



ICAO

# INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION

A UN SPECIALIZED AGENCY



# Movimiento Vertical y Convección, Ciclogénesis y Tipos de Ciclones

---

José Manuel Gálvez

Investigador e Instructor

Axiom for WPC International Desks/NWS/NOAA

# Resumen

---

**01** Mecanismos que inducen movimientos verticales e implicaciones

**02** Ciclogénesis: Chorros en Altura, Vaguadas y otros procesos

**03** Ciclones Extratropicales

**04** Ciclones Tropicales

**05** Ciclones Subtropicales

# 01

## Mecanismos que inducen movimientos verticales e implicaciones

---

# Tipos de Movimientos Verticales Inducidos

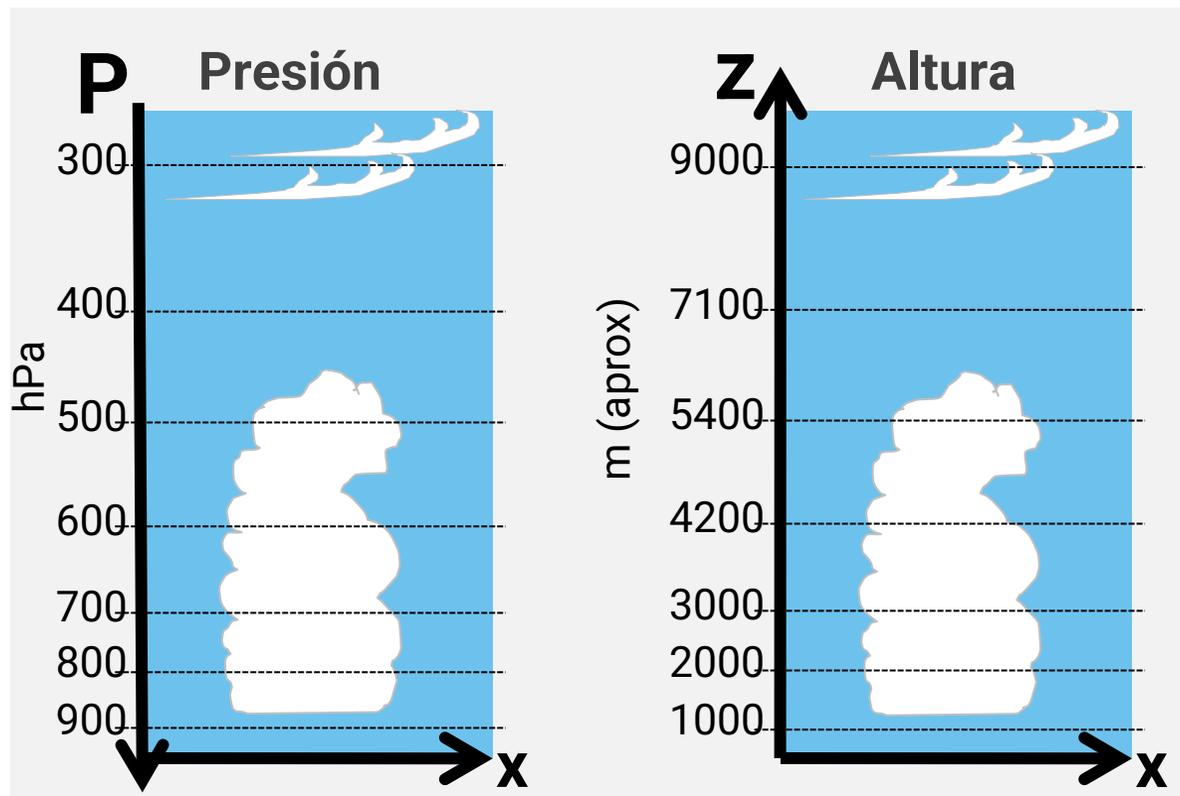
Movimientos Verticales se pueden inducir:

- 1) Termodinámicamente (por la distribución de la estabilidad en la columna)
- 2) Dinámicamente (por características en el flujo atmosférico)
- 3) Mecánicamente (por interacciones de flujo con el terreno)

Esta sección se enfocara en el movimiento vertical inducido dinámicamente.  
Ejemplo: Convergencia/Divergencia en los niveles bajo y altos, vorticidad y adveccion, y el rol de chorros en altura.

## Coordenadas Verticales para evaluar movimiento

- Logarítmicamente la presión baja con altura.
- Coordenadas de presión son las mas usadas.
- Movimiento vertical es el cambio de presión con el tiempo ( $dP/dt$ ) o el cambio de elevación con tiempo ( $dz/dt$ ). Sus signos serán diferentes.



# Movimiento vertical expresado en coordenadas de presión y altura

**P** Omega  $\rightarrow \omega = dP/dt$

Cambio de presión con el tiempo:

$\omega > 0$  = descenso (presión aumenta)

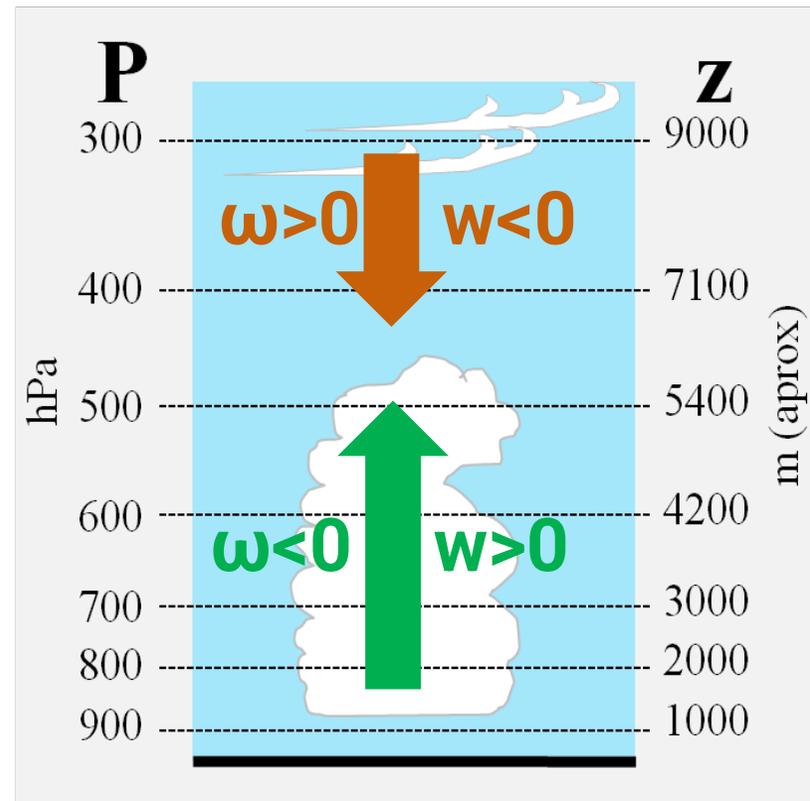
$\omega < 0$  = ascenso (presión baja)

**Z**  $w = dz/dt$

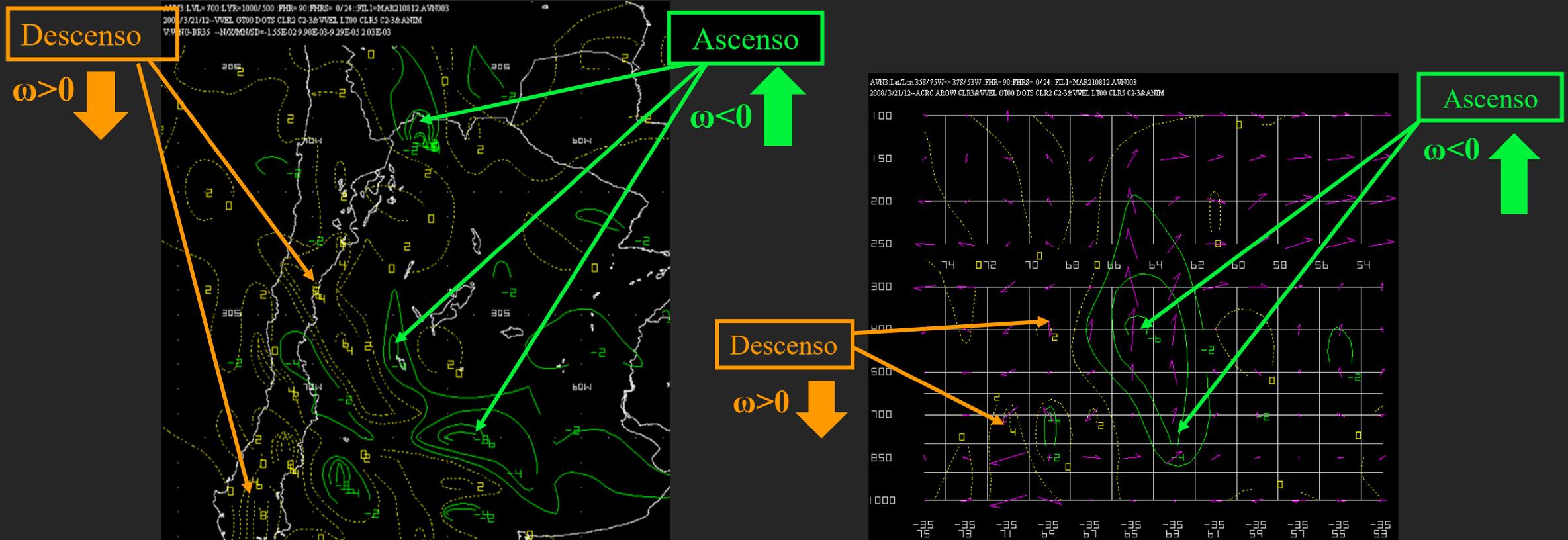
Cambio de elevación con tiempo:

$w < 0$  = descenso (elevación baja)

$w > 0$  = ascenso (elevación aumenta)



# Velocidad Vertical (Omegas) en el modelo GFS



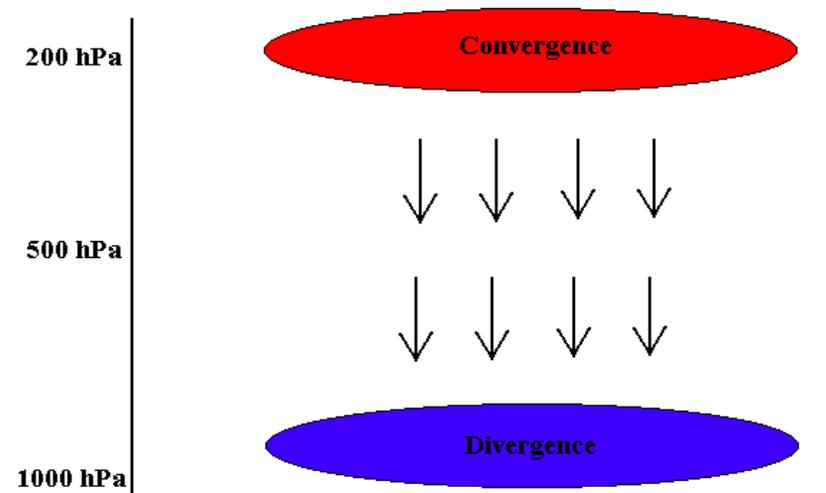
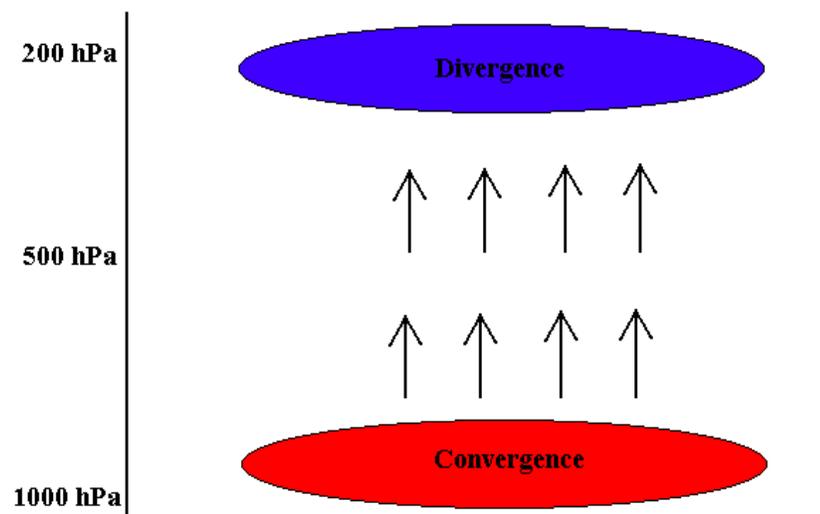
---

# Mecanismos que inducen movimiento vertical dinámicamente

- Dinámicamente significa que la inducción es por medio del flujo.
- Los mecanismos mas comunes para inducir ascenso son:
  - Divergencia en altura y convergencia en niveles bajos
  - Adveccion de vorticidad aumentando con altura
  - Baja la Altura/presion Geopotencial (disminuye)
  - Circulaciones ageostroficas inducidas por chorros en niveles altos
  - El Acercamiento de una vaguada en altura o una onda del este
  - Advecccion cálida por debajo, adveccion fría por arriba (e inducen una respuesta termodinámica por resaltar la inestabilidad)

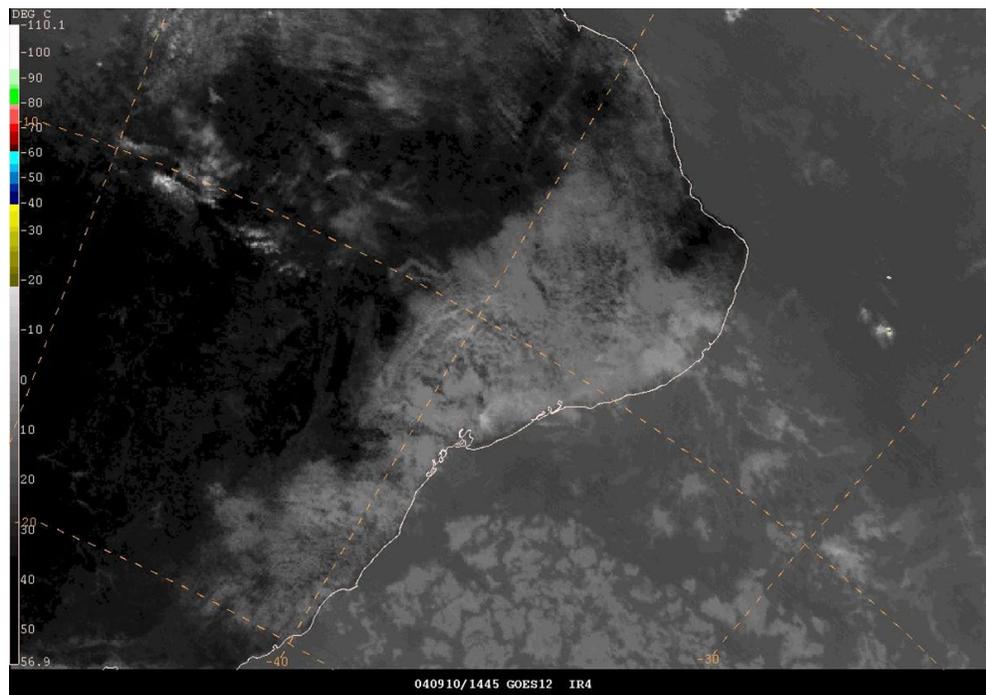
# El papel de la divergencia y convergencia en la inducción de movimiento vertical

## Ascenso y Descenso de Capa Profunda

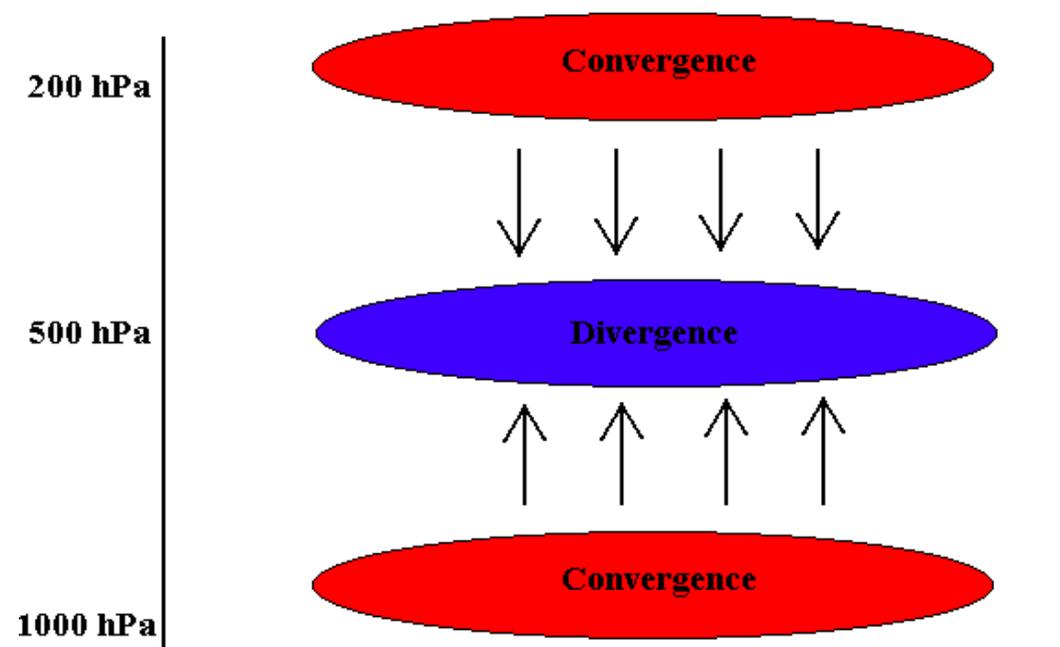


# Convección Llana

Convección llana en NE Brasil

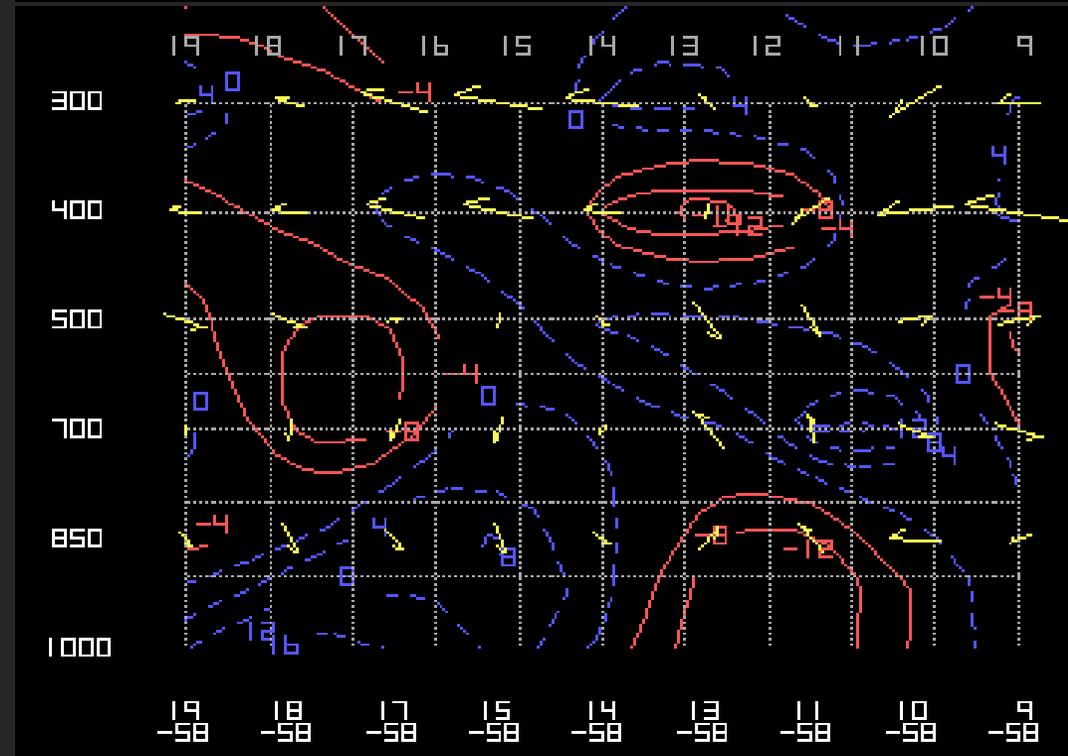


Distribución vertical de la divergencia y convergencia para convección llana

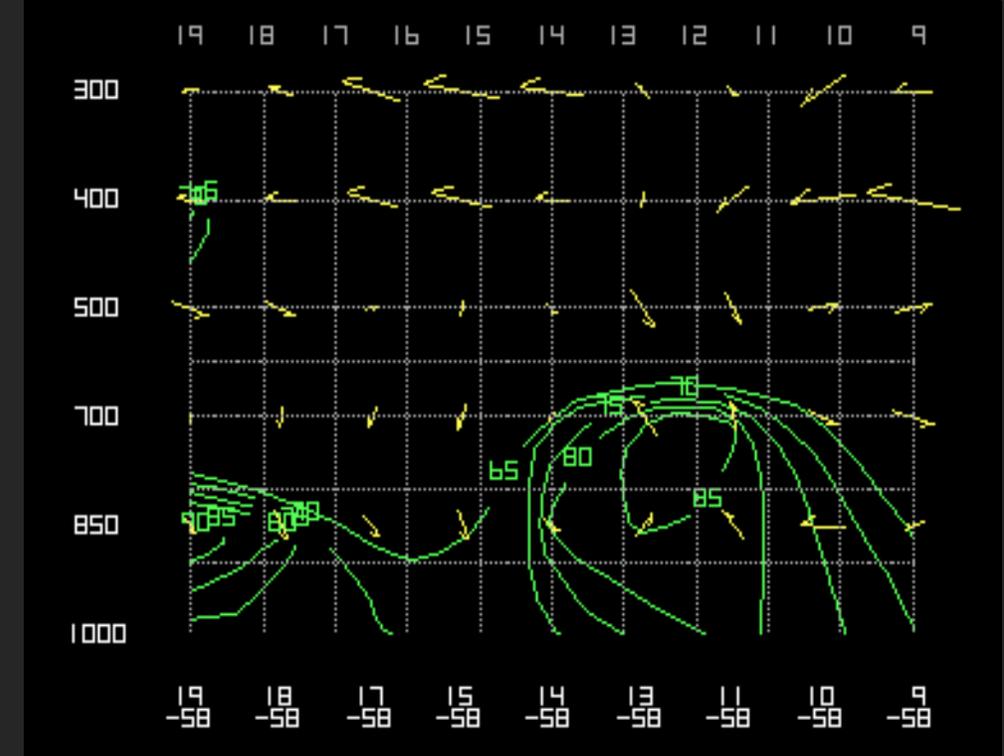


# Representacion Numerica de la Conveccion Llana

Vertical Cross Section  
Convergence (Red), Divergence (Blue), Vertical Motion (Arrow)

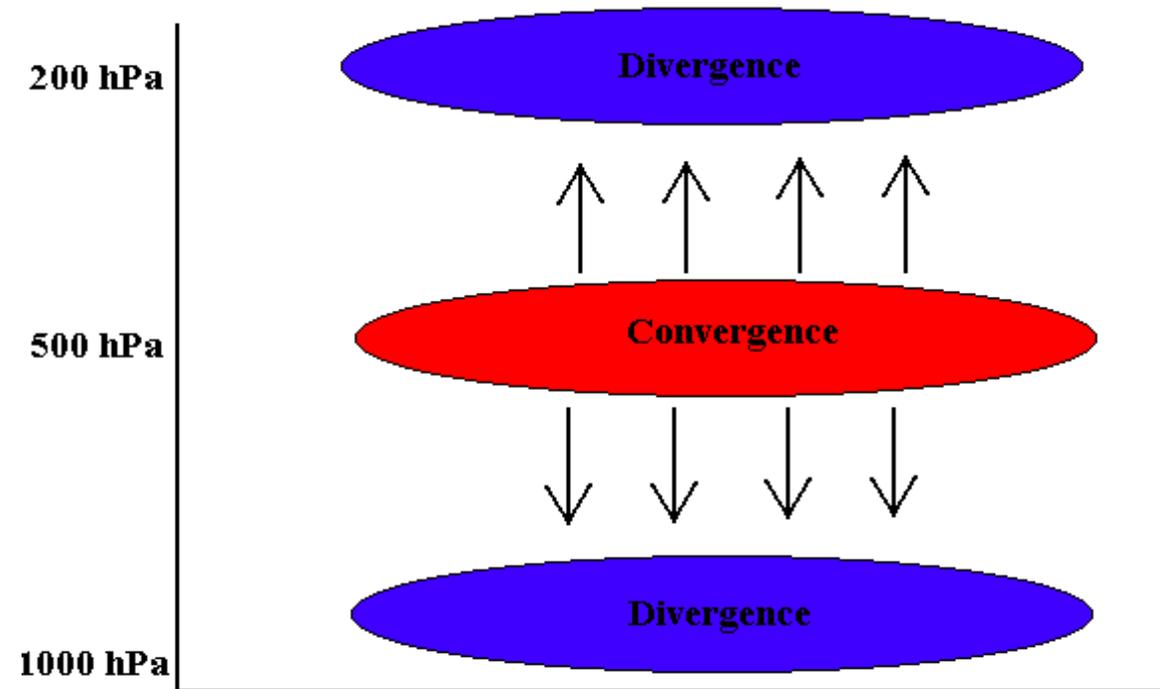


Vertical Cross Section  
Relative Humidity (Green), Vertical Motion (Yellow Arrow)



## Subsidencia en la baja troposfera

- Convergencia resaltada en la troposfera media favorece subsidencia en la troposfera baja.
- Esto favorece buen tiempo y minimiza el potencial de convección y precipitación.
- Es muy favorable para la aviación ya que suele minimizar la turbulencia.
- Aun todavía puede favorecer nubes bajas y estratos, incluyendo la neblina. Neblina puede ser un problema para aterrizar una aeronave.

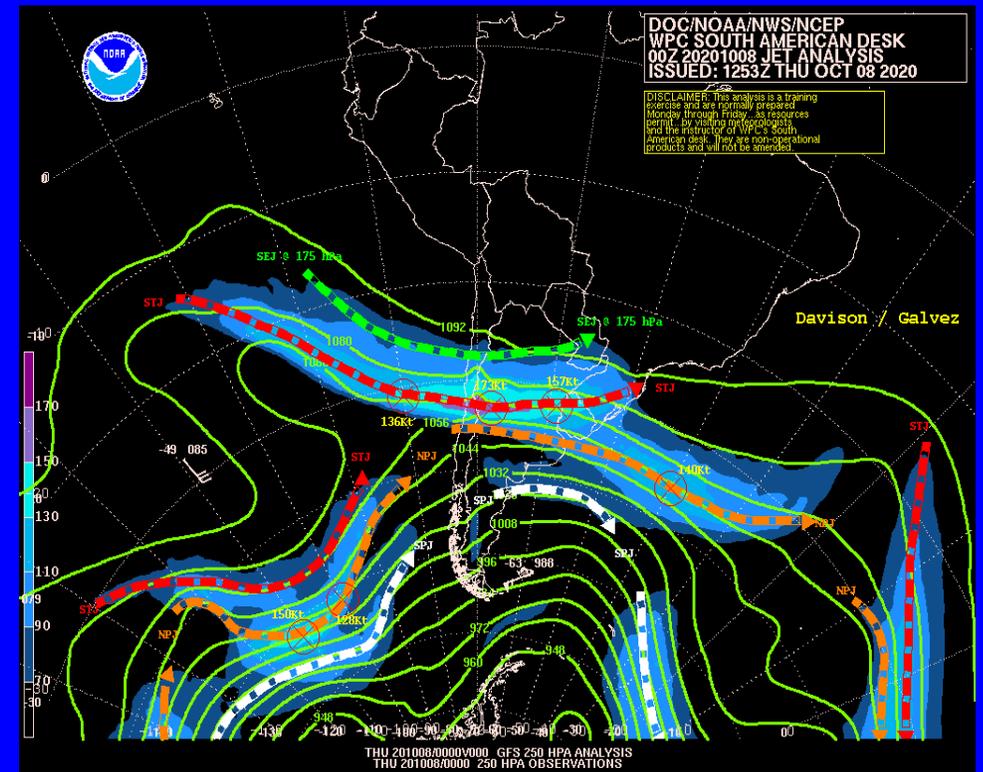


# 02

## Dinámicas de Chorros en Niveles Altos y Ciclogénesis

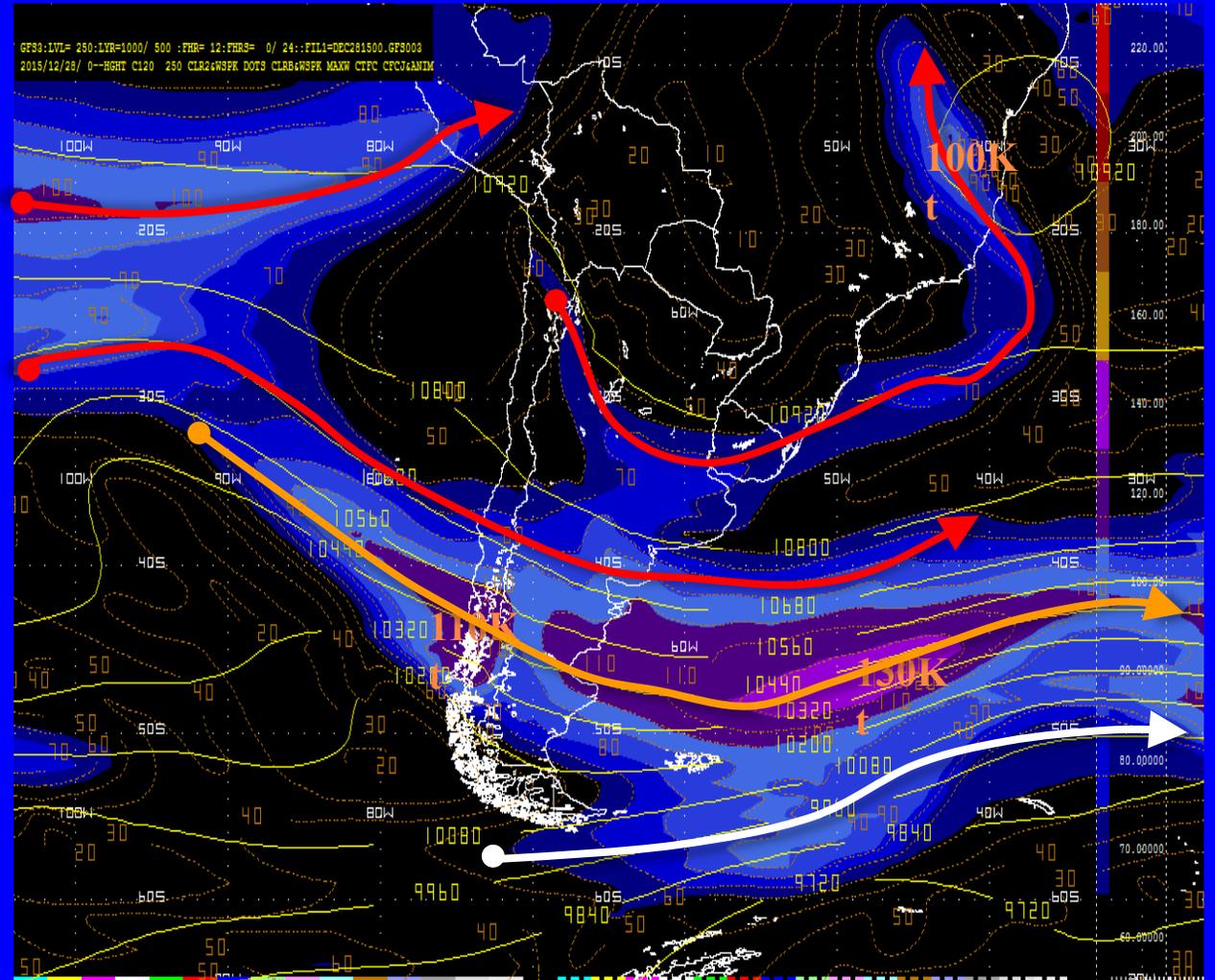
# Chorros en Niveles Altos: Definición

- Corrientes fuertes en la troposfera alta que responden a gradientes termales, y se asocian con el cambio brusco de la altura de la tropopausa (la tropopausa mas alta se encuentra en el lado cálido del chorro).
- **Definición Oficial (ICAO):** Corrientes fuertes que se desarrollan en la troposfera alta (250-150 hPa) con vientos > 70kt, y una máxima de > 90kt esta presente. La separación entre corrientes debe ser de al menos 5° de latitud.
- Aun asi, operacionalmente, los impactos se pueden realizar cuando velocidades exceden 35tk, especialmente en los Trópicos donde la humedad e inestabilidad son mas altos.



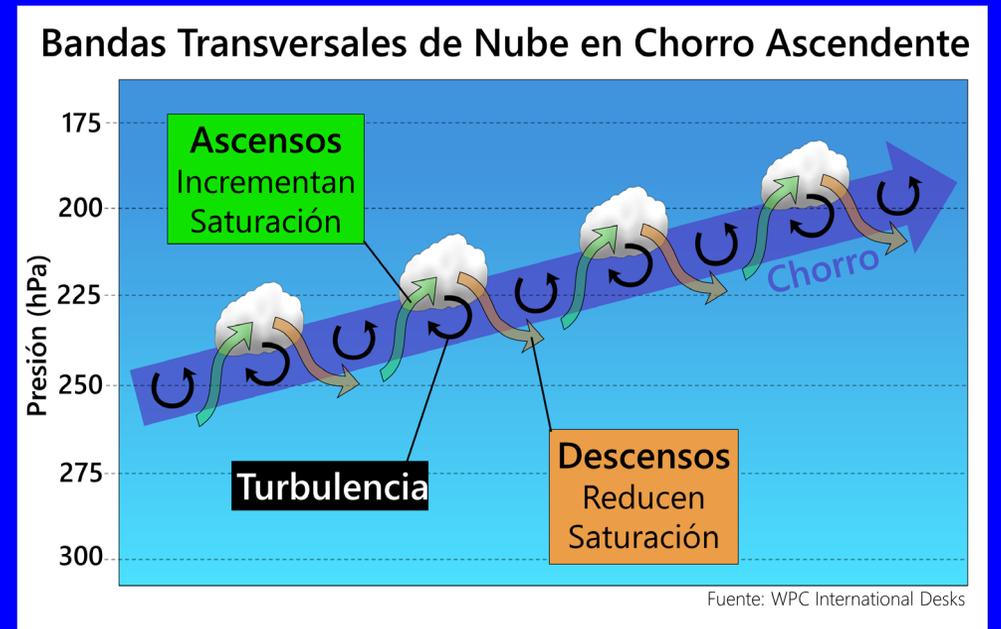
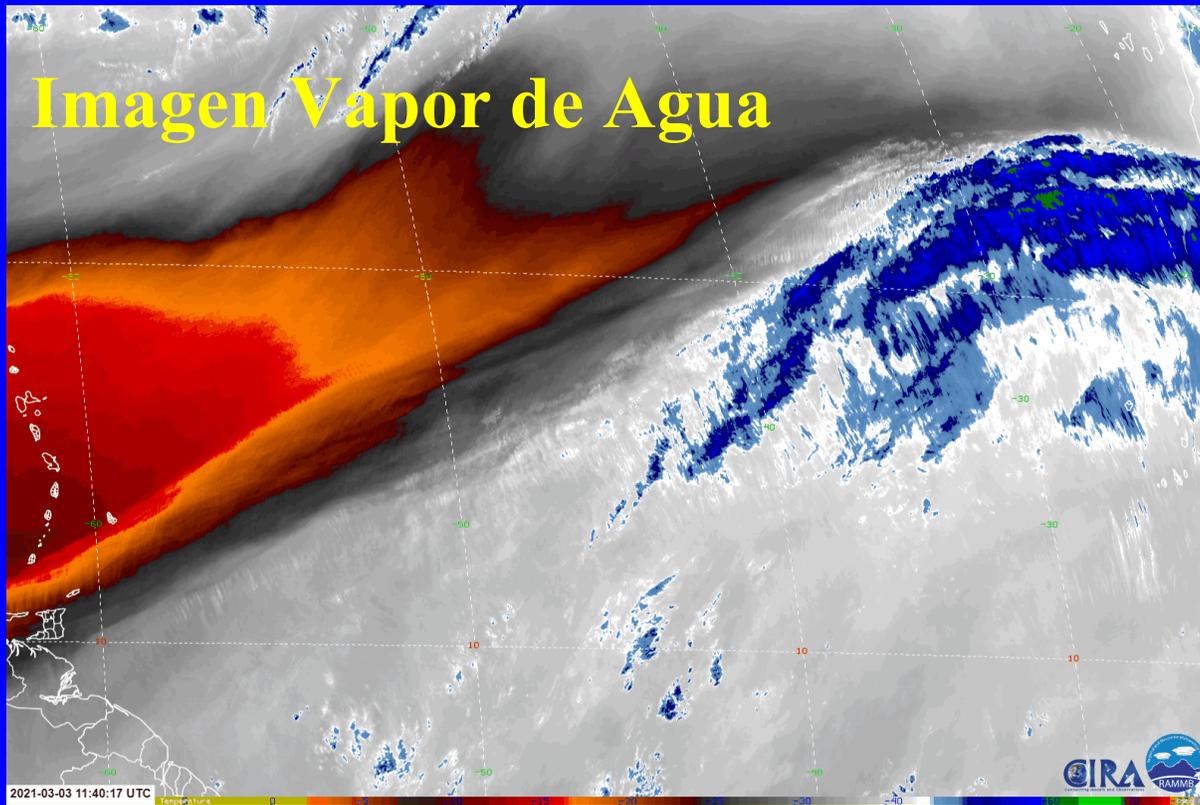
# Chorros en Niveles Altos en el Hemisferio Sur

- 3 ramas. Hemisferio Sur: Chorro Subtropical (rojo), chorro polar del norte (naranja), y el chorro polar del sur (blanco).
- Subtropical (mas al norte): 200-250 hPa.
- Polar norte: 250 hPa.
- Polar Sur: 300-250 hPa.



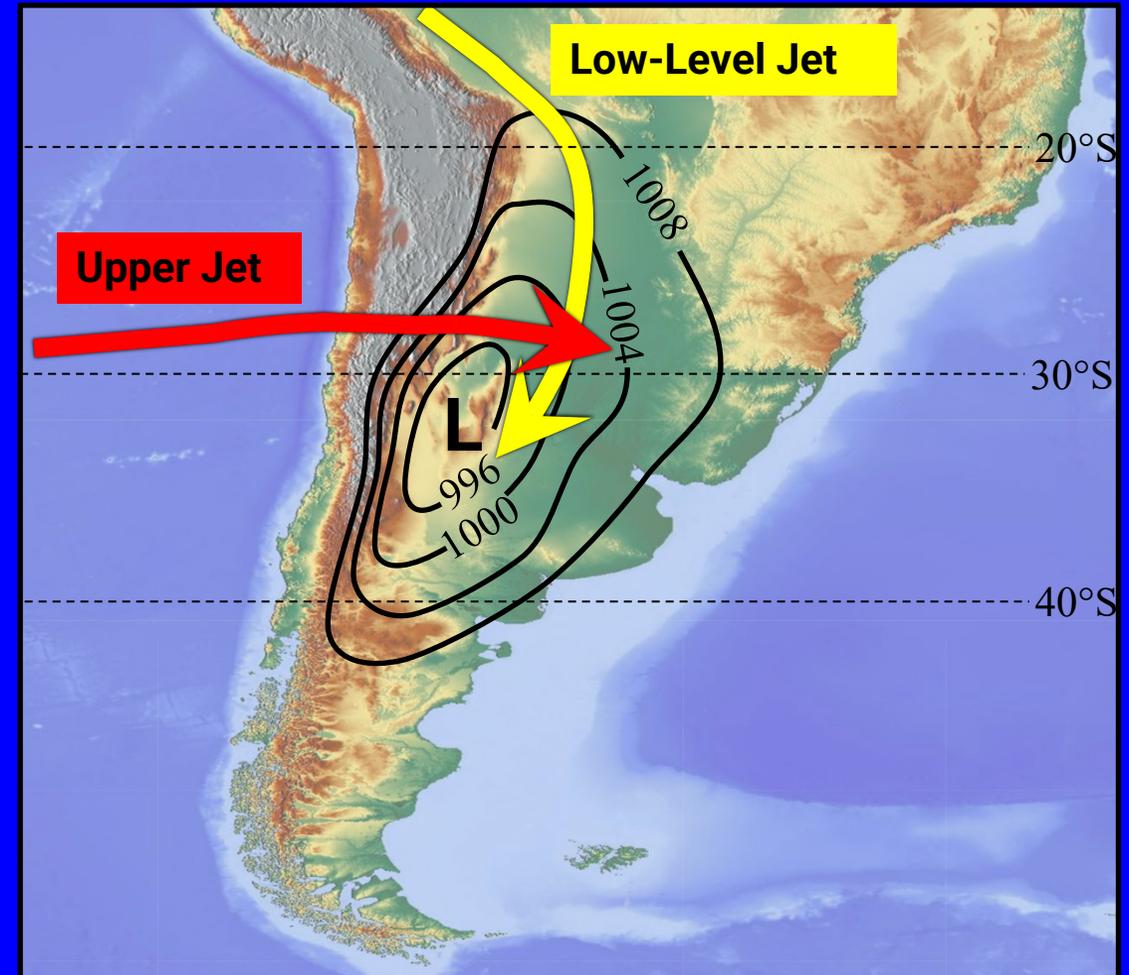
# Bandas Transversales

## Chorro ascendiendo en un ambiente húmedo



# Impactos de Chorros en Flujo Abajo

- Chorros cruzando los Andes resaltan la compresión adiabática flujo abajo, fortaleciendo la presión baja en superficie.
- Similar a la ciclogénesis de flujo abajo en las montañas Rocky de los Estados Unidos.
- Chorros mas fuertes resultan en presiones mas bajas en superficie. Esto fortalece el chorro de baja presión del norte, cual transporta aire húmedo de la cuenca Amazónica hacia el centro de Argentina.

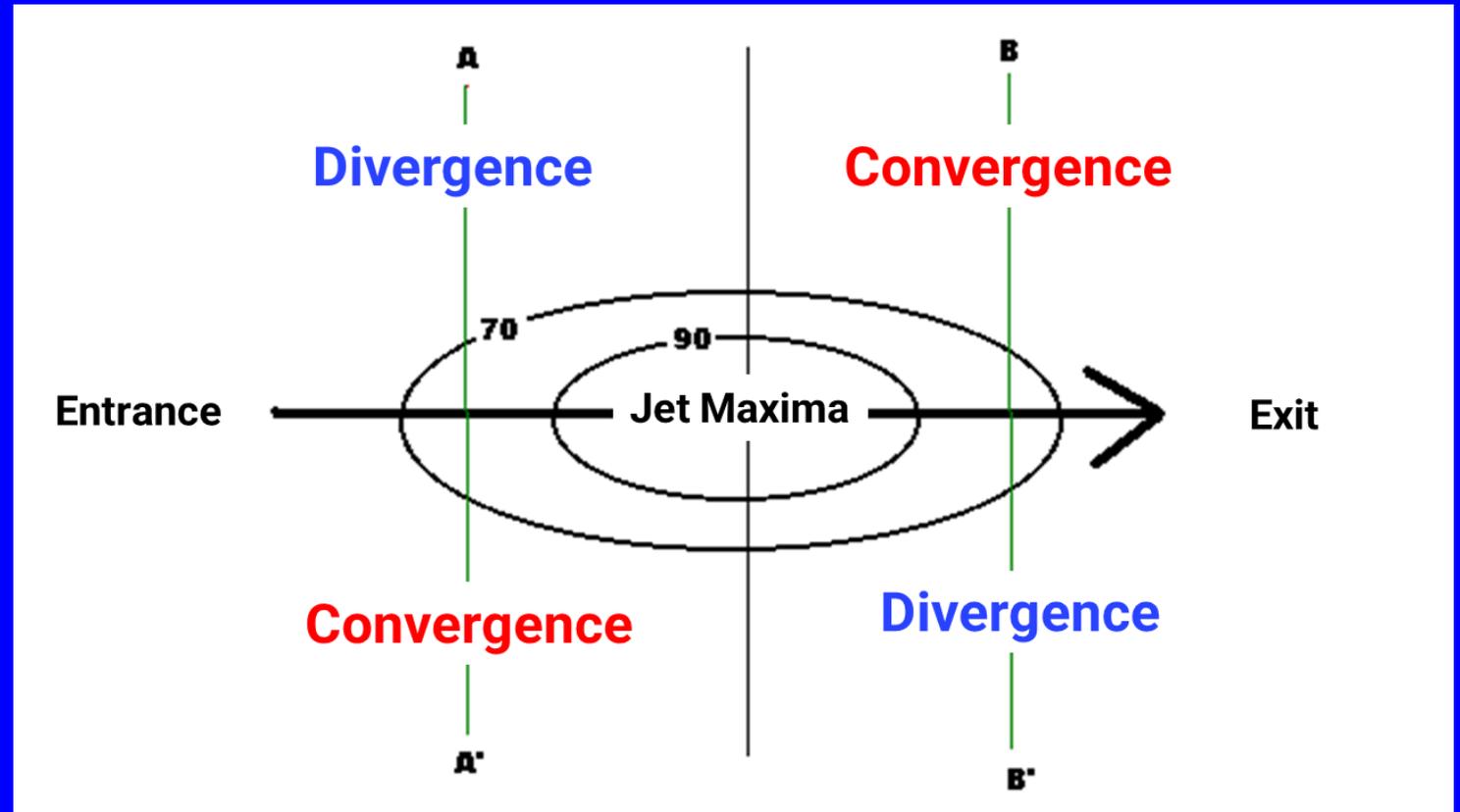


# **Maxima de Chorro**

Circulaciones Inducidas y  
Ciclogenesi

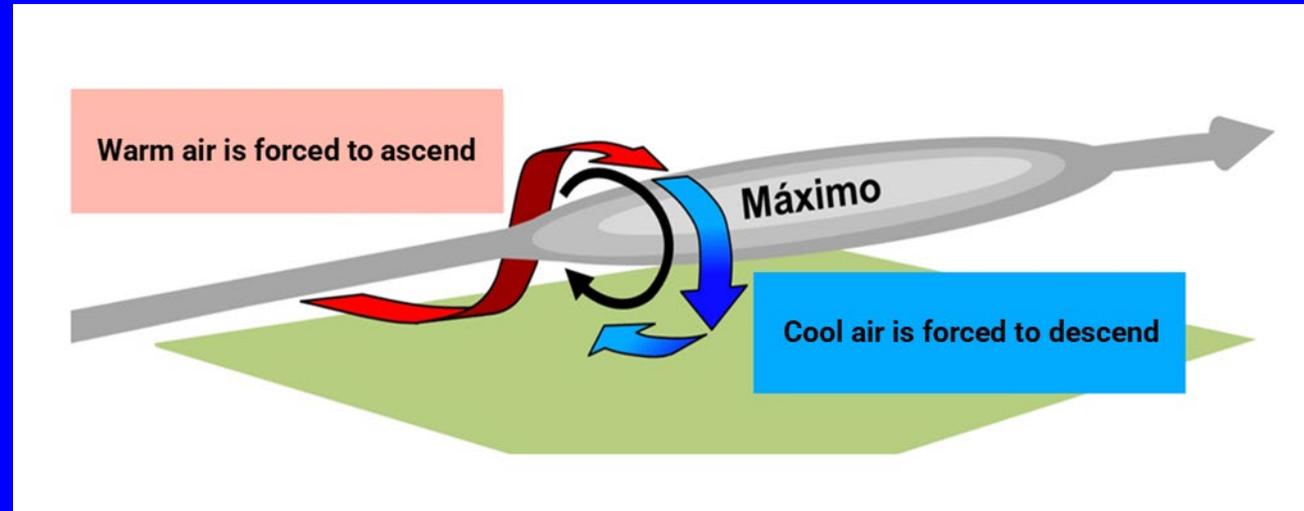
# Modelo Conceptual de una máxima de Chorro o “Jet Streak”

- Los efectos de Coriolis organizan 2 regiones de divergencia en altura resaltada: en el lado cálido de la entrada y en el lado frío de la salida.
- Estos son mas favorables para ascensos fuertes y procesos como la ciclogénesis y la frontogénesis.

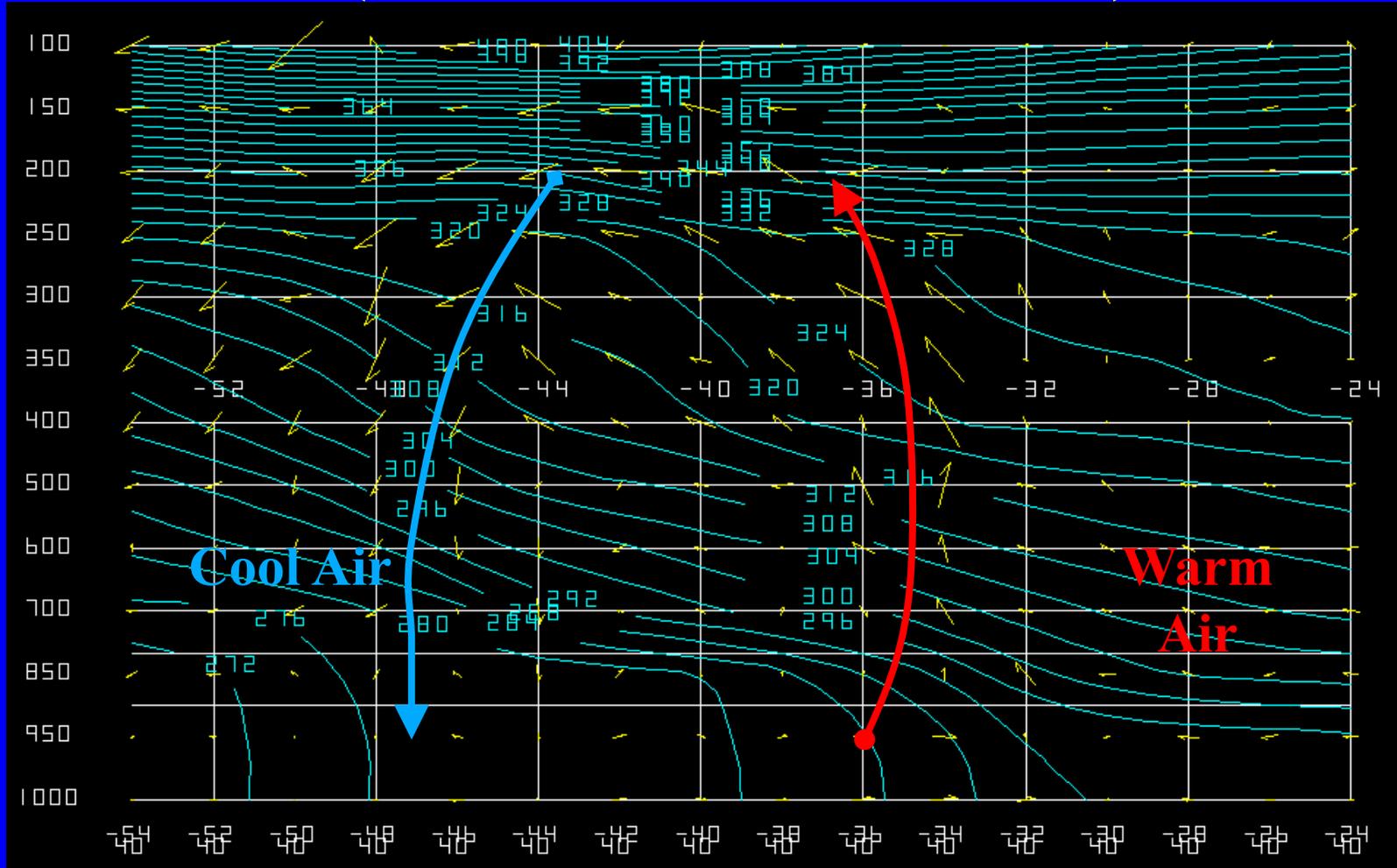


# Circulaciones en la entrada de un jet streak

- Divergencia en altura en el lado cálido fuerce a que ascienda aire cálido.
- Convergencia en altura en el lado frío fuerce aire frío a que descienda.
- Esto se llama “Circulación Directa” = aire menos denso asciende y aire denso desciende. Papel: restaurar la baroclinicidad o reduce gradientes termales.

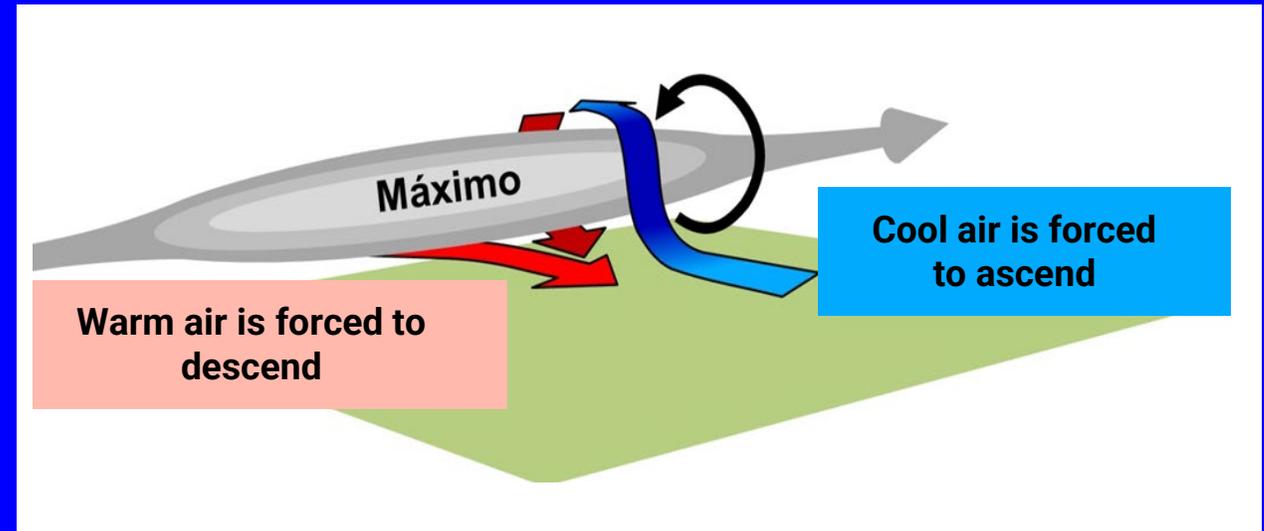


# Circulación Ageostrofica Directa (Entrada Jet Streak)



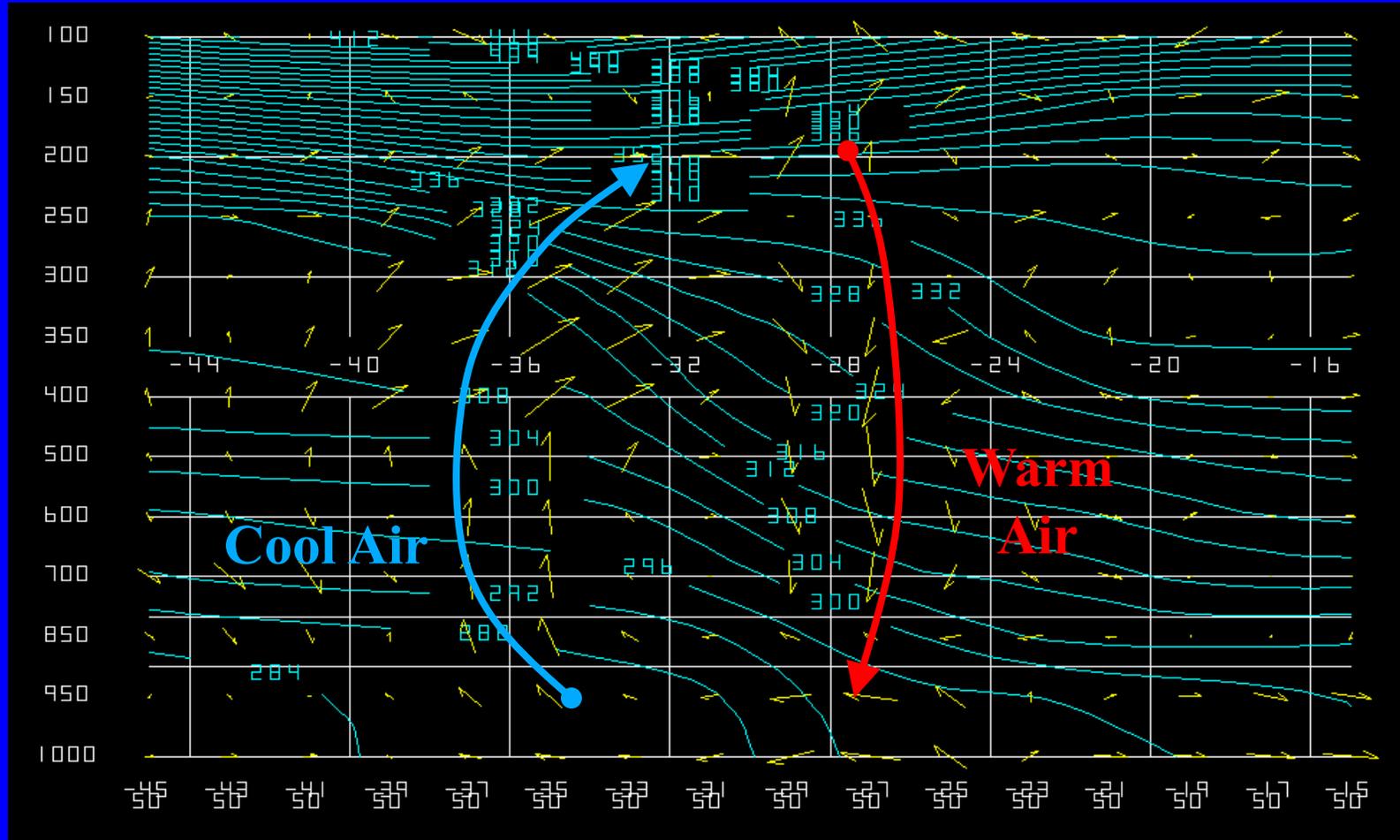
# Circulaciones en la salida de un jet streak

- En la región de la salida, divergencia en altura se posiciona sobre una masa de aire frío, forzando a que ascienda aire frío. Convergencia en altura en el lado cálido fuerza que descienda aire cálido.
- Esto se llama circulación indirecta: aire más denso asciende y aire menos denso desciende. Esto resalta la baroclinicidad = aprieta el gradiente térmico.



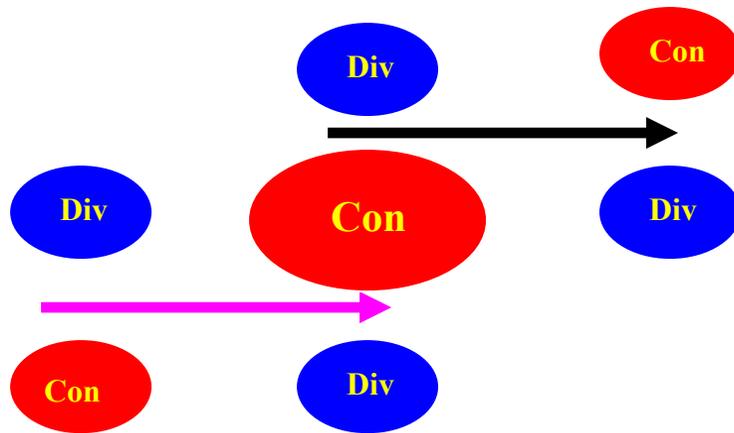
- La región de la salida es la más favorable para fuerte ciclogénesis y frontogénesis.

# Circulación Ageostrofica Directa (Salida Jet Streak)



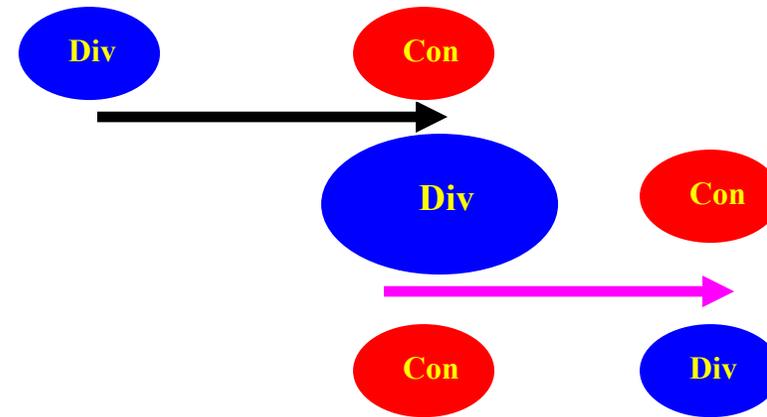
# Chorros en Altura Acoplados

En el lado convergente



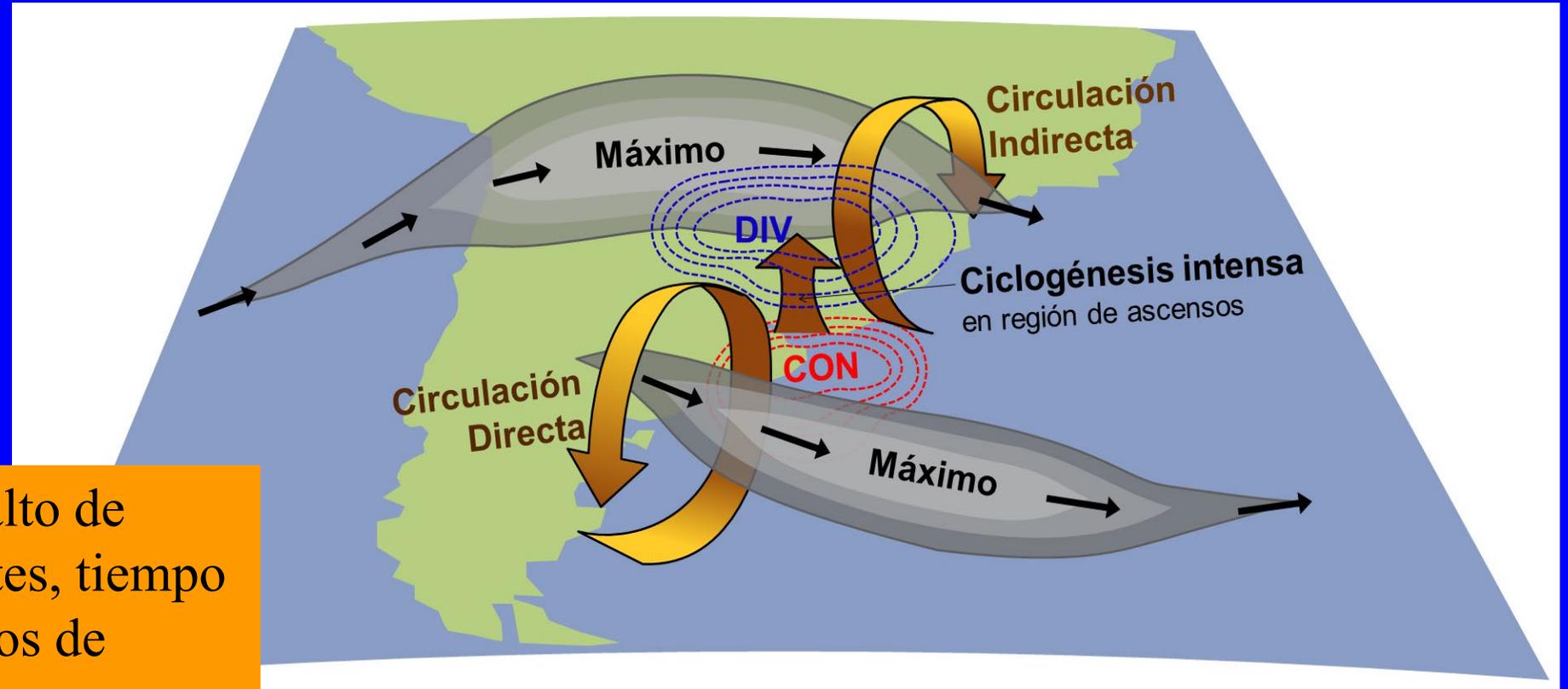
Ideal para descenso  
(subsistencia) en la escala  
sinoptica.

En el lado divergente



Ideal para fuerte ascenso que favorece  
convección profunda fuerte,  
ciclogénesis, y/o frontogenesis.

# Modelo Conceptual de la ciclogénesis en el Atlántico sur debido a chorros acoplados

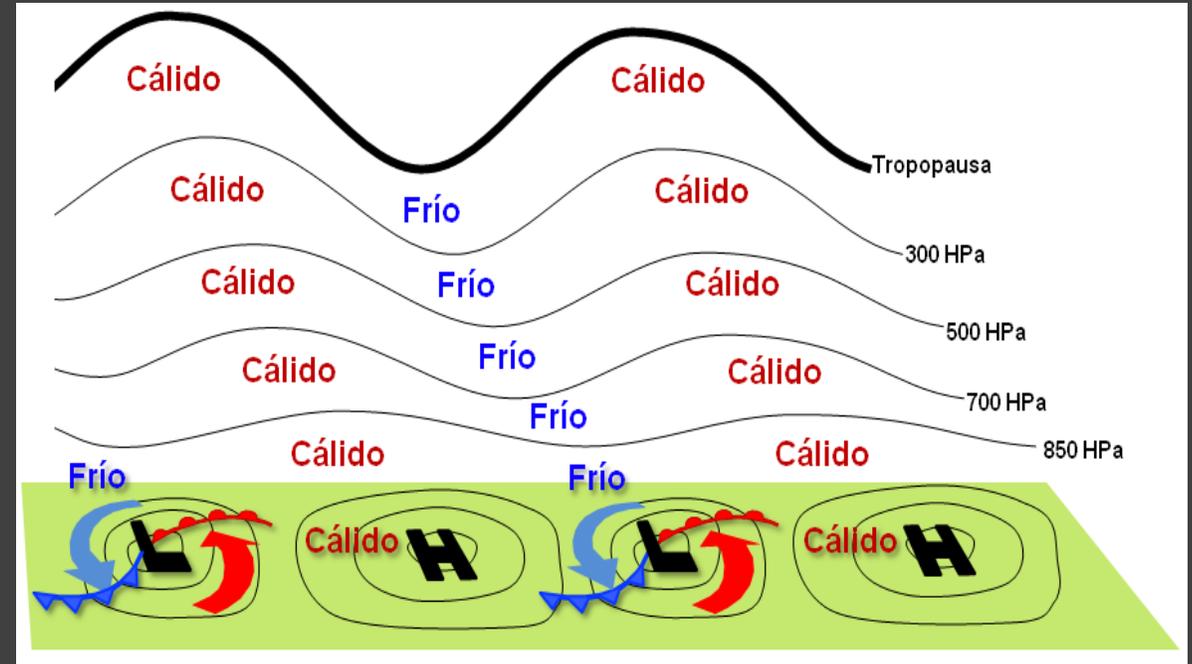


Un porcentaje alto de precipitaciones fuertes, tiempo severo y eventos de ciclogénesis repentinas ocurren durante situaciones en donde chorros están acoplados.

# Vaguadas en Altura y la Ciclogénesis

**Vaguadas en altura en los alisios del oeste inducen bajas en niveles bajos flujo abajo. Varios procesos estimulan la ciclogénesis:**

- Caídas en la altura geopotencial a medida que se acerca un sistema
- Divergencia en altura resaltada en frente (al este) de la vaguada que se aproxima
- Advección de vorticidad ciclónica en la troposfera alta
- Advección termal diferencial en la troposfera baja
- Proceso de calentamiento diabático.

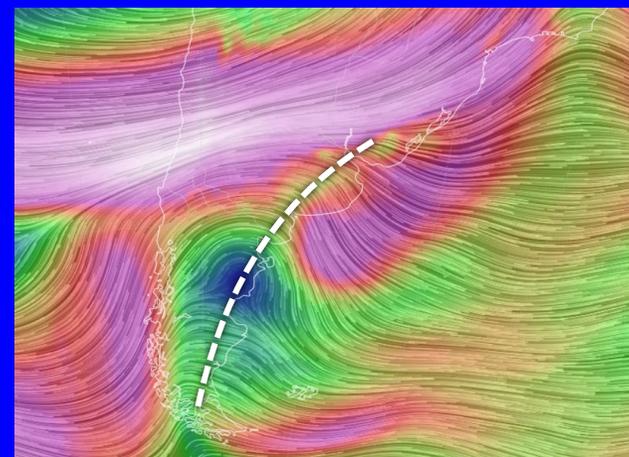


# Inclinación Negativa vs Inclinación Positiva de Vaguadas en Altura

- Positiva: Lado cálido sigue detrás del lado frío
- Negativa: Lado cálido se encuentra adelante (este) del lado frío
- Vaguadas negativas son mas peligrosas:
  - Se asocian con chorros en alturas acoplados en su lado divergente = ciclogénesis resaltado = mas ascenso
  - Humedad se envuelve alrededor del sistema favoreciendo mas inestabilidad y resalto por procesos diabáticos (liberación de calor latente resaltado).
  - Mas humedad = mas precipitación



**Inclinación Positiva**



**Inclinación Negativa**

# Ciclogénesis: Vaguada en Altura con Inclinación Negativa

Septiembre 2016

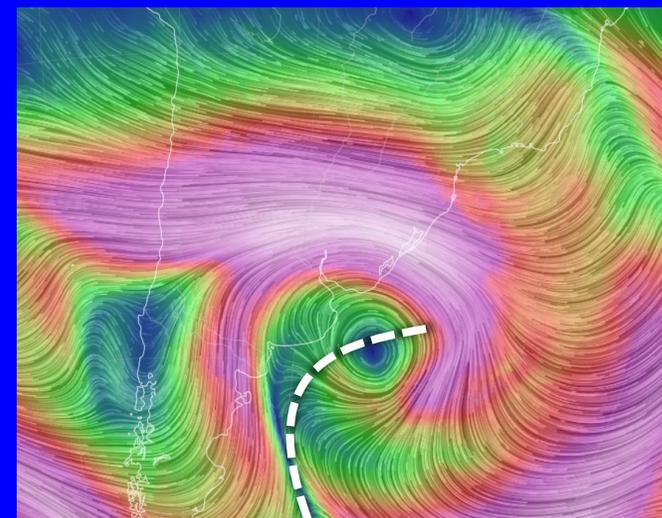
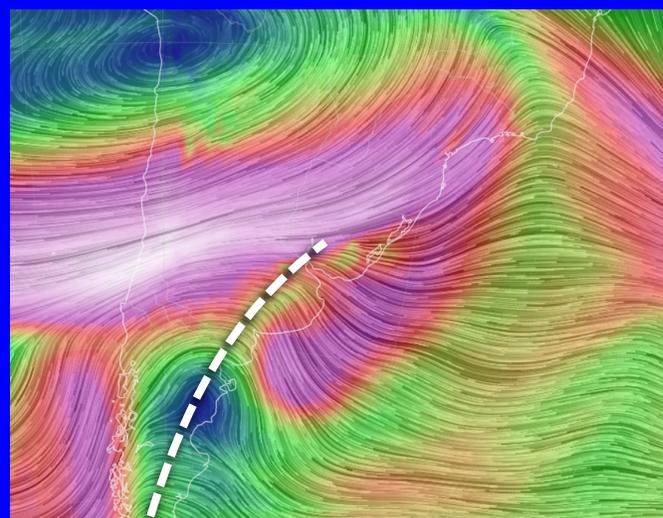
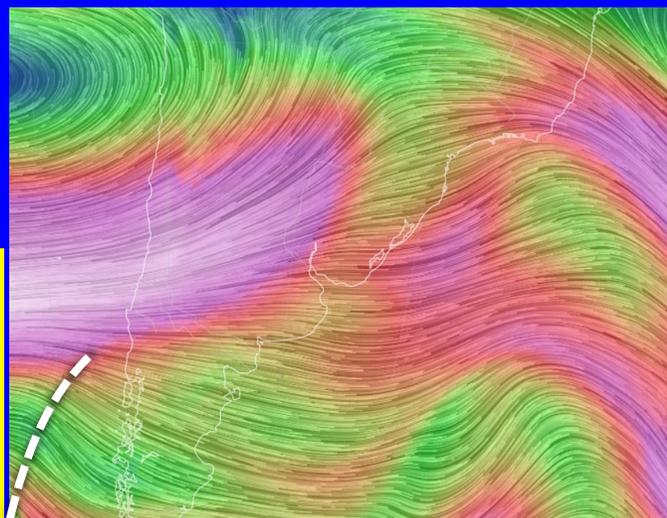
# Ciclogénesis en Argentina, Septiembre 2016

Sep 11, 18Z

Sep 12

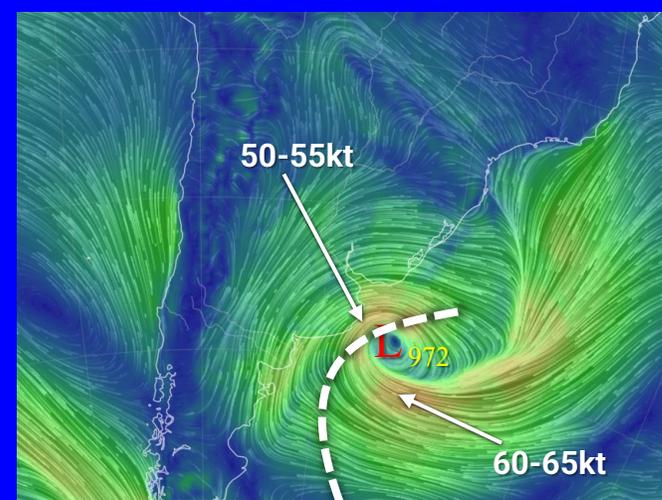
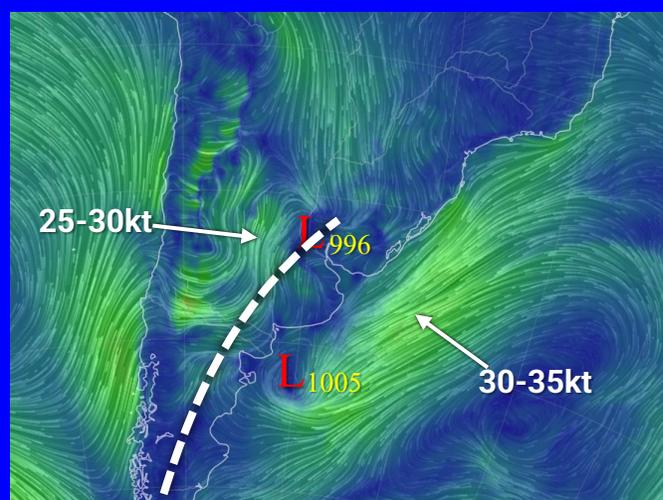
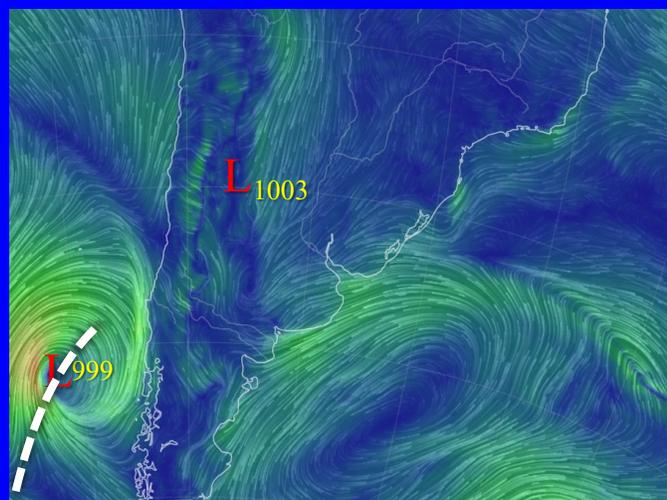
Sep 13

250 hPa



Vaguada en  
Altura  
Inclinada  
Negativamente

1000 hPa



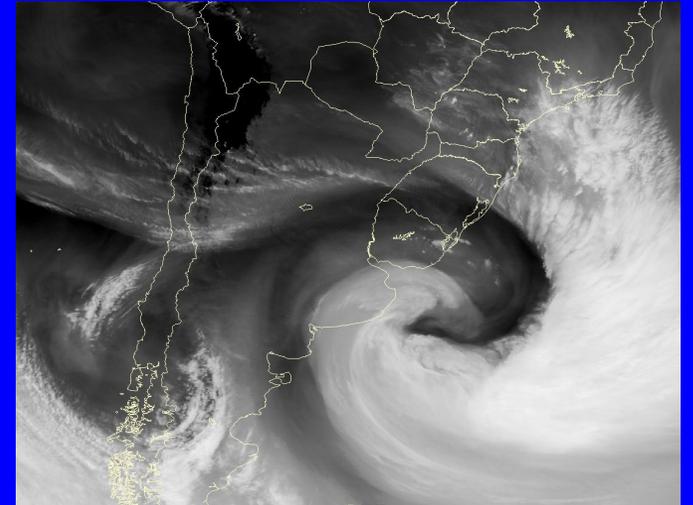
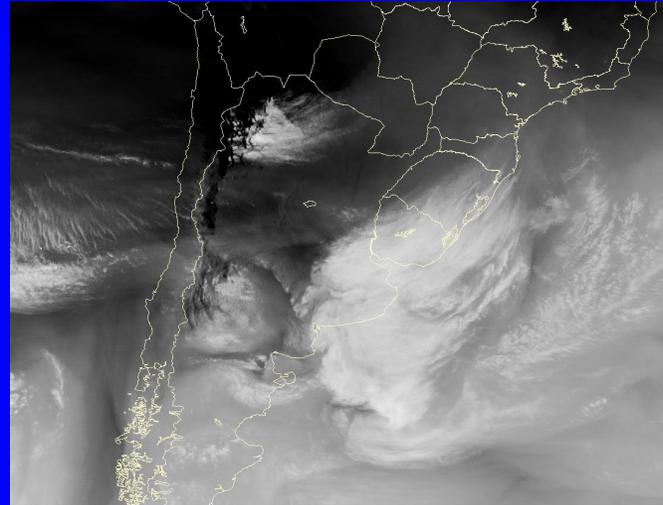
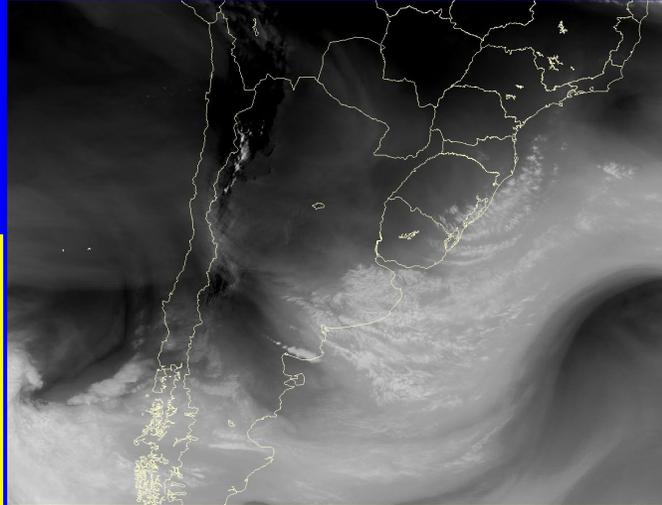
# Ciclogénesis en Argentina, Septiembre 2016

Sep 11, 18Z

Sep 12

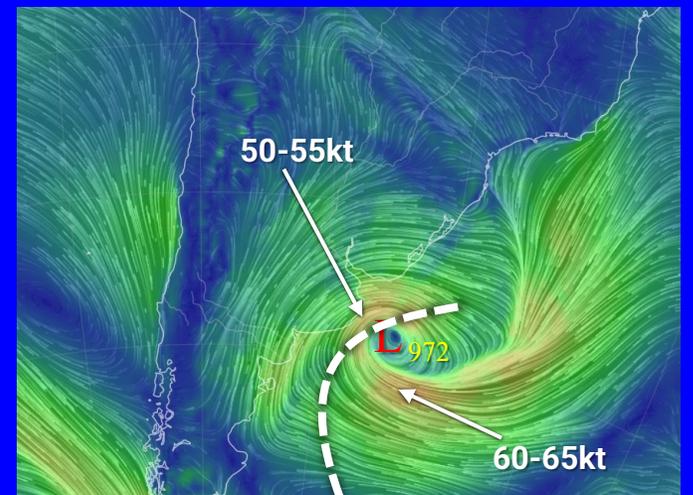
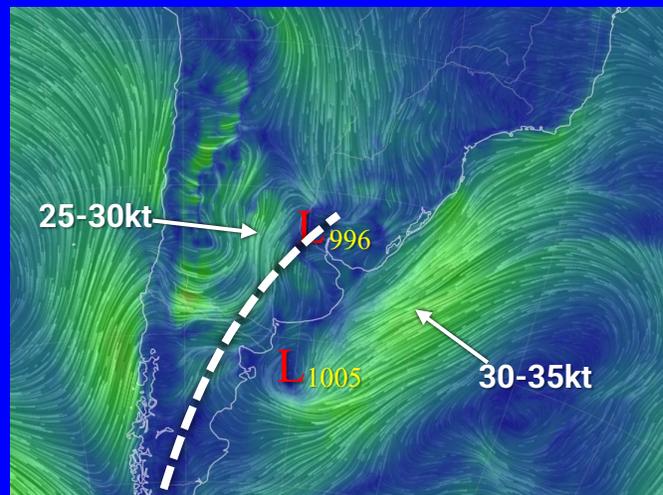
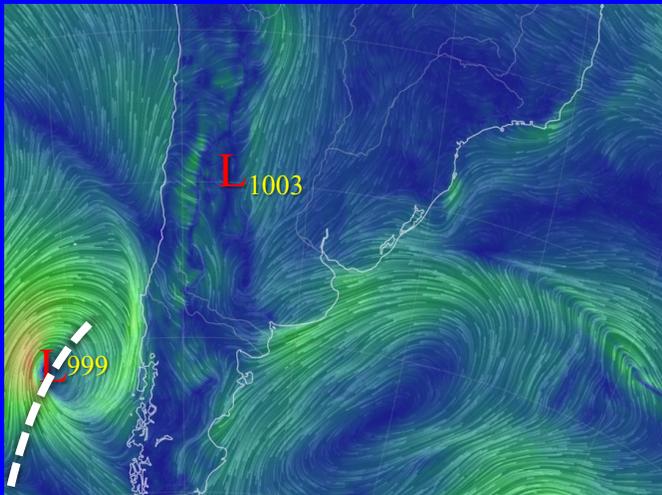
Sep 13

250 hPa



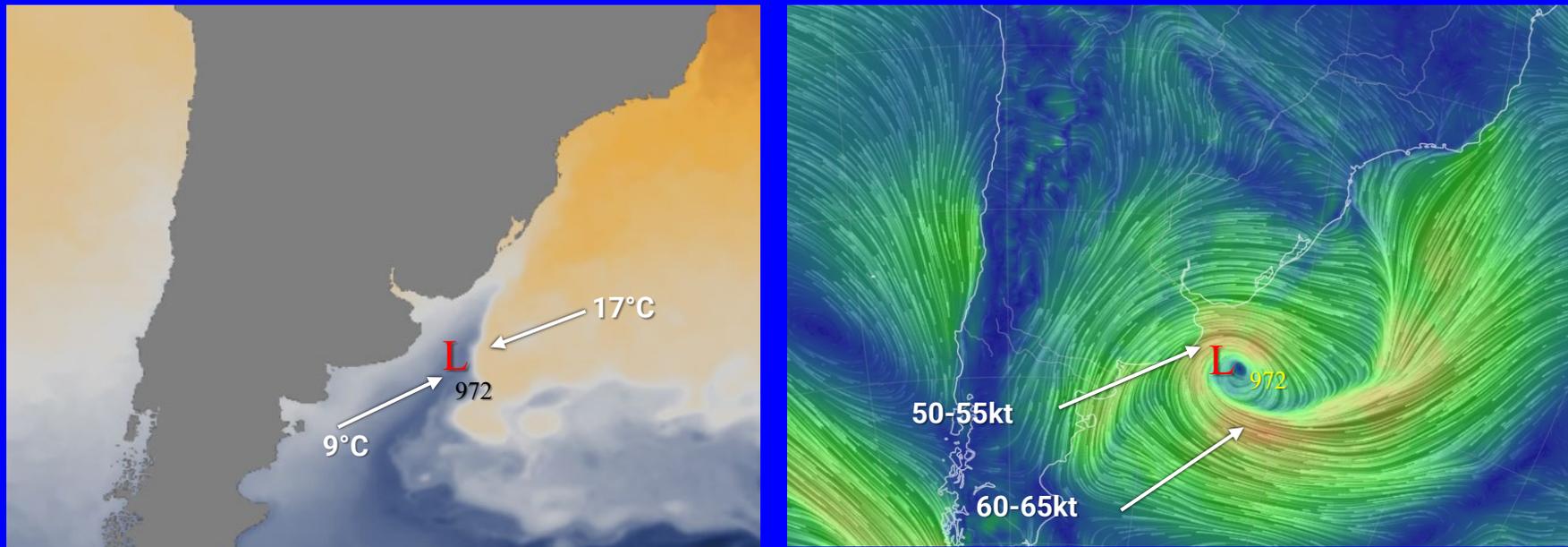
Vaguada en  
Altura  
Inclinada  
Negativamente

1000 hPa



# Ciclogénesis en Argentina, Septiembre 2016

- Gradientes fuertes de TSM donde la corriente de Malvinas (fría) se encuentra con la corrientes de Brasil (cálida) favorecen una fuerte ciclogénesis debido a la adveccion de temperaturas diferencial resaltada.
- Resalta la adveccion cálida de niveles bajos hacia el este, y adveccion fría hacia el oeste del centro = mas baroclinicidad y un sistema mas fuerte.



# Ciclogénesis: Vaguada en Altura con Inclinación Positiva

Septiembre 2016

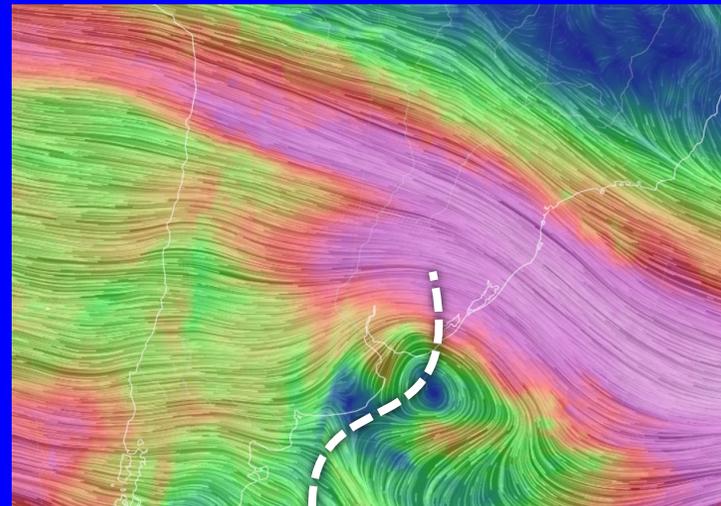
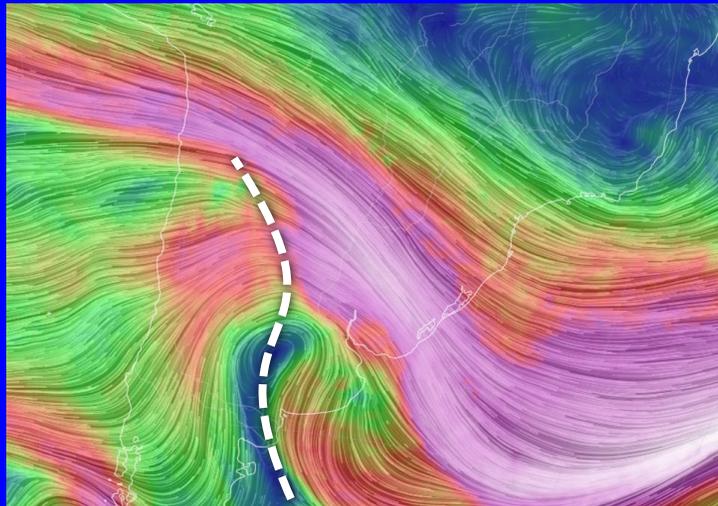
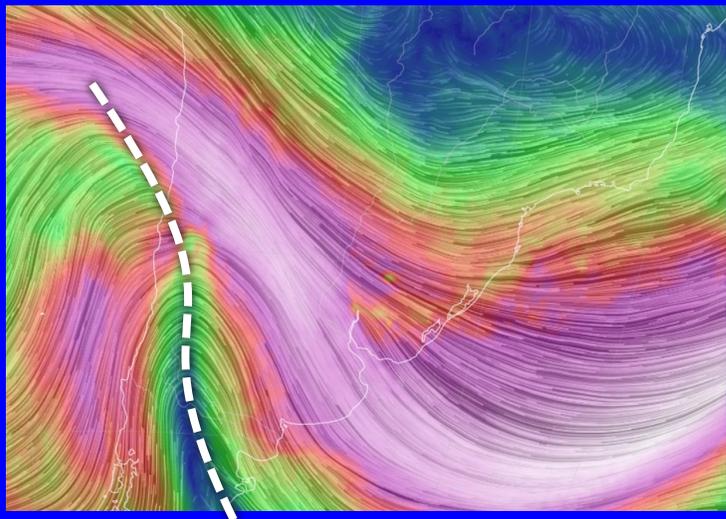
# Ciclogénesis en Argentina, Septiembre 2021

Sep 7, 18Z

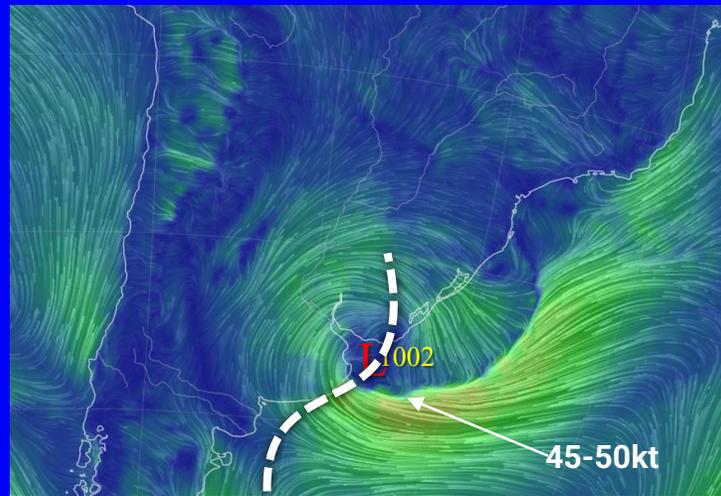
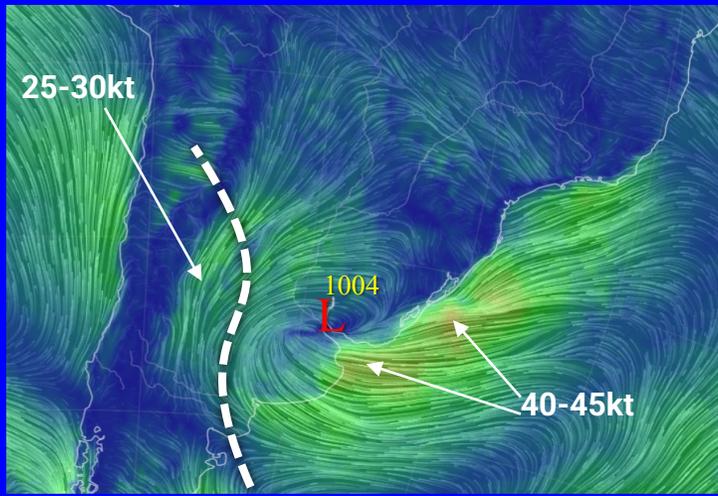
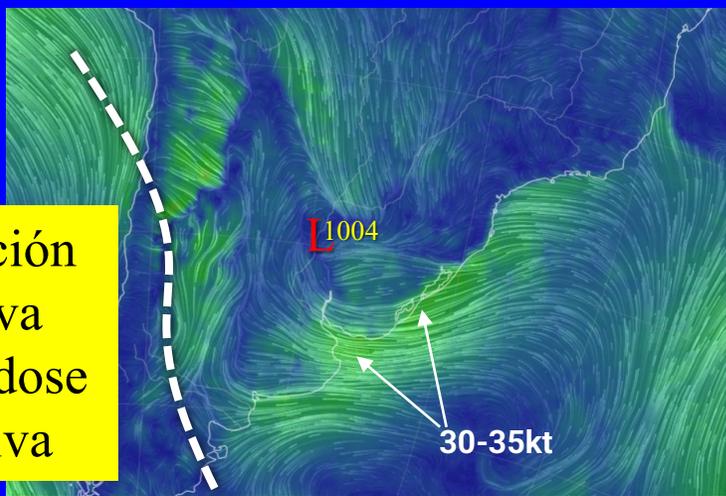
Sep8

Sep 9

250 hPa



1000 hPa



Inclinación  
Positiva  
Volviéndose  
Negativa

L1004

30-35kt

25-30kt

1004

40-45kt

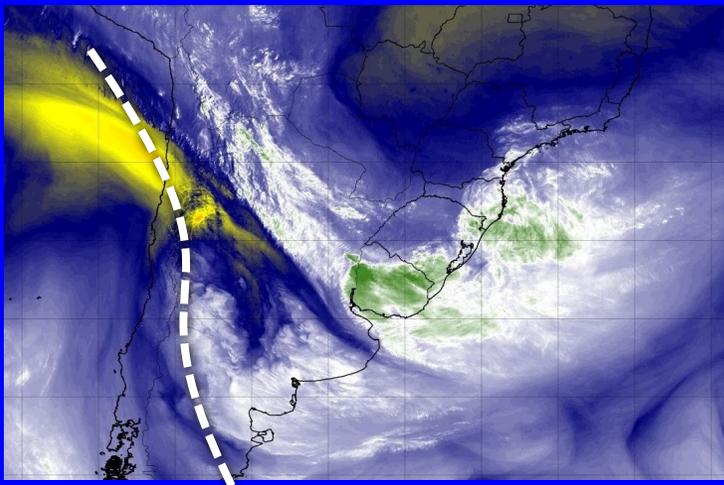
L1002

45-50kt

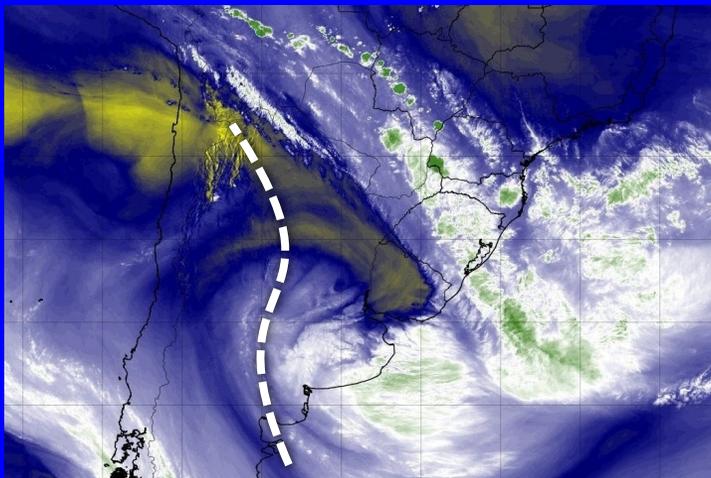
# Ciclogénesis en Argentina, Septiembre 2021

Sep 7, 18Z

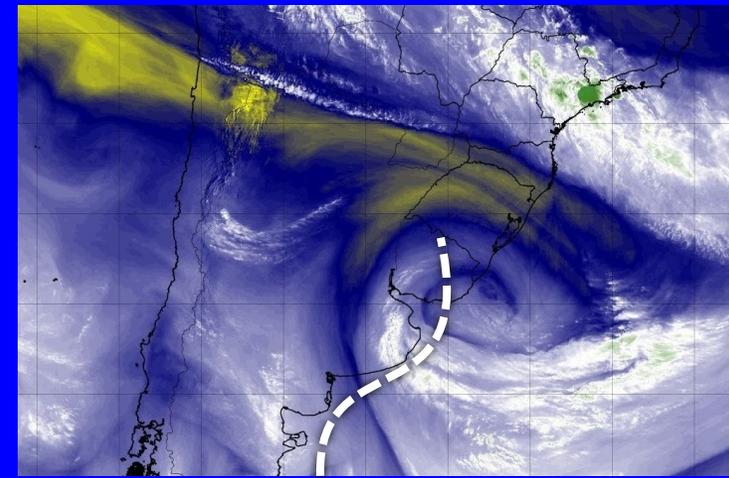
250 hPa



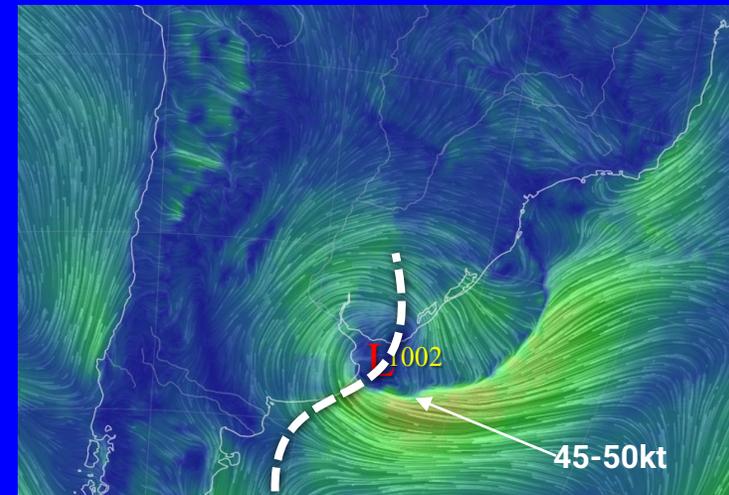
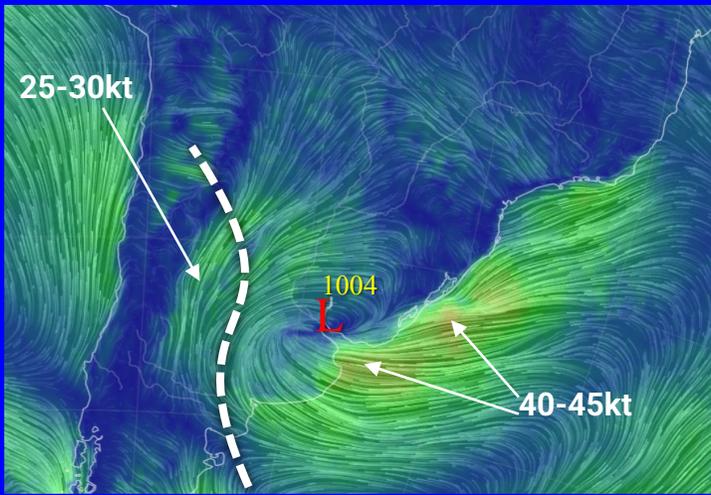
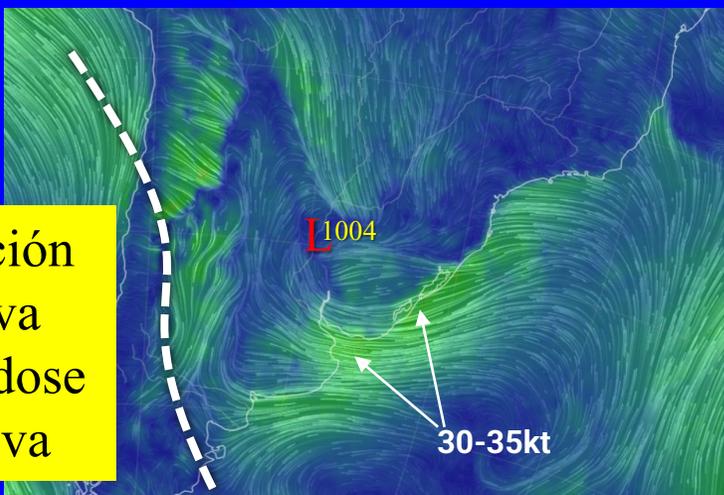
Sep8



Sep 9



1000 hPa



Inclinación  
Positiva  
Volviéndose  
Negativa

30-35kt

1004

40-45kt

1002

45-50kt

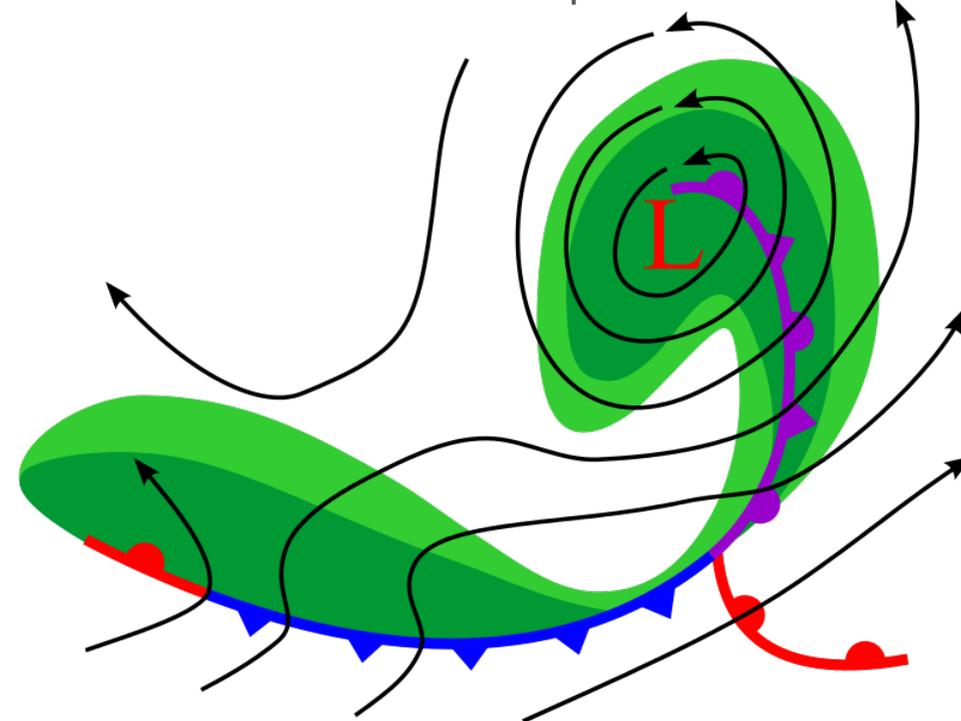
# 03

## Ciclones Extratropicales

## Ciclón Tropical Extratropical

- Ciclón grande que se forma en los extratropicales, asociado con vaguadas en alturas frías que se encuentran flujo arriba, y asociados con gradientes termales, y suelen desarrollar frentes.
- Fuente de energía: Gradiente de temperatura (energía potencial) y advección termica asociada, que estimulan movimientos verticales cuando interactúan con estructuras en altura.
- Mantenimiento: Gradientes de temperatura resaltadas y baroclinicidad.

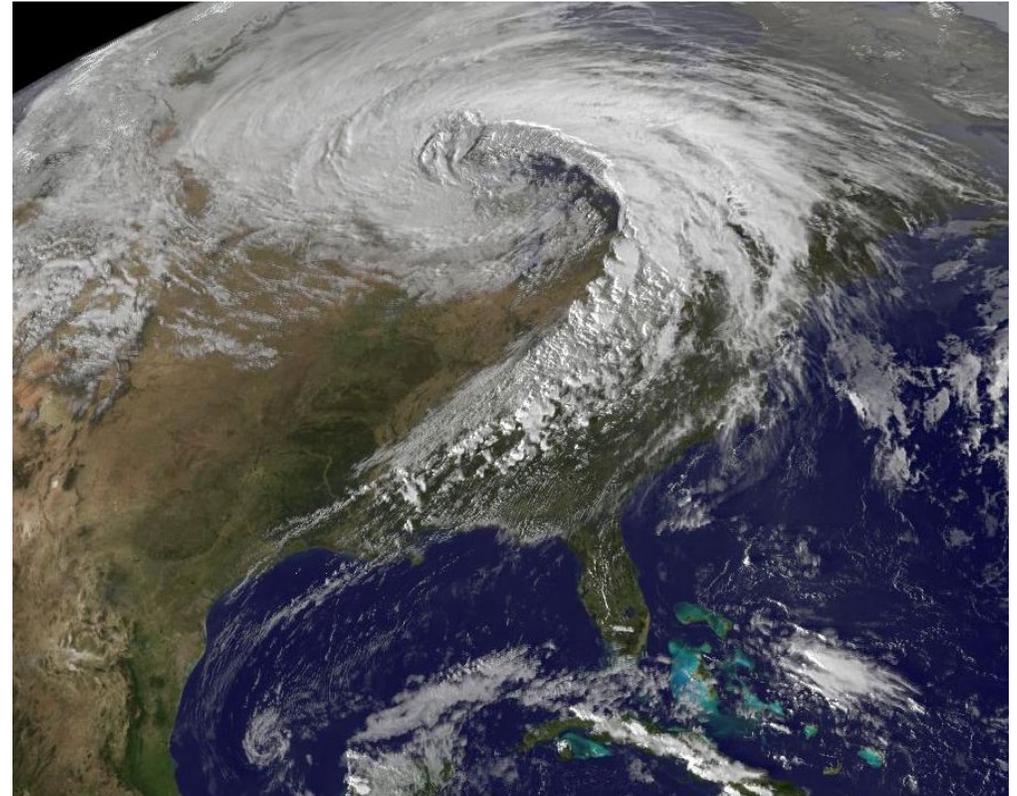
Análisis de la superficie del hemisferio norte de un ciclón extratropical con frentes.



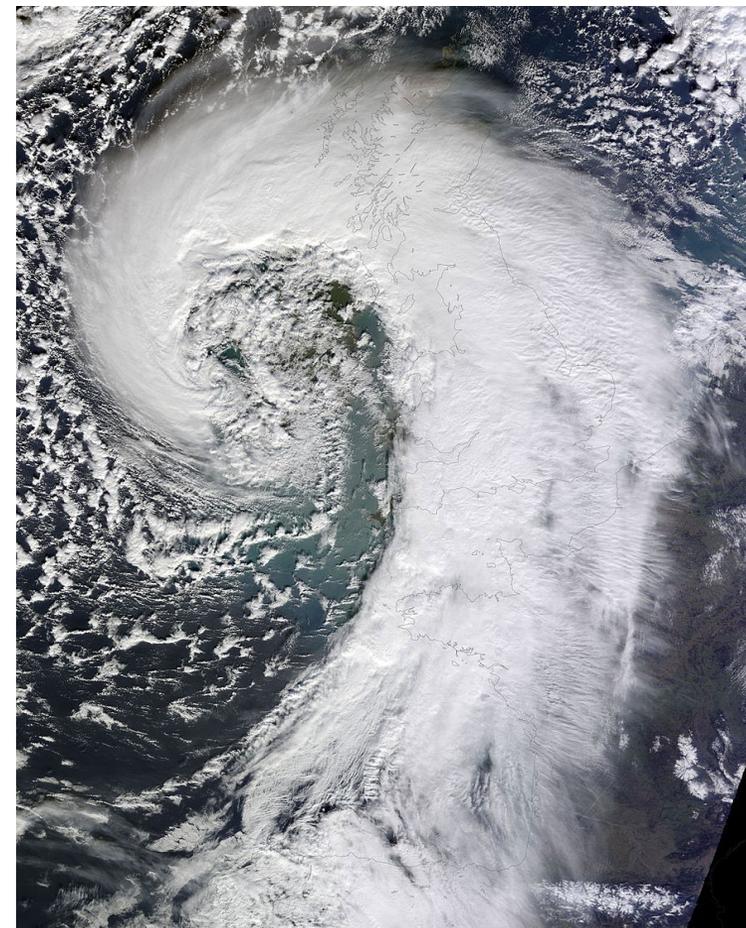
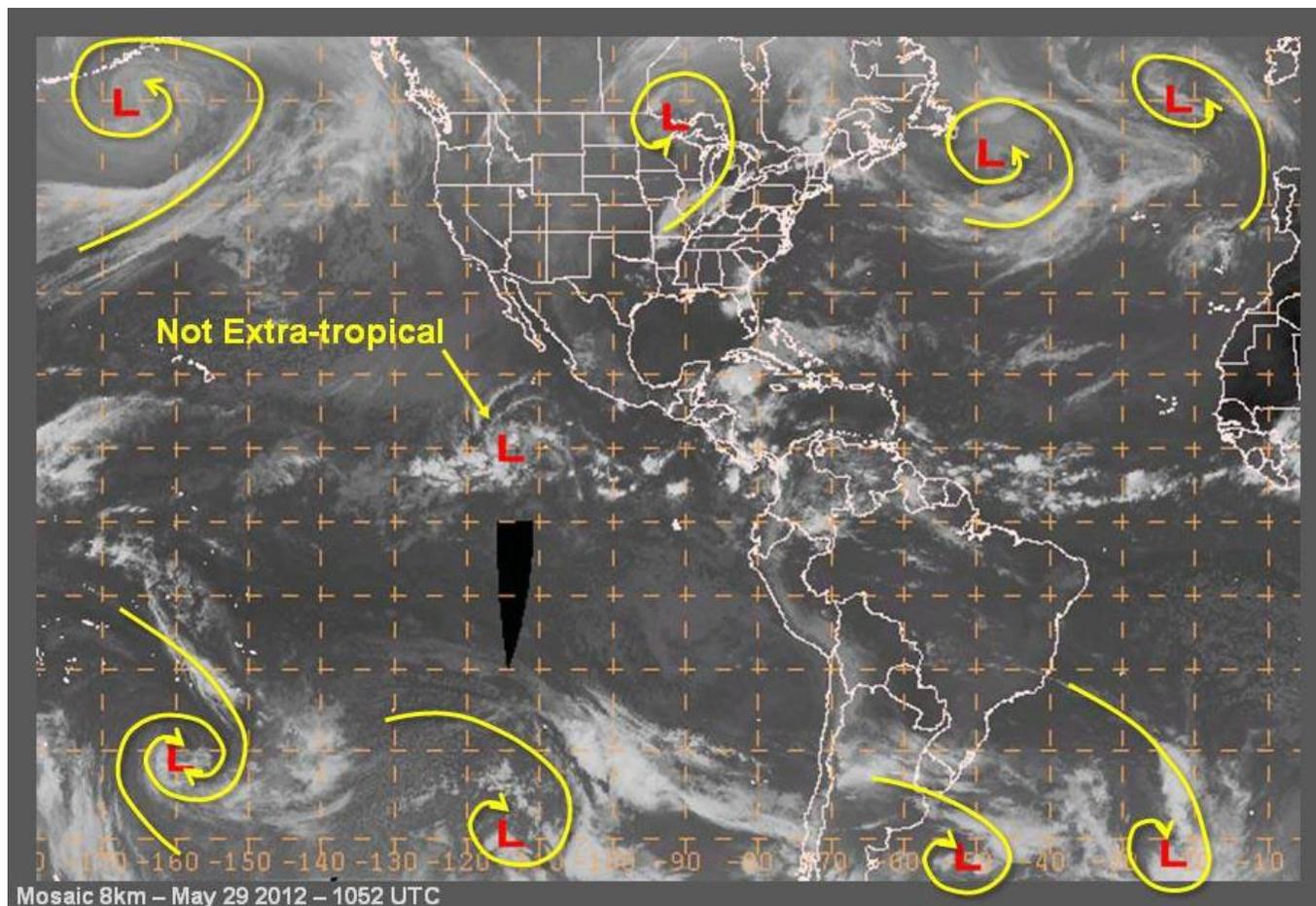
<http://pressbooks-dev.oer.hawaii.edu/atmo/chapter/chapter-13-extratropical-cyclones/>

## Características de Ciclones Tropicales Extratropicales

- Sistema troposférico, desde la superficie hasta la estratosfera.
- Pueden ser muy grandes, en ocasiones mas grandes que 2000km (20°).
- Núcleo frio en altura se asocia con una vaguada en altura, y un núcleo asimétrico en los niveles bajos debido a gradientes de temperaturas entre masas de aire.
- Vorticida: Se vuelve mas ciclónico con altura.
- Tropopausa baja
- Baroclinicidad: Procesos predominantes de adveccion de temperaturas generalmente desarrollan frentes.



# Ciclón Tropical Extratropical

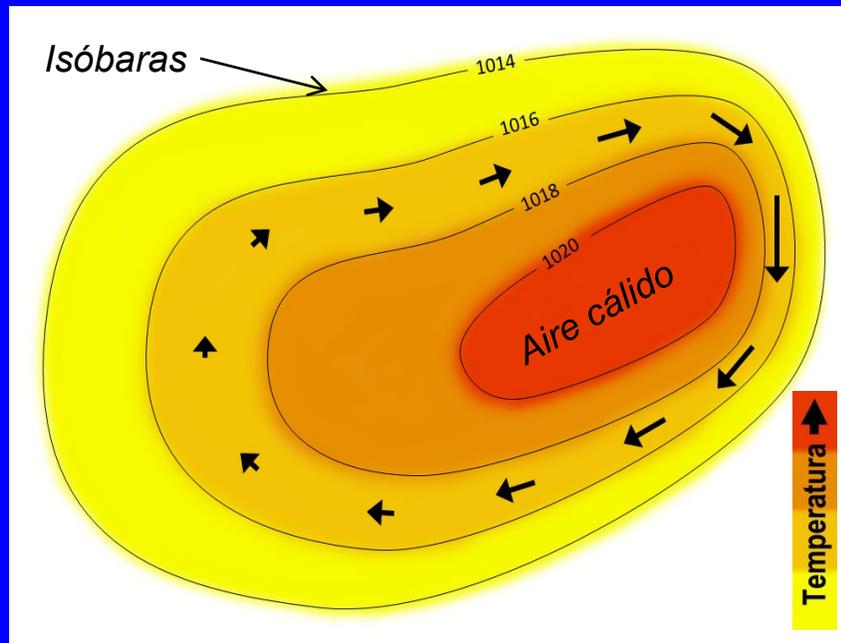


# Barotrópico vs Baroclínico

Baroclinicidad implica advección de temperatura.

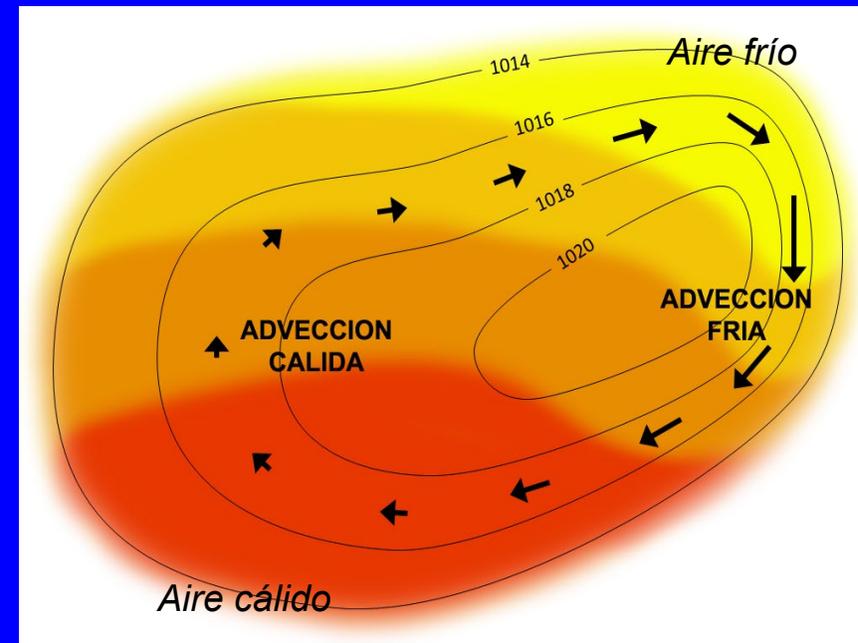
**Ejemplo:**

SISTEMA BAROTROPICO



- NO** hay advección de temperatura.
- Isóbaras son paralelas a isotermas.

SISTEMA BAROCLINICO

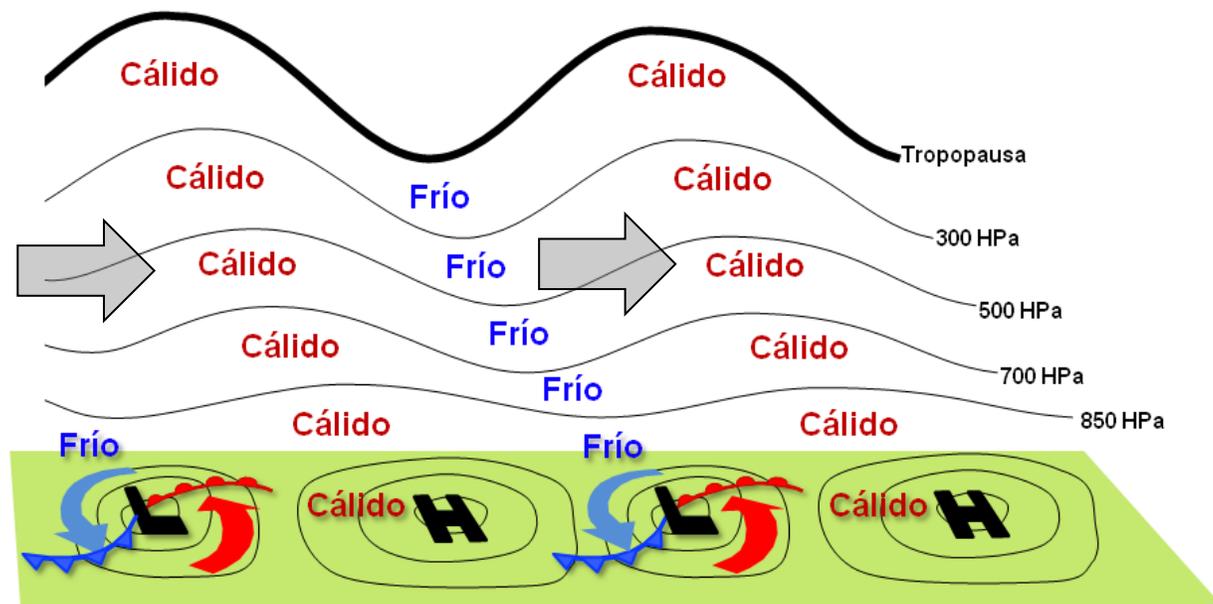


- Hay advección de temperatura.
- Isóbaras **NO** son paralelas a isotermas.

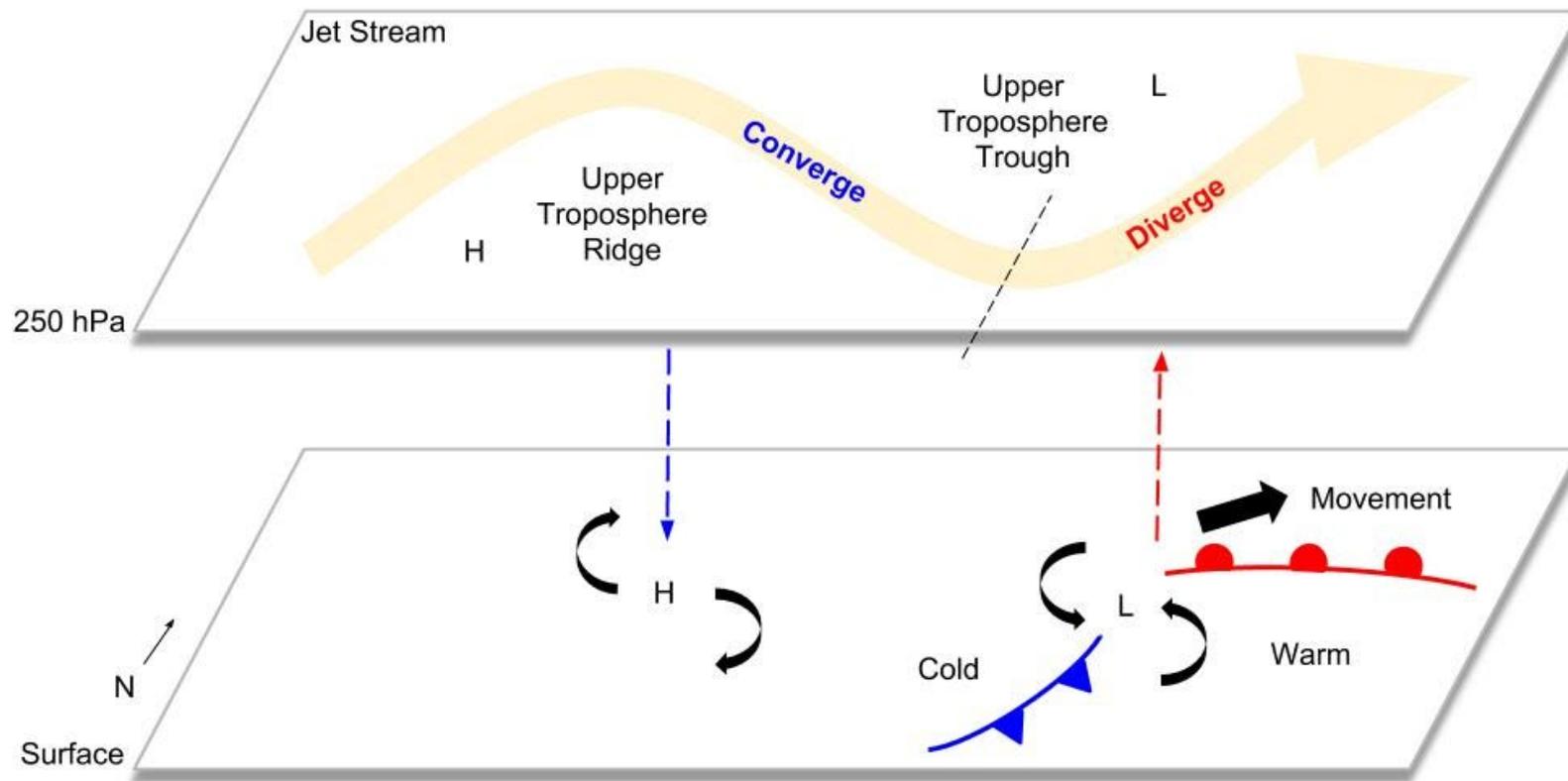
# Onda Baroclinica

Perturbacion migratoria que se asocia con cantidades grandes de baroclinicidad (procesos de adveccion de temperatura).

SE caracteriza por vaguadas extratropicales inclinadas con altura y áreas resaltadas de cizalla de viento vertical.



# Onda Baroclinica



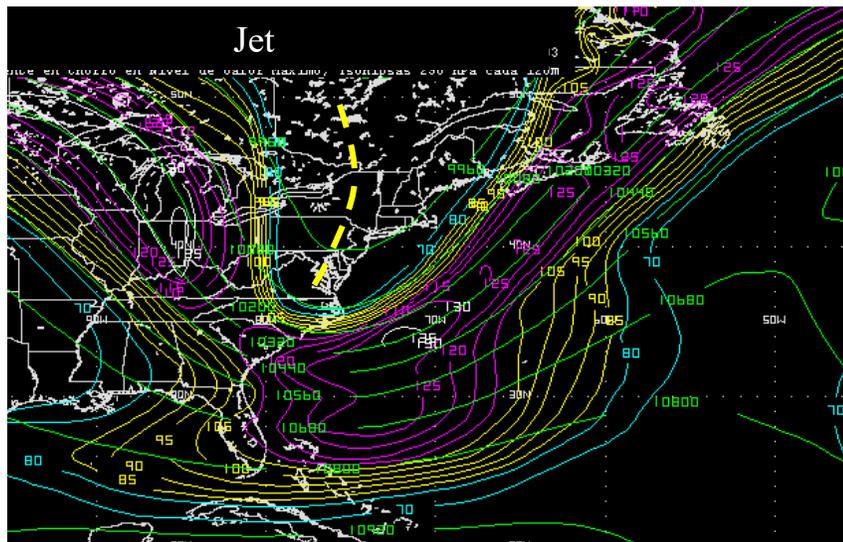
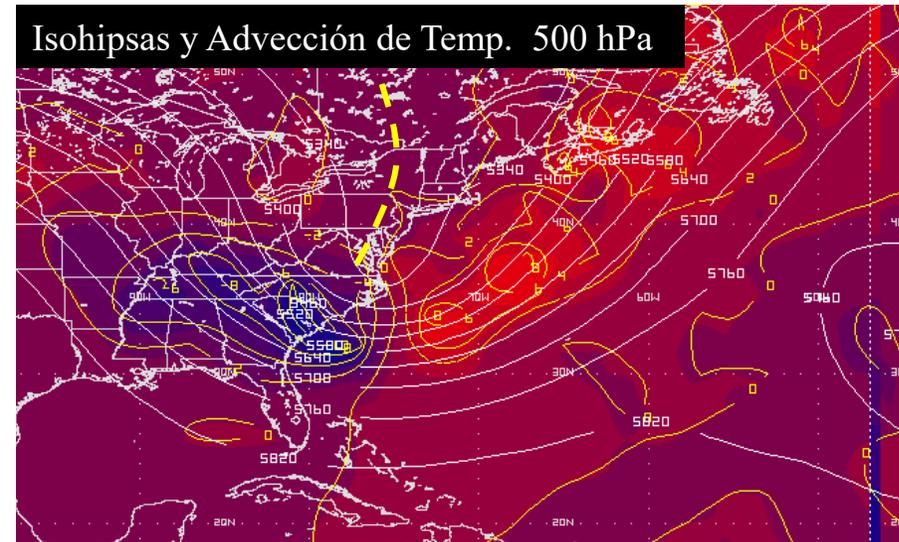
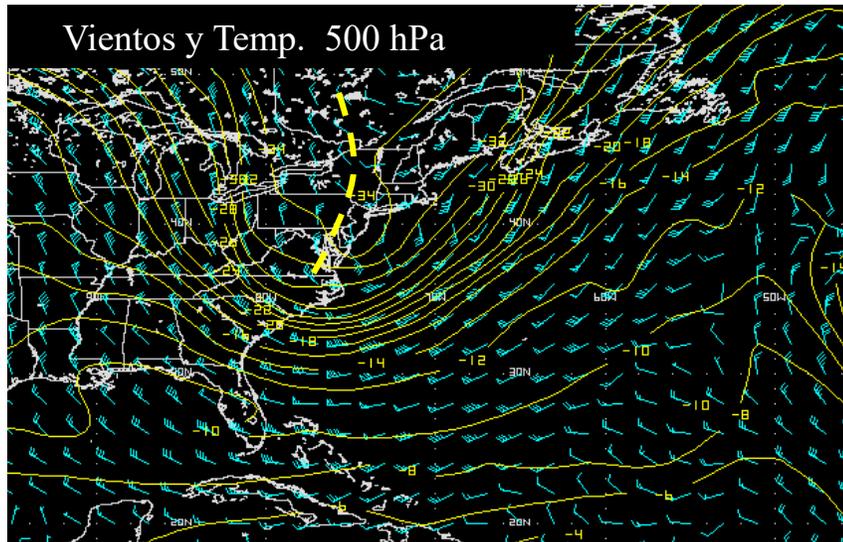
# Perturbacion Baroclinica

- Juega un papel en la redistribución de la energía en la atmosfera.
- La energía potencial se convierte en energía cinética.
- Vientos y vorticidad varian con la altura.

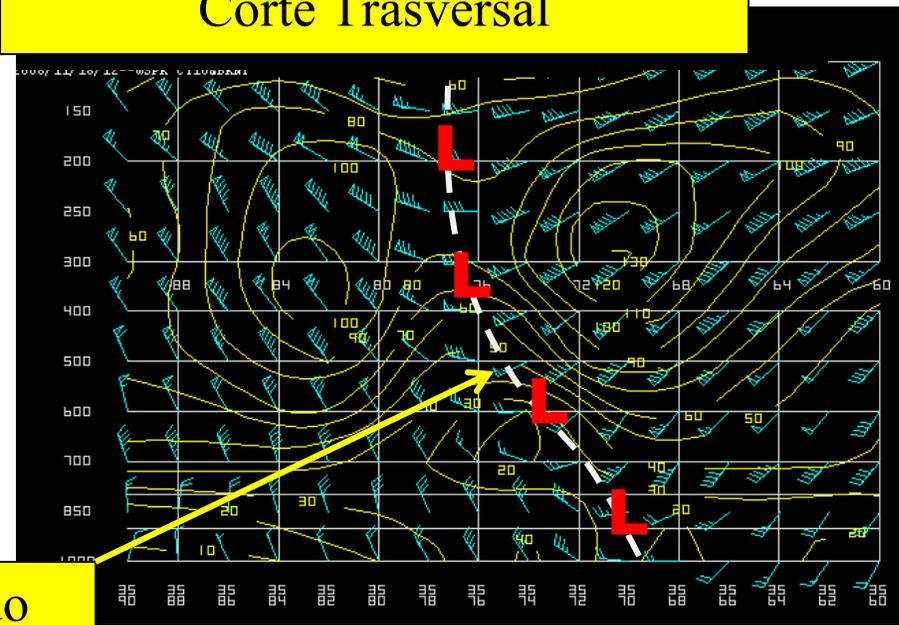
## Como reconocerlo en los análisis

-Viendo los gradientes de temperatura/espesor y evaluando adveccion termica.

# Perturbación Baroclínica (Hemisferio Norte)



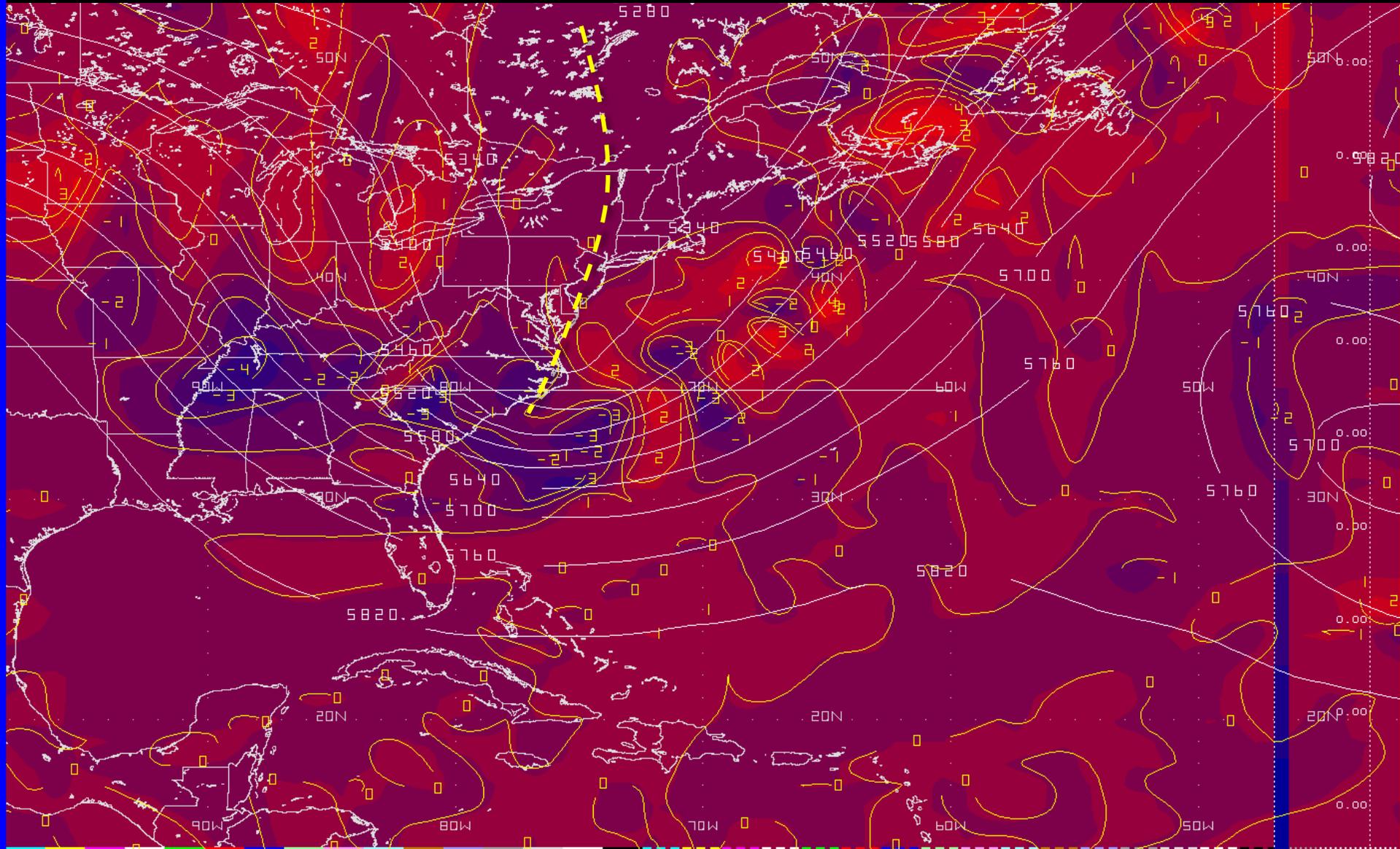
## Corte Transversal



Eje inclinado

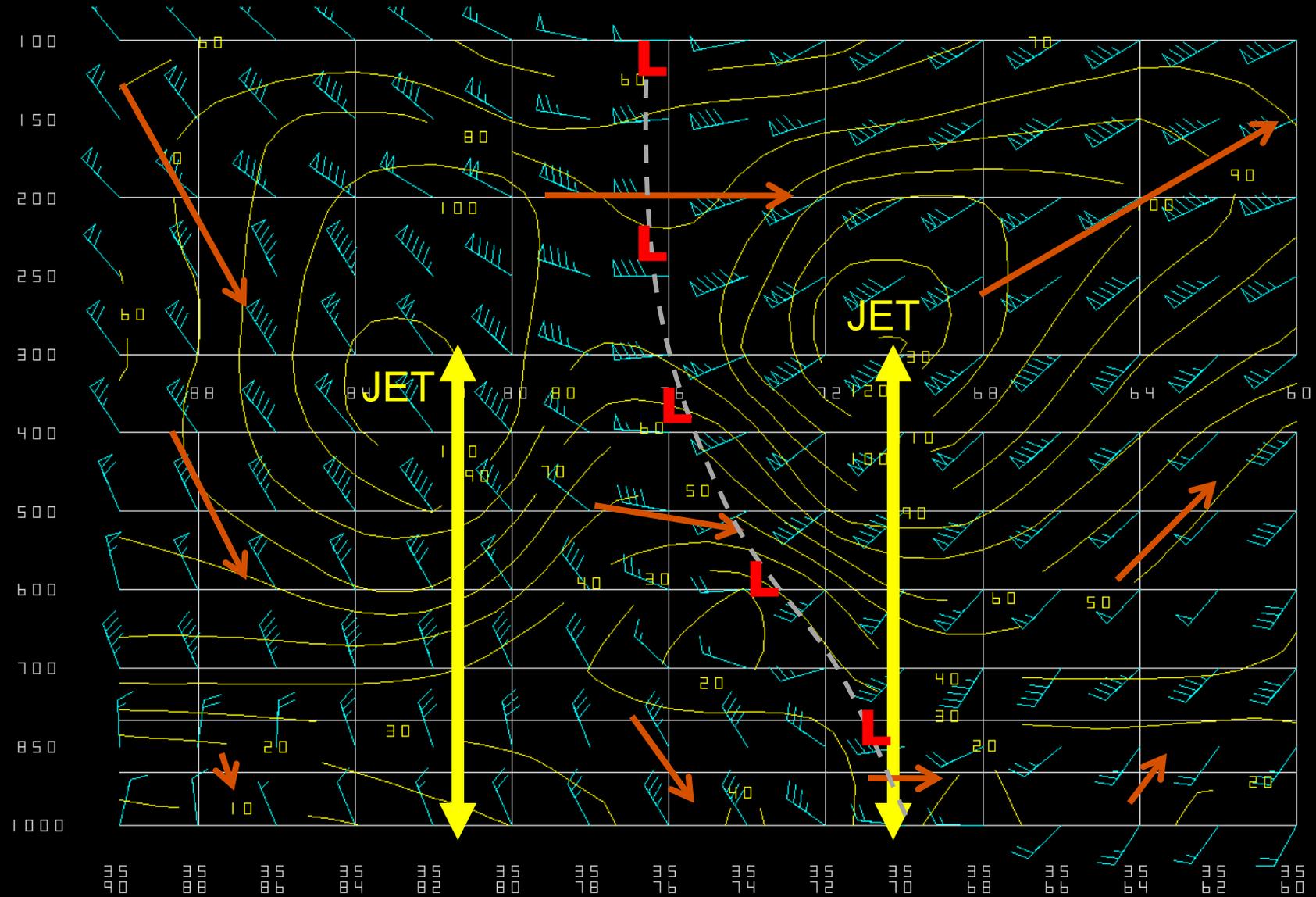
# Perturbación Baroclínica (Hemisferio Norte)

## Contornos de altura y advección de temperatura en 500 hPa

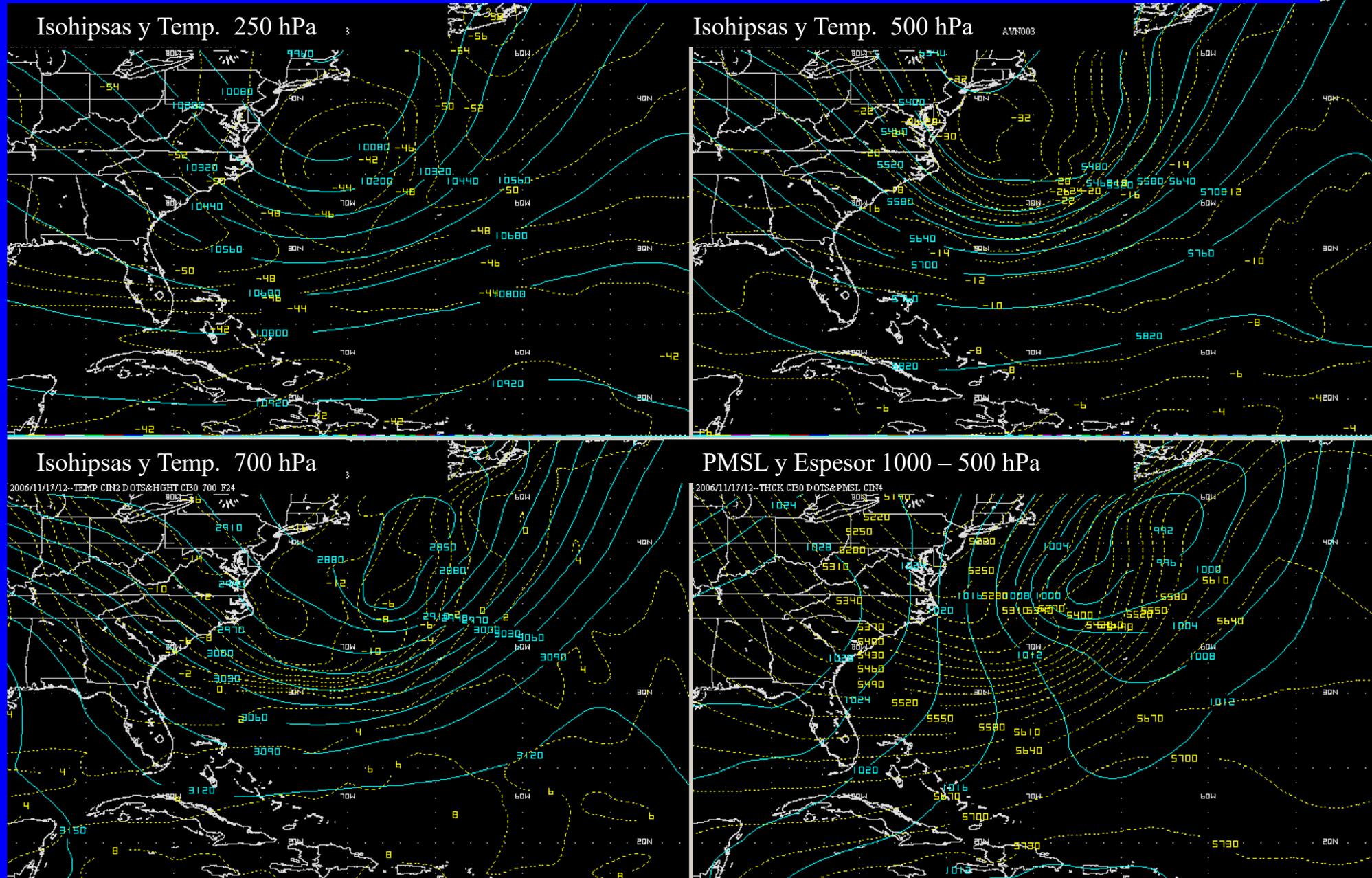


# Perturbación Baroclínica (Hemisferio Norte)

## Corte Transversal de Vientos



# Vaguada Fría (NH)





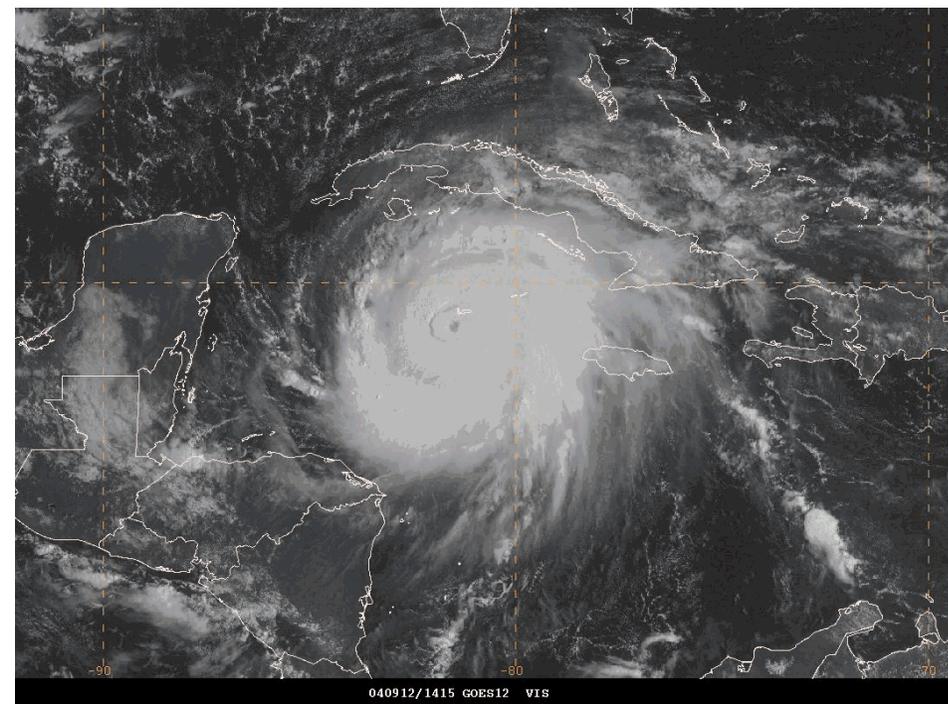
# 04

## Ciclones Tropicales

## Ciclón Tropical

- Ciclón de 100-1000km que se forma sobre océanos tropicales cálidos y desarrolla un núcleo cálido simétrico de capa profunda hasta la tropopausa.
- Fuente de Energía: calor extraído del océano por los vientos, liberado a la atmosfera por condensación rápida.
- Mantenimiento: Se sostiene en base del mecanismo de retroalimentación positiva de calor latente- vientos fuertes- y mas extracción de calor. También por controlar su ambiente (genera su propia dorsal en altura controlada por cizalla)

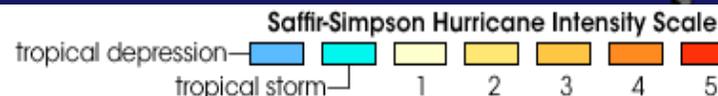
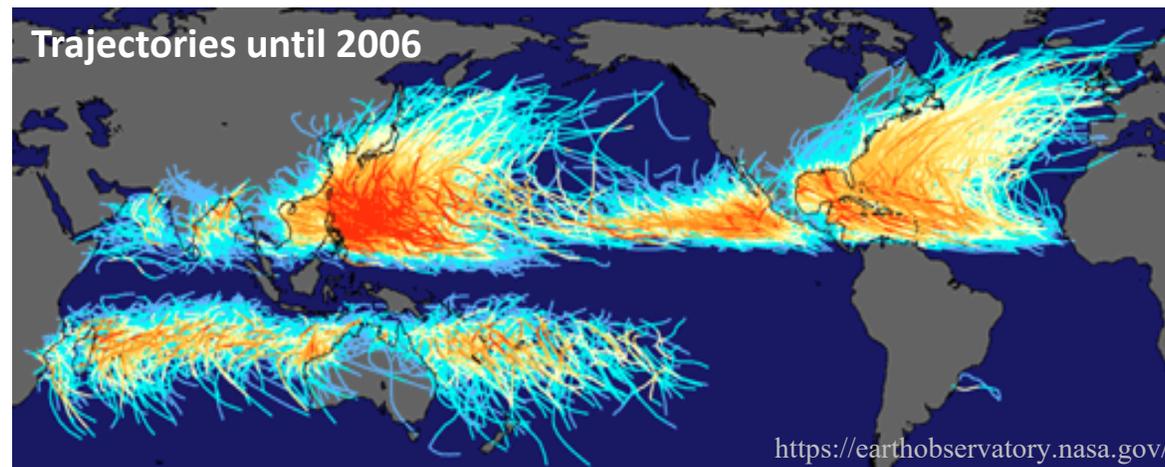
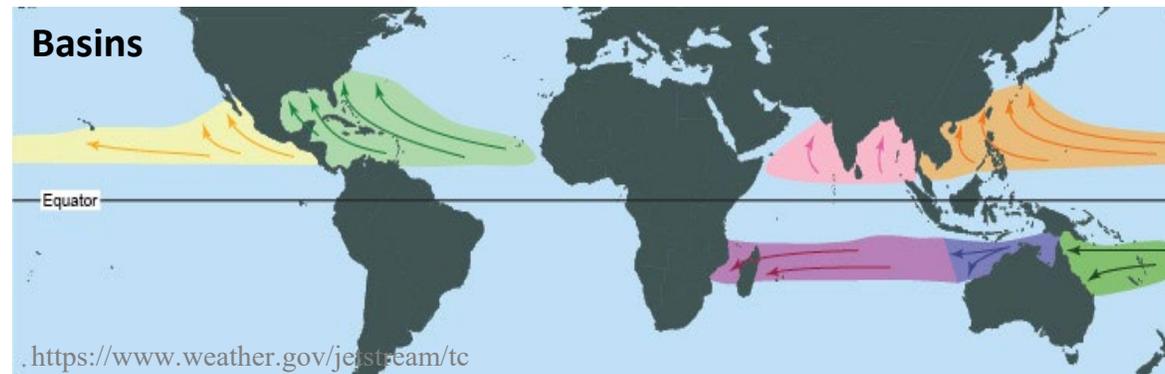
Hurricane Ivan in 2004



**Diferencia entre otros ciclones: el núcleo cálido en toda la columna. Se muestra muy bien en secciones transversales de theta y theta-e.**

# Requisitos para la Formación de Ciclones Tropicales

- **TSM Cálidos:**  $> 27^{\circ}\text{C}$  a través de una profundidad de  $\sim 50\text{m}$ .
- **Fuerza Coriolis:** Distancia mínima de  $\sim 500\text{km}$  ( $\sim 5^{\circ}$ ) lejos del ecuador.
- **Bajo Cizalladura Vertical de viento:** Valores bajos ( $< 20\text{kt}$ ) entre la superficie y la troposfera alta.
- **Alta Humedad:** Húmeda hasta los medios niveles. Cuanto mas húmedo mejor.
- **Estabilidad Condicional:** Inestabilidad si se desarrolla convección húmeda.
- **Perturbación Preexistente:** SCM, Ondas del Este, Baja de la ZCIT, perturbación inducida, etc.

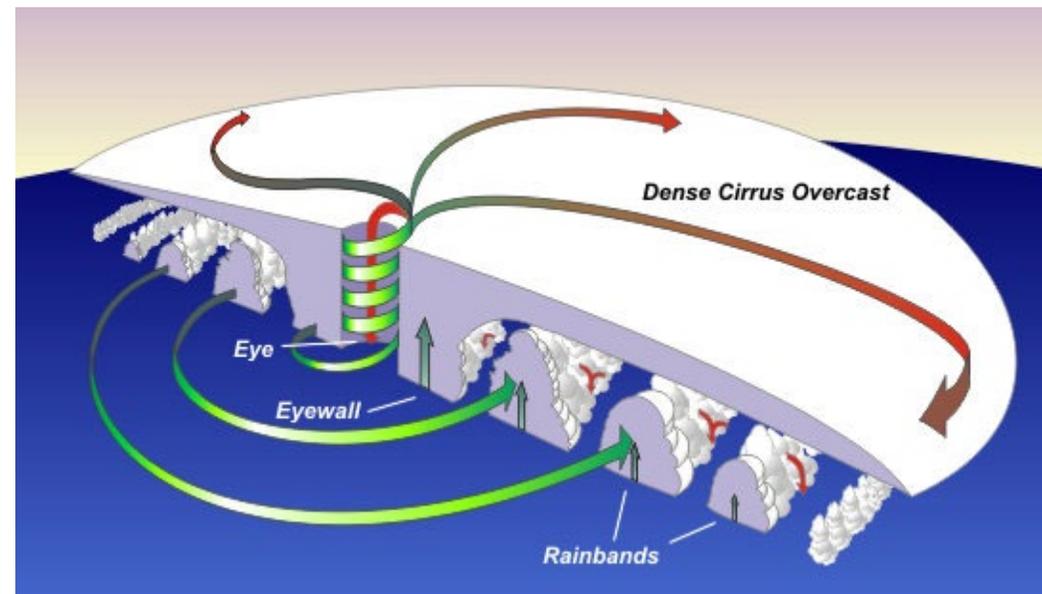
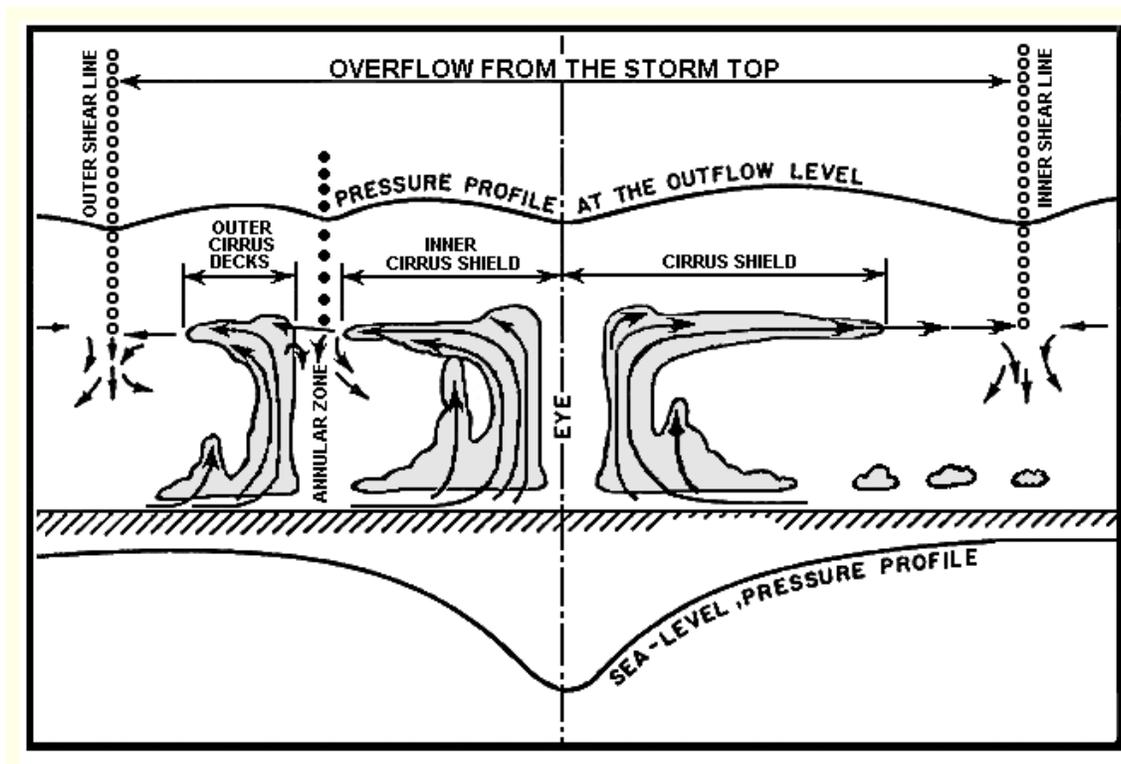


---

# Activadores de Ciclones Tropicales

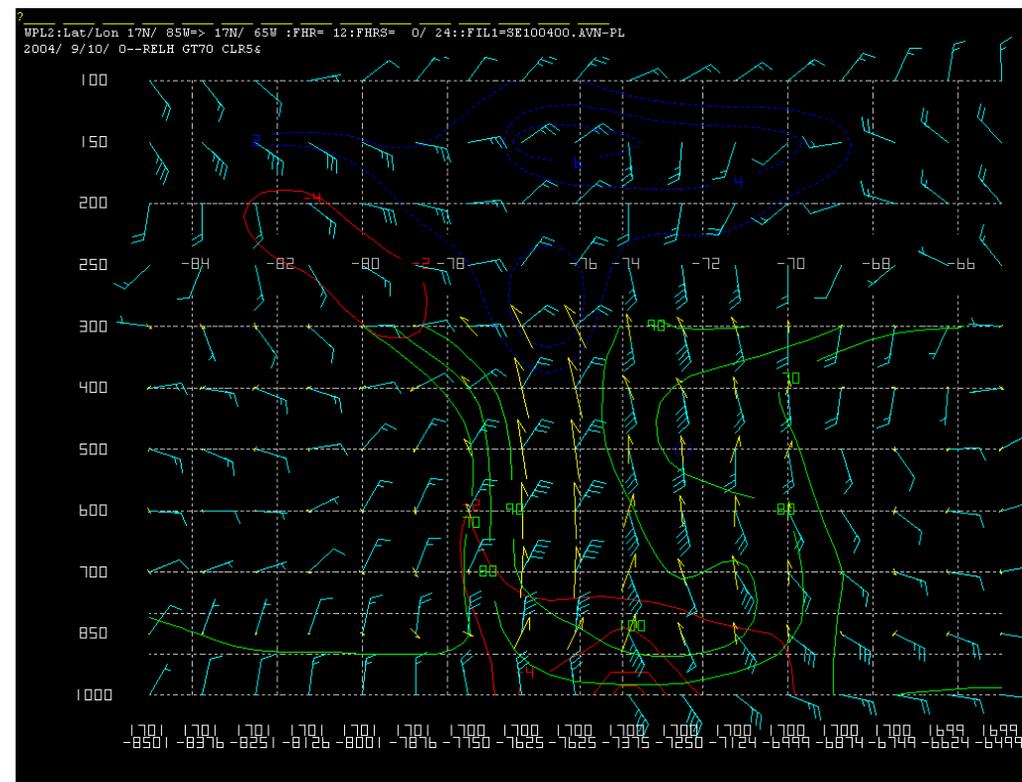
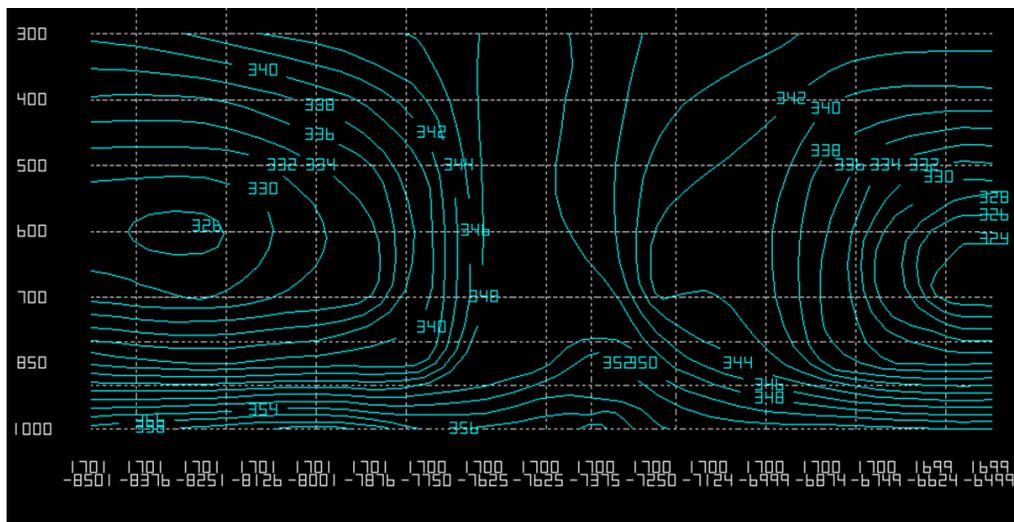
- **Ondas del Este, especialmente Ondas del Este Africanas**
  - Se asocian con rotación del ambiente resaltada, pero también ambientes húmedos y calor latente continua liberada por convección.
- **Complejos Convectivos de Mesoescala (CCM)**
  - Complejos circulares organizadas de tormentas pueden desarrollar rotación y comenzar a autoalimentarse.
- **TUTT**
  - Vaguada inducida que desarrolla una circulación cerrada. Convección profunda gradualmente calienta la columna. El sistema se transforma de subtropical (aire frío en altura) a tropical (aire cálido en toda la columna)
- **Línea de Perturbación de África Occidental:**
  - Línea de convección (similar a una línea de turbonada) que se forma sobre África Occidental y se mueve hacia el Océano Atlántico.

# Estructura Vertical de un Ciclón Tropical

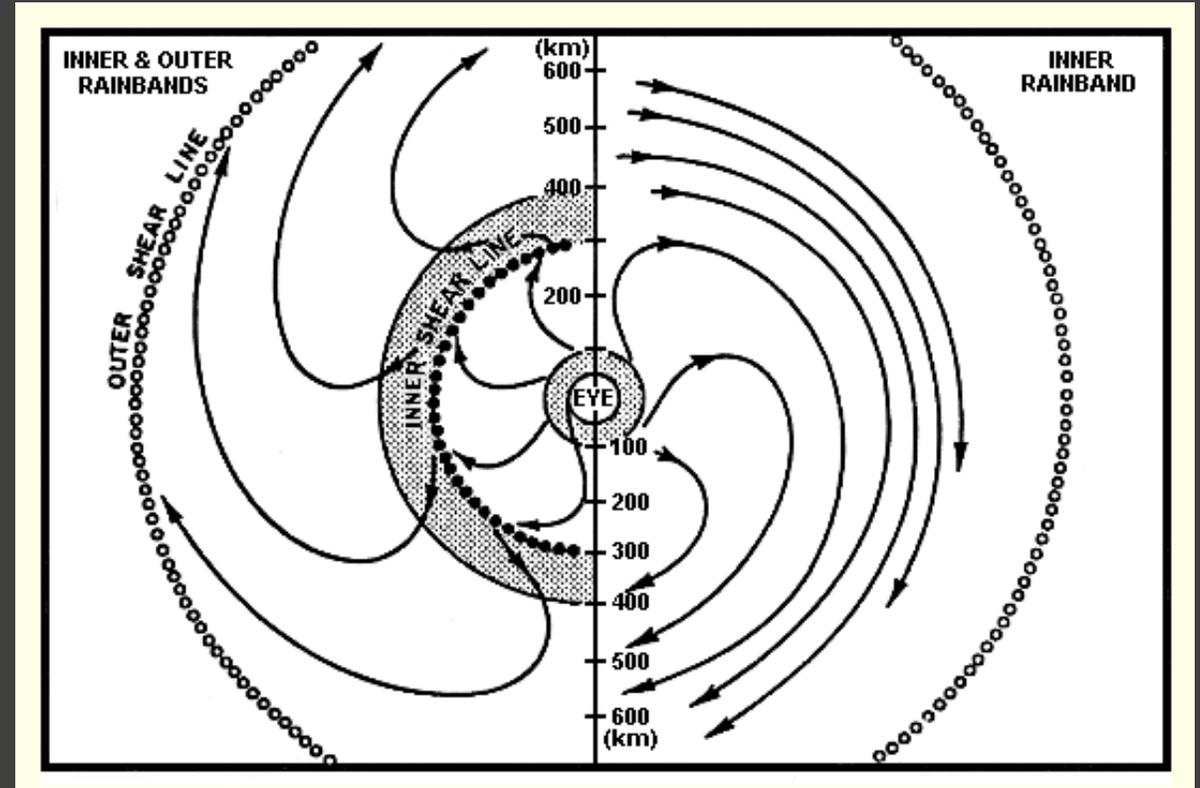
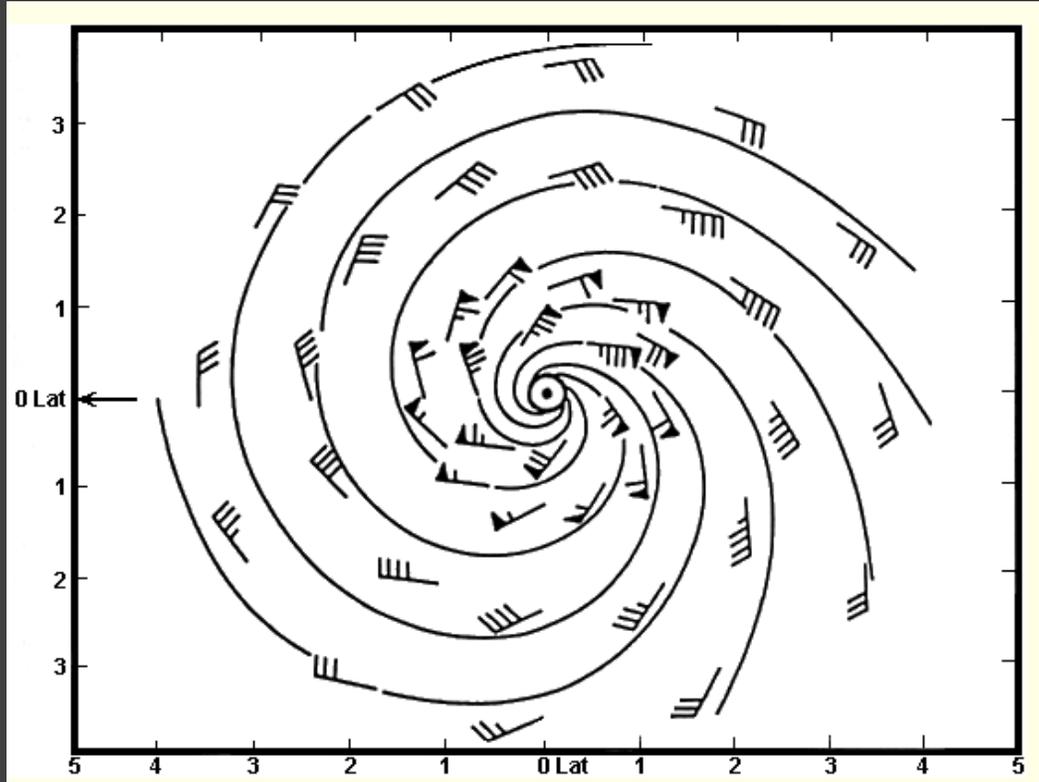


# Estructura del Núcleo Termal del Ciclón

Columna de valores grandes de temperatura potencial equivalente



# Estructura de los Niveles Bajos y Altos



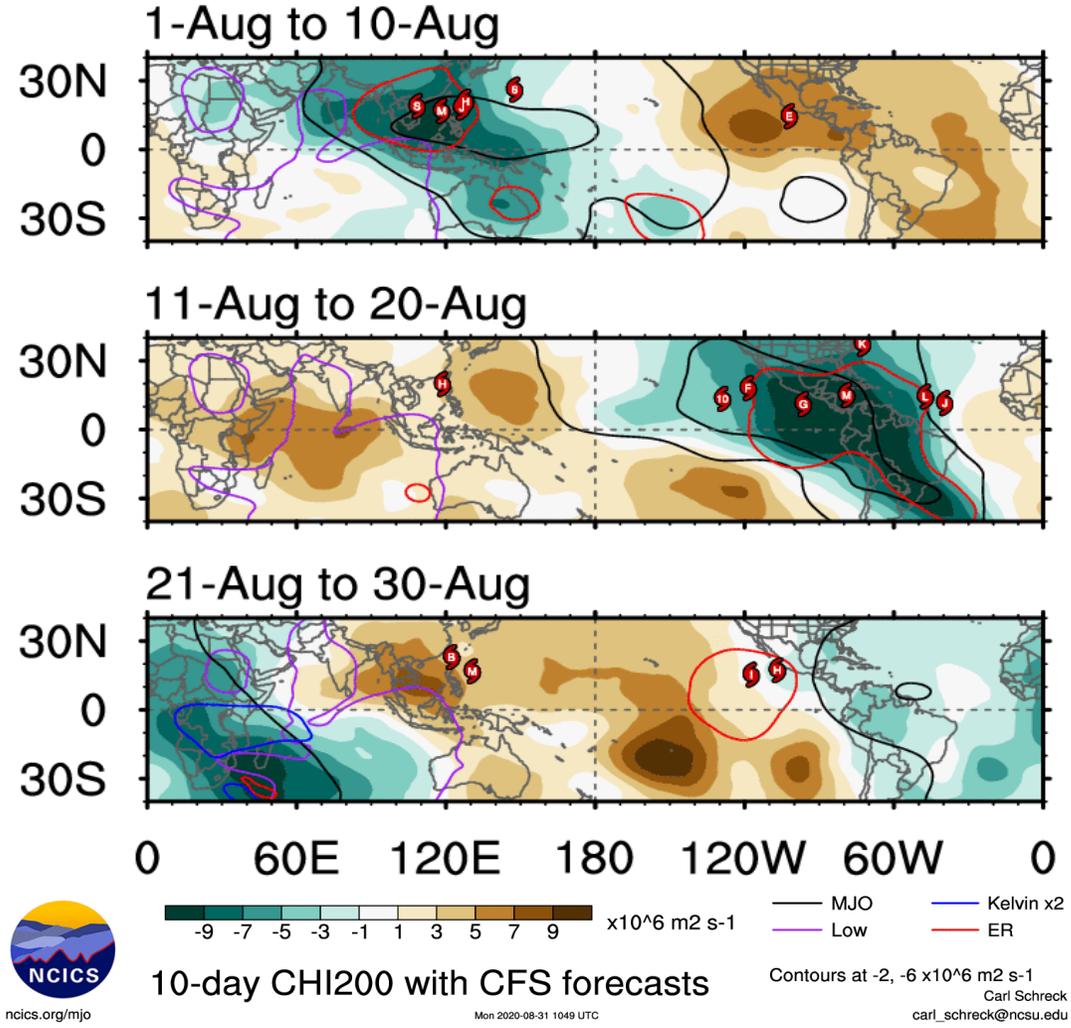
# Dentro de un Huracán



Huracán Jeanne

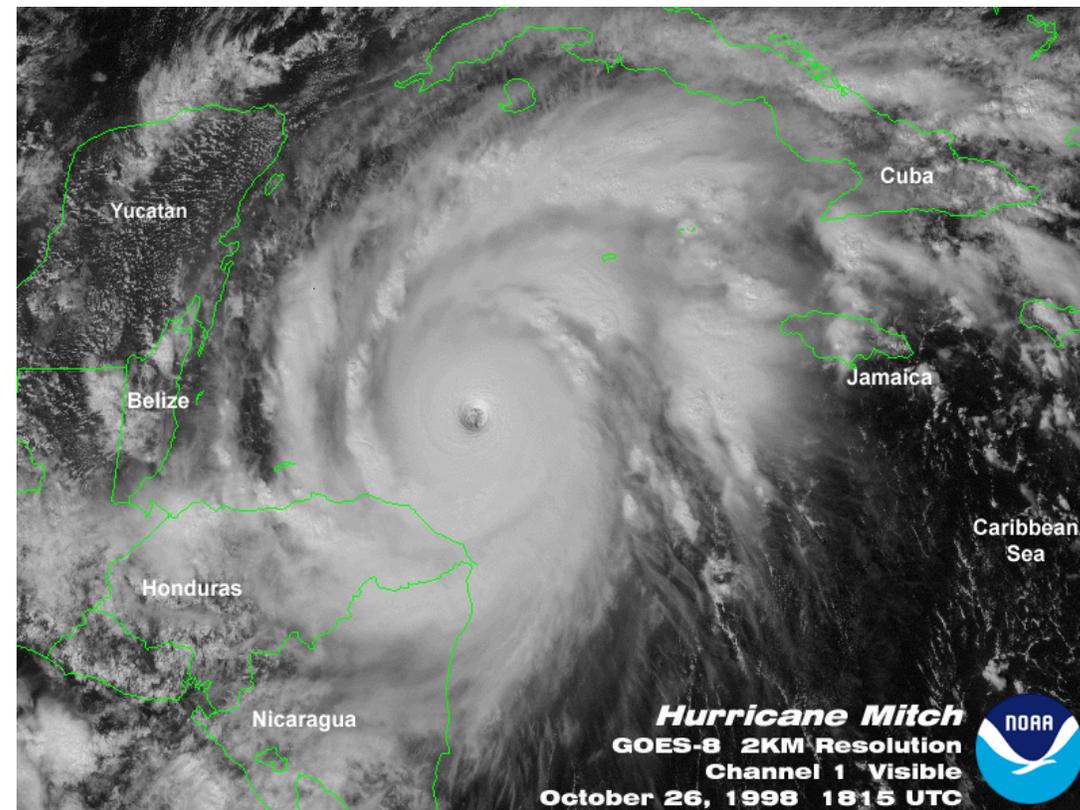
# La MJO y Ciclones Tropicales

- La MJO (fases 1 y 8) estimulan la ciclogénesis tropical por resaltando la divergencia en altura y los alisios del oeste en niveles bajos y estimulan la rotación. Sin embargo, un ambiente favorable se necesita: masas de aire cálidas y húmedas sobre TSM cálidas y una perturbación.
- Figura: potencial de velocidad (verde para divergencia en altura) durante Agosto 2020, y los ciclones que se formaron durante ese tiempo.

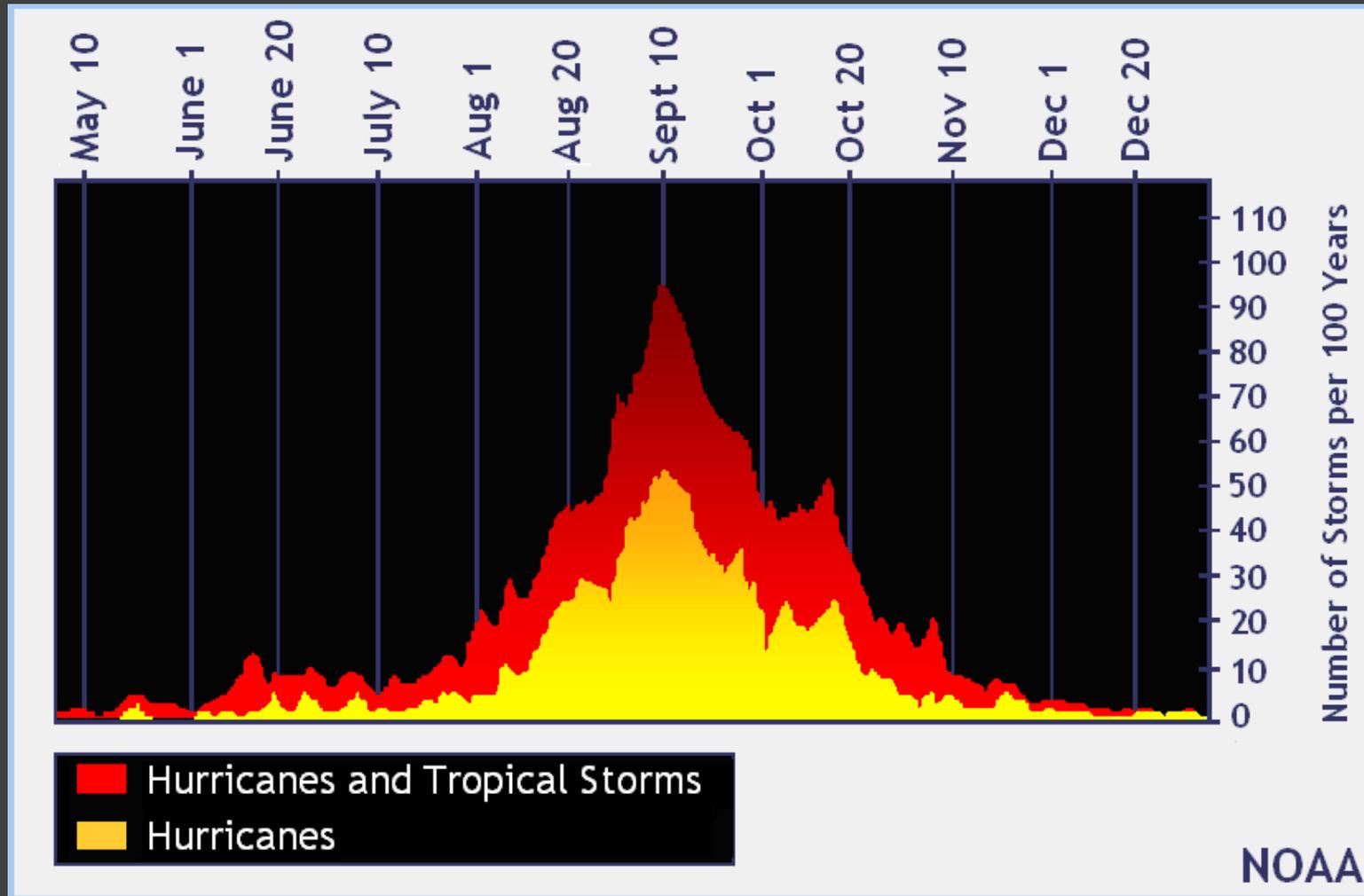


# Clasificación de Ciclones Tropicales

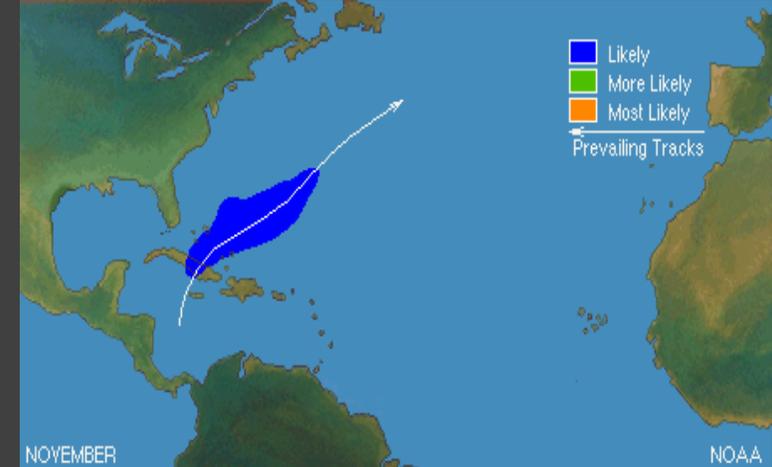
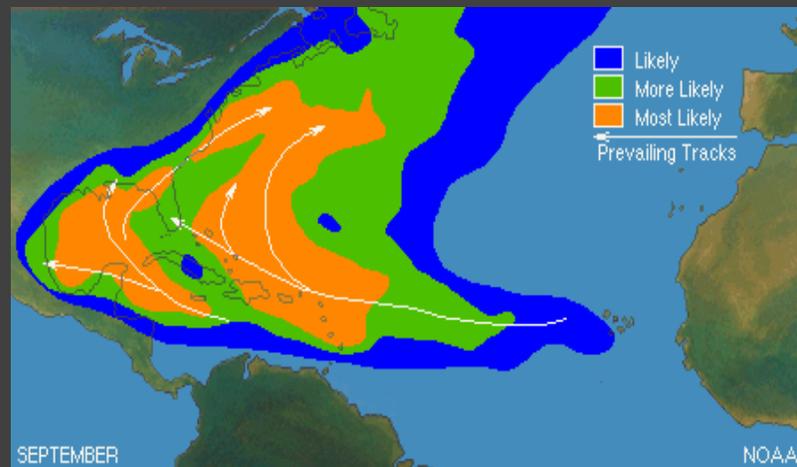
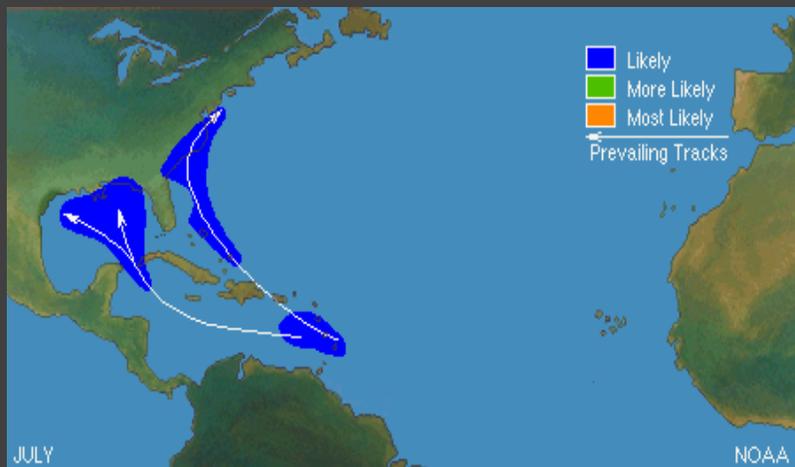
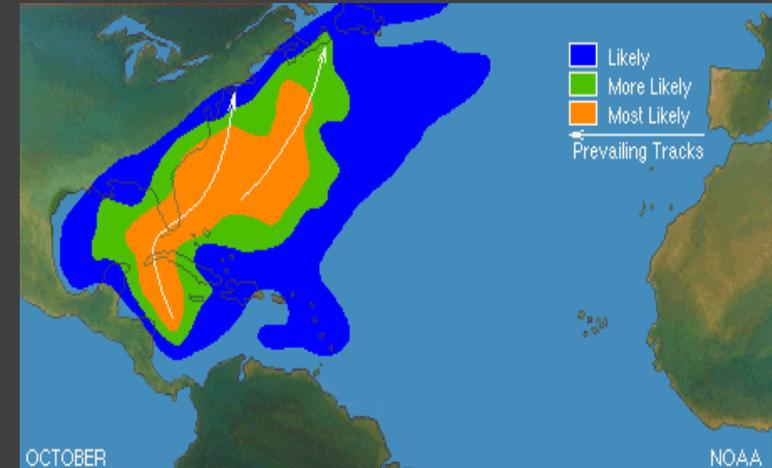
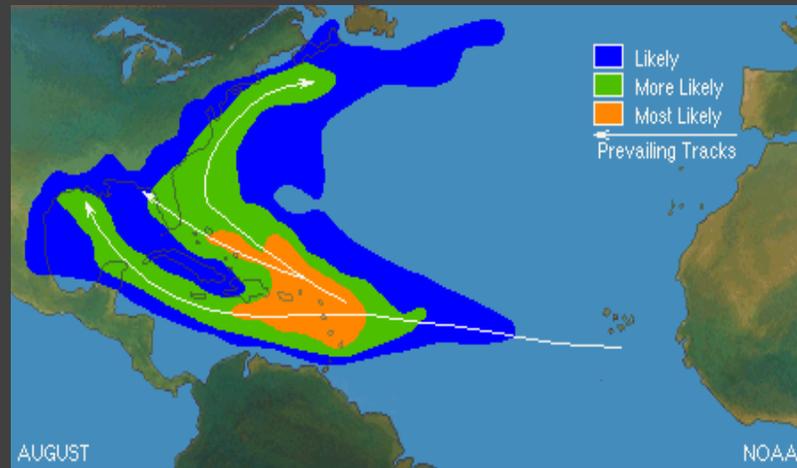
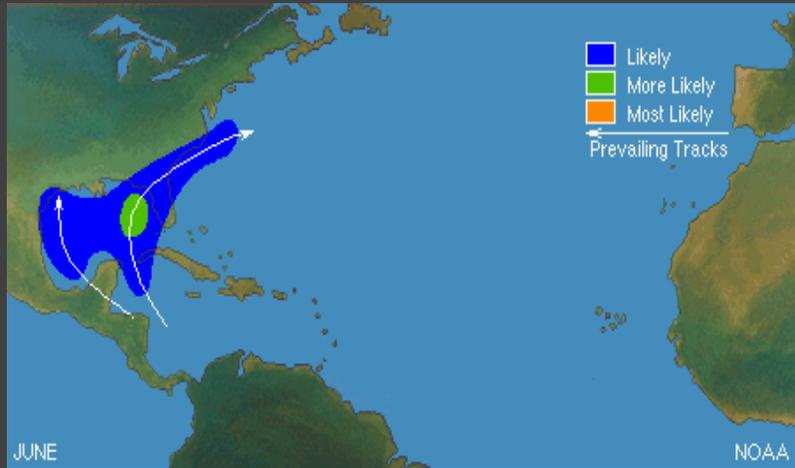
- Depresiones Tropicales : Vientos < 34kt
- Tormenta Tropical : Viento de 35-64kt
- Huracanes y Tifones: Vientos > 64kt



# Estacionalidad en el Caribe

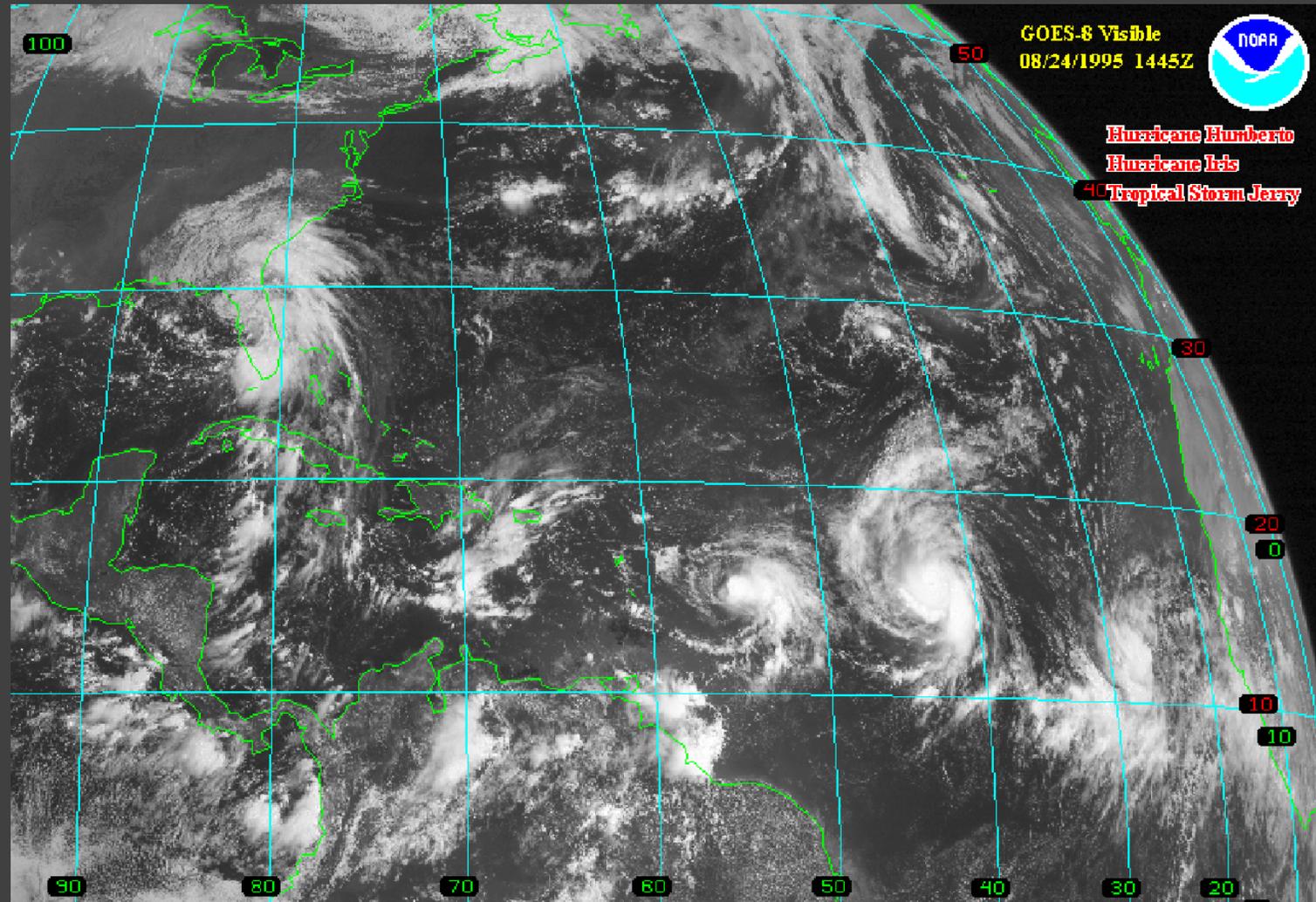


# Áreas de Génesis de Ciclones Tropicales por Mes



# Familias de Tormentas

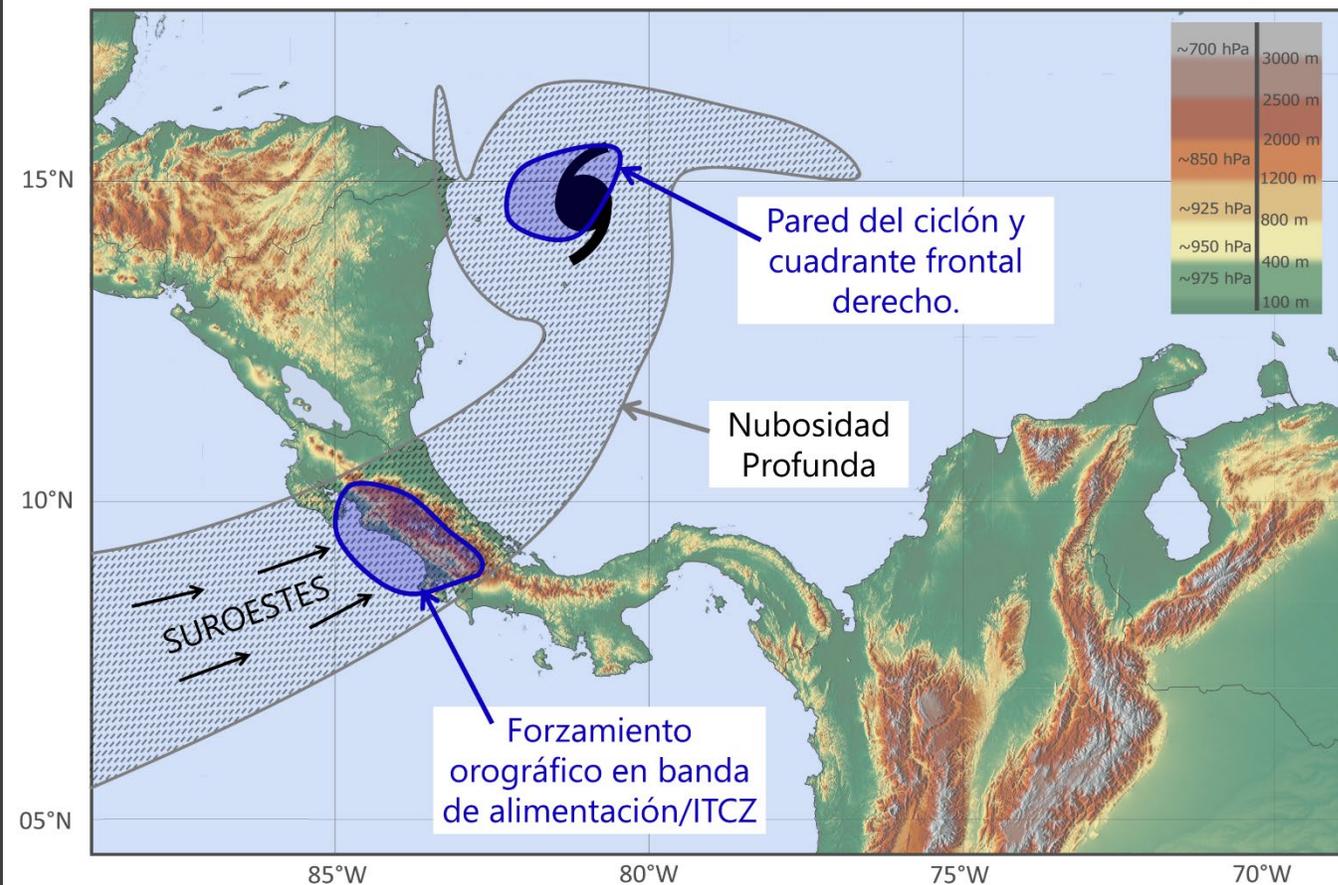
- Tormentas se pueden formar una tras la otra, en ambientes caracterizadas por TSM muy cálidas, humedad abundante, flujo disturbado (cizalla débil, rotación resaltada), y ventilación.
- Una MJO húmeda y fuerte entre Agosto y Octubre puede generar estas condiciones, si la humedad y flujo disturbado están disponibles



# Impactos de la Banda Alimentadora en Ubicaciones Remotas

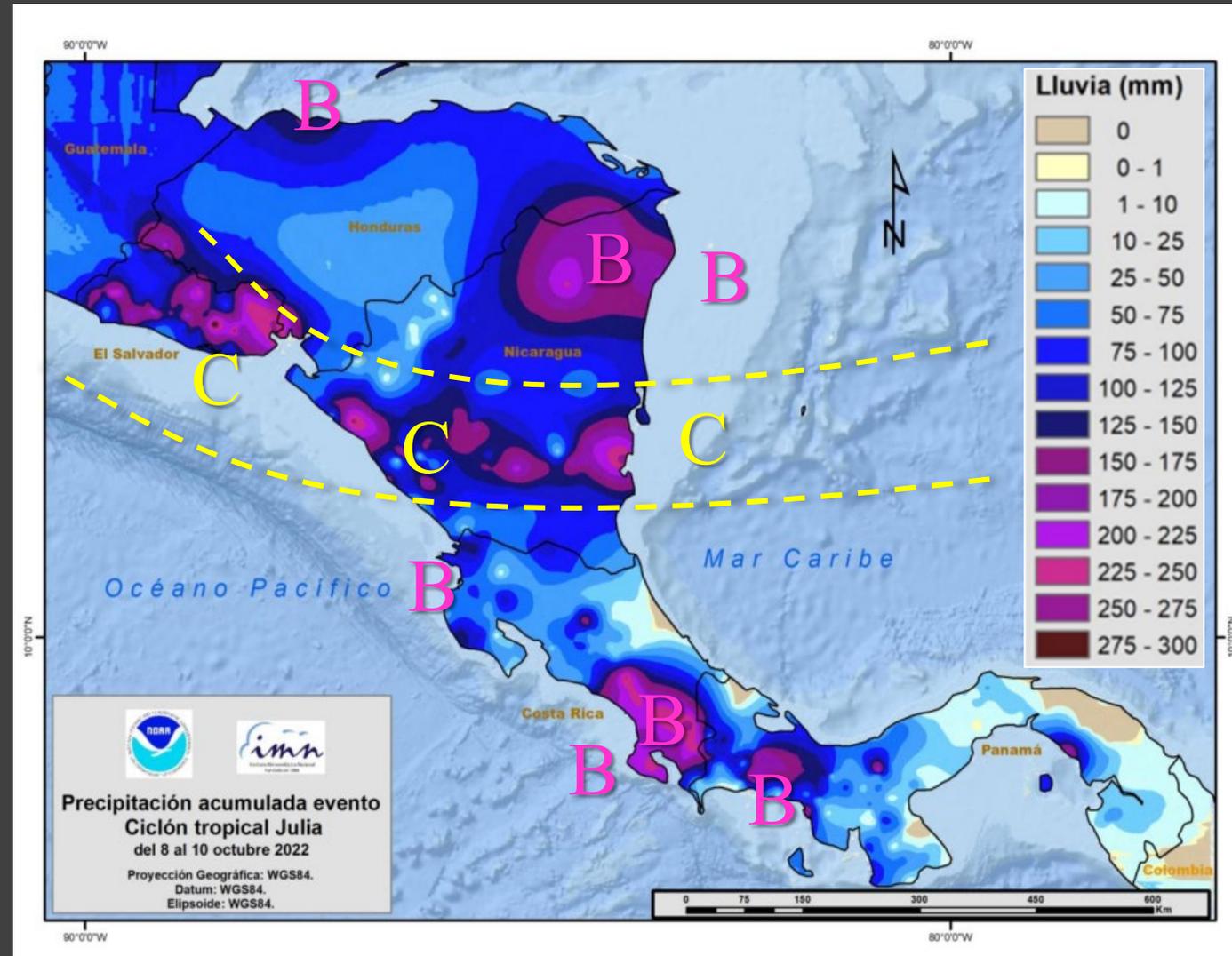
- Bandas alimentadoras generan convergencia en niveles bajos y humedad en ubicaciones remotas.
- Estas pueden generar lluvias fuertes, especialmente cuando interactúan con la orografía.
- A veces, un ciclón en el Caribe interactúa con la ZCIT y la esta última actúa como una banda alimentadora. Esto causa problemas en las cuencas sudoeste de Centroamérica.

Ejemplo: Localización de las precipitaciones más intensas (azul) con un ciclón tropical al noreste de Nicaragua.

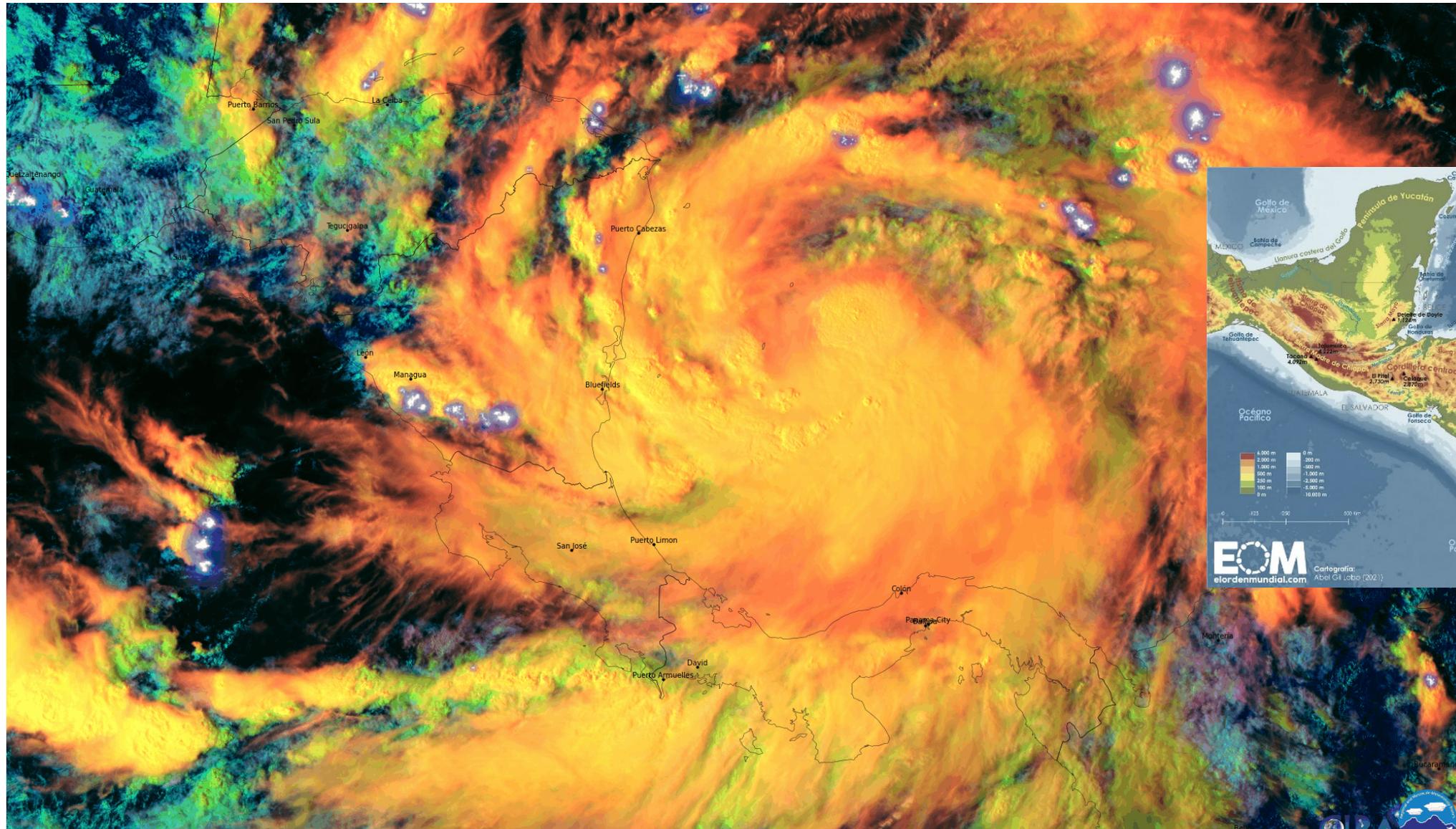


# Impactos de la Banda Alimentadora en Ubicaciones Remotas

- Campo de lluvia de Huracán Julia (2022) de pluviómetros en Centroamérica.
- Impactos de las bandas alimentadoras se indican con B, mientras la lluvia asociada con el centro del ciclón se indica con C.
- Las lluvias en el Sur de Costa Rica fueron igual de excesivas como las lluvias producidas del centro, ya que la ZCIT actuó como una banda alimentadora.



# Satélite – Distinción de fase de nube diurna



2022-10-08 20:00:20 UTC



# 05

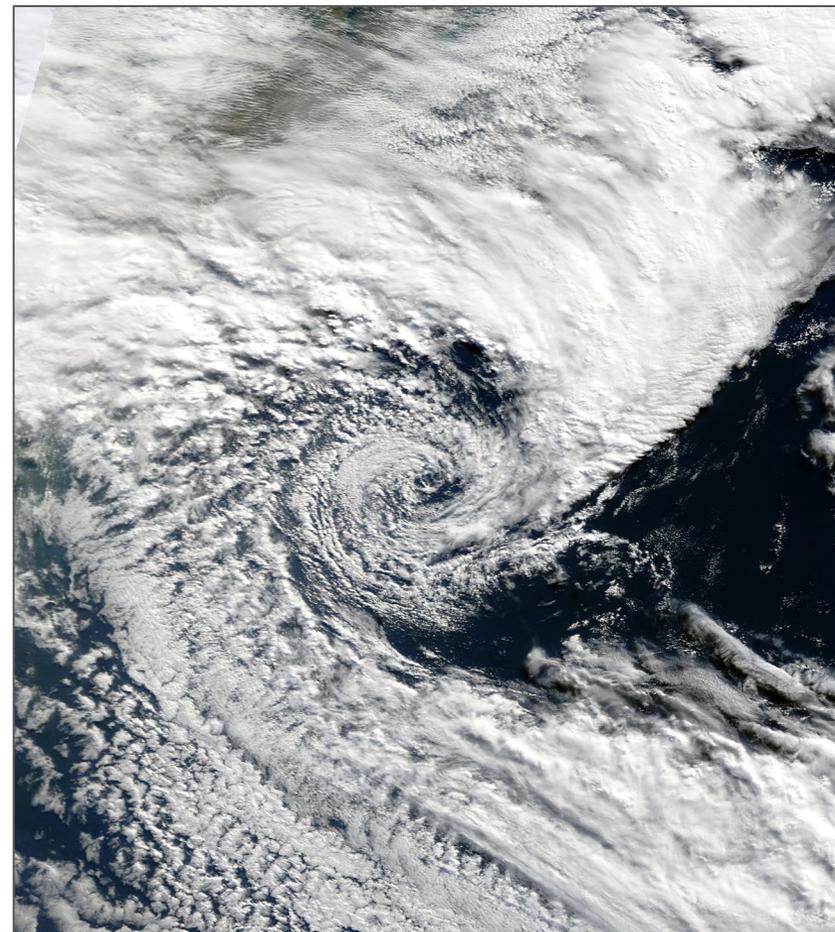
## Ciclones Subtropicales

## Ciclones Subtropicales

- Un ciclón que se forma en ubicaciones subtropicales, que tiene las características de un ciclón tropical en niveles bajos y de un ciclón extratropical en los niveles altos.
- Desarrolla un núcleo cálido, pero debajo de un núcleo frío asociado con una vaguada en altura.
- No son frontales. Se comportan más como un ciclón tropical en la superficie, pero las temperaturas suelen ser más bajas.

**Que define a un ciclón subtropical: Un núcleo cálido debajo de un núcleo frío.**

Tormenta Subtropical Yakecan, frente a las costas de Brasil y Uruguay in 2022



---

## Fuentes de Energía y la Evolucion

- Inicialmente el gradiente termal/energía potencial es la fuente principal de energía. Frecuentemente se transforman de la baja ocluida adentro de un ciclón extratropical.
- Suelen desarrollarse en regiones de gradientes de temperaturas débiles a moderadas.
- La transición es favorecida cuando se mueve sobre TSM calidas mientras ocurre convección profunda activa. Esta convección profunda es favorecida por inestabilidad resaltada proporcionada por el aire frio de la vaguada en altura.
- Eventualmente, la fuente principal de energía se vuelve en el calor del mar y los procesos de calor latente dominan, pero solamente en la troposfera baja y media.

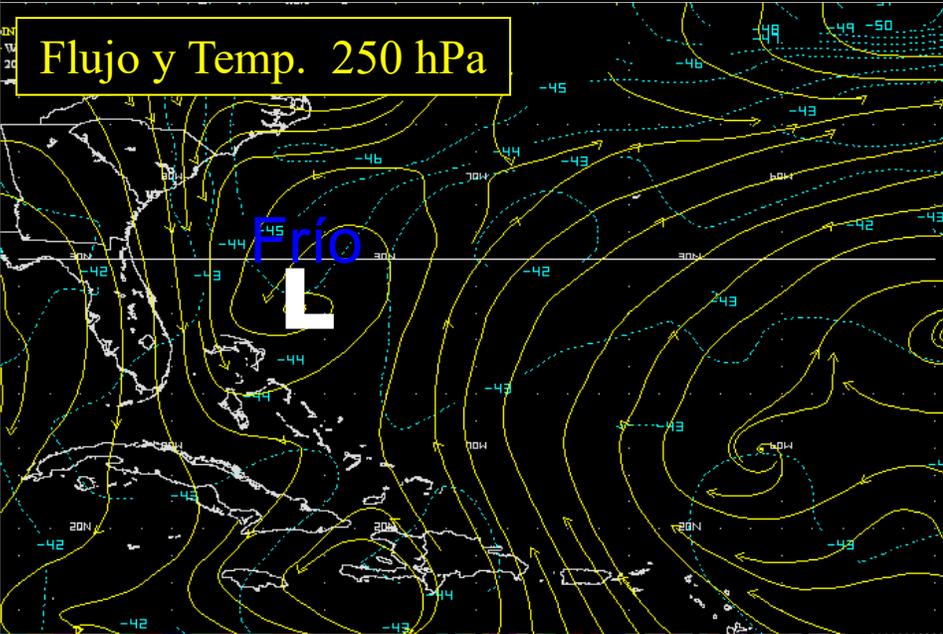
---

## Características de Ciclones Subtropicales

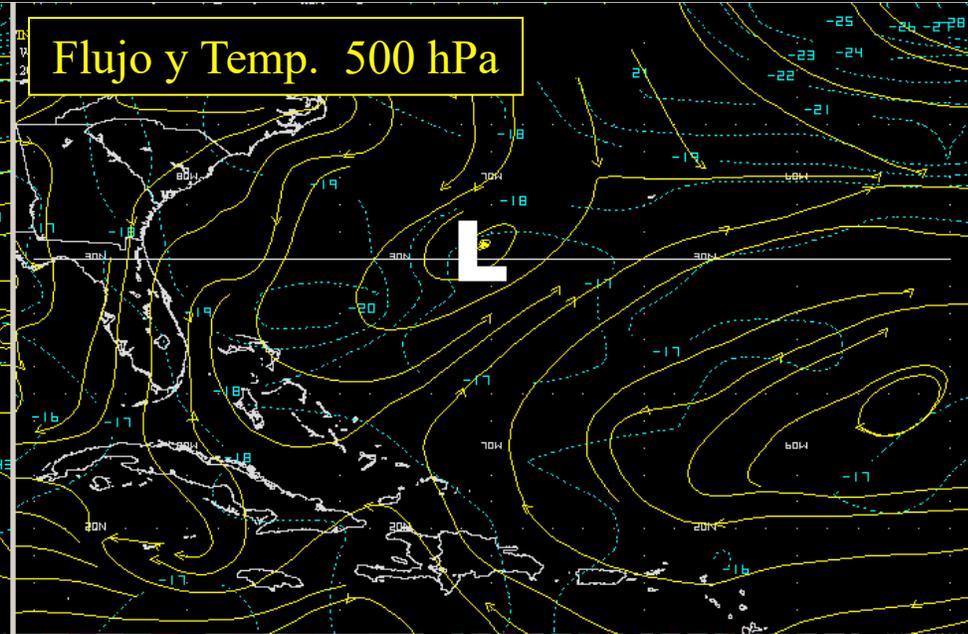
- Ciclones de escala sinóptica con un núcleo frío en niveles altos y núcleo cálido en los niveles bajos.
- Tropopausa mas baja, asociado con una vaguada en altura.
- Vorticidad: la máxima en los niveles bajos y otra máxima en altura.
- El radio de vientos máximos es mas grande que en ciclones tropicales.
- No se han observado vientos que superen los 64kt (huracán de Categoría 1).
- TSM generalmente  $> 23^{\circ}\text{C}$

# Ciclón Subtropical en el Hemisferio Norte (HN)

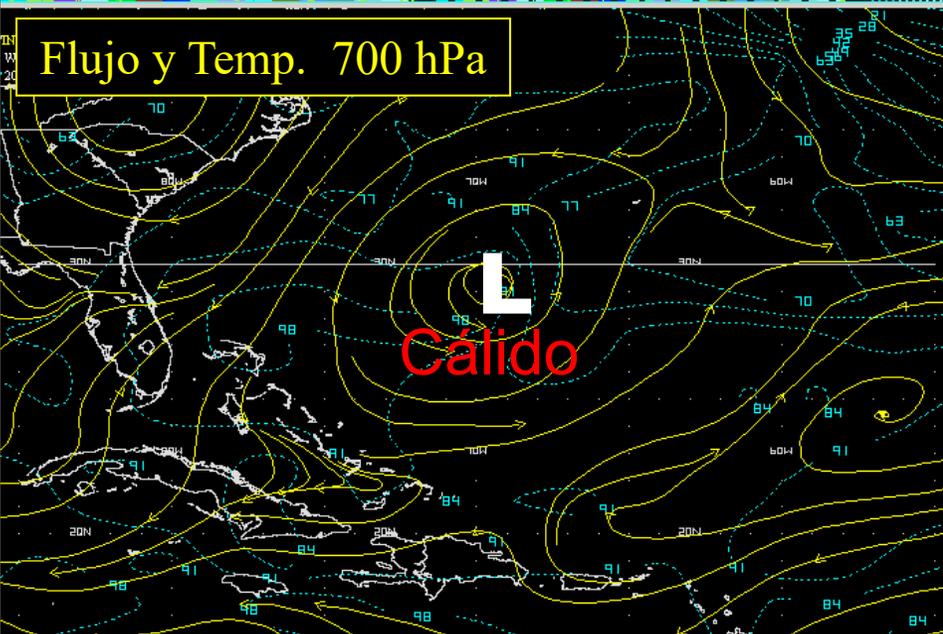
Flujo y Temp. 250 hPa



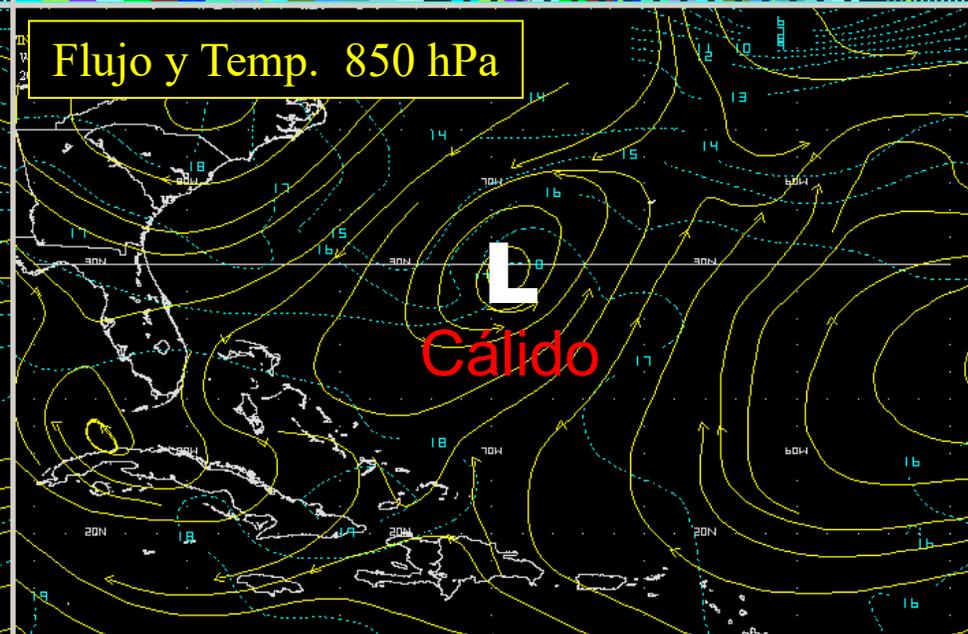
Flujo y Temp. 500 hPa



Flujo y Temp. 700 hPa



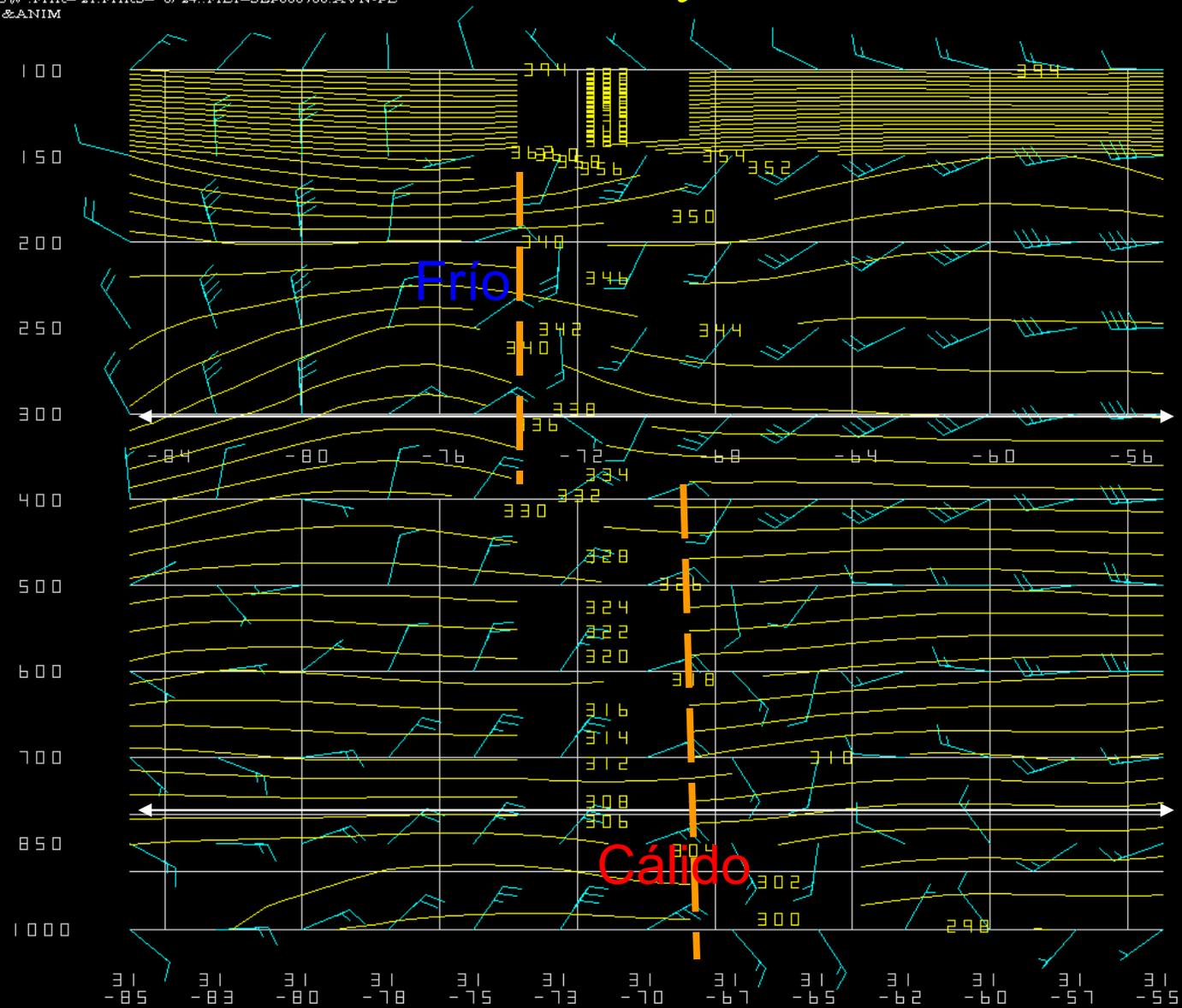
Flujo y Temp. 850 hPa



# Ciclón Subtropical (HN)

## Corte de Vientos y THTA

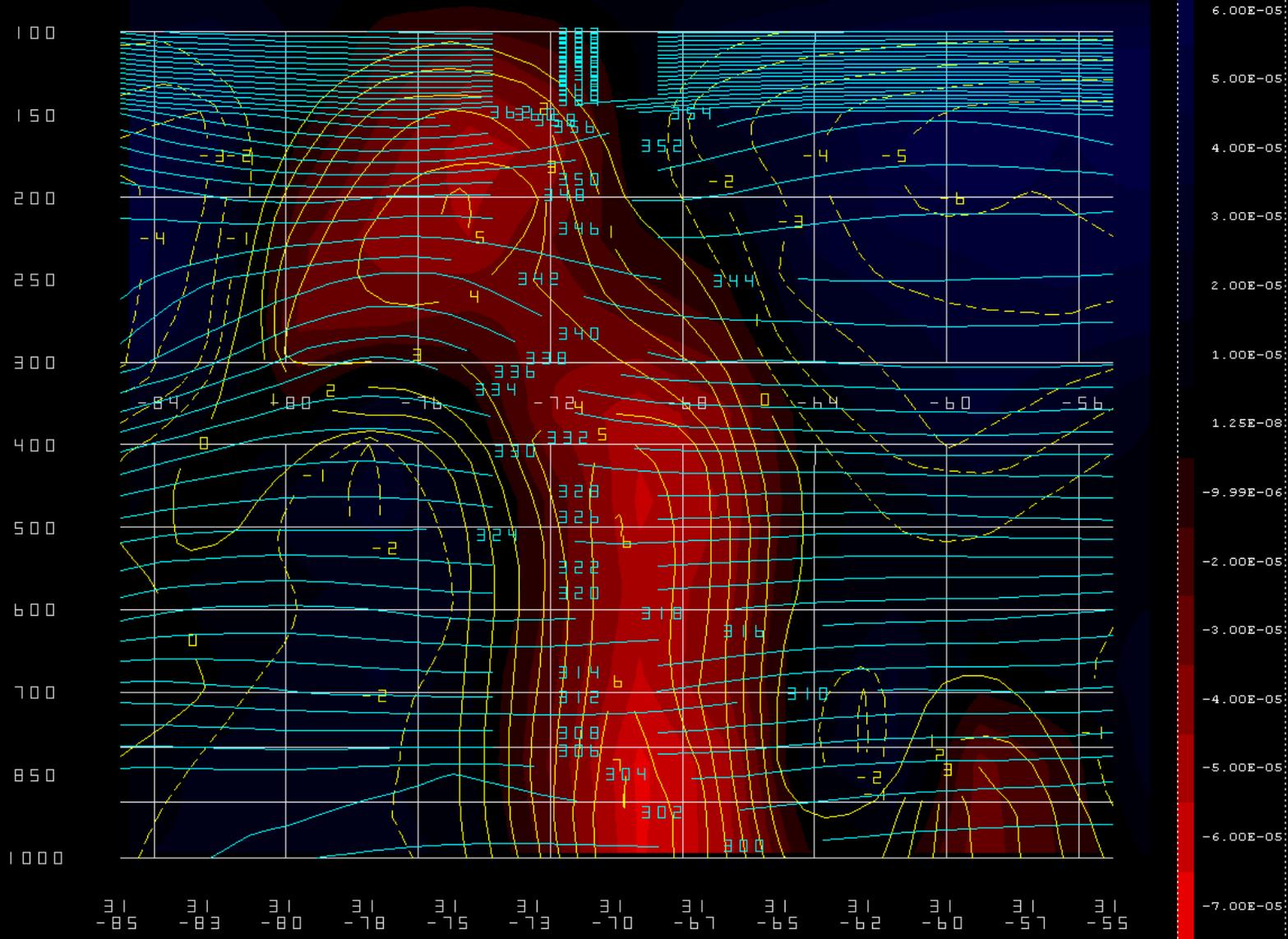
WPL2:Lat/Lon 31N/ 85W=> 31N/ 55W :FHR= 21:FHRS= 0/ 24::FIL1=SEP060700.AVN-PL  
2008/ 9/10/ 0--THTA.CIN2&BKNT&ANIM



# Ciclón Subtropical (HN)

## Corte de Vorticidad Relativa y THTA

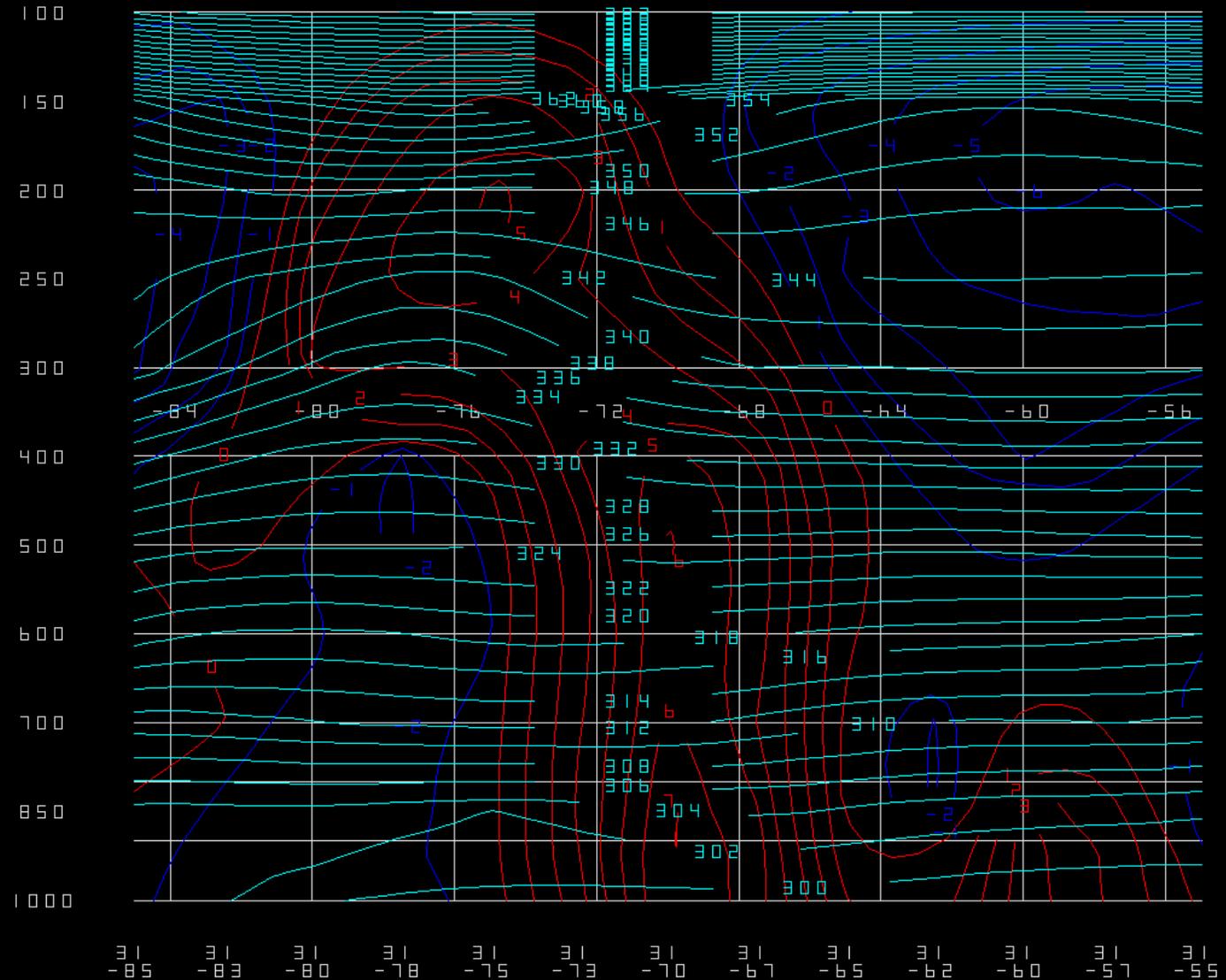
WPL2:Lat/Lon 31N/ 85W=> 31N/ 55W :FHR= 18:FHR5= 0/ 24::FIL1=SEP060700.AVN-PL  
2008/ 9/10/ 0--THTA CIN2 CLR1&RVRT WIND DNEC&SMLC -1 RVRT WIND CTFC CFCV&ANIM



# Ciclón Subtropical (HN)

## Corte de Vorticidad Relativa, Viento y THTA

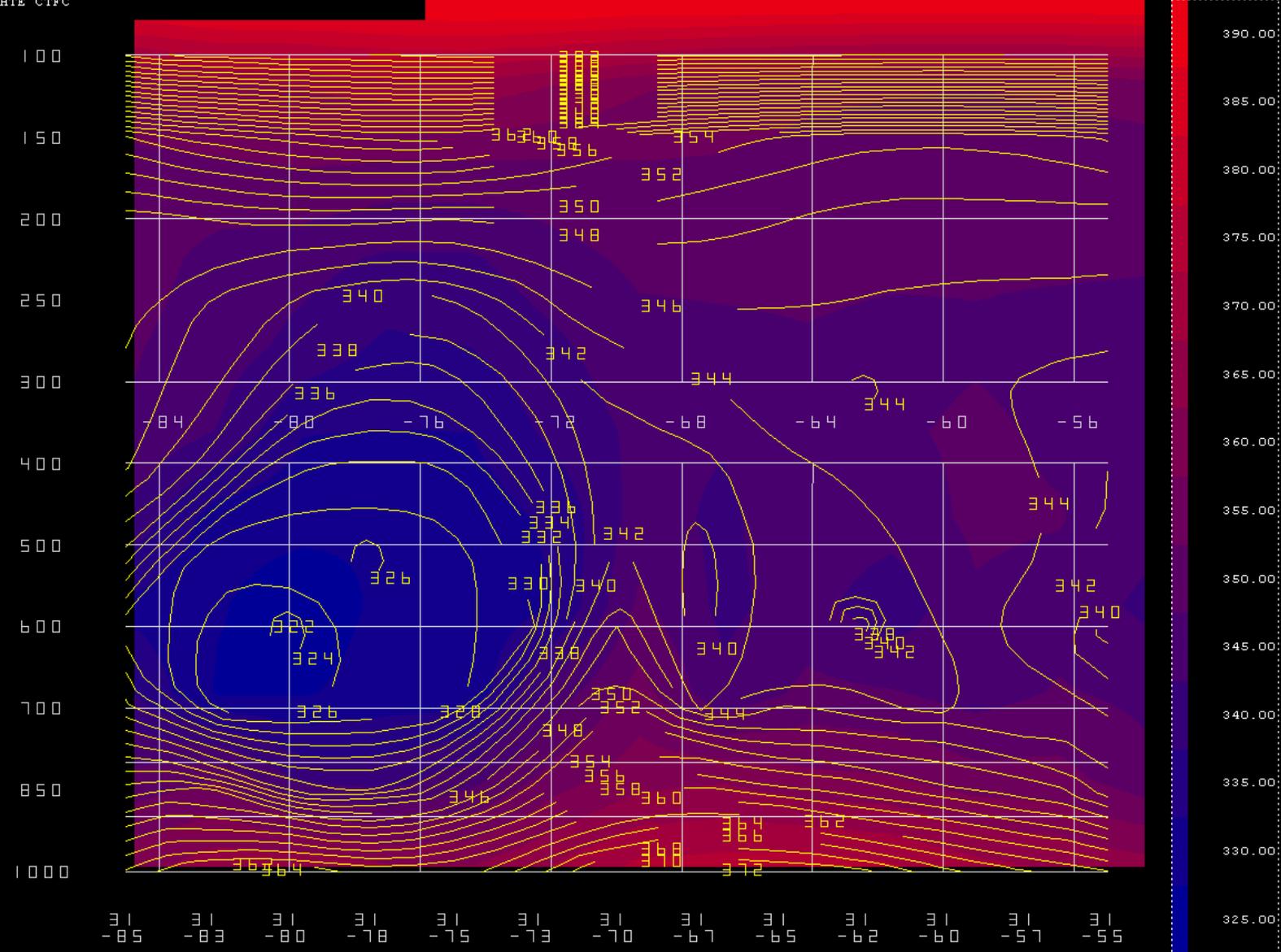
WPL2:LAB/LOM 31N/ 85W F2 31N/ 55W F18 FHR5= 0/ 24: FILE=SEP060700.AVN-PL  
2008/ 9/10/ 0--THTA CIN2 CLR1&RVRT WIND LT00 CLR7&RVRT WIND GT00 CLR6 F18



# Ciclón Subtropical (HN)

## Corte de Temperatura Equivalente Potencial

WPL2:Lat/Lon 31N/ 85W=> 31N/ 55W :FHR= 18:FHR5= 0/ 24:FILE=SEP060700.AVN-PL  
2008/ 9/10/ 0--THTE CIN2&THTE CTFC



# Clasificación de un Ciclón Subtropical

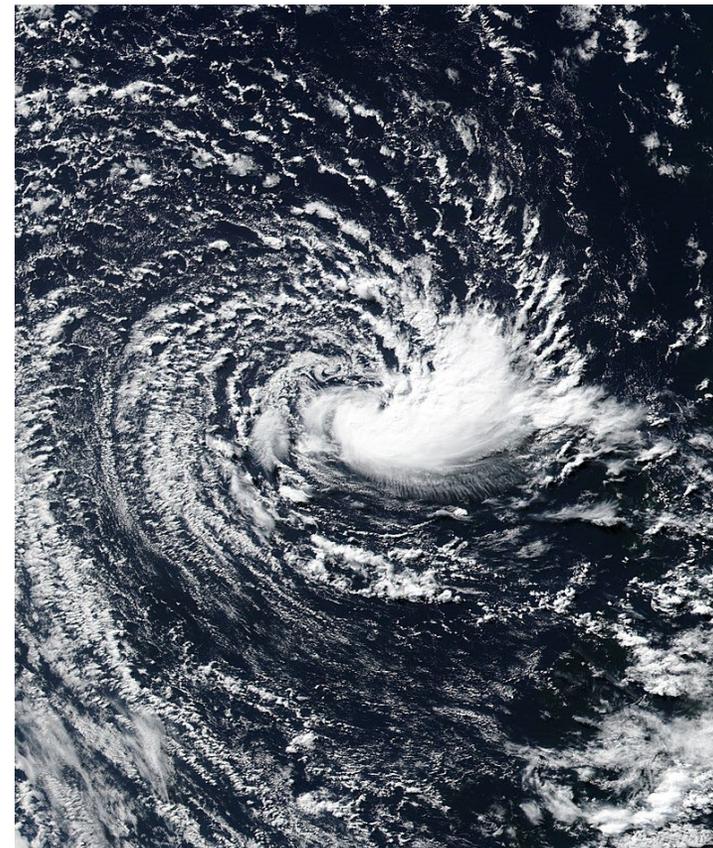
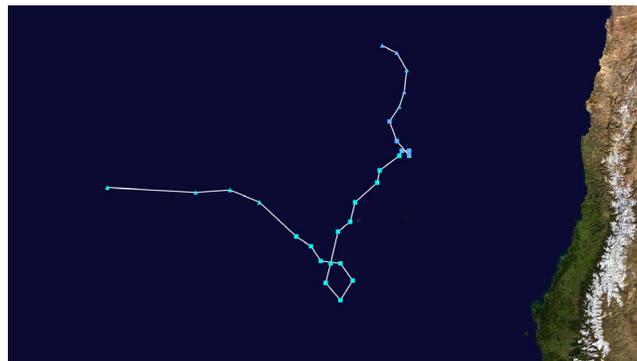
Evans y Guishard, 2009

1. El sistema alcanza vientos huracanados ( $> 17 \text{ m s}^{-1}$  or **35kt**) en el nivel de 925 hPa, que requieren mantenerse al menos tres análisis de modelos consecutivos de 12 horas (equivalente a 36 h). El tiempo de inicio de los primeros vientos huracanados se define como el tiempo de formación ST;
2. la estructura híbrida también persiste por al menos 36 h (i.e., mas de un ciclo diurno). Este criterio de estructura híbrida se determina usando los parámetros CPS (Hart 2003);
3. Solamente se retienen las tormentas que se forman (i.e., alcanzan vientos huracanados) entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$ ;
4. el ciclón no debería haber sido rastreado como una estructura de núcleo puramente frío o cálido durante mas de 24 h antes de alcanzar la estructura híbrida; y
5. Solamente se consideran las tormentas ubicadas sobre el océano desde la primera instancia de una baja cerrada hasta todas las instancia de características híbridas y la primera ocurrencia de vientos huracanados.

---

## Tormenta Subtropical Lexi, Chile, Mayo 2018

- Un Ciclón Subtropical inusual que se formo frente a la costa de Chile en 2017.



# Tormenta Subtropical Yakecan, Uruguay/Argentina/Brasil, Mayo 2022

- Ciclón subtropical se formo frente a la costa de Uruguay en Mayo 2022, produciendo vientos de ~60kt cuando su cuadrante frontal derecho entro en la mana del 17 de Mayo.
- Después se movió hacia el sur de Brasil donde produjo impactos severos incluyendo 2 fallecidos.



Inundaciones Costeras en Uruguay

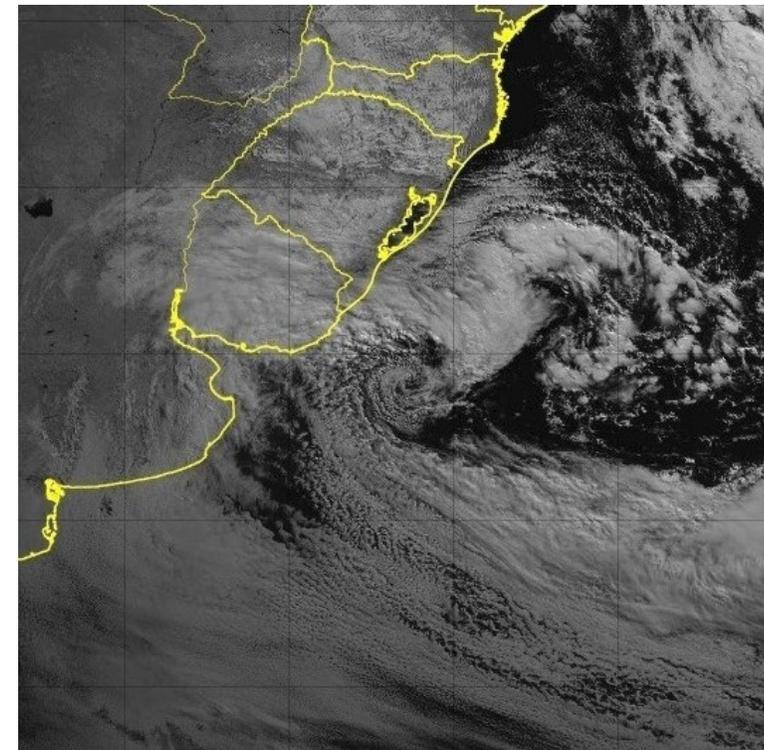
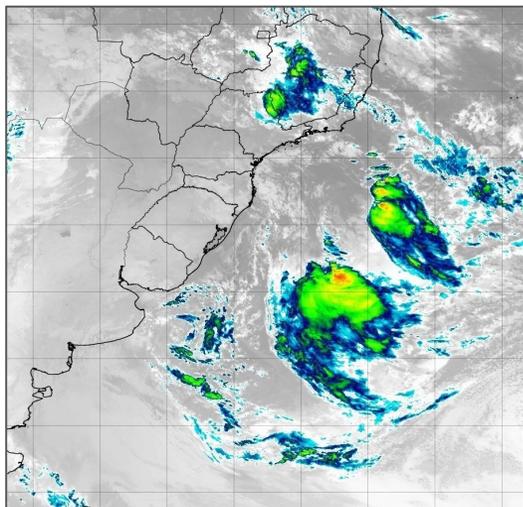
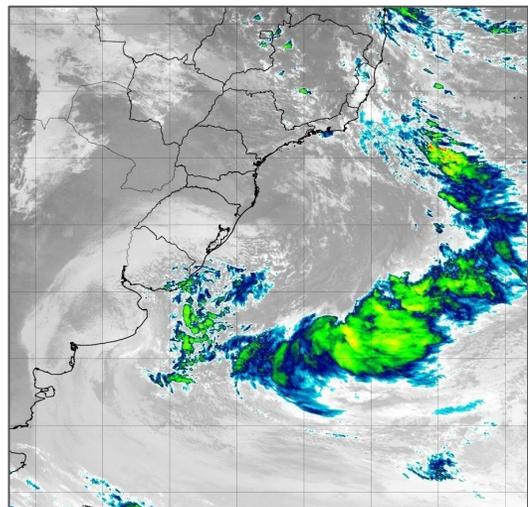


Imagen de satélite 0.84um durante 17 Mayo 2022 a las 13 UTC, demostrando el cuadrante frontal izquierdo del ciclón entrando a Uruguay.

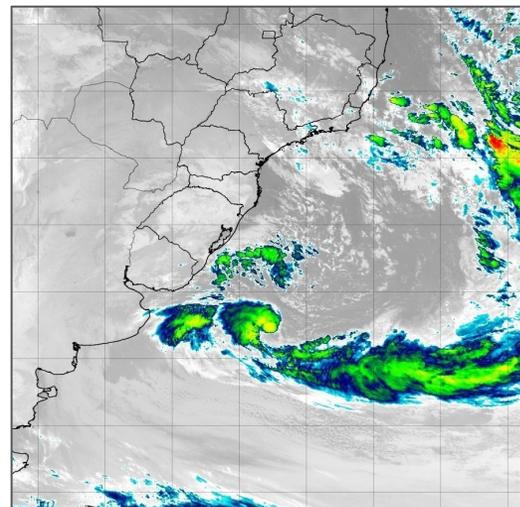
## Evolución de la Tormenta Subtropical Yakecan en Satélite



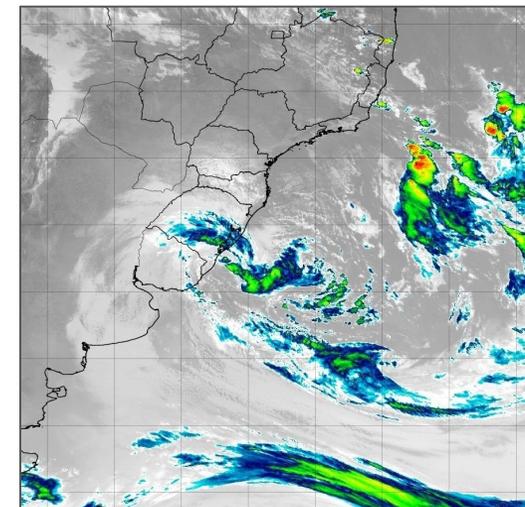
16May 06Z



16May 18Z



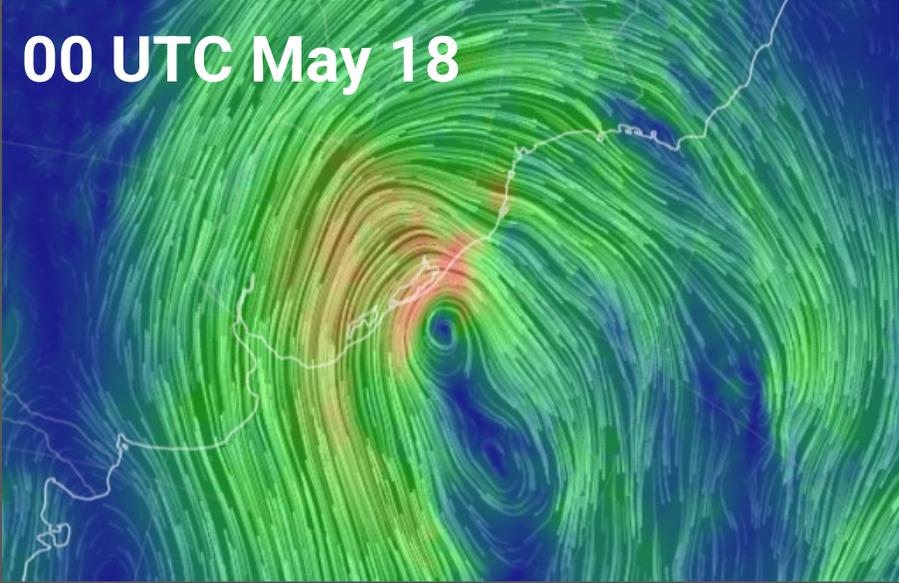
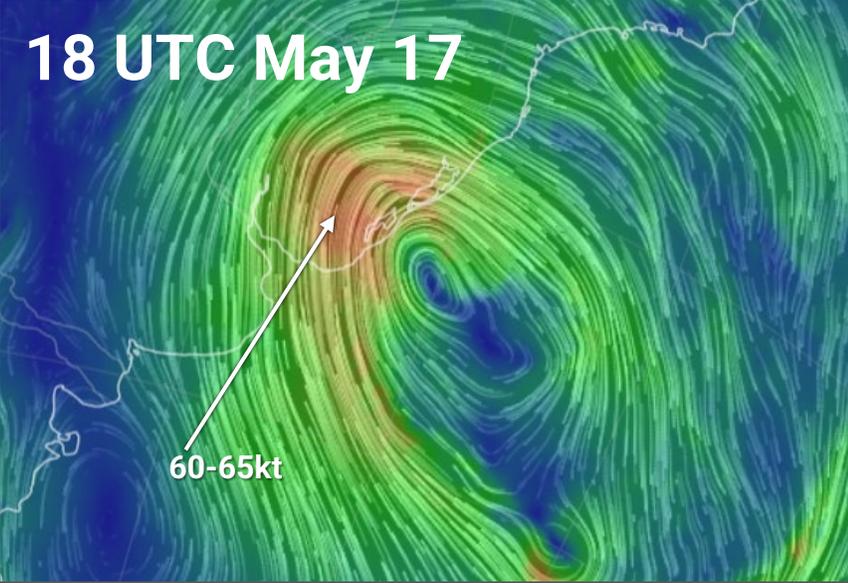
17May 06Z



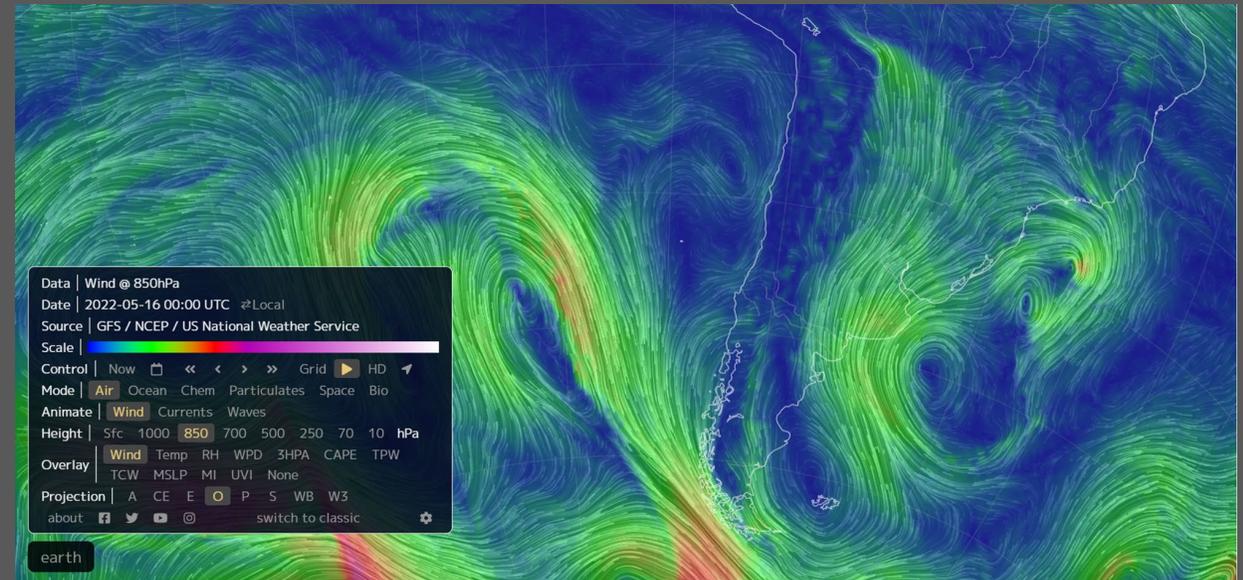
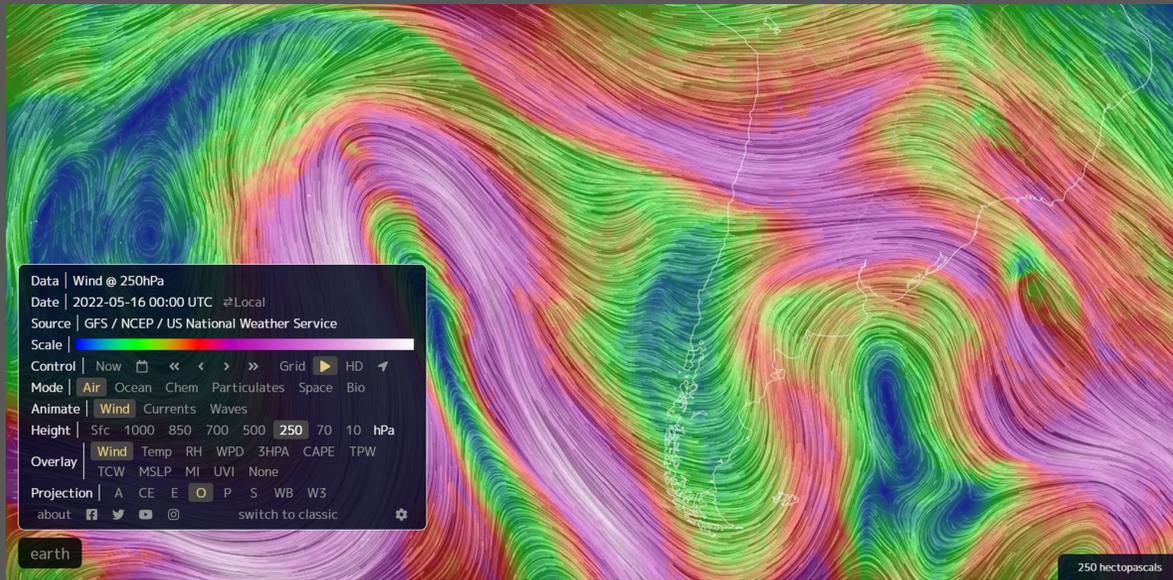
17May 18Z

La secuencia demuestra un ciclón subtropical desordenada formándose de una baja ocluida evidente en el panel 1. Luego, el ciclón toca tierra en Uruguay en la mañana del 17 de Mayo.

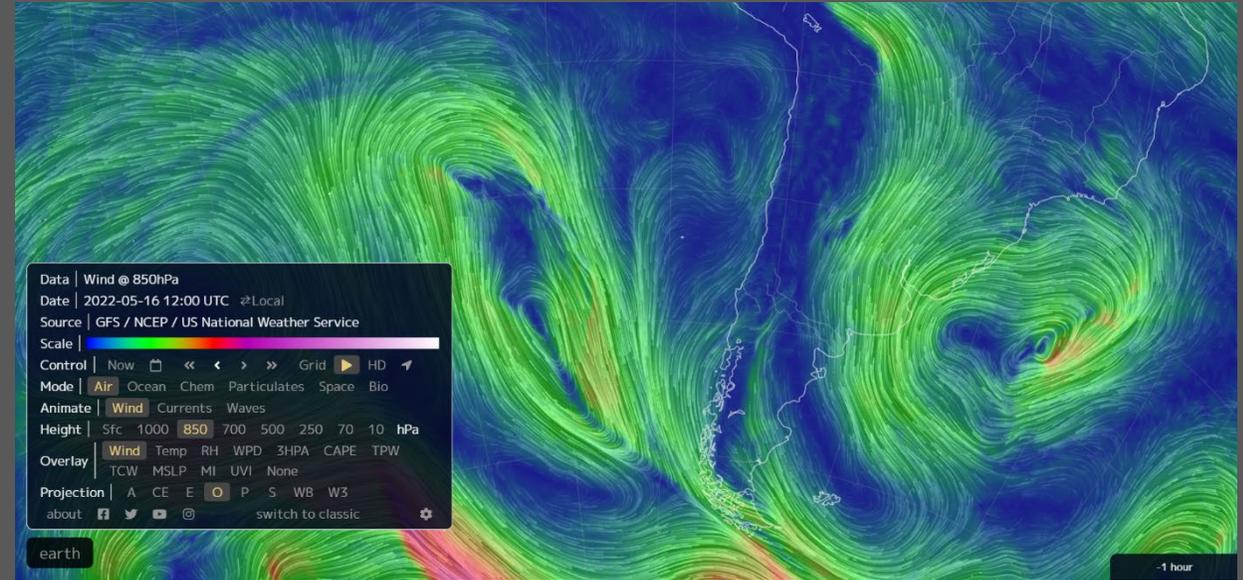
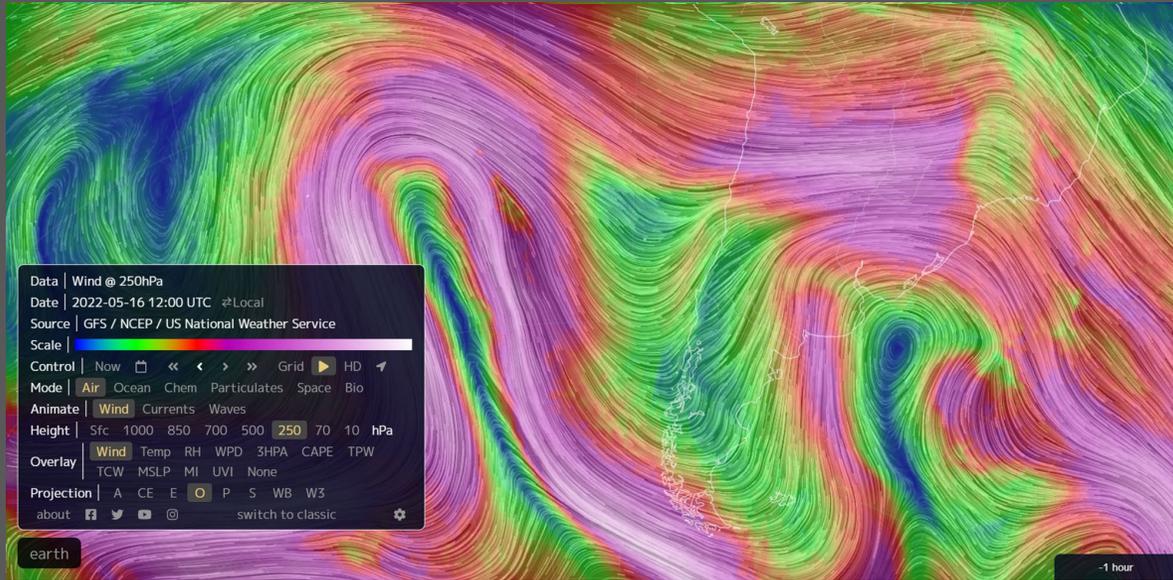
# Ciclón Subtropical en Argentina y Uruguay y el Sur de Brasil, Mayo 2022



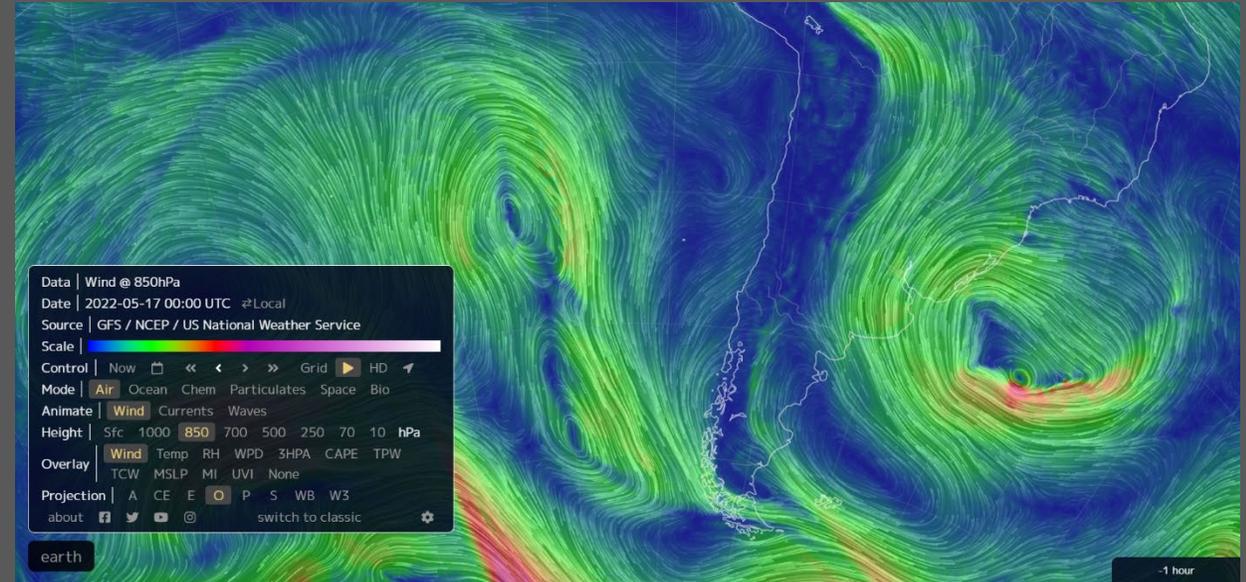
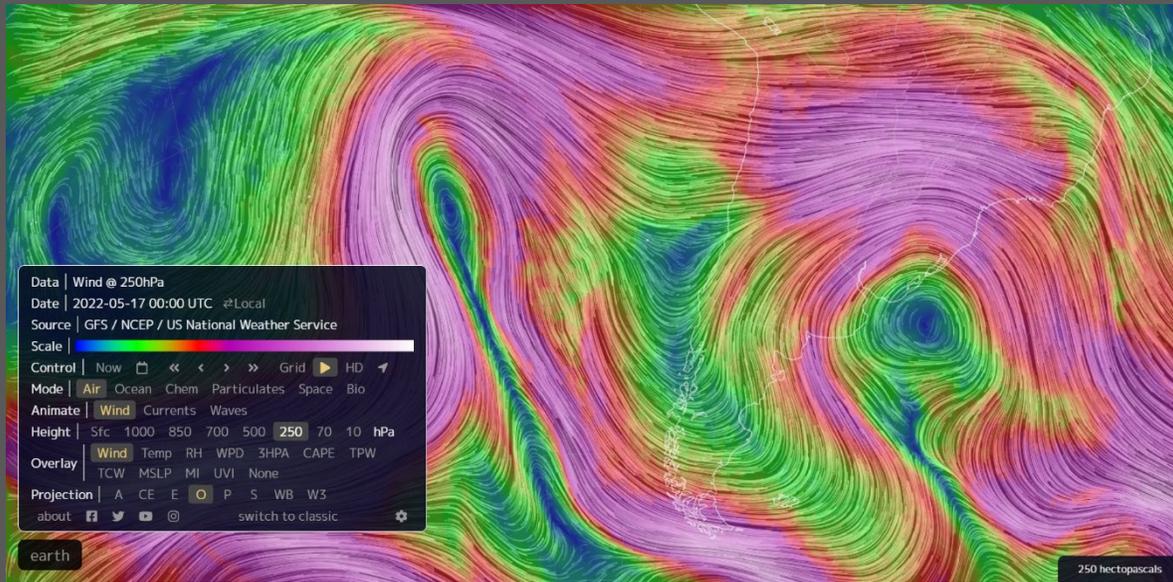
# Ciclón Subtropical en Argentina y Uruguay y el Sur de Brasil, Mayo 2022



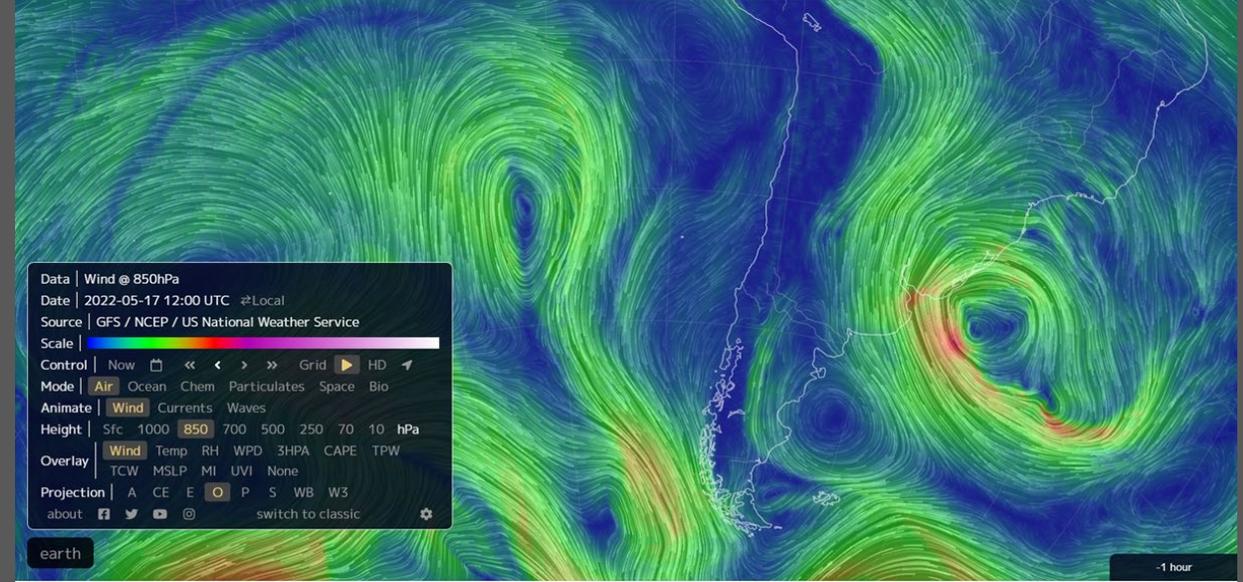
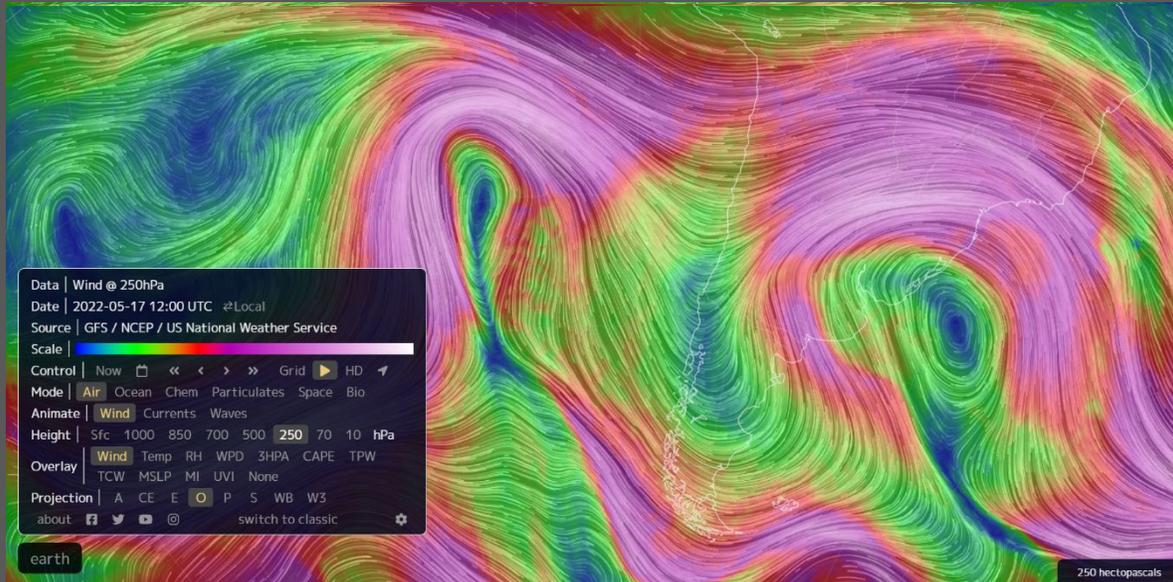
# Ciclón Subtropical en Argentina y Uruguay y el Sur de Brasil, Mayo 2022



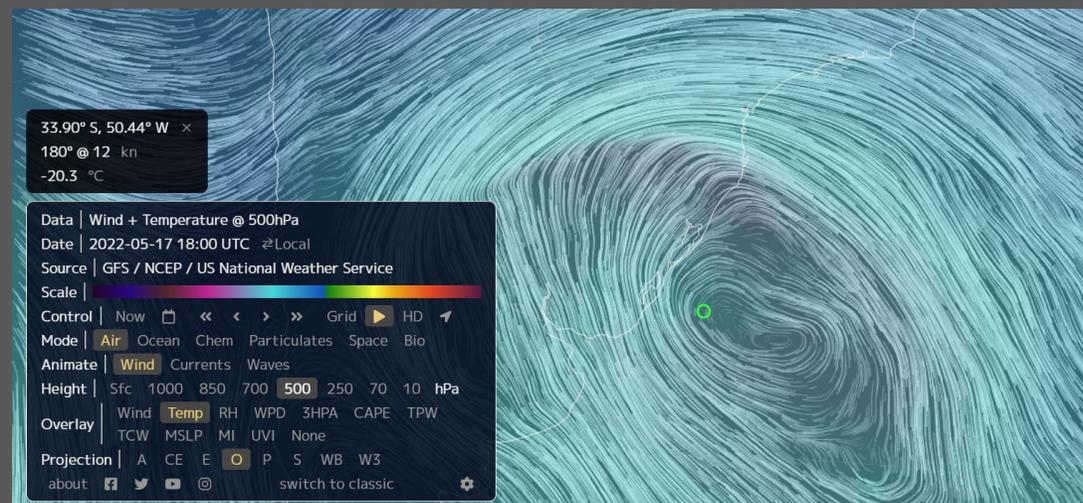
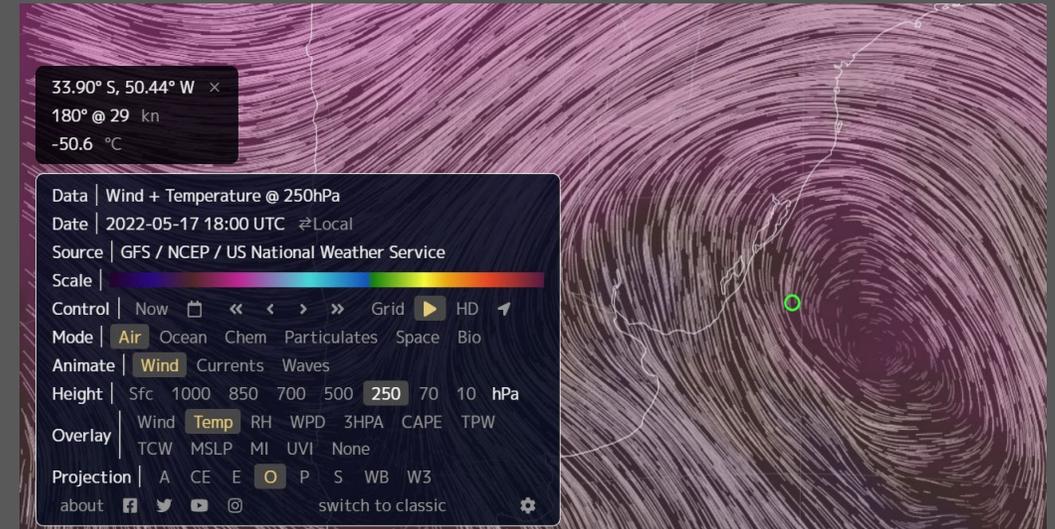
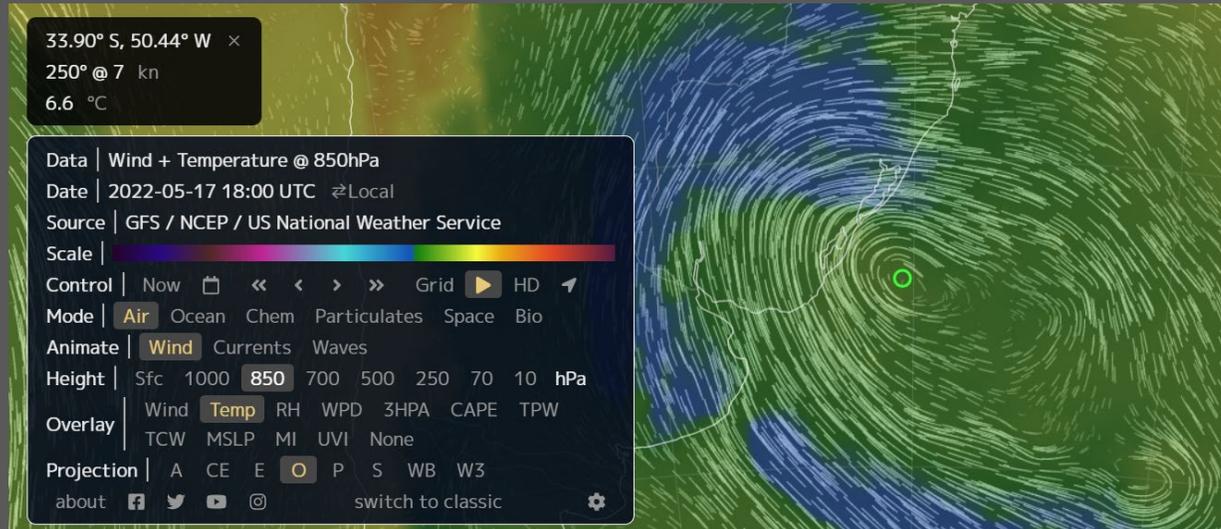
# Ciclón Subtropical en Argentina y Uruguay y el Sur de Brasil, Mayo 2022



# Ciclón Subtropical en Argentina y Uruguay y el Sur de Brasil, Mayo 2022



# Estructura Termal del Ciclón Subtropical Yakecan





---

Thank You!