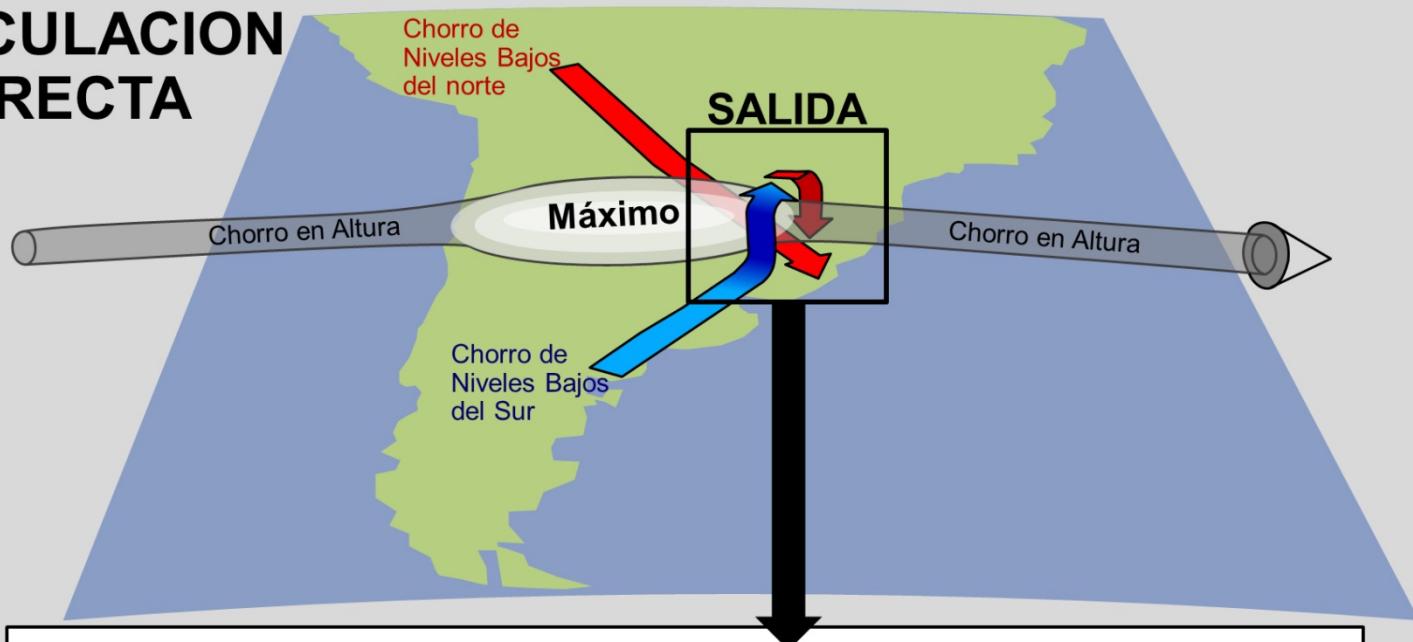
# Interacción entre el Jet Subtropical y el Frente Polar

- La pregunta es: ¿Que interacción tendría el jet en altura con un frente polar en superficie entrando los trópicos?
  - Frente polar es acompañado por el jet polar.
  - ¿Frentes Subtropicales??
    - Solamente en la capa marítima
- La circulación ageostrófica alrededor de un jet en altura puede ayudar a sustentar el gradiente barocéntrico a lo largo de un frente polar entrando los trópicos.
  - La circulación indirecta en la salida del jet, ayudara a sustentar el gradiente termal.
- Aunque el frente polar se limita a la atmósfera baja, y que tiene poco/nada de apoyo en altura, la interacción simbiótica con el jet subtropical ayuda a sustentar este sistema.

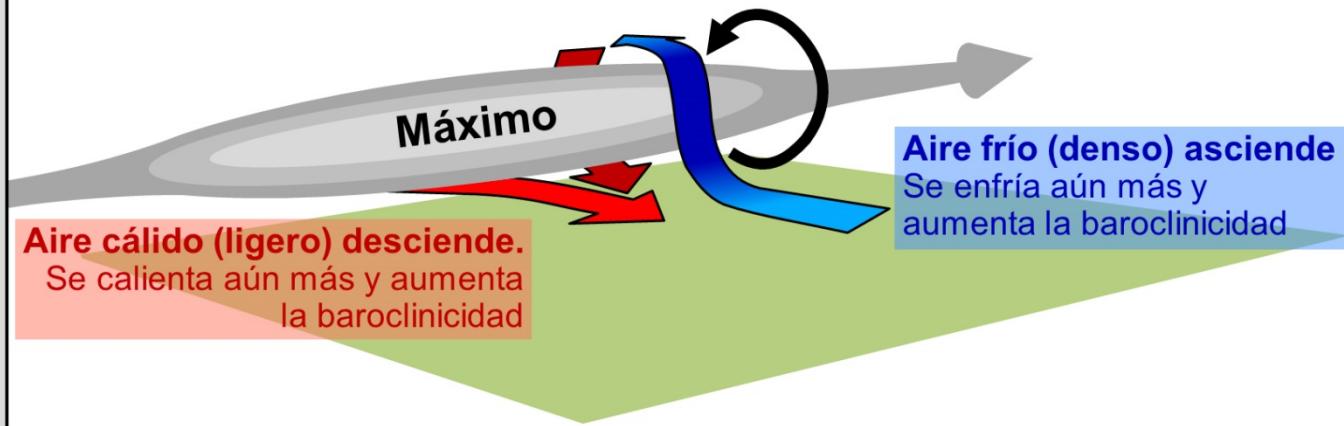
# Frentes

- **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

# CIRCULACION INDIRECTA

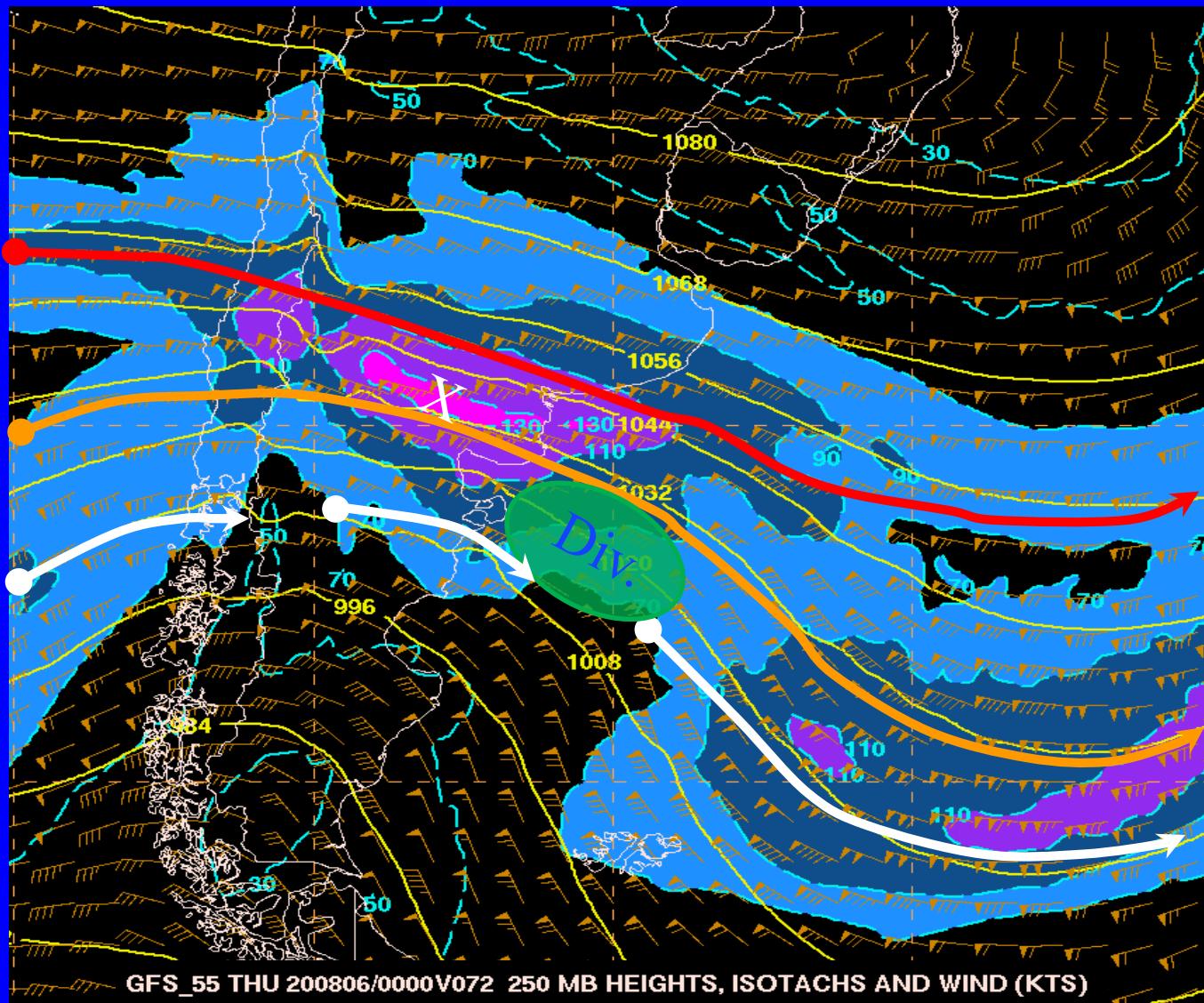


## Circulación Indirecta en la salida del máximo



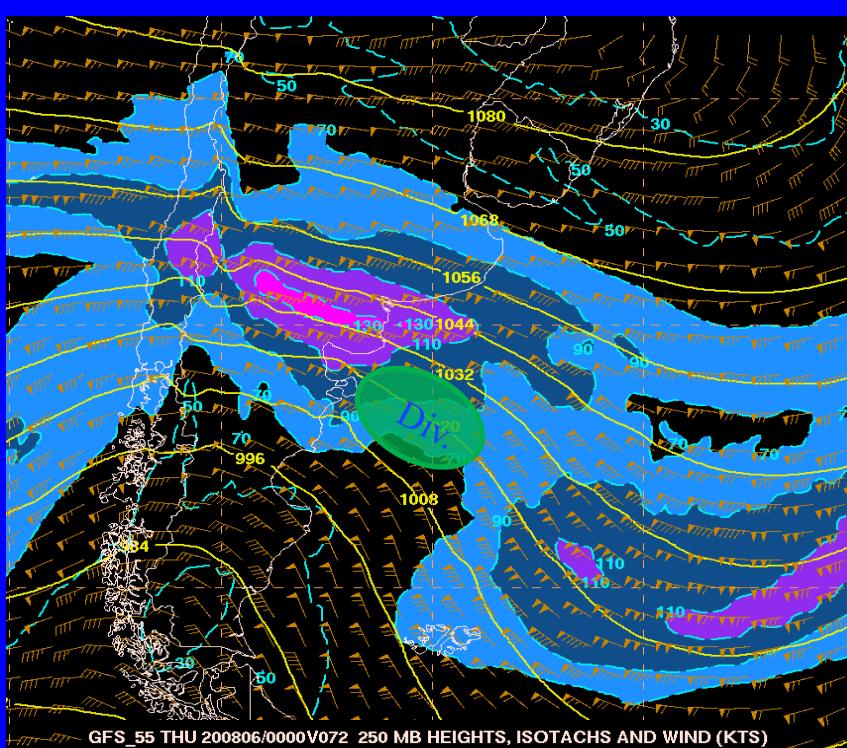
Impacto de la Circulación Ageostrófica **Indirecta**: Aprieta el gradiente horizontal de temperatura y favorece la frontogénesis y/o ciclogénesis. Cuando hay jets de capas bajas, esta tiende a favorecer la intensificación de la corriente de bajo nivel.

# Influencia Ciclogenética en la Salida Derecha del Máximo del Jet

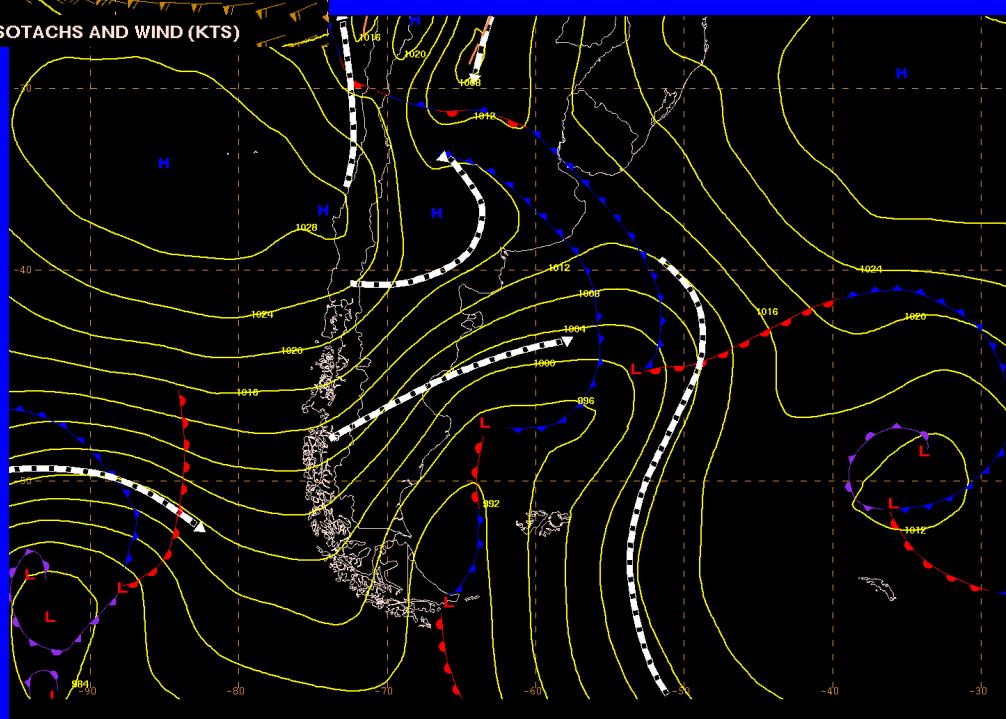


## Influencia del Jet

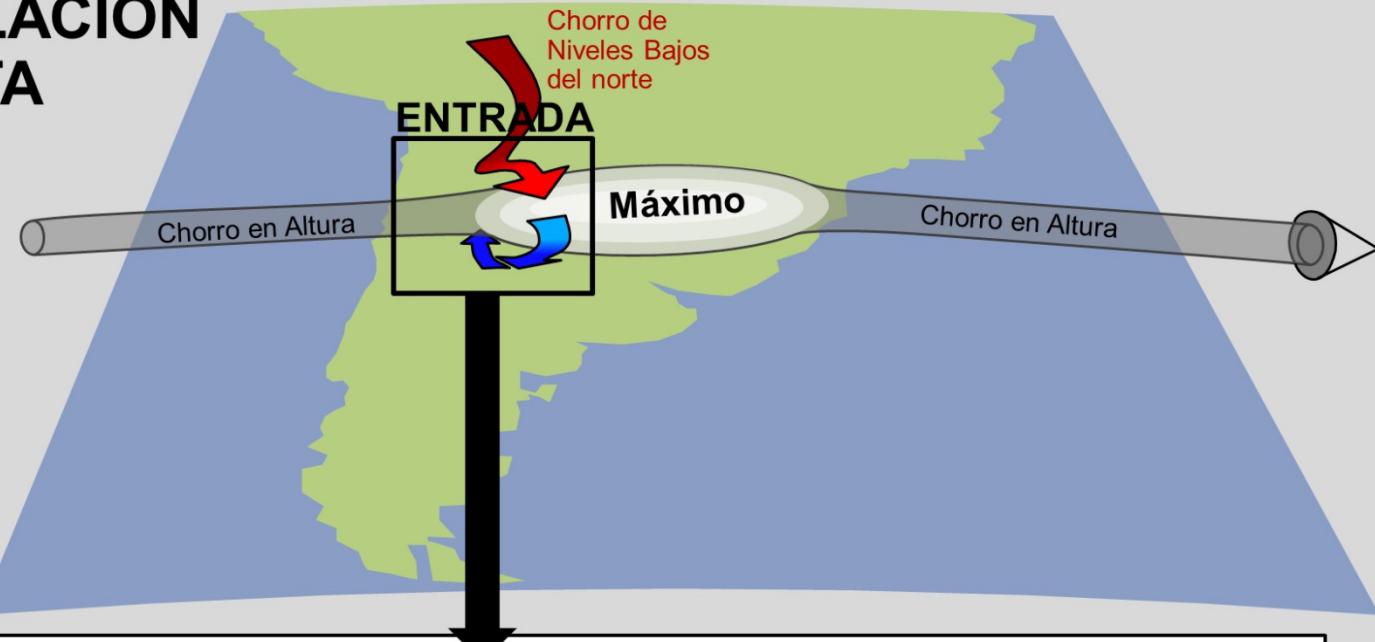
- Divergencia en la salida del máximo favorece ciclogénesis y la intensificación del frente baroclínico.



GFS\_55 THU 200806/0000V072 250 MB HEIGHTS, ISOTACHS AND WIND (KTS)



# CIRCULACION DIRECTA



## Circulación Directa en la entrada del máximo

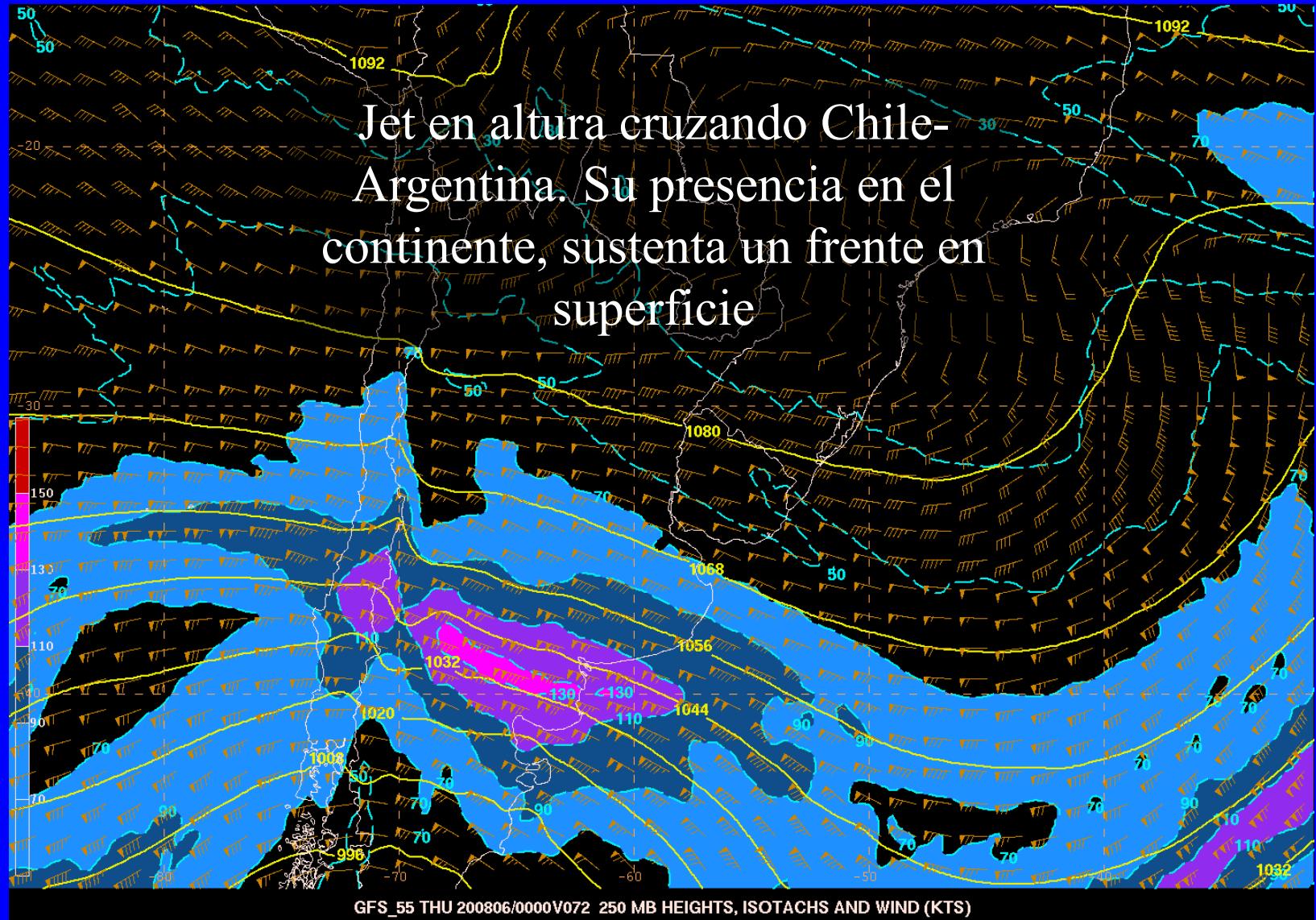
Aire cálido (ligero) asciende.  
Se enfriá y disminuye la  
baroclinicidad



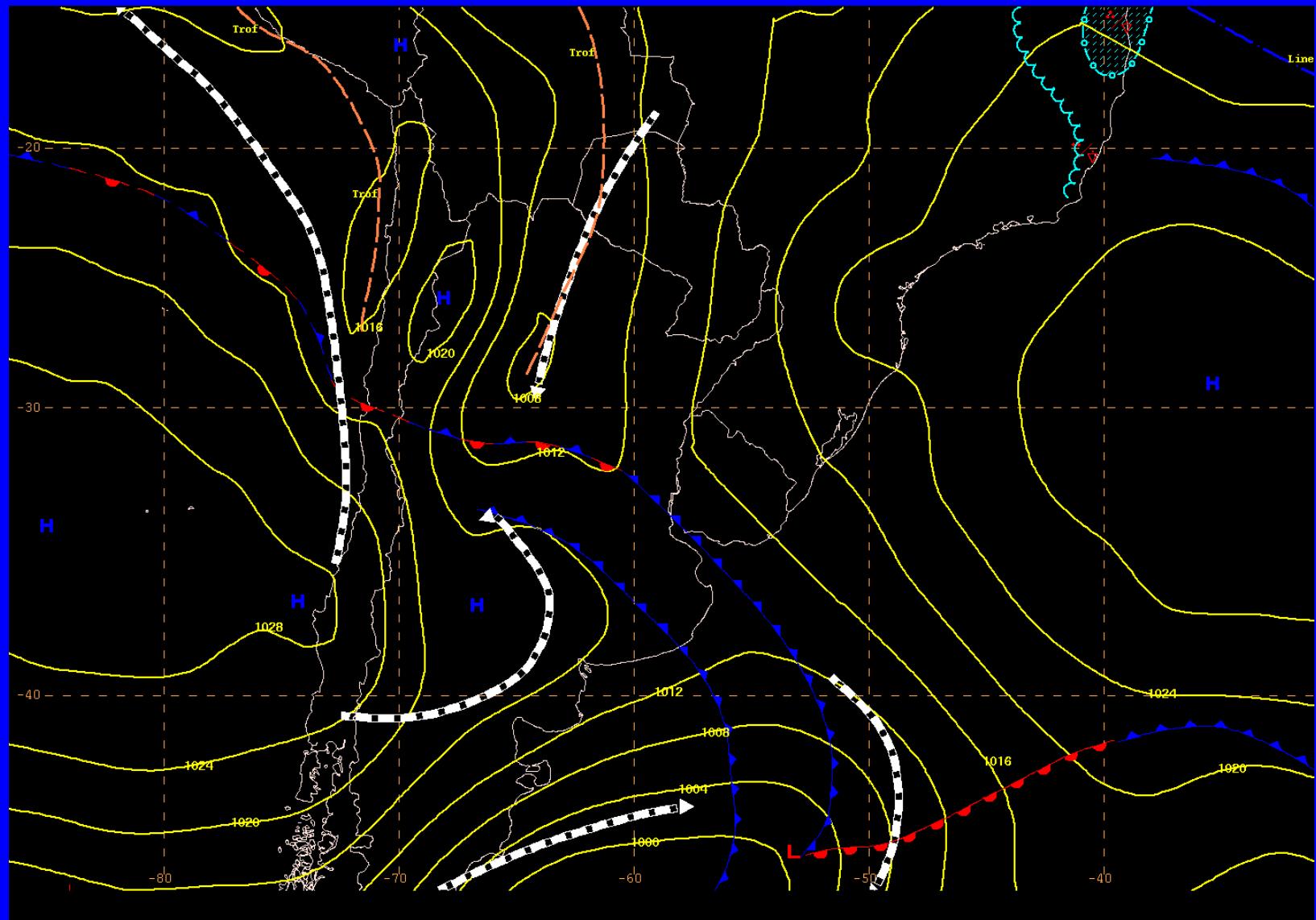
Aire frío (denso) desciende  
Se calienta y disminuye la  
baroclinicidad

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

# Influencia Frontolitica del Jet

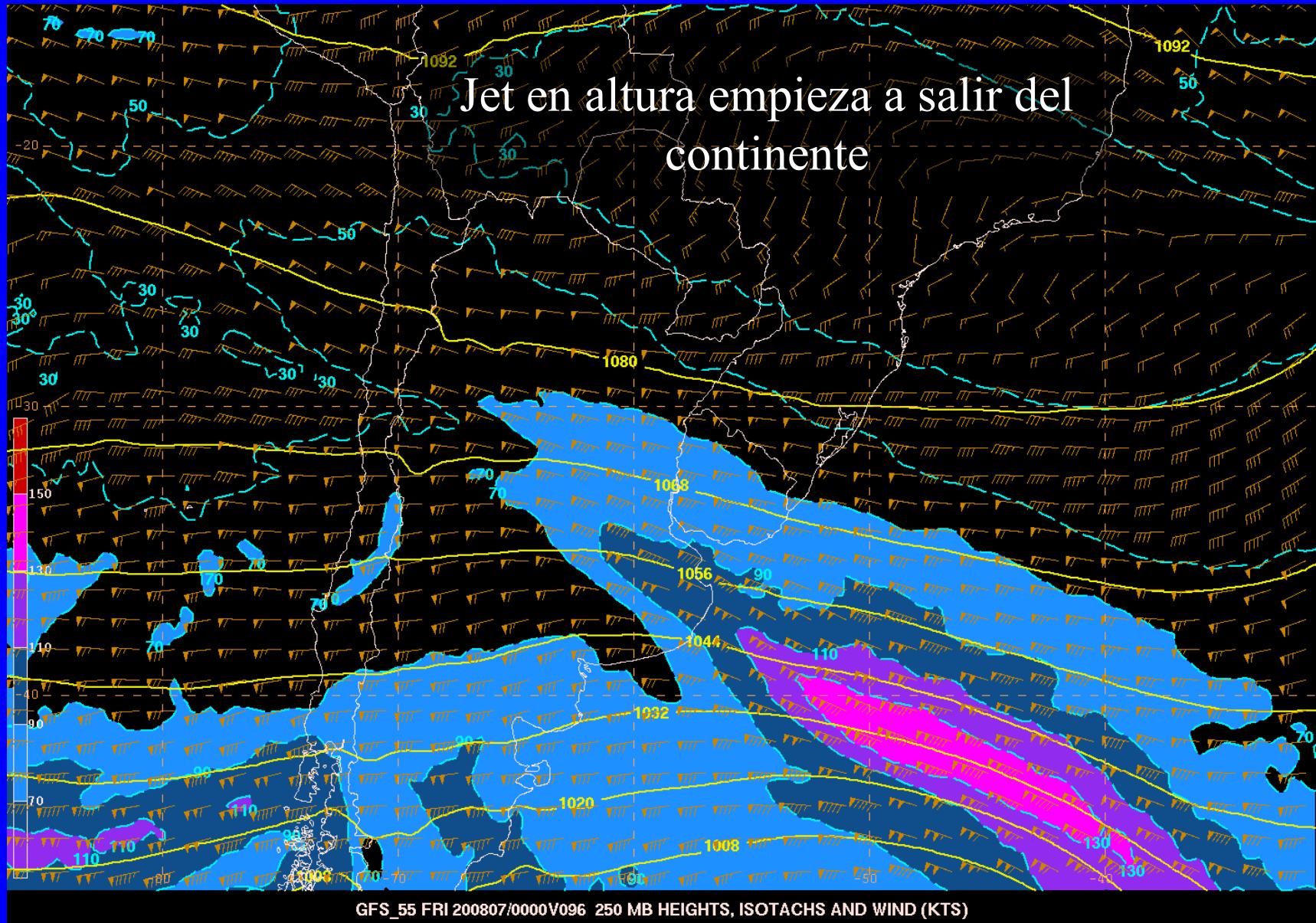


# Influencia Frontolitica del Jet



# Influencia Frontolitica del Jet

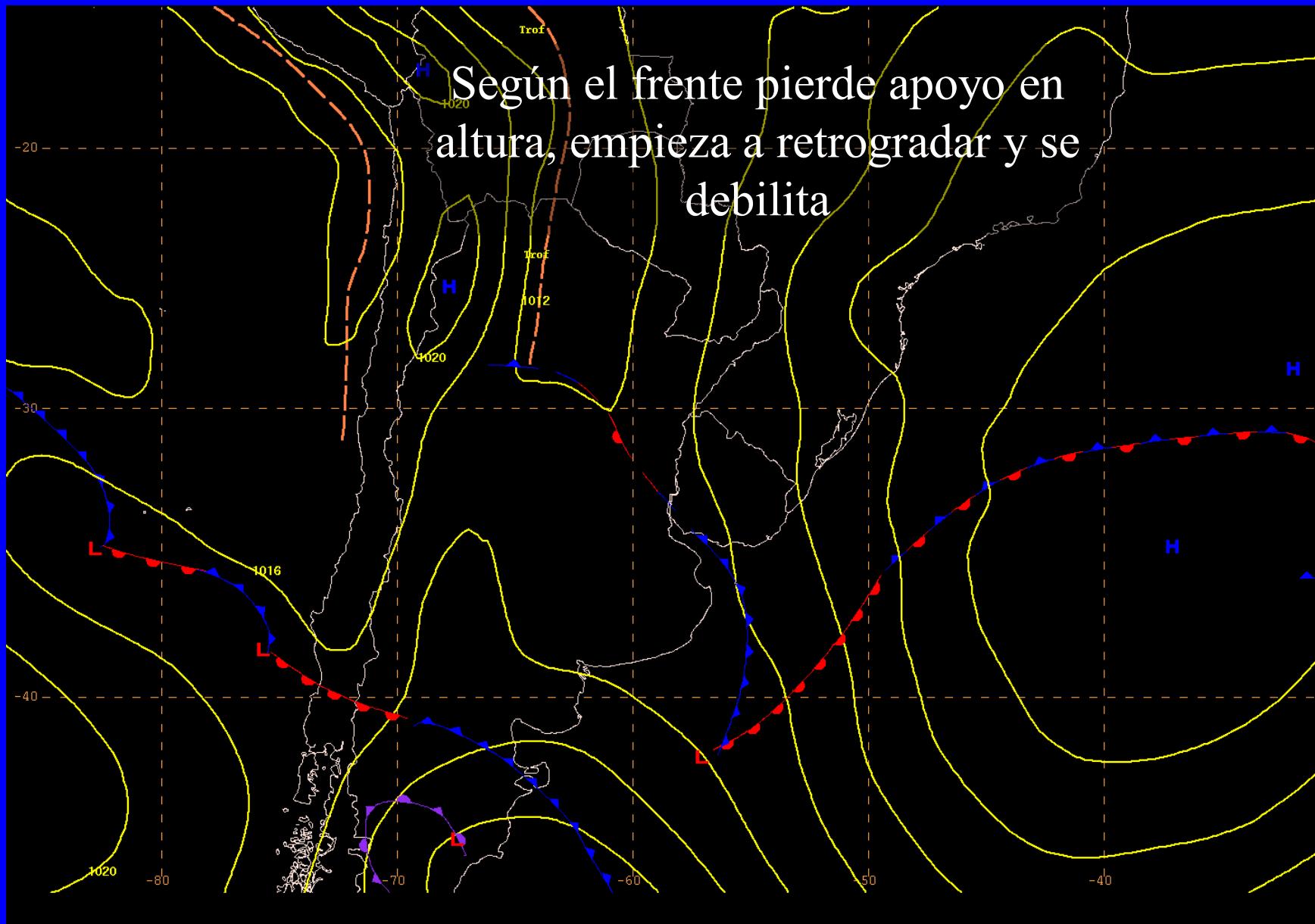
Jet en altura empieza a salir del continente



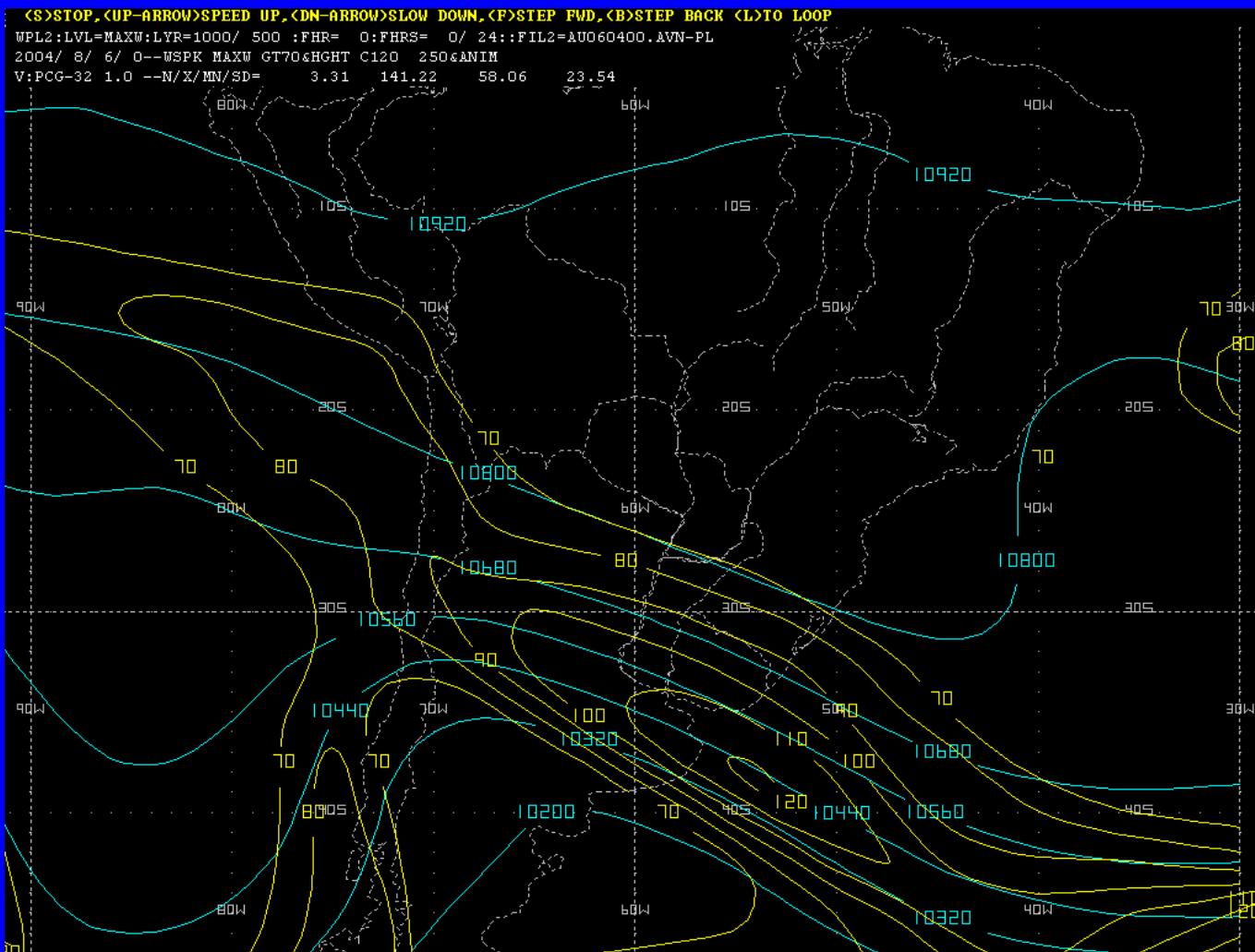
GFS\_55 FRI 200807/0000V096 250 MB HEIGHTS, ISOTACHS AND WIND (KTS)

# Influencia Frontolitica del Jet

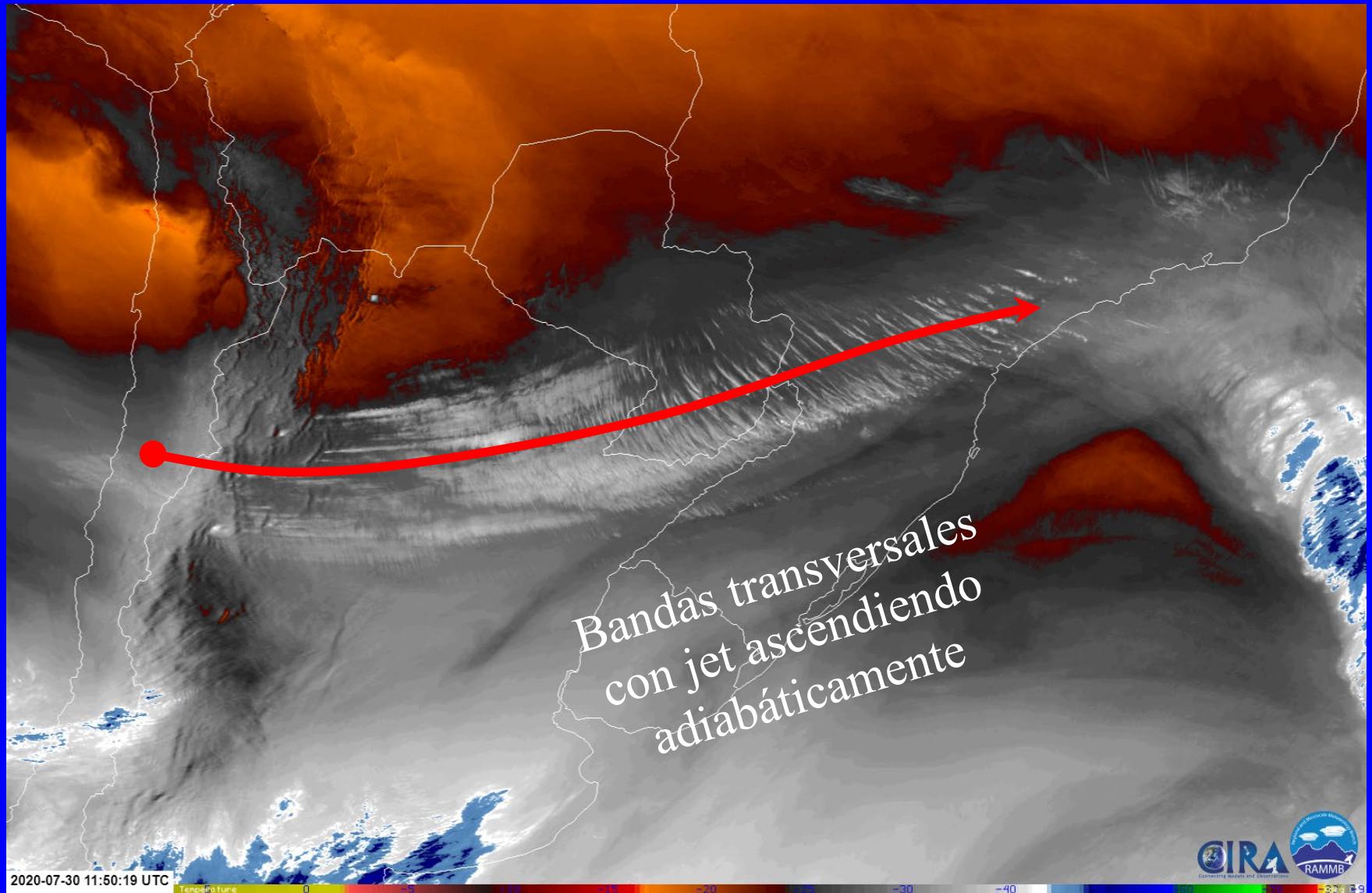
Según el frente pierde apoyo en altura, empieza a retrogradar y se debilita



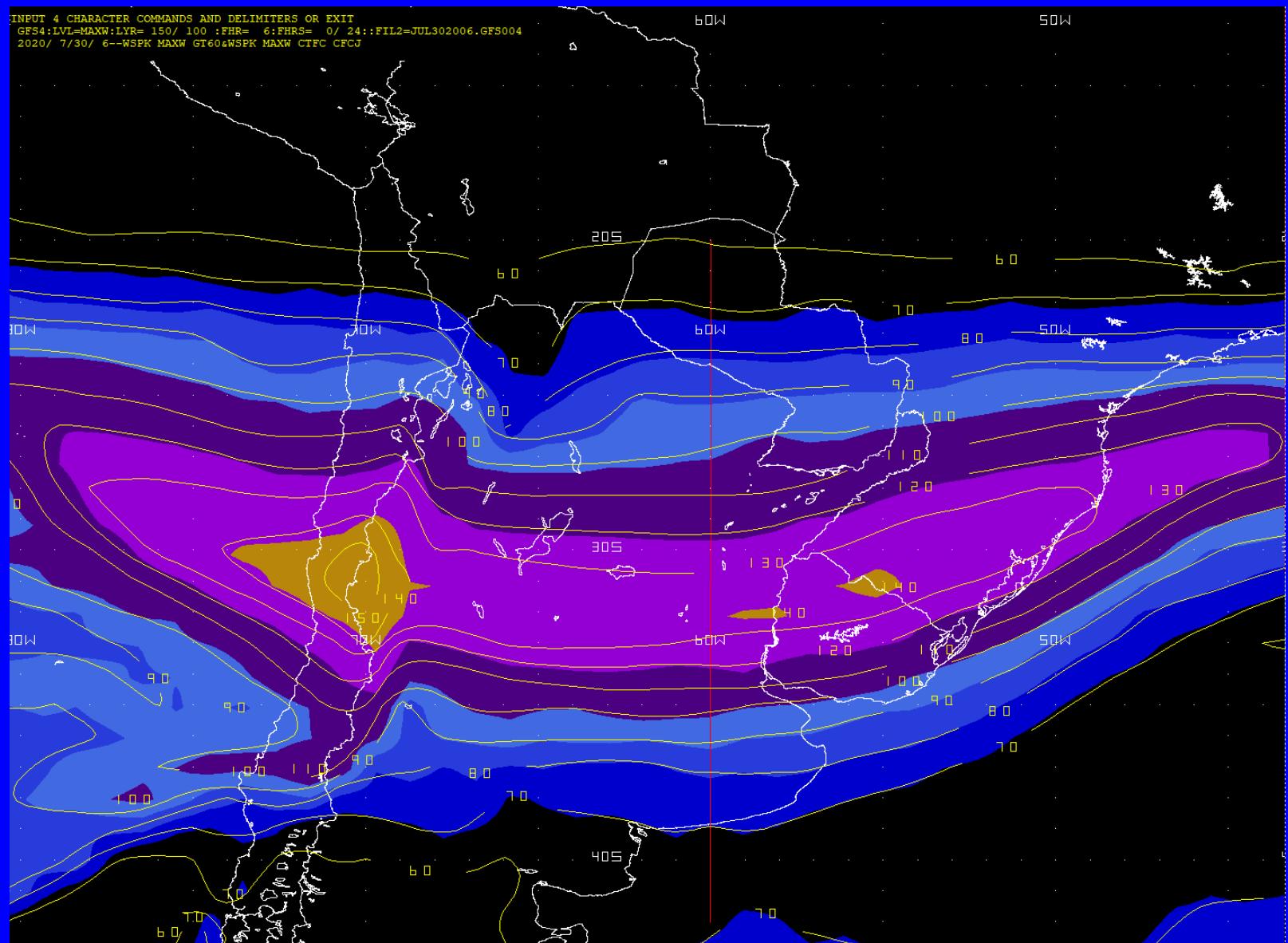
# Animación Corriente en Chorro



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



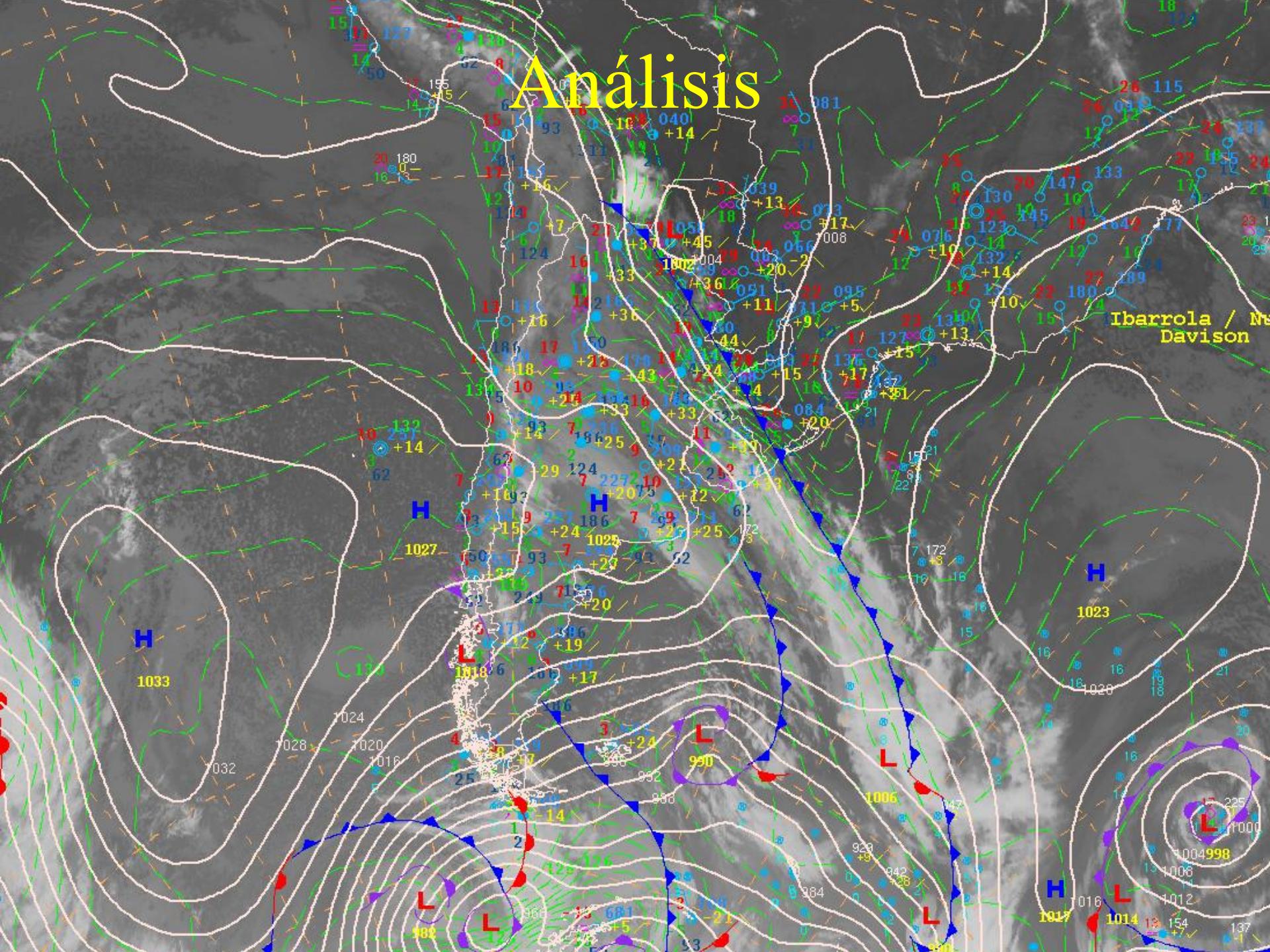
# Análisis del GFS



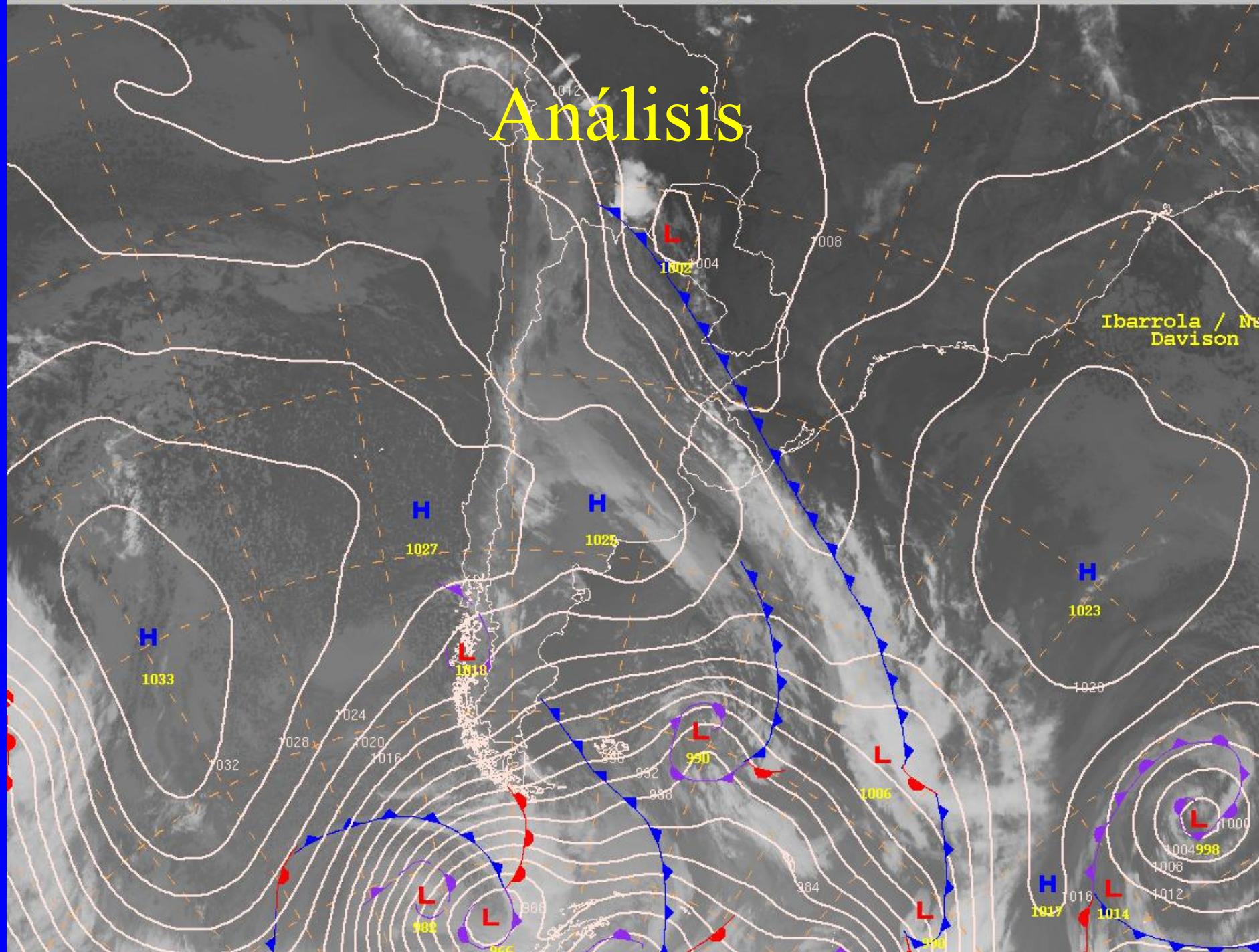
# Pronosticando Frontólisis

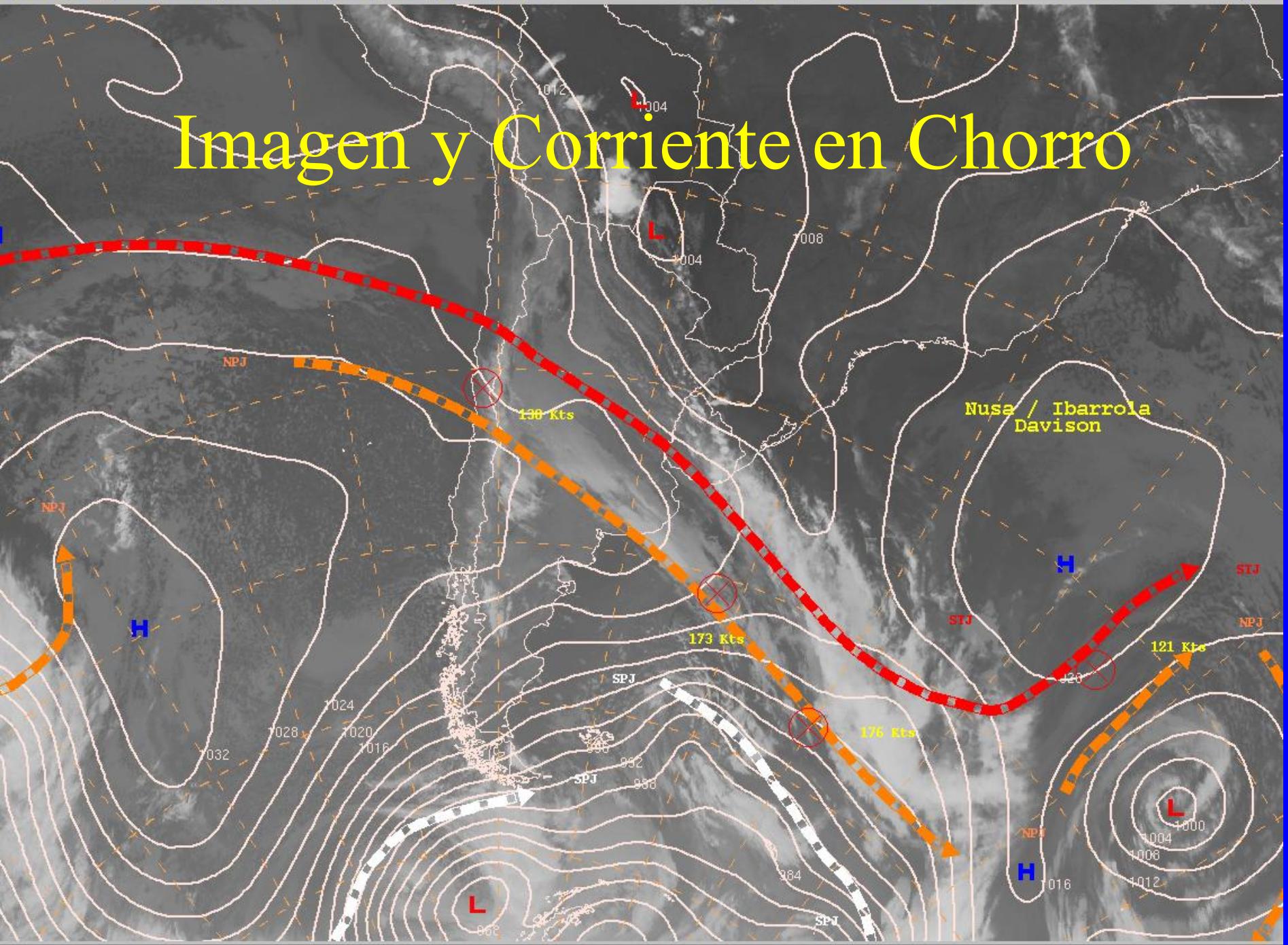
- Mientras el jet en altura persista, el gradiente se mantiene y el frente en superficie persevera.
- Frontólisis: El gradiente se afloja según el jet se debilita o migra.
- Regla: Si hay un jet en altura, **no maten el frente hasta que el jet no se debilite!**

# Análisis



# Análisis





# Poll Question 6

## (Select all that Apply)

- Circulación ageostrófica directa favorece frontólisis
- Circulación ageostrófica indirecta favoreces frontogénesis
- Bandas transversales denota jet ascendiendo
- Jet se debilita = Frente se debilita

# Animación IR/SPF y Espesor



# 7. 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**
  - 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

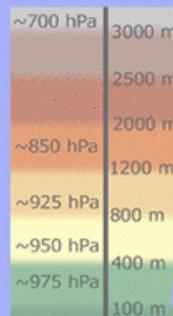
Cyclonic

Anticyclonic

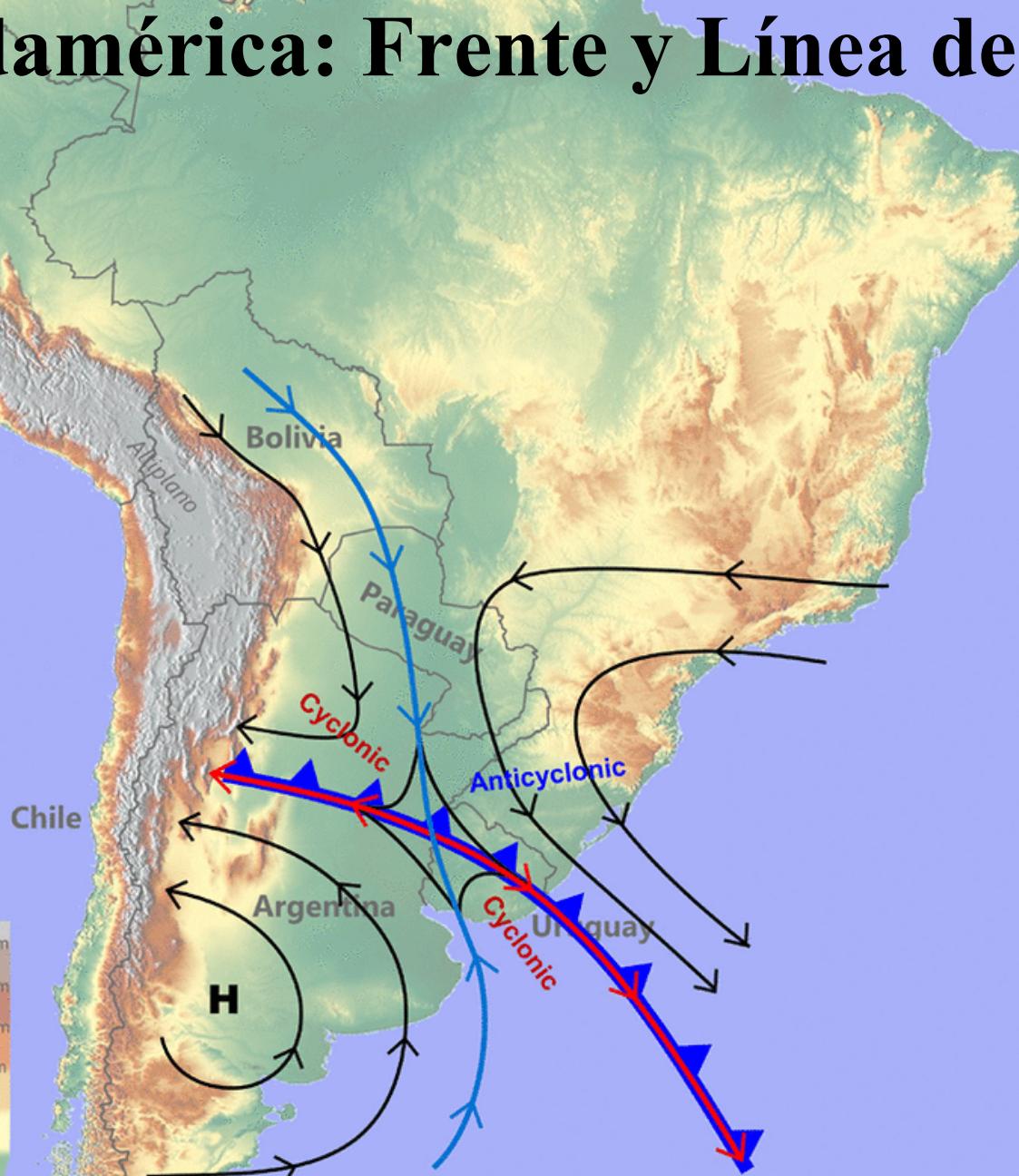
Cyclonic

Argentina

Uruguay



H



Colombia

Llanos

Canaima

Roraima

Amapá

Delta del Amazonas

Ecuador

Perú

Bolivia

Altiplano

Paraguay

Para

Tocantins

Nordeste

Ceará

Maranhão

Goiás

Minas Gerais

Shear Line  
paralela al frente:  
No se define

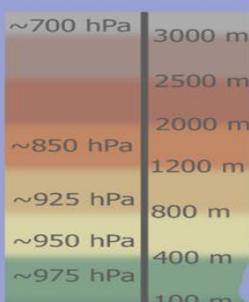
Chile

Argentina

H

Anticyclonic

Cyclonic Uruguay



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

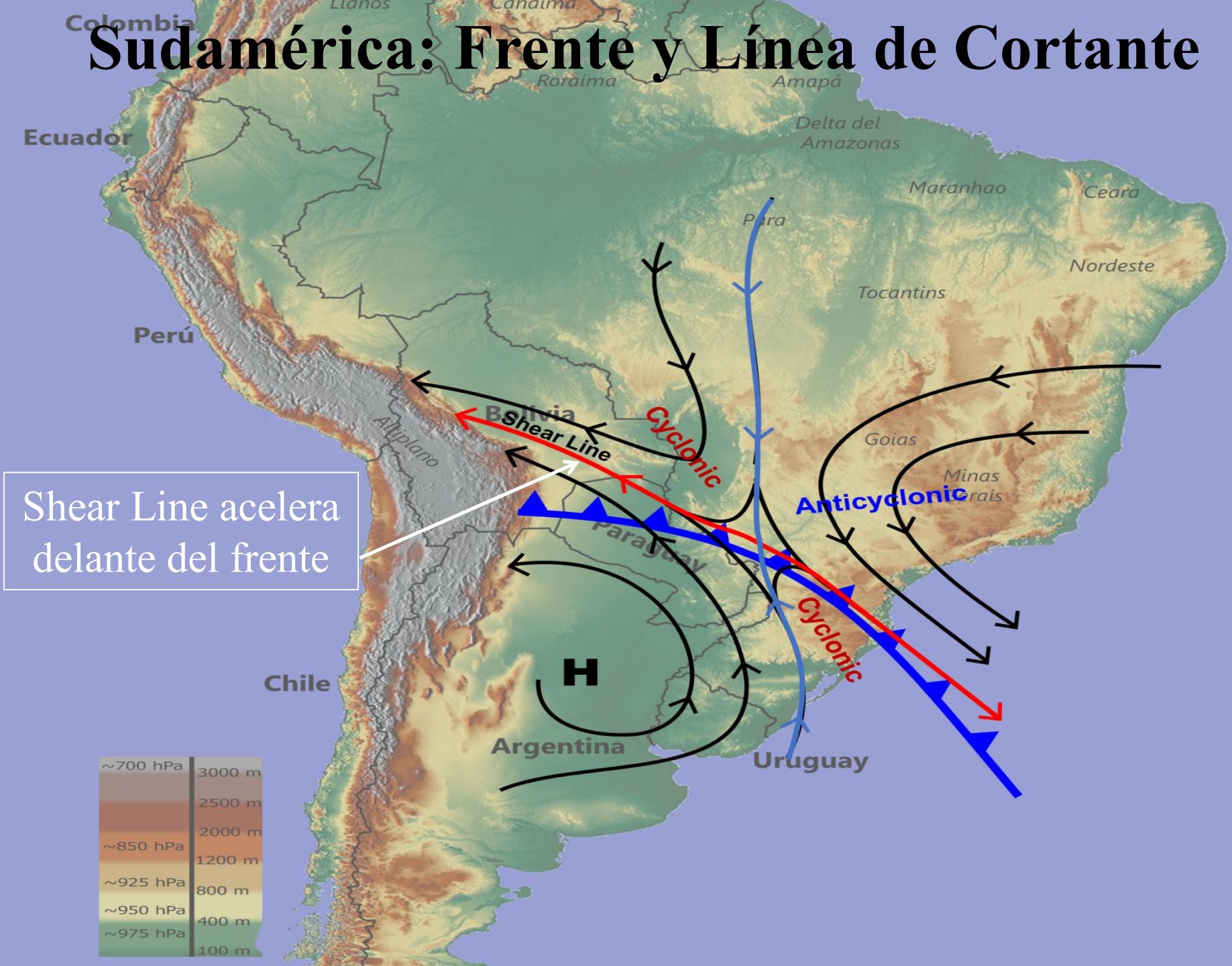
H  
Argentina

Cyclonic  
Uruguay



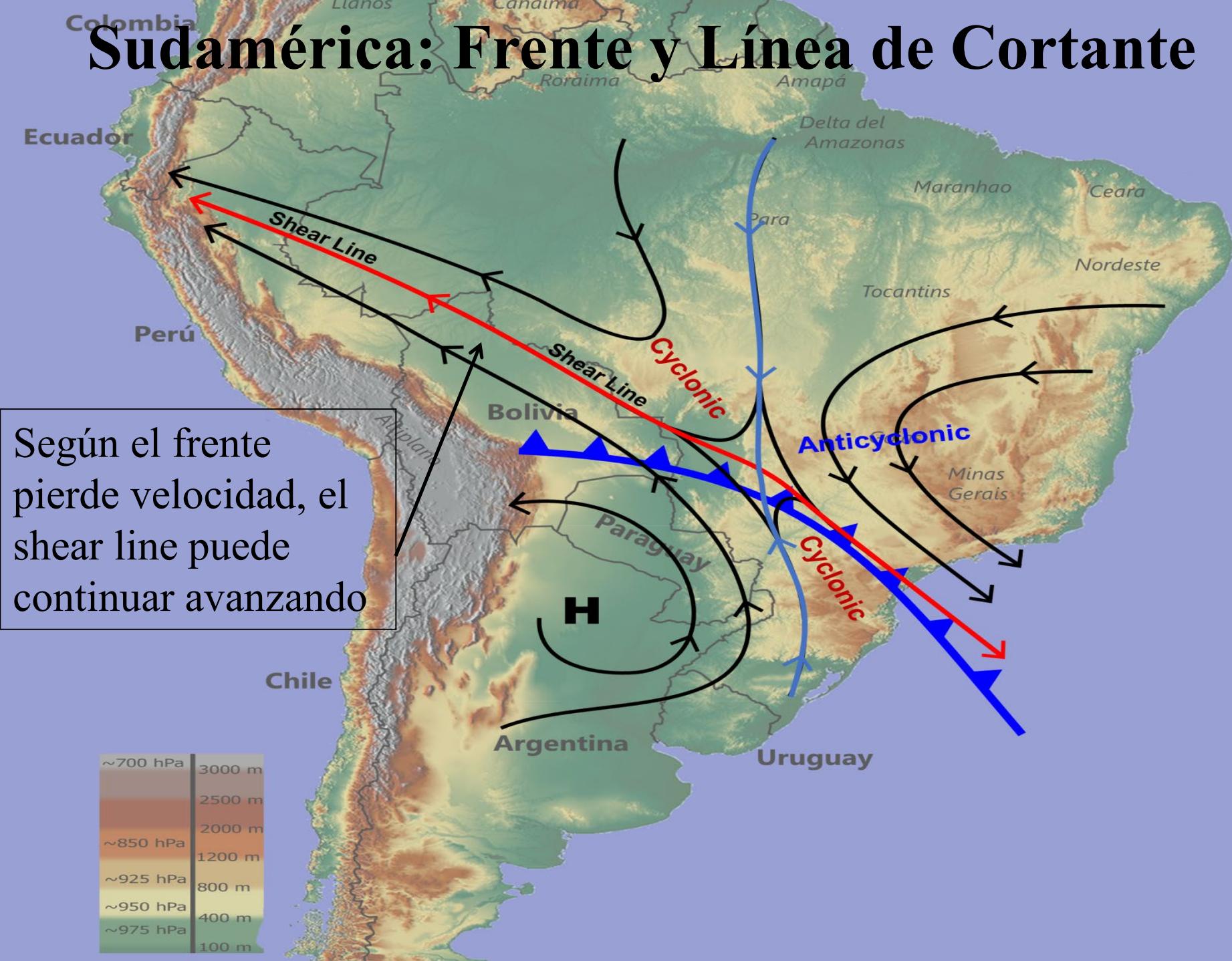
# Sudamérica: Frente y Línea de Cortante

# Sudamérica: Frente y Línea de Cortante



Shear Line acelera  
delante del frente

# Sudamérica: Frente y Línea de Cortante



# Ejemplo de un Frente/Línea de Cortante en Sudamérica



Frente del lado cálido del gradiente termal. La línea se origina en el collado y toca el frente.

# Línea de cortante vs frente en Perú/Bolivia

- A la selva Peruana y norte de Bolivia, muchas veces llegan sólo líneas de cortante y no los frentes. La masa de aire frío y denso suele quedarse rezagada al sur de Bolivia y rara vez ingresa al norte de Bolivia/Perú.
- Una surgencia del sur con línea de cortante pueden generar convección profunda y acumulaciones muy grandes. Esto es función de la intensidad de la convergencia a niveles bajos, disponibilidad de humedad y ventilación (divergencia) en altura.
  - **Esencial evaluar la intensidad del jet del sur en 850 y 925 hPa.**
- Detrás de la surgencia hay un secamiento (descenso adiabático y advección de aire seco). Detrás de un frente hay secamiento más marcado y descenso de la temperatura, especialmente las mínimas (enfriamiento radiativo nocturno)

# Ejemplo: Ingreso de línea de cortante al norte de Bolivia/ selva Peruana

## Ejemplo

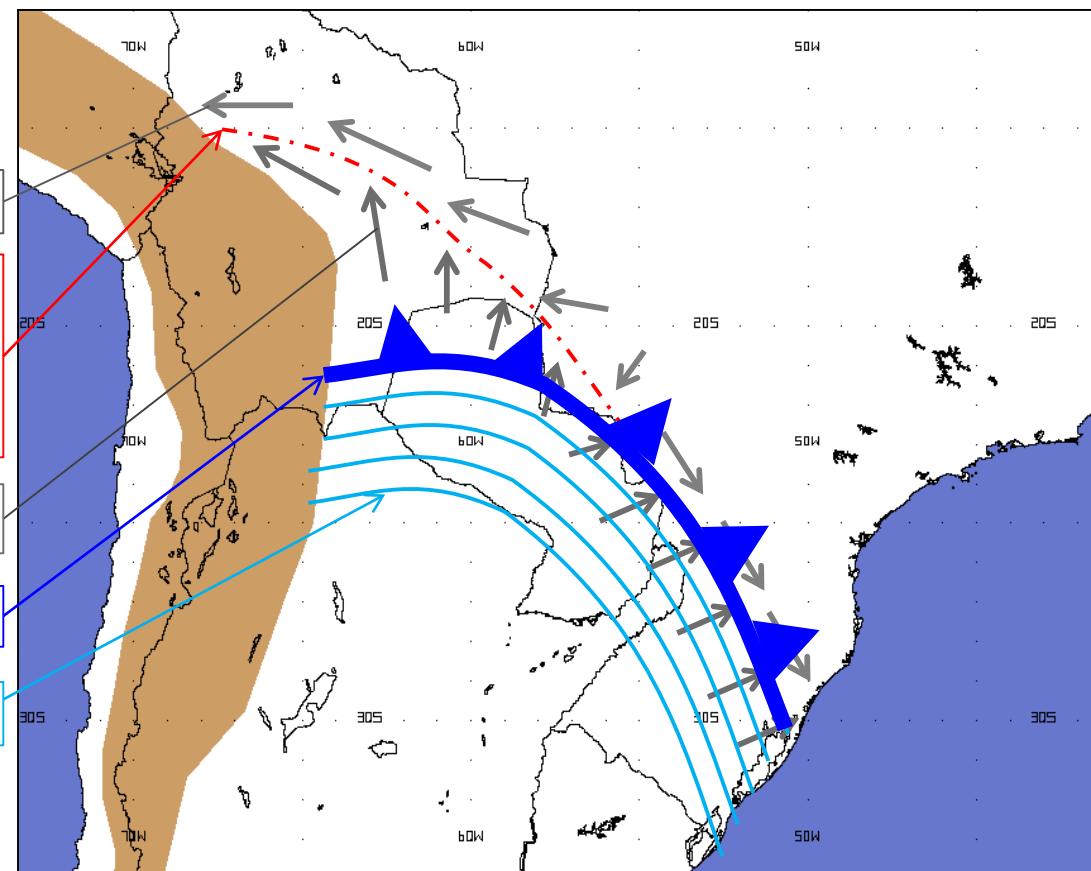
Viento delante de la línea de cortante

**Línea de cortante:** Región de confluencia (asíntota confluente). Cambio en la dirección y/o velocidad del viento, no en la masa de aire

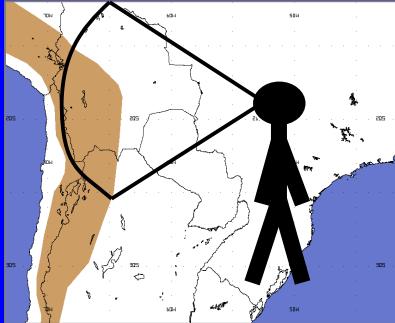
Viento detrás de la línea de cortante

**Frente:** límite entre masas de aire

Isotermas

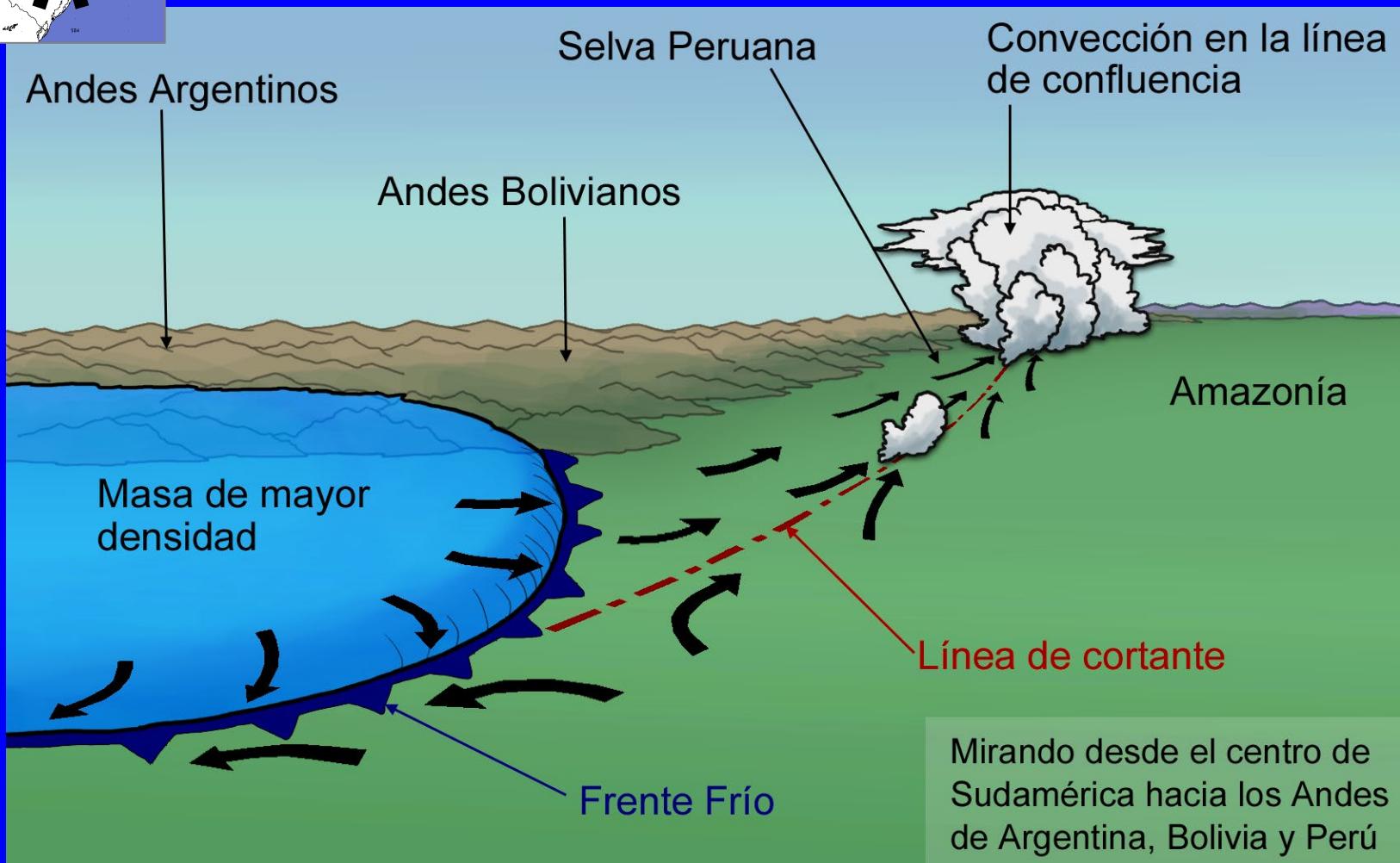


# Notar el frente rezagado al sur (izquierda)

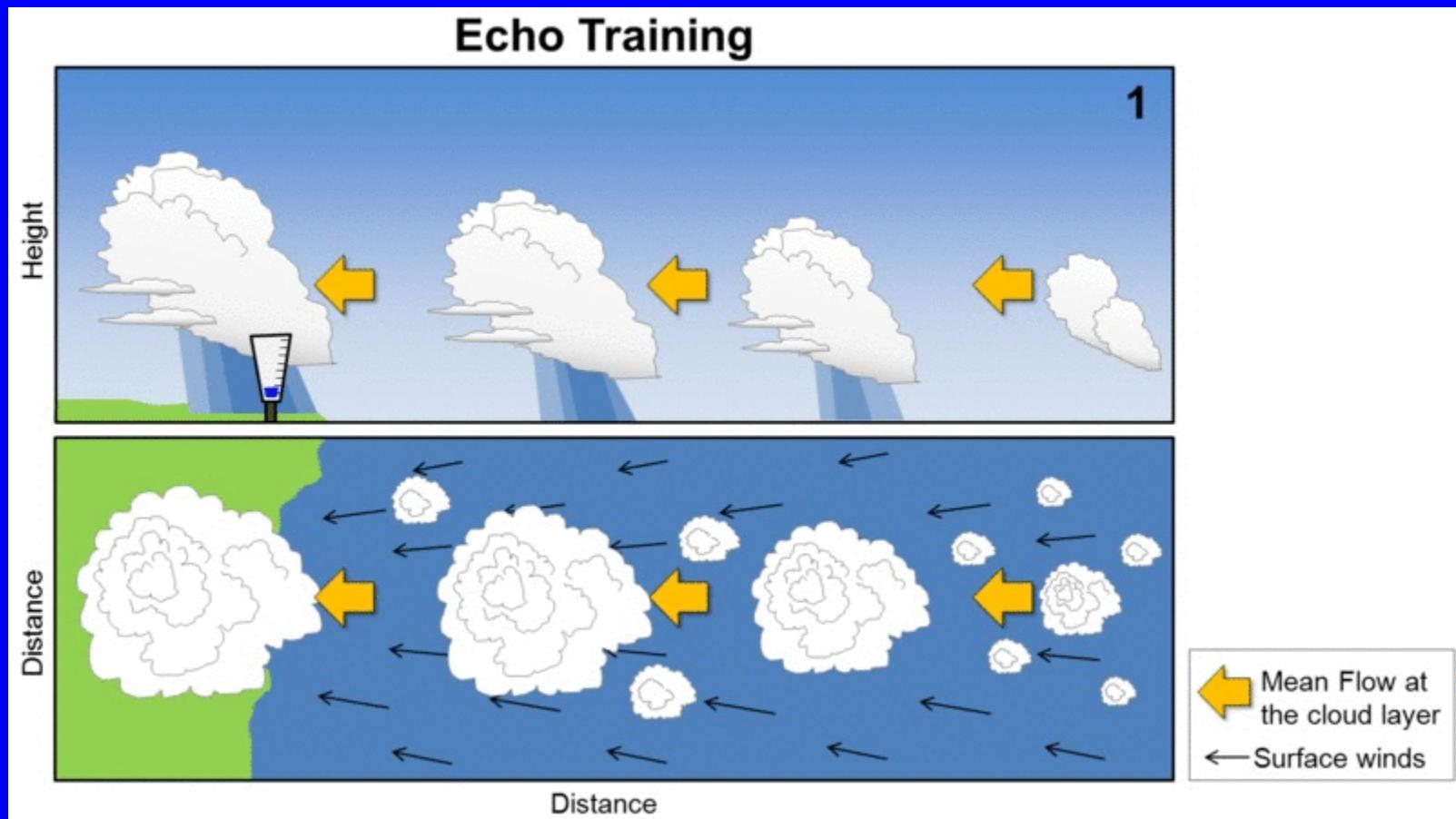


**LINEA DE CORTANTE:** Asíntota confluente (cambio solo en el viento).

**FRENTE:** Cambio de masa de aire.



# Tren de Ecos Convectivos



- Tren de ecos convectivos en cadena son comunes con líneas de cortante (shear lines)

# Análisis de Shear Line

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

# Aplicación de Imágenes de Satélite

Diferenciando entre un frente y un  
“Shear Line”

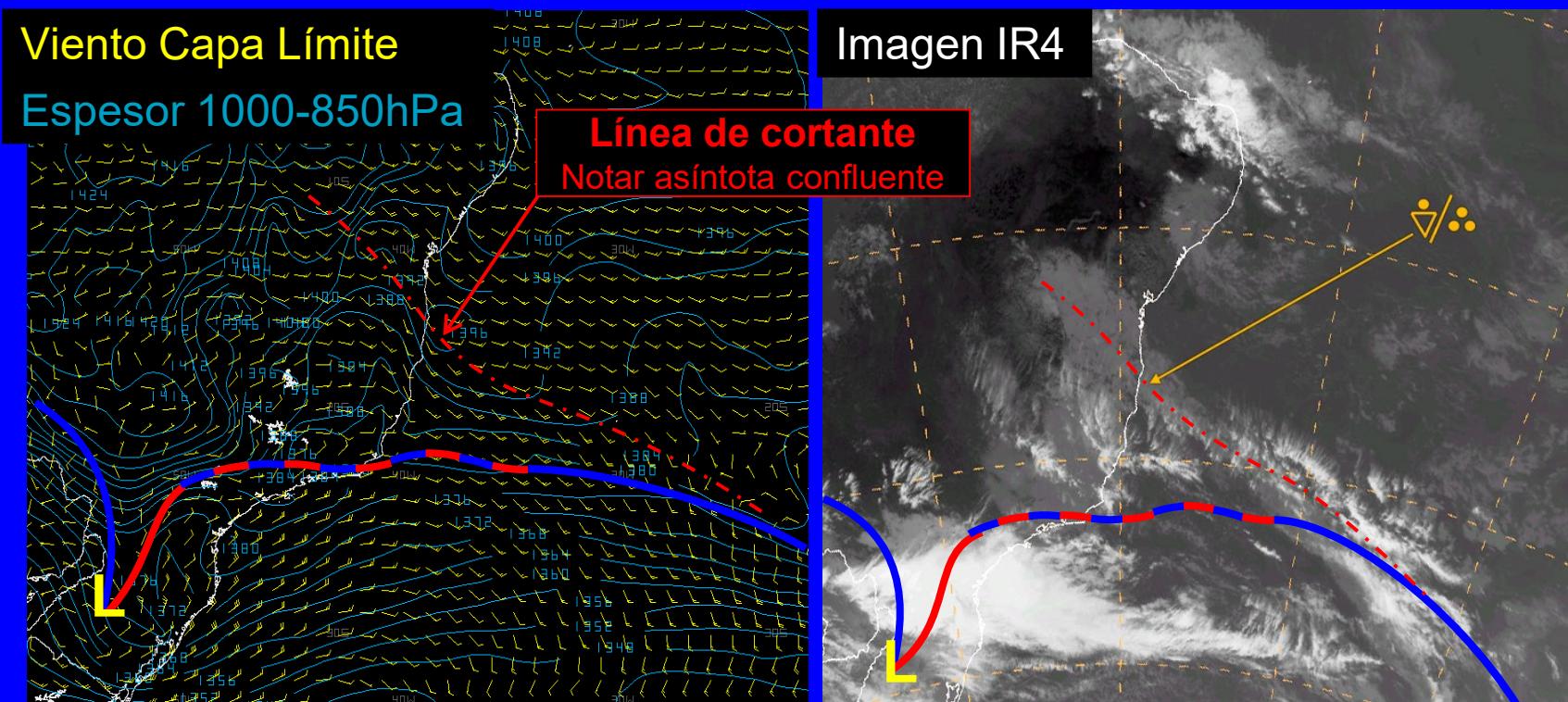
# ¿Dónde esta el frente?

- Tiempo presente no es siempre un buen indicador de donde yace el frente en los trópicos.
  - El tiempo es una función de la convergencia de agua y la inestabilidad de la masa
  - Aunque frecuentemente se observa convección activa en asociación con frentes polares, el tener tiempo presente no es un requisito.

# Línea de Cortante en costa de Brasil

- Las líneas de cortante son comunes en la costa este de Brasil.
- Pueden generar lluvias fuertes al interaccionar con la orografía.
- Muchas veces la convección es llana pero persistente. Puede producir montos que se aproximan a los 100mm/día.

## Ejemplo (Jun.24.2013)



# Imagen IR: ¿Frente o Shear Line?

## Instrucciones:

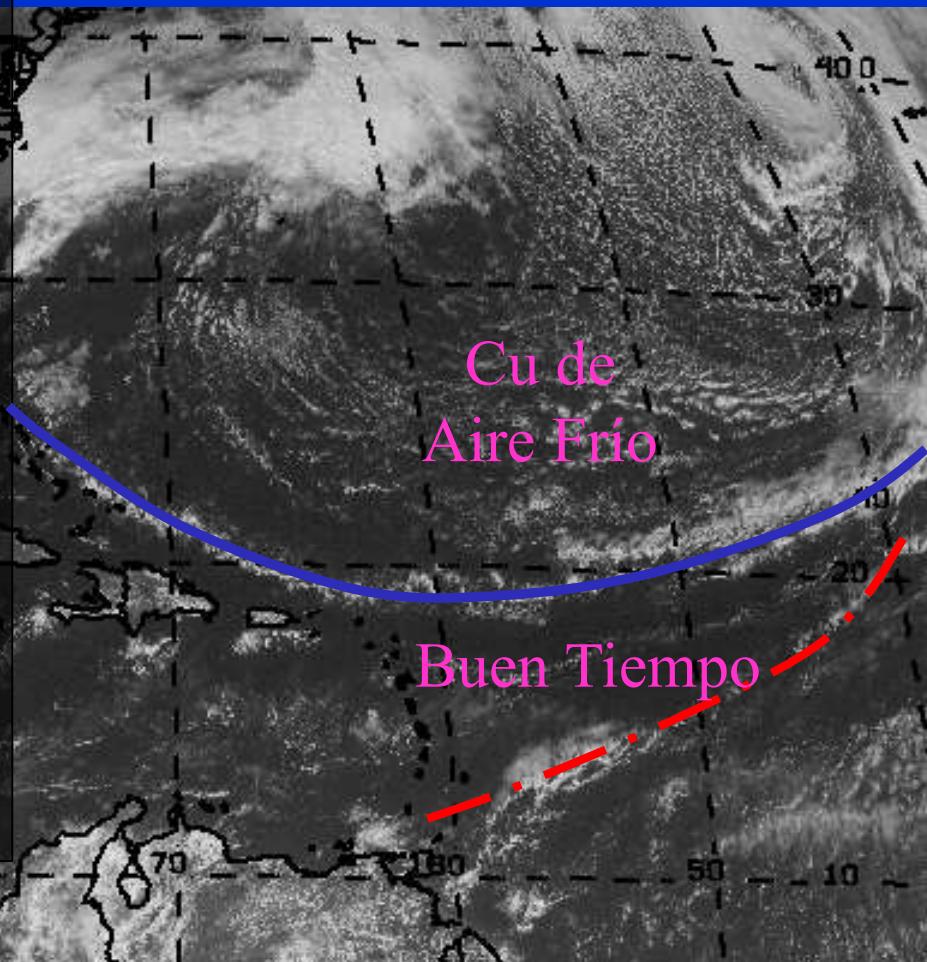
[www.ghcc.msfc.nasa.gov](http://www.ghcc.msfc.nasa.gov)

21 Mar 2002

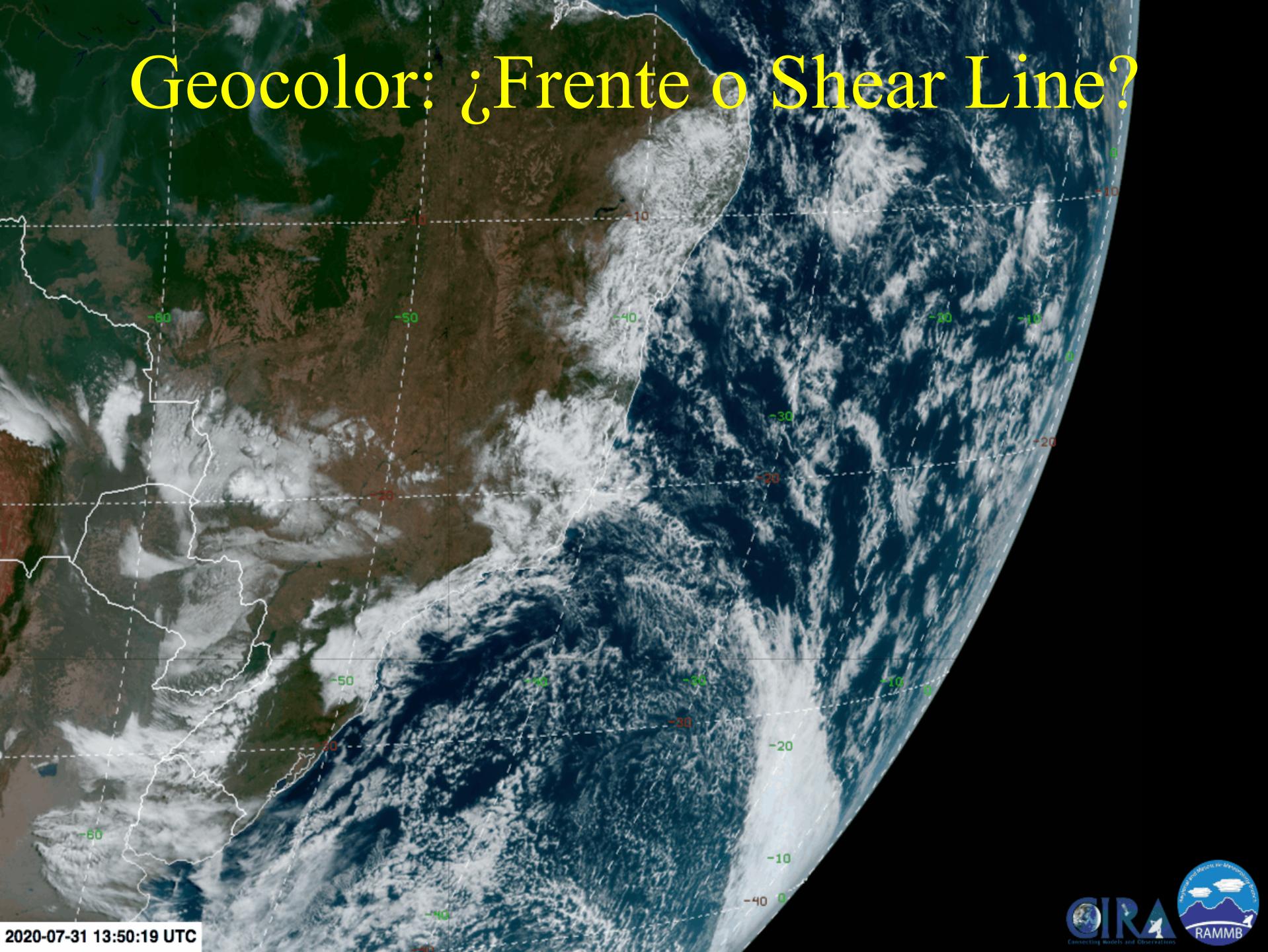
Frente: En advección fría sobre aguas cálidas, busque convección llana pos frontal.

## Shear Line:

1. Angosta banda de nubes
2. Dependiendo del apoyo en altura, normalmente se observa convección mas profunda que con el frente.



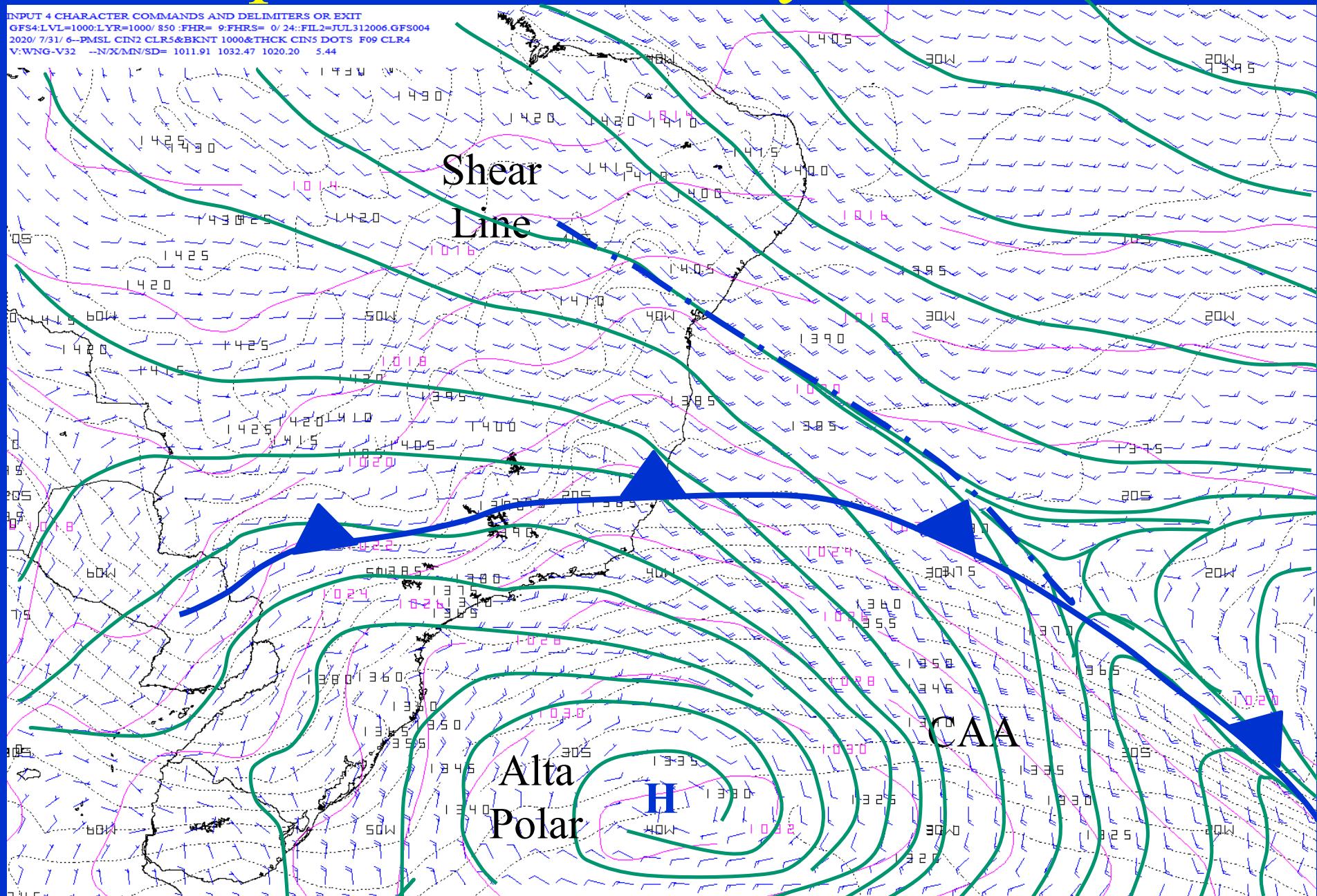
# Geocolor: ¿Frente o Shear Line?



2020-07-31 13:50:19 UTC

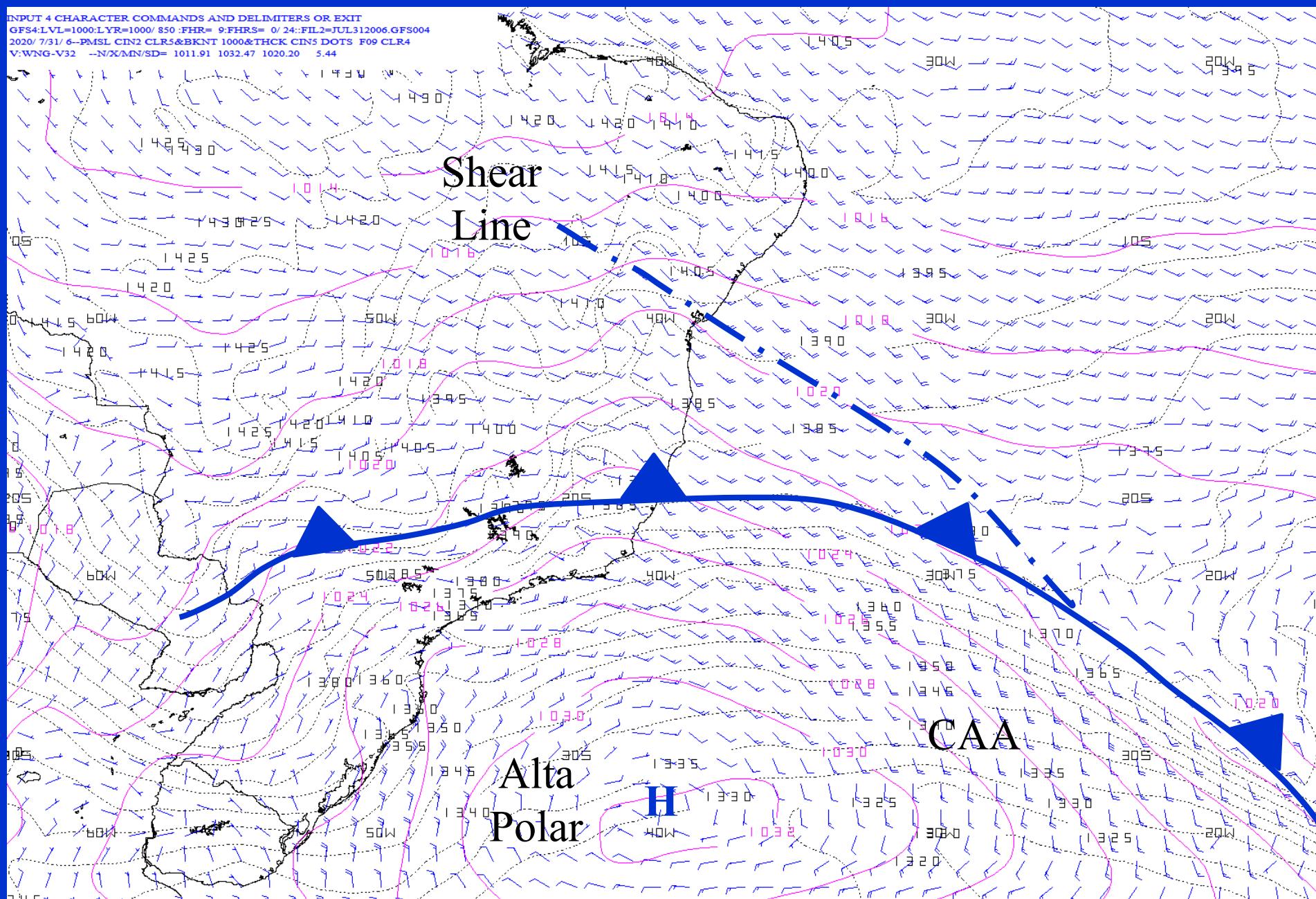
# Espesor 1000-850 y Vientos

INPUT 4 CHARACTER COMMANDS AND DELIMITERS OR EXIT  
GFS4=LVL=1000;LYR=1000/.850;FHR=9;FHRS=0/24;FILE=JUL312006.GFS004  
2020/7/31/6--PMSL CIN2 CLR5&BKNT 1000&THCK CIN5 DOTS F09 CLR4  
V:WNG-V32 -N/X/MN/SD= 1011.91 1032.47 1020.20 5.44

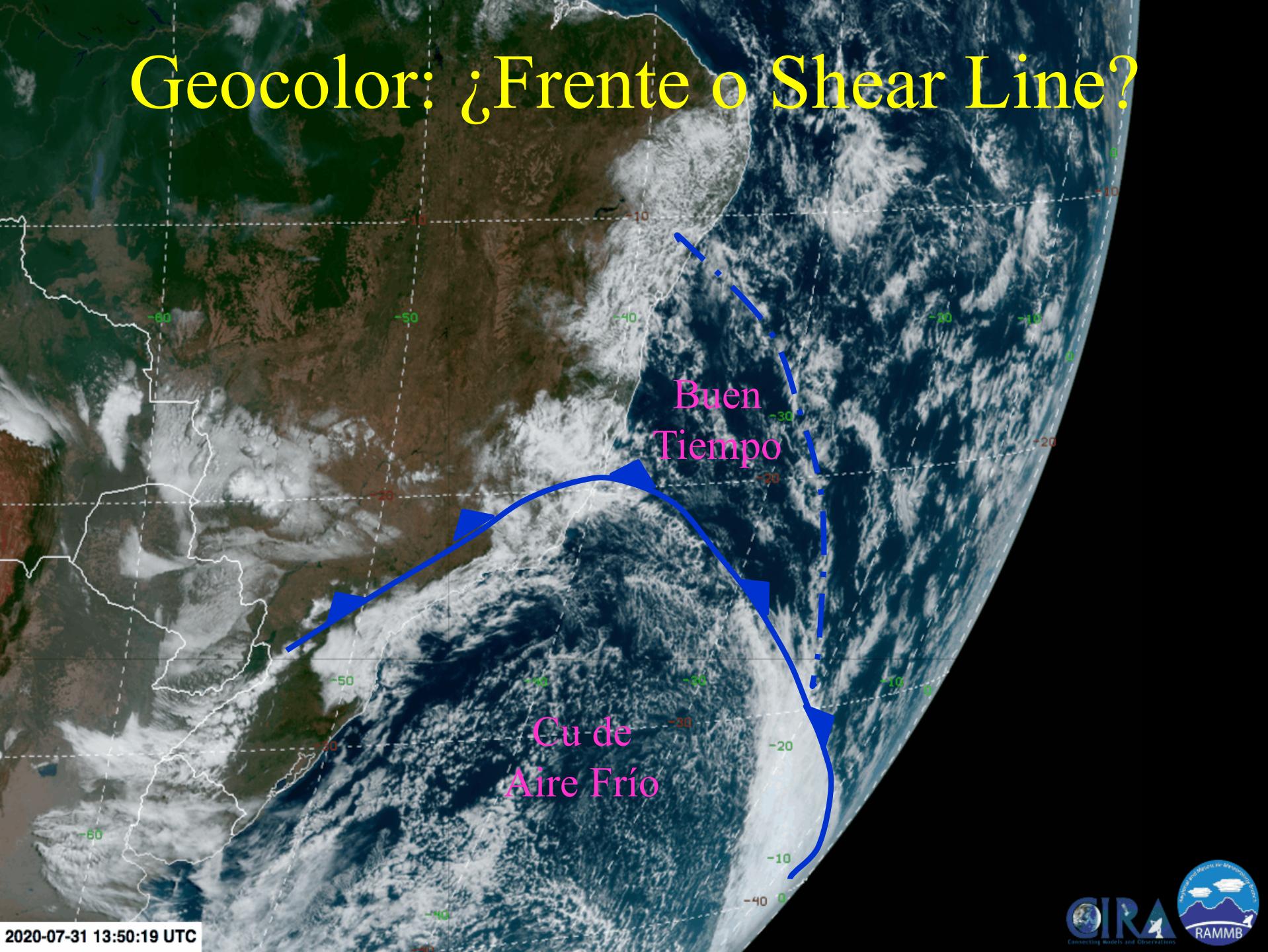


# Análisis

INPUT 4 CHARACTER COMMANDS AND DELIMITERS OR EXIT  
GFS4:LVL=1000:LYR=1000/ 850 :FHR= 9:FHRS= 0/ 24:FILE=JUL312006.GFS004  
2020/ 7/31/ 6--PMSL CIN2 CLR&BKNT 1000&THCK CINS DOTS F09 CLR4  
V:WNG-V32 -N/X/MN/SD= 1011.91 1032.47 1020.20 5.44



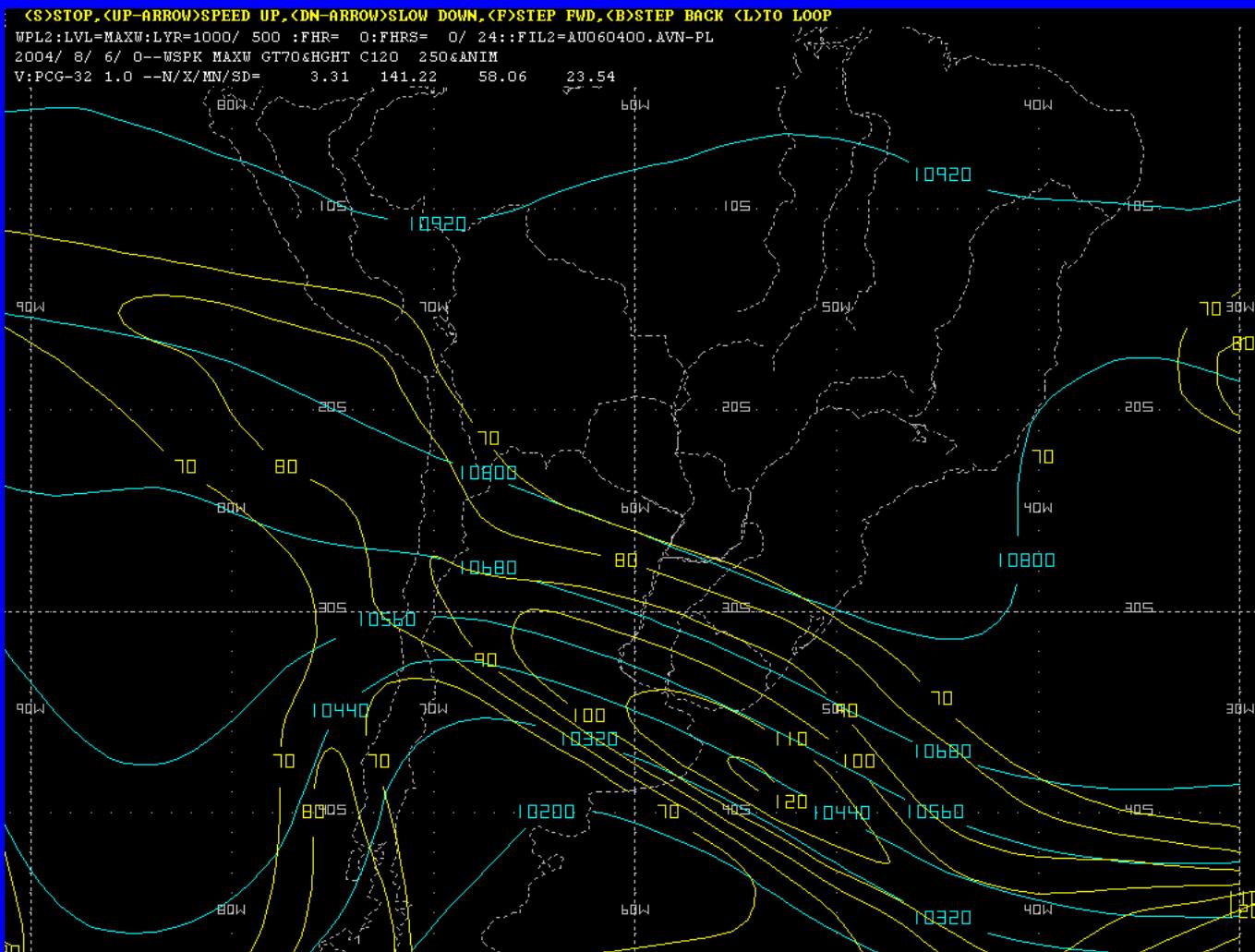
# Geocolor: ¿Frente o Shear Line?



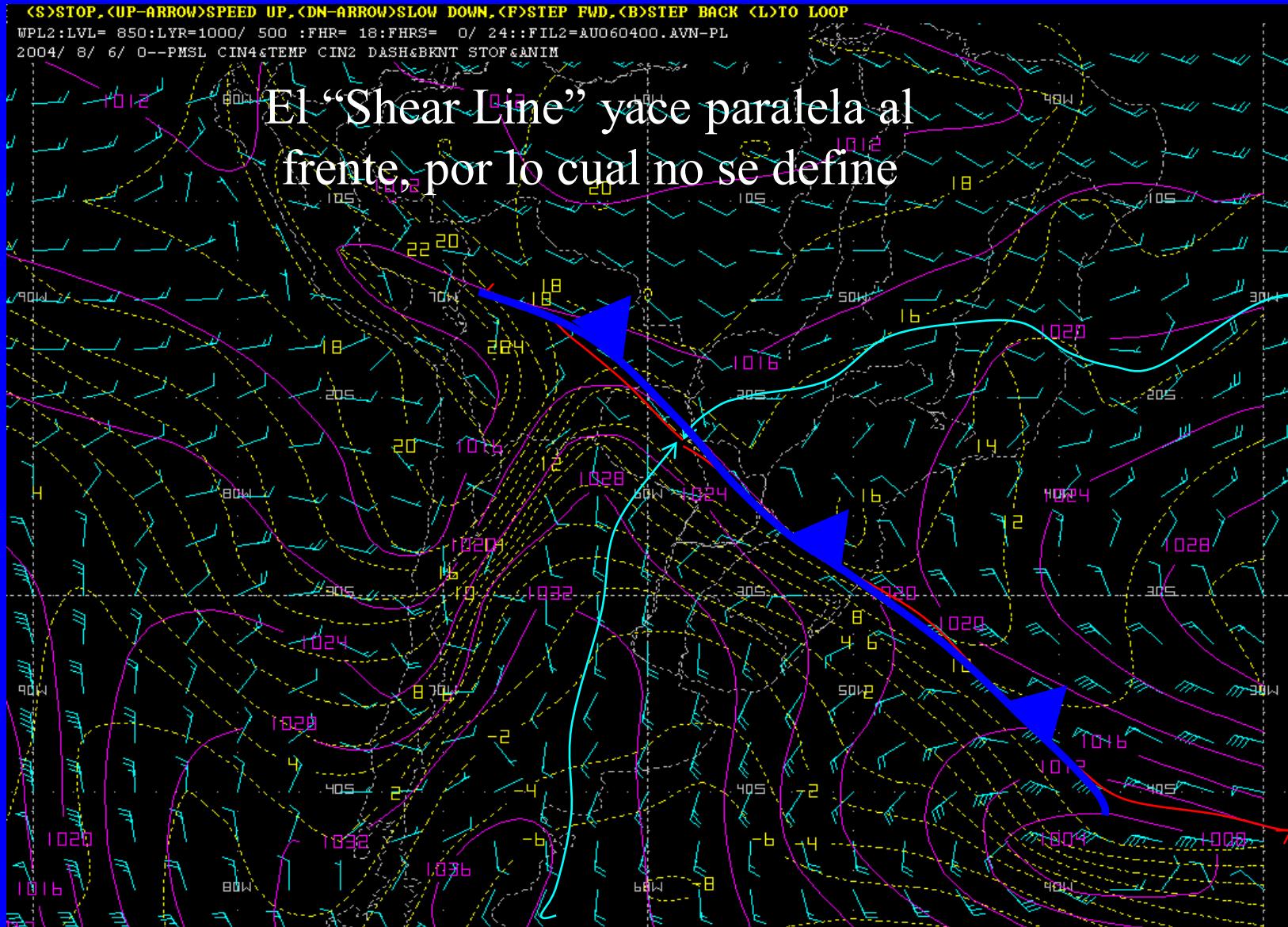


# Ejemplo en Sudamérica

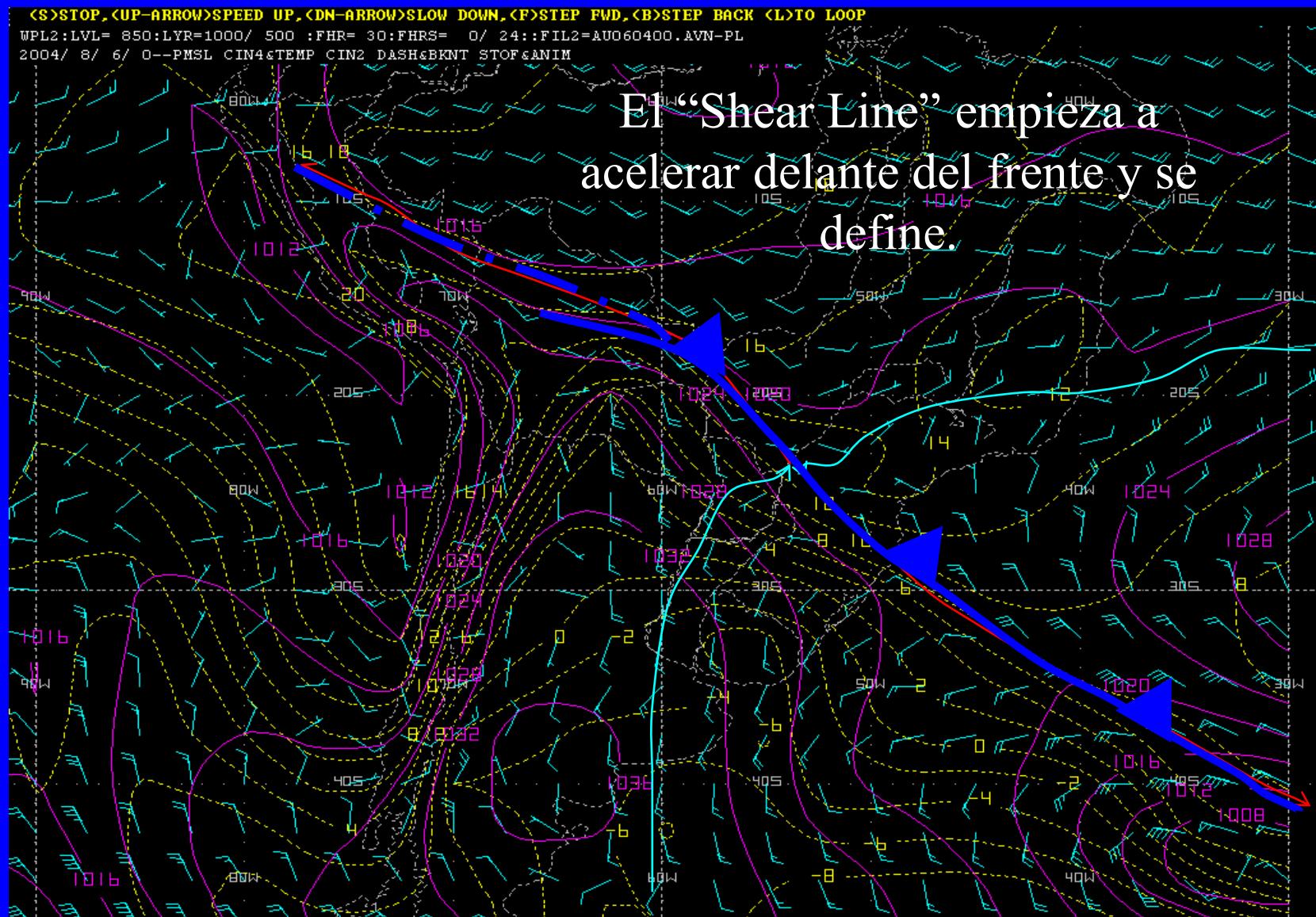
# Animación Corriente en Chorro



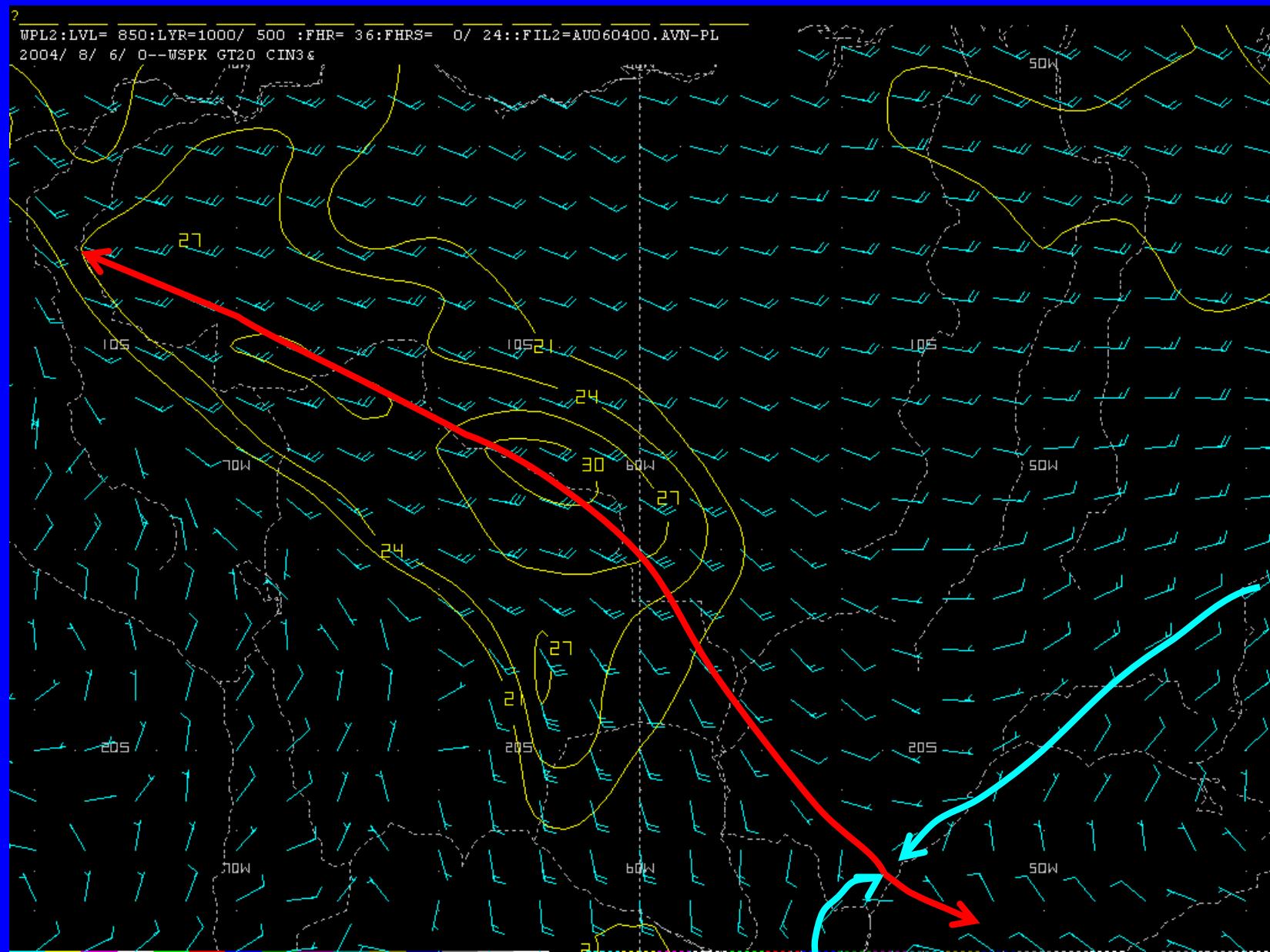
# Temperatura, Vientos y Presión Nivel del Mar F18



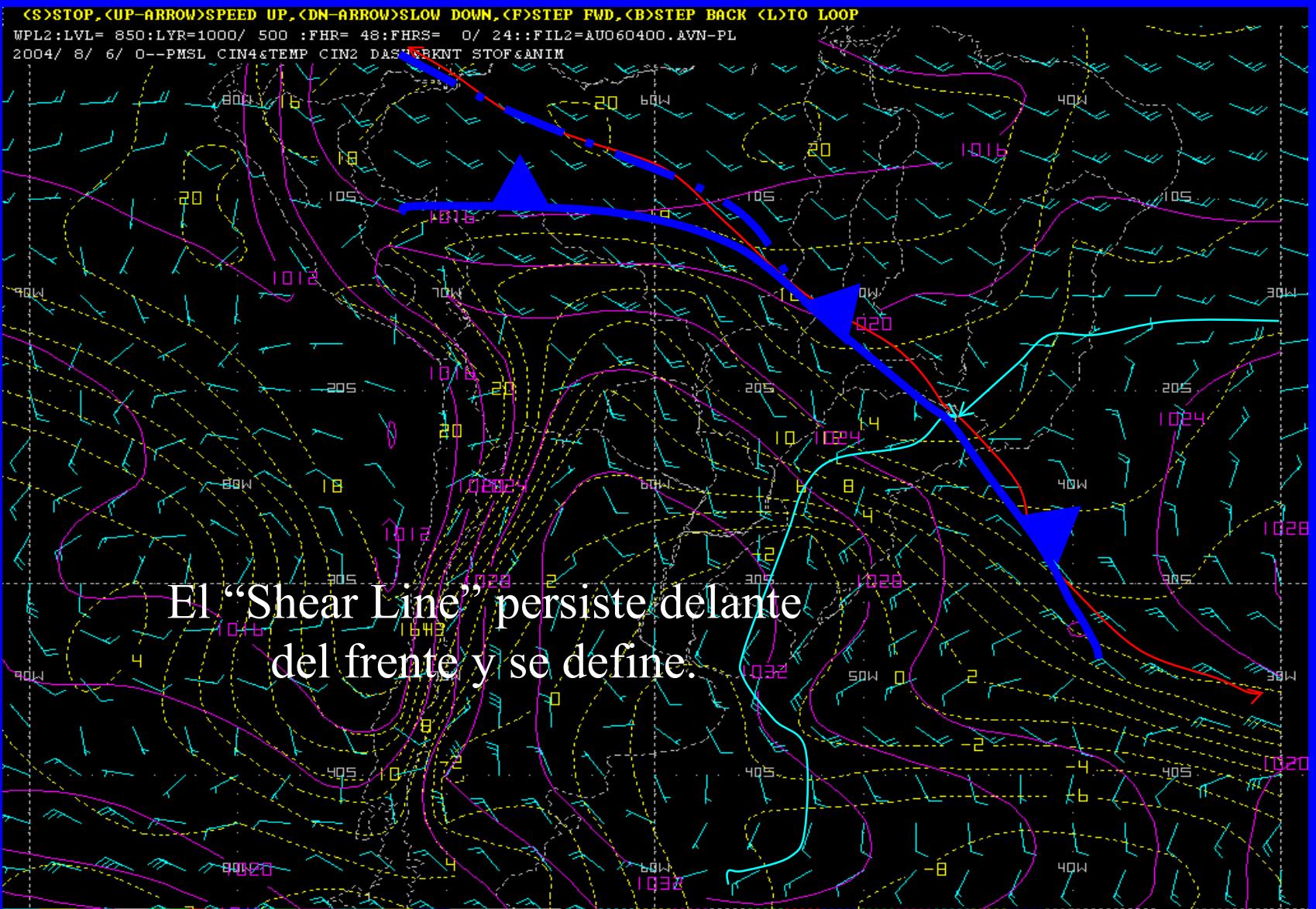
# Temperatura, Vientos y Presión Nivel del Mar F30



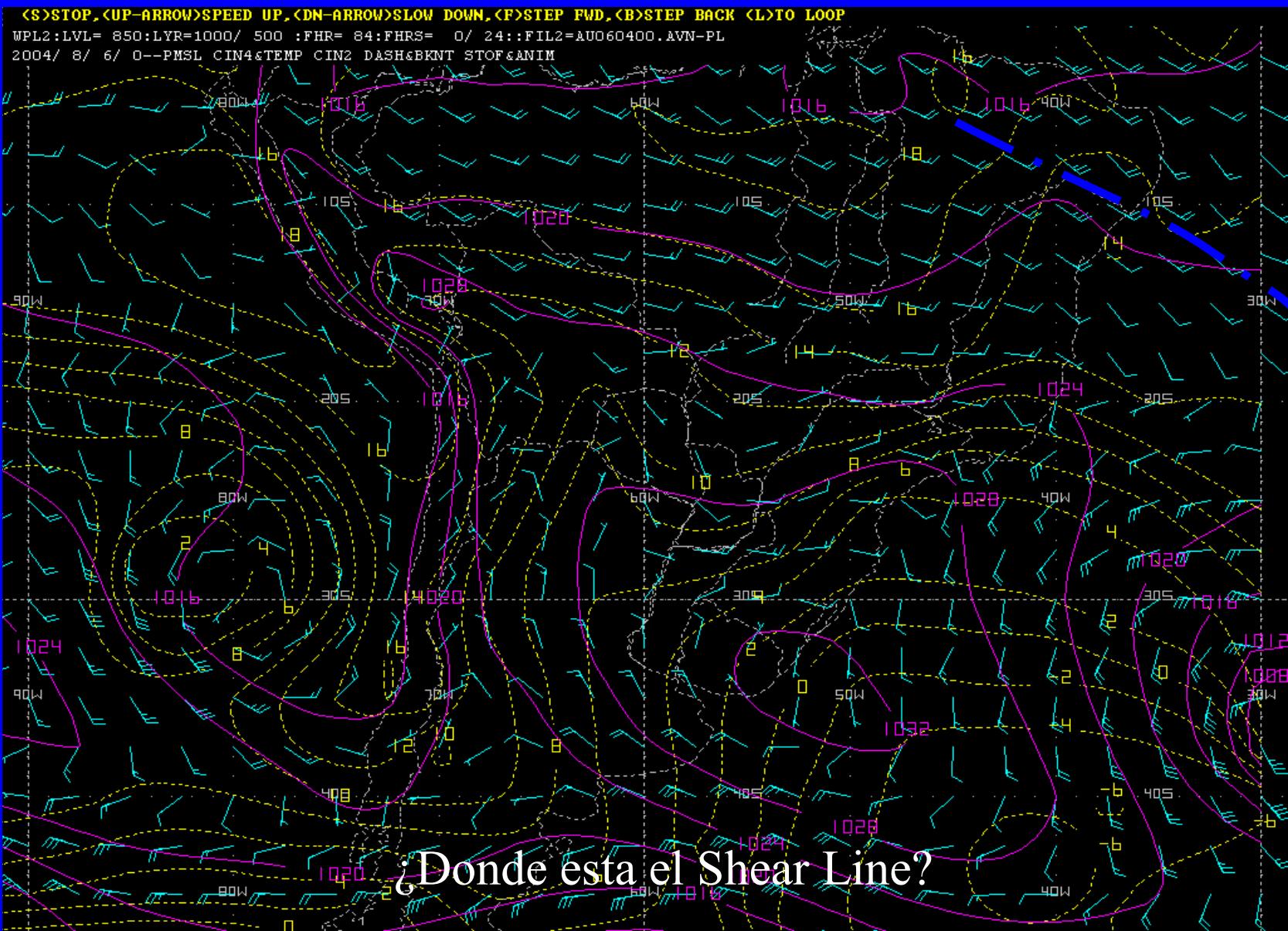
# Vientos en 850 hPa F36



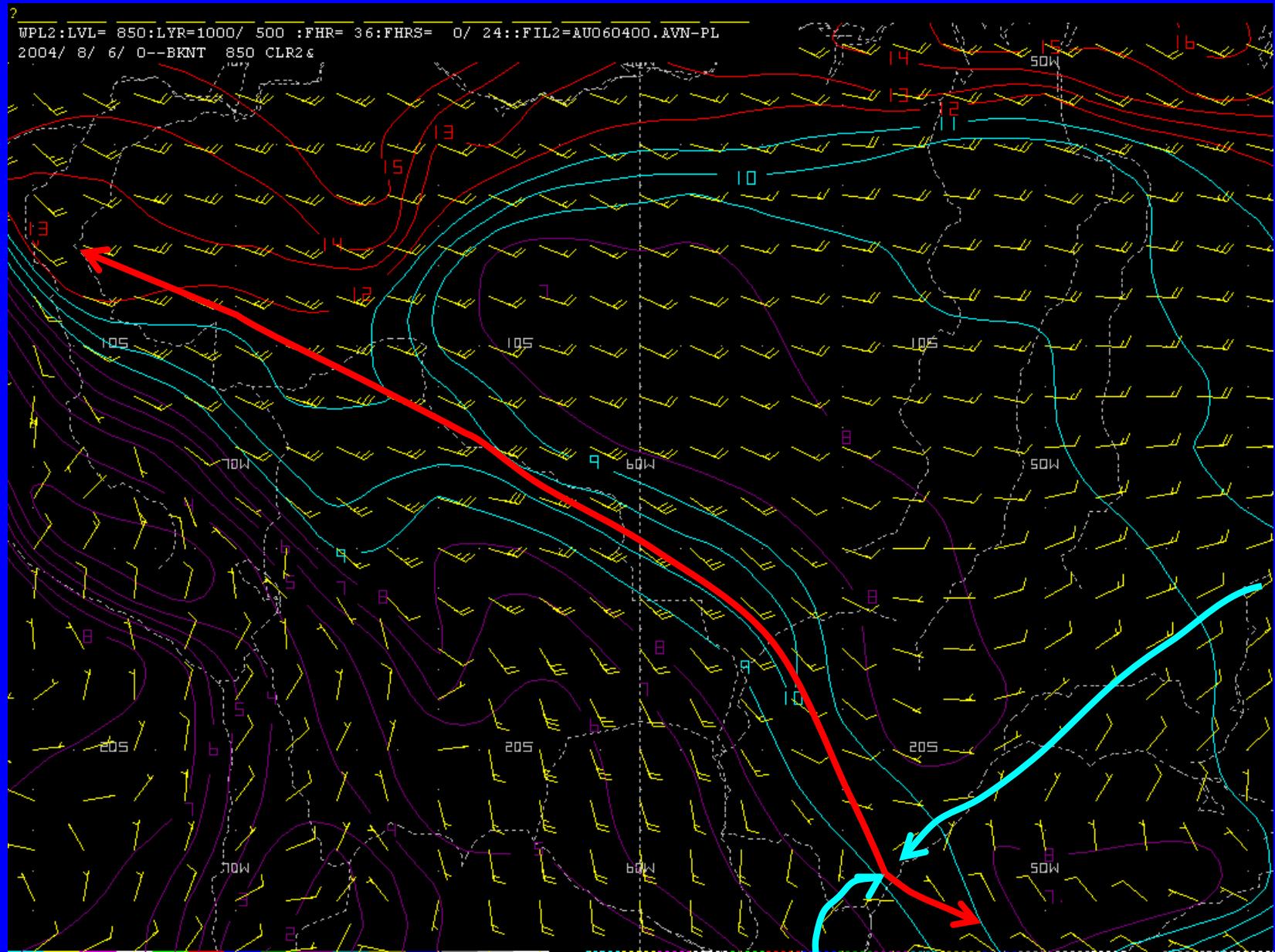
# Temperatura, Vientos y Presión Nivel del Mar F48



# Temperatura, Vientos y Presión Nivel del Mar F84



# Razón de Mezcla y Vientos

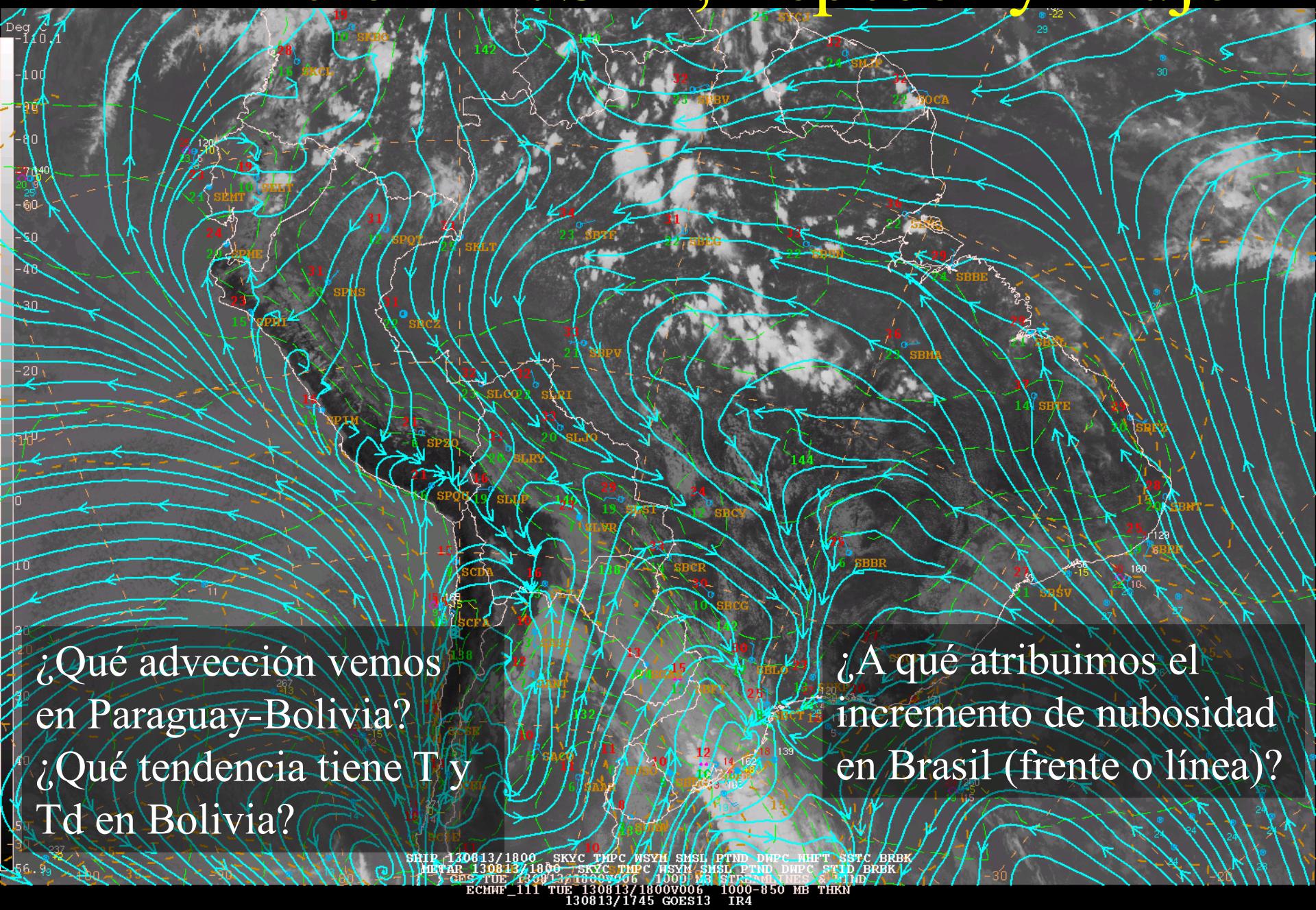


# Poll Question 7

## (Select all that Apply)

- El “Shear Line” es una frontera baroclinica
- El “Shear Line” se define posfrontalmente
- El “Shear Line” se define prefrontalmente
- Jet del sur contribuye a la formación del shear line
- Tiempo presente se tiende a dar con el Shear Line

# Animación IR/SPF, Espesor y Flujo



# **8. Línea de Inestabilidad en Sudamérica**

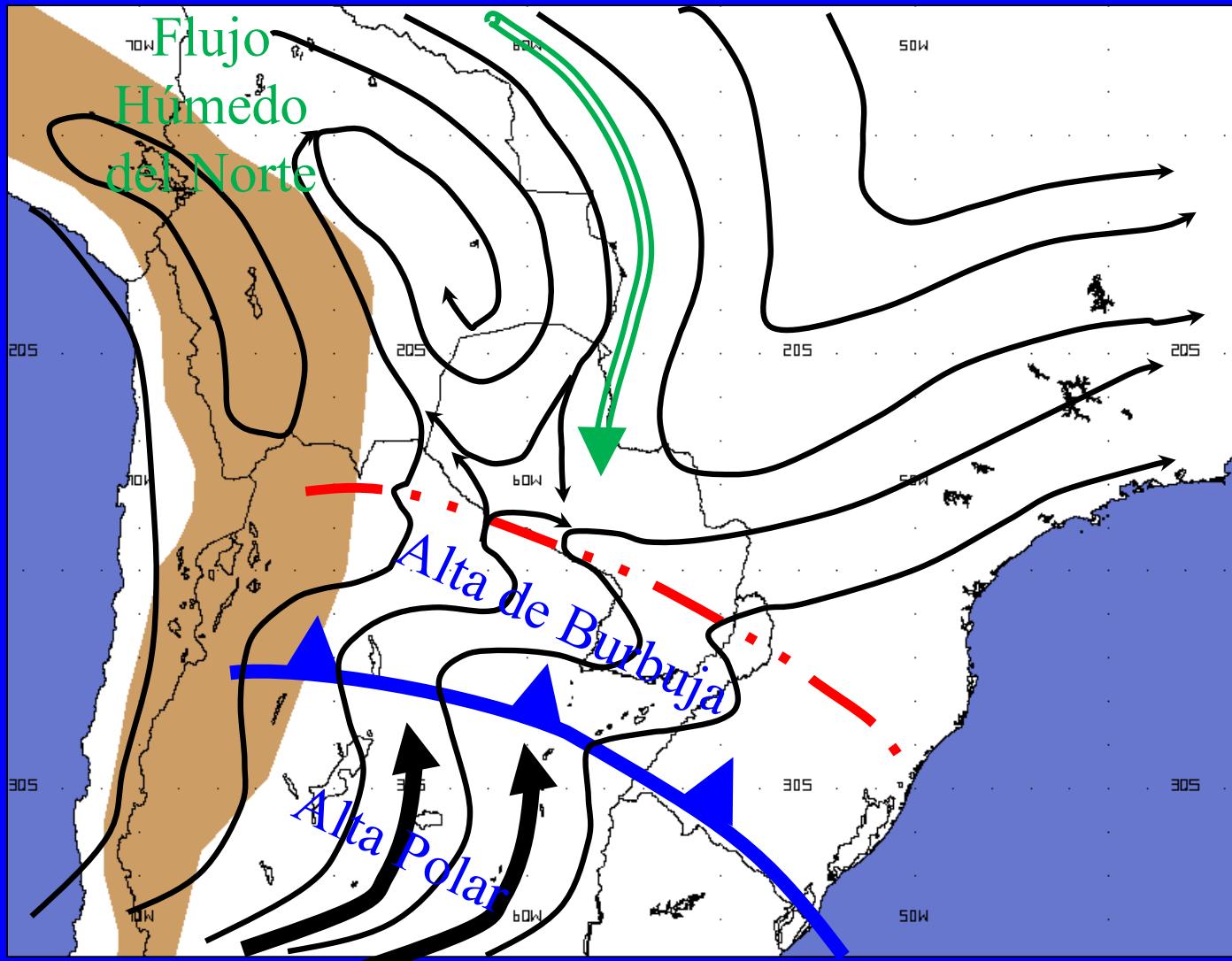
# Líneas de Inestabilidad

- **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 18-20C 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 los 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

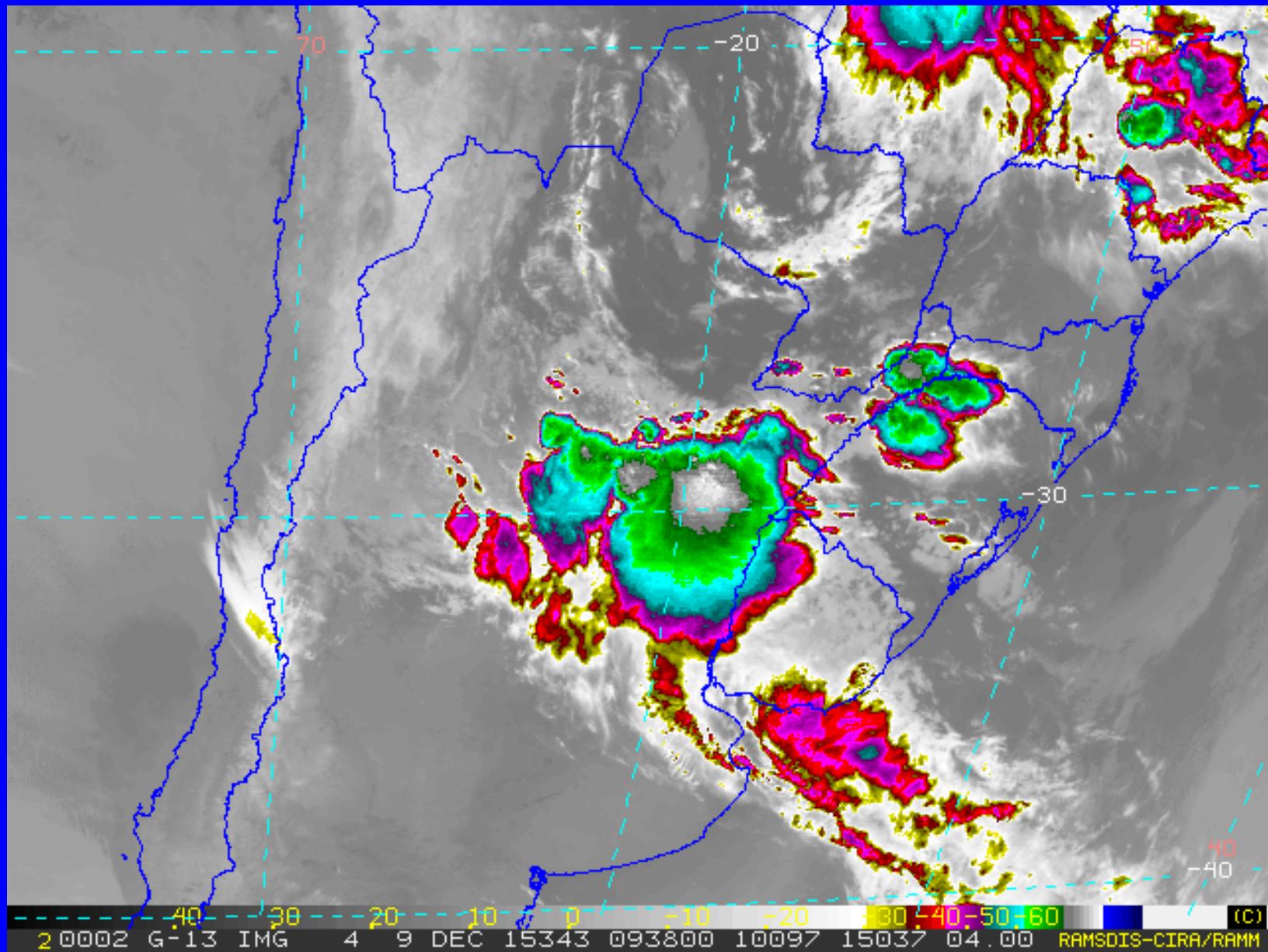
# Línea de Inestabilidad Modelo Conceptual



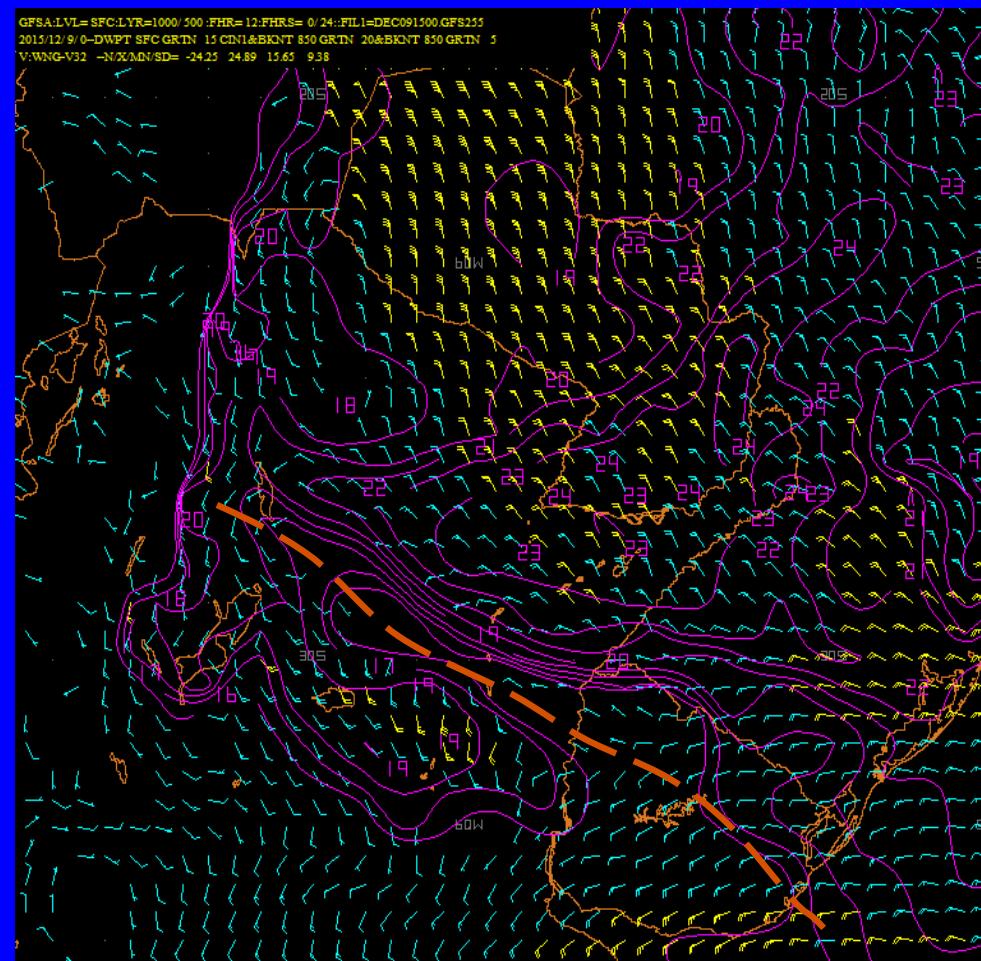
# Alta de Burbuja vs. Alta Polar

- **Alta Polar:**
  - Acompañada por una masa densa fría 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

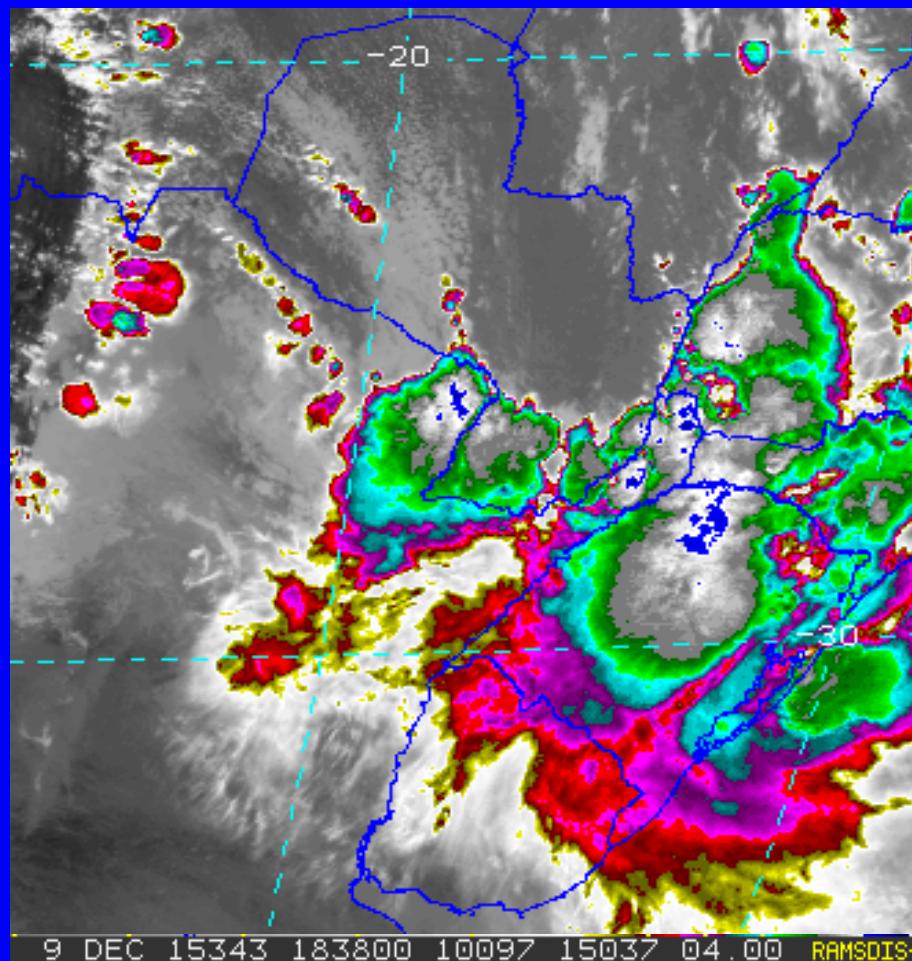


# Línea de Inestabilidad en Argentina-Paraguay



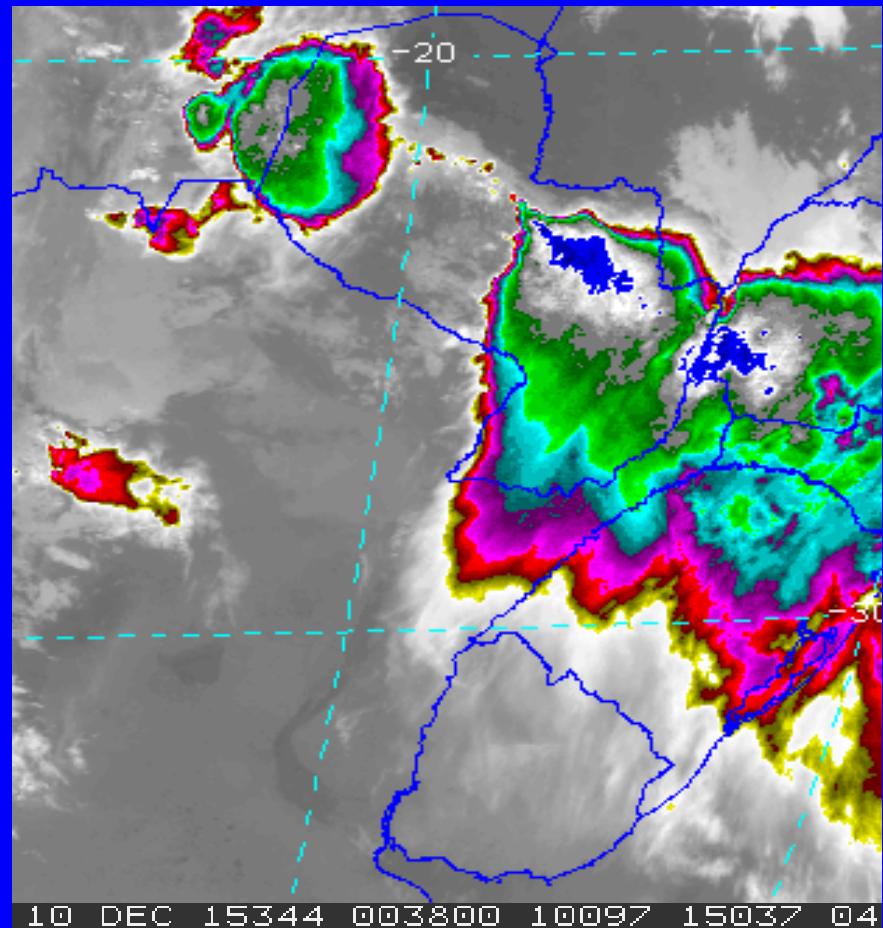
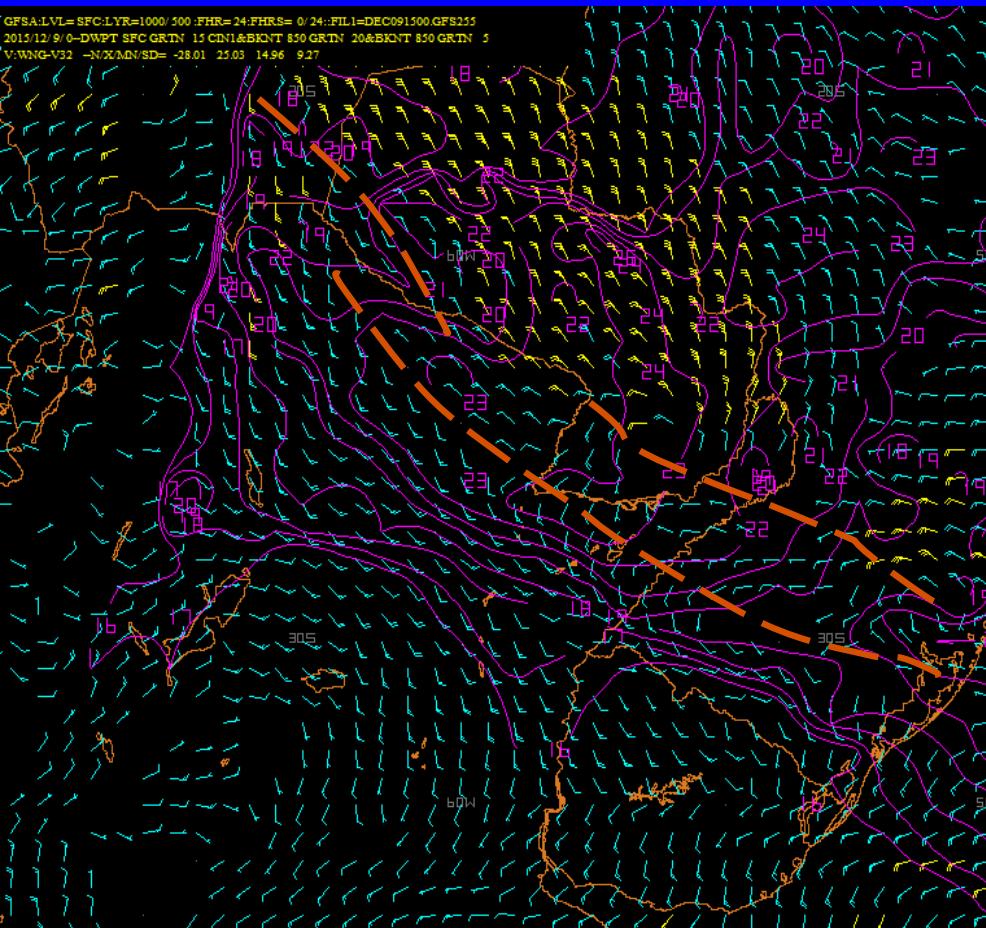
GFS

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



IR4

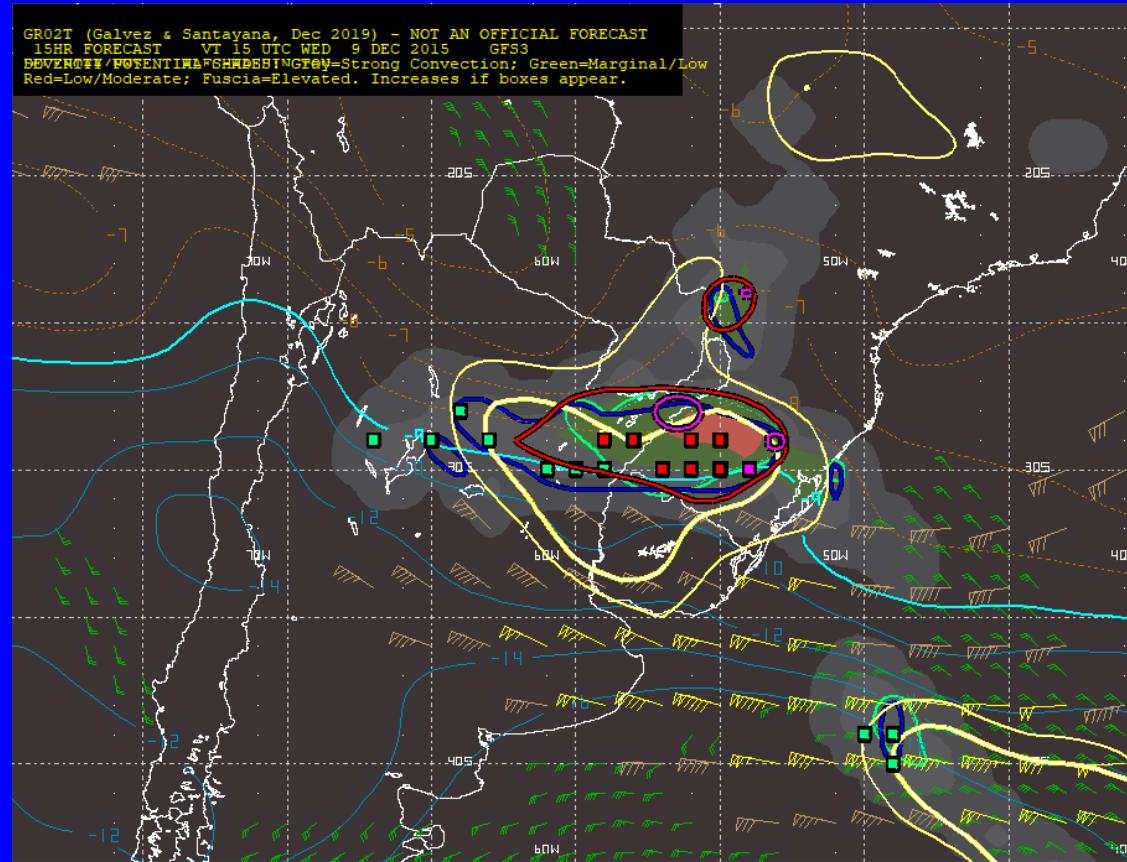
# Línea de Inestabilidad en Argentina-Paraguay



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

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

# Diagnostico – Tiempo Severo GRO2T – Macro de Granizo



[https://www.wpc.ncep.noaa.gov/international/wng/09\\_CSA/index.shtml](https://www.wpc.ncep.noaa.gov/international/wng/09_CSA/index.shtml)

# Frente Frío vs. Línea de Inestabilidad

| Parámetro    | Frente Frio   | Línea de Inestabilidad  |
|--------------|---|---|
| $\Delta T$   | Cae la temperatura con el paso  | Cae la temperatura con el paso  |
| $\Delta P$   | 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 |
| $\Delta T_d$ | 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.<br>SSO con rachas de 20-30Kt con jet Pampero | NNO precede, 15-25Kt<br>Variable del sur con la alta de burbuja                   |

# 9. 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.

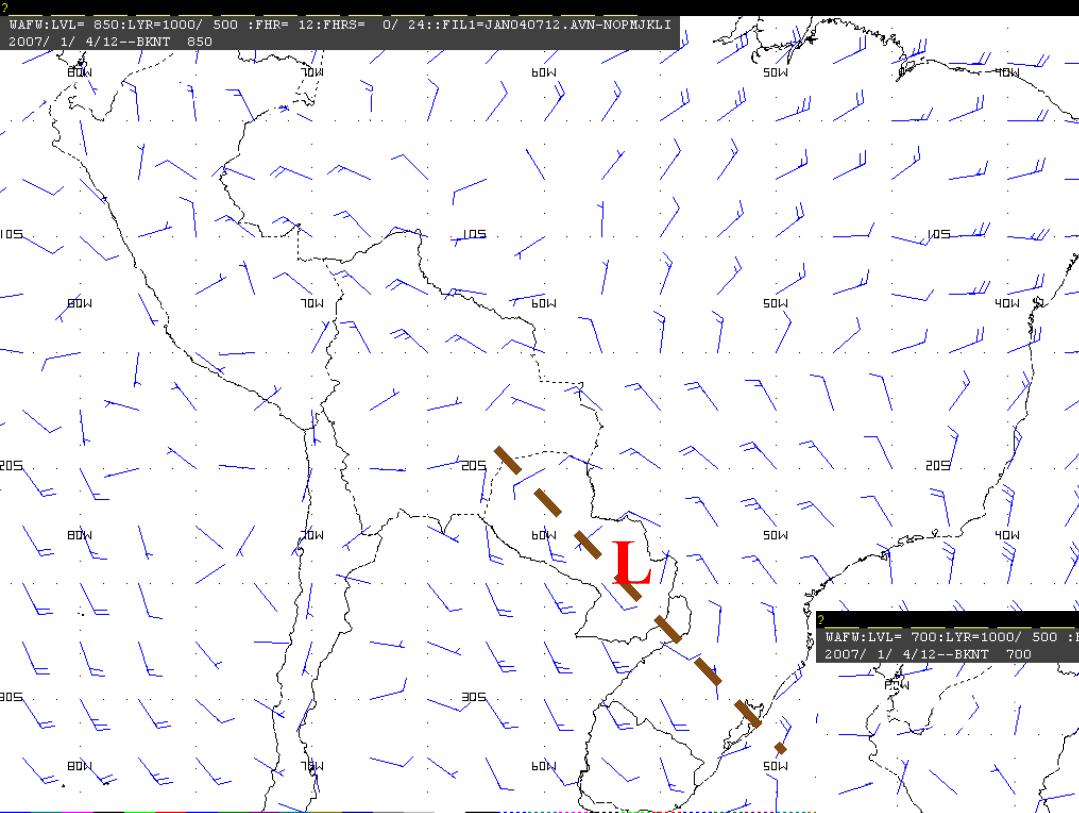
# SACZ

- 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 Atmosfericas
  - MJO en su fase divergente lo hace mas propicio y de larga duración
  - Ondas Kelvin resaltan la actividad, particularmente cuando en fase con la MJO

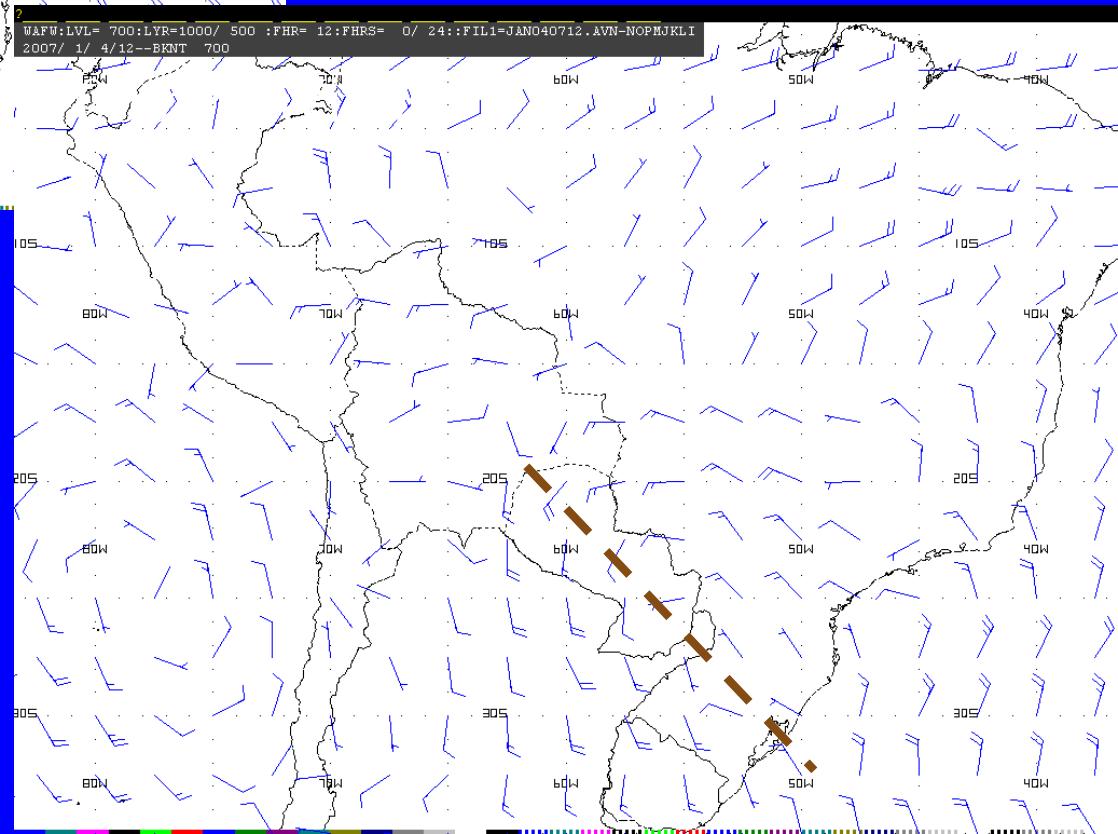
# Pronósticos del SACZ

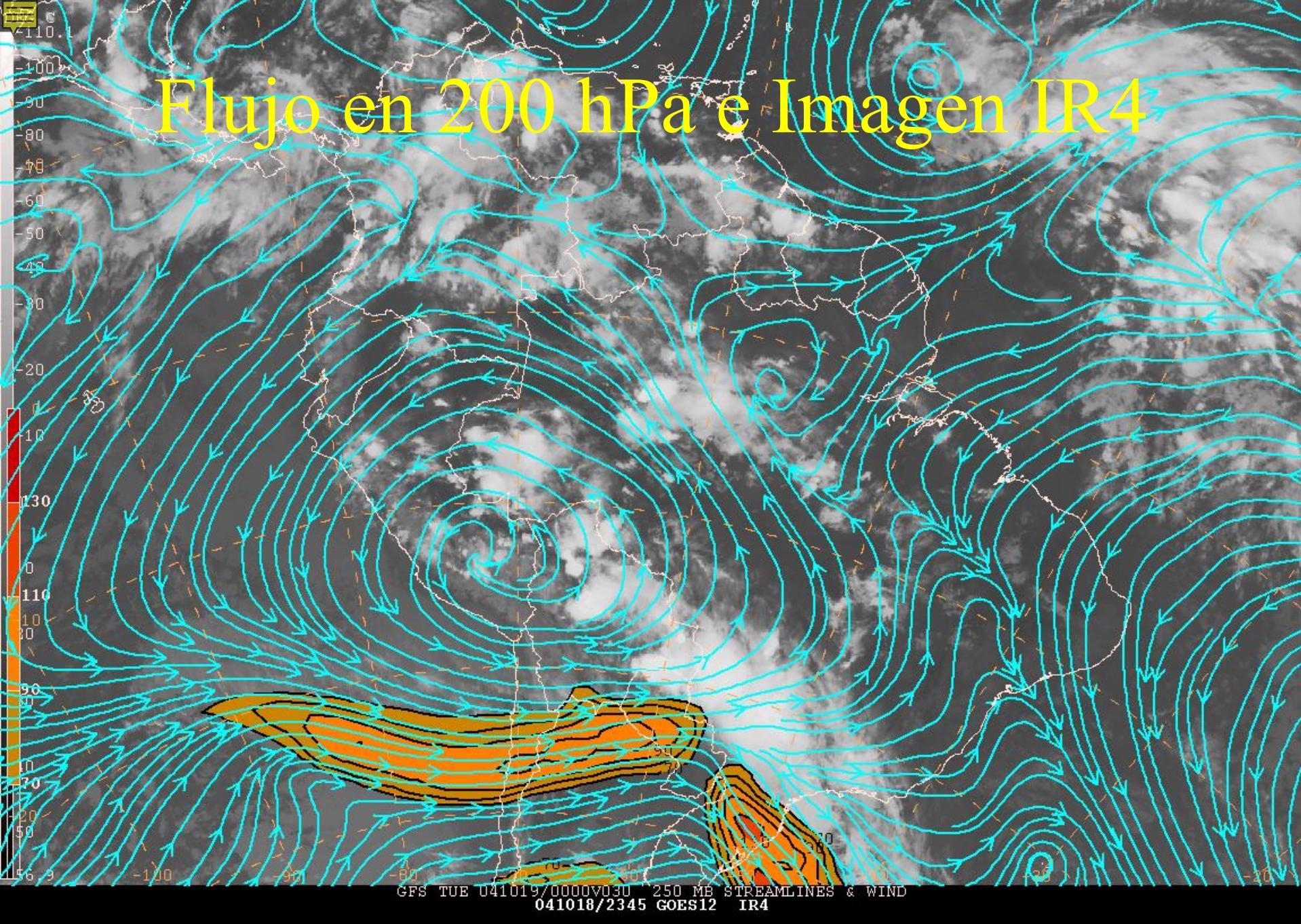
- Modelos Numéricos: se distingue por una vaguada de nivel bajo/medio que se forma al norte de una frontera baroclínica
  - Vaguada bien definida entre los 850-700 hPa
  - Duración típica: 3-7 días
- Agua converge a lo largo de esta vaguada
  - $Td \geq 20-24^{\circ}\text{C}$ 
    - Alto contenido de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

# Análisis y Pronósticos del SACZ



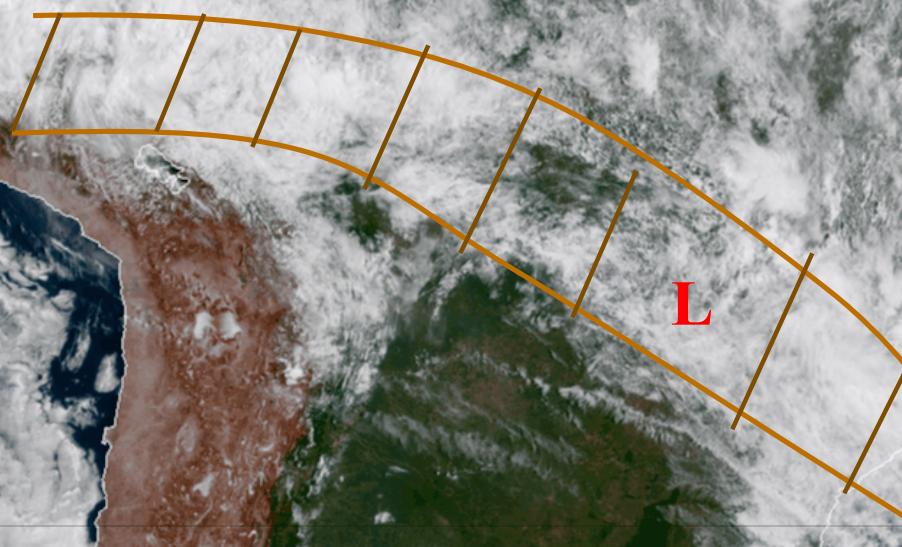
- En 850 hPa frecuentemente se centra en una baja
- En 700 hPa se manifiesta como una vaguada





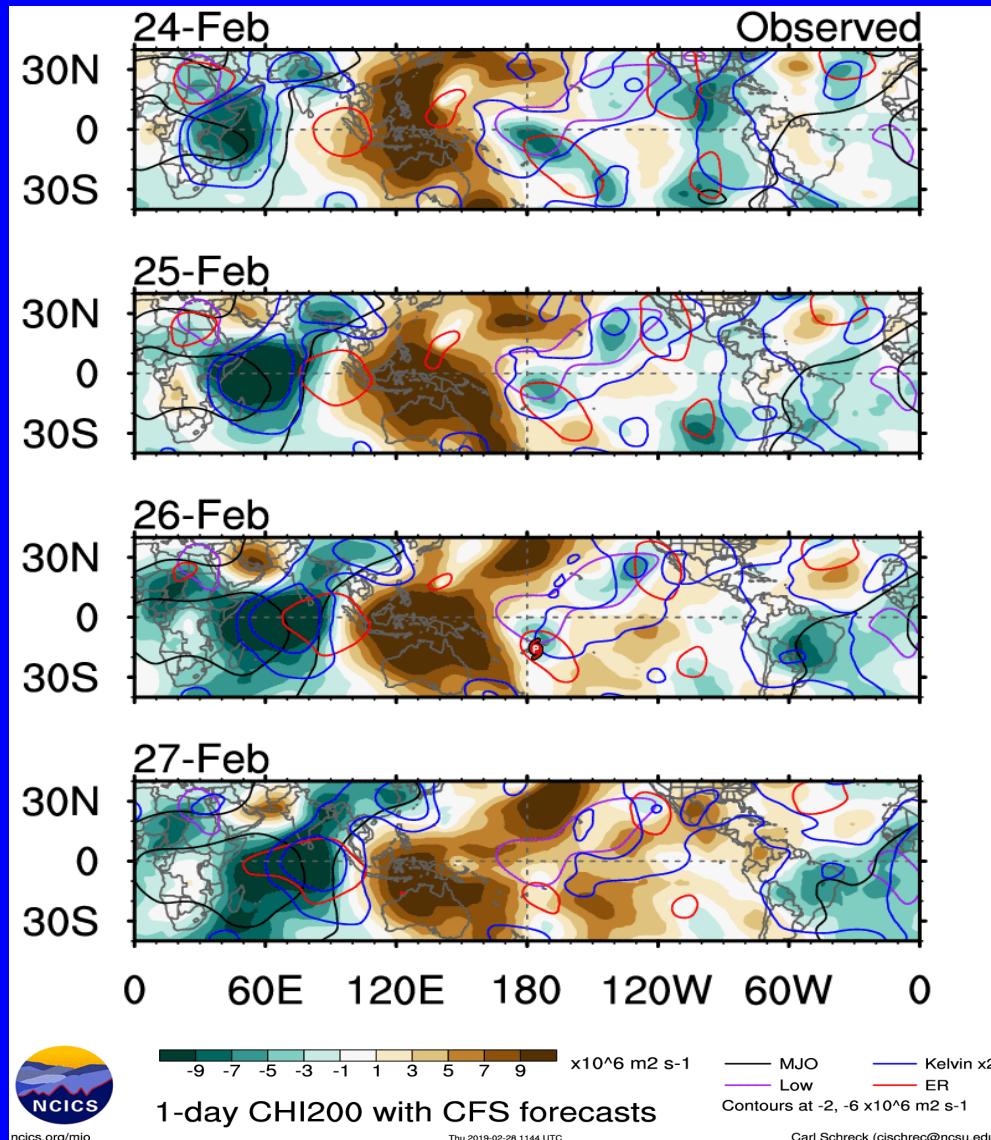


# SACZ – Feb 2019

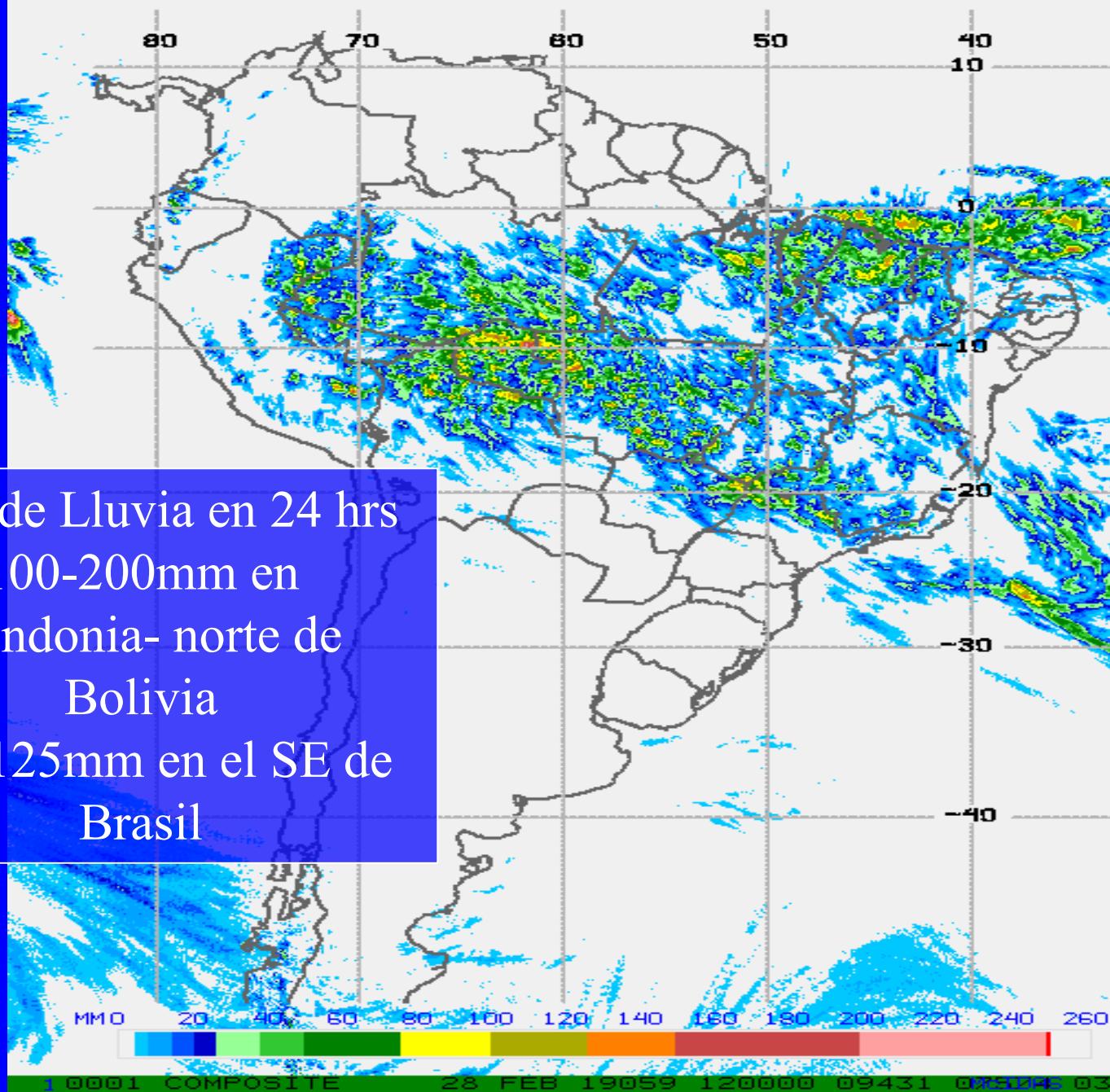


2019-02-28 13:45:31 UTC

# MJO y Ondas Kelvin



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



¿Preguntas?