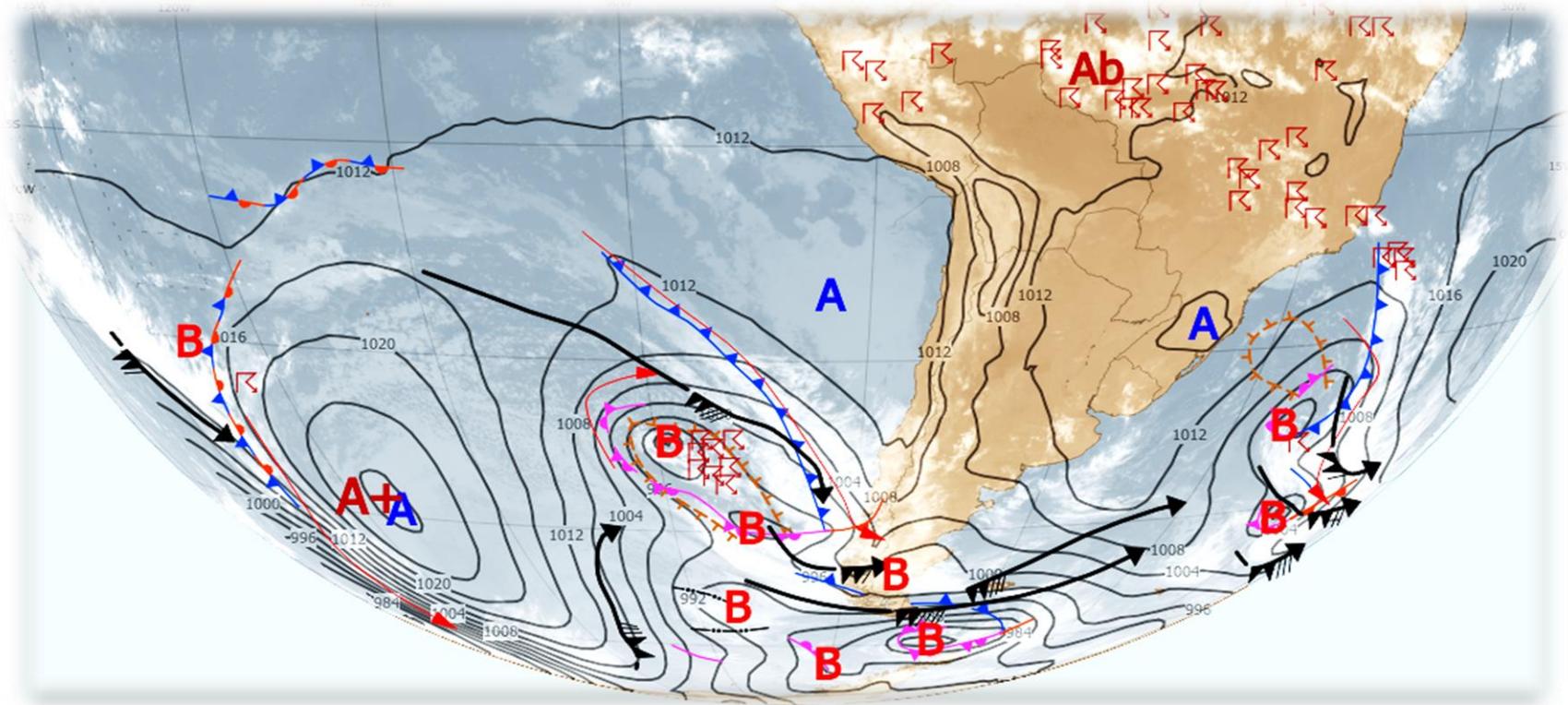
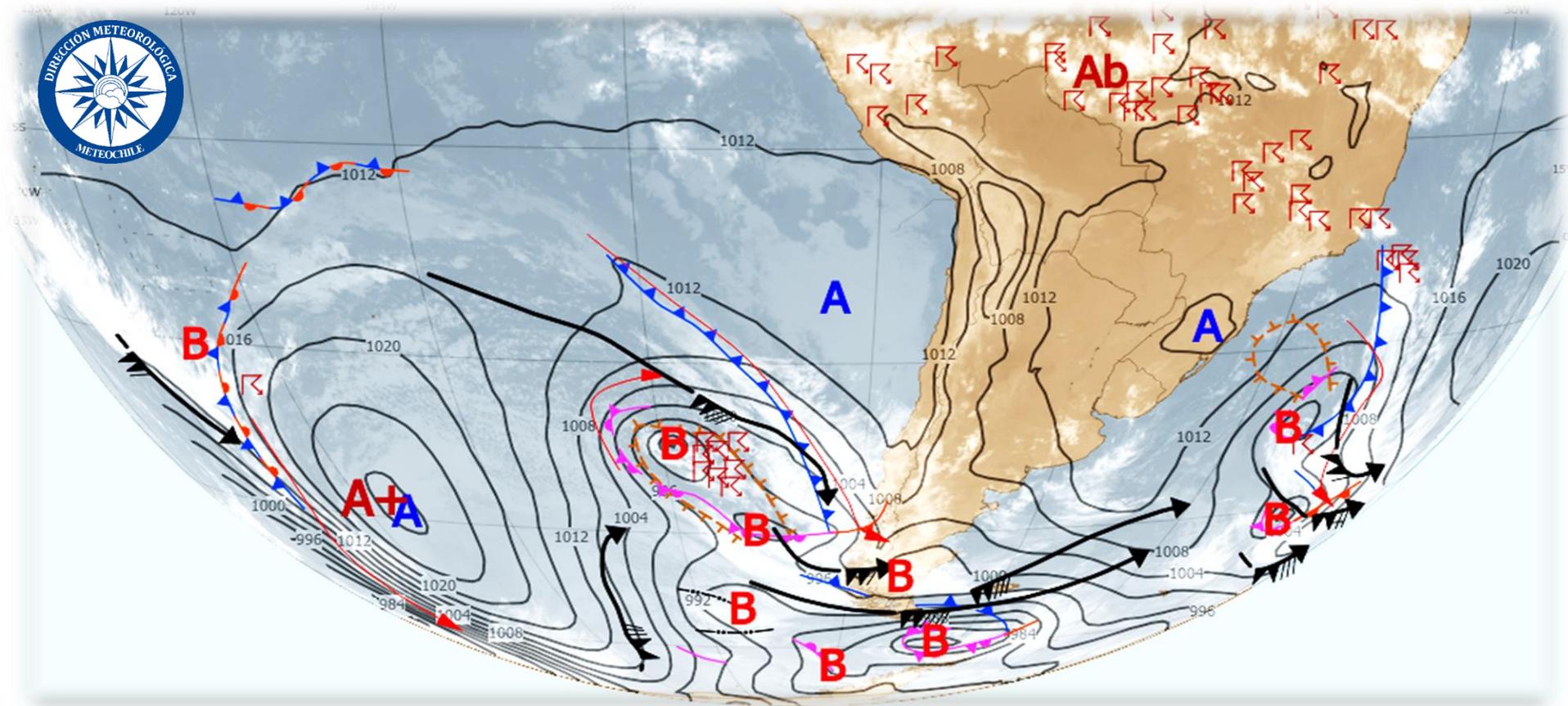




# Taller Virtual de Análisis Sinóptico en Sudamérica: 23-25 de enero de 2024





# Análisis Sinóptico DMC

Camilo Barahona  
Dirección Meteorológica de Chile

## Simbología

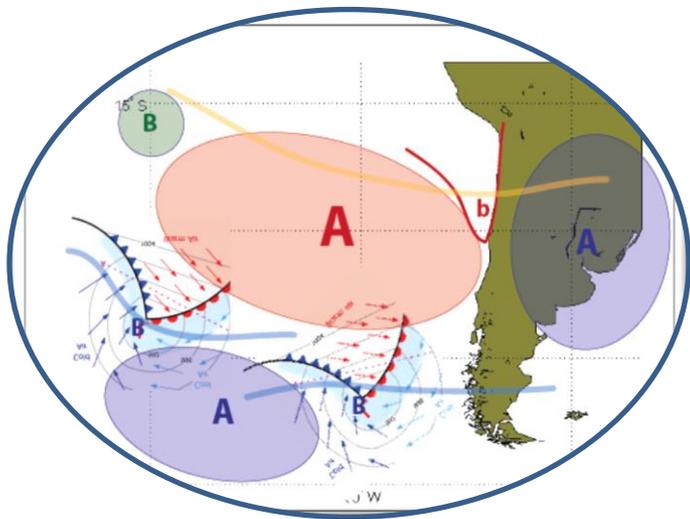



# Contenidos

- **Conceptos claves**
- **Metodología: Análisis de altura, Análisis de superficie y Análisis complementario**
- **Interpretación de las Cartas Sinópticas**
  - **Análisis de casos**

# Carta de análisis sinóptico

**Representación gráfica** que contiene distintos elementos meteorológicos, que permite  **sintetizar una enorme cantidad de información 3-D sobre un mapa en 2-D**, haciendo uso de una simbología (“lenguaje”) estándar.



*En base a modelos conceptuales*



*¡Equilibrio!*

- Implica realizar un **diagnóstico de las condiciones atmosféricas** y un análisis detallado de la sinóptica.
- Facilita la **identificación y seguimiento** de los diferentes sistemas meteorológicos.

# Análisis completo

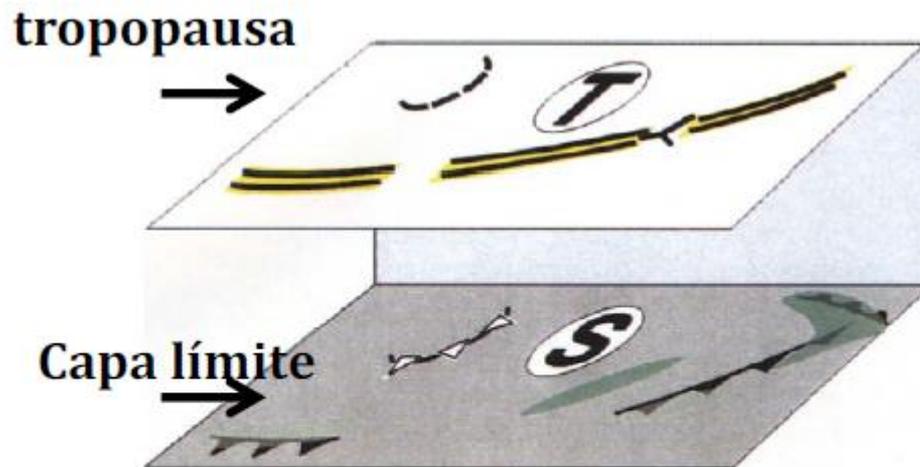
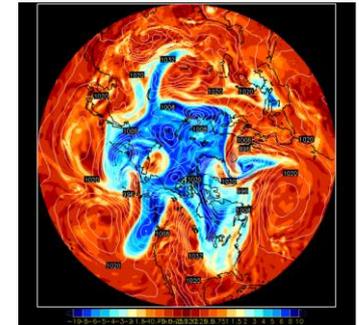


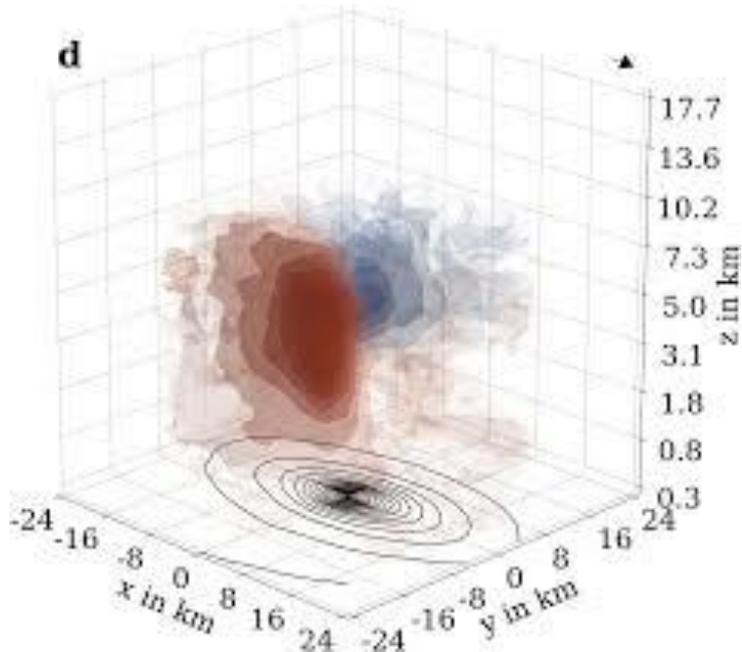
Figura 5. Esquema obtenido del trabajo de Joly y Santurette (2002) que muestra el principio del análisis sinóptico utilizando dos capas: 1) La tropopausa (o cualquier nivel cercano a ella) y 2) La superficie (o tope de la capa límite). En teoría, todos los sistemas que pueden producir tiempo significativo pueden ser representados en una o ambas capas.

*Antes teníamos una radiografía, hoy tenemos un escáner de la atmósfera.*



Sabiendo las condiciones meteorológicas en las **dos capas “límites”** del sistema (la tropósfera) se puede **derivar el campo 3-D** de la atmósfera.

# Propiedades de la vorticidad potencial



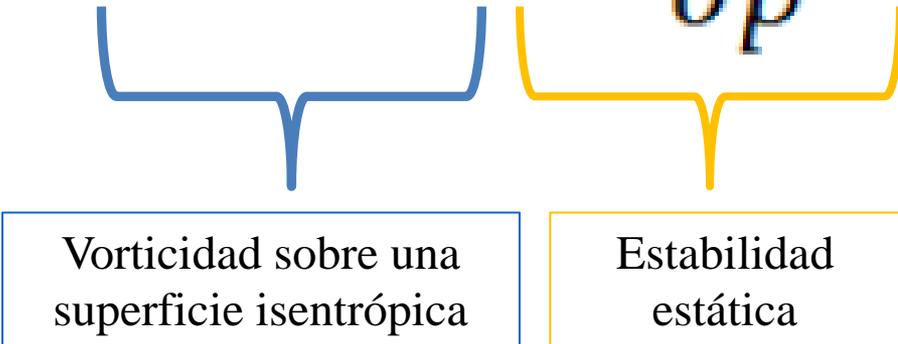
¿Habrá alguna forma de minimizar el uso de cortes verticales y horizontales para saber el real estado de la tropósfera?

Sí, dadas las propiedades dinámicas de la atmósfera, **la mayor intensidad de las perturbaciones se verán con mayor intensidad en los bordes extremos del sistema:**

- 1) **La tropopausa dinámica**
- 2) **La superficie** (mejor..., el tope de la capa límite)

Hoskins y Bretherton (1985)

# Vorticidad potencial (Ertel)

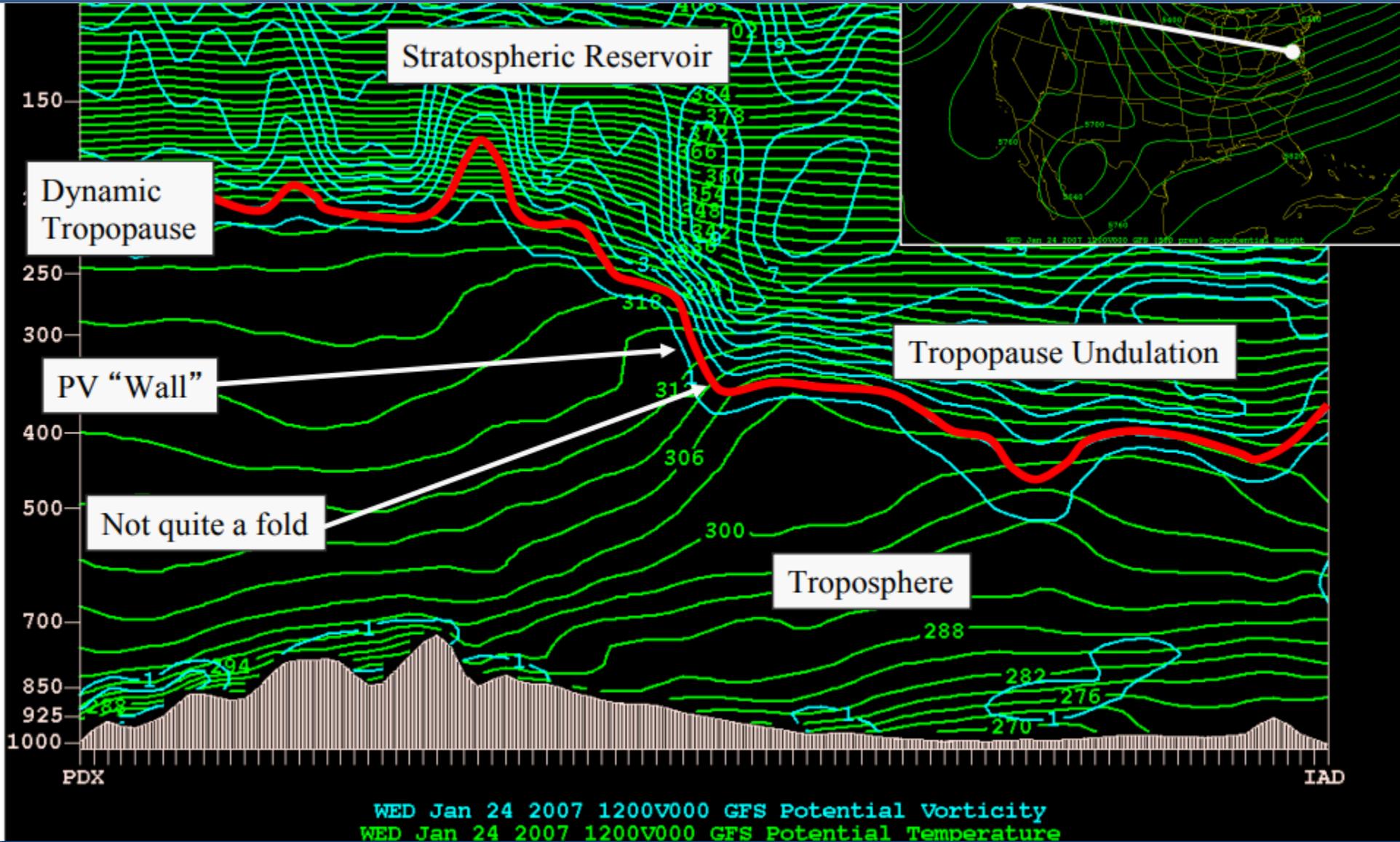
$$VP = g(\zeta_{\theta} + f) \left( -\frac{\partial \theta}{\partial p} \right),$$


Vorticidad sobre una superficie isentrópica

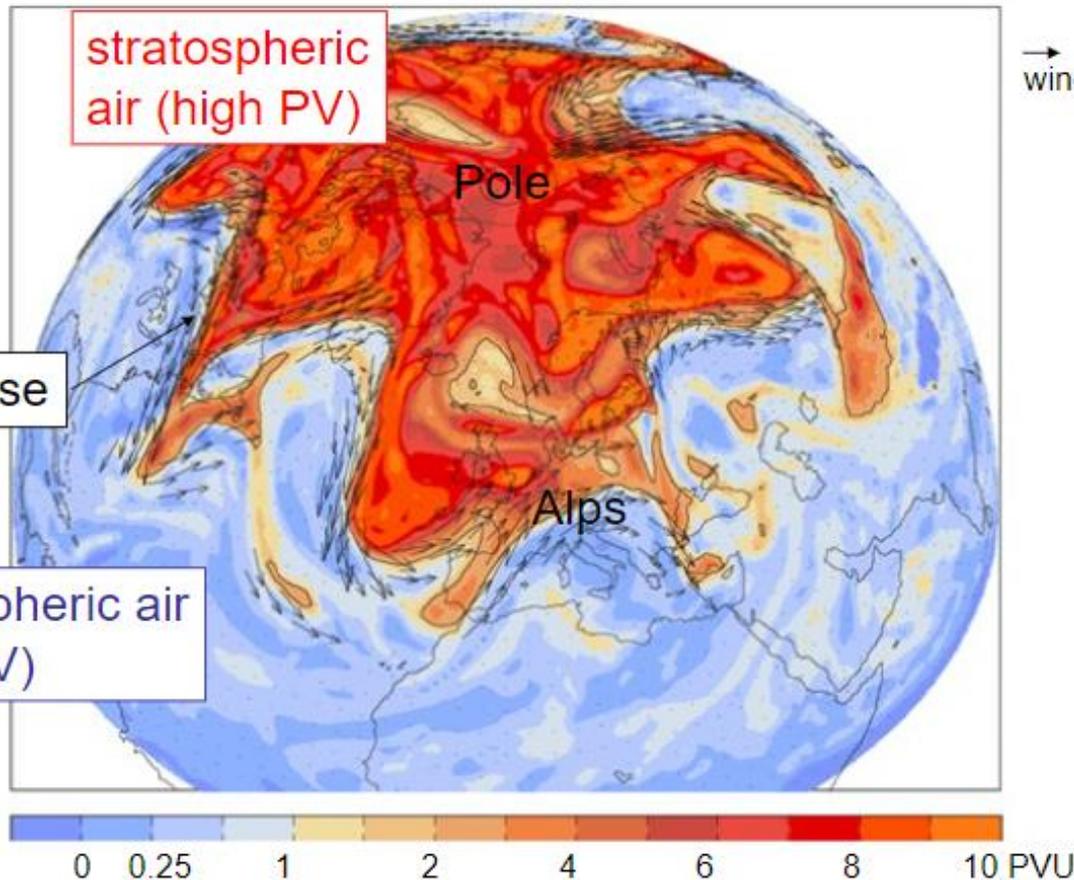
Estabilidad estática

*Potential  
vorticity  
units  
(PVU)*

Mayores valores de VP: La estratósfera, circulaciones ciclónicas.

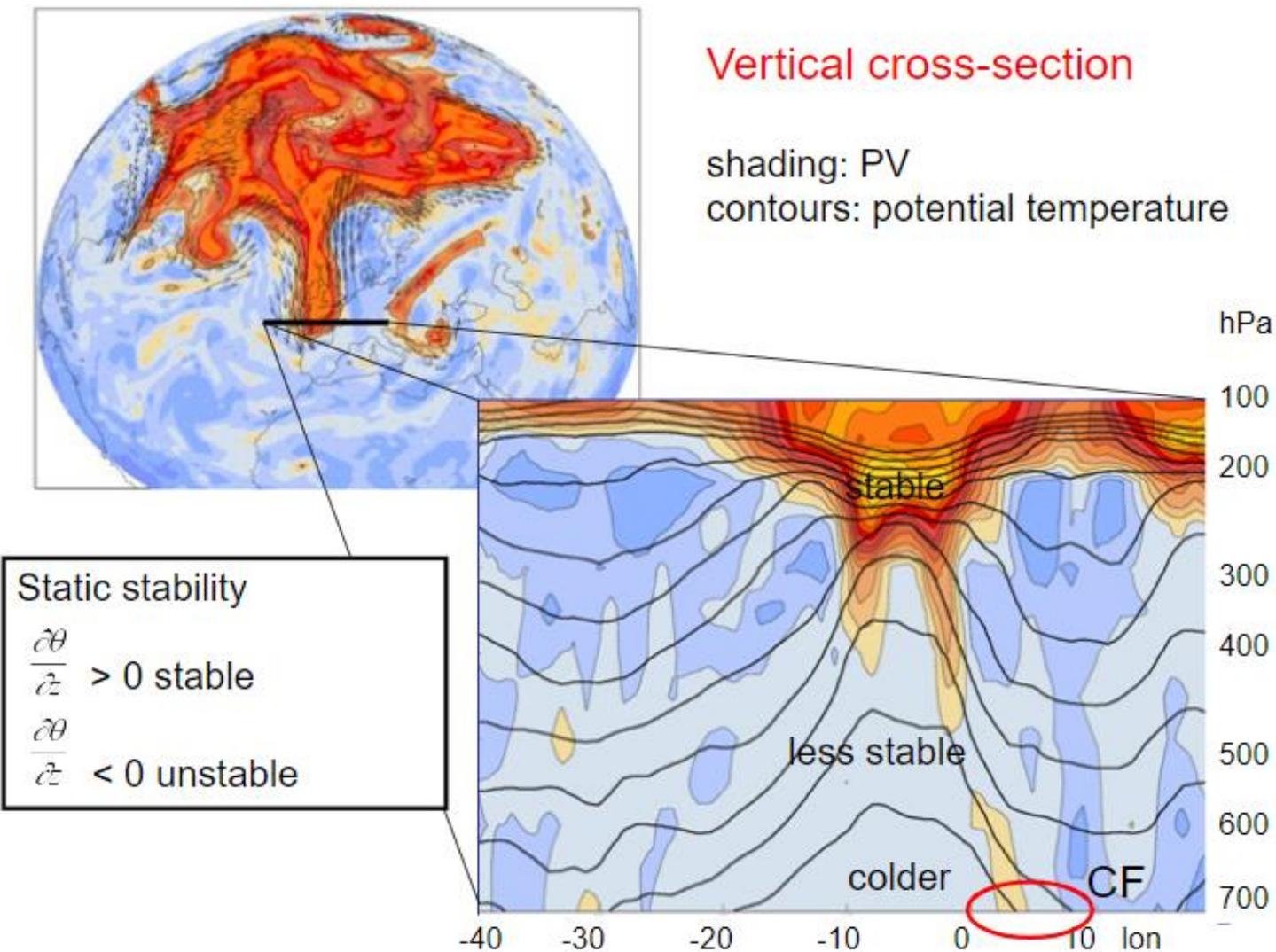


# Reservorio polar de PV

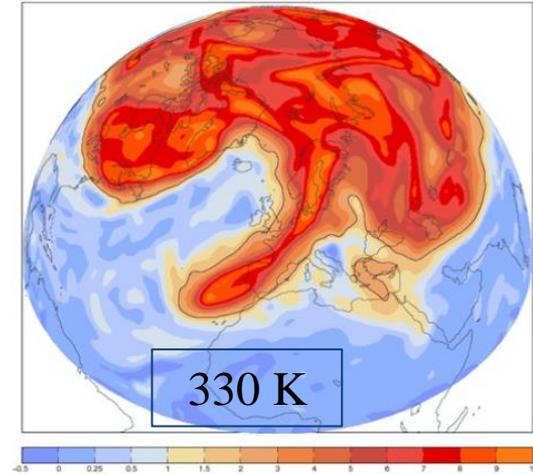
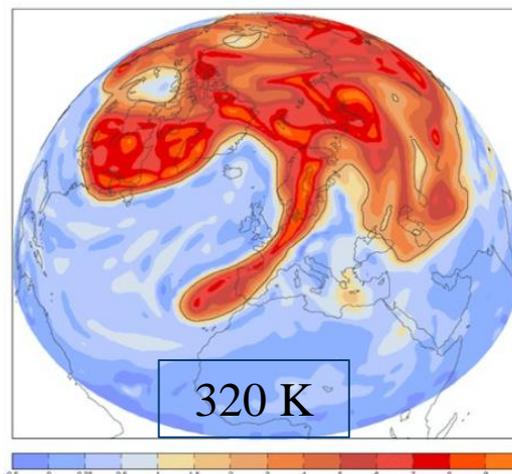
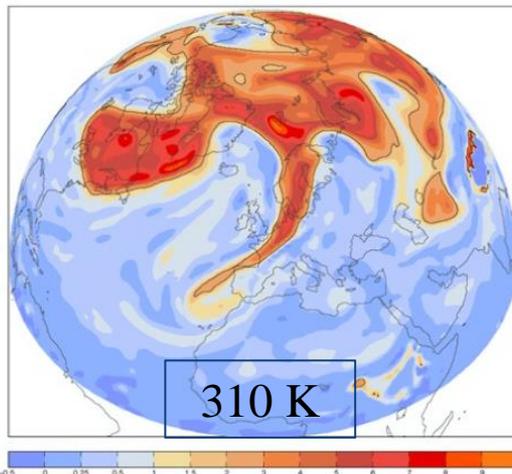
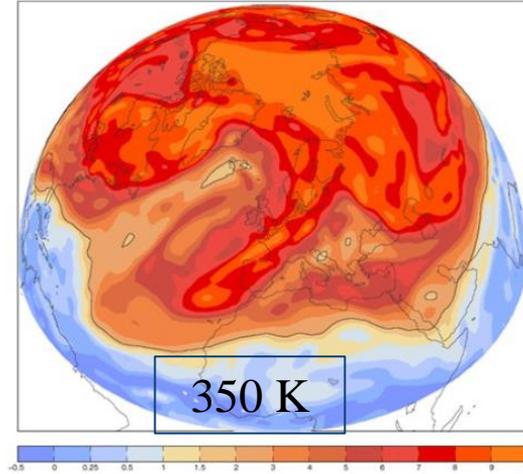
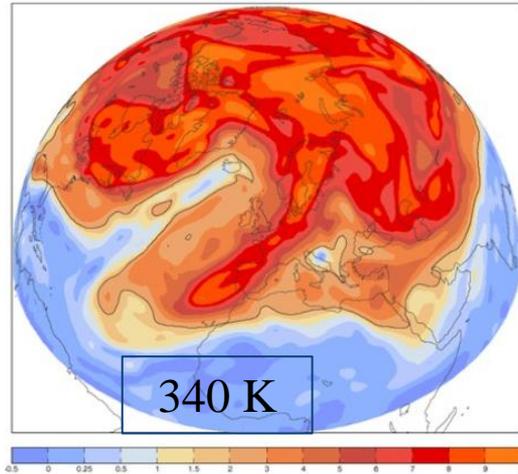


→ wind > 25m/s

Ambos polos contienen altos valores absolutos de vorticidad potencial. Son los llamados **reservorios de PV** (potential vorticity).



Mientras mayor altura, mayores valores de vorticidad potencial se pueden encontrar.

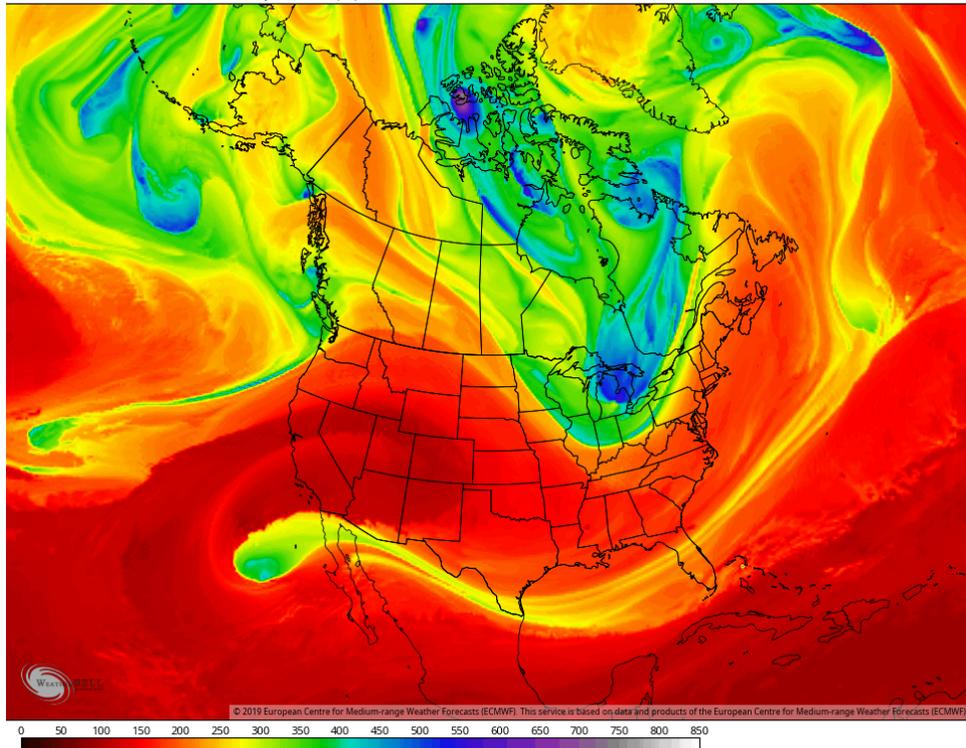


# El campo de PV es más realista

*Se podría decir que el campo de altura geopotencial es una versión suavizada del campo de PV [Santurette y Joly (2002)]*

ECMWF 0.1\* Init 00z 3 Nov 2019 • Dynamic Tropopause Pressure (hPa)

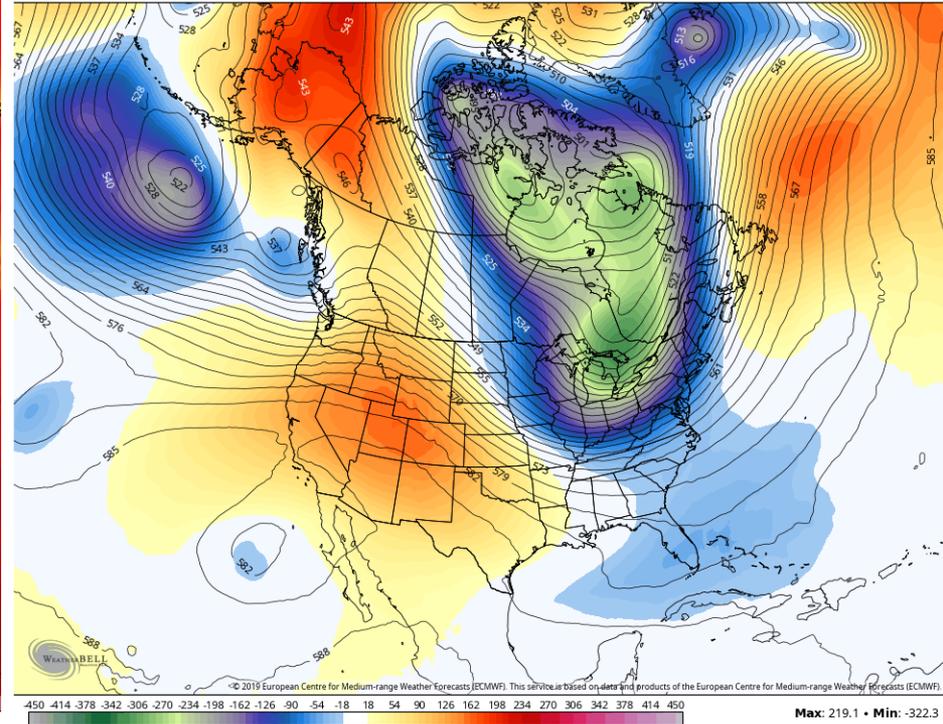
Hour: 222 • Valid: 06z Tue 12 Nov 2019



© 2019 European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF). This service is based on data and products of the European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF).

ECMWF 0.2\* Init 00z 3 Nov 2019 • 500mb Height (dm) and Anomaly (m)

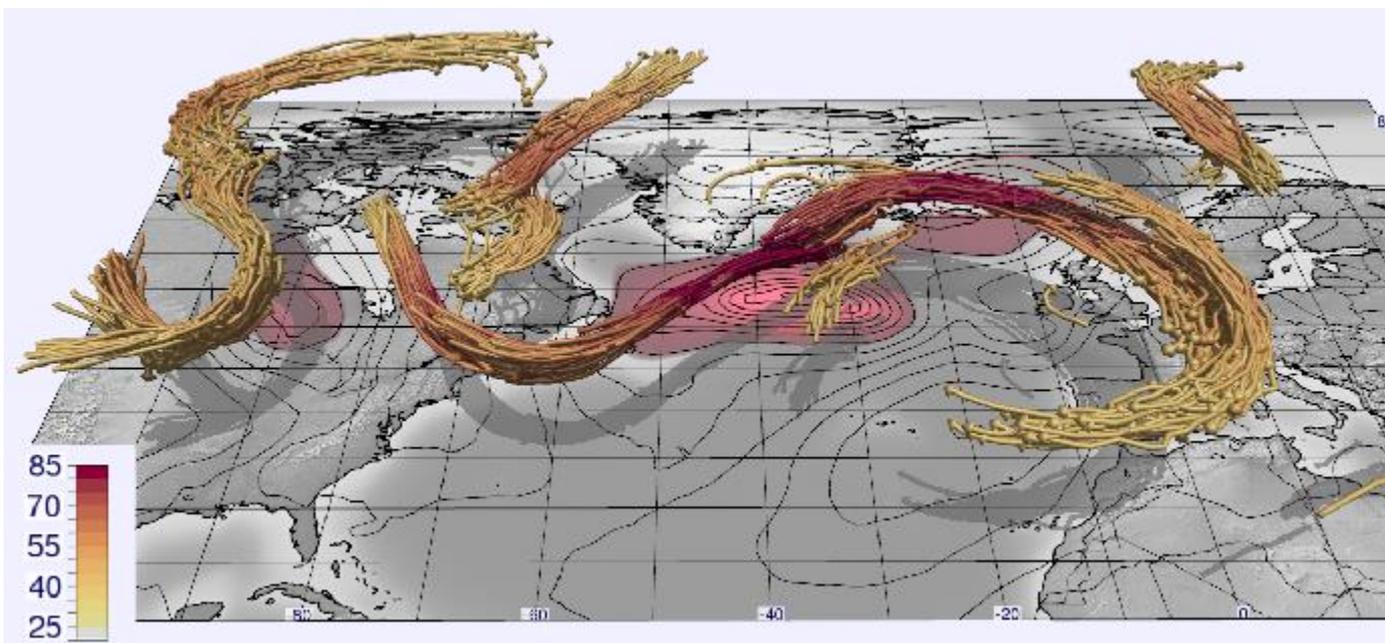
Hour: 222 • Valid: 06z Tue 12 Nov 2019



© 2019 European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF). This service is based on data and products of the European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF).

Max: 219.1 • Min: -322.3

# Se pretende obtener una visión en 3-D



*A partir de los elementos identificados y plasmados en el campo 2-D (Carta Sinóptica), se puede obtener una visión en 3-D.*



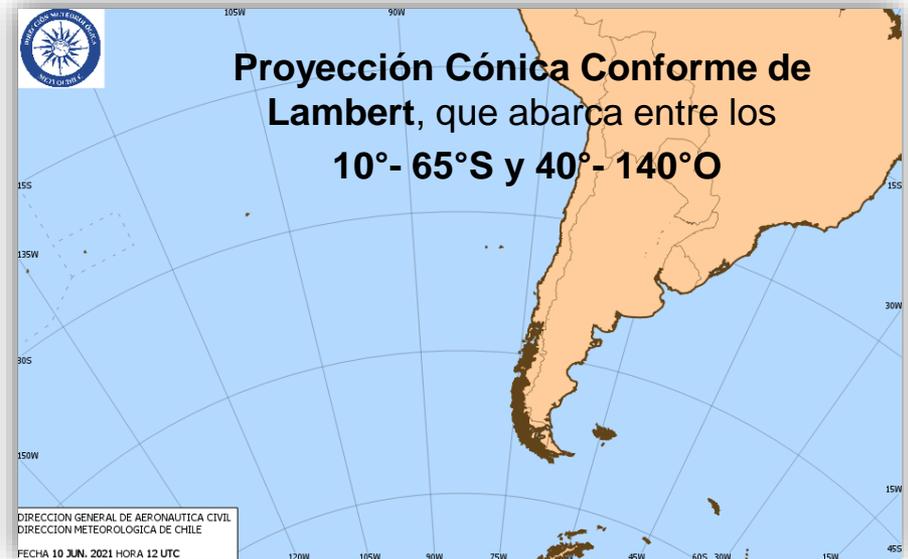
# Metodología de análisis sinóptico y trazado de frentes (DMC)

# Configuración del trazado

## Fuente de datos:

- Modelo GFS  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  (principal fuente)
- GOES-16, sensores ABI y GLM
- Observaciones SINOP y METAR

*Observación: El modelo GFS es una buena aproximación al **trazado en la escala sinóptica**. Se debe tener precaución en escenarios de quiebre de onda de Rossby, cuando los modelos, en general, se vuelven inciertos.*



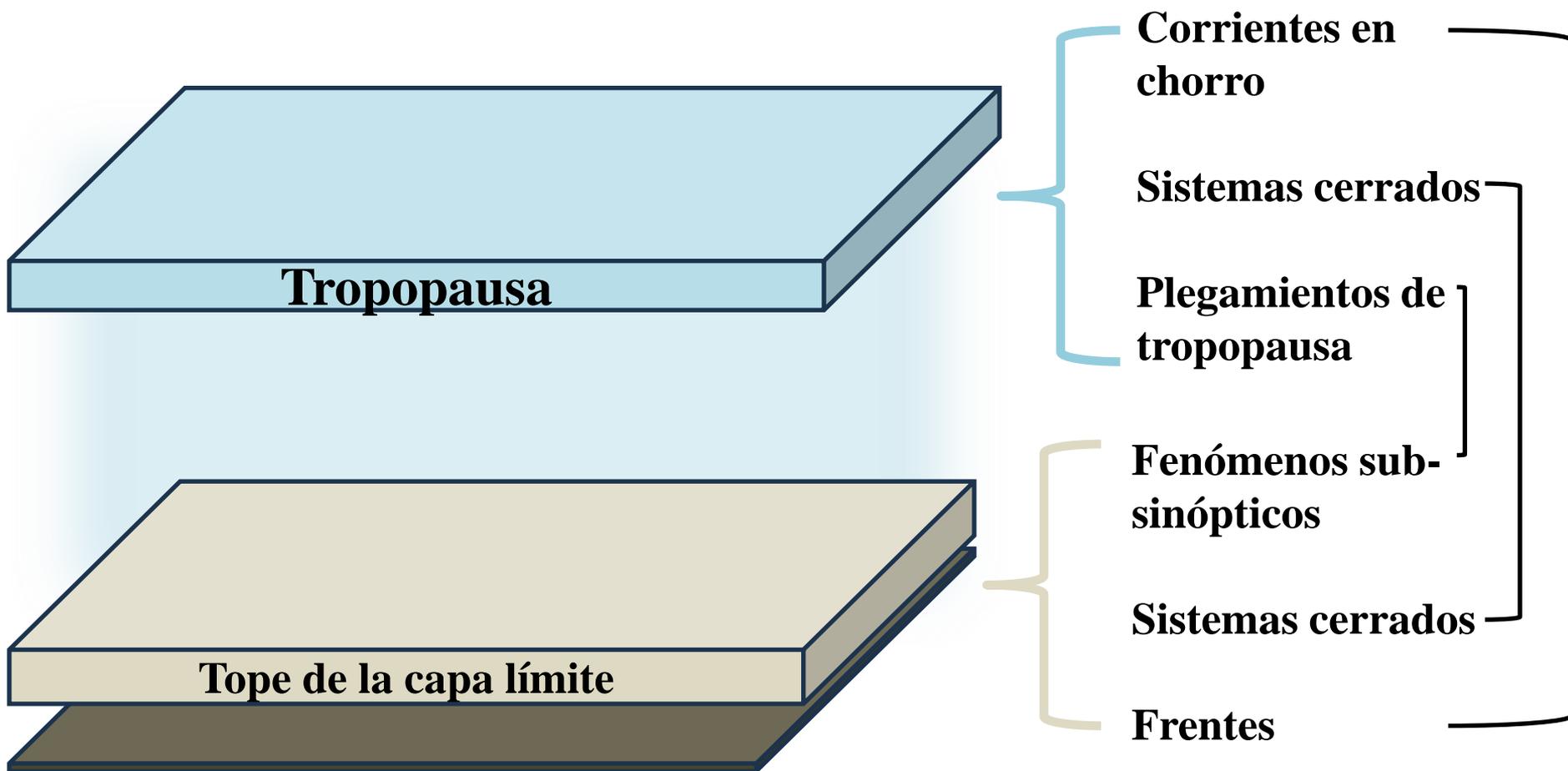
Trazados para las **00 UTC** y **12 UTC**.

Observación: se traza con el pronóstico de +12h, para no esperar demasiado, evitar el spin up y capturar mejor los procesos de precipitación.

# Pasos del trazado



# Esquema del análisis





*Meteorol. Appl.* 9, 129–154 (2002) DOI:10.1017/S1350482702002013

## ANASYG/PRESYG, Météo-France's new graphical summary of the synoptic situation

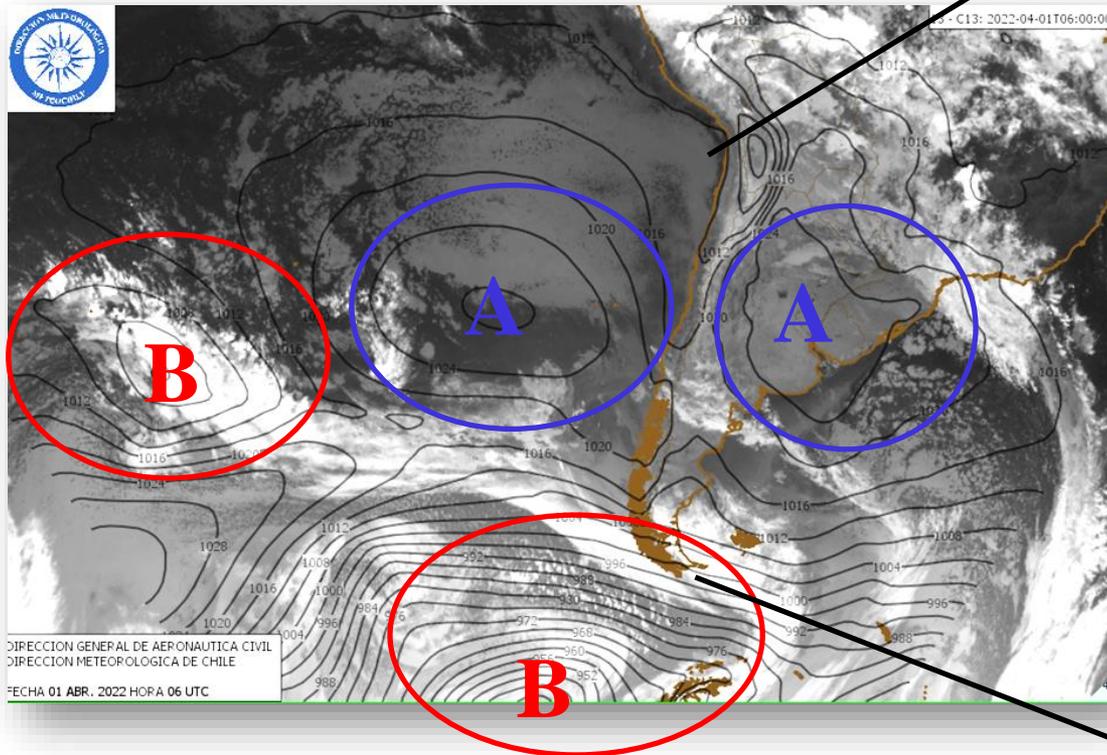
Patrick Santurette and Alain Joly, *Météo-France, Direction de la Prévision and Centre National de Recherches Météorologiques, 42 avenue G. Coriolis, F-31057 Toulouse cedex 1, France*

---

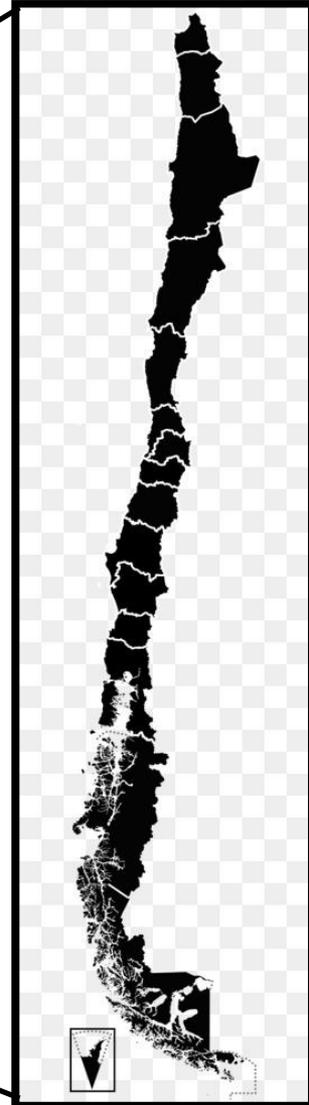
*Météo-France is preparing the implementation of a revised graphical summary of the synoptic situation. This graphical product has been developed since 1993 as, as far as possible, an extension of the existing framework published by WMO. Graphics remain the best way to convey rapidly a lot of information. However, the existing graphical language for meteorology has seldom changed over the years, while our dynamical understanding has improved. Its current use is in fact poorer than the one allowed by the WMO reference definition. In an attempt to overcome these drawbacks, a richer graphical language is proposed. Its goal is to show and, often, to explain areas of synoptic weather activity in the initial spirit of the Norwegian method, since it has been so successful in shaping modern operational meteorology. However, it takes into account the present understanding of cyclogenesis and large-scale dynamics: the actual and potential baroclinic interactions replace the polar front concept. Dynamical meteorology also provides rather precise guidance for structuring and preparing the summary. The proposed code is described and explained. Examples are shown, with most cases taken from the recent FASTEX (Fronts and Atlantic Storm-Track Experiment) project.*

Reconocimiento  
de patrones  
nubosos

# I- Diagnóstico



Principales centros de alta y baja presión.



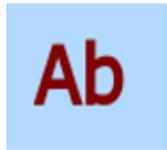
## II- Análisis de altura



Corrientes en chorro



Bajas segregadas



Alta de Bolivia



Bajas dinámicas  
cuasi-barotrópicas



Altas de  
bloqueo



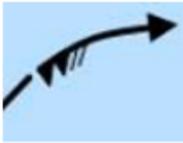
Plegamientos de  
la tropopausa

- Imagen satelital **vapor de agua** (canal 9) como principal base de diagnóstico.
- **Vorticidad potencial**
- Análisis entre los niveles de 200-500 hPa.

- Identificación de las **corrientes en chorro** y su máximo local (jet streak).
- Circulaciones cerradas en altura: monzón, bloqueos atmosféricos y bajas dinámicas.
- **Quiebres de onda de Rossby** y **plegamientos de la tropopausa**.

**Análisis QG y el uso de PV**

# Corrientes en chorro

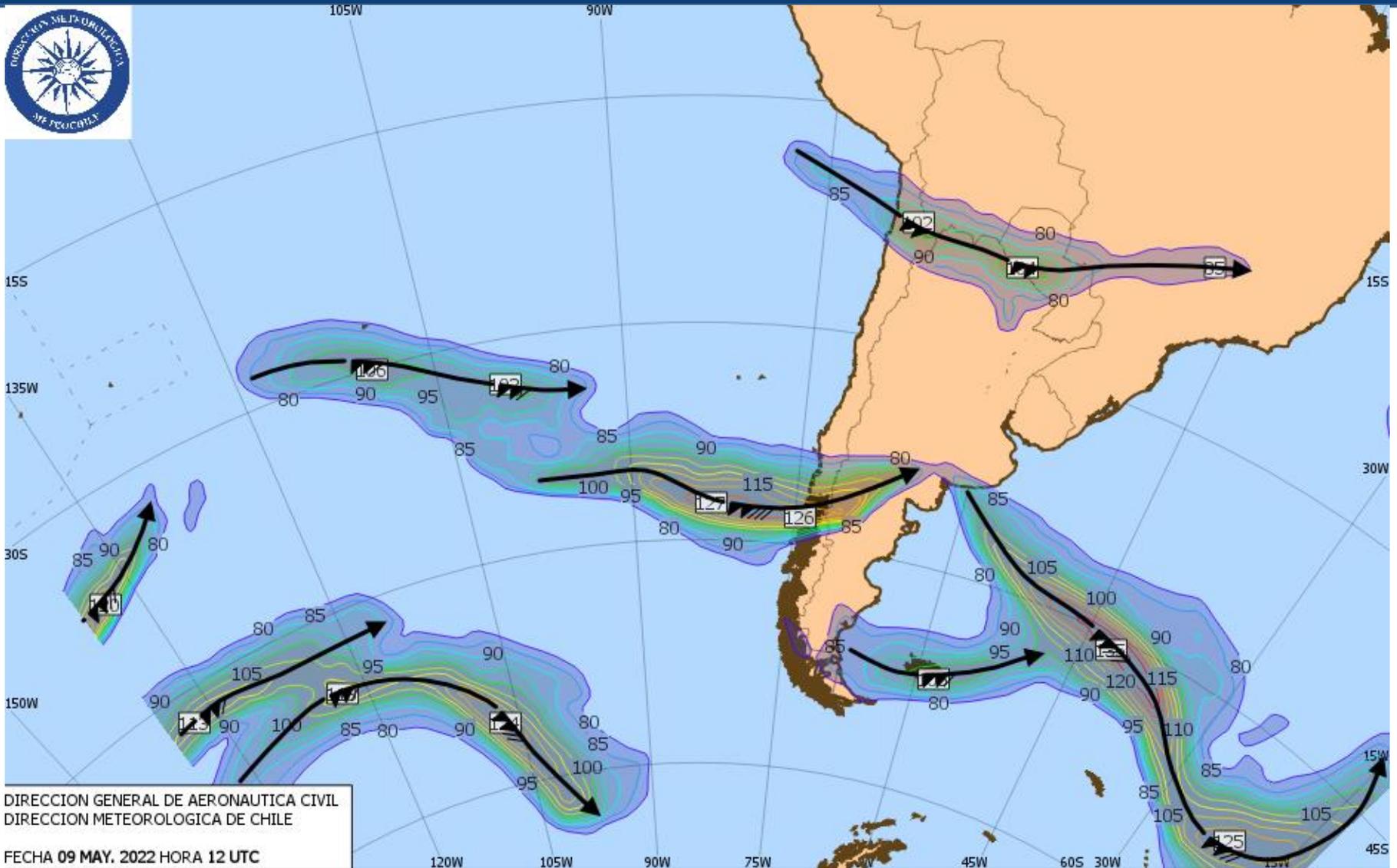
<p><b>Corrientes en chorro</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrientes en chorro</li> <li>- Vorticidad relativa 250 hPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorticidad potencial 300 hPa</li> <li>- Corrientes en chorro (barbas)</li> </ul>	<p>(A) Ejes</p> <p>(B) Máximos locales (jet streaks)</p>	
------------------------------------	---	---	--	---

Se identifican las corrientes en chorro, según los siguiente:

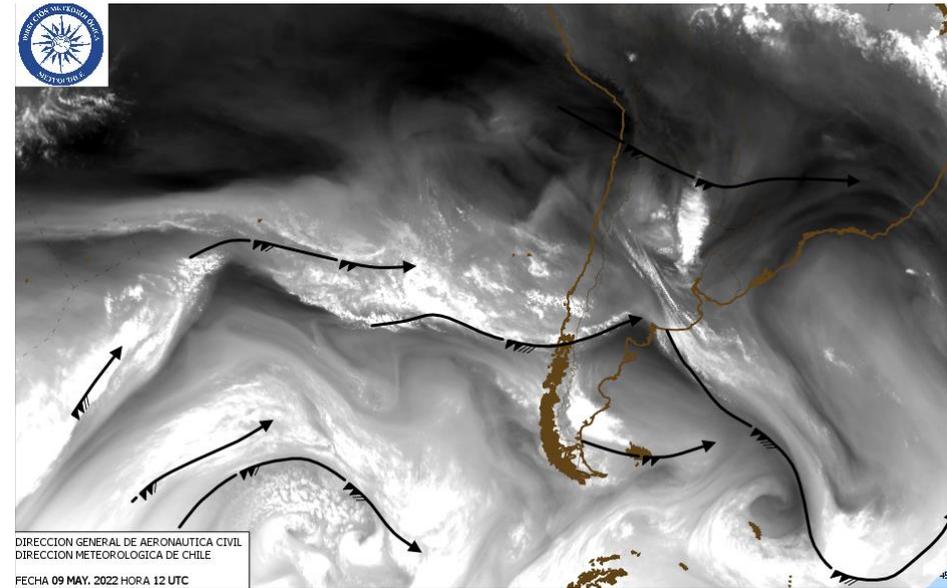
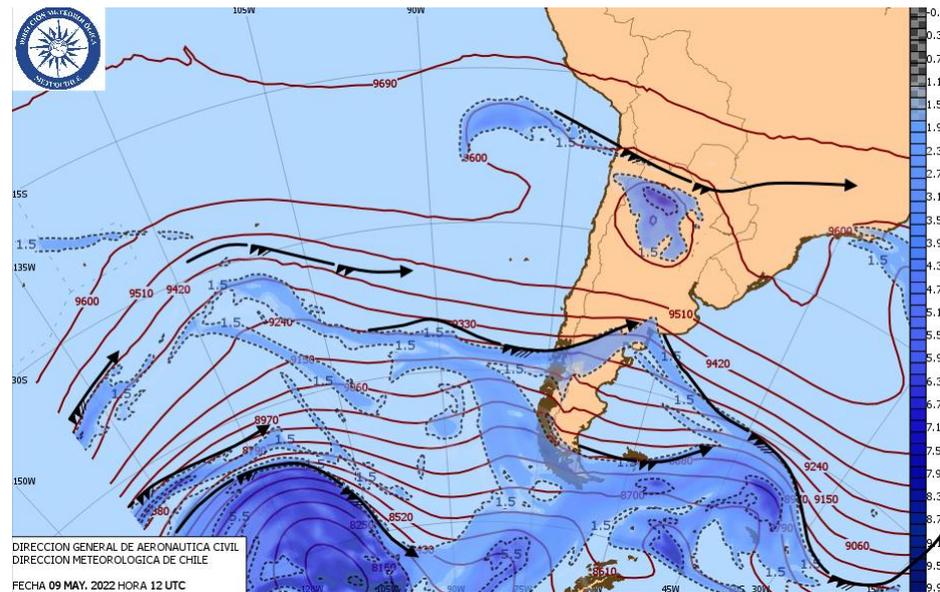
- Viento máximo en la capa 200-300 hPa
  - Intensidades superiores a los 80 kt
- Se traza el eje del chorro y su viento máximo (jet streak)
- No se diferencia entre chorros subtropicales y polares



# Oficina de Aplicaciones Satelitales Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



# Identificación de ondas en altura

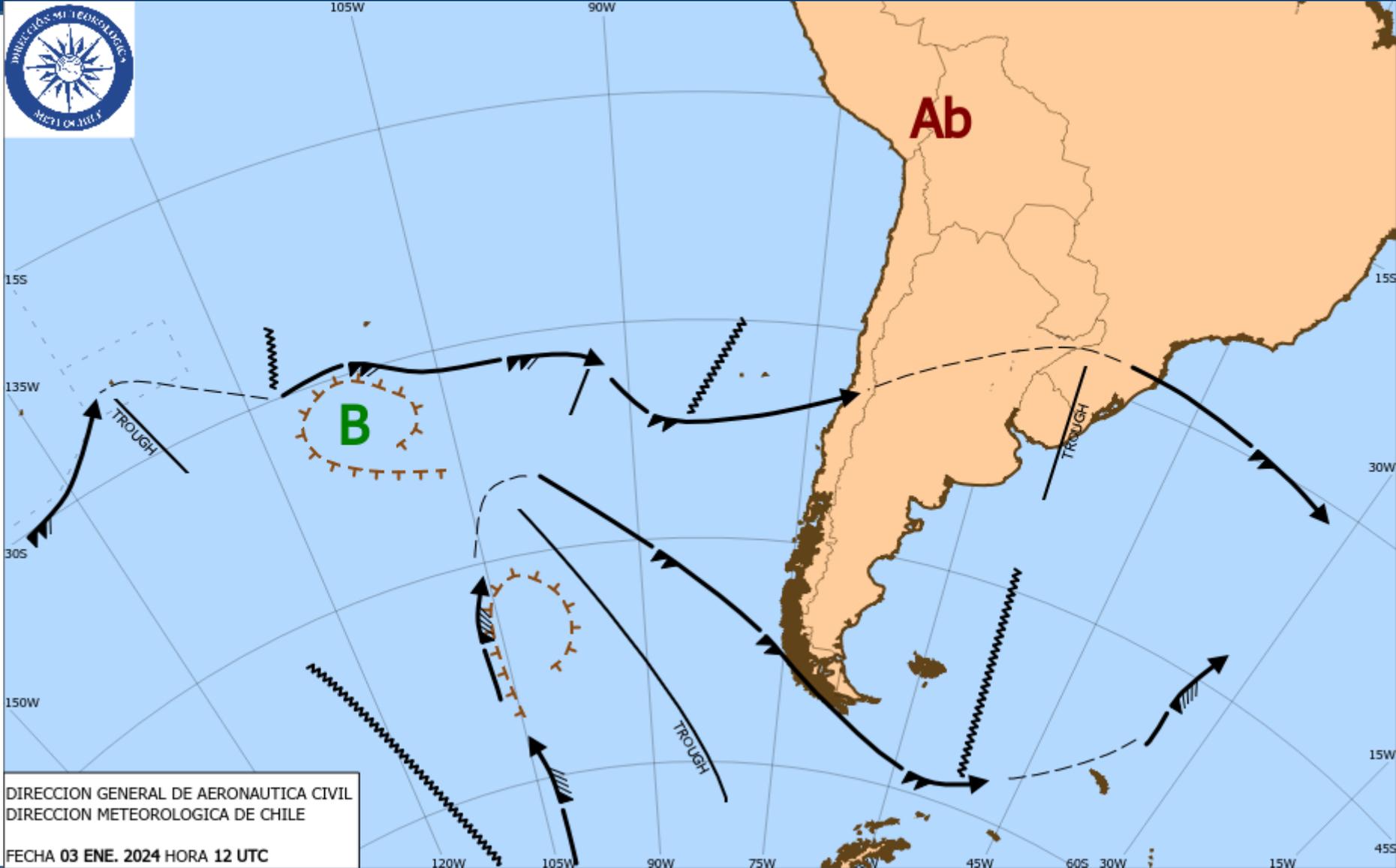


- Las corrientes en chorro se ciñen más al campo de PV que al campo de altura geopotencial (una aproximación más realista a las ondas). Observar también la imagen satelital de vapor de agua.



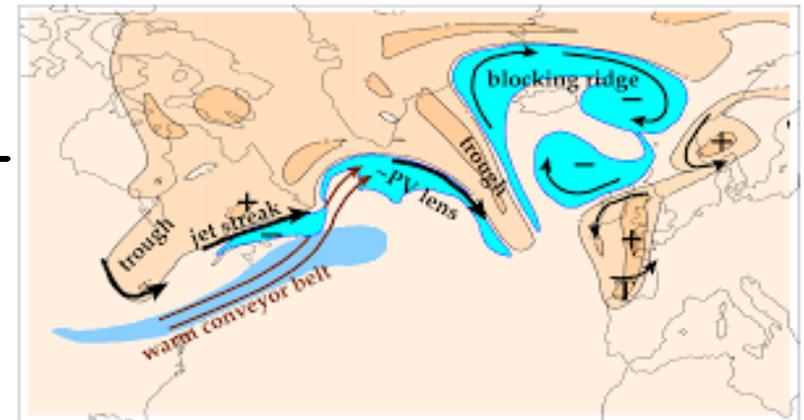
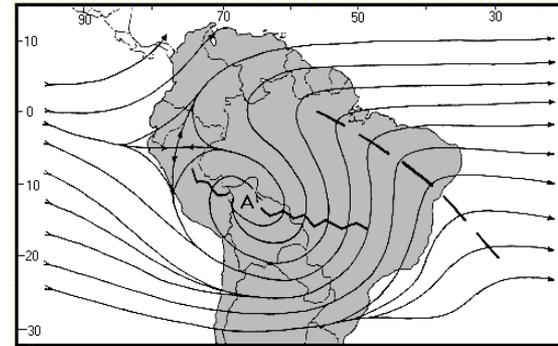
# Oficina de Aplicaciones Satelitales

## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



# Circulaciones cerradas en altura

- Alta de Bolivia
- Alta de bloqueo
- Baja segregada
- Baja dinámica cuasi-barotrópica



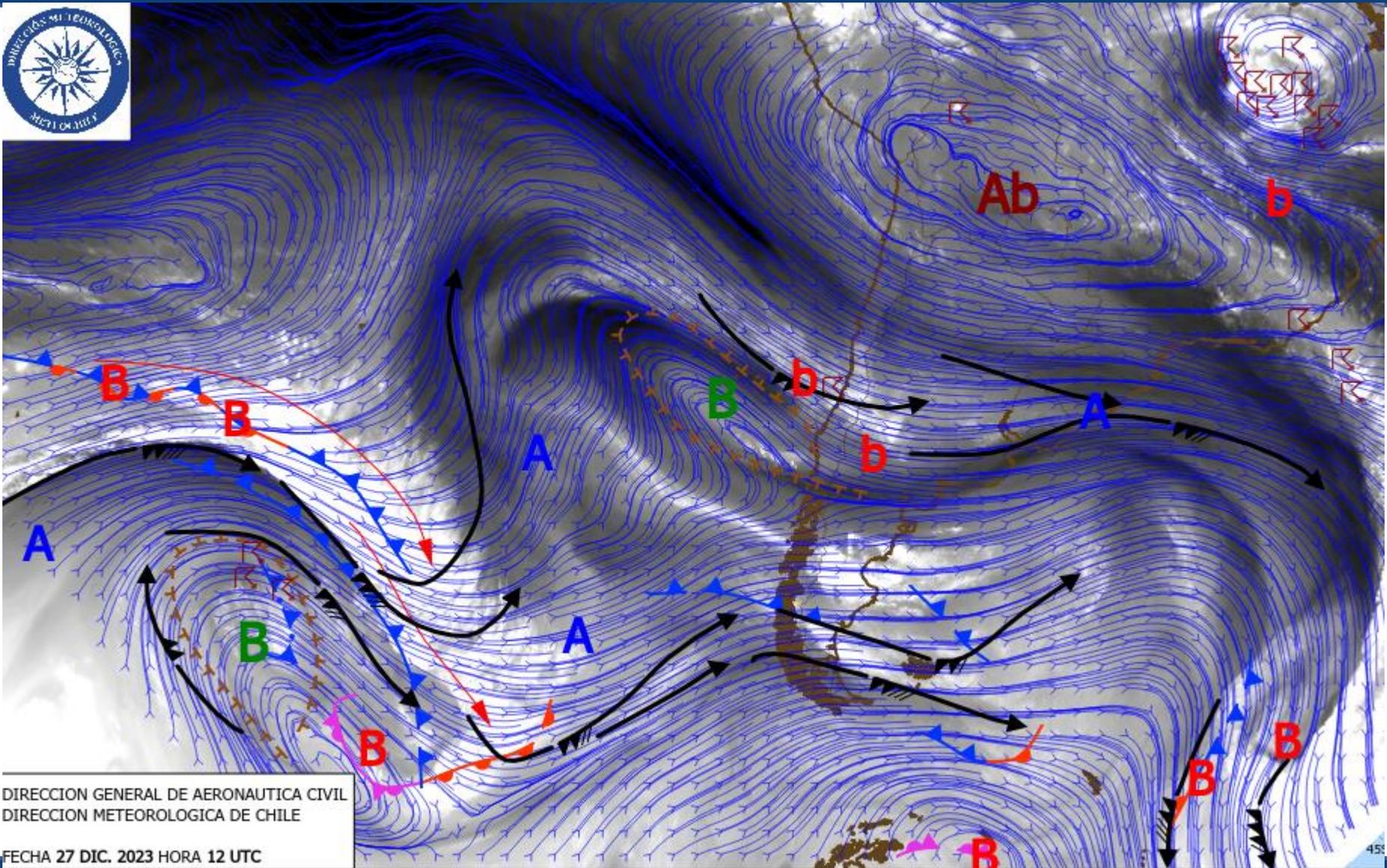
QOR: Quiebre de Onda de Rossby

# Alta de Bolivia

<b>Alta de Bolivia</b>	- Líneas de corriente <b>200 hPa</b>	- SAT vapor de agua - SAT IR canal 13 - Vorticidad relativa - <i>Trazado de Corrientes en chorro</i>	Ubicar el centro del alta de Bolivia	
------------------------	--------------------------------------	---	--------------------------------------	--

Se identifica la alta de Bolivia de acuerdo a:

- Se observa el nivel de 200 hPa
- Se debe tener precaución sobre todo en época invernal, cuando se forman algunas circulaciones cerradas que pueden parecer Ab, pero que no tienen un origen térmico.

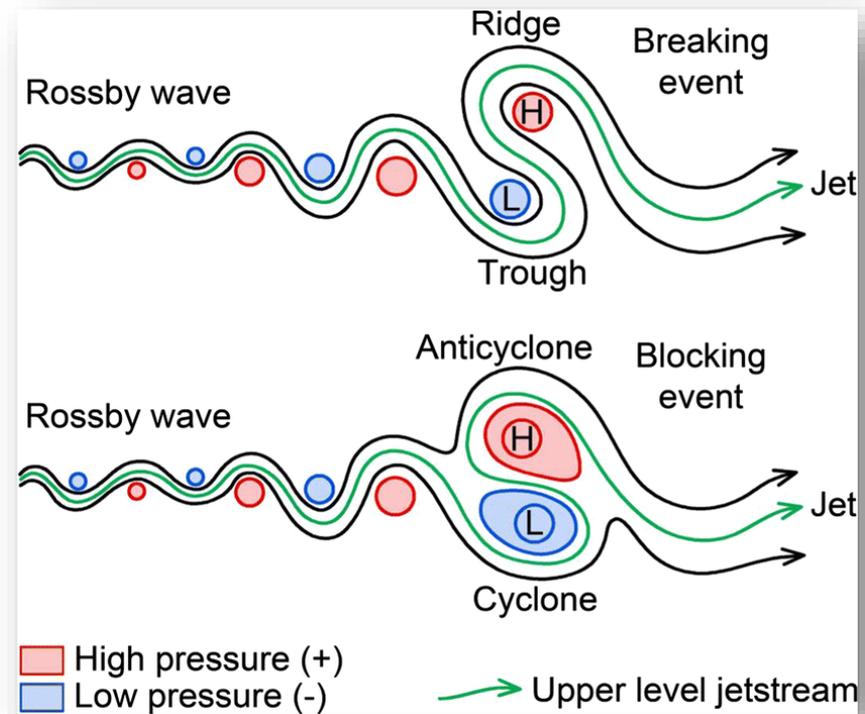


DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL  
DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE

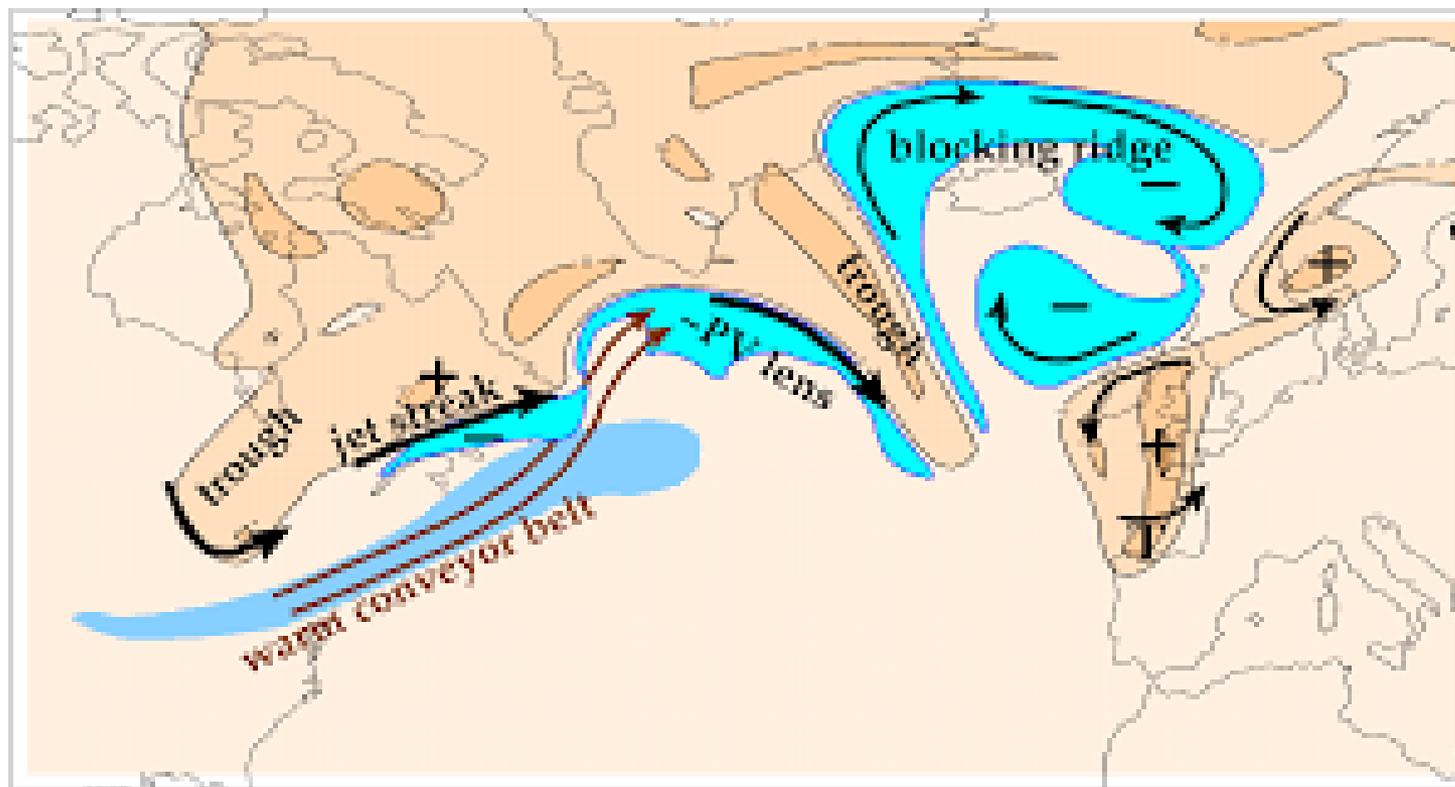
FECHA 27 DIC. 2023 HORA 12 UTC

# Quiebre de Onda de Rossby (QOR)

- La mayoría de los **bloqueos atmosféricos** surge desde los quiebres de las ondas de Rossby. Los **quiebres de las ondas de Rossby** representan un proceso dinámico irreversible de advección y reordenamiento de la vorticidad potencial, el cual promueve el establecimiento de altas de bloqueo y/o bajas segregadas (Portmann, y otros, 2021).



# Procesos de reordenamiento de la PV



Los modelos numéricos de predicción del tiempo, por lo general, disminuyen su desempeño ante los QOR (“se marean”).

# Alta de bloqueo

<p><b>Alta de bloqueo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líneas de corriente 300 hPa</li> <li>- Vorticidad potencial en 300 hPa</li> <li>- Altura geopotencial en 300 hPa</li> <li>- Presión SFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Trazado de Corrientes en chorro</i></li> <li>- Altura de la tropopausa</li> <li>- Espesores 500-300 hPa</li> <li>- SAT vapor de agua</li> <li>- Vorticidad relativa 250 hPa</li> </ul>	<p>Ubicar el centro del alta de bloqueo</p>	
-------------------------------	---	--	---	--

- Se debe observar entre los niveles de 300-500 hPa.
- Se debe observar un QOR, es decir, una intrusión de altos valores de PV en las cercanías.
- Debe tener una estructura cuasi-barotrópica (alta en superficie).

# Baja segregada

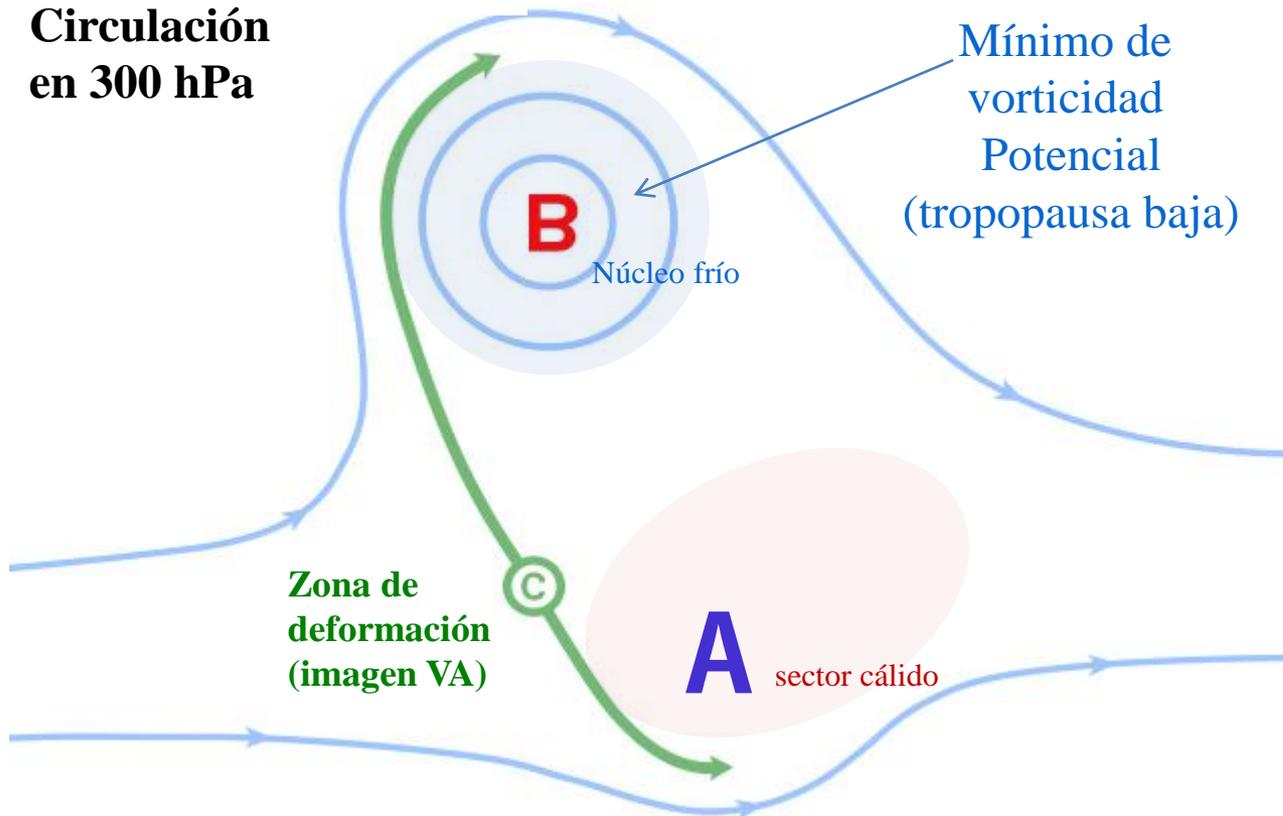
<p><b>Baja segregada</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura geopotencial 300 hPa</li> <li>- Vorticidad potencial 300 hPa</li> <li>- Espesores 500-300 hPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líneas de corriente 300 hPa</li> <li>- Altura de la tropopausa</li> <li>- SAT vapor de agua</li> <li>- Vorticidad relativa 250 hPa</li> </ul>	<p>(A) Ubicar el centro de la baja segregada</p> <p>(B) Trazar el plegamiento de la tropopausa</p>	
------------------------------	--	--	--	---

- Se debe observar entre los niveles de 300-500 hPa.
- Se debe observar un núcleo cerrado de Altura geopotencial, PV y espesores.
- Se debe ubicar el plegamiento de tropopausa asociado.



# Esquema general BS

Circulación  
en 300 hPa



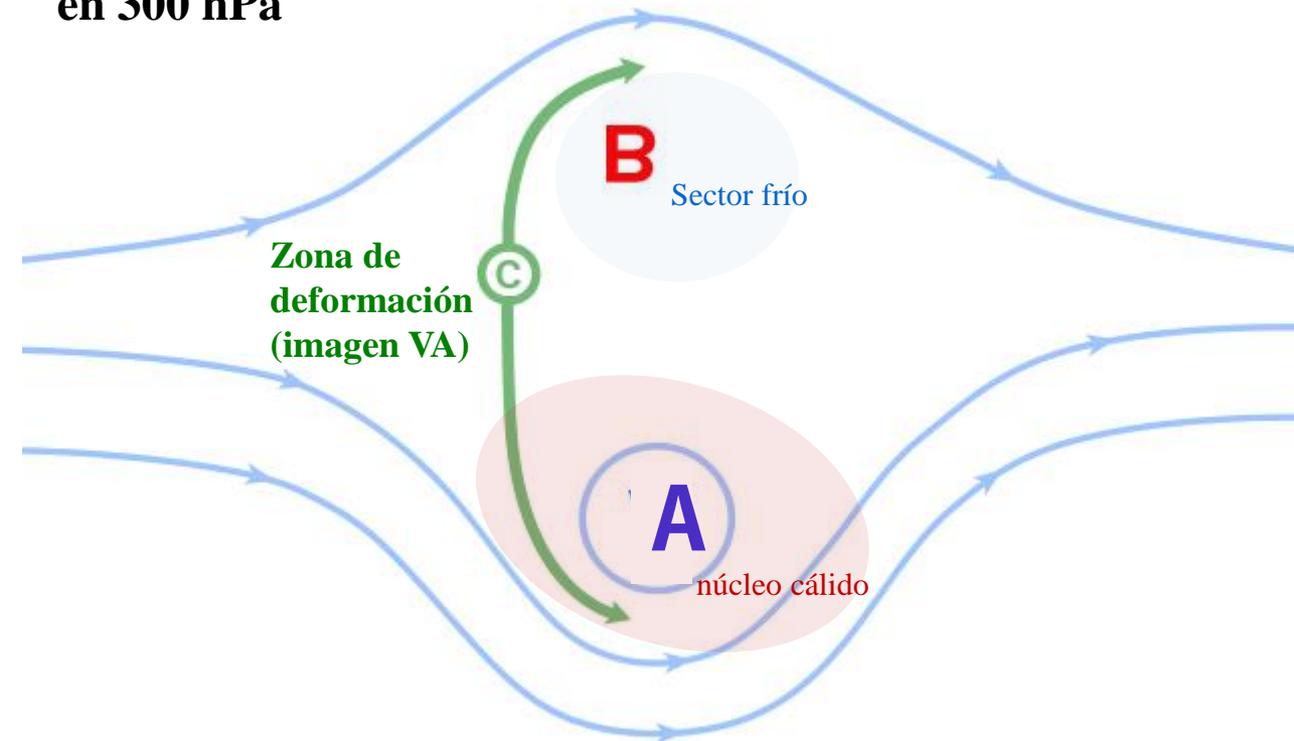
- La **Baja Segregada** se tiende a asociar con una Alta de Bloqueo poco definida (dorsal)
- Se produce una **zona de deformación** al oeste.

Fuente: Meted (adaptada para el HS)



# Esquema general AB

Circulación  
en 300 hPa



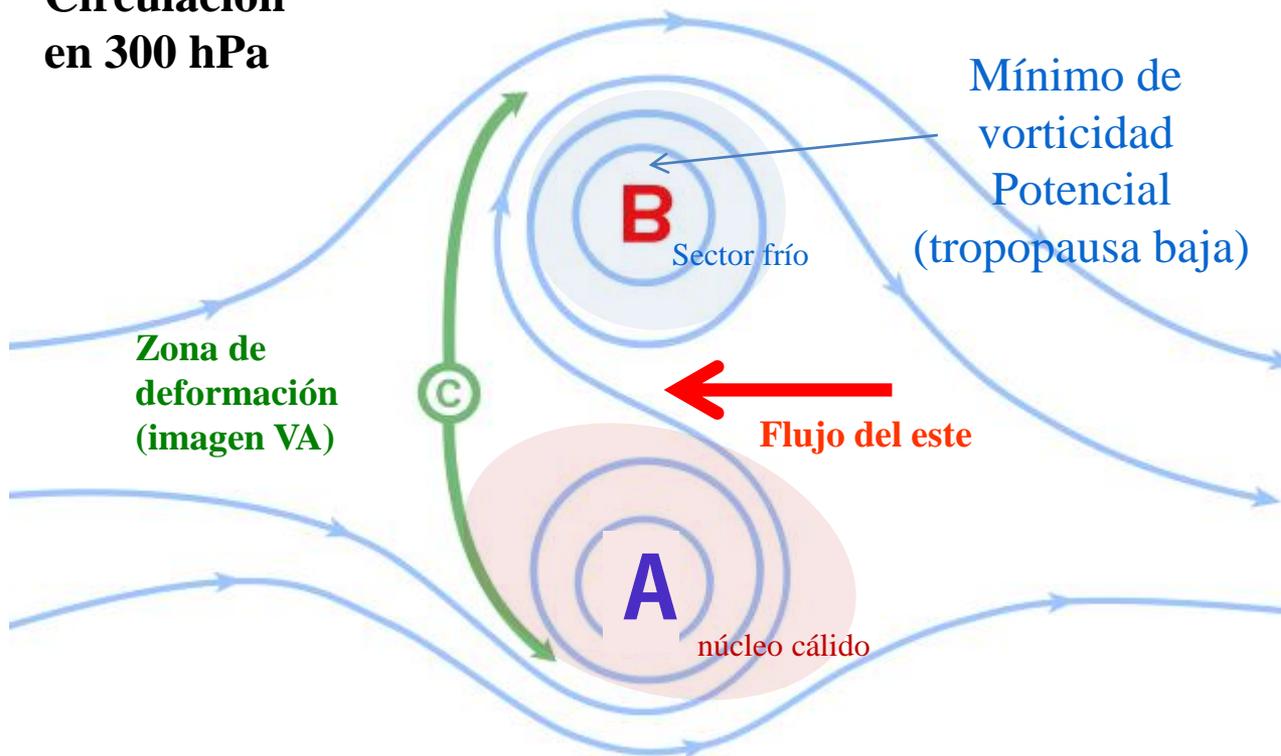
- La Alta de **Bloqueo** se tiende a asociar con una Baja Segregada poco definida (vaguada)
- Se produce una **zona de deformación** al oeste.

*Fuente: Meted (adaptada para el HS)*



# Esquema general Bloqueo Rex

Circulación en 300 hPa



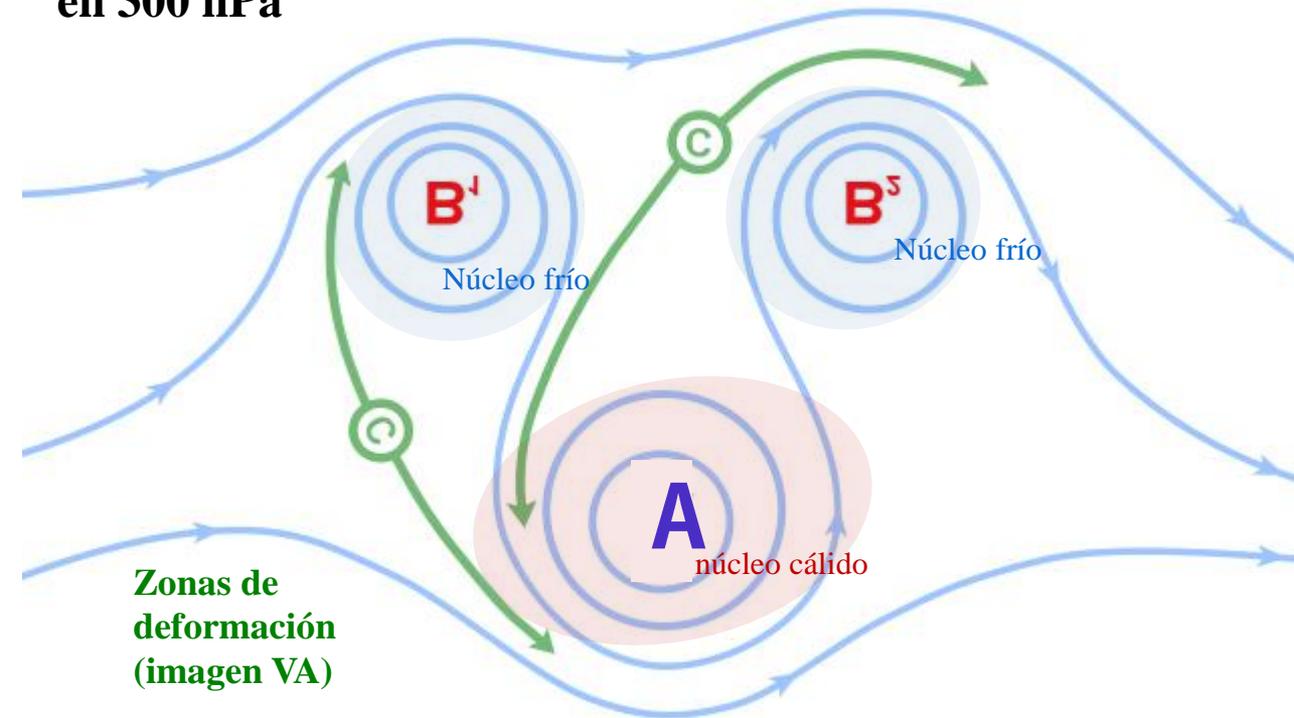
Fuente: Meted (adaptada para el HS)

- El bloqueo Rex se produce con una BS y una AB igualmente intensos.
- Se puede producir un **intenso flujo del este** entre la BS y AB.
- Se produce una **zona de deformación** al oeste.



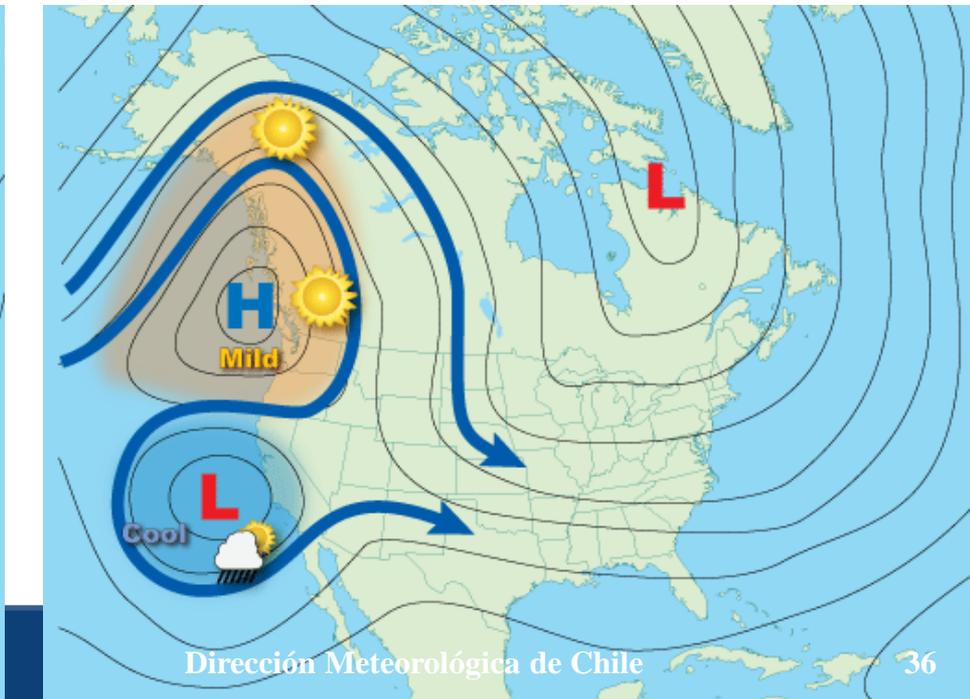
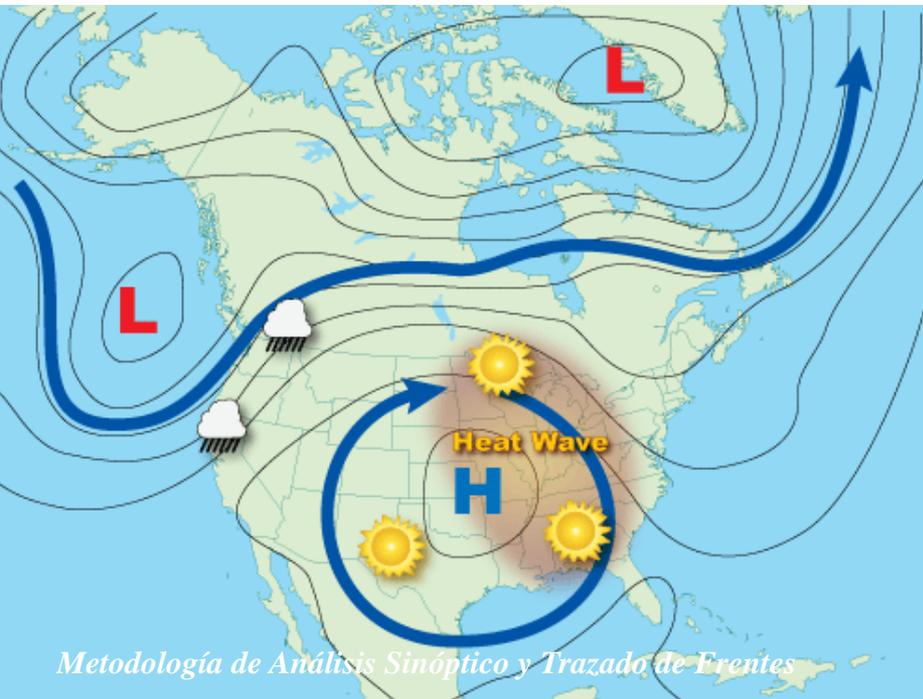
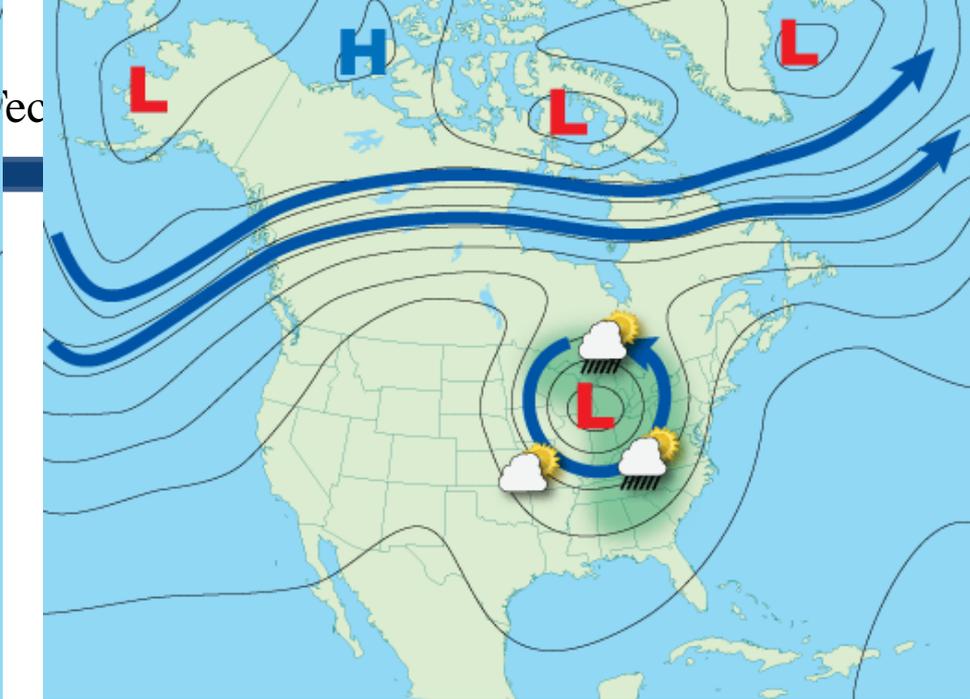
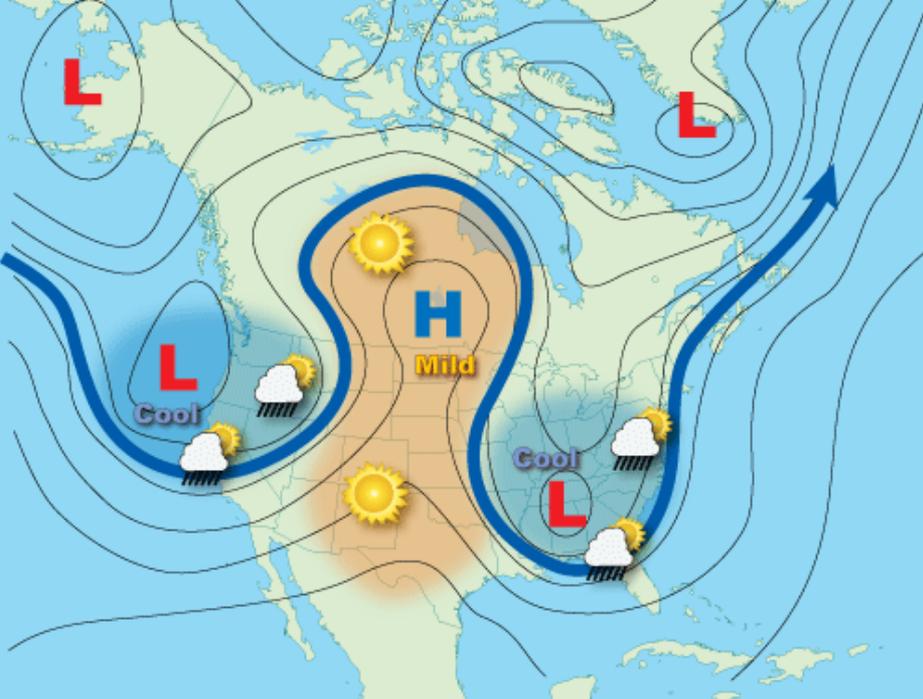
# Esquema general Bloqueo Omega Invertida

Circulación  
en 300 hPa

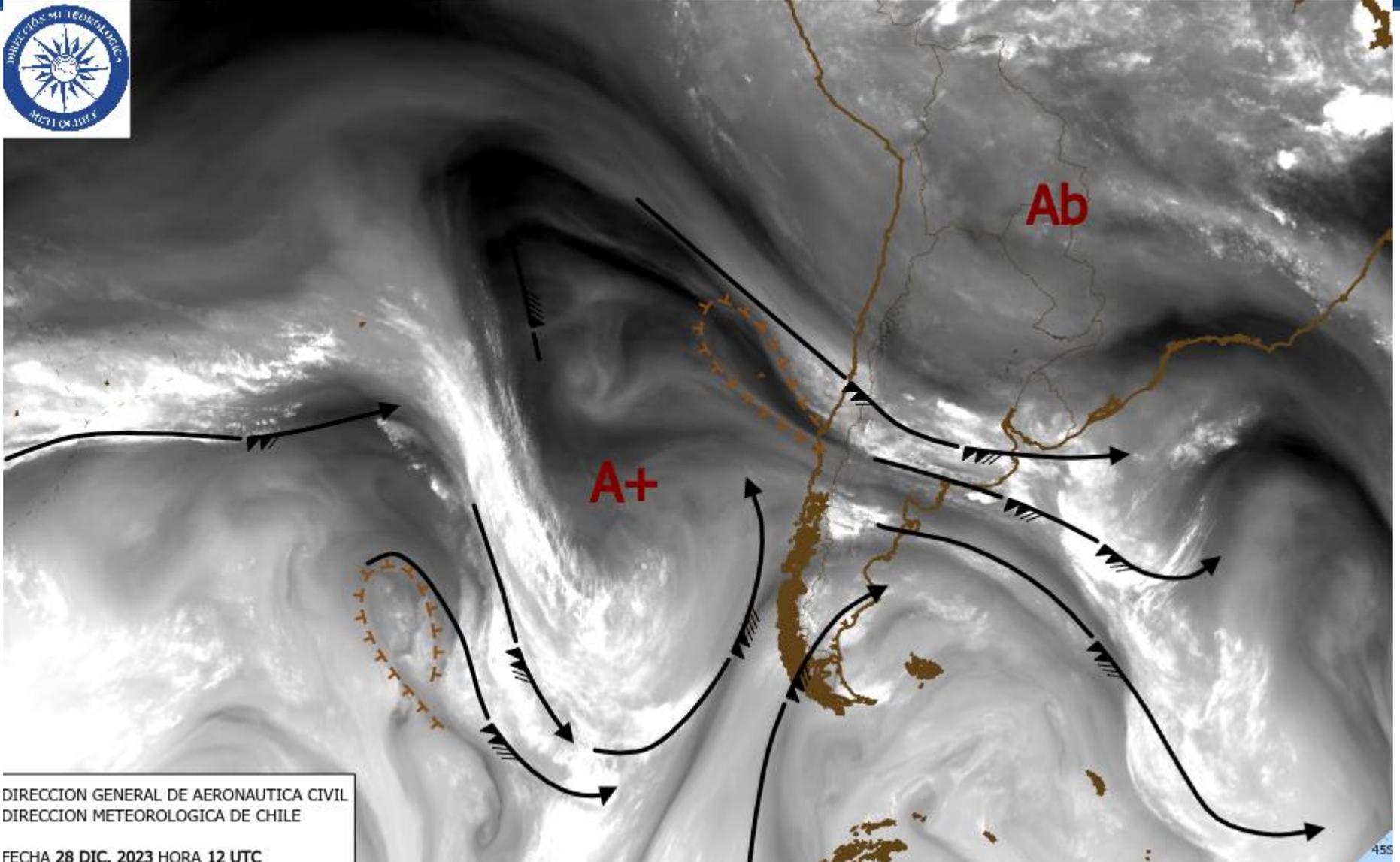


- El **Bloqueo Omega Invertida** se produce con una intensa AB y dos BSs.
- La intensidad de las BSs puede variar.
- Se producen dos **zonas de deformación**.

*Fuente: Meted (adaptada para el HS)*







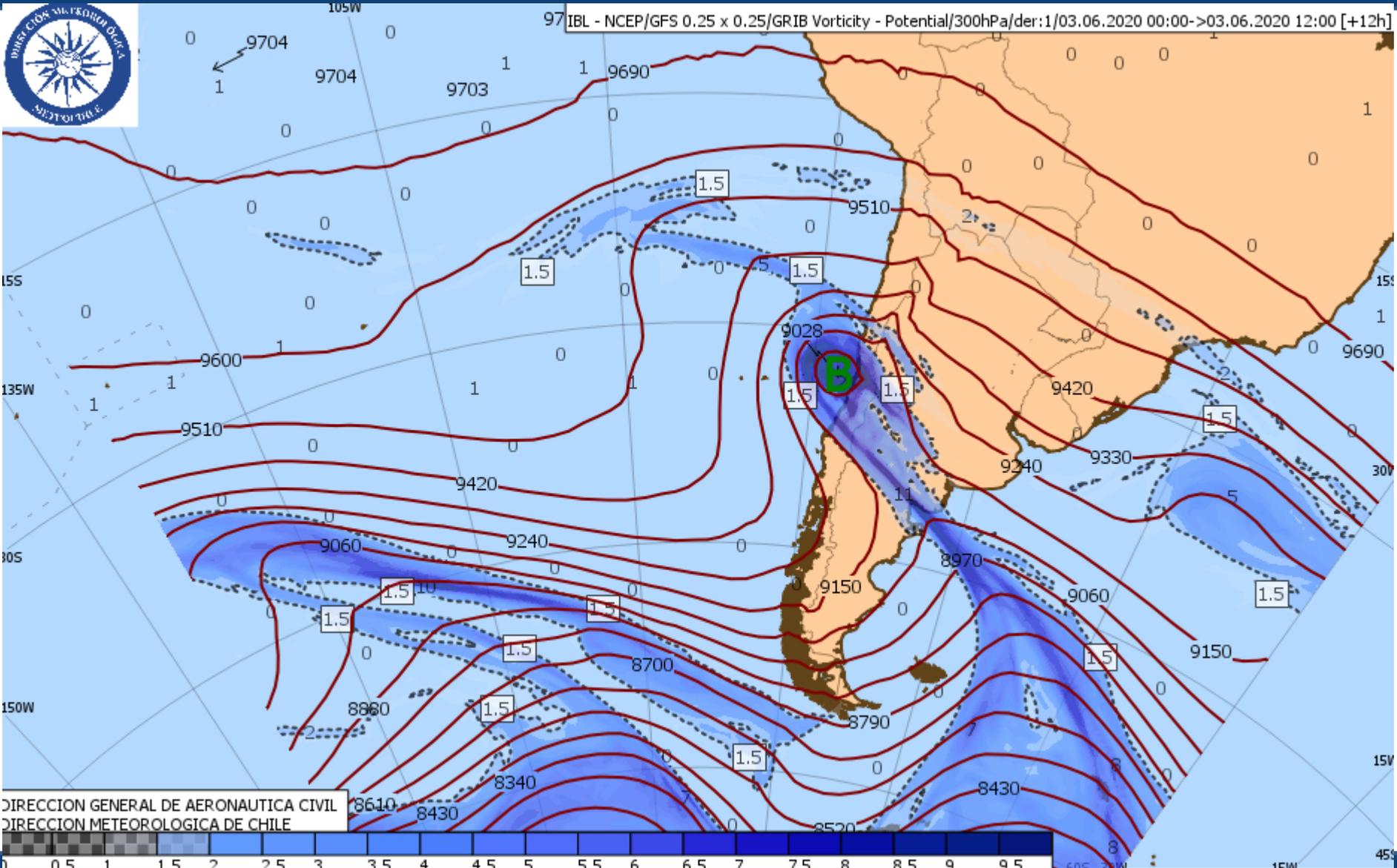
DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL  
DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE

FECHA 28 DIC. 2023 HORA 12 UTC



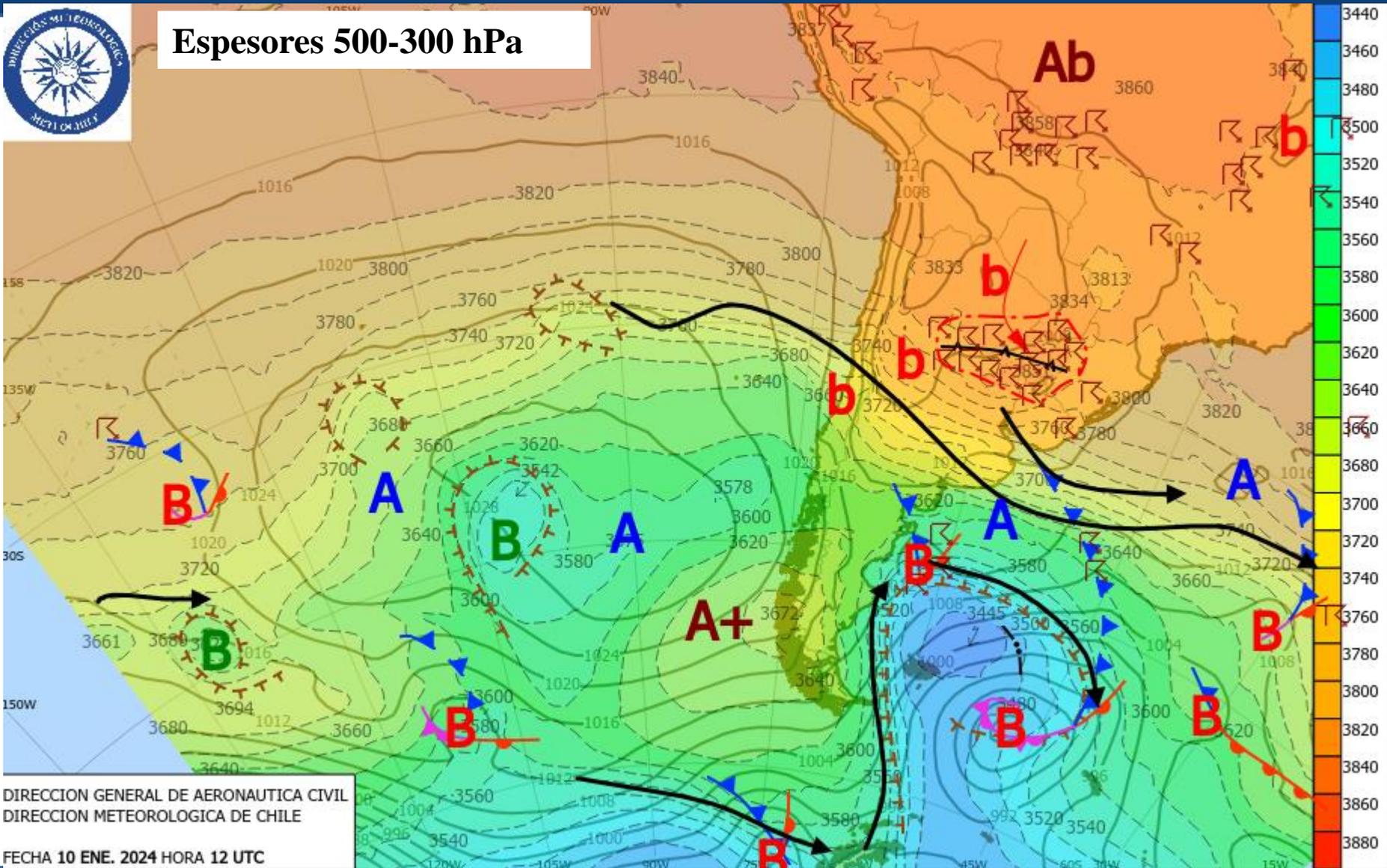
# Oficina de Aplicaciones Satelitales

## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico





### Espesores 500-300 hPa

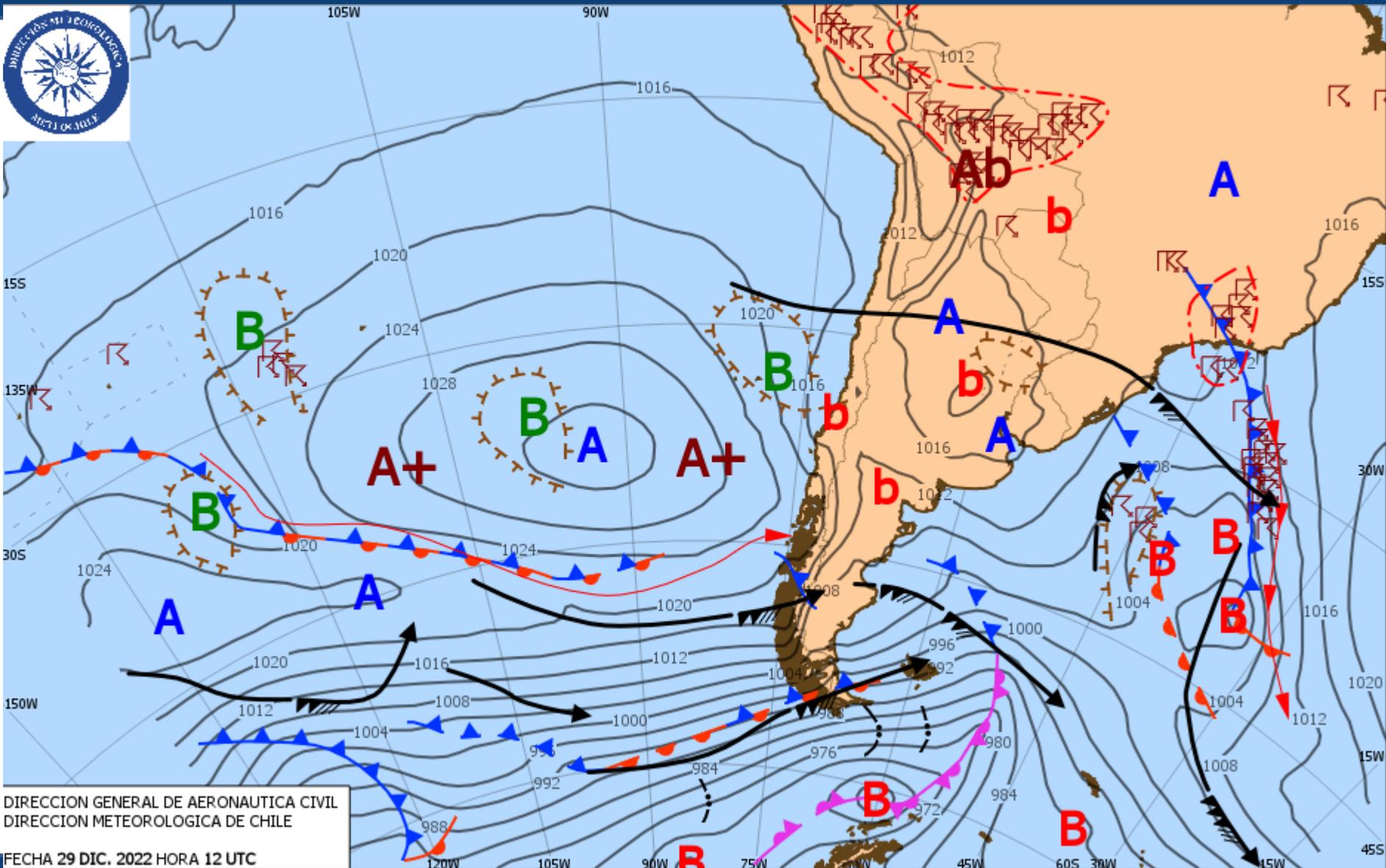


DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL  
DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE  
FECHA 10 ENE. 2024 HORA 12 UTC



# Oficina de Aplicaciones Satelitales

## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



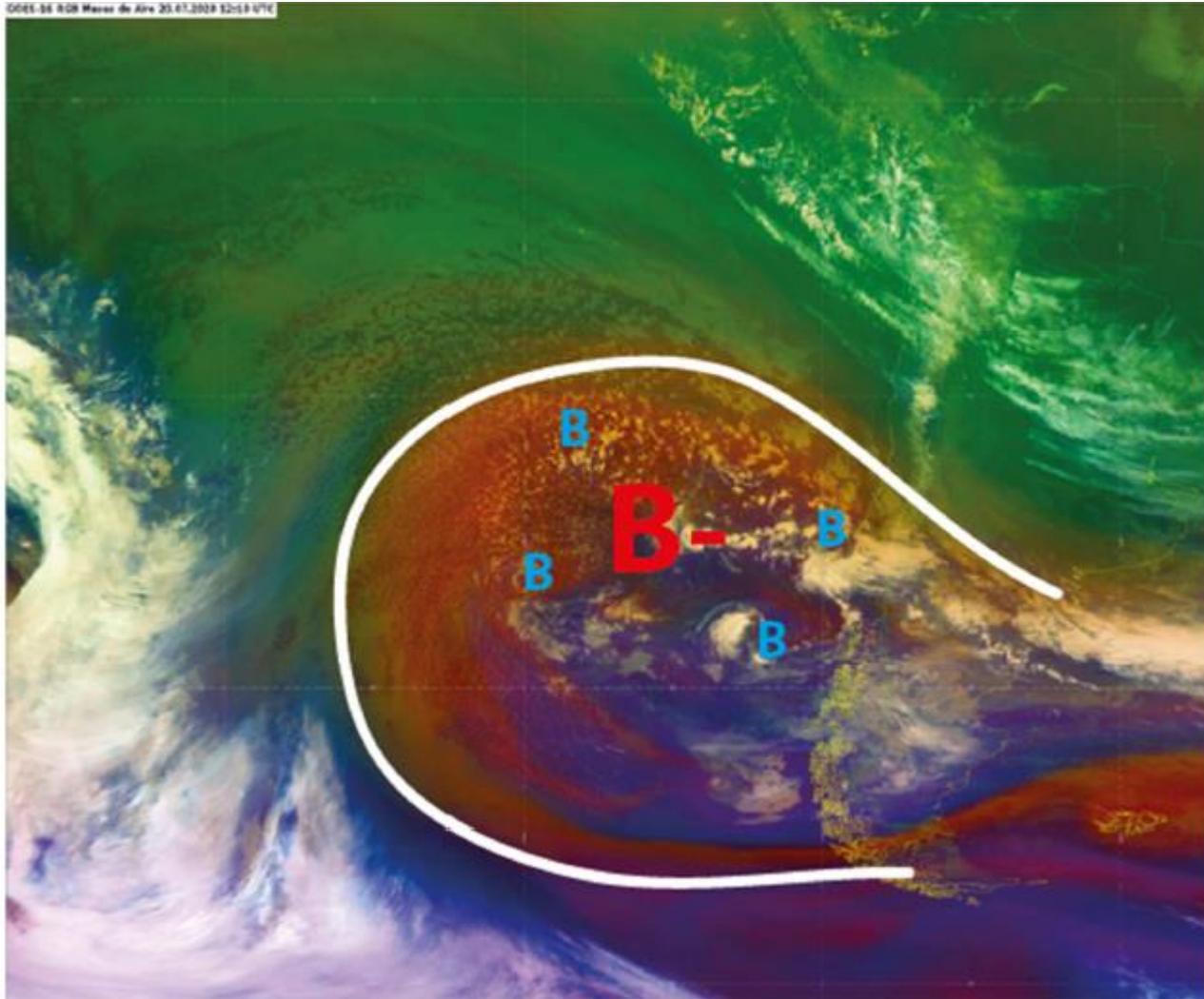


# Baja dinámica cuasi- barotrópica

¡Cuando el quiebre de onda de Rossby es gigante!

# Baja dinámica cuasi-barotrópica

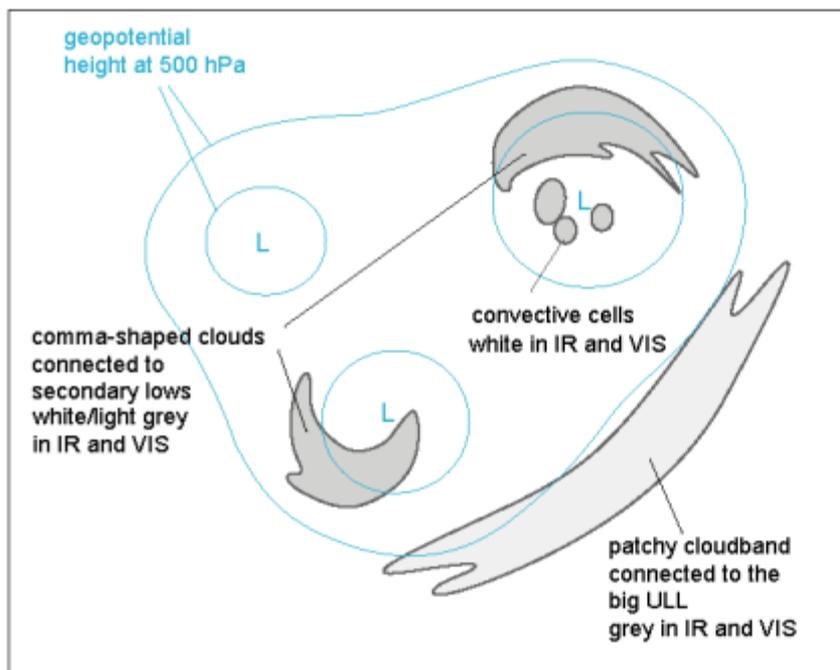
- También se le apoda como la “baja carrusel”
- Se origina producto de un **quiebre de onda de Rossby**, pero se diferencia de la baja segregada clásica en que su **gran tamaño** no le permite organizarse como una estructura única.
- Presenta baroclinicidad, especialmente en su sector norte (HS), generándose sistemas frontales, patrones coma invertida y líneas de inestabilidad.
- Varios vórtices y bajas circulando dentro de la baja.



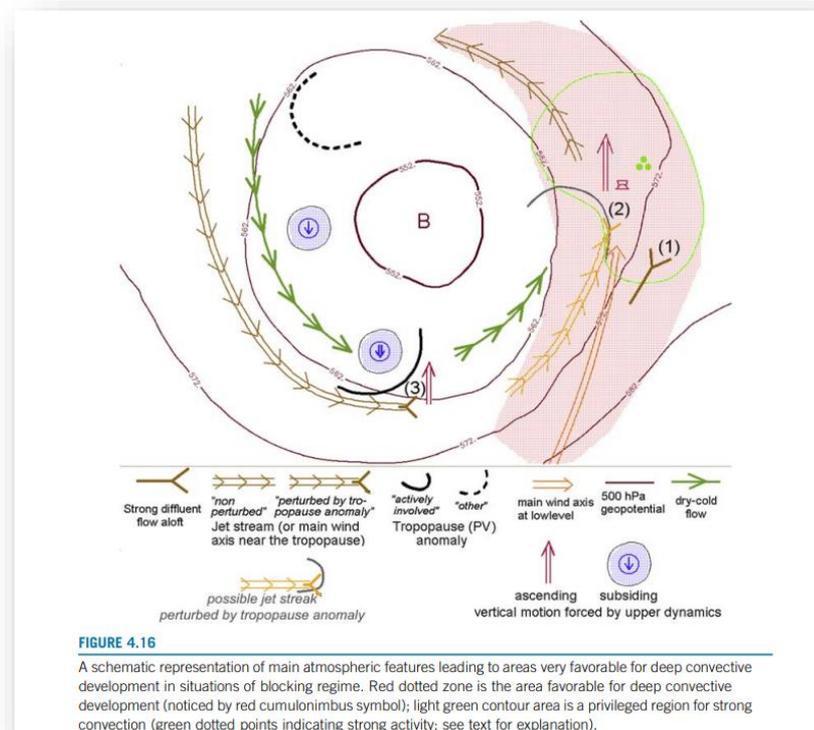
- Observar el **gran tamaño** del sistema en el RGB Masas de Aire.
- Hay **varias bajas en superficie** de distinto tamaño y desarrollo circulando en torno a la baja en altura.
  - Gran **inestabilidad atmosférica**.

## Baroclinic development

Because there is a temperature gradient at the edges of the cold drop, baroclinic waves may develop there, especially around the eastern edge of a large cut-off low. These waves can undergo baroclinic development, and the result is bunch of secondary lows, which circulate the large low counterclockwise:



*Synoptic textbook, EUMETRAIN*

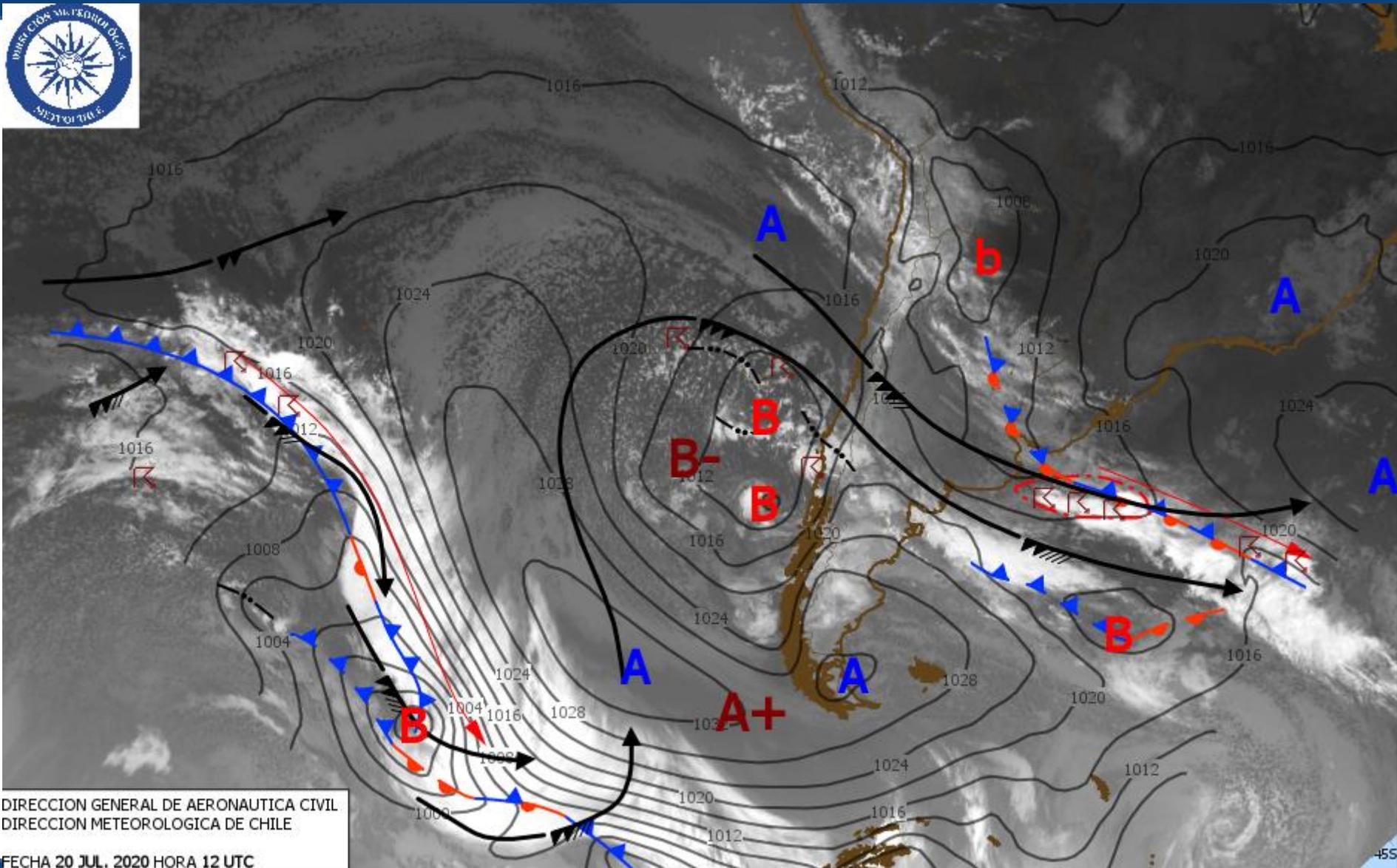


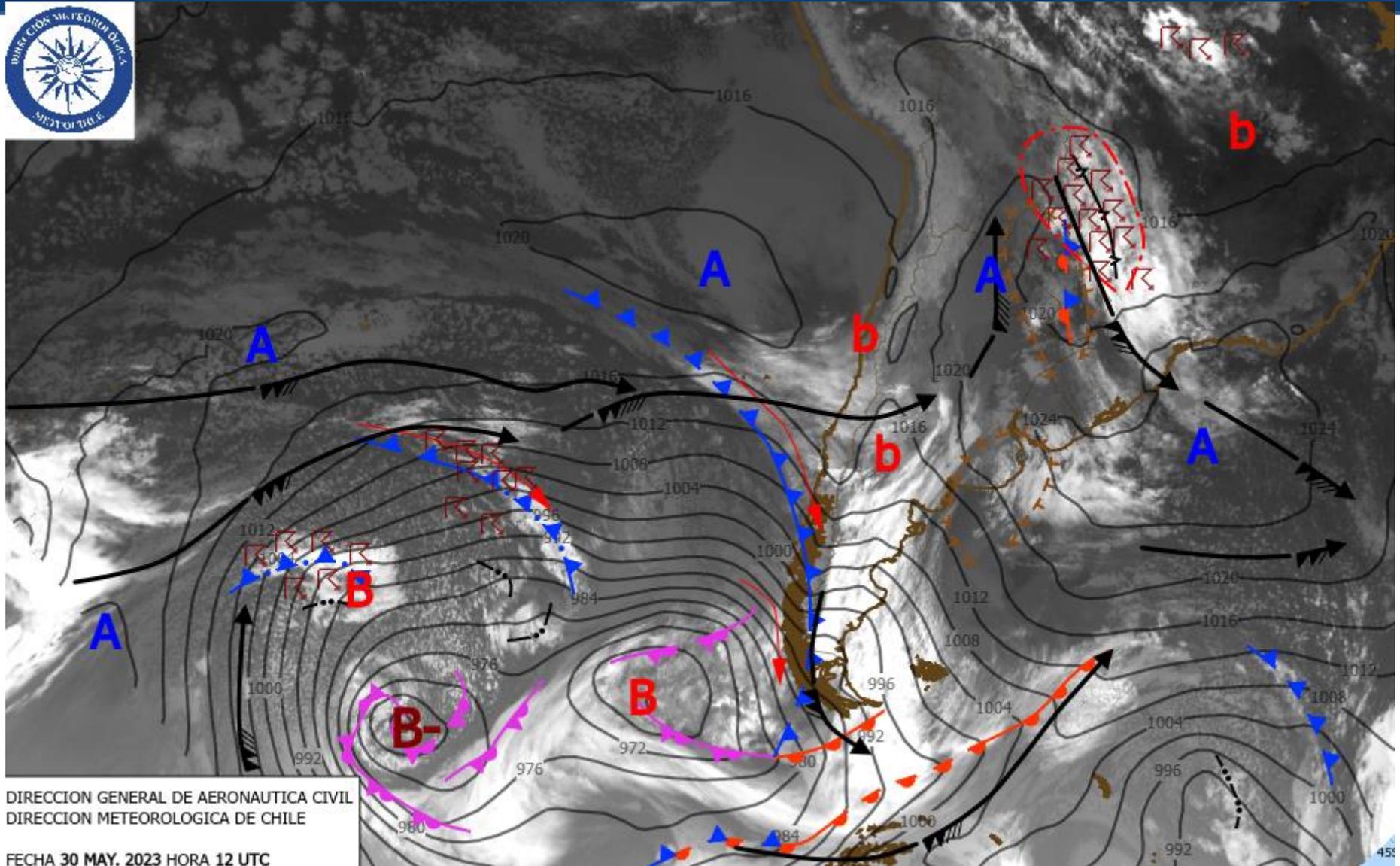
*Georgiev y otros (2016)*

# Baja dinámica cuasi-barotrópica

<p><b>Baja dinámica cuasi-barotrópica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura geopotencial 300 hPa</li> <li>- Vorticidad potencial 300 hPa</li> <li>- Altura de la tropopausa</li> <li>- Presión SFC (observar proyección a superficie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líneas de corriente 300 hPa</li> <li>- Vorticidad relativa 250 hPa</li> <li>- Espesores 500-300 hPa</li> <li>- SAT vapor de agua</li> <li>- SAT IR canal 13</li> </ul>	<p>Ubicar el centro de la baja dinámica</p>	
---	--	---	---	--

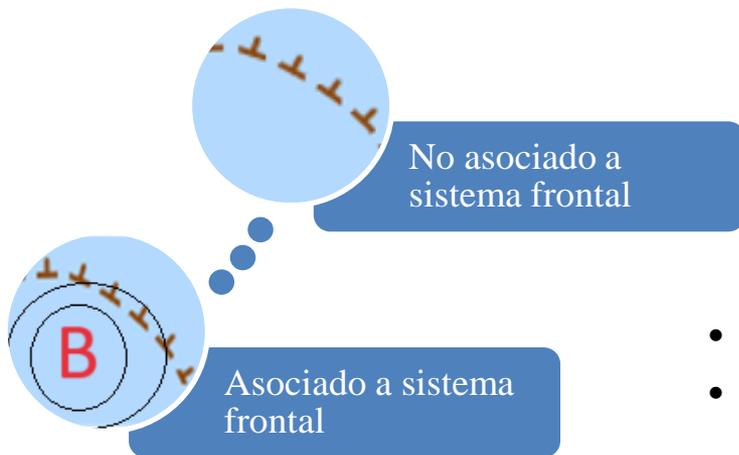
- Debe tener una estructura cuasi-barotrópica.
- Debe tener 2 o más bajas en superficie que roten en torno a la baja en altura moduladora.
- No confundir con las oclusiones frontales comunes (poseen solo una gran baja).





# Plegamientos de tropopausa

<p><b>Plegamiento tropopausa</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SAT vapor de agua</li> <li>- Vorticidad potencial 300 hPa</li> <li>- Omega integrada 250-500 hPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura de la tropopausa</li> <li>- Vorticidad relativa 250 hPa</li> </ul>	<p>Trazar los plegamientos de tropopausa</p>	
--------------------------------------	--	--	--	---



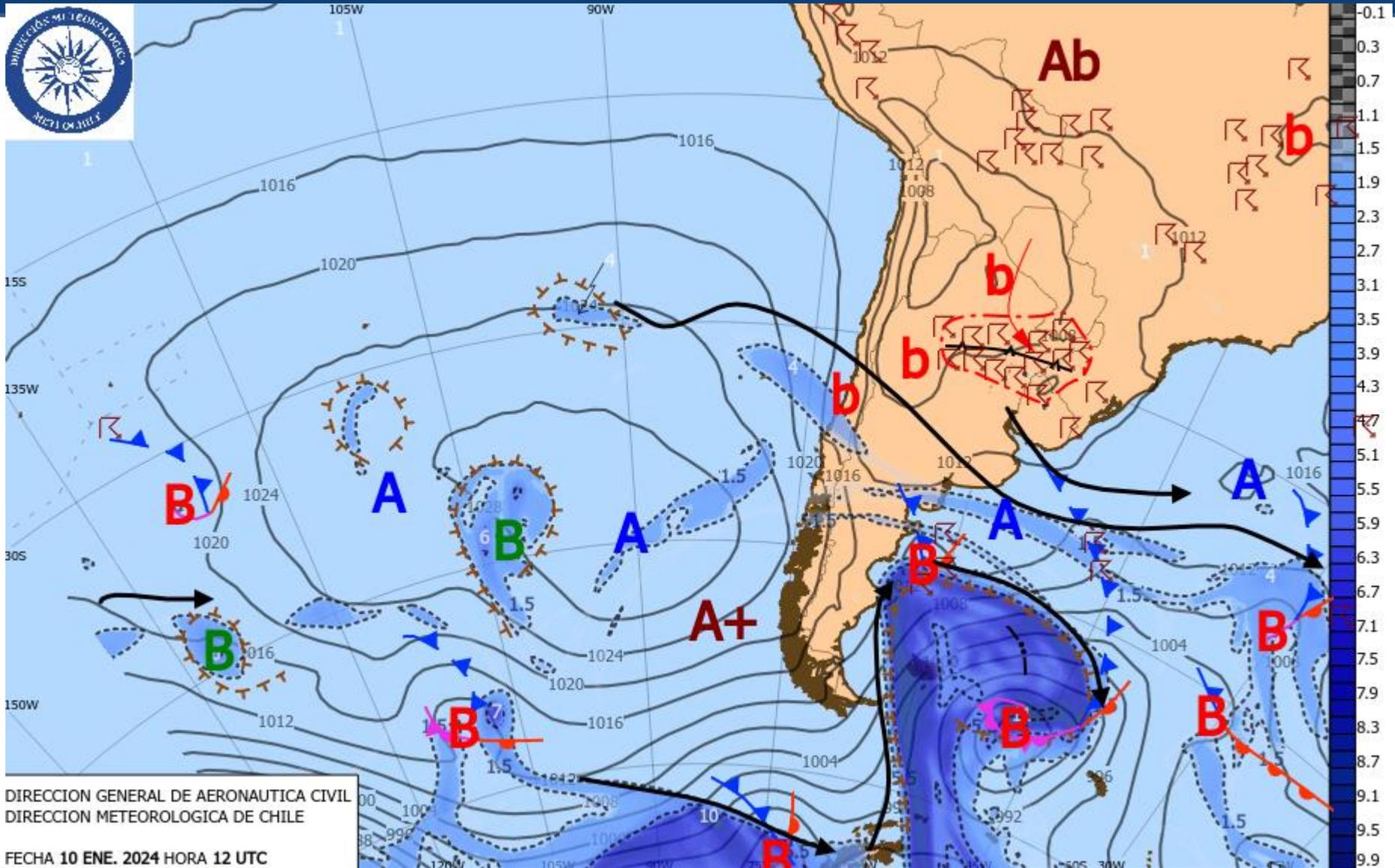
- Valores de **4 UVP o más**.
- Frecuentemente relacionados con QOR.
- BS incipiente o remanente.

- Valores de **9 UVP o más**.
- Frecuentemente relacionados con la intrusión seca (cinta transportadora seca).



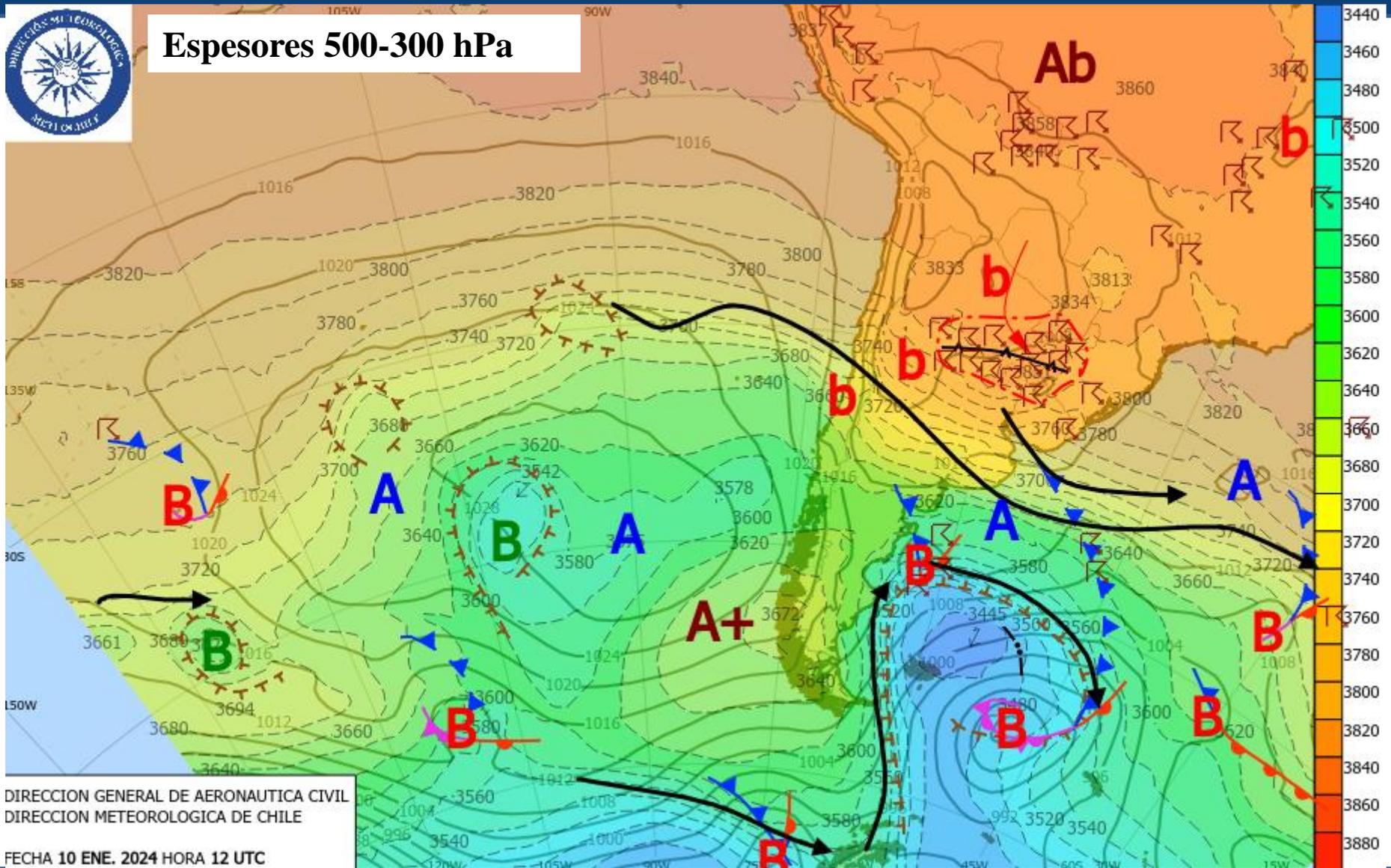
# Oficina de Aplicaciones Satelitales

## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico





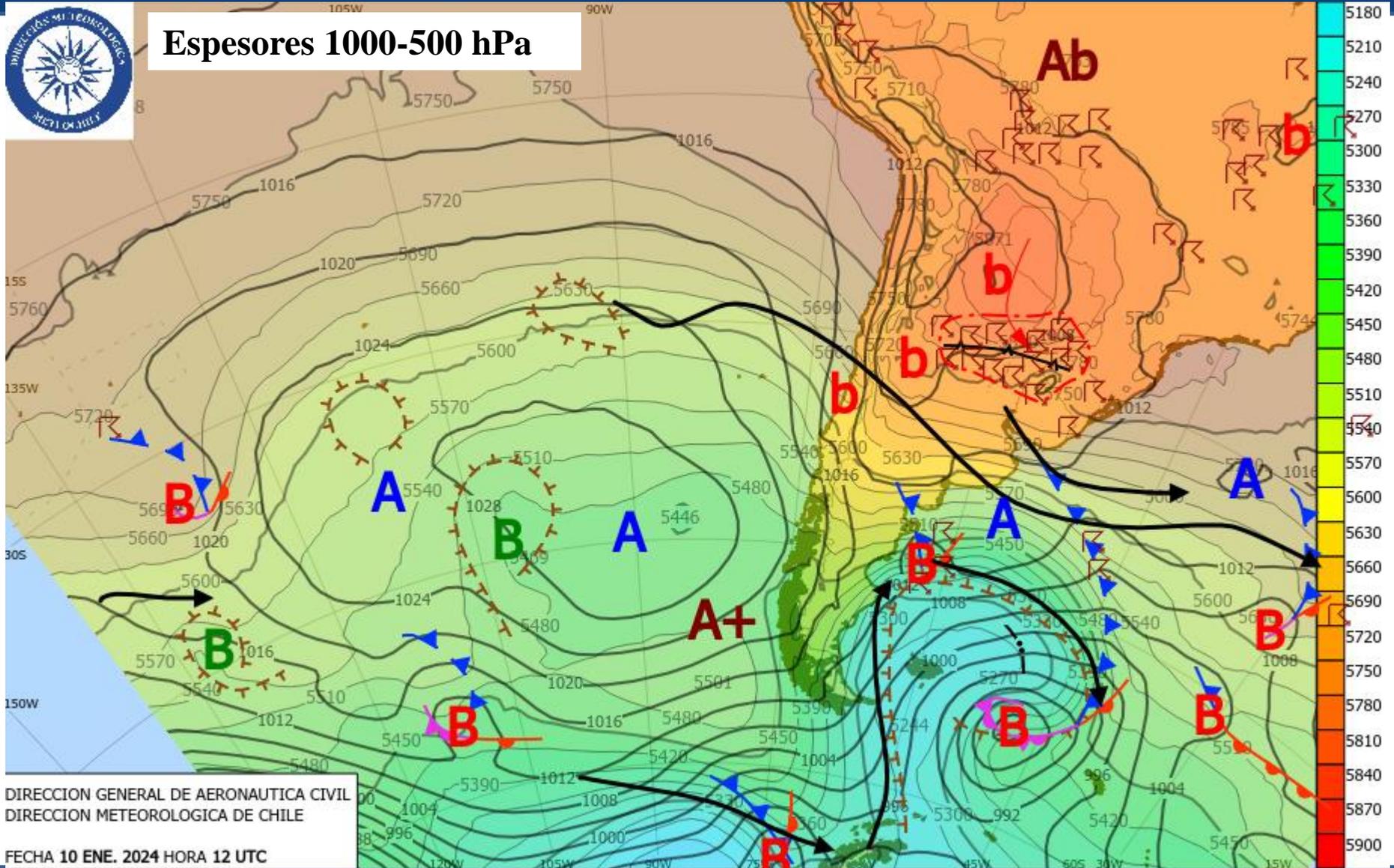
### Espesores 500-300 hPa



DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL  
DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE  
FECHA 10 ENE. 2024 HORA 12 UTC



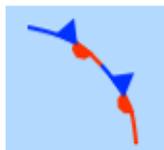
### Espesores 1000-500 hPa



# III- Análisis de superficie

A

Anticiclón



Frente estacionario

- Análisis enfocado entre los niveles de **700 hPa-superficie**

B

Baja dinámica



Frente frío

- Zonas baroclínicas identificadas con:  
**Theta-w y vorticidad relativa en 1000 hPa.**

b

Baja térmica



Frente cálido

- Diferenciación entre bajas cálidas y frías.
- Identificación y trazado de **frentes en superficie**: zonas baroclínicas que se clasifican en inactivas y activas (frentes).
- Los frentes pueden o no estar asociados a bajas frías.

## III- Análisis de superficie



Frente ocluido



Frente cálido débil



F. estacionario débil



Frente ocluido débil



Frente frío débil



Cuña/Vaguada

Zonas frontales clasificadas en base a: presencia de **precipitación o vorticidad relativa en 850 hPa.**

- El criterio para determinar la intensidad de los frentes es la **precipitación instantánea** (<0,5 mm/h, débiles).

- Los frentes se clasifican por su naturaleza en base a: modelos conceptuales de sistemas frontales, advección de temperatura y/o proyección del avance +12/+24 h.
- Los **frentes son señalados como activos o débiles.**
- Cuando sea estrictamente necesario, se pueden trazar cuñas/vaguadas.

# III- Análisis de superficie (meso)



Líneas de inestabilidad  
(masa fría)



Patrón coma/frente frío  
secundario/Ciclogénesis  
de masa fría



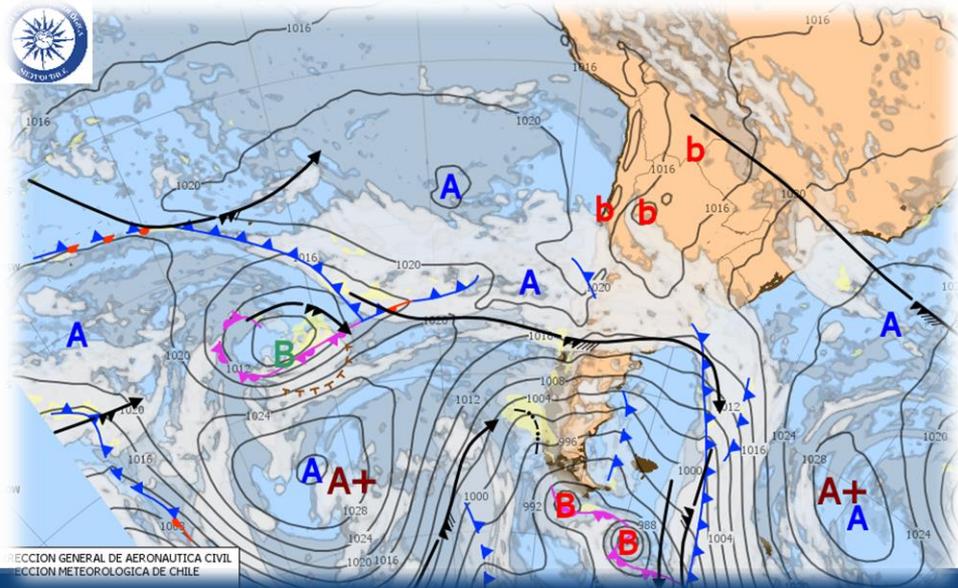
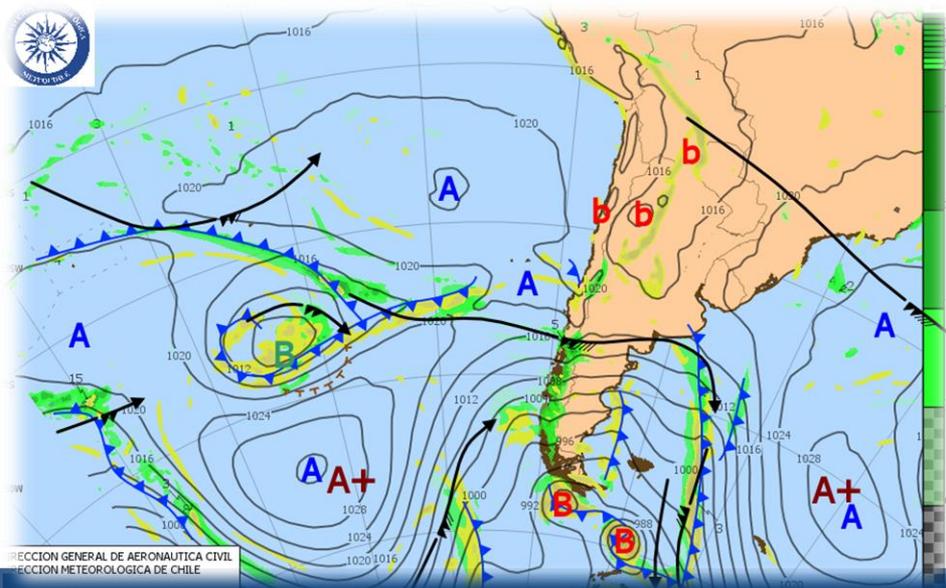
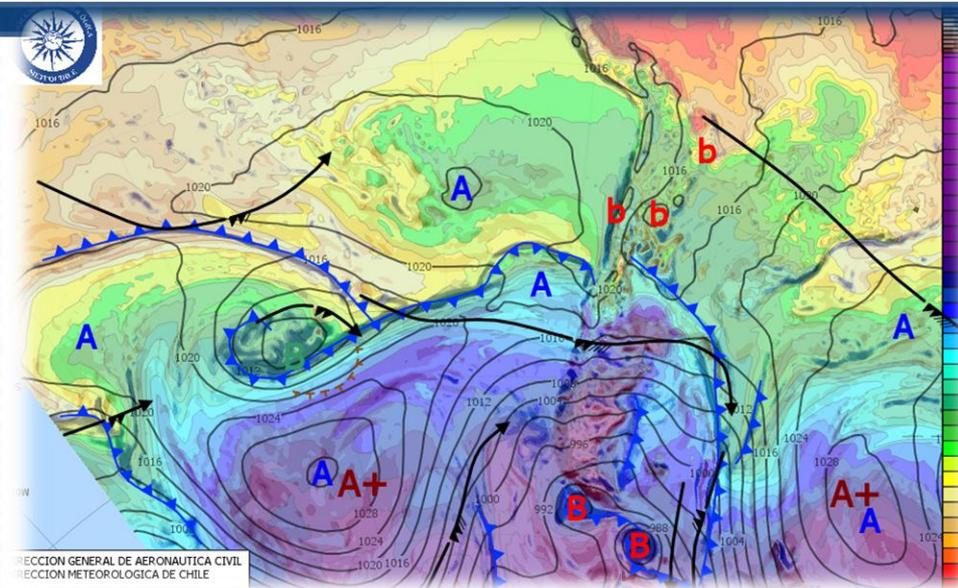
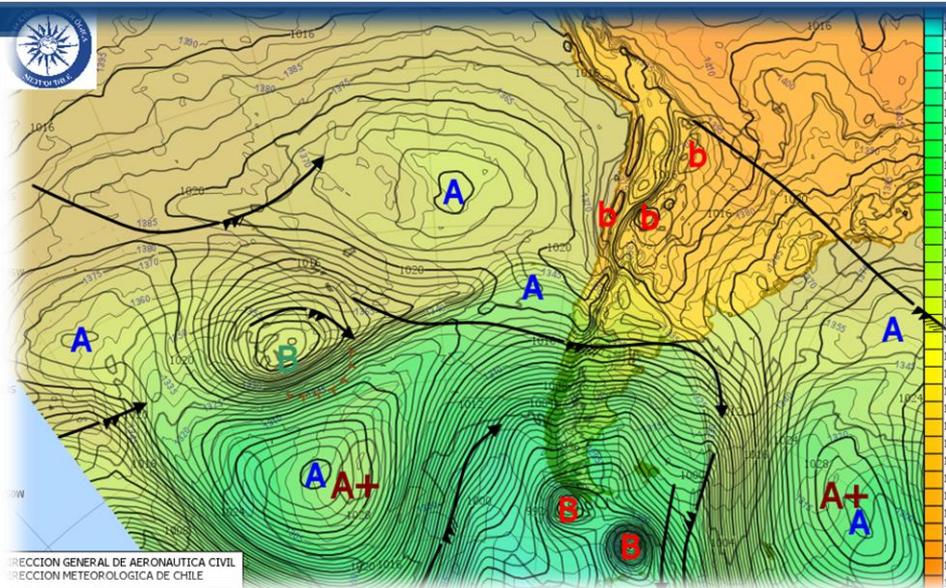
Sistema Convectivo de  
Mesoescala

- La **imagen satelital en el IR** (canal 13) es la principal capa de análisis de estructuras sub-sinópticas.

- Según los **patrones nubosos**, intensidad de los gradientes térmicos y presencia de rayos, se puede diferenciar estructuras de masa fría.

- Se utiliza el **símbolo de frente frío en frontogénesis** para aquellas estructuras sinópticas de masa fría más intensas y desarrolladas (frecuentemente ausencia de frente cálido).

- Los **Sistemas Convectivos de Mesoescala** (SCM) consideran: CCM, squall lines, arcos de eco, incluyendo drylines.



# Altas y Bajas presiones

Análisis de superficie	Capas principales	Capas complementarias	Características a trazar	Símbolo
<b>Altas y Bajas presiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión SFC</li> <li>- Presión SFC (alto gradiente)</li> <li>- Líneas de corriente SFC</li> <li>- Espesores 1000-850 hPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espesores 850-600 hPa</li> <li>- SAT IR canal 13</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(A) Centro de altas presiones</li> <li>(B) Bajas frías (ciclones extratropicales)</li> <li>(C) Bajas térmicas</li> </ul>	<div style="background-color: #ADD8E6; text-align: center; color: blue; font-weight: bold; font-size: 2em; width: 40px; height: 40px; margin: 5px;">A</div> <div style="background-color: #ADD8E6; text-align: center; color: red; font-weight: bold; font-size: 2em; width: 40px; height: 40px; margin: 5px;">B</div> <div style="background-color: #ADD8E6; text-align: center; color: red; font-weight: bold; font-size: 2em; width: 40px; height: 40px; margin: 5px;">b</div>

- Se diferencia a las **bajas térmicas y dinámicas** (sistemas frontales).
- Se debe dar la preferencia al trazado de altas y bajas en altura por sobre las de superficie.
- Las bajas pueden no aparecer cerradas en superficie.

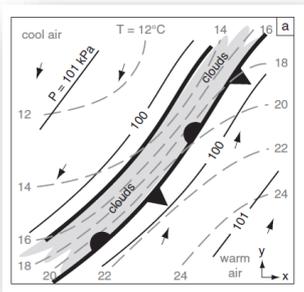
# Trazado de frentes

1) Zonas baroclínicas

2) Zonas frontales

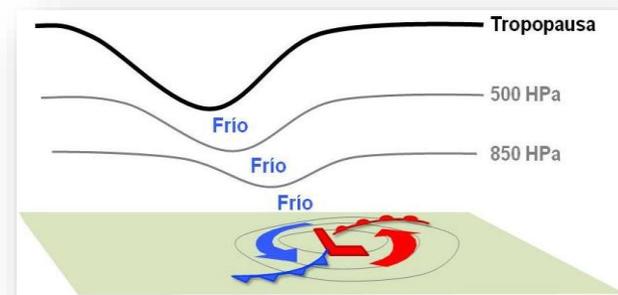
3) Tipo de frentes

4) Intensidad de frentes



Un frente es una región caracterizada por la frontogénesis, la cual contiene:

- 1) fuerte gradiente horizontal de temperatura potencial
- 2) máximo de vorticidad (mínimo en el hemisferio sur) (North, y otros, 2015).



# Trazado de frentes

<p><b>Trazado de frentes:</b></p> <p><b>a) Zonas baroclínicas</b></p>	<p><b>* Realizar animación -12h a +12 h</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorticidad relativa 1000 hPa</li> <li>- Theta bulbo húmedo 1000 hPa</li> <li>- Presión SFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorticidad relativa 850 hPa</li> <li>- Theta bulbo húmedo 850 hPa</li> <li>- Theta bulbo húmedo 700 hPa</li> <li>- Agua precipitable</li> </ul>	<p>Zonas baroclínicas</p>	
<p><b>Trazado de frentes:</b></p> <p><b>b) Zonas frontales activas</b></p>	<p><b>* Cargar el filtro:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorticidad relativa 850 hPa (<math>&lt;-5s^{-1}</math>)</li> <li>- Precipitación acumulada en 6 horas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SAT IR canal 13</li> </ul>	<p>Zonas frontales activas</p>	

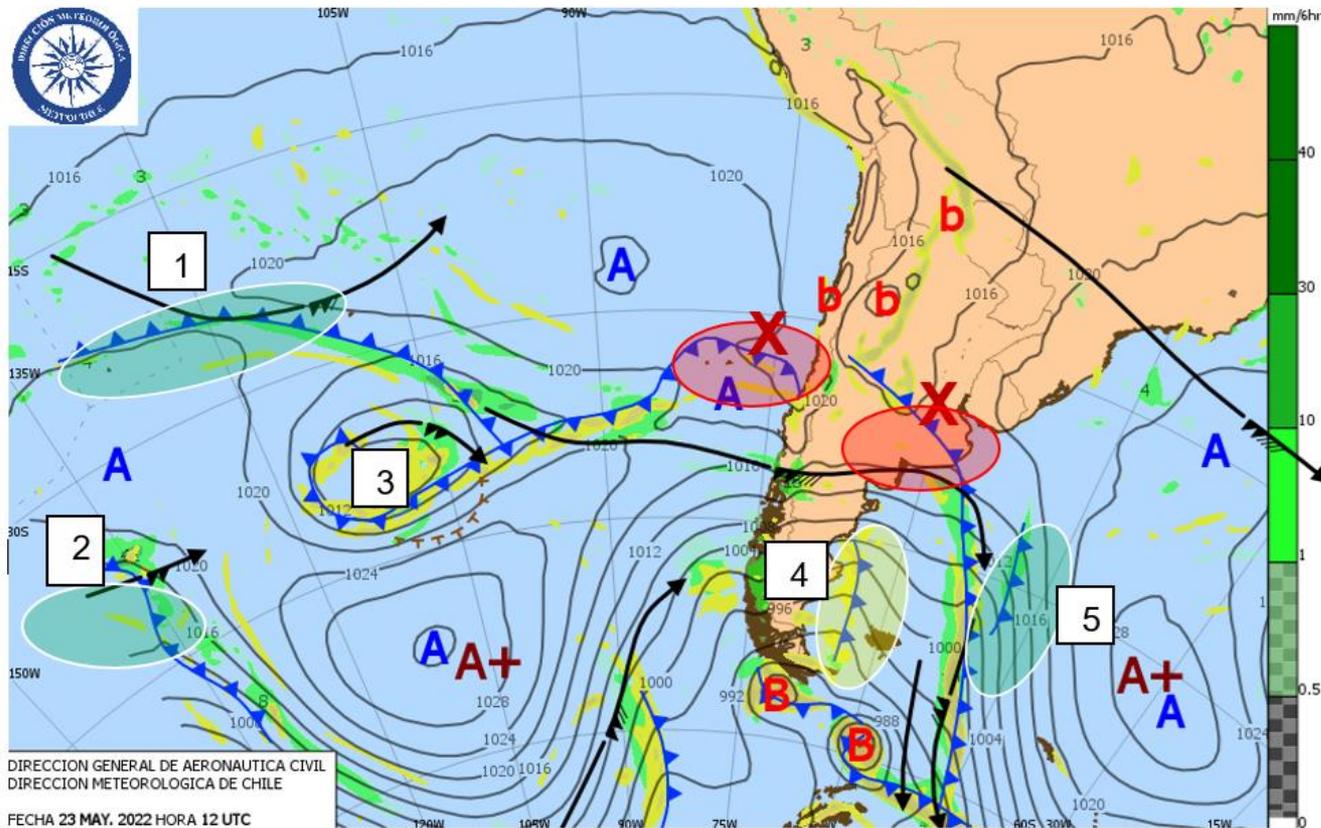


vorticidad ciclónica en 850 hPa menor a  $-5 \times 10^{-5} s^{-1}$

0

Santurette y  
Joly (2002)

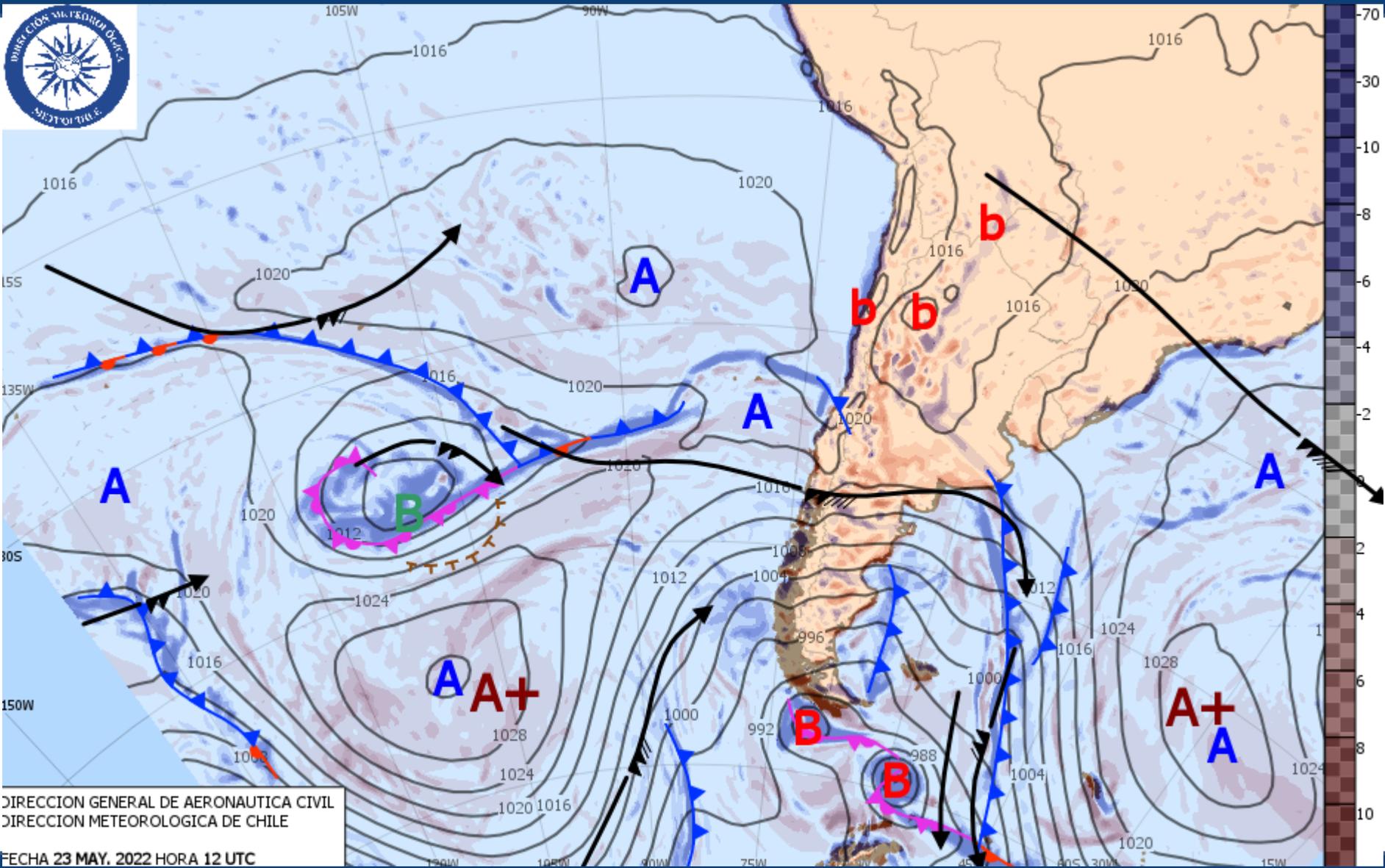
Precipitación > 0,5mm en las últimas 6 horas



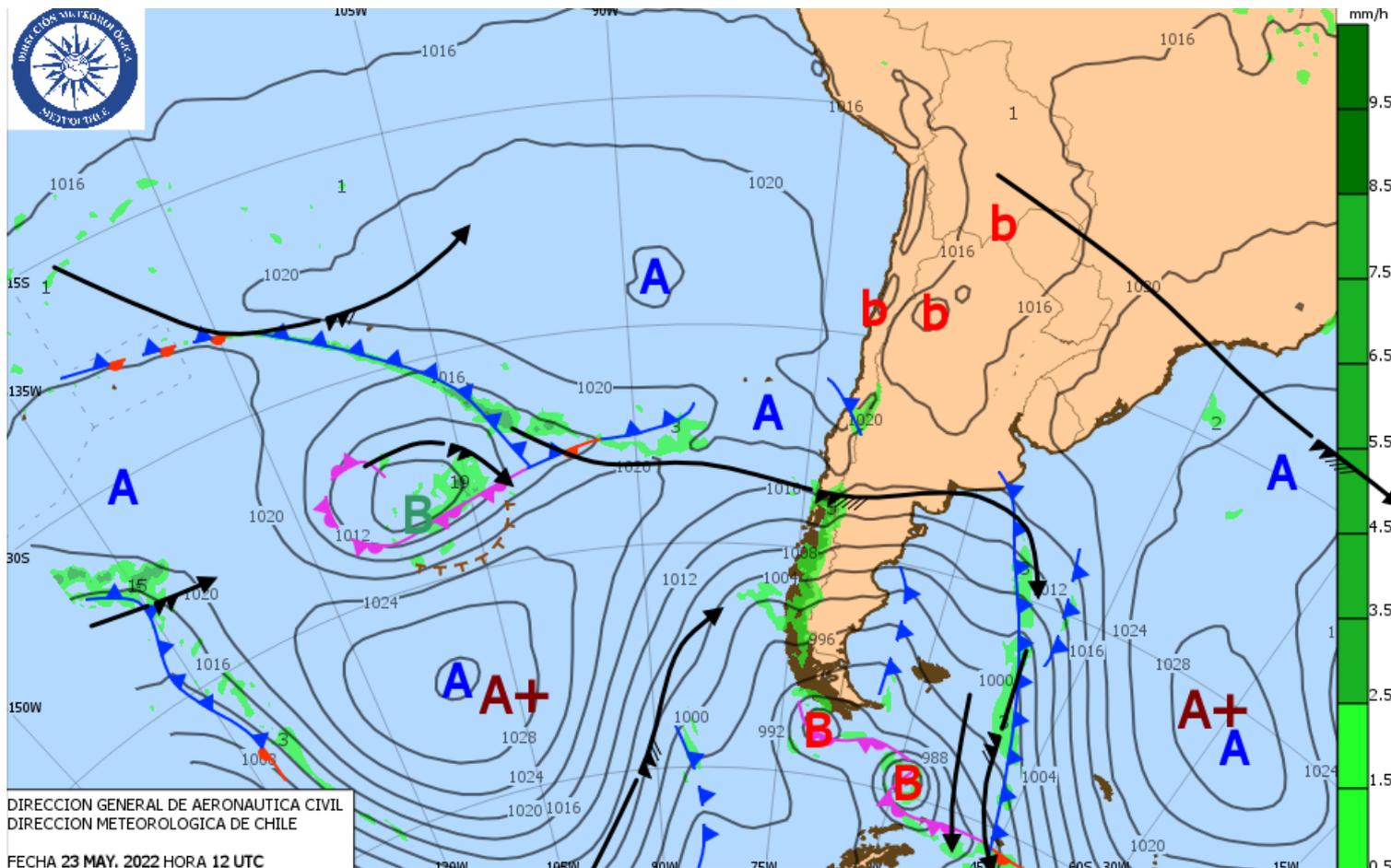
<p><b>Trazado de frentes:</b></p> <p><b>c) Tipo de frente</b></p>	<p><b>* Proyección +12 h</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorticidad relativa 1000 hPa</li> <li>- Theta bulbo húmedo 1000 hPa</li> <li>- Presión SFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Advección de temperatura 850 hPa</li> <li>- Vientos SFC</li> <li>- Espesores 1000-850 hPa</li> <li>- SAT IR canal 13</li> </ul>	<p>(A) Frente estacionario</p> <p>(B) Frente frío</p> <p>(C) Frente cálido</p> <p>(D) Frente ocluido</p>	
<p><b>Trazado de frentes:</b></p> <p><b>d) Frentes débiles</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensidad de precipitación mm/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Omega integrada niveles bajos (900-600 hPa)</li> </ul>	<p>(A) Frente estacionario débil</p> <p>(B) Frente frío débil</p> <p>(C) Frente cálido débil</p> <p>(D) Frente ocluido débil</p>	

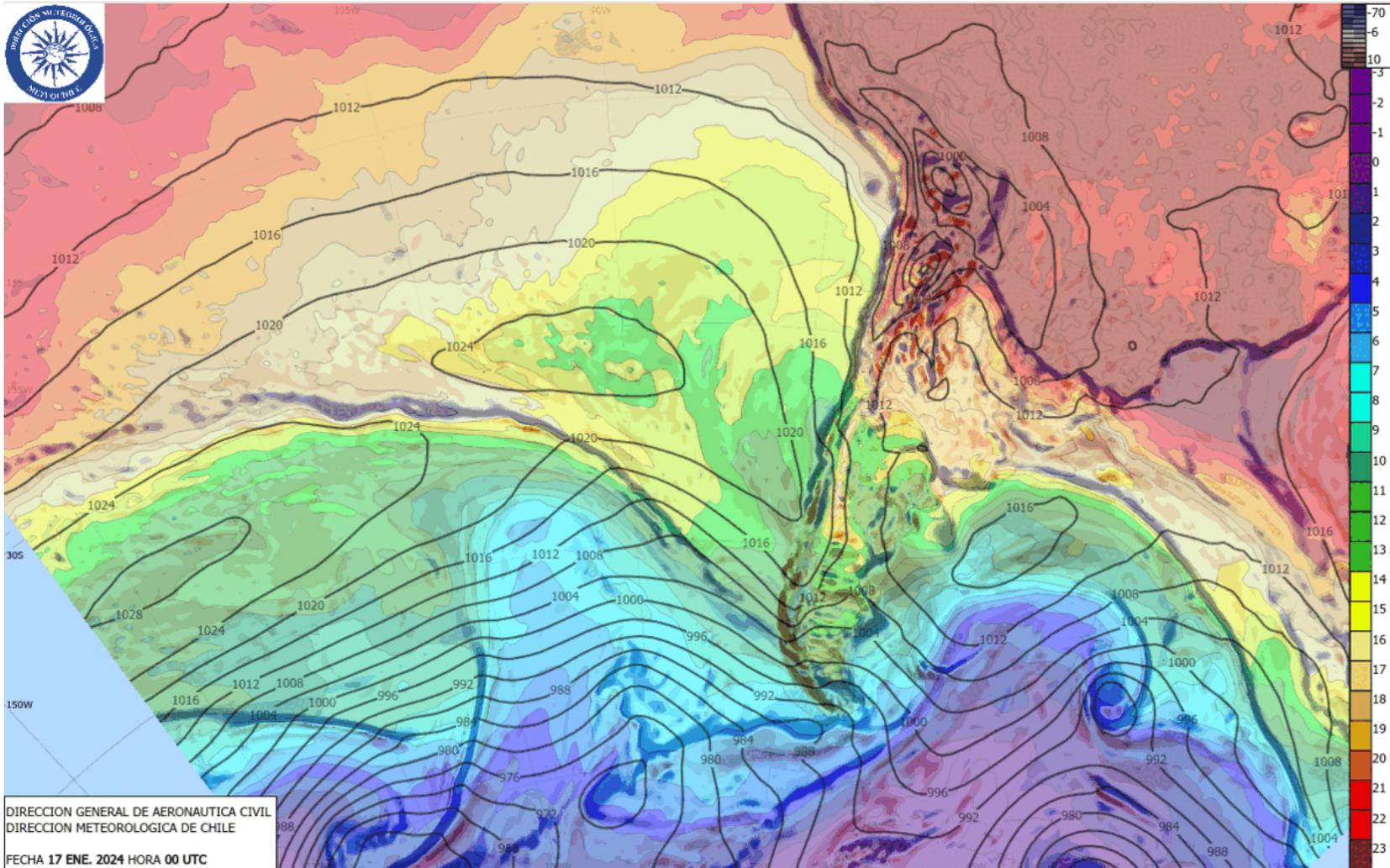


# Oficina de Aplicaciones Satelitales Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



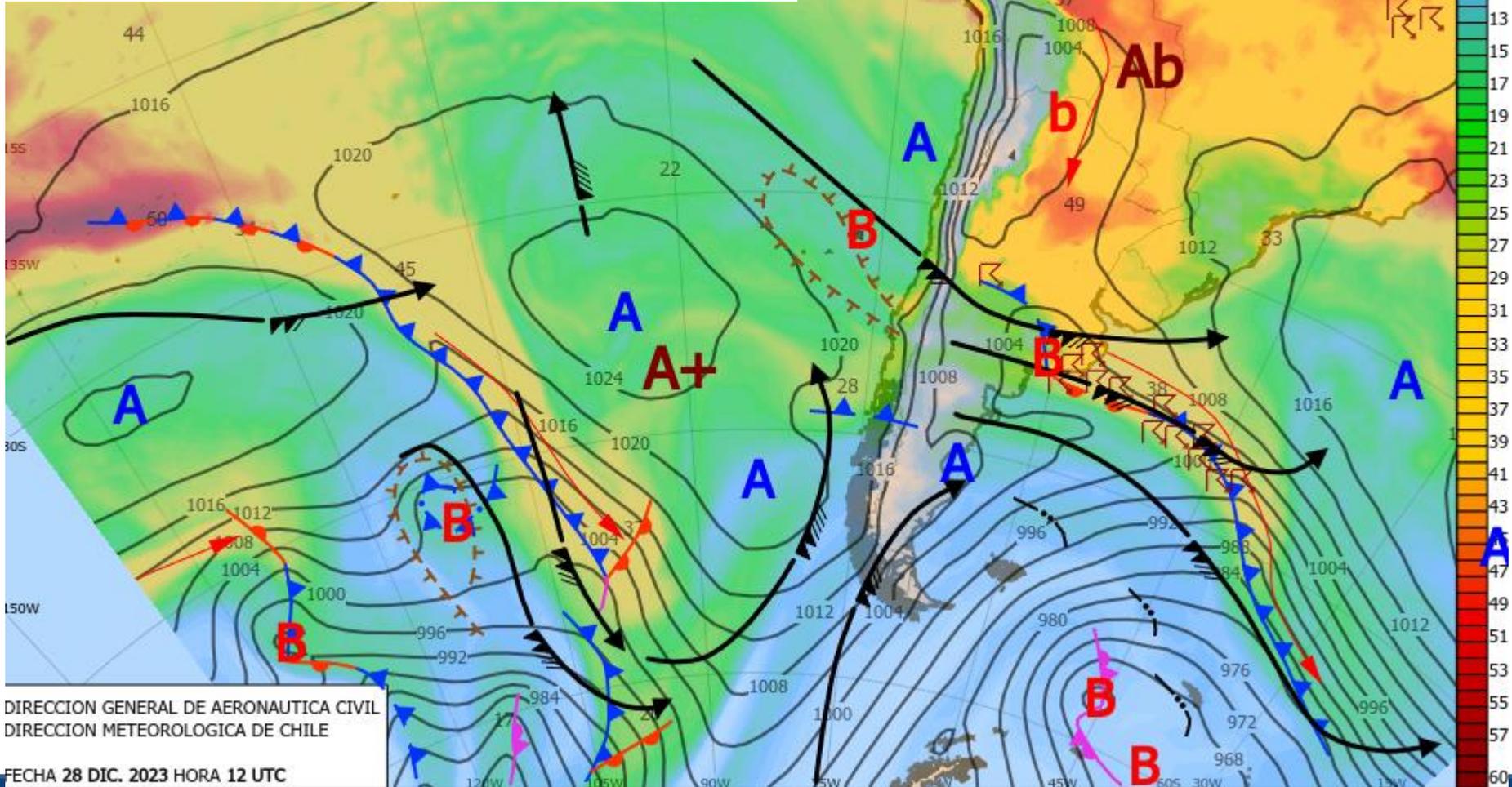
Precipitación > 0,5mm/h (instantánea)





**“Revolviendo una taza de café”**

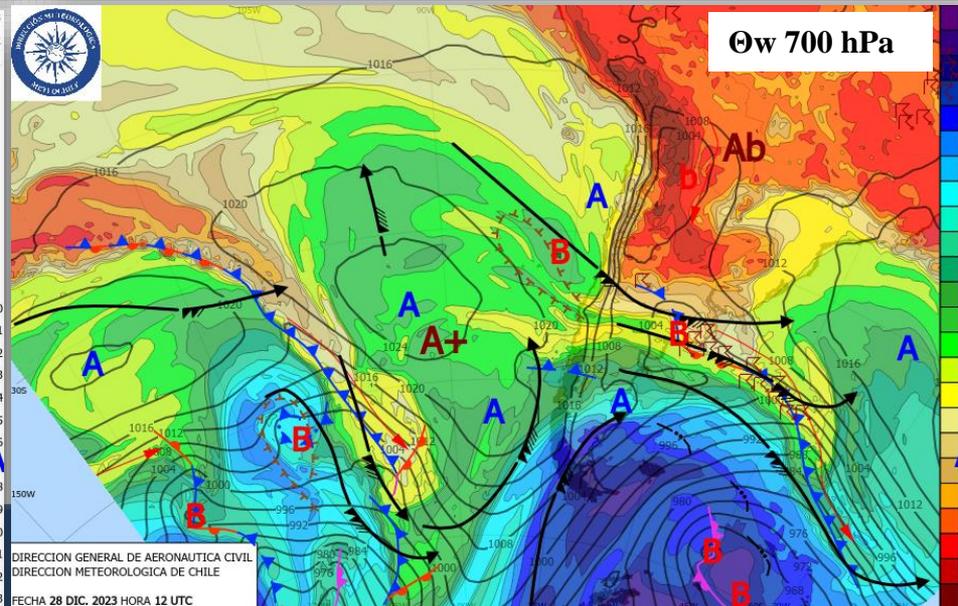
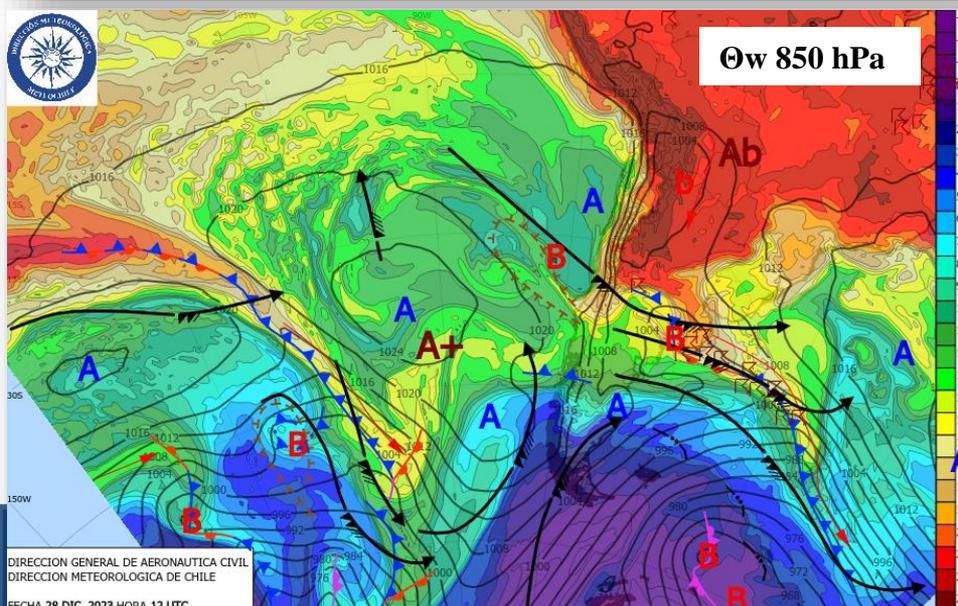
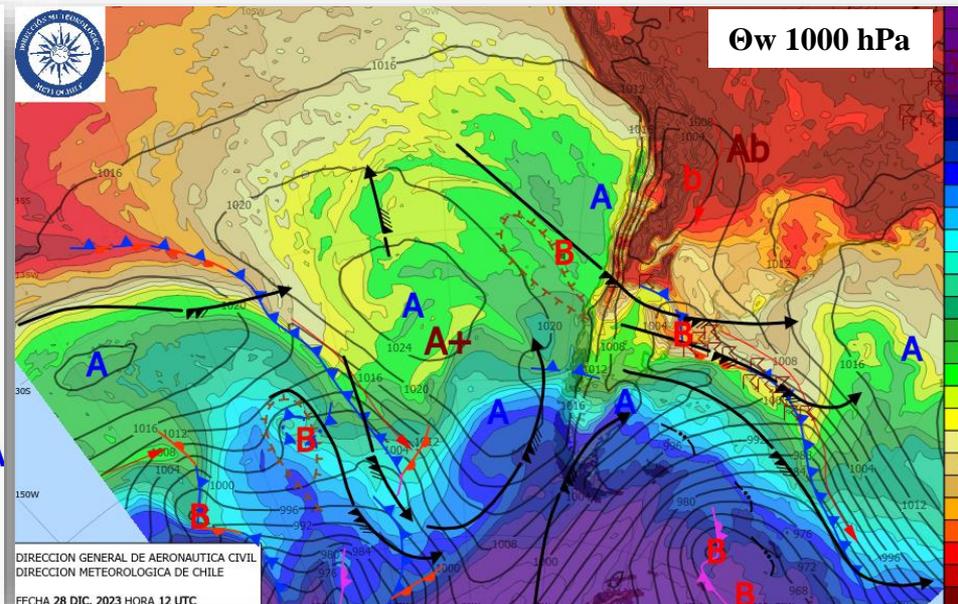
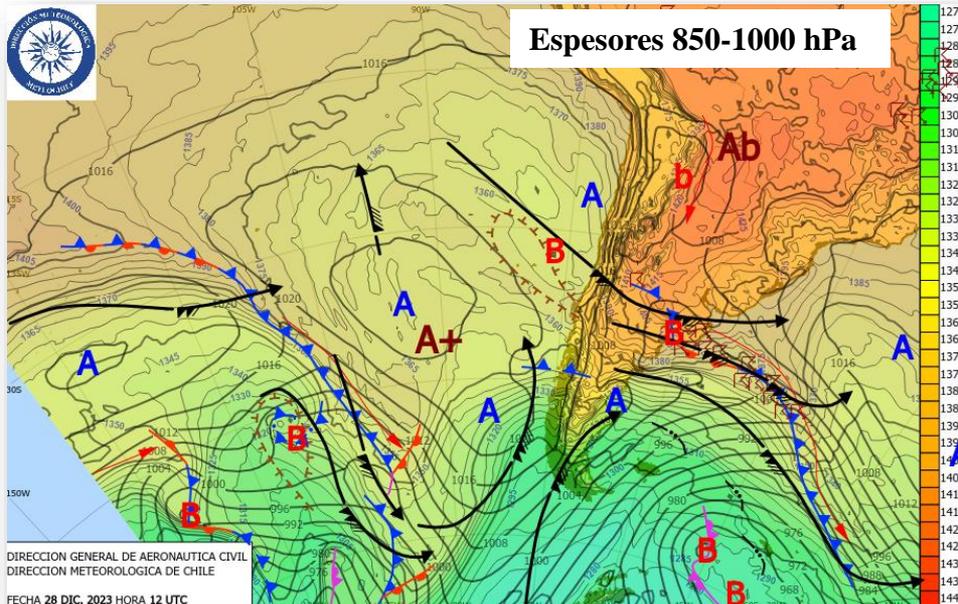
**El campo de agua precipitable es un buen trazador de frentes, excepto en masas de aire muy frías.**





# Oficina de Aplicaciones Satelitales

## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



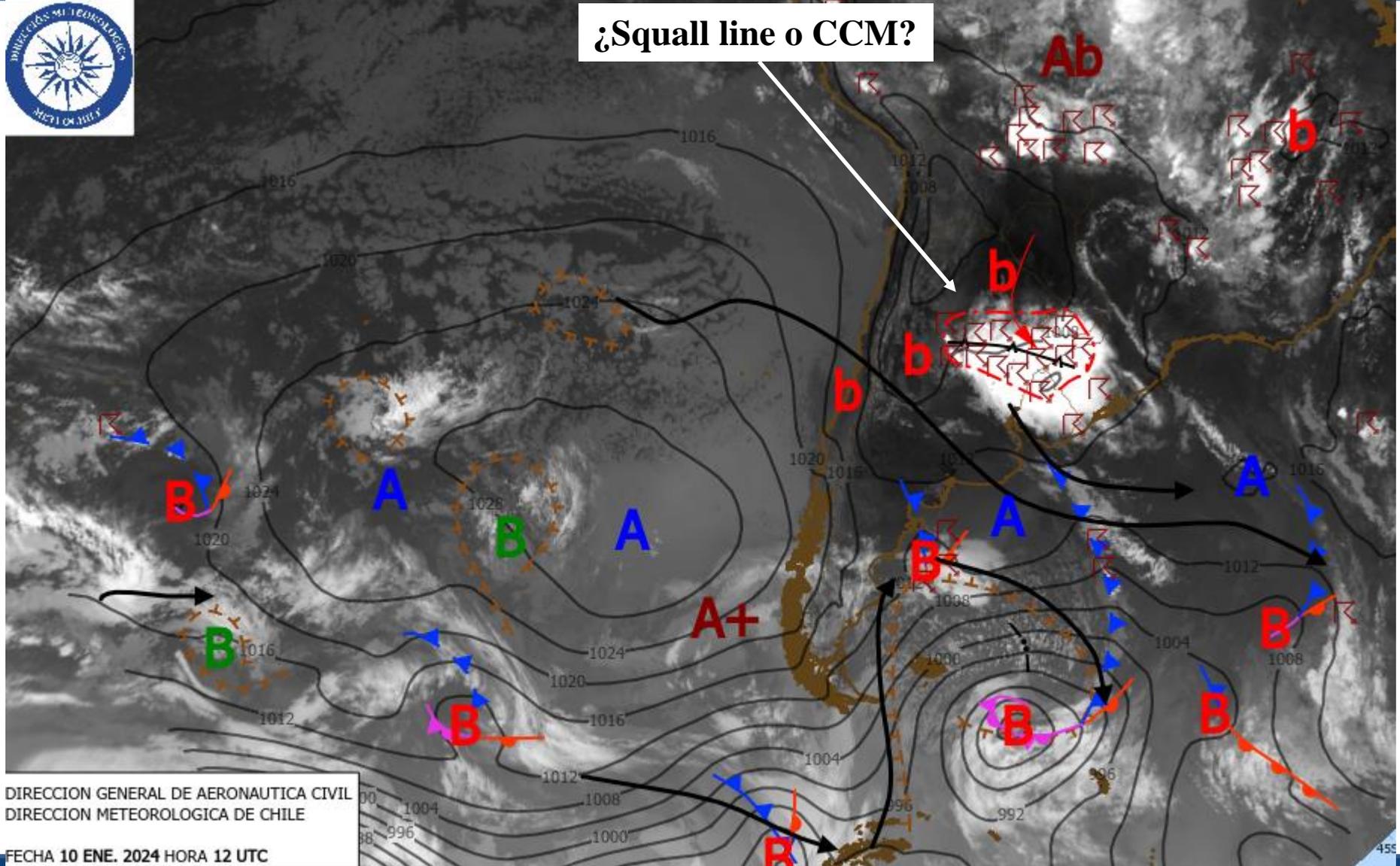
# Estructuras sub-sinópticas

<p><b>Estructuras sub-sinópticas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SAT IR canal 13</li> <li>- Omega niveles bajos (900-600 hPa)</li> <li>- Descargas eléctricas GLM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nubes convectivas</li> <li>- Vorticidad relativa 1000 hPa</li> <li>- Theta bulbo húmedo 1000 hPa</li> <li>-Intensidad de la precipitación mm/h</li> <li>-IVT</li> </ul>	<p>A) Patrones coma invertida o frentes secundarios convectivos</p> <p>B) Líneas de inestabilidad de masa fría</p> <p>C) Sistemas convectivos de mesoescala</p>	
--	--	--	---	--

*Observación: Se identifican todos los sistemas convectivos de mesoescala (SCM) con el símbolo de squall line.*

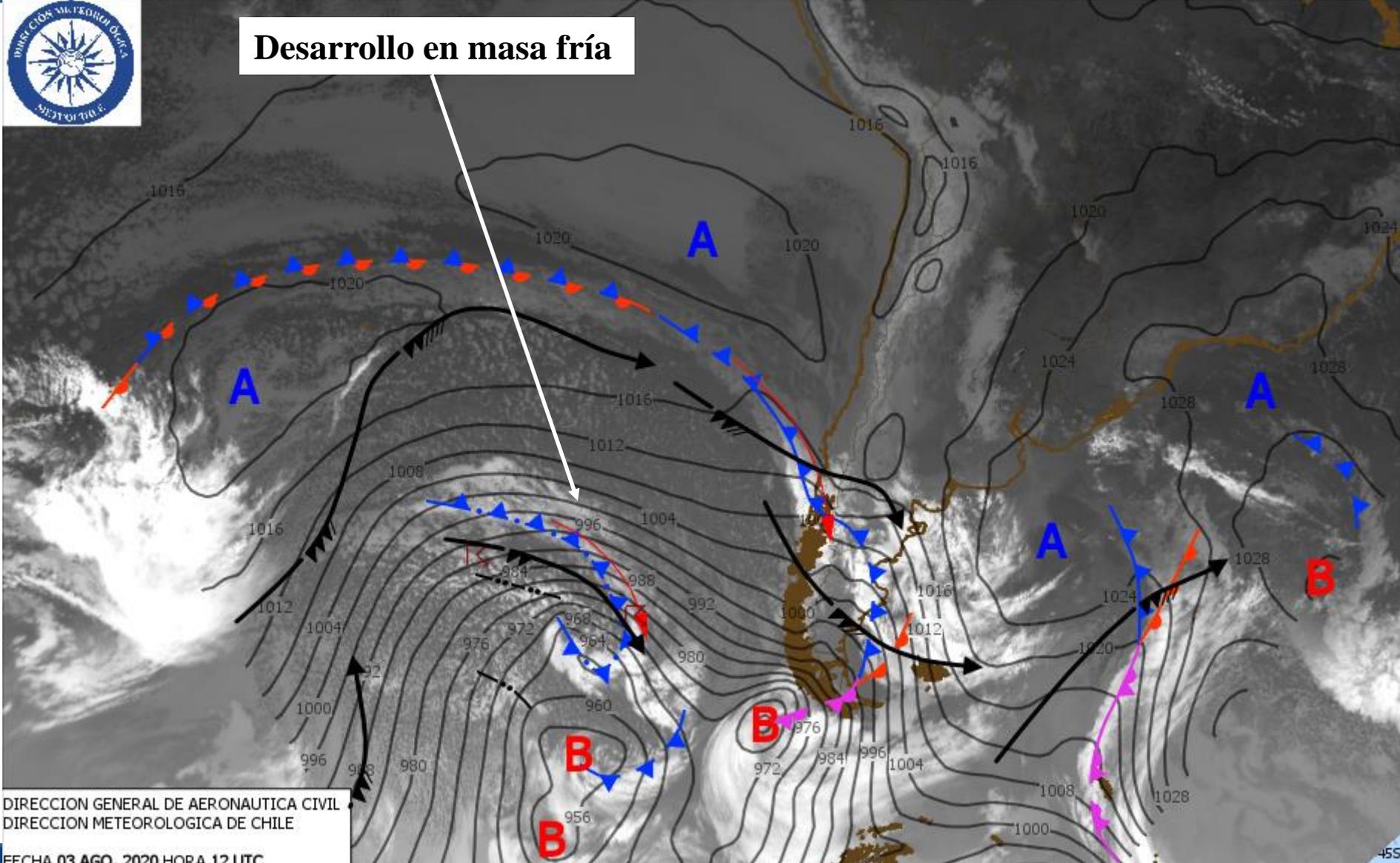


¿Squall line o CCM?





**Desarrollo en masa fría**



DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL  
DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE

FECHA 03 AGO. 2020 HORA 12 UTC

# IV- Análisis complementario



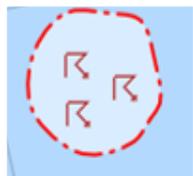
Río atmosférico moderado-intenso



Río atmosférico extremo



Tormentas eléctricas



Área de abundantes tormentas eléctricas

- **Fenómenos significativos**

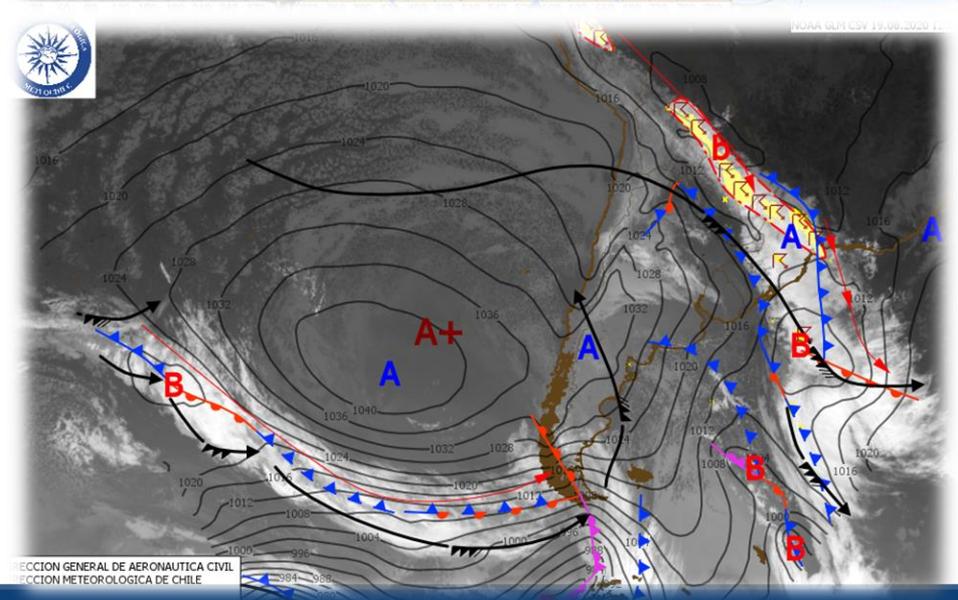
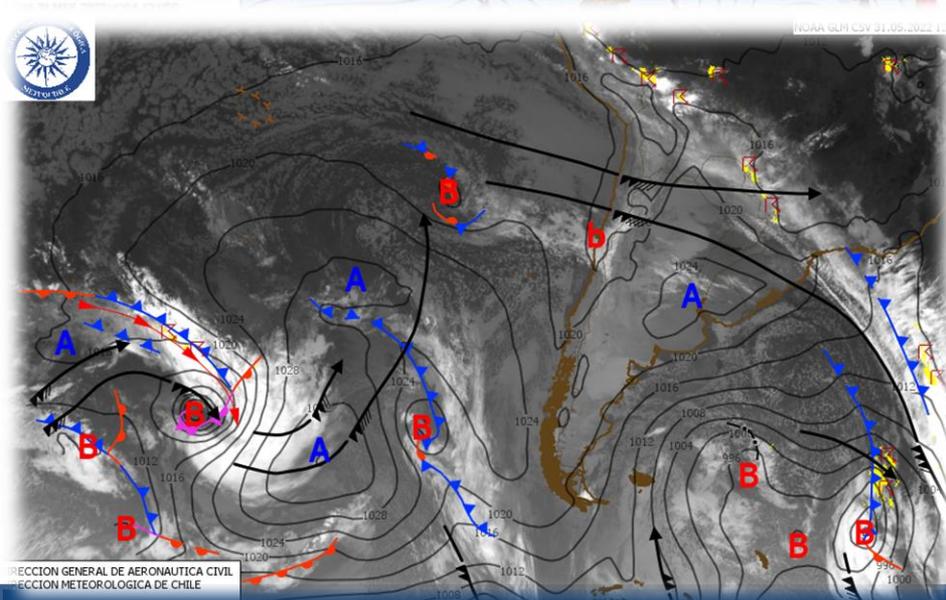
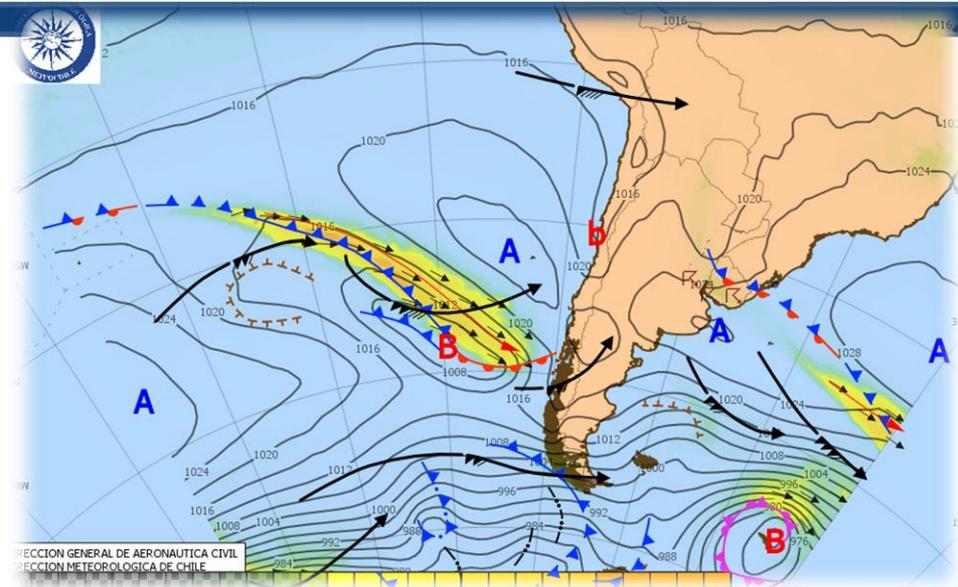
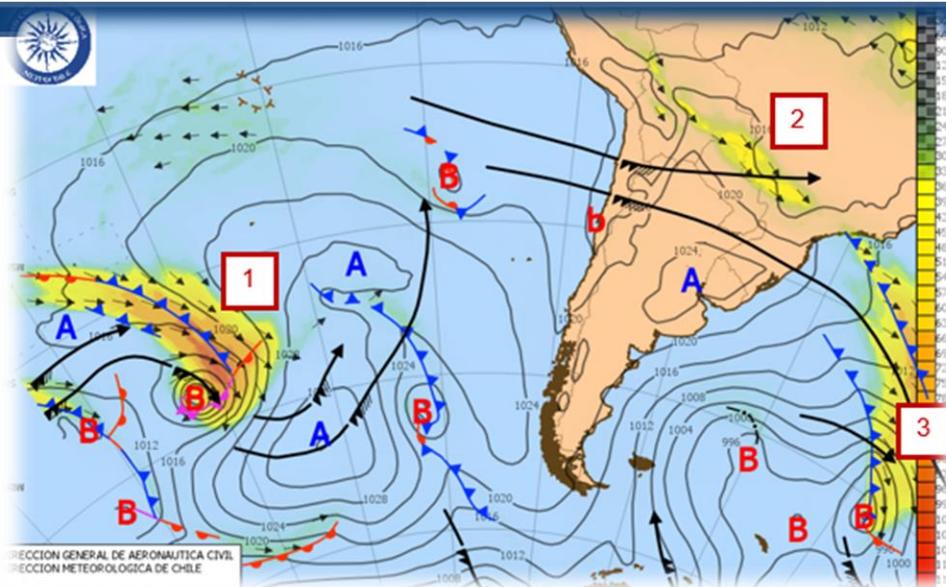
- Uso de **GLM** para las descargas eléctricas

- Ríos atmosféricos analizados con **IVT**:

- Las **tormentas eléctricas** ocurridas en la última hora.
- Las zonas con tormentas eléctricas abundantes se destacan aún más, especialmente en el sector trasandino.
- Los **ríos atmosféricos** se analizan en base al IVT instantáneo.

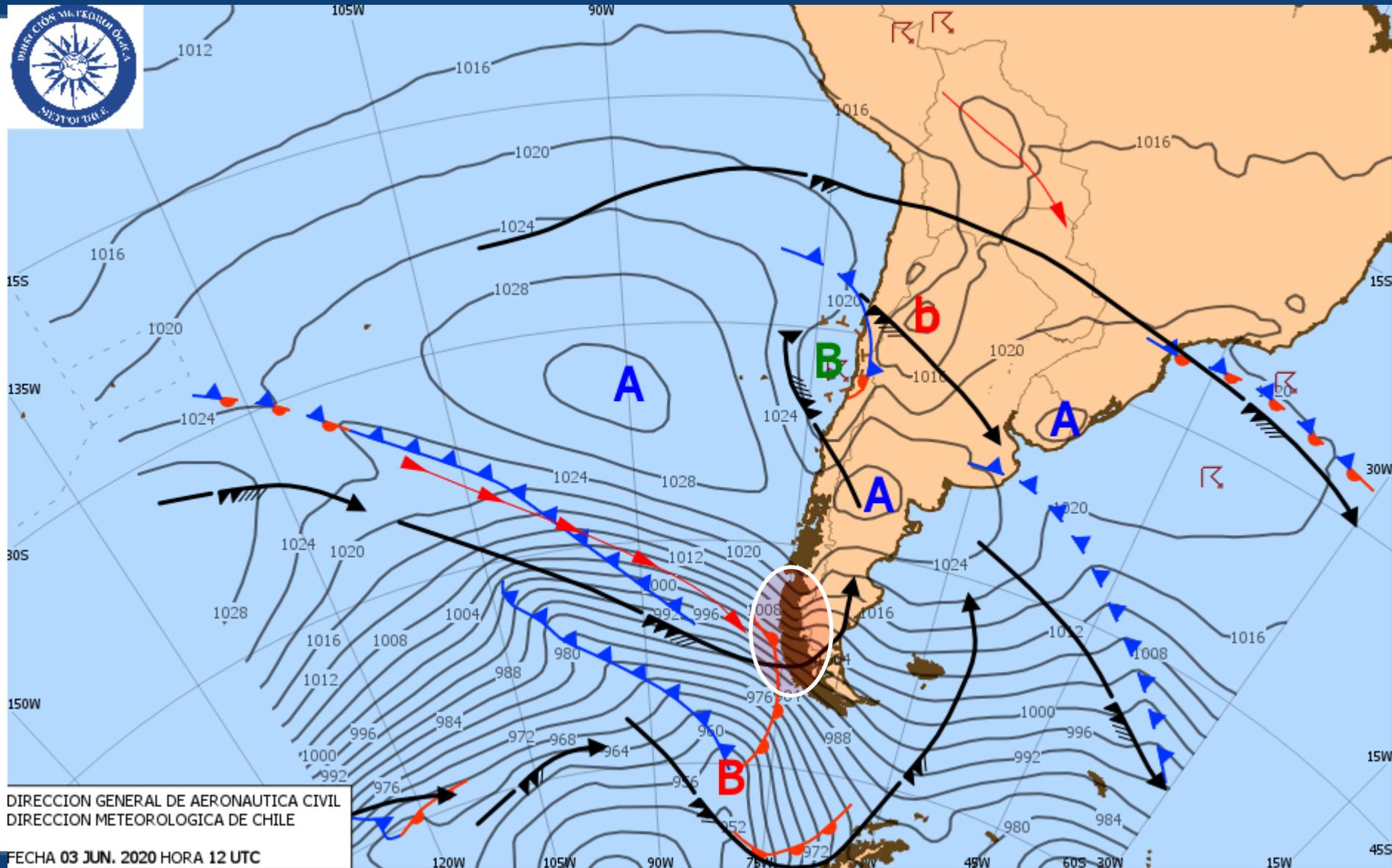
**Intensos** entre 500-1000 Kg/ms,

- **Extremos** >1000 Kg/ms)





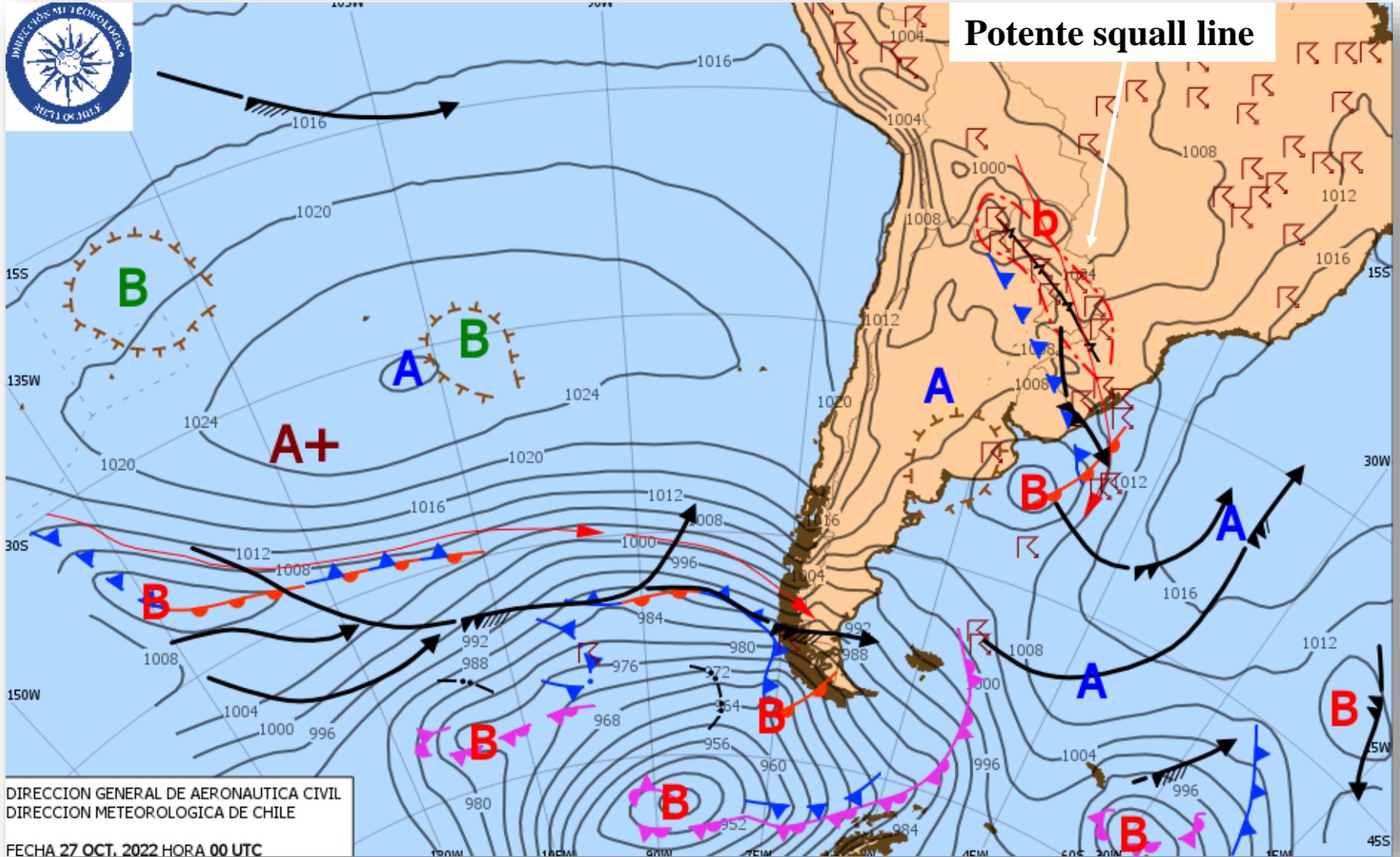
# Oficina de Aplicaciones Satelitales Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL  
DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE

FECHA 03 JUN. 2020 HORA 12 UTC







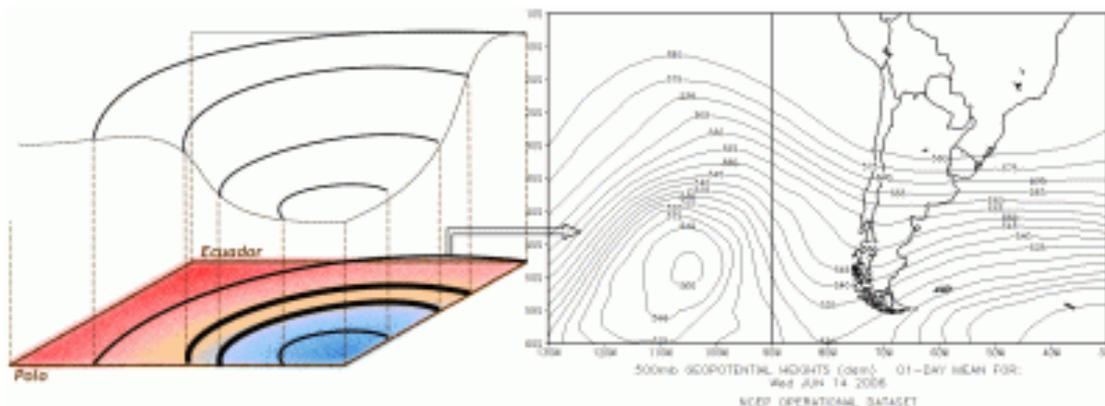
# Aplicaciones y análisis de casos



# ¿Qué es cuasi-geostrofia?

- Representa una versión simplificada del set de ecuaciones dinámicas

*“Se puede inferir el campo de velocidad 3-D de la atmósfera a partir del **campo de distribución de altura geopotencial en coordenadas de presión** (desde un plano puedo obtener características en la vertical)”*



# Para esto se asume

- Numero de Rossby pequeño ( $R_0$ ) [sinóptica]
- Viento ageostrófico aprox 10% del V real
  - Procesos adiabáticos
  - Sin fricción
- Estabilidad estática horizontalmente uniforme
  - Balance hidrostático

Jet Streak Circulations  
Section 2: Divergence and Ageostrophic Winds

Produced by the COMET® Program

2.1 The Ageostrophic Wind Defined

1) Definition of ageostrophic wind

$$\vec{V}_{ageo} = \vec{V} - \vec{V}_{geo}$$

2)

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + f\vec{V} \times \hat{k}$$

Where:  $\rho$  = density;  $\nabla P$  = pressure gradient;  $f$  = Coriolis parameter;  $\hat{k}$  = vertical unit vector

3) Substitute into righthand side of 2) and use definition in 1)

$$\vec{V}_{geo} = \frac{\hat{k}}{\rho f} \times \nabla P; \text{ so } \frac{1}{\rho} \nabla P = f\vec{V}_{geo} \times \hat{k}$$

4) Now solve for  $V_{ageo}$

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = f\vec{V}_{ageo} \times \hat{k}$$

5) Expand  $dV/dt$  and use  $V_{geo}$  wind for local time tendency term

$$\vec{V}_{ageo} = \frac{\hat{k}}{f} \times \frac{d\vec{V}}{dt}$$

6)

$$\vec{V}_{ageo} = \frac{\hat{k}}{f} \times \left[ \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\hat{k}}{\rho f} \times \nabla P \right) + (\vec{V} \cdot \nabla) \vec{V} + w \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} \right]$$

2:12 / 2:12





# Las aceleraciones son de vital importancia para generación de Vag

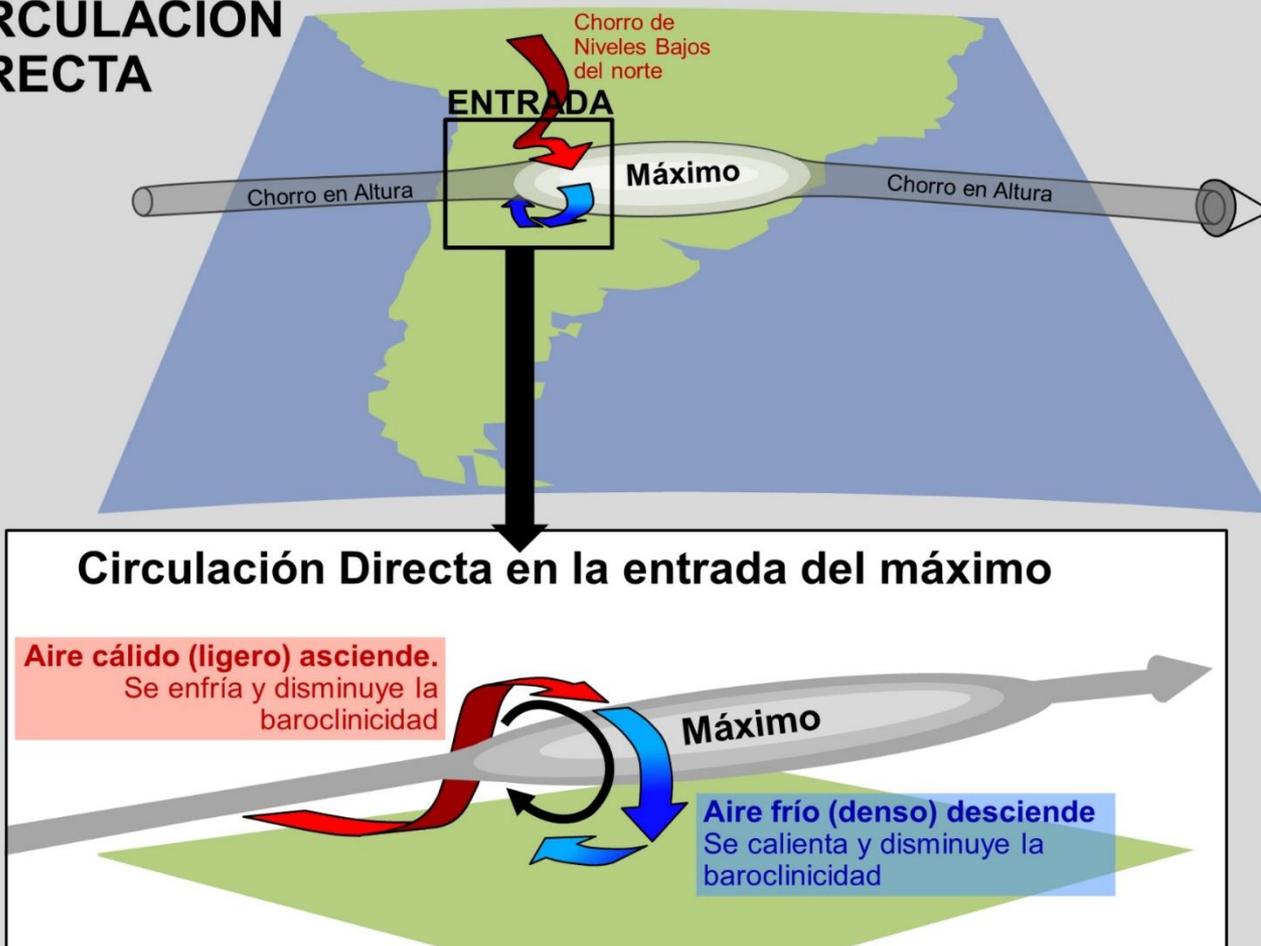
- ¿Dónde encontramos las mayores aceleraciones del viento?

1- Flujos curvados

2- En el entorno de las corrientes en chorro

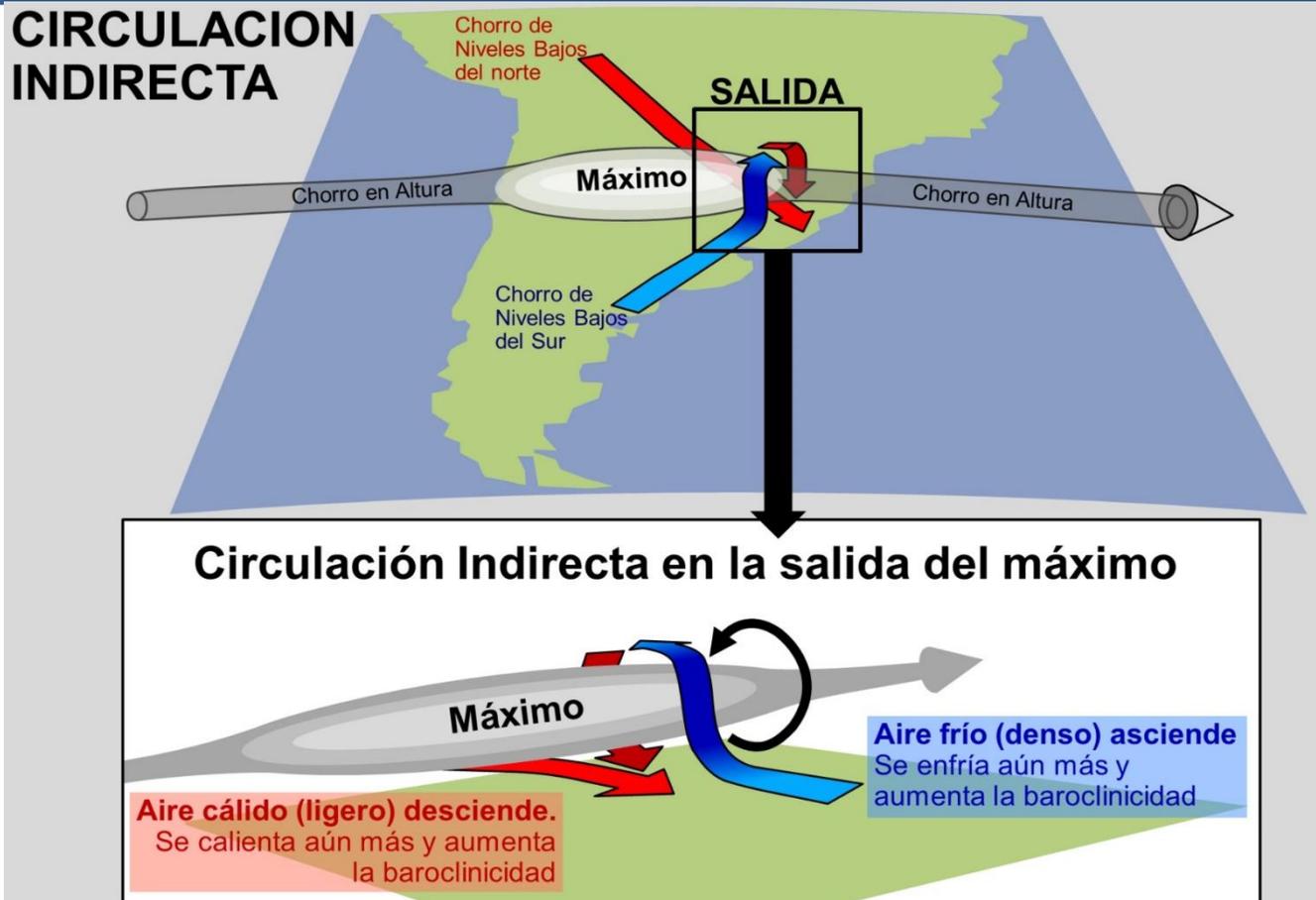
- El Vag es el responsable de la generación del tiempo significativo (es lo que se escapa del balance geostrófico)

## CIRCULACION DIRECTA



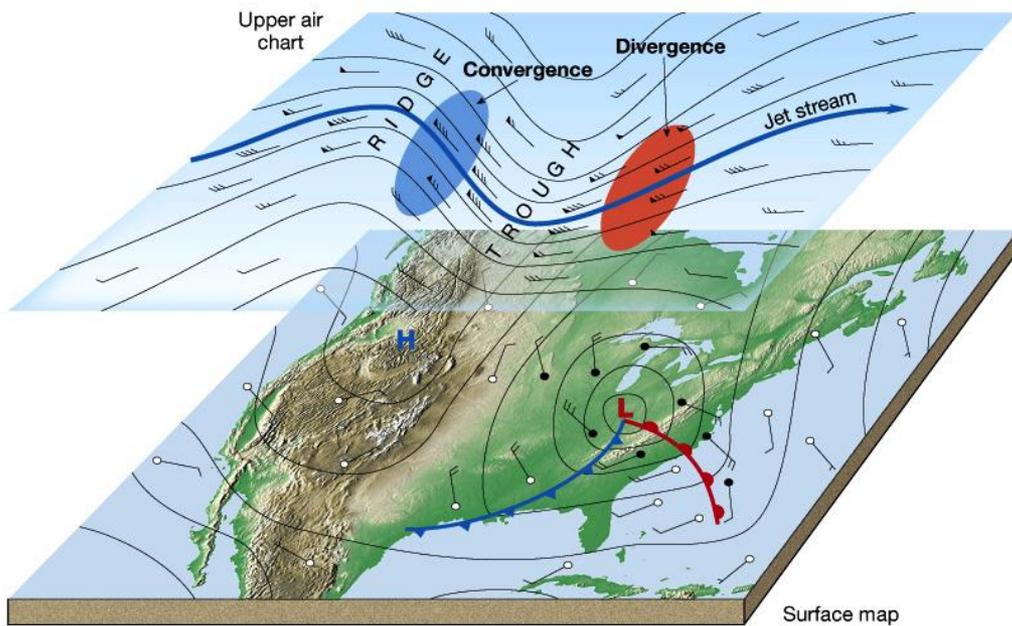
Fuente:  
NOAA

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

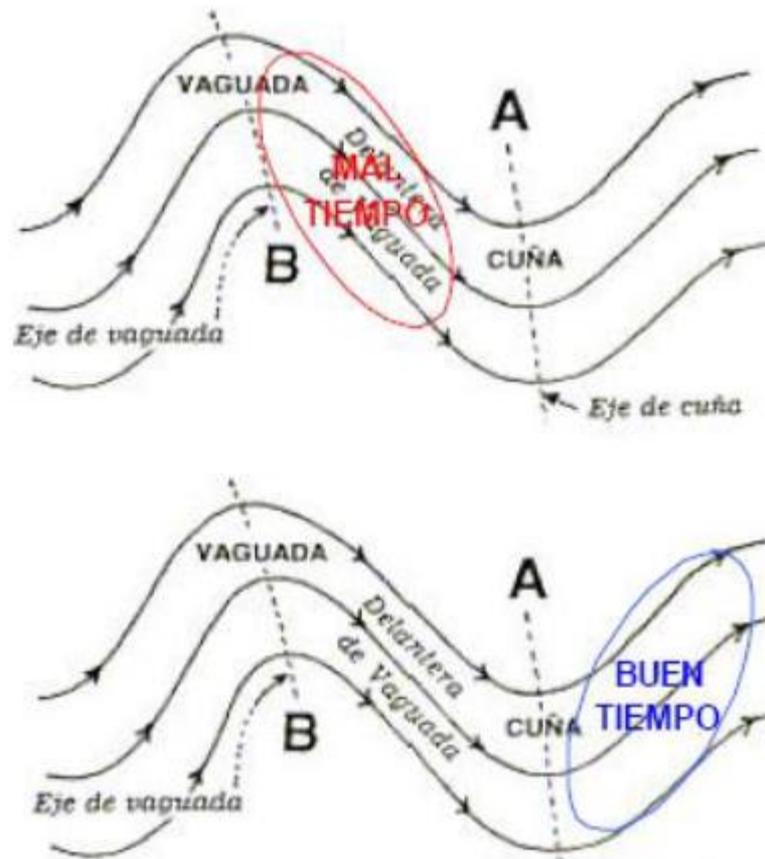


Fuente:  
NOAA

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.



**HN**

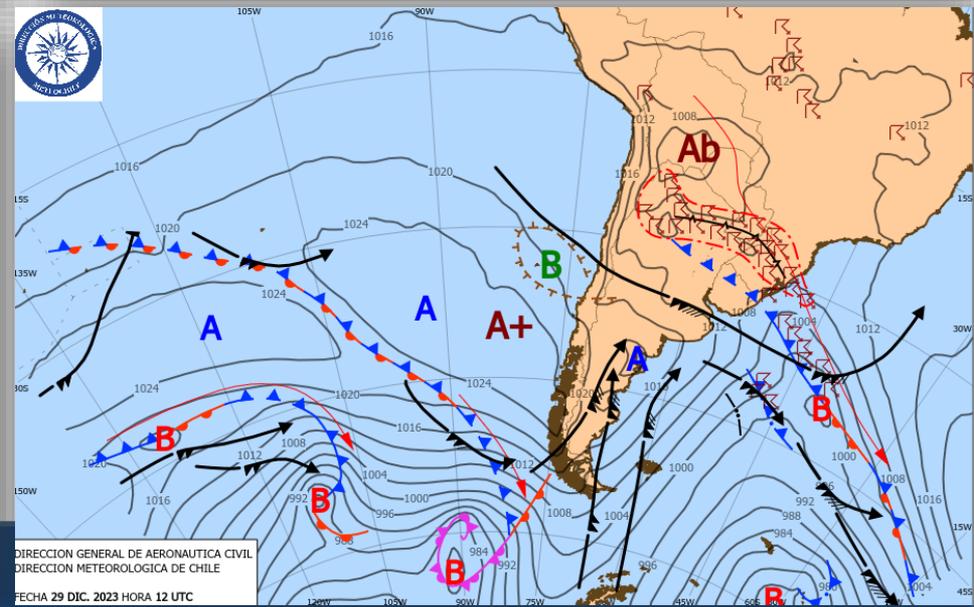
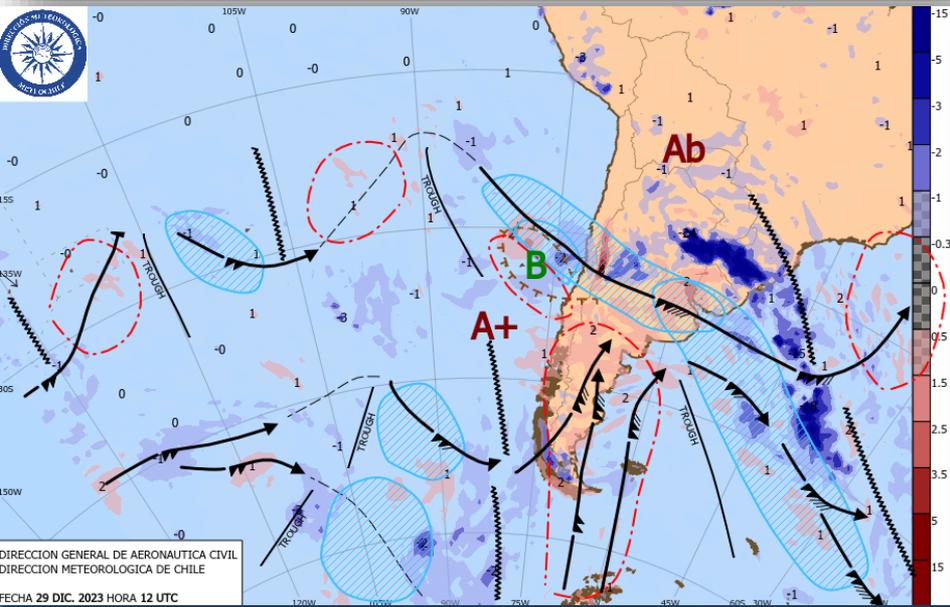
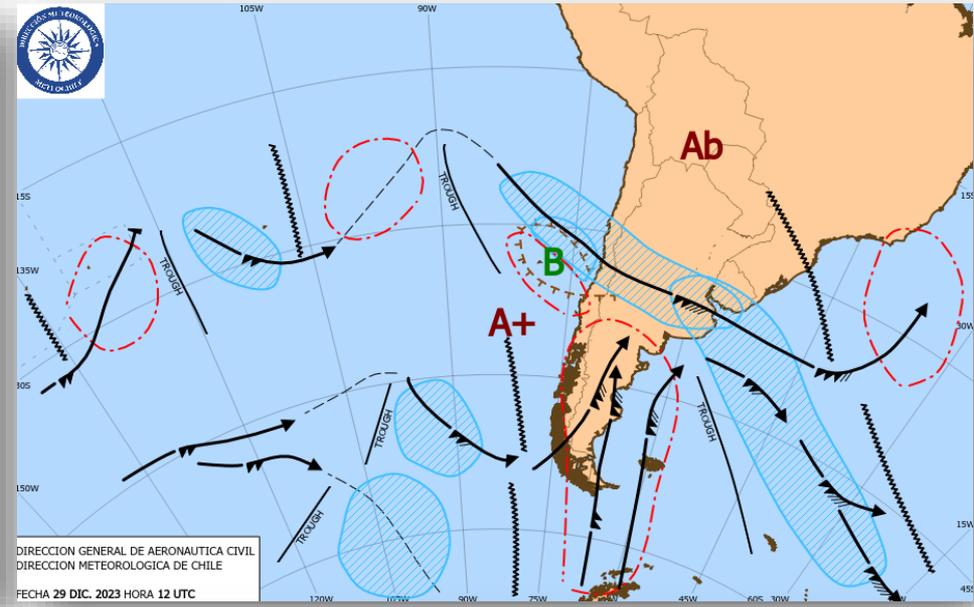
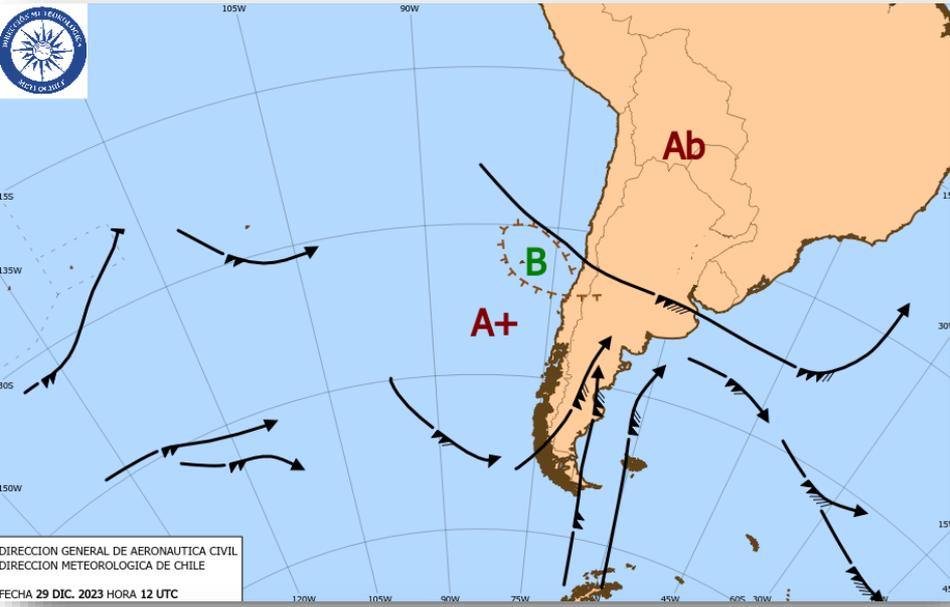


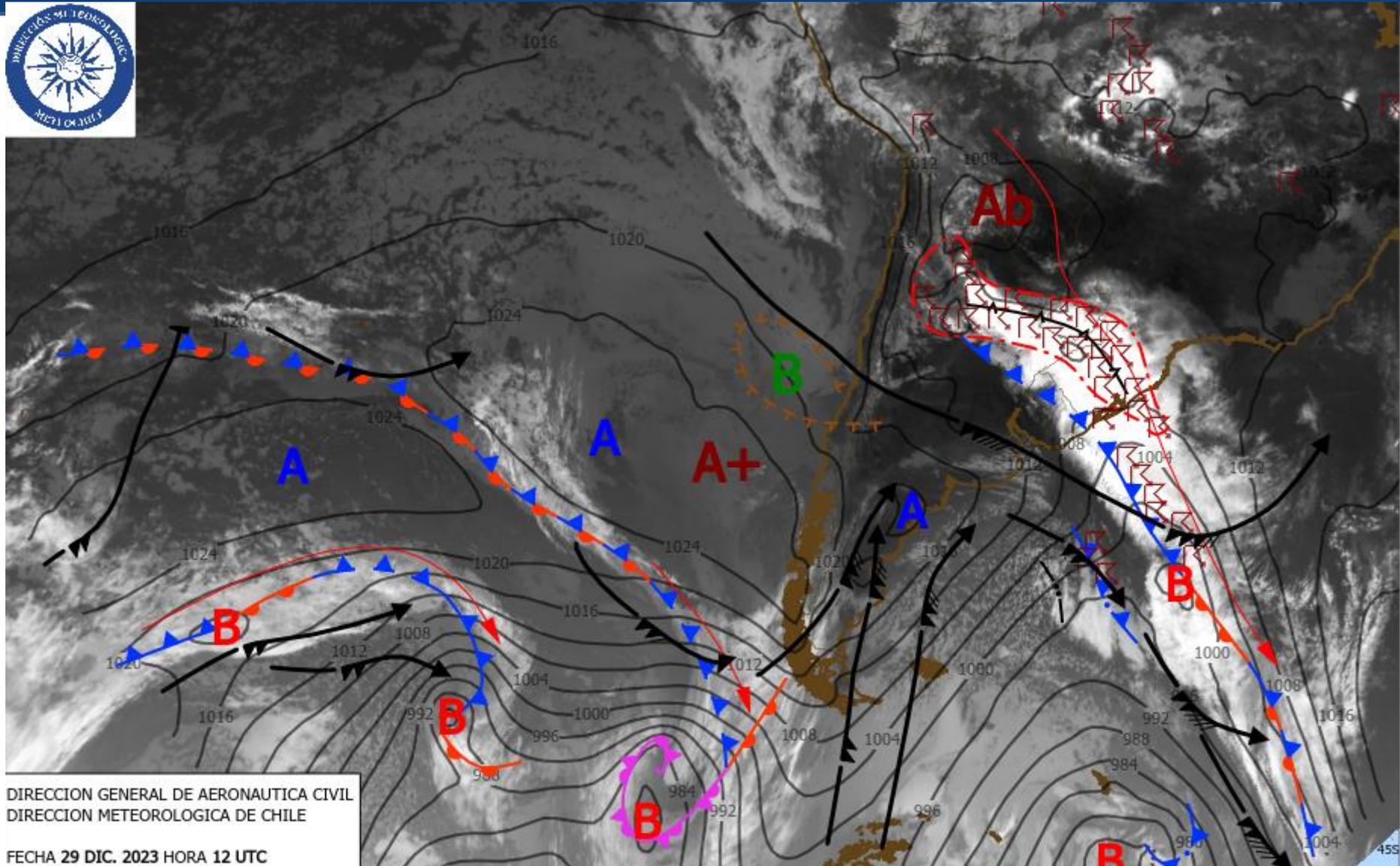
**HS**

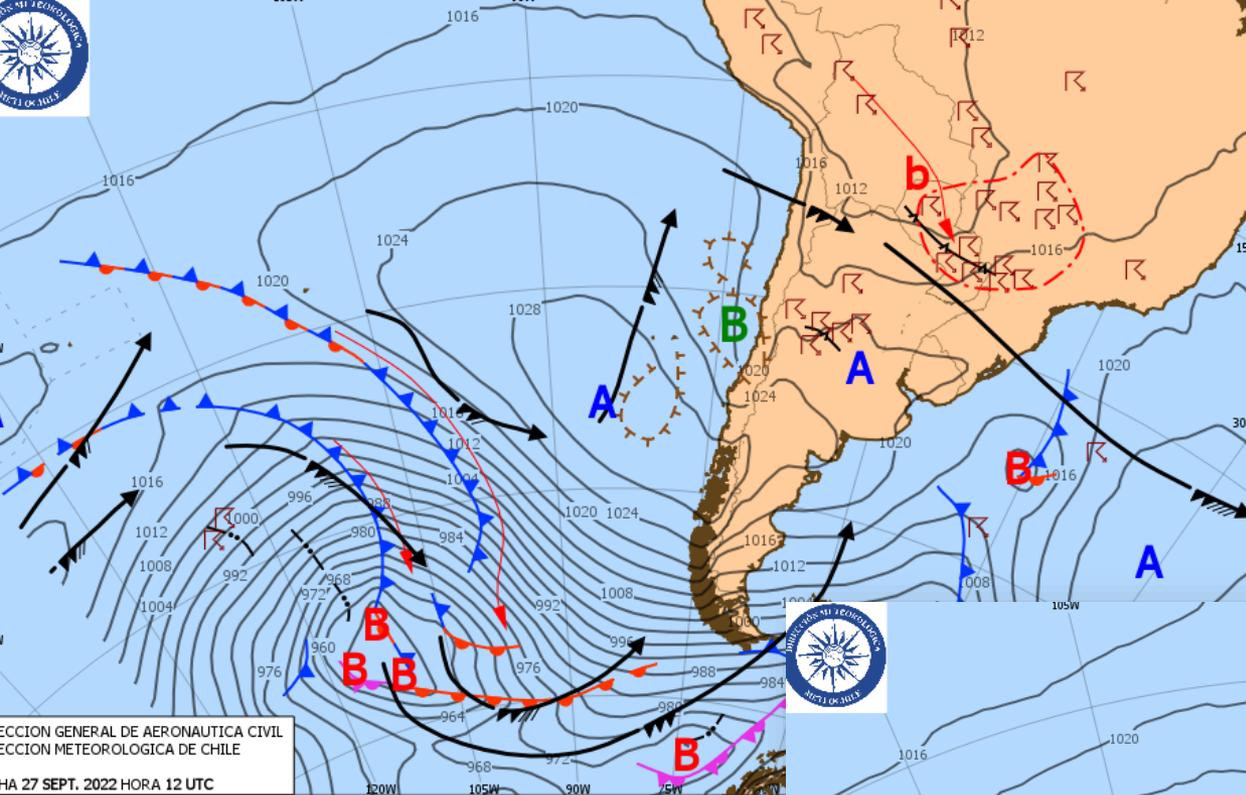


# Oficina de Aplicaciones Satelitales

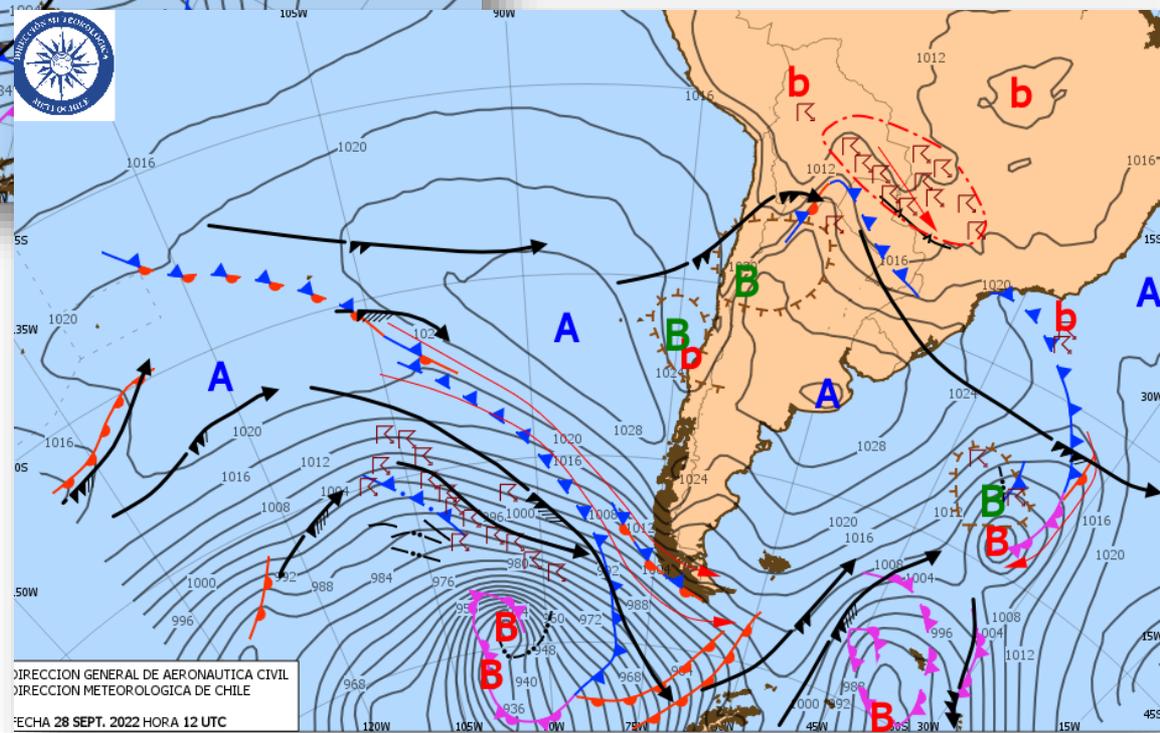
## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico







DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL  
DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE  
FECHA 27 SEPT. 2022 HORA 12 UTC



DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL  
DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE  
FECHA 28 SEPT. 2022 HORA 12 UTC

# Evolución de los sistemas

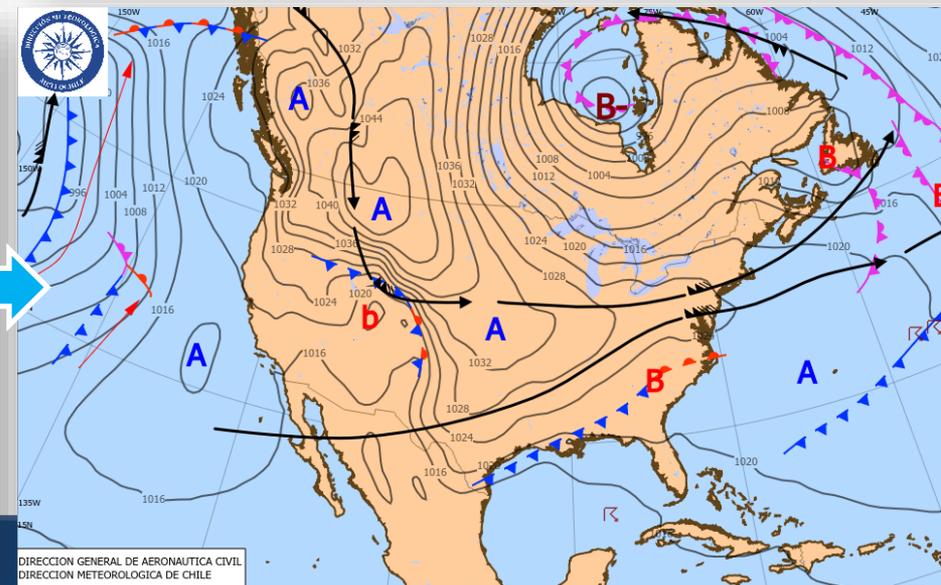
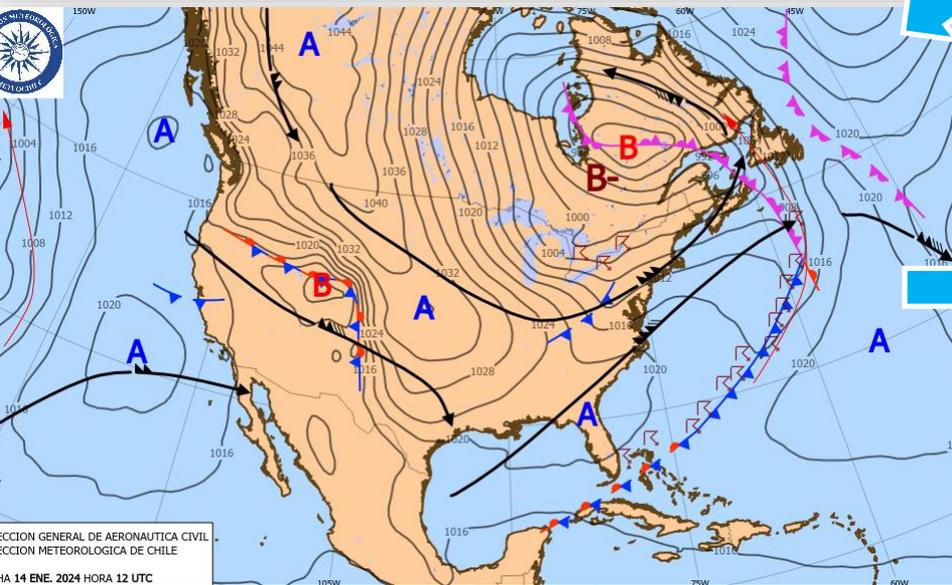
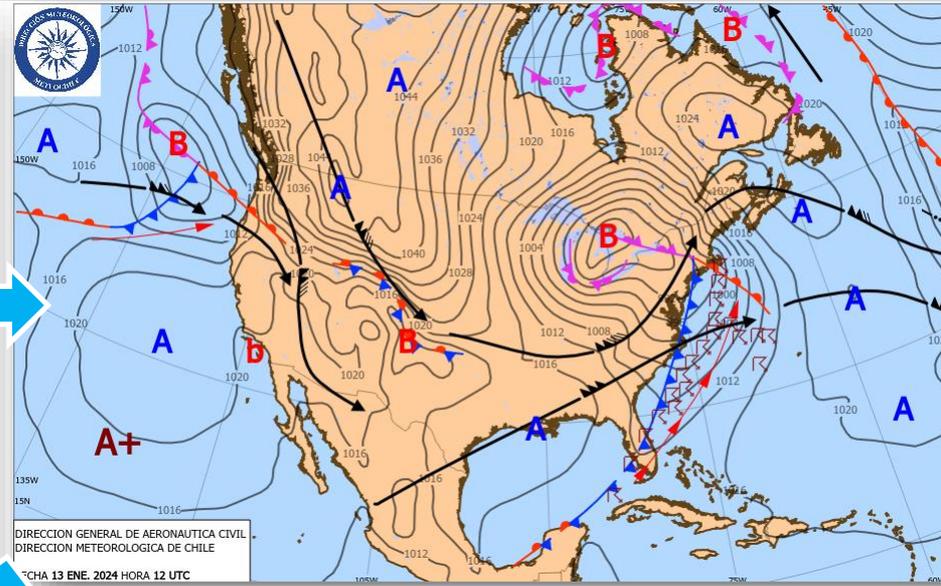
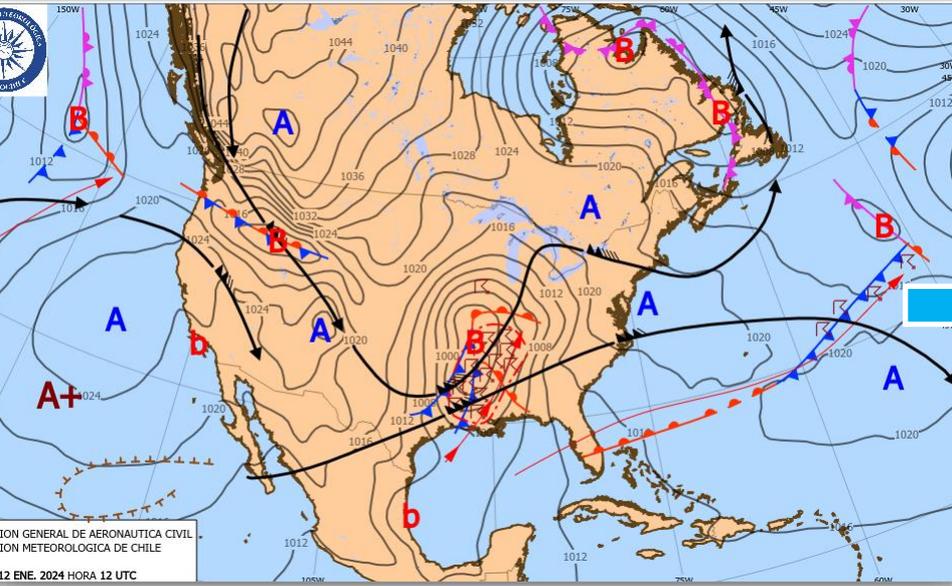


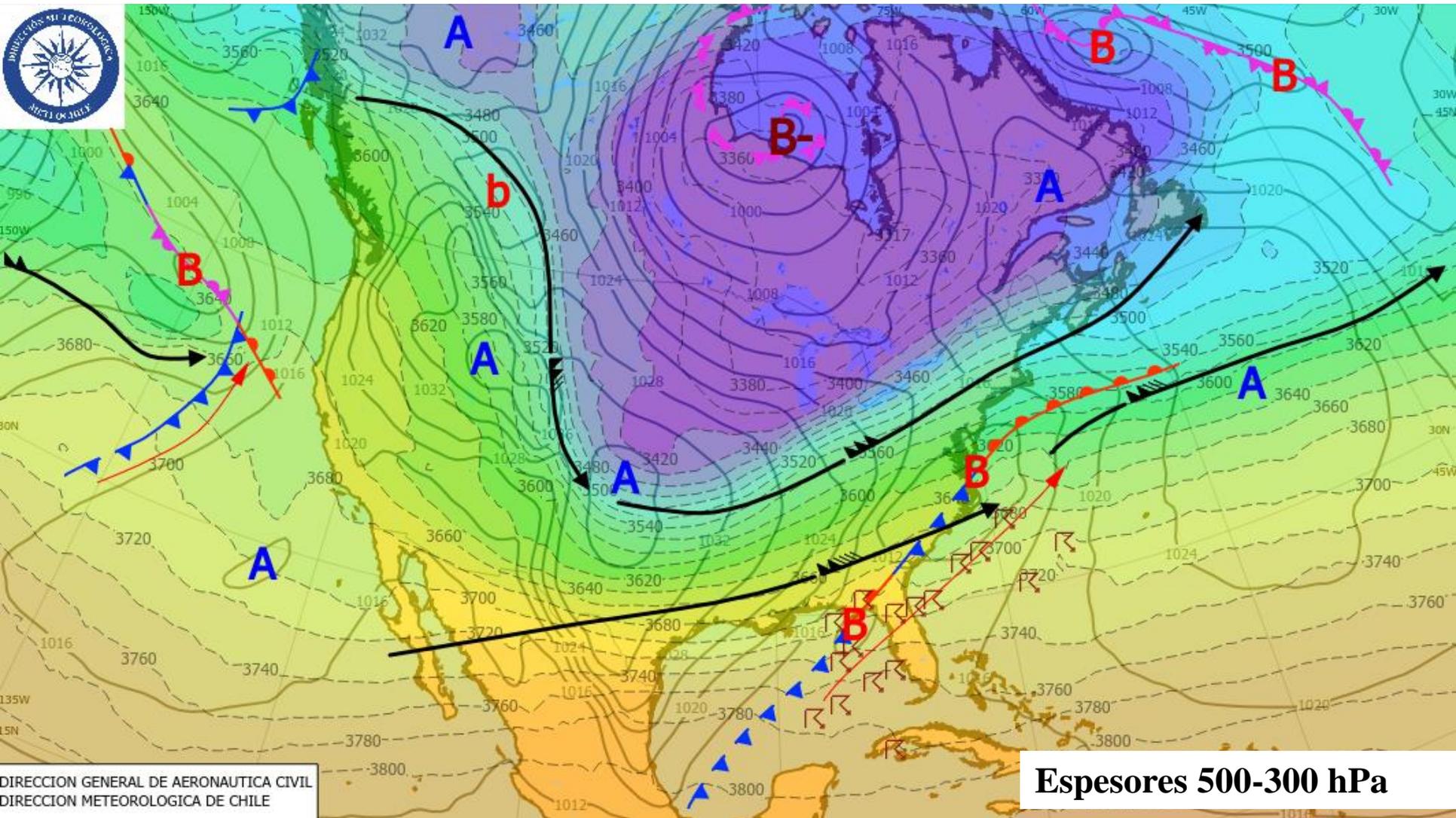
# Ola de frío en Norteamérica

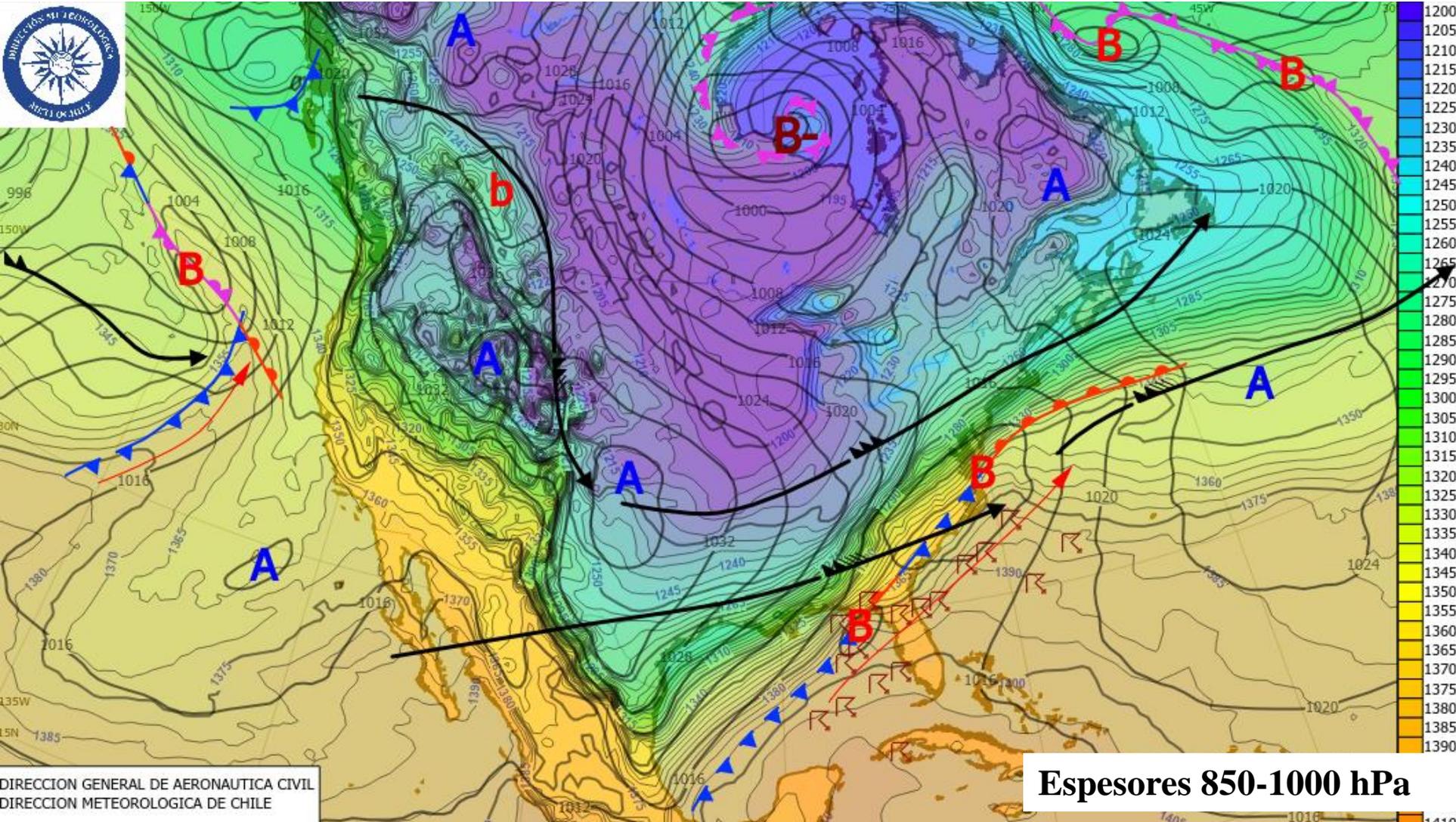


# Oficina de Aplicaciones Satelitales

## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico





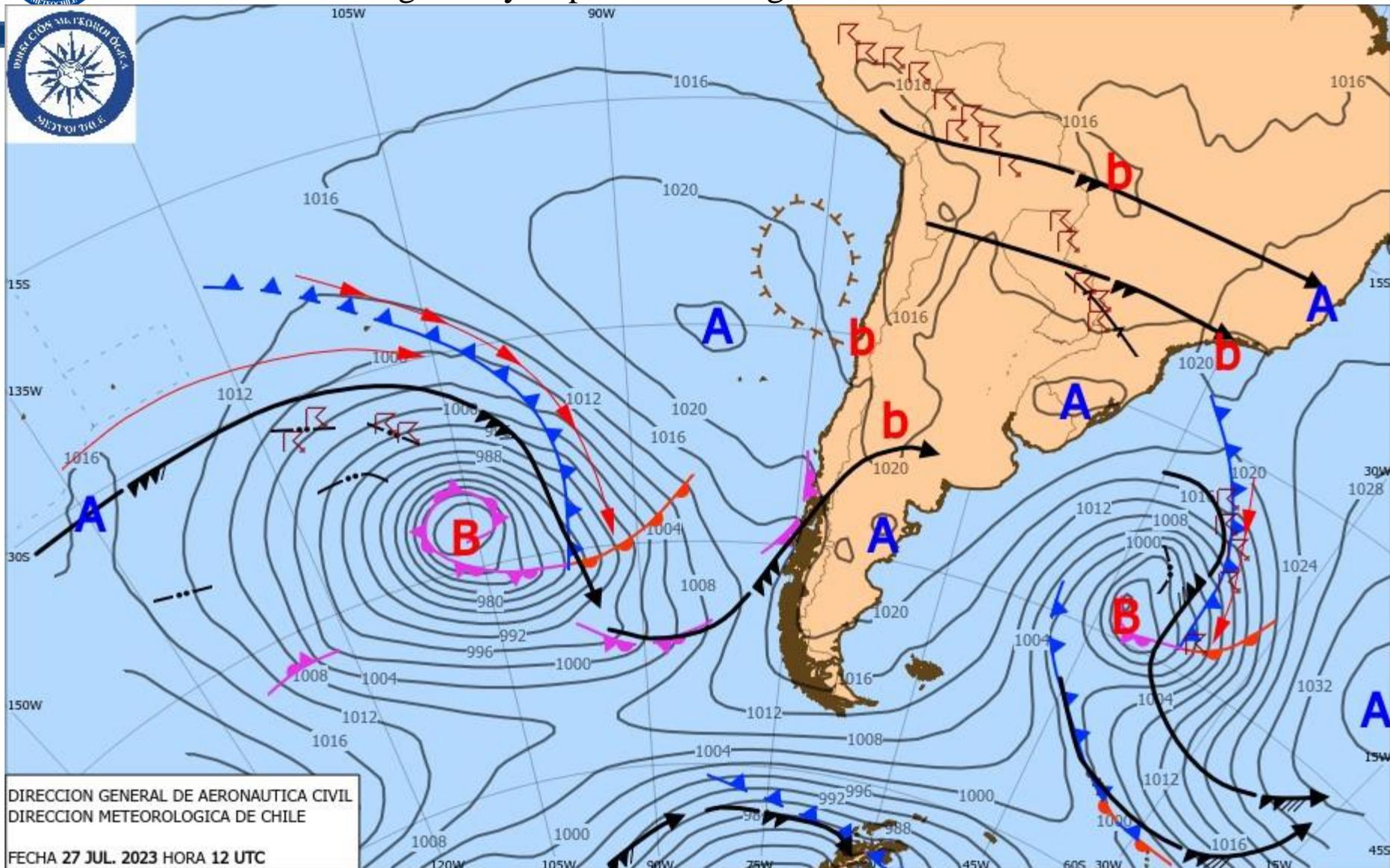




# Modelo conceptual de sistemas frontales

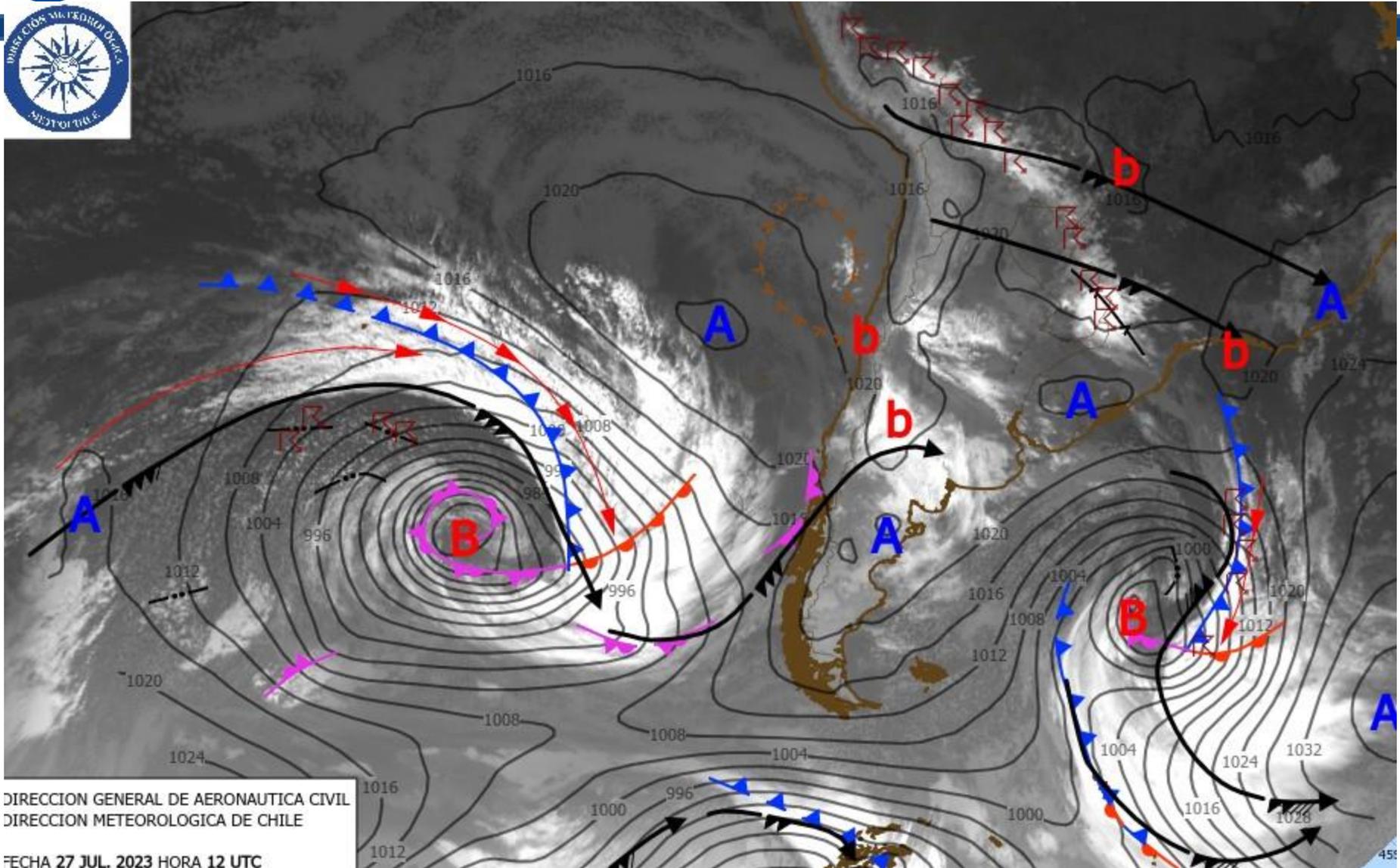


# Oficina de Aplicaciones Satelitales Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



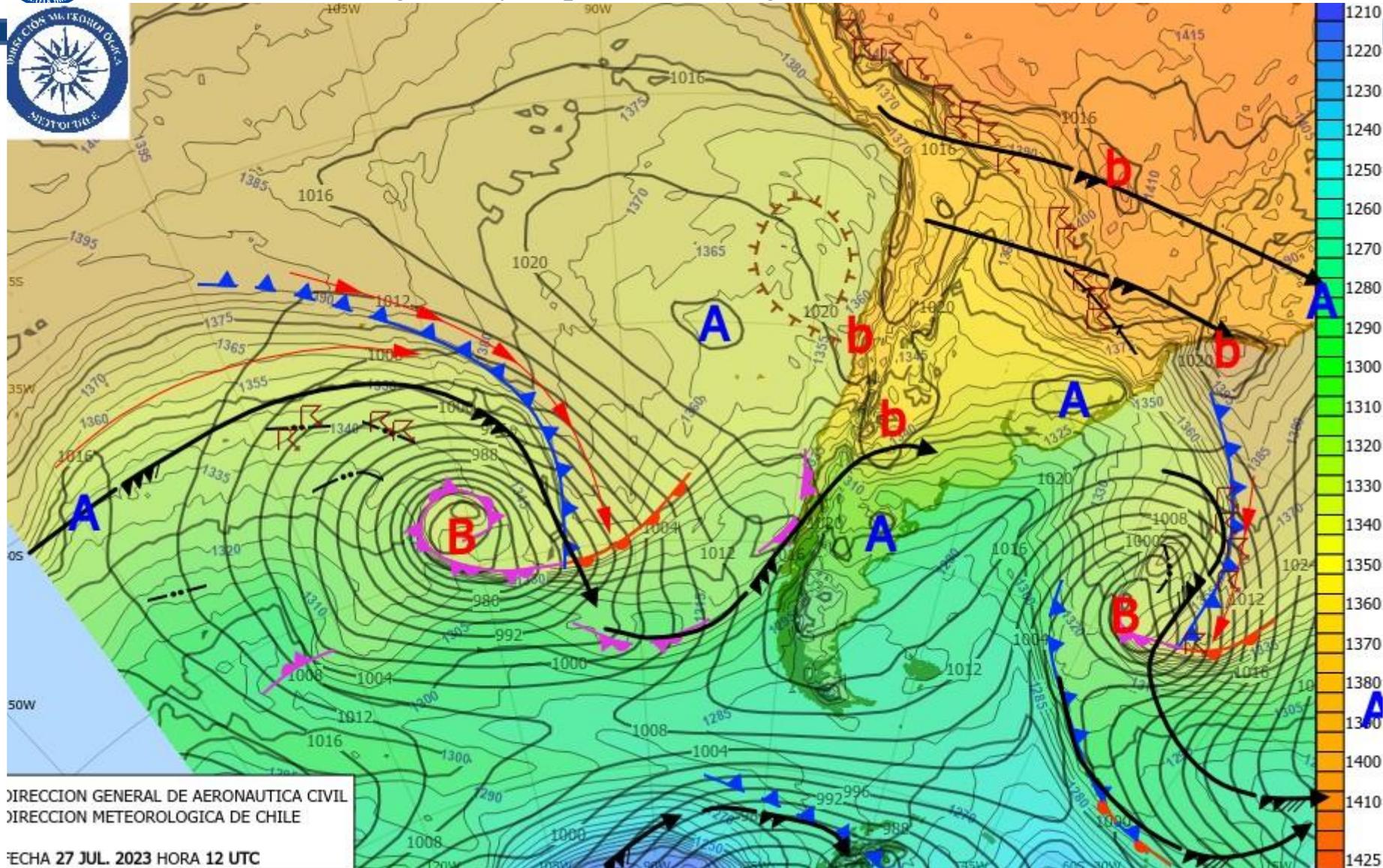


# Oficina de Aplicaciones Satelitales Sección de Investigación y Soporte Tecnológico





# Oficina de Aplicaciones Satelitales Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



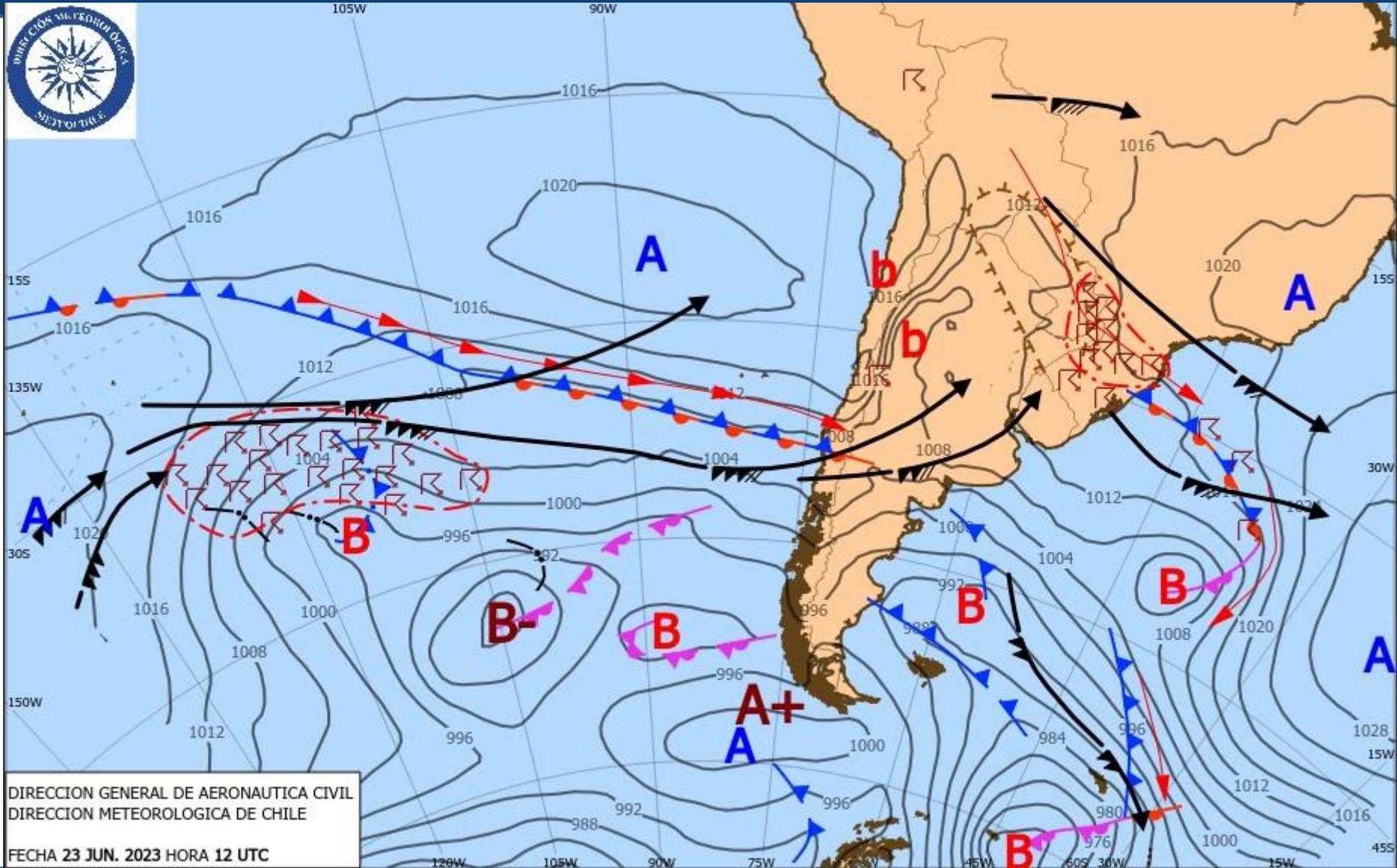


# Intenso río atmosférico que golpea la zona centro sur de Chile



# Oficina de Aplicaciones Satelitales

## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



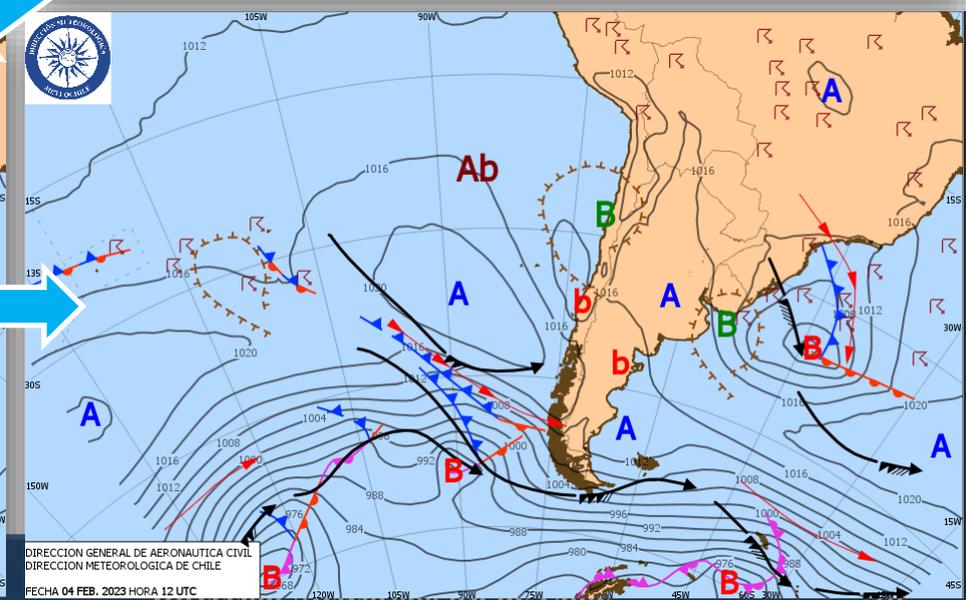
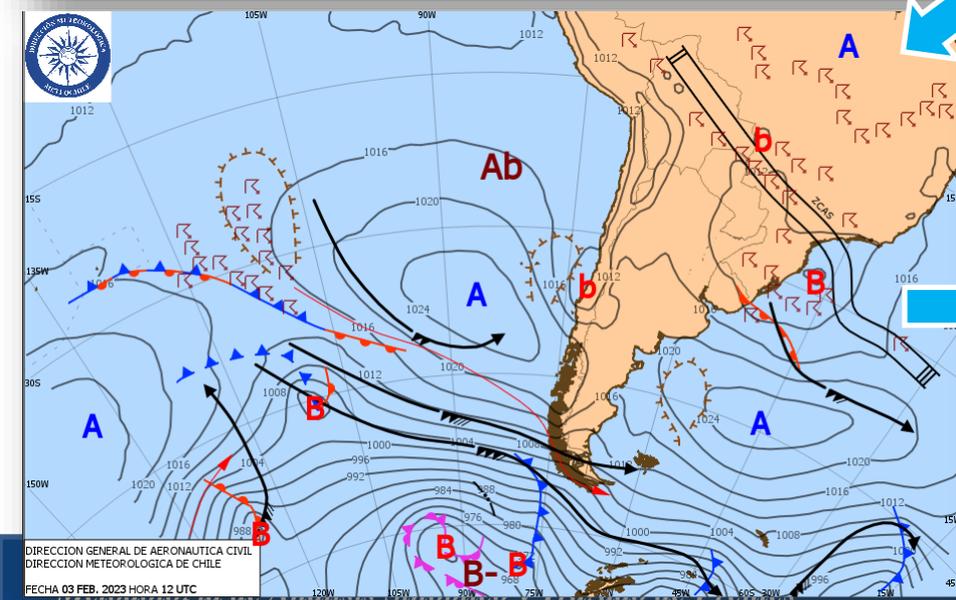
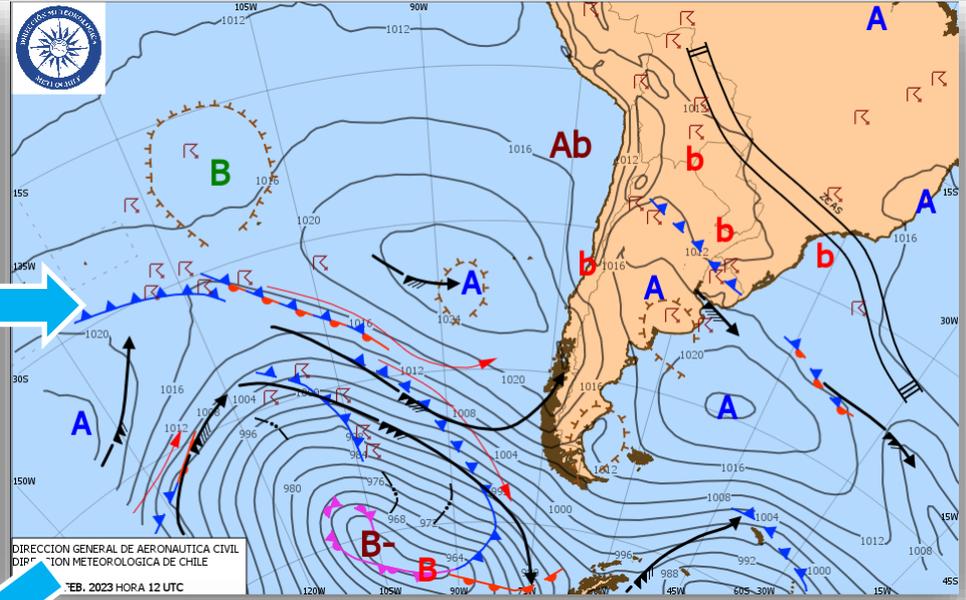
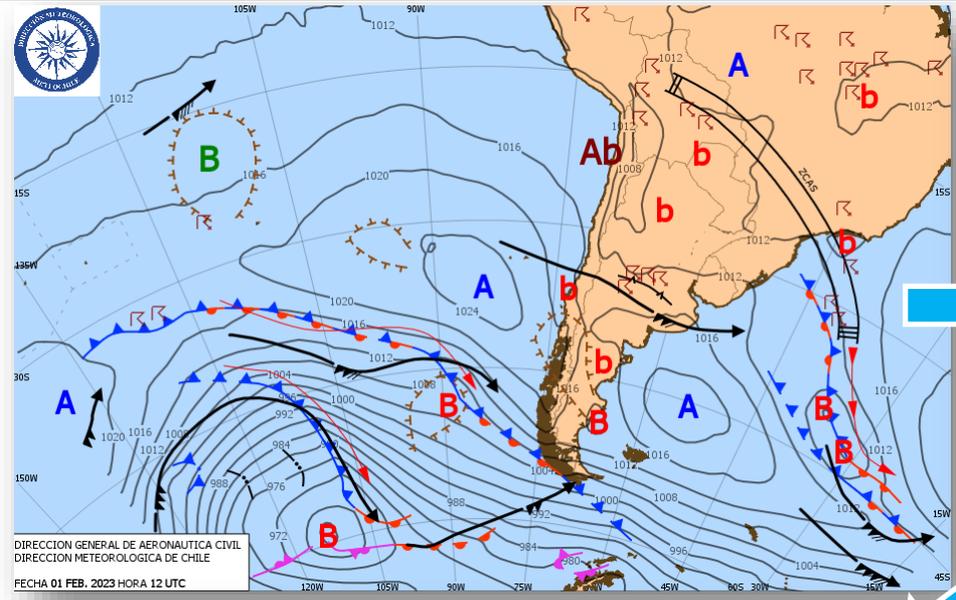


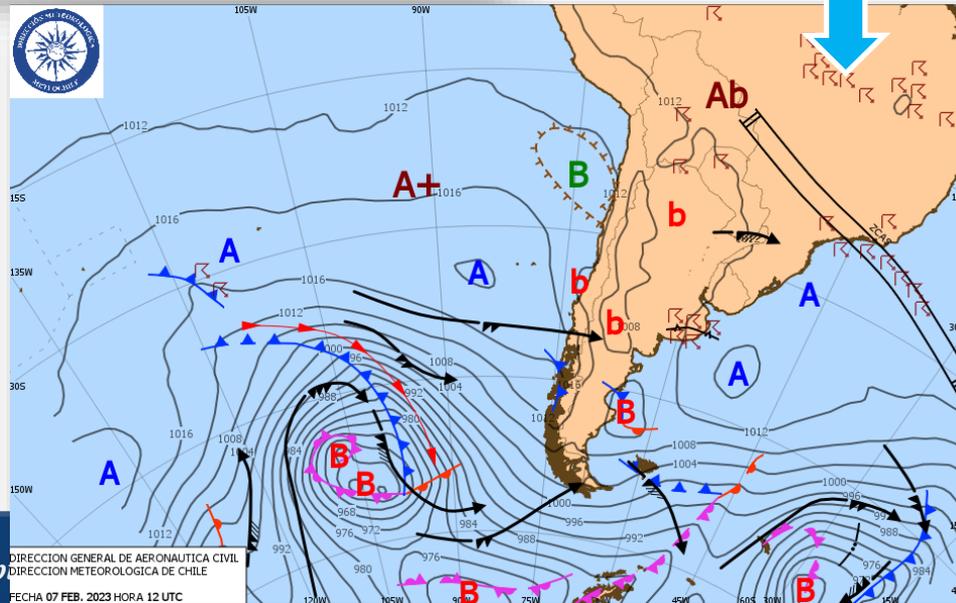
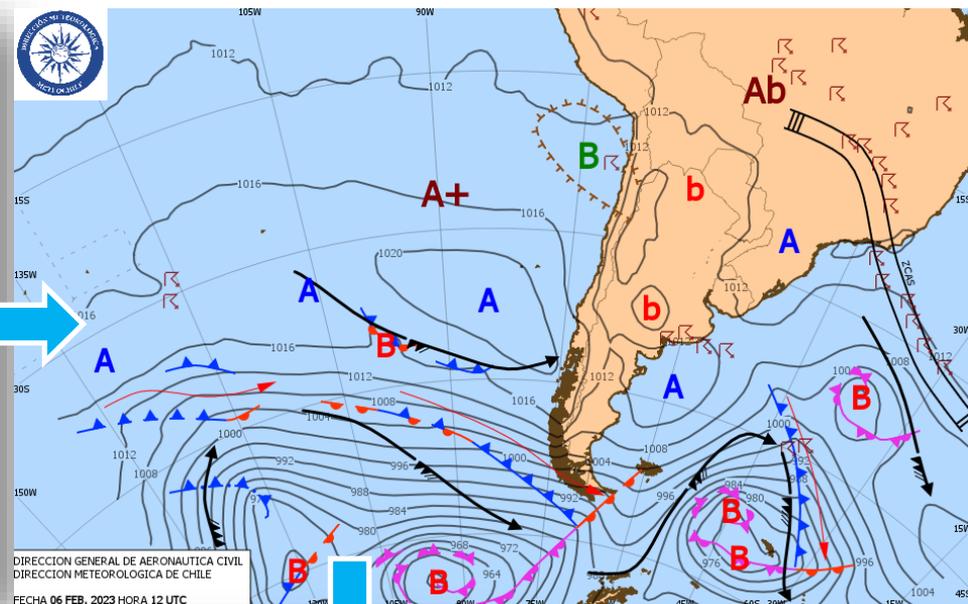
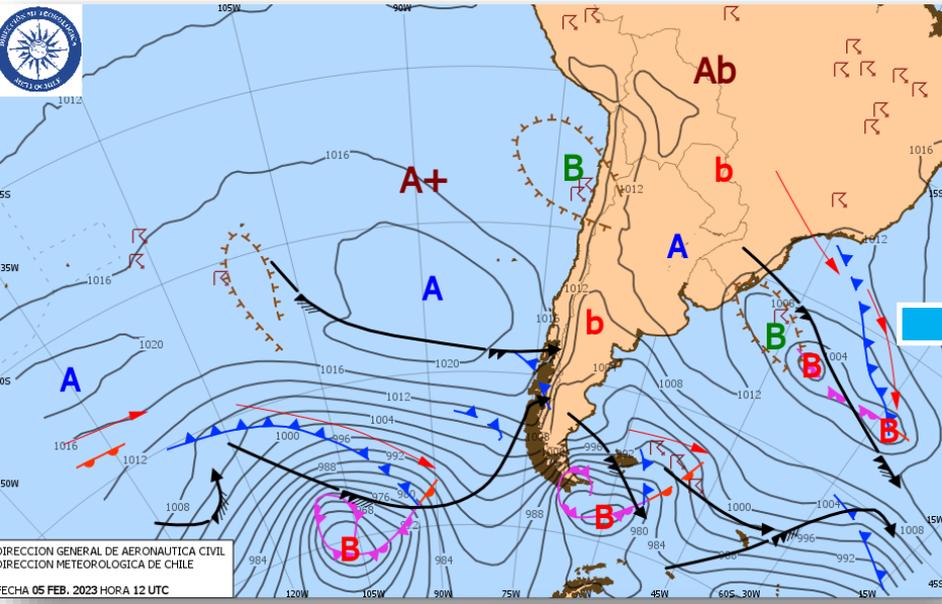
# Calor extremo en la zona centro sur de Chile ¡Alta de Bolivia se viene a Chile!



# Oficina de Aplicaciones Satelitales

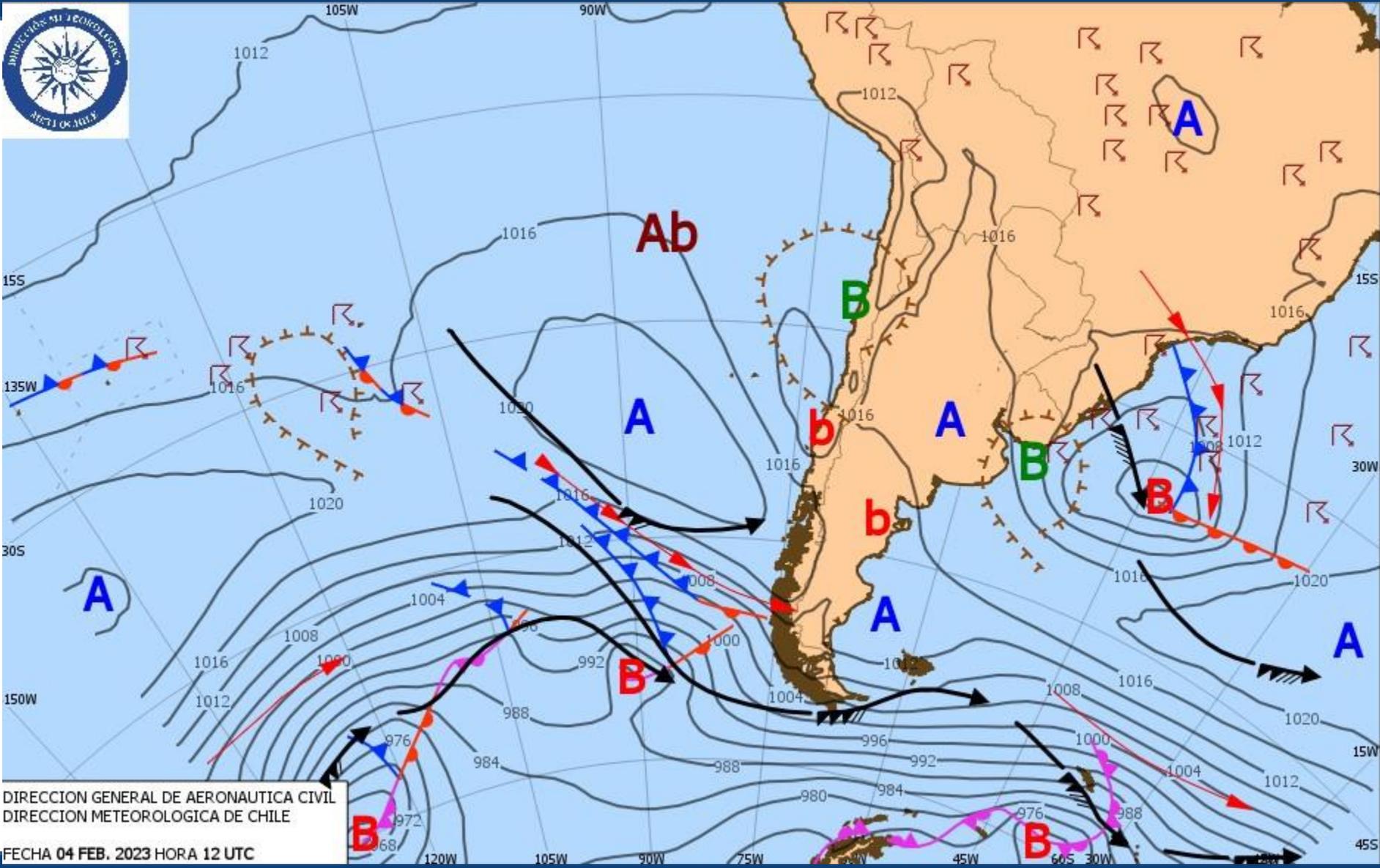
## Sección de Investigación y Soporte Tecnológico







# Oficina de Aplicaciones Satelitales Sección de Investigación y Soporte Tecnológico



DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL  
DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE  
FECHA 04 FEB. 2023 HORA 12 UTC

# Conclusiones

- Se ha desarrollado una **metodología de análisis sinóptico y trazado de frentes**, en base a los nuevos conocimientos en meteorología sinóptica, aplicada a nuestra región (Chile y su entorno).
- La metodología incluye 4 pasos: Diagnóstico, Análisis de altura, Análisis de superficie y Análisis complementario.
- Se ha corroborado en el proceso de implementación, lo difícil que es **superar los paradigmas establecidos**, especialmente el modelo conceptual del ciclón noruego.
- En general, ha habido una buena aceptación de esta metodología por parte del personal operativo, dado que es un **trabajo innovador, documentado y de relativamente fácil asimilación**.



## Referencia bibliográfica

- Georgiev, C. G., Santurette, P., & Maynard, K. (2016). *Weather Analysis and Forecasting: Applying Satellite Water Vapor Imagery and Potential Vorticity Analysis*. Elsevier.
- Hoskins, B. J., MC Intyre, M. E., & Robertson, W. (1985). On the use and significance of isentropic potential vorticity maps. *Royal meteorological Society*, 111, 877-946.
- Joly, A., & Santurette, P. (2002). Turning Dynamical Ideas into Forecast Practice. *Meteorology at the Millenium*, 83-105.
- Lehkonen, A. (2013). *Synoptic Meteorology*. Eumetrain, recurso web [http://eumetrain.org/synoptic\\_textbook.html](http://eumetrain.org/synoptic_textbook.html).
- Mass, C. F. (1991). Synoptic Frontal Analysis: ¿Time for a Reassessment? *Bulletin American Meteorological Society*, 348-363.
- Portmann, R., Sprenger, M., & Wernli, H. (2021). The three-dimensional life cycles of potential vorticity cutoffs: a global and selected regional climatologies in ERA-Interim (1979–2018). *Weather Clim. Dynam.*, 2, 507–534.
- Santurette, P., & Joly, A. (2002). ANASYG/PRESYG, Météo-France's new graphical summary of the synoptic situation. *Meteorol. Appl.*9, 129-154.
- WMO. (2010). Manual on the Global Data-processing and Forecasting System. *WMO-No. 485*.

The background of the slide is a close-up photograph of numerous water droplets of various sizes on a dark blue, reflective surface. The droplets are in sharp focus, showing highlights and reflections, creating a textured, shimmering effect. The overall color palette is dominated by shades of blue and grey.

**¡Muchas  
gracias!**