

# Vaguadas Costeras en Chile Central

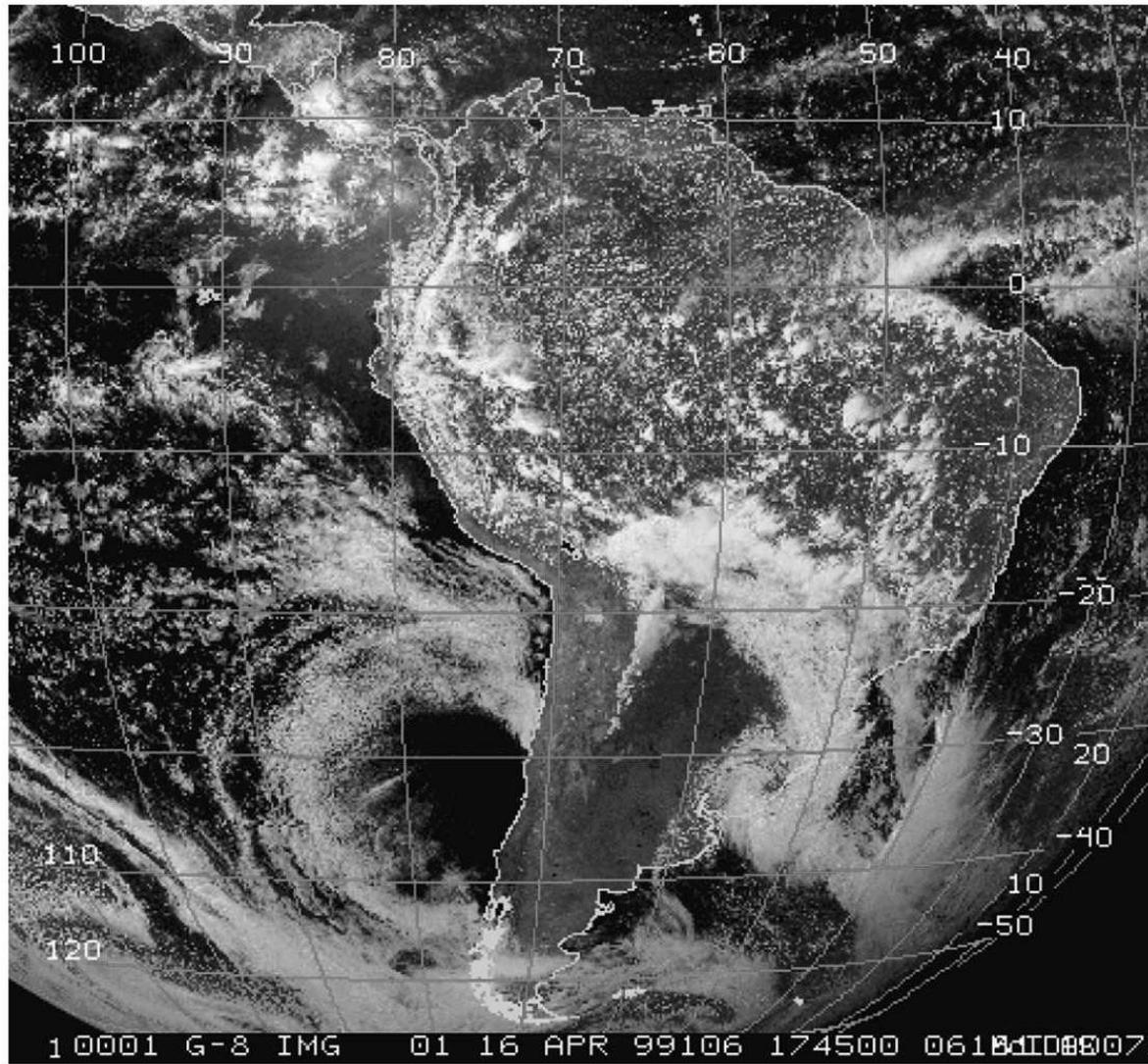
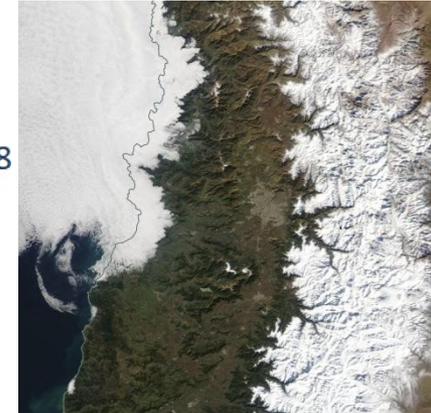
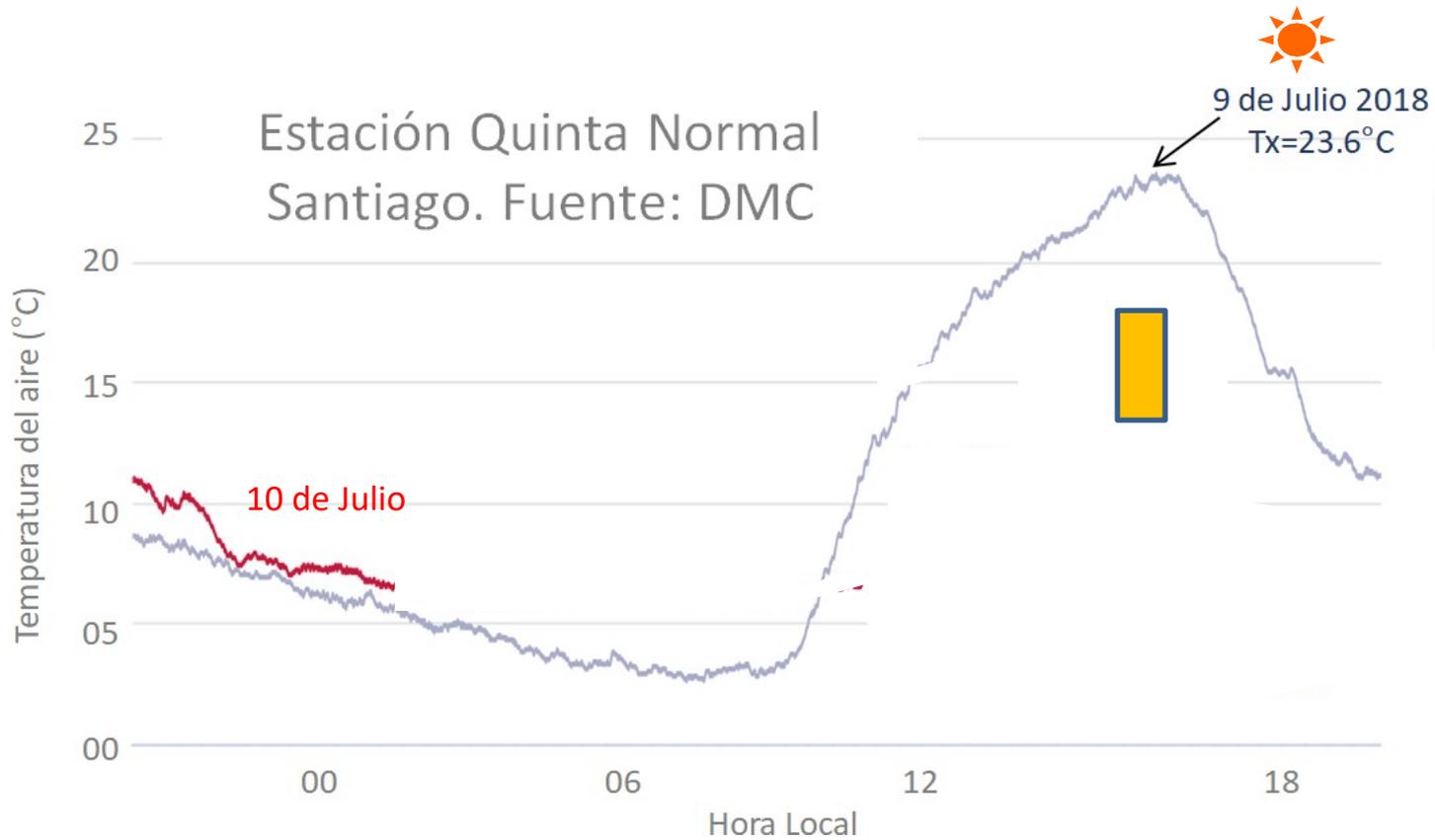
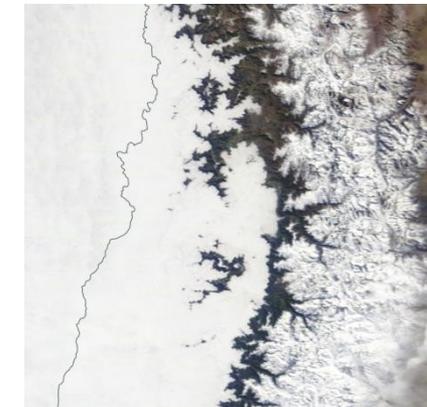
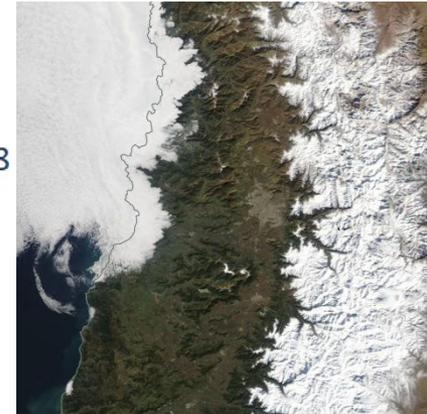
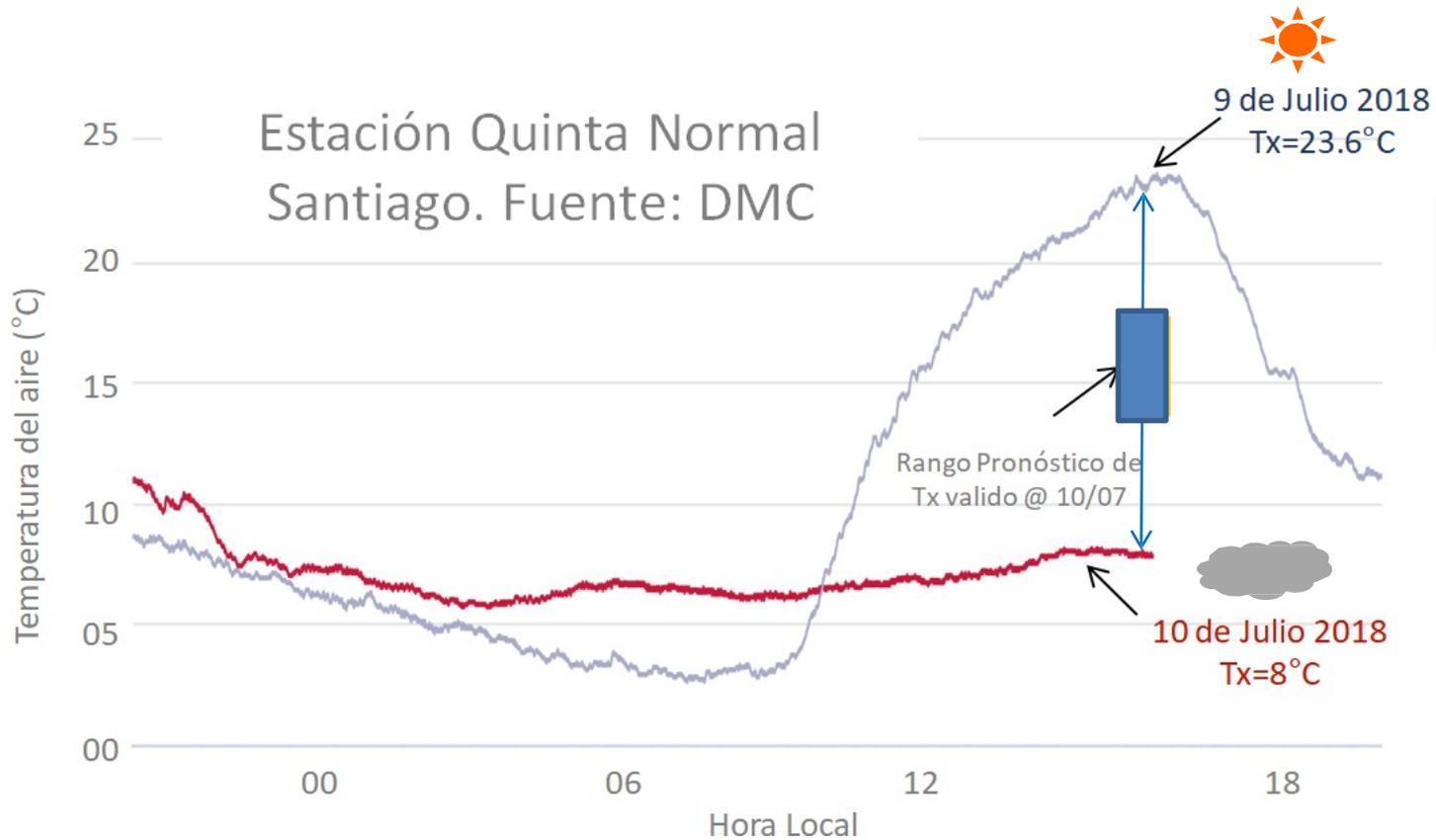


FIG. 4. *GOES-8* visible (channel 1) satellite image at 1745 UTC  
16 Apr 1999.

Cambios del tiempo durante la fase de termino de la BC son dramáticos y aun ofrecen un desafío mayor de pronóstico

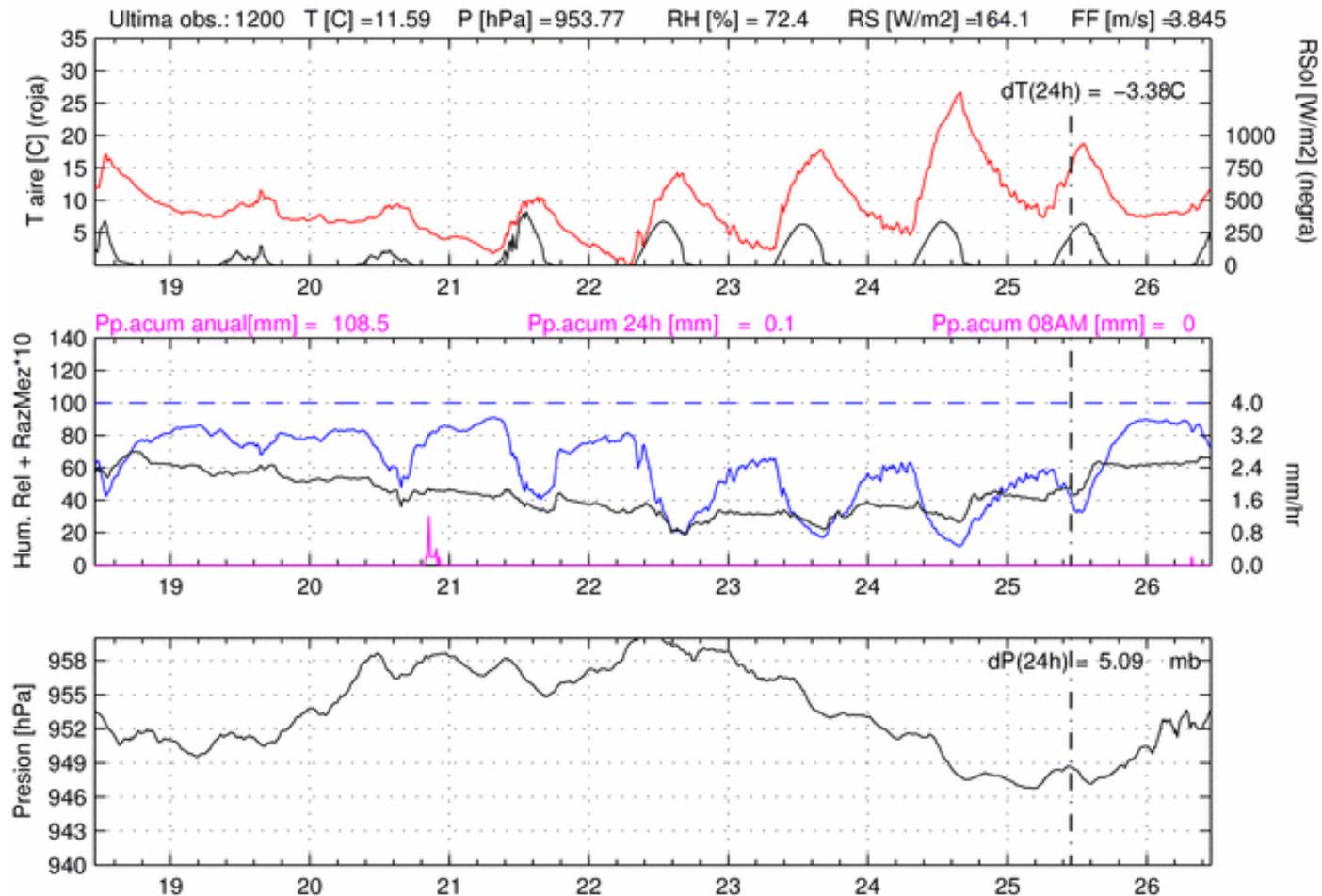


Cambios del tiempo durante la fase de termino de la BC son dramáticos y aun ofrecen un desafío mayor de pronóstico



# Evolución de condiciones en Santiago

El episodio de baja costera comienza con el paso de un débil sistema frontal el día 20 de Julio 2013 (notar lluvia en Stgo), culmina el día 24 con  $T_x=26^\circ\text{C}$  (que días mas agradable!) y termina el día 26 con la llegada de un nuevo frente.



# Vaguadas Costeras en Chile Central

Fenómenos de meteorología local asociados a fase de desarrollo:

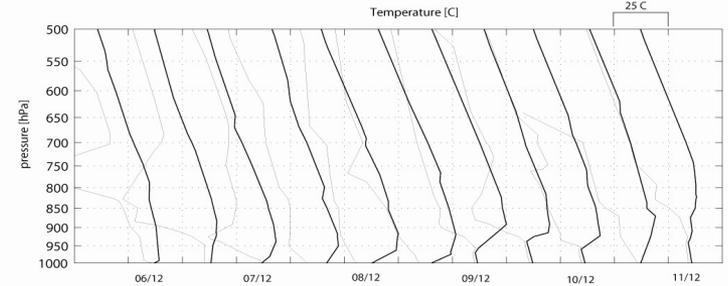
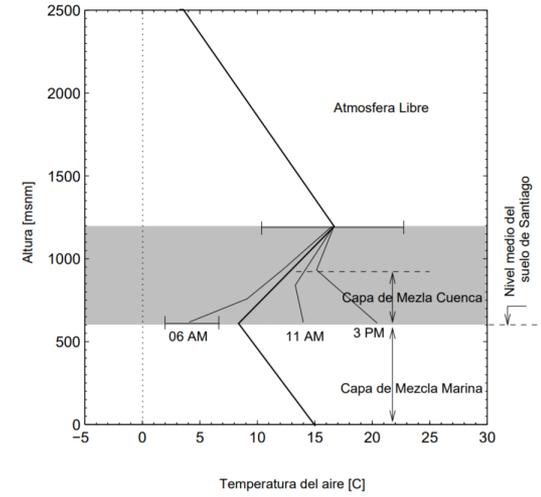
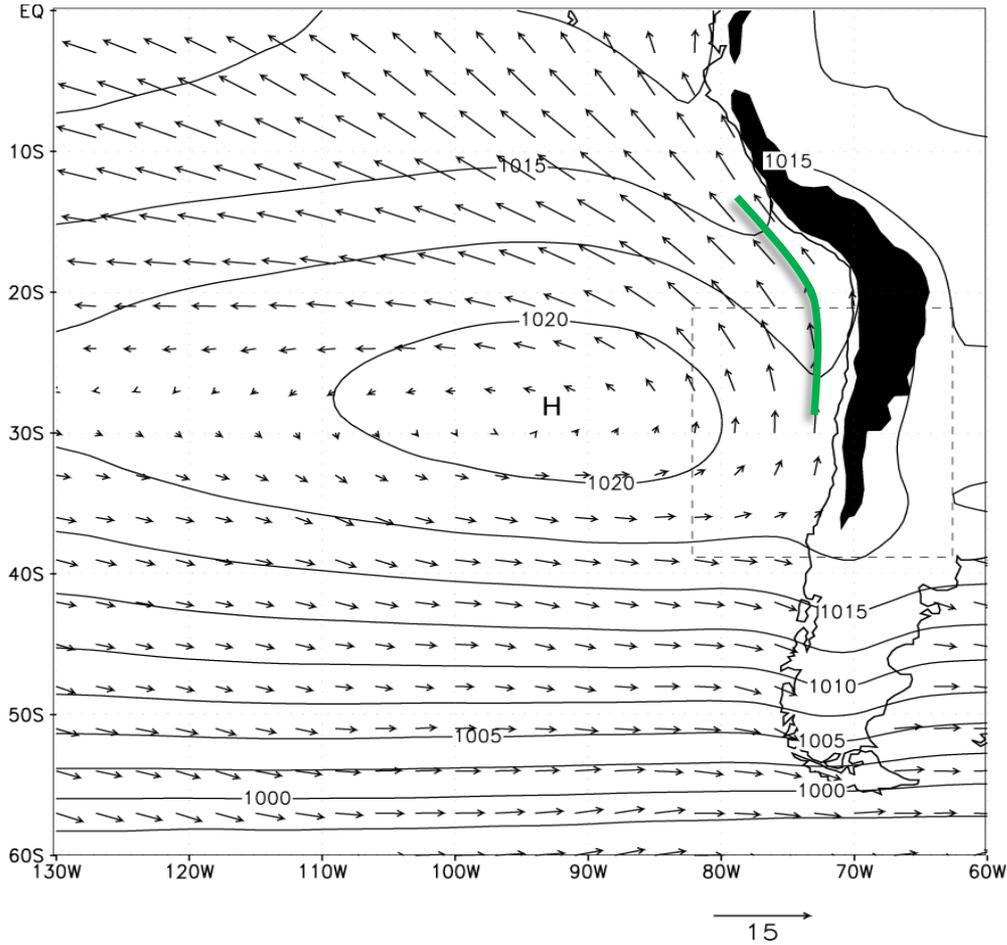
- Gran amplitud térmica en valles interiores:  $T_n \sim 0^\circ\text{C}$ ,  $T_x \sim 20^\circ\text{C}$
- Condiciones muy secas ( $HR < 30\%$ ,  $q < 3 \text{ g/kg}$ ) y calmas ( $ff < 1 \text{ m/s}$ )
- Temperaturas altas en torno a lo 1000 m de altura
- Cielos mayormente despejados
- Episodios de contaminación en valles interiores
- Vientos del sur fuertes en zonas costeras (surazos)
- Surgencia muy activa en zonas costeras (TSM por debajo de lo normal)

Fenómenos de meteorología local asociados a fase de término:

- Entrada de aire marino y nieblas a valles interiores
- Marcada reducción de  $T_x$  y aumento de HR y nubosidad
- Marcada disminución del viento S e incluso puede aparecer viento N en la costa

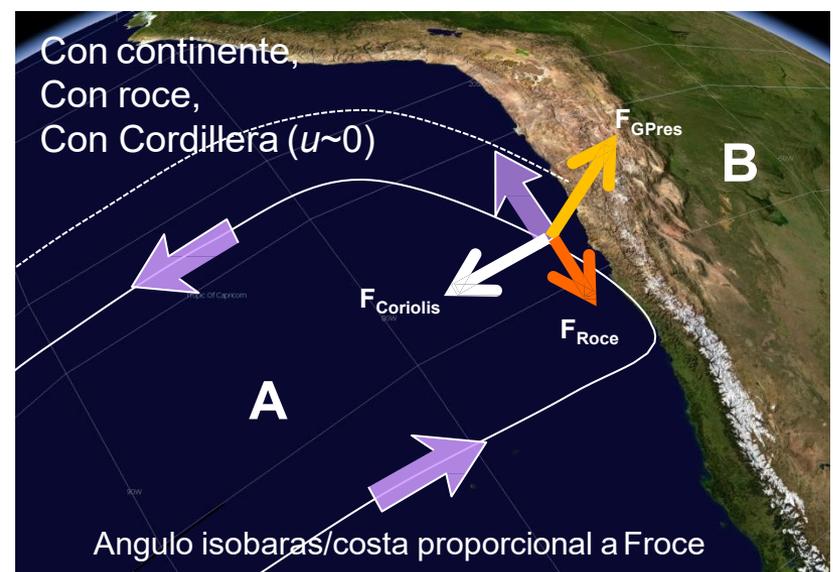
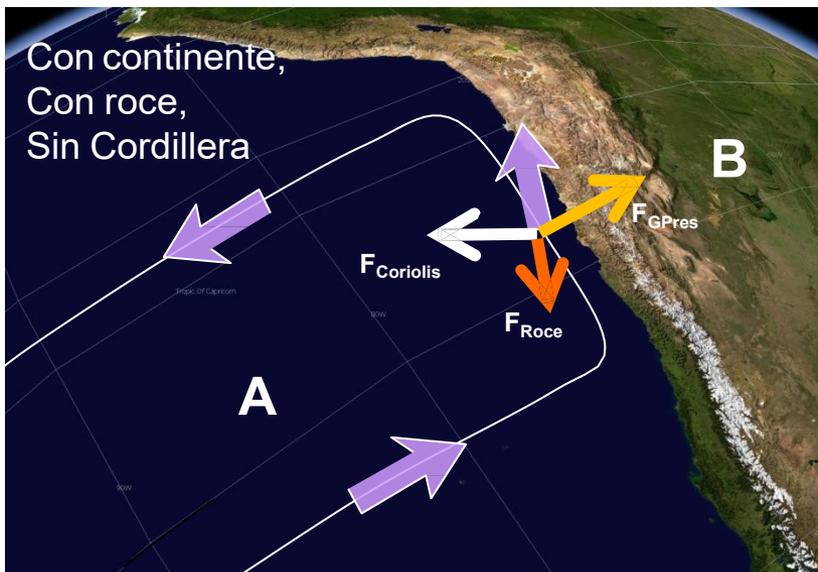
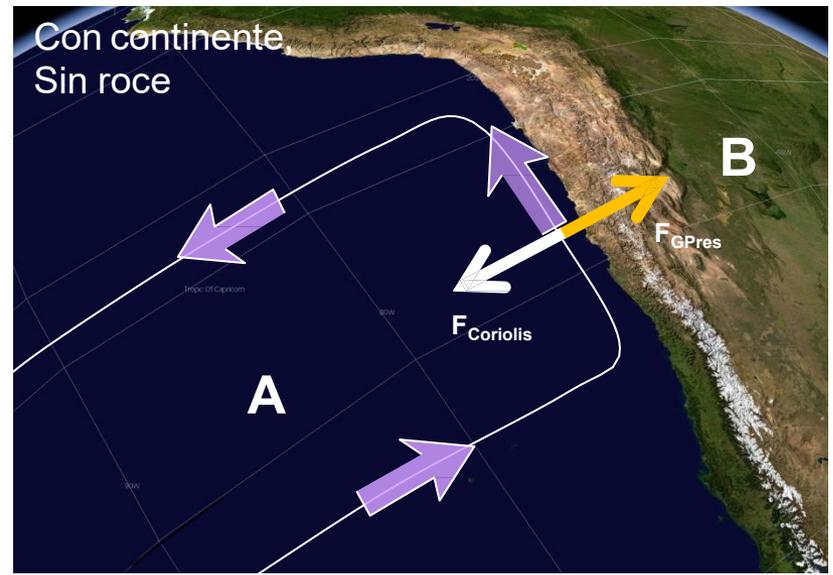
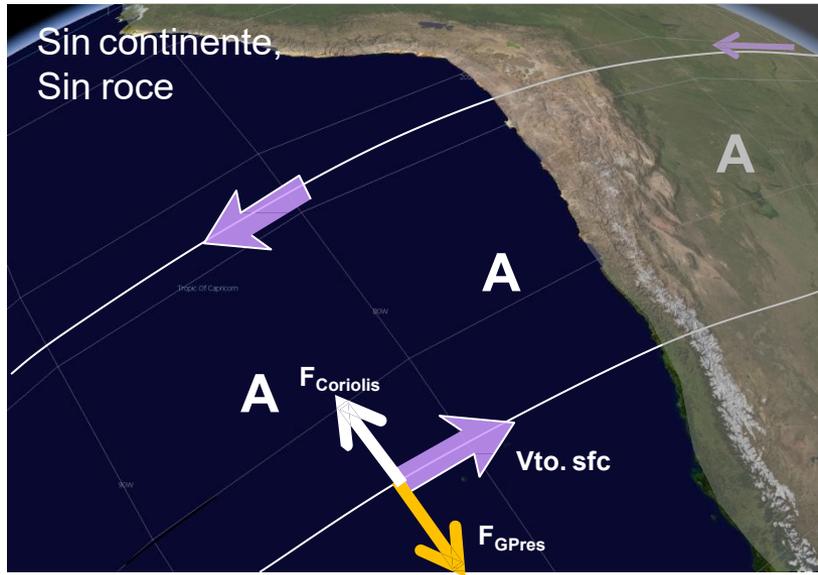
# Elementos importantes de la Climatología de Chile Central

# Condición Promedio: PNM y vientos en sfc

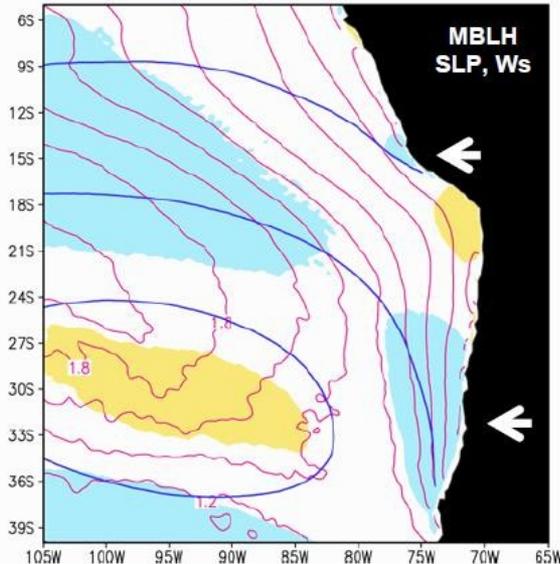
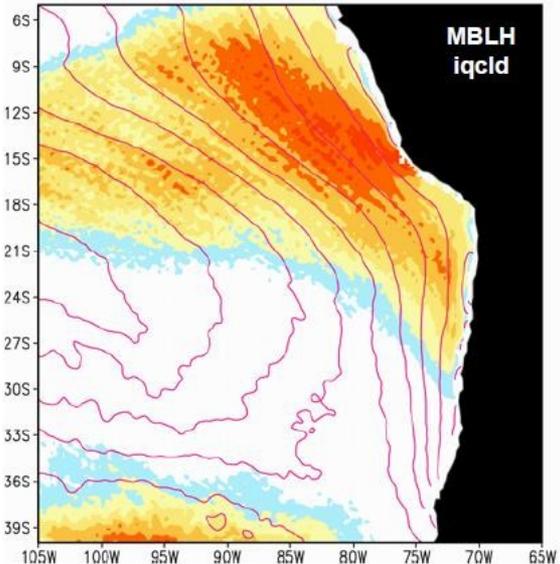
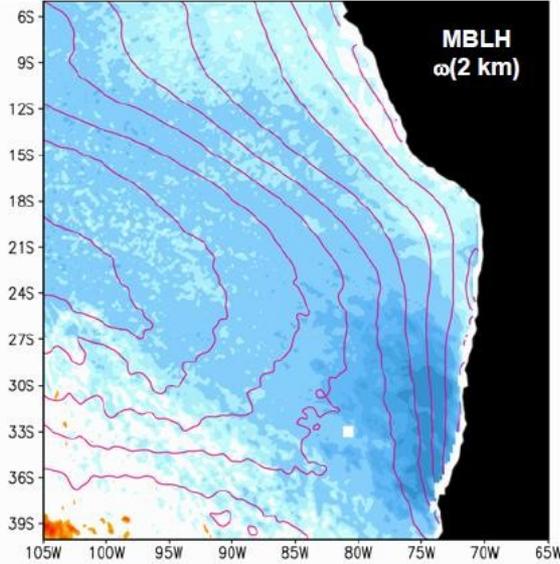
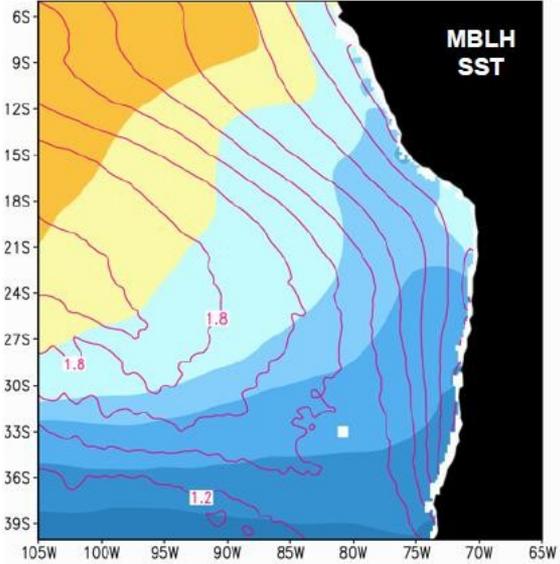


# Vaguada Costera Climatológica en el Norte de Chile

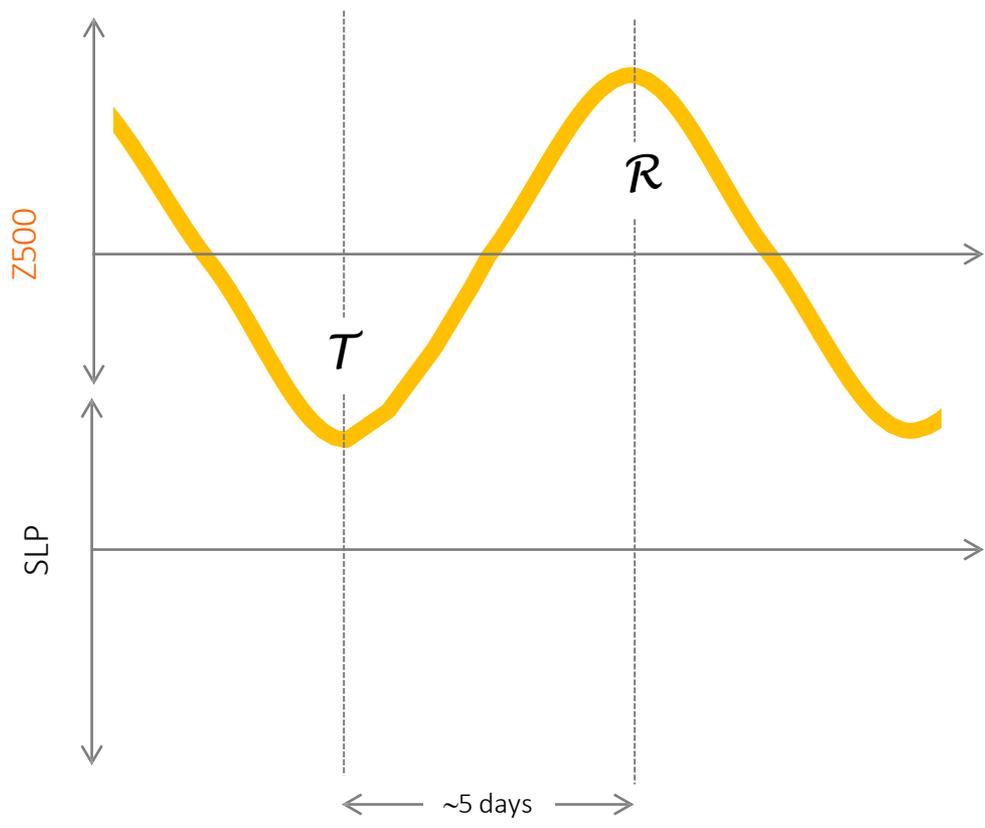
(Sec. 5a; Muñoz y Garreaud 2005, Mon. Wea.Rev.)

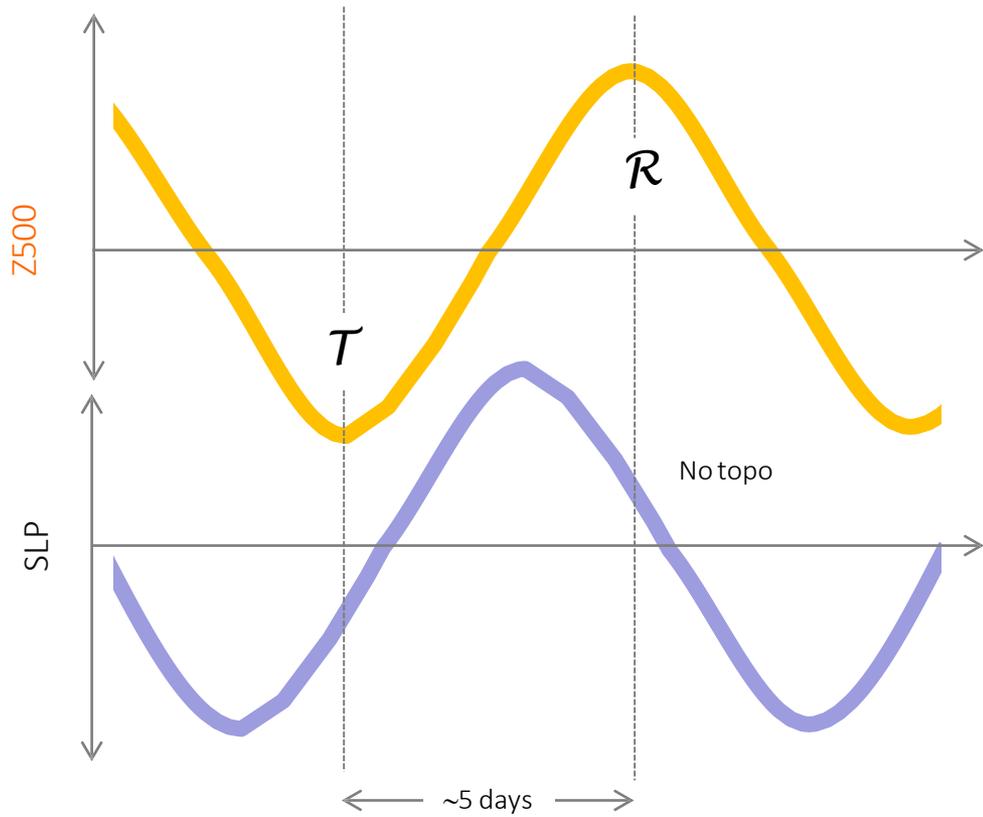


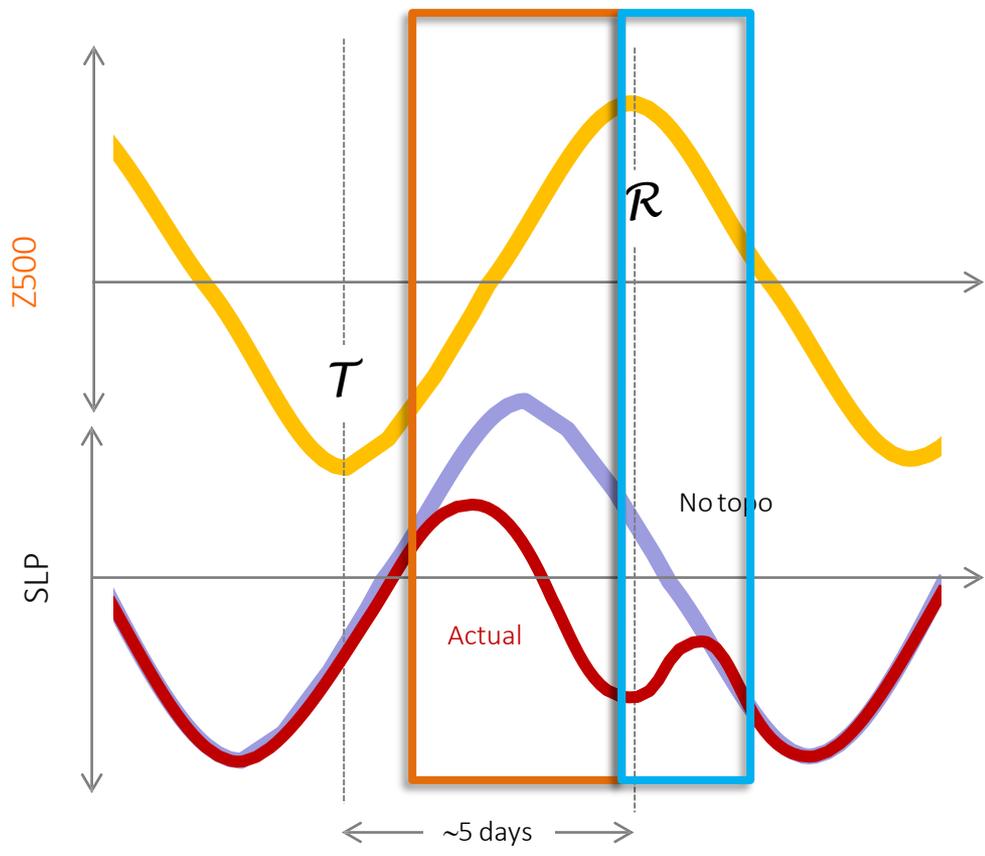
# Condición media

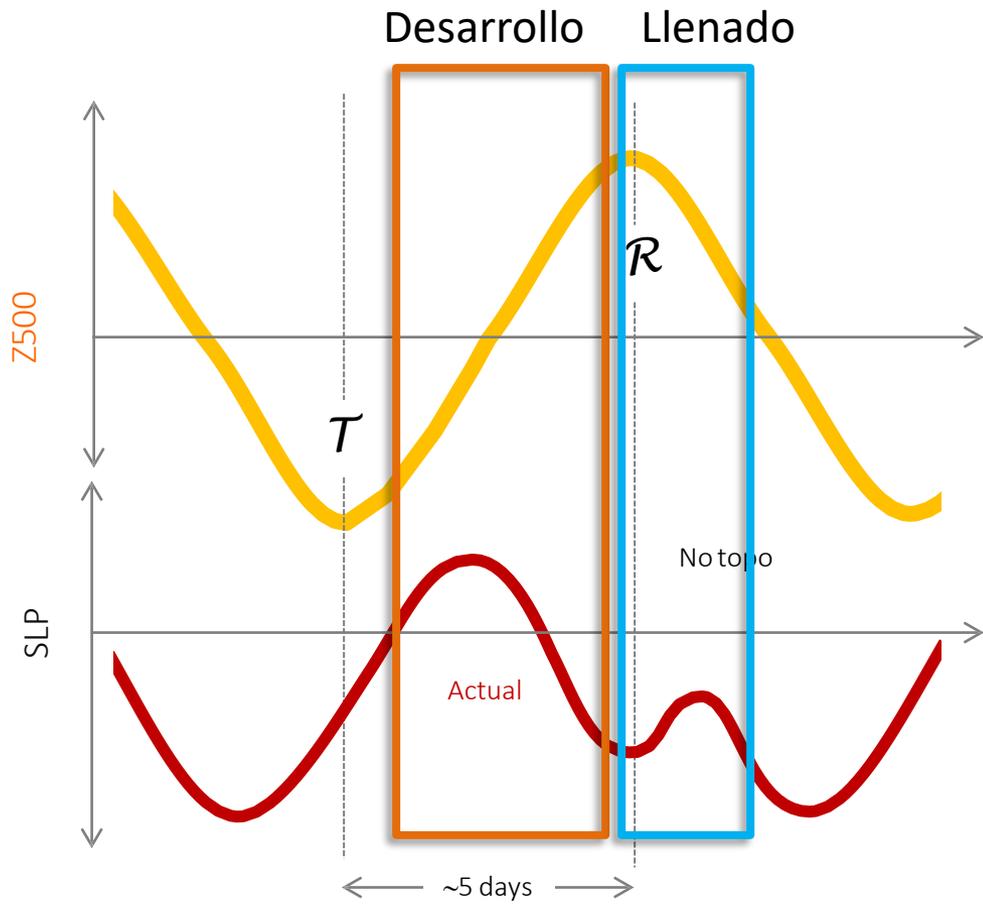


# Aspectos de escala Sinóptica



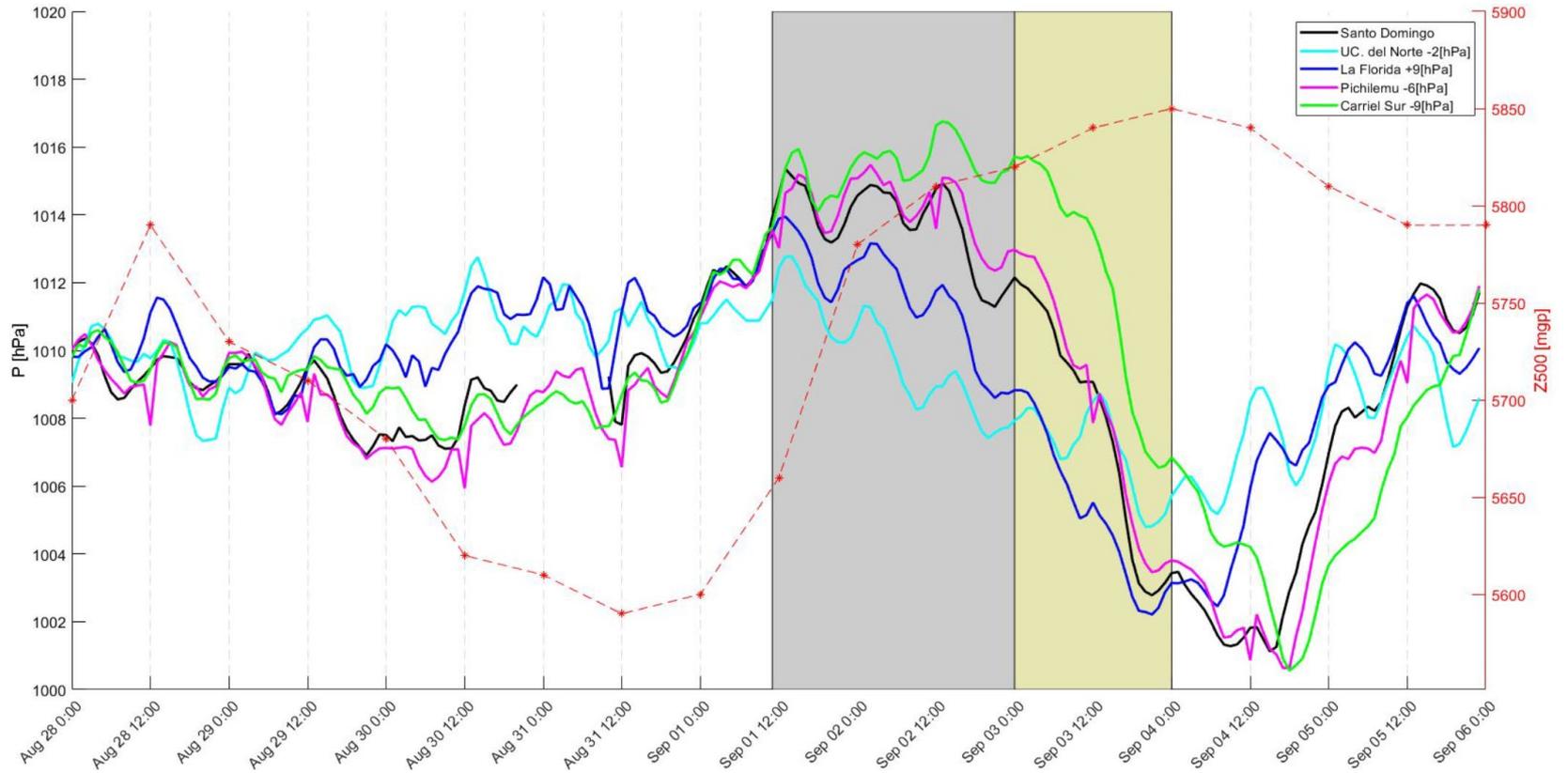




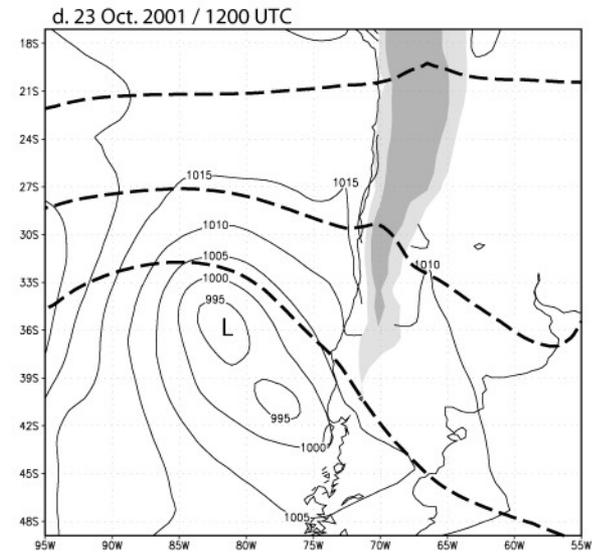
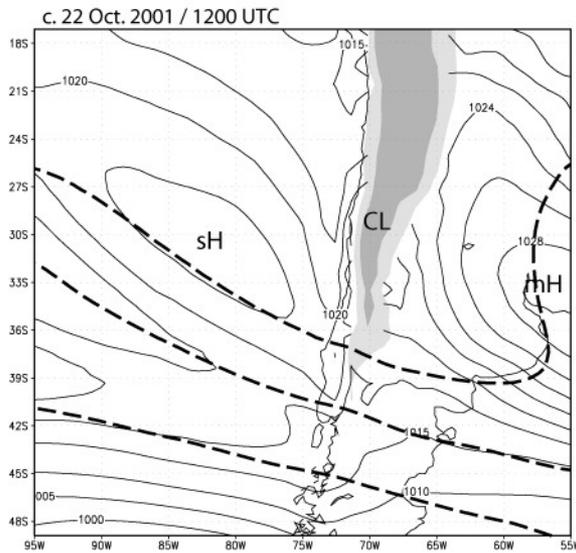
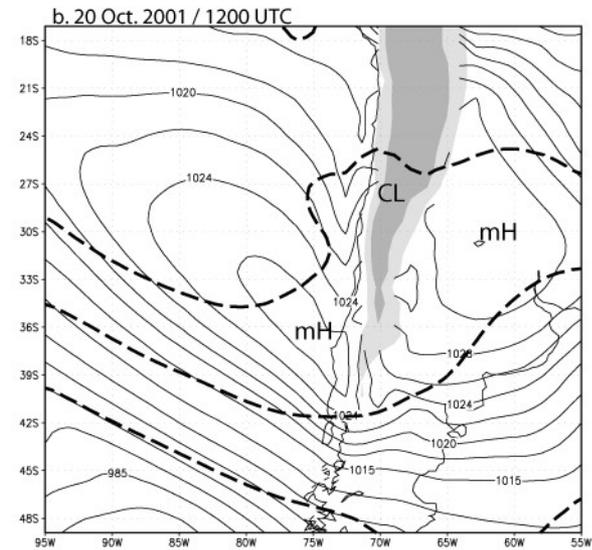
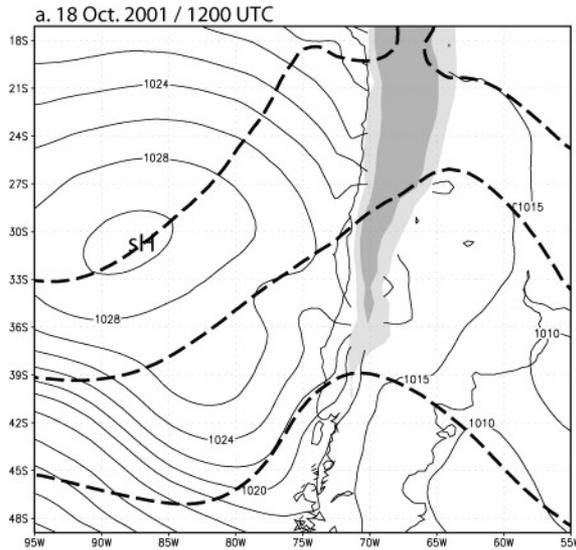


# Ejemplo real (Tesis Álvaro Céspedes 2020)

Presión en superficie en estaciones costeras

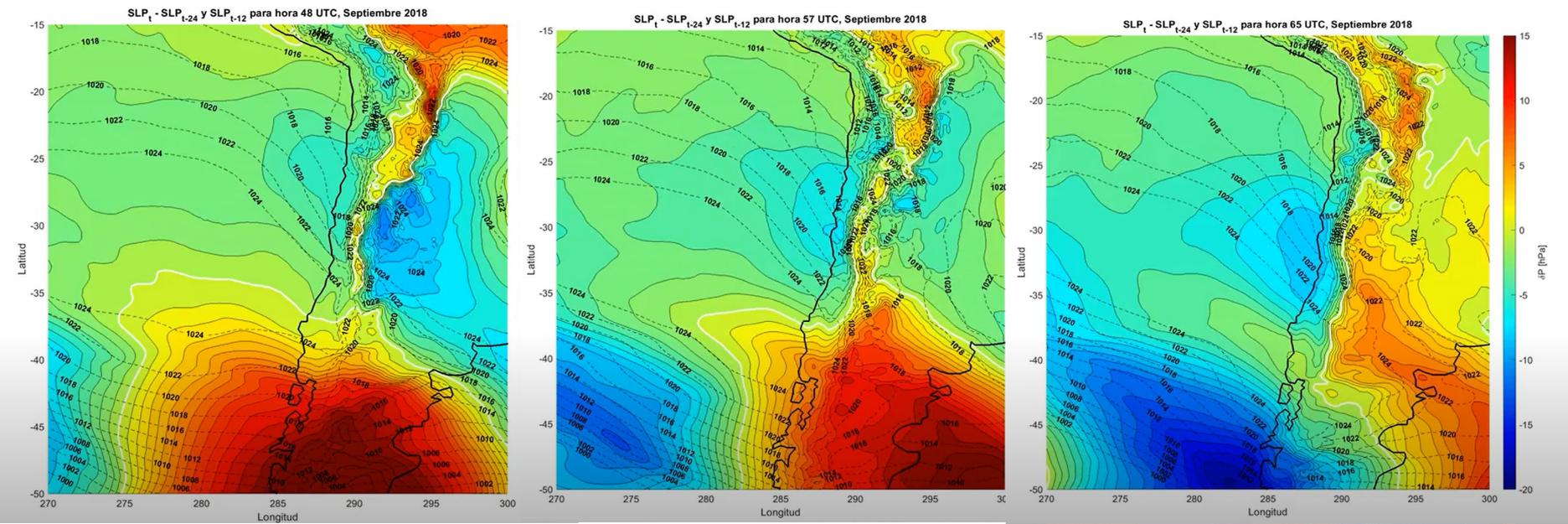


# Caso de Estudio

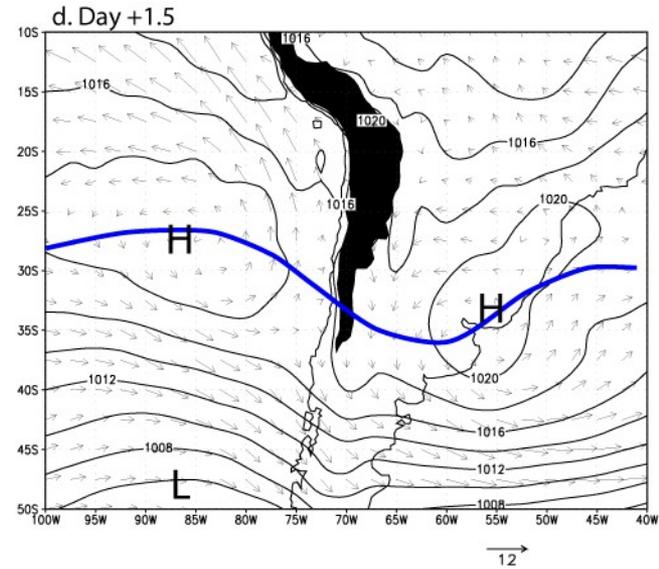
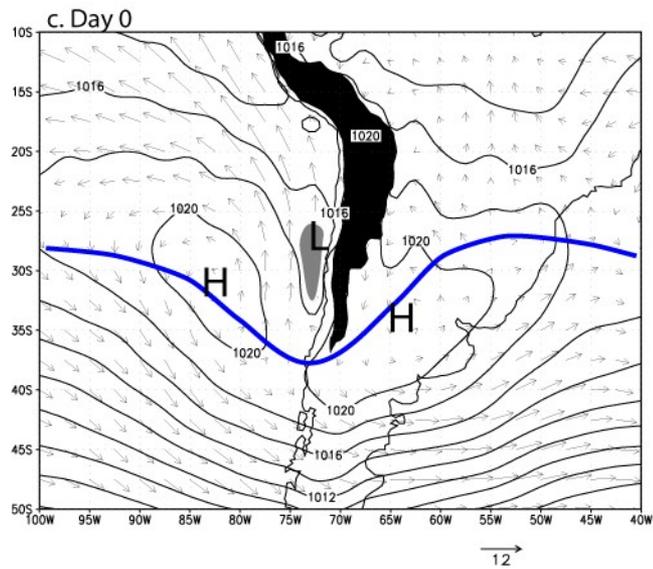
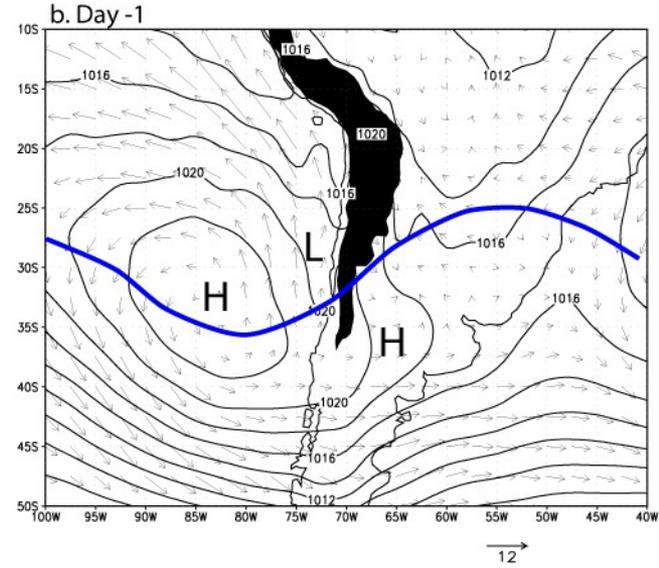
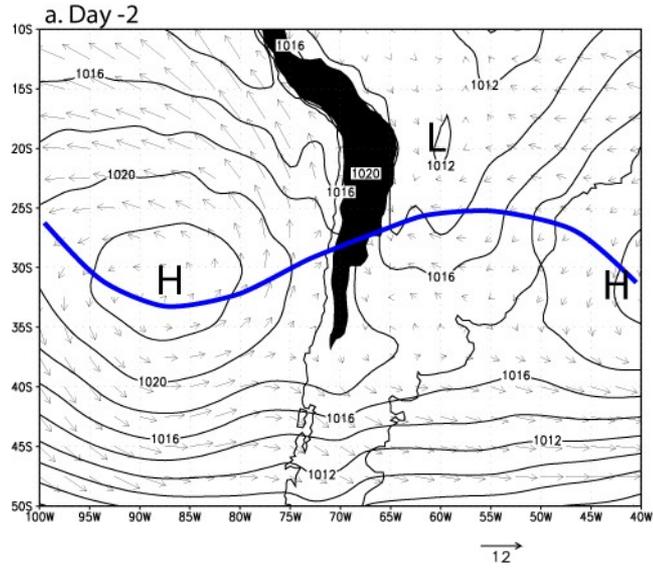


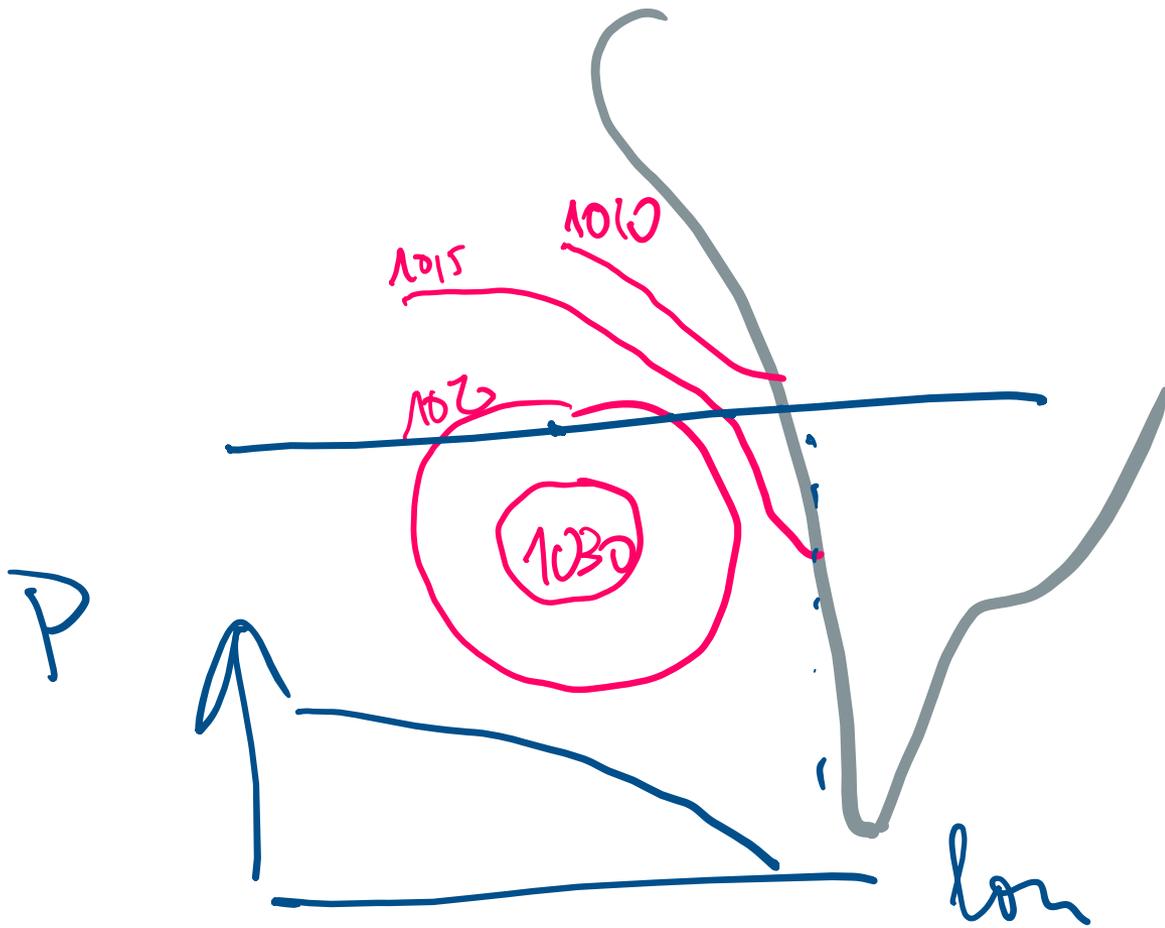
(Tesis Álvaro Céspedes 2020)

En muchos casos el fenómeno se manifiesta como una intensificación y extensión hacia el sur de la vaguada costera. El carácter costero se ve mejor en campo isobarico (delta SLP en 24h)

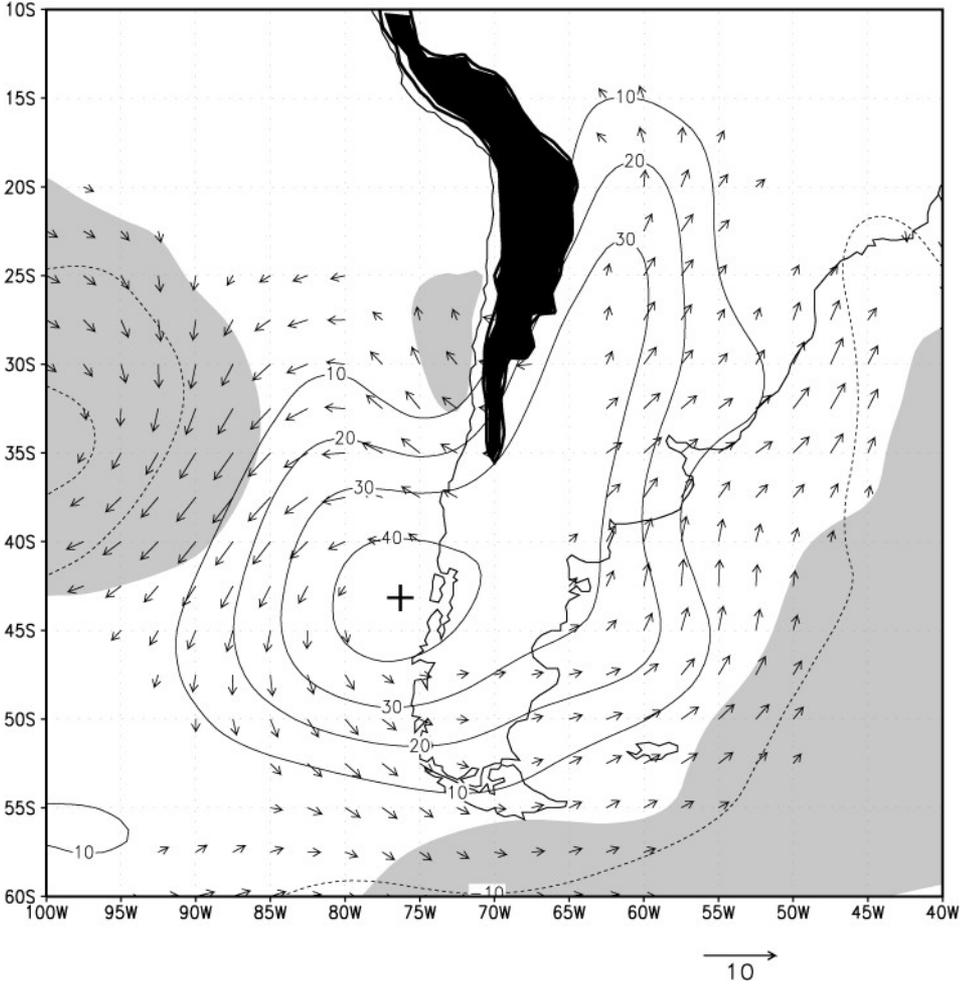


# Compuesto de PNM y Z500. Día 0 = culminación de la BC en LdV

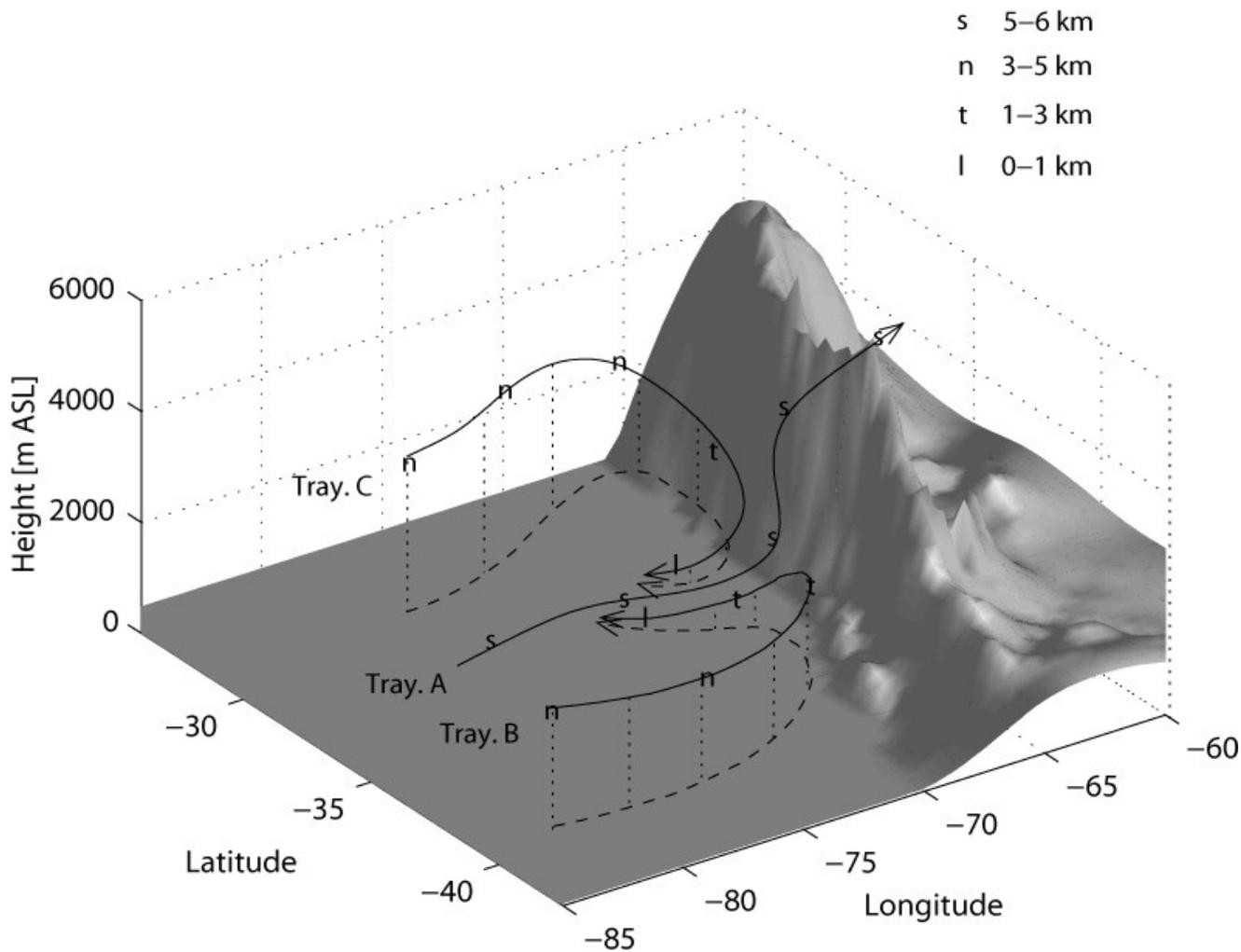


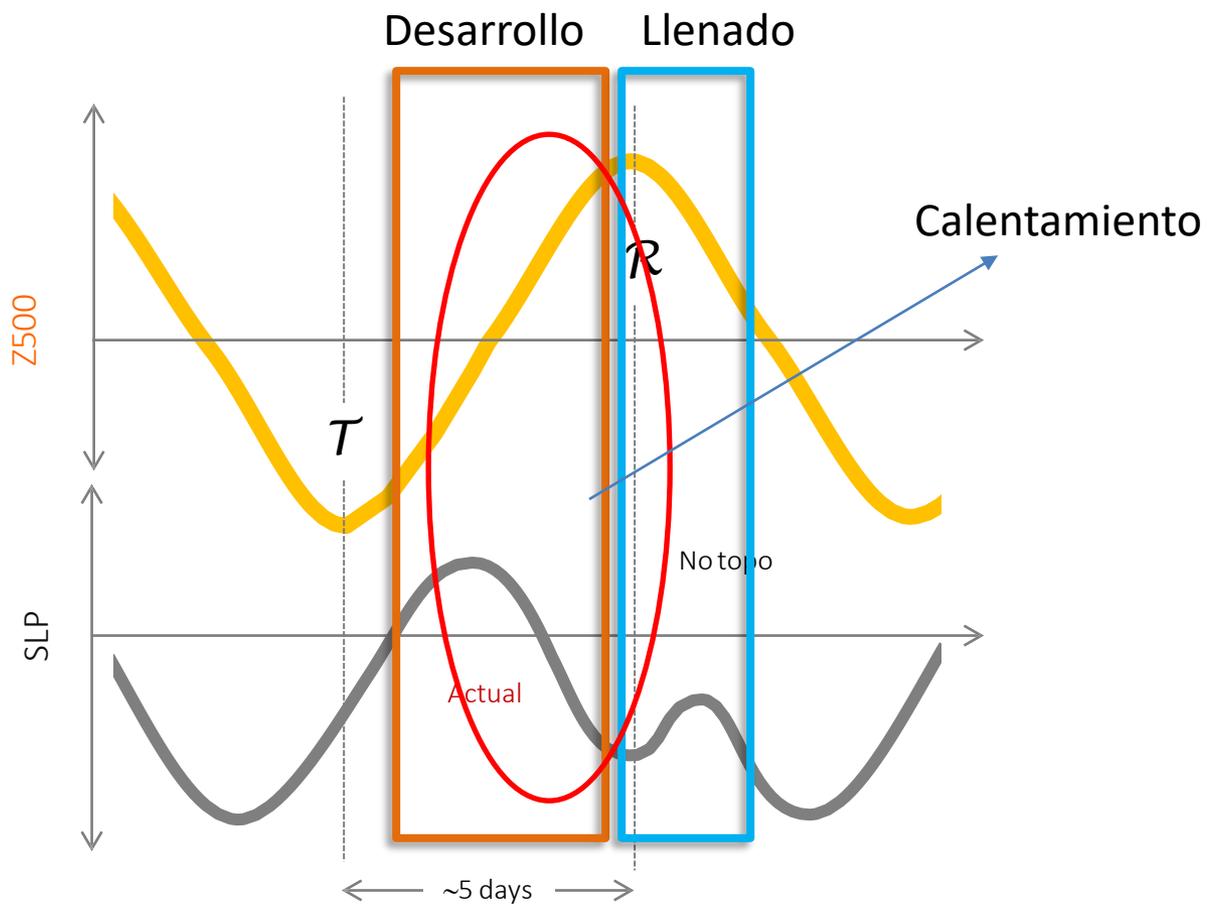


Compuesto de anomalías de PNM y V900. Día 0 = culminación de la BC en LdV  
Área gris indica sector en que la PNM esta disminuyendo en 1 hPa/día

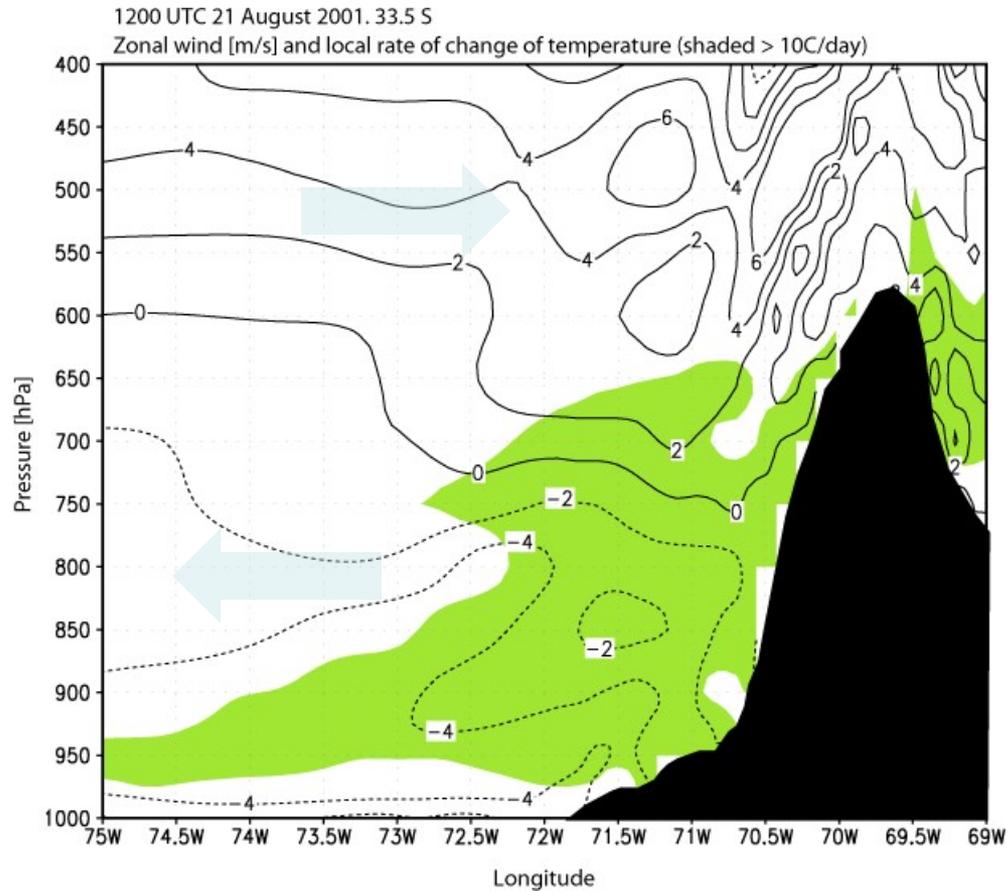


# Simulación MM5 de Caso de Estudio. Trayectorias

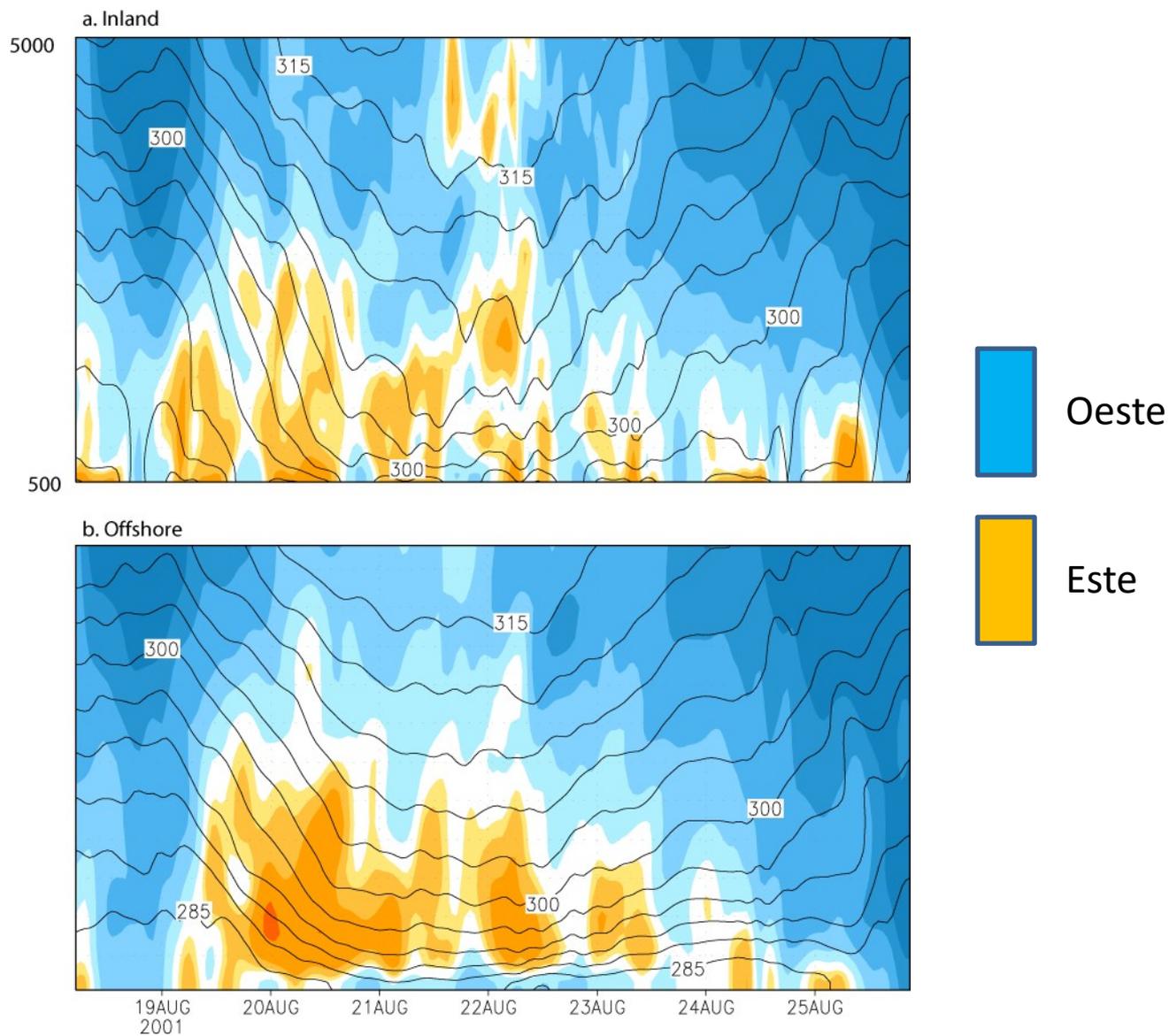




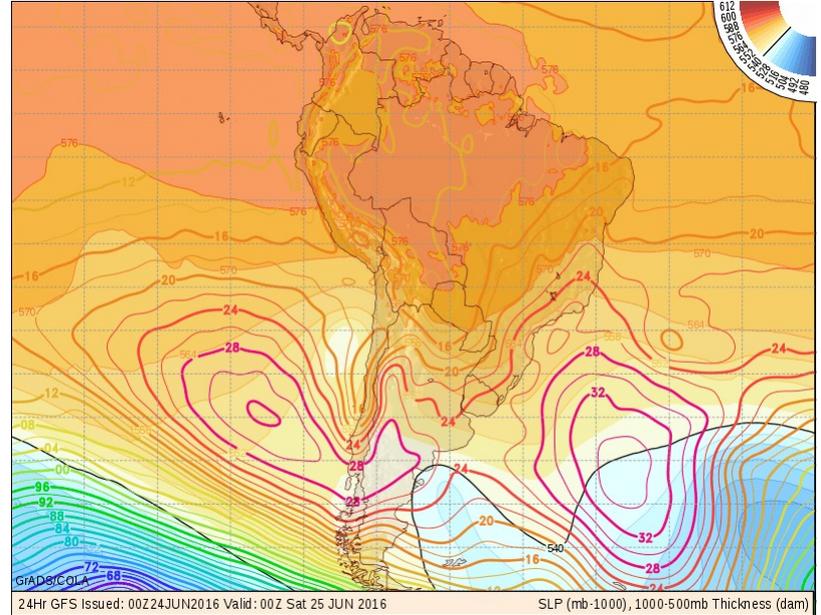
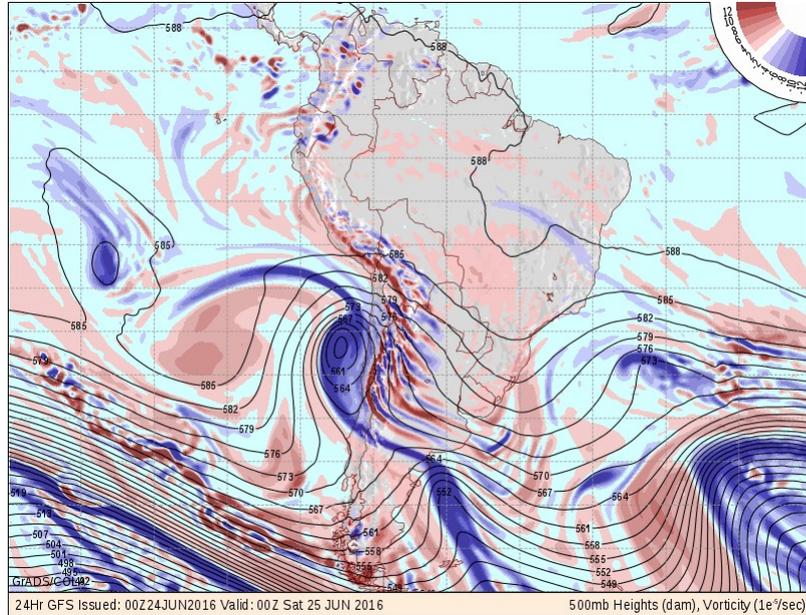
# Simulación MM5 de Caso de Estudio: No Foehn!



# Caso de Estudio: Corte tiempo-altura de theta y U



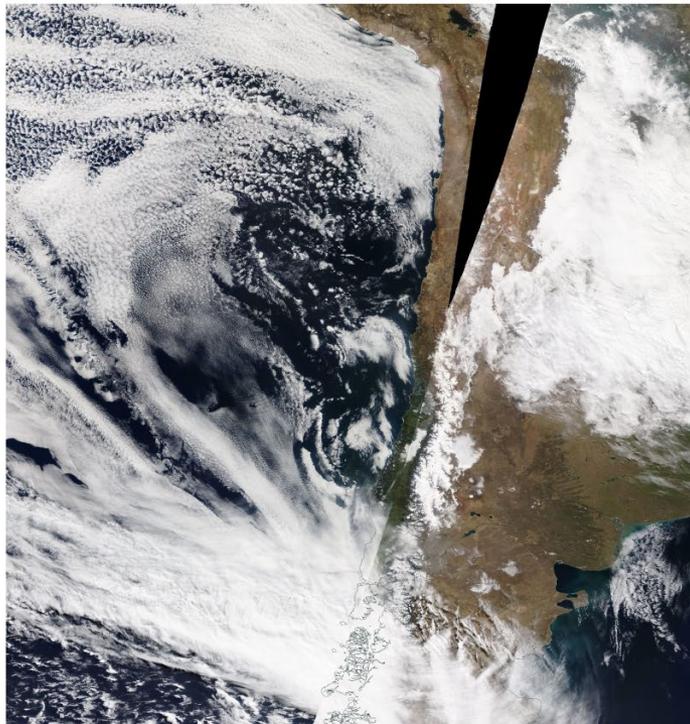
# Baja Segregada + Baja Costera



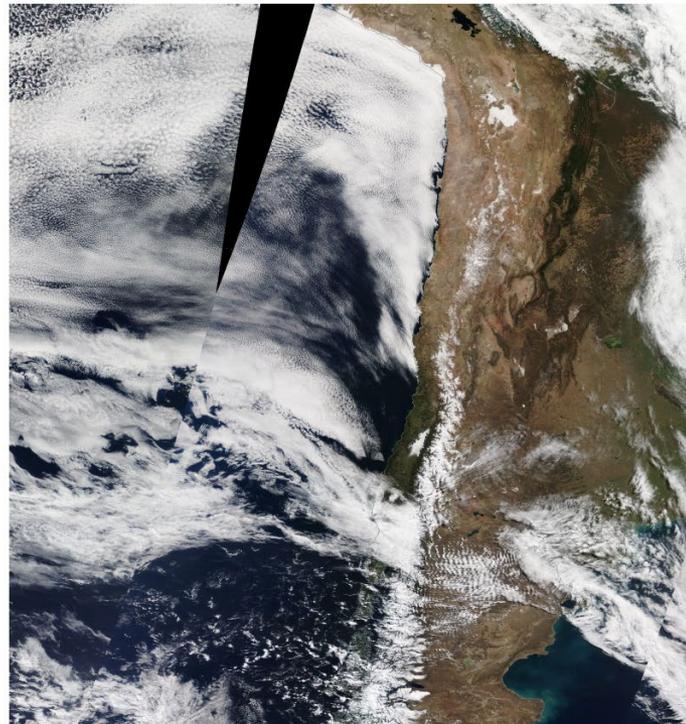
Nubosidad

# Imágenes satelitales (Modis/TERRA)

01-09-2018

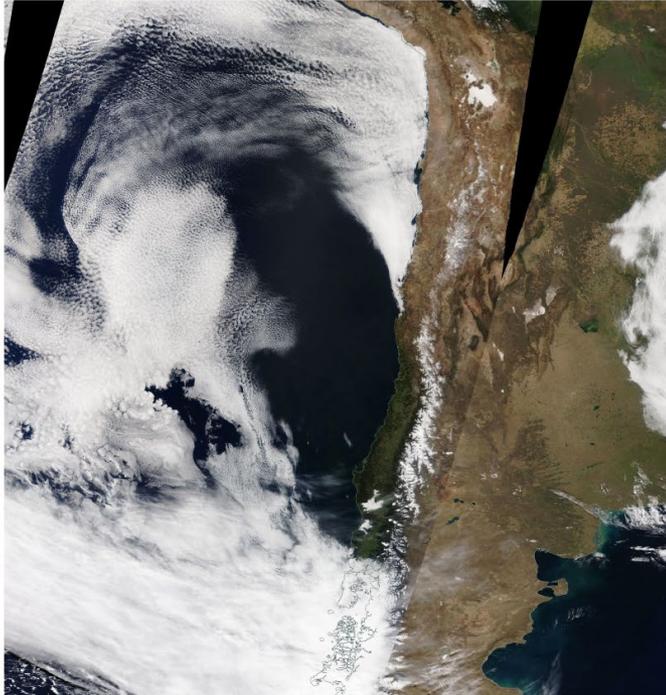


02-09-2018

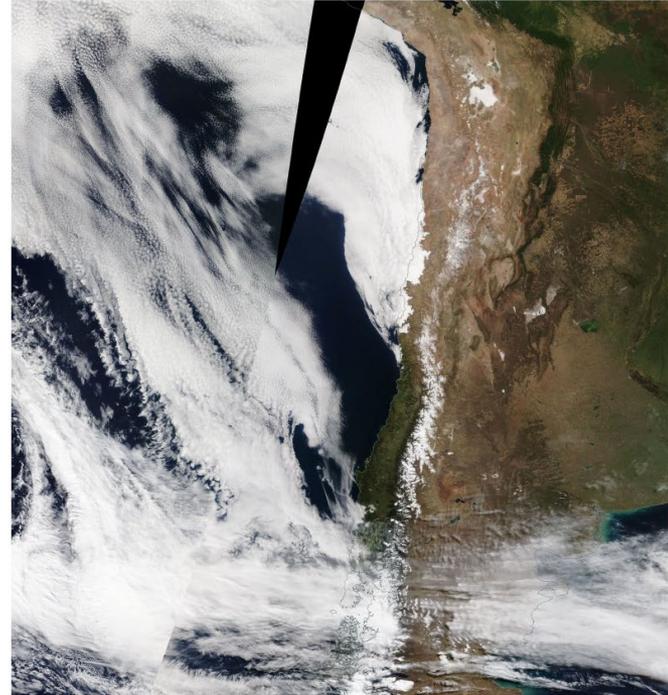


# Imágenes satelitales (Modis/TERRA)

03-09-2018

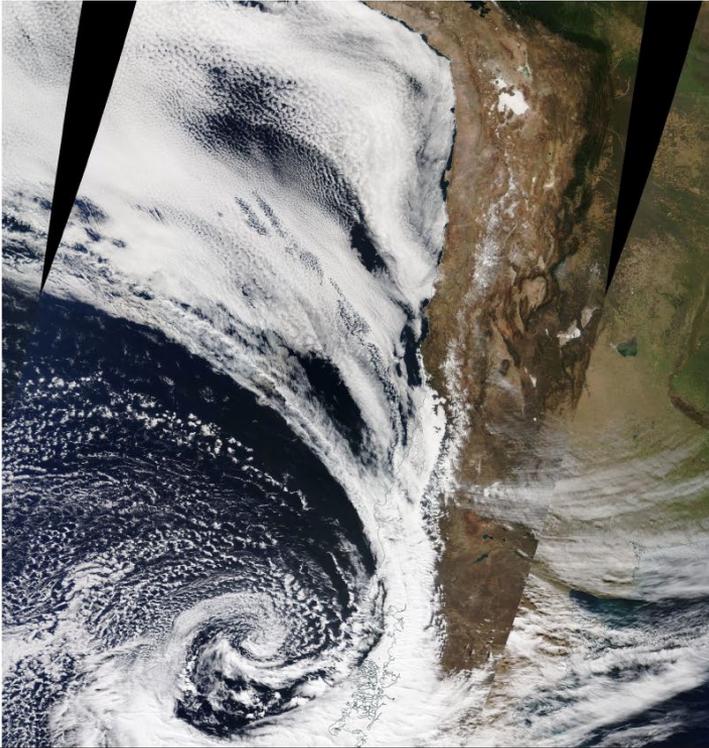


04-09-2018

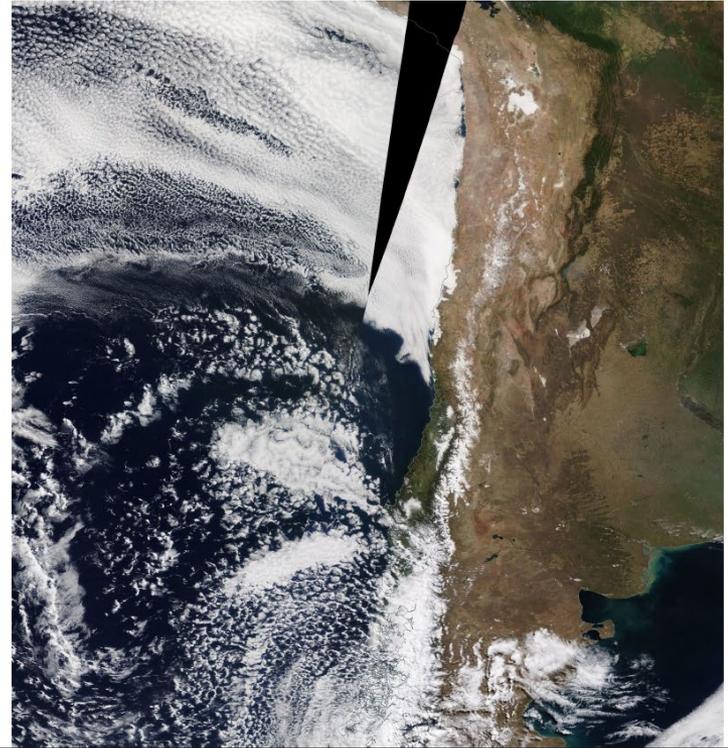


# Imágenes satelitales (Modis/TERRA)

05-09-2018

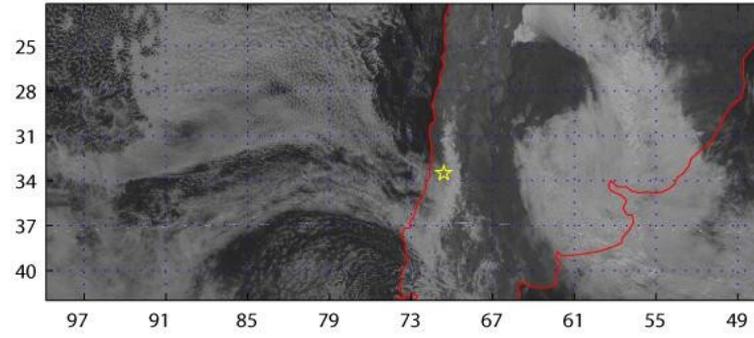


06-09-2018

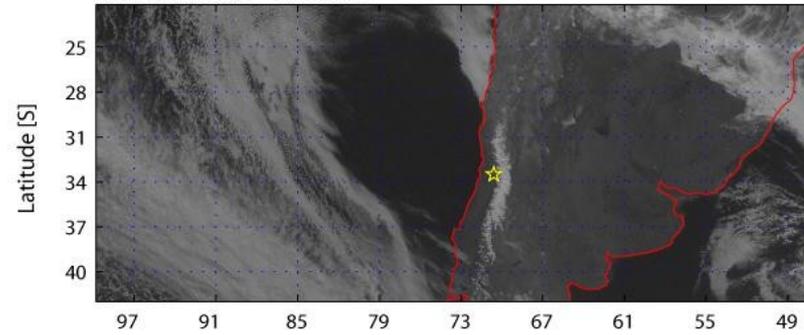


# Caso de Estudio

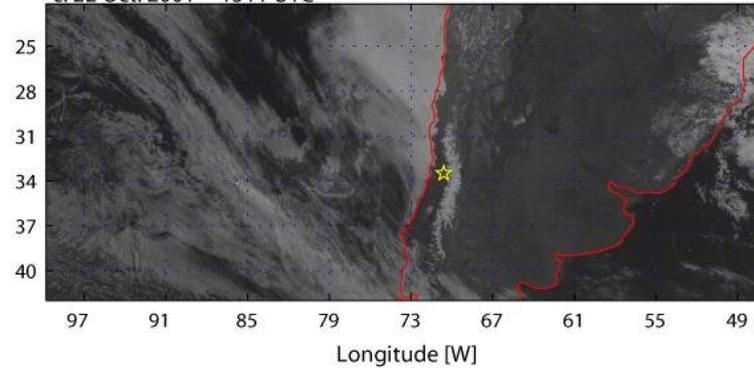
a. 18 Oct. 2001 – 1644 UTC



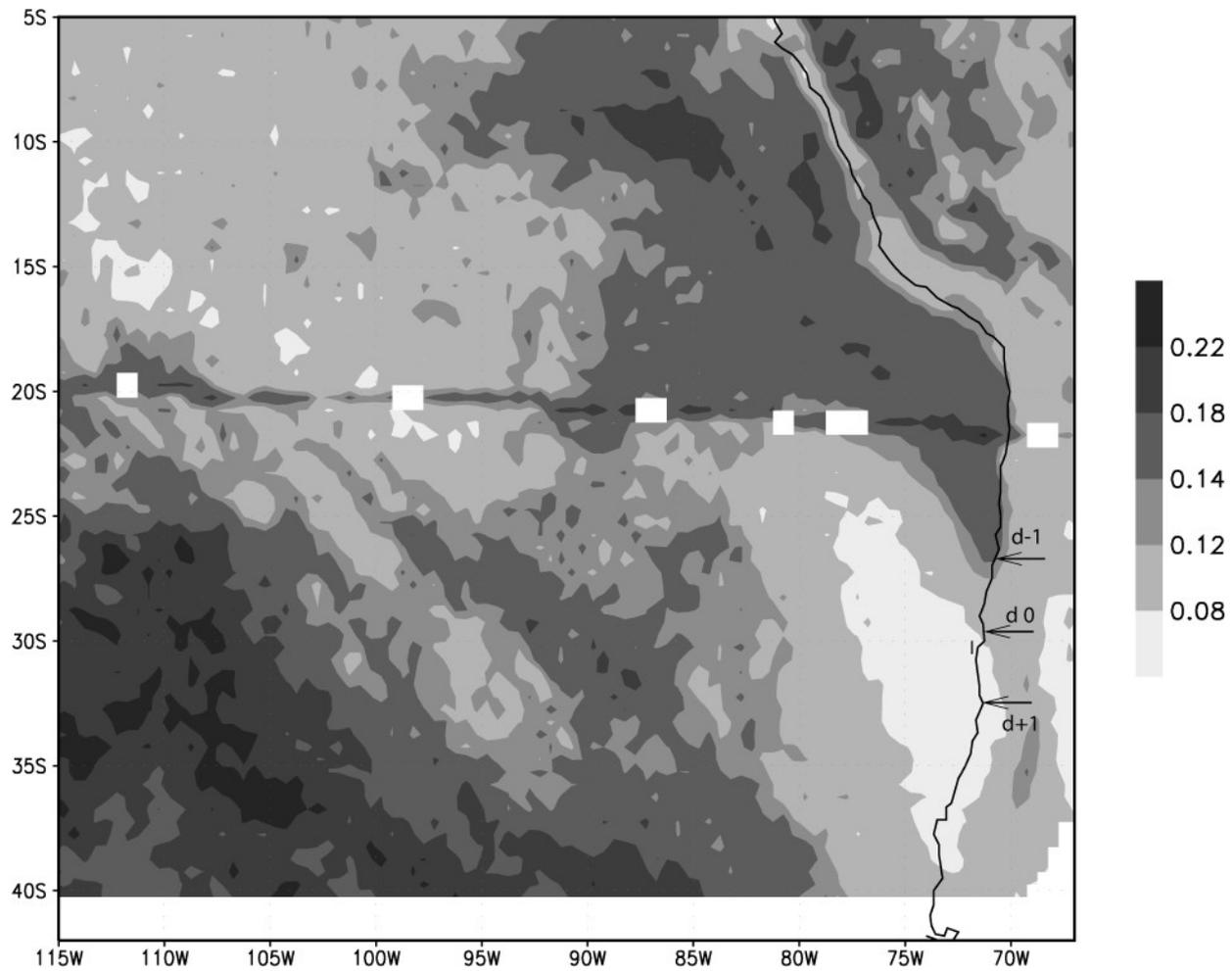
b. 20 Oct. 2001 – 1644 UTC



c. 22 Oct. 2001 – 1511 UTC

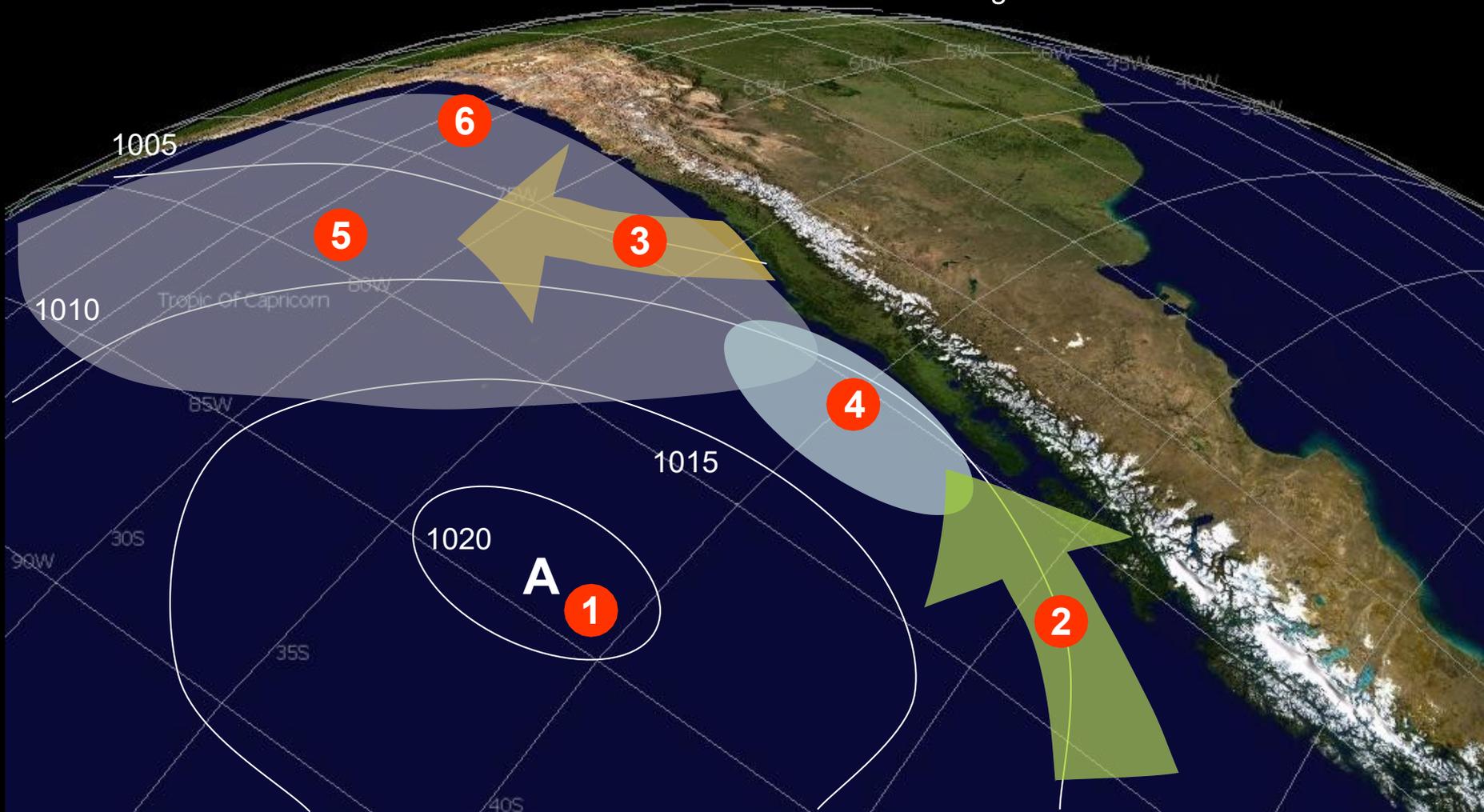


# Compuesto de nubosidad. Día 0 = culminación de la BC en LdV



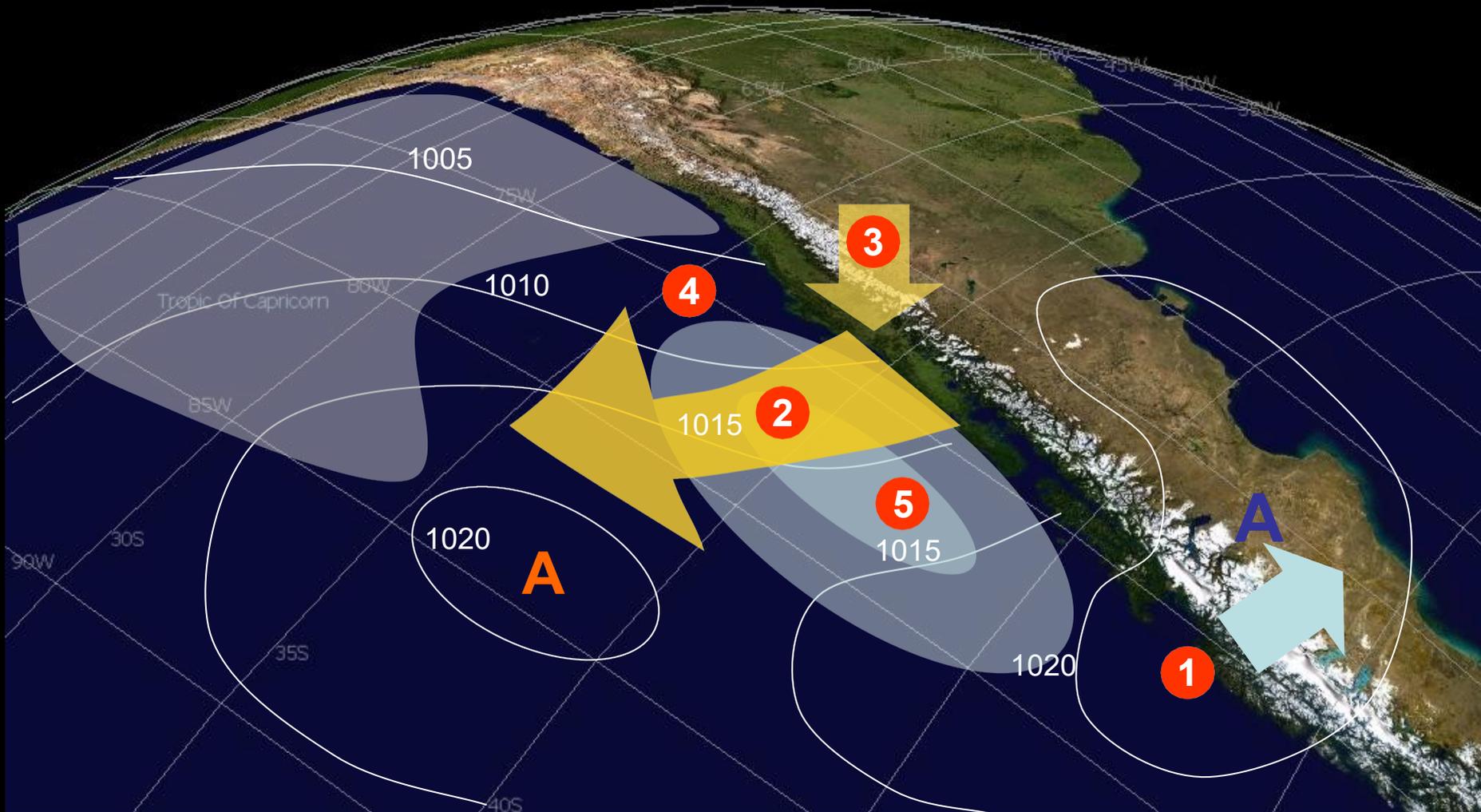
# 1. Condiciones climatológicas (no-perturbadas)

1. Anticiclón subtropical
2. Flujo hacia la costa (W)
3. Debíl flujo desde la costa (E)
4. Corriente en chorro costera (S)
5. Cubierta de SCu en el tope de la CLM
6. Vaguada costera



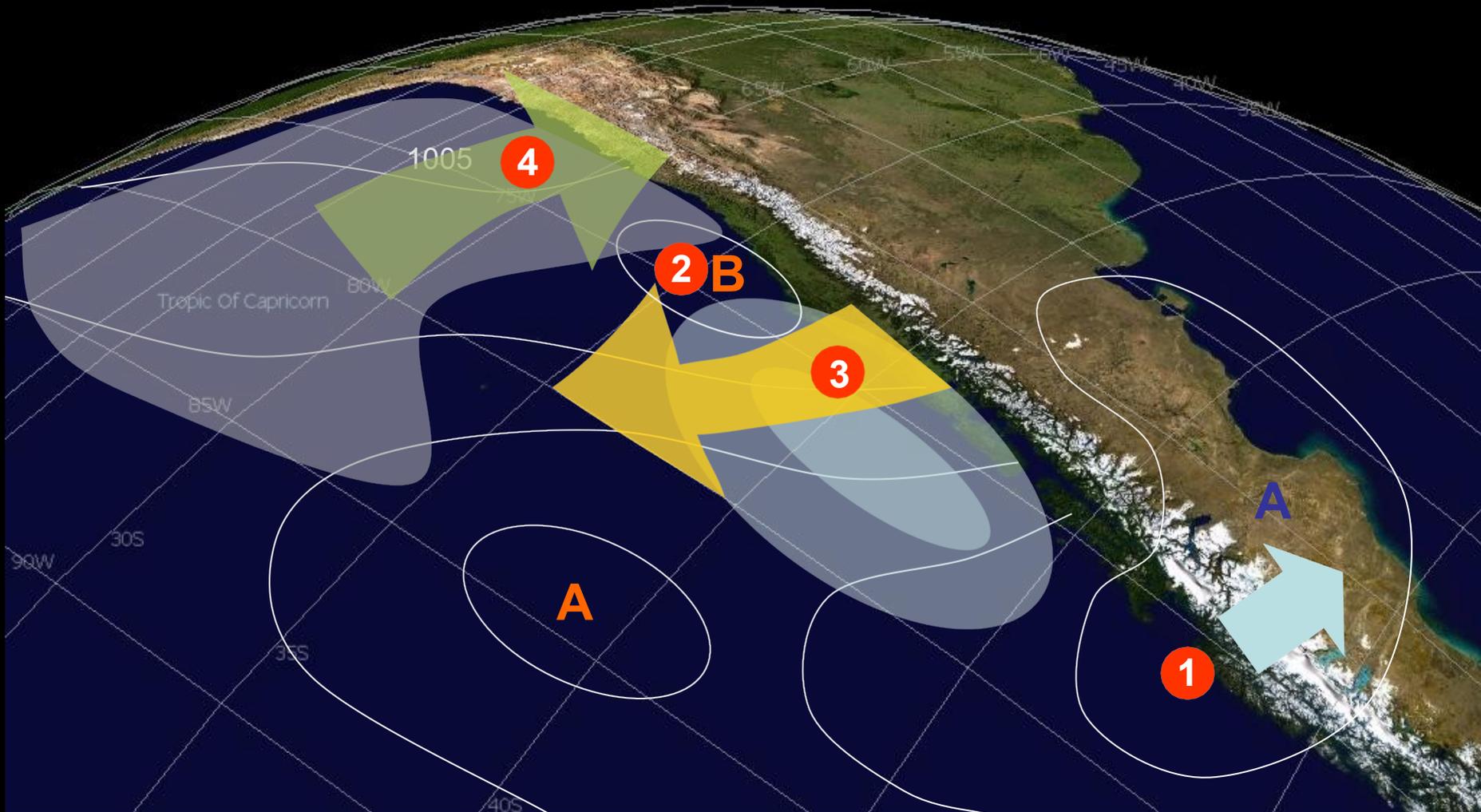
## Fase de Desarrollo

1. Anticiclón frío migratorio  $\rightarrow \partial p / \partial y < 0$
2. Flujo desde la costa se intensifica y expande al sur
3. Subsistencia forzada sobre ladera andina
4. Depresión de la CLM y disipación de SCu
5. Jet costero se intensifica



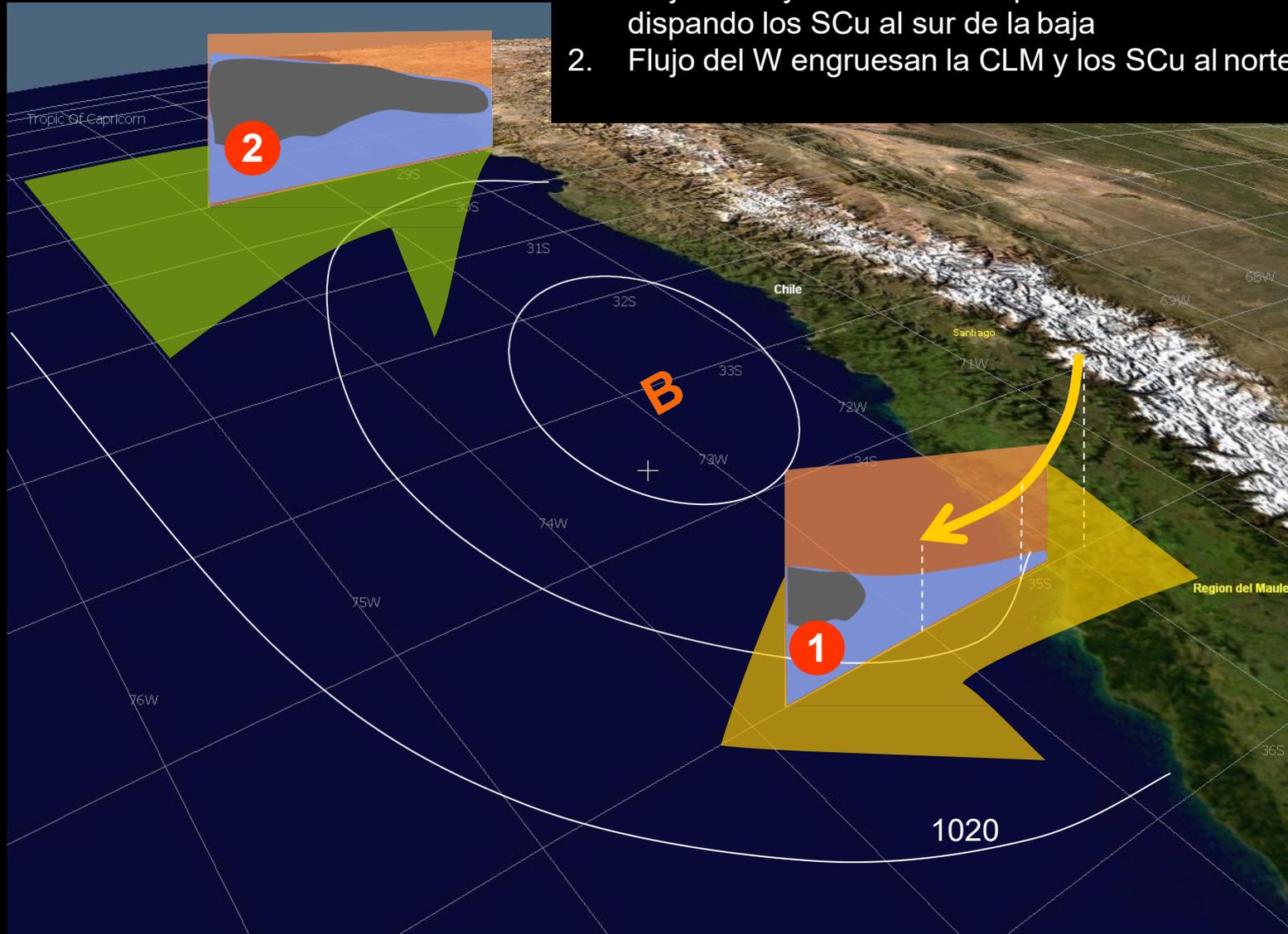
# Culminación

1. Anticiclón frío migratorio aun sobre el sur de Chile
2. Baja costera intensifica  $\partial p / \partial y < 0$  al sur de la baja
3. Flujo del E se intensifica al sur de la baja
4. Flujo hacia la costa se intensifica al norte de la baja



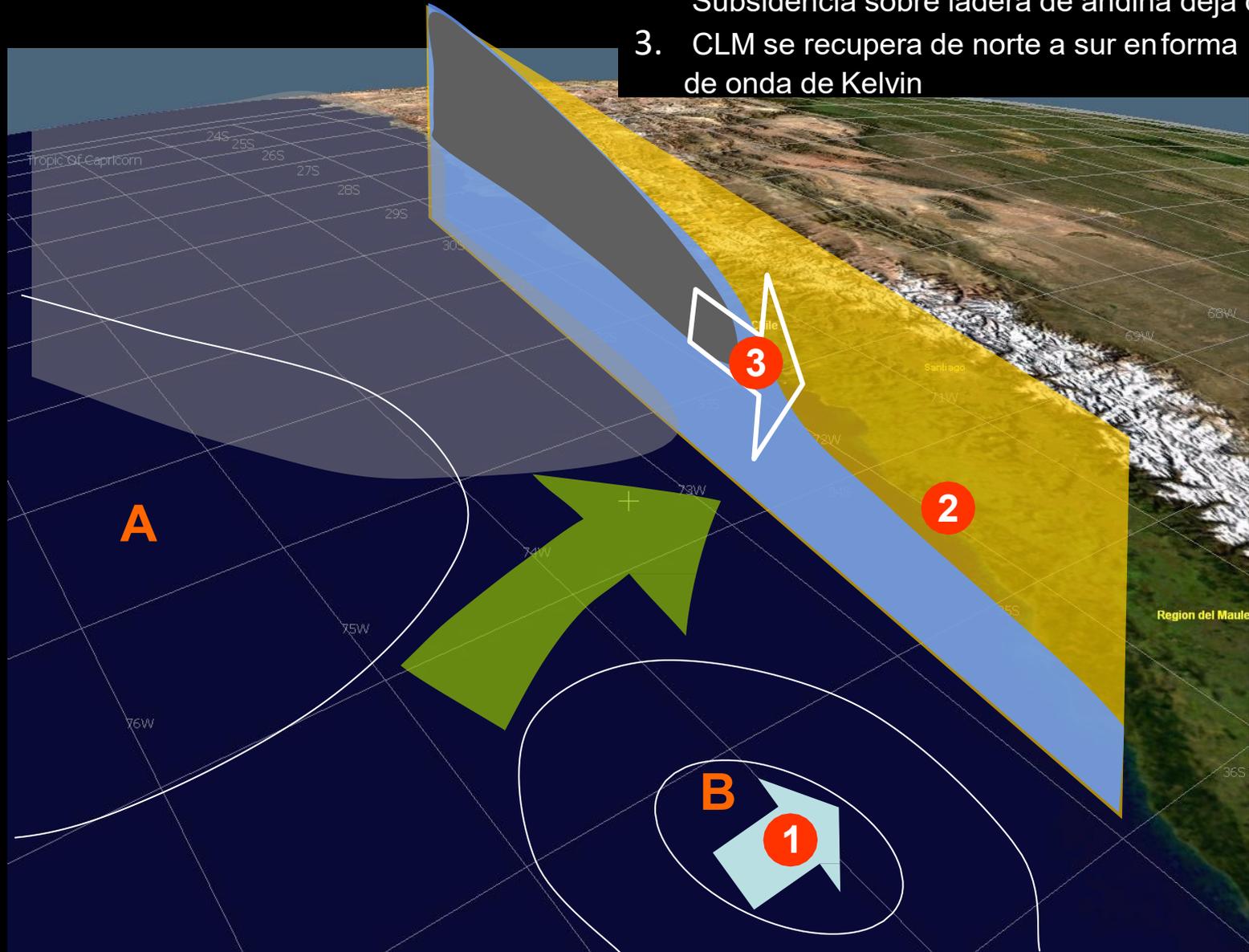
# Estructura vertical durante la culminación

1. Flujo del E y subsidencia deprimen la CLM dispando los SCu al sur de la baja
2. Flujo del W engruesan la CLM y los SCu al norte



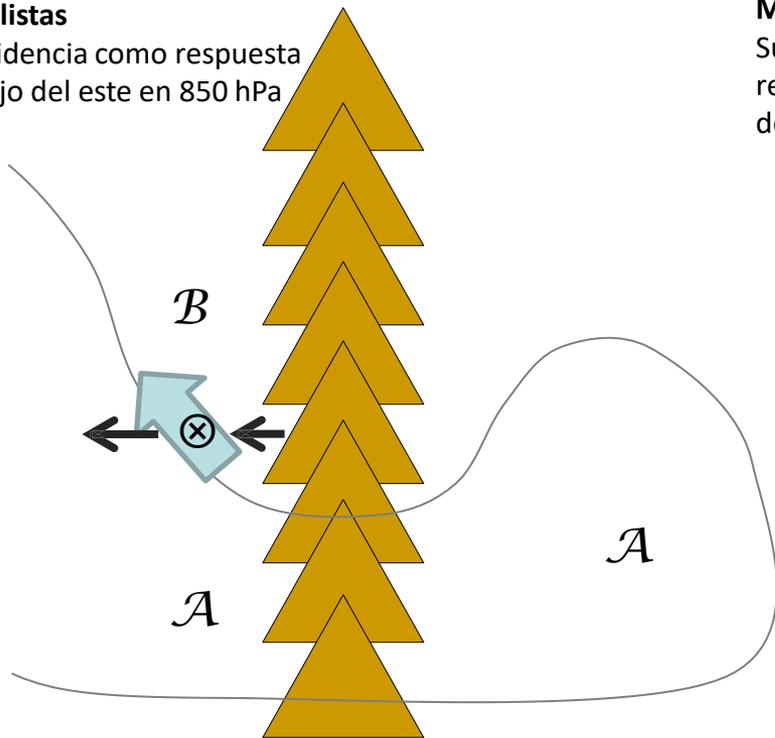
# Fase de Término

1. Desplazamiento de la alta fría al este y aproximación de una baja frontal  $\rightarrow \partial p / \partial y > 0$
2. Flujo del E se debilita o revierte al W  
Subsidencia sobre ladera de andina deja de actuar
3. CLM se recupera de norte a sur en forma de onda de Kelvin



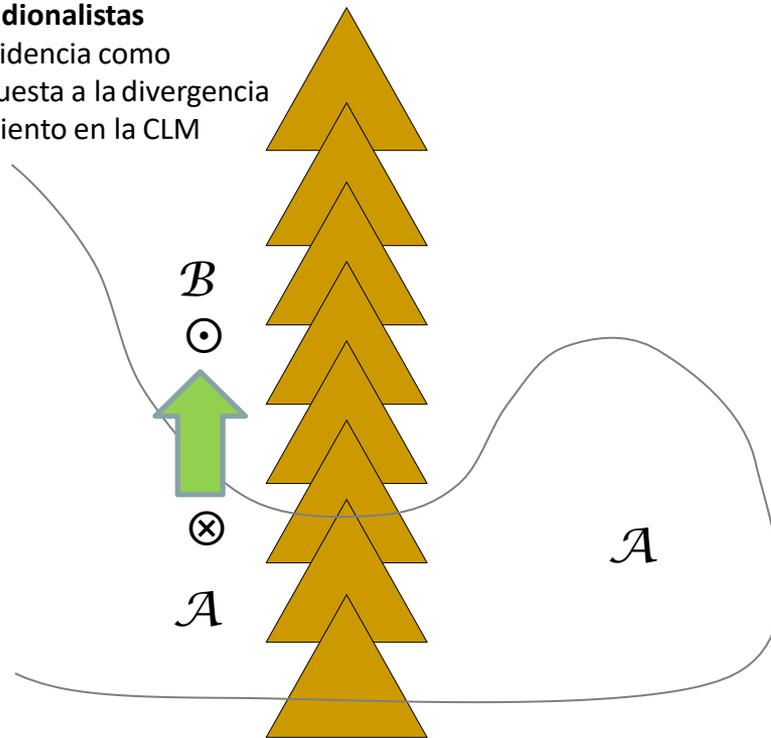
### Zonalistas

Subsidencia como respuesta al flujo del este en 850 hPa



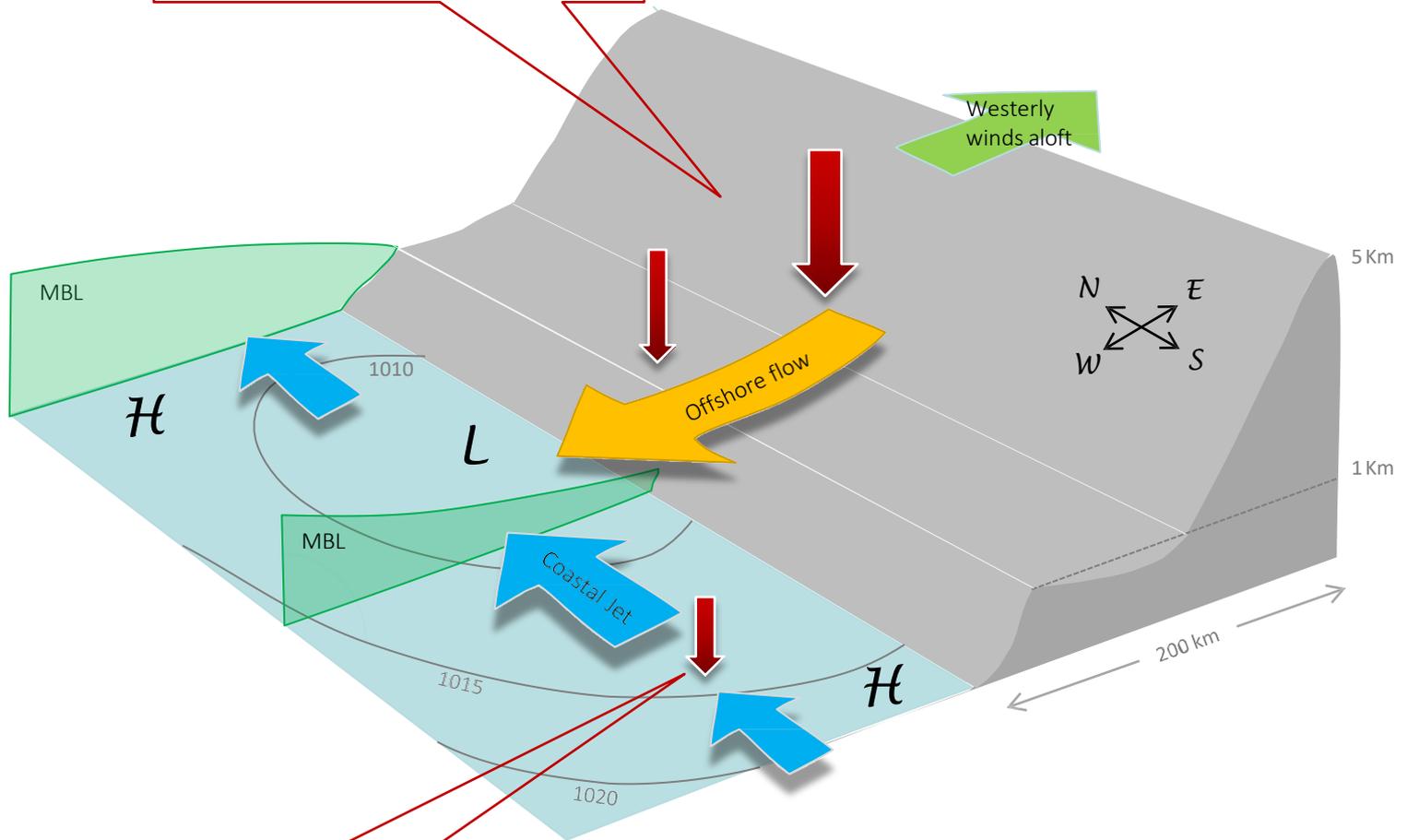
### Meridionalistas

Subsidencia como respuesta a la divergencia del viento en la CLM

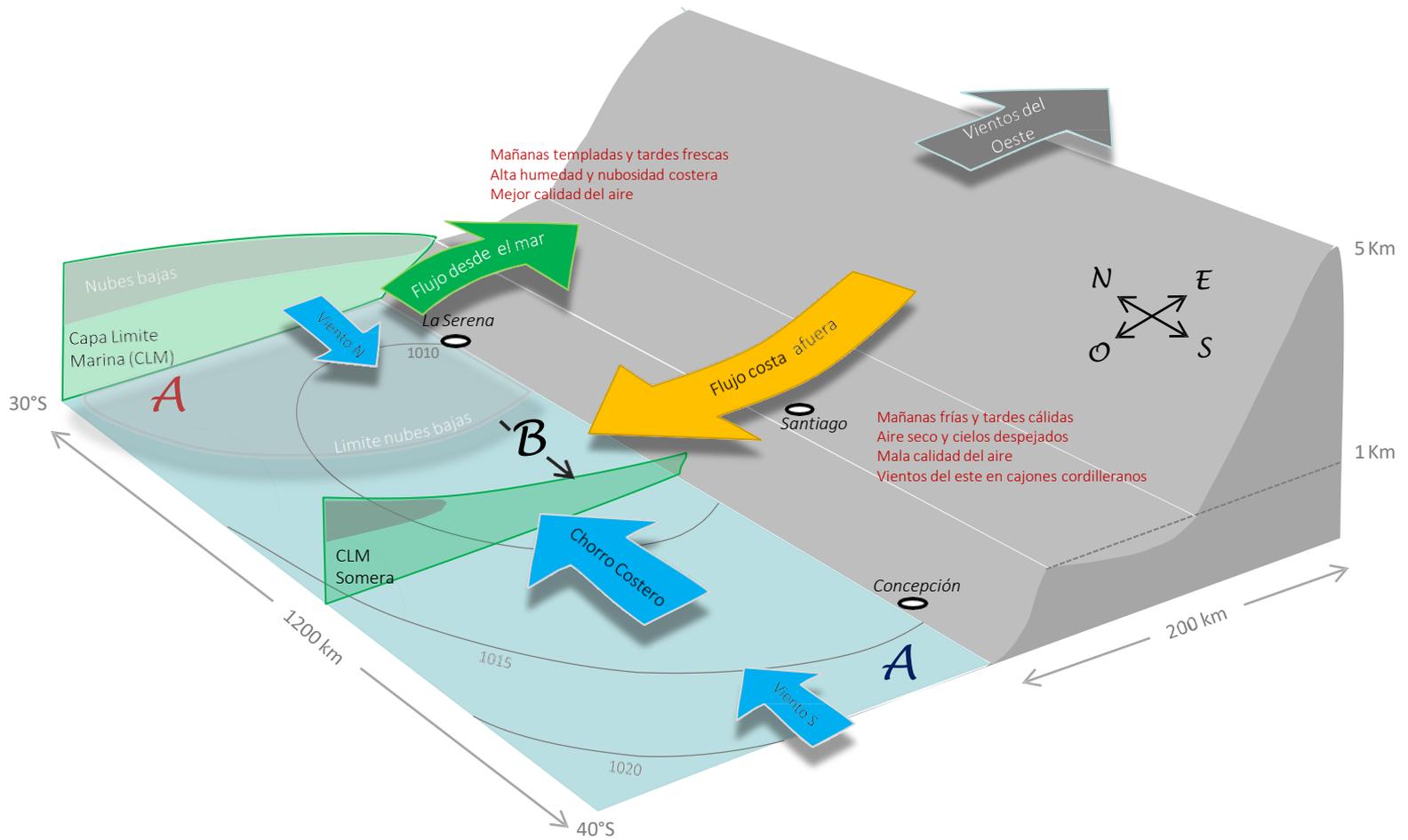


En ambos casos, la subsidencia compensa divergencia horizontal, de manera que por si sola no hace cambiar la presión en superficie.

**Above the MBL** and away from the continent the flow is in quasi-geostrophic balance, resulting in offshore flow. Subsidence over the Andean slope is required to compensate **zonal divergence**



**Within the MBL** the flow is ageostrophic and a low-level southerly wind jet is formed. Subsidence is required to compensate **meridional divergence**



# Impactos locales

Análisis Compuestos (Garreaud et al. 2002)

Mediciones (Rutllant & Garreaud 2004)

Simulación de un caso (Garreaud & Rutllant 2003)

# Vaguadas Costeras en Chile Central

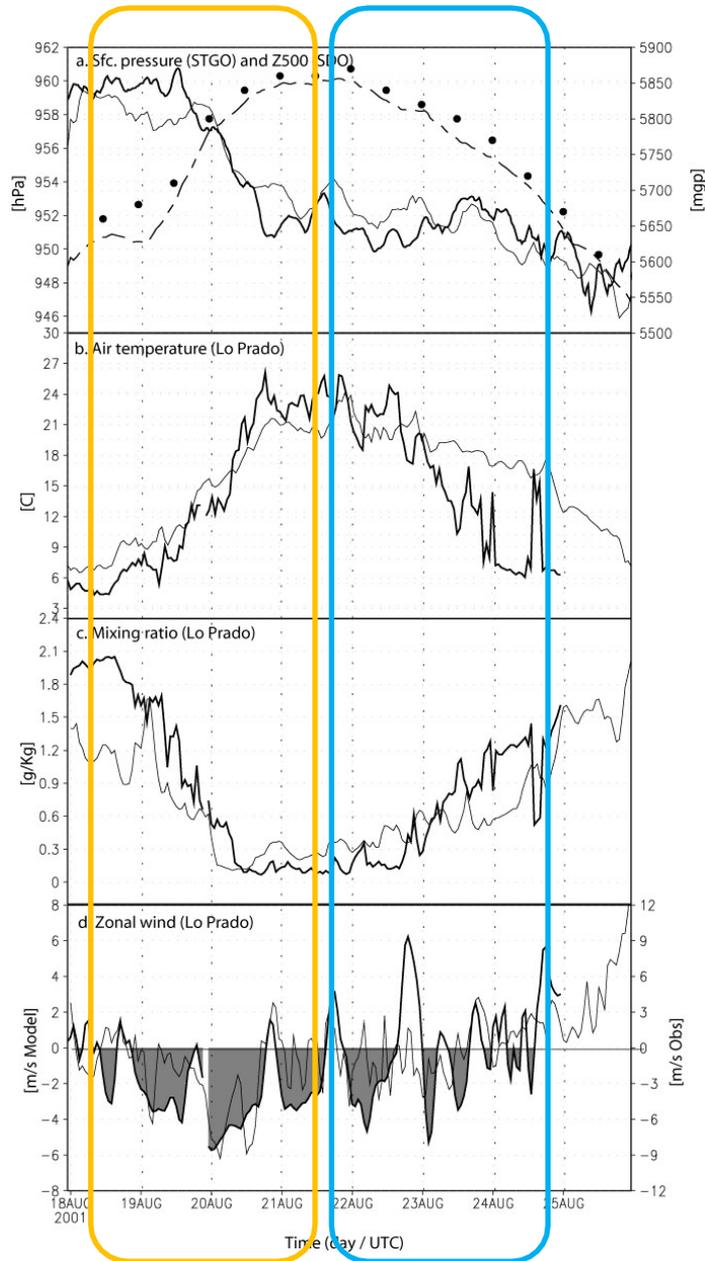
Fenómenos de meteorología local asociados a fase de desarrollo:

- Gran amplitud térmica en valles interiores:  $T_n \sim 0^\circ\text{C}$ ,  $T_x \sim 20^\circ\text{C}$
- Condiciones muy secas ( $HR < 30\%$ ,  $q < 3 \text{ g/kg}$ ) y calmas ( $ff < 1 \text{ m/s}$ )
- Temperaturas altas en torno a lo 1000 m de altura
- Cielos mayormente despejados
- Episodios de contaminación en valles interiores
- Vientos del sur fuertes en zonas costeras (surazos)
- Surgencia muy activa en zonas costeras (TSM por debajo de lo normal)

Fenómenos de meteorología local asociados a fase de término:

- Entrada de aire marino y nieblas a valles interiores
- Marcada reducción de  $T_x$  y aumento de HR y nubosidad
- Marcada disminución del viento S e incluso puede aparecer viento N en la costa

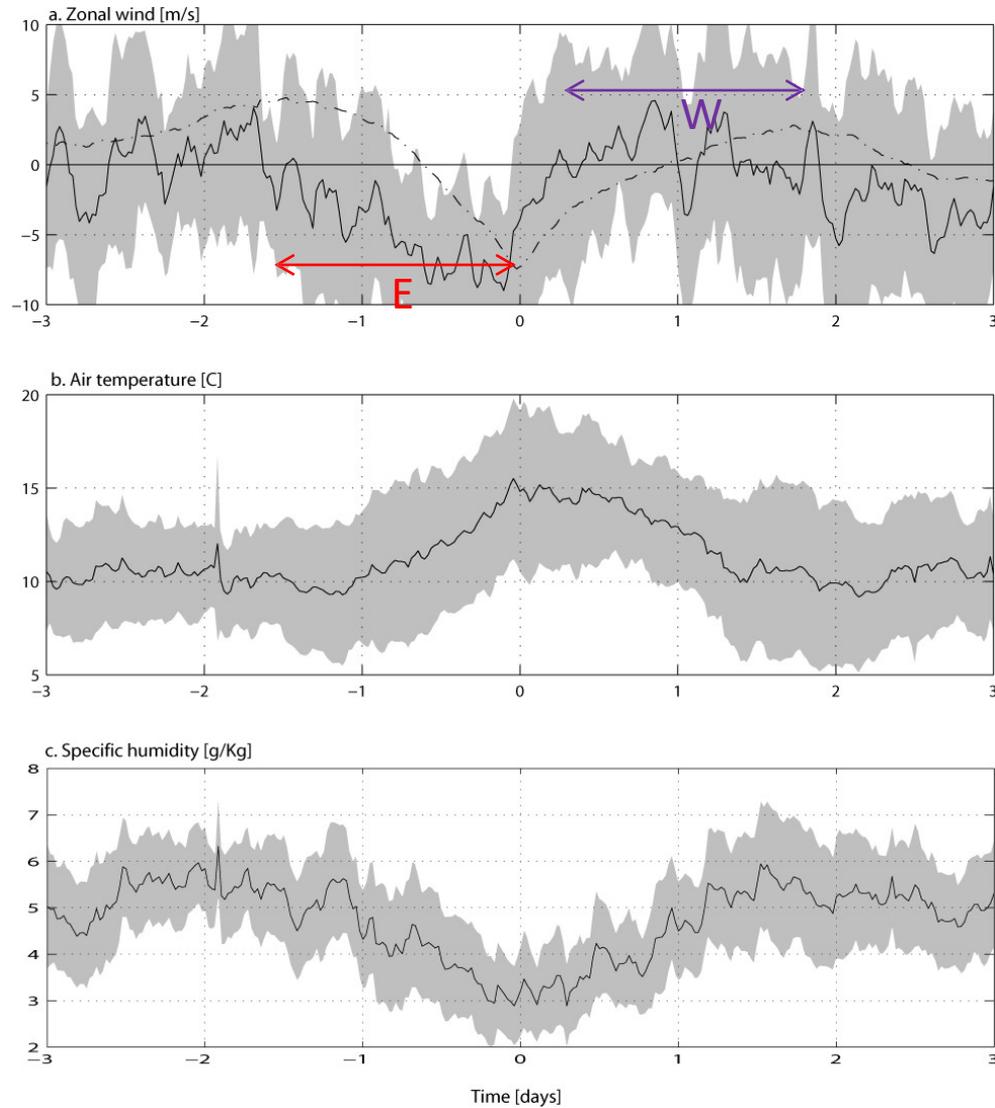
# Caso de Estudio



Las BC no son como una depresión de latitudes medias!

Caída de la presión en superficie durante aproximación de la Dorsal en Troposfera Media...las BC

Compuesto en Lo Prado. 33°S, cerca de Santiago pero a 1000 msnm  
Día 0 = culminación de la BC en LdV



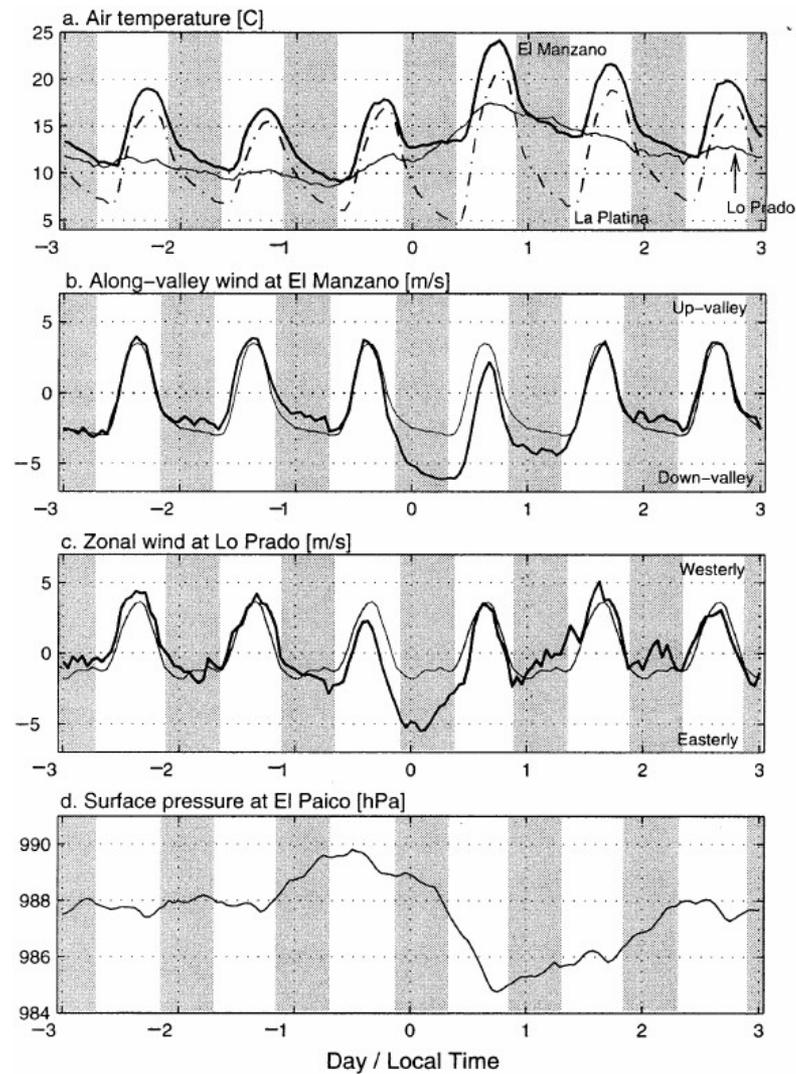
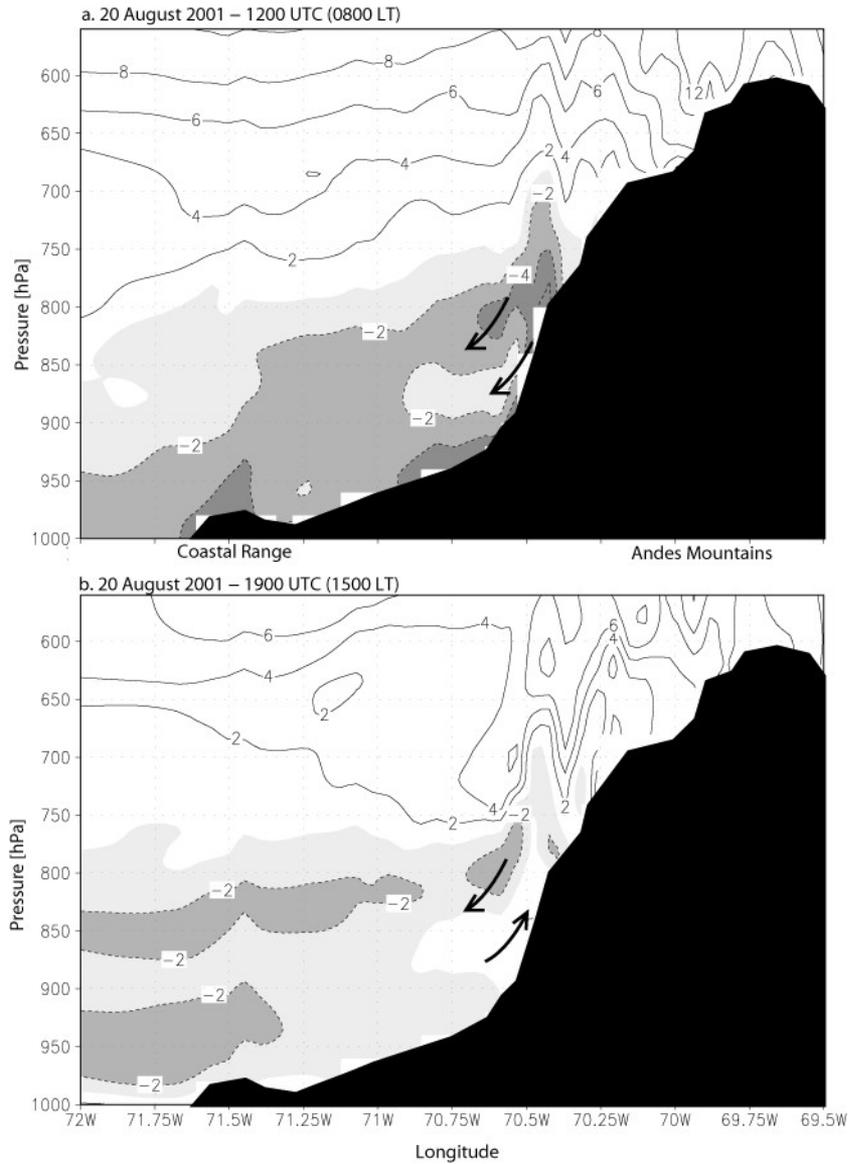
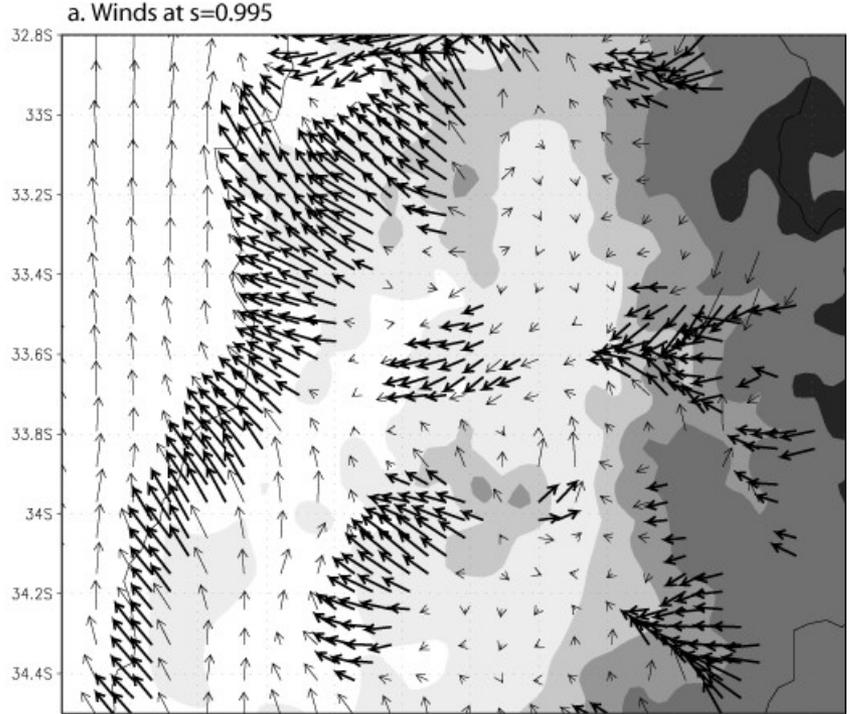
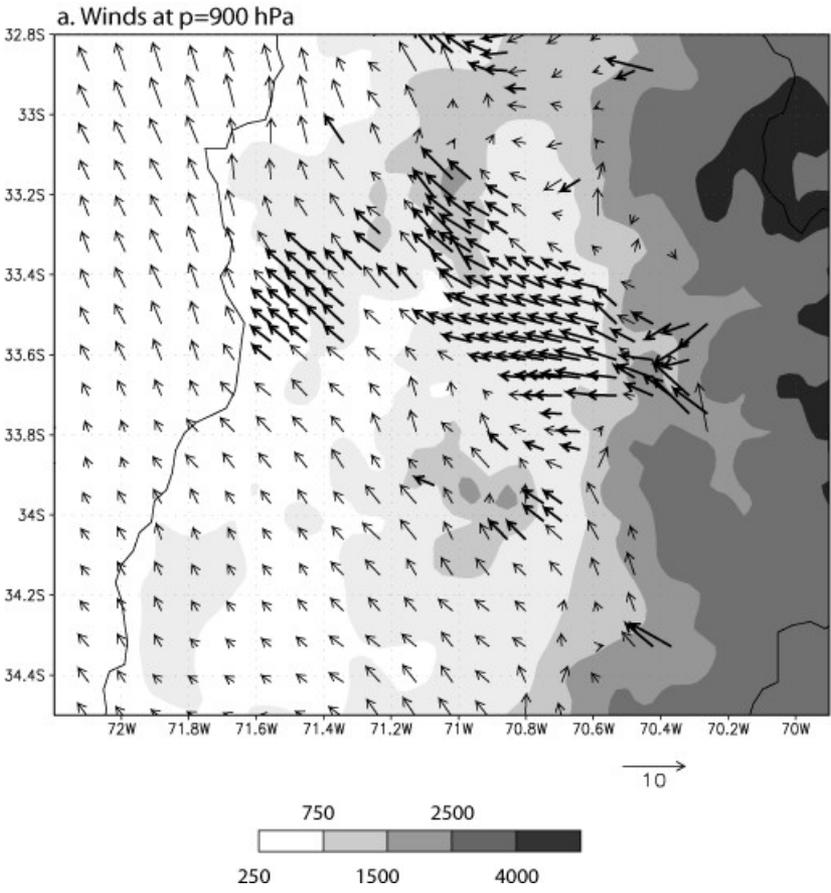


FIG. 7. Composite time series of several near-surface variables centered on day 0 [peak of each strong downslope wind (Raco) episode at El Manzano]. Light shaded areas indicate nighttime periods. (a) Air temperature at El Manzano (thick solid line), La Platina (dot-dashed line), and Lo Prado (thin solid line). (b) Along-valley wind speed composite at El Manzano (thick line) and seasonal mean (thin line). Negative values indicate downvalley flow. (c) Zonal wind composite at La Obra (thick line) and seasonal mean (thin line). (d) Surface pressure at El Paico.

# Simulación MM5 de Caso de Estudio. Componente Zonal a 33°S



# Simulación MM5 de Caso de Estudio. Vientos niveles bajos cerca de momento de culminación



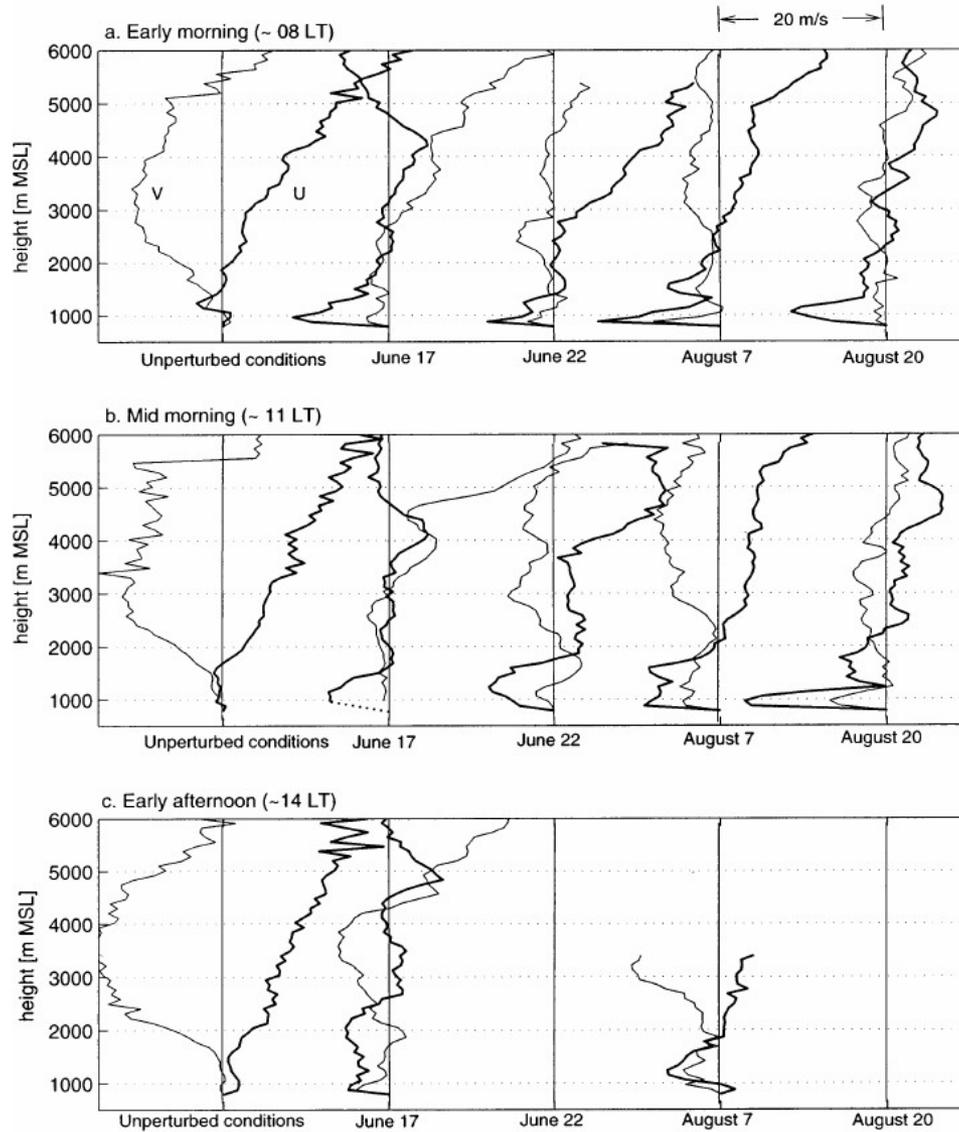
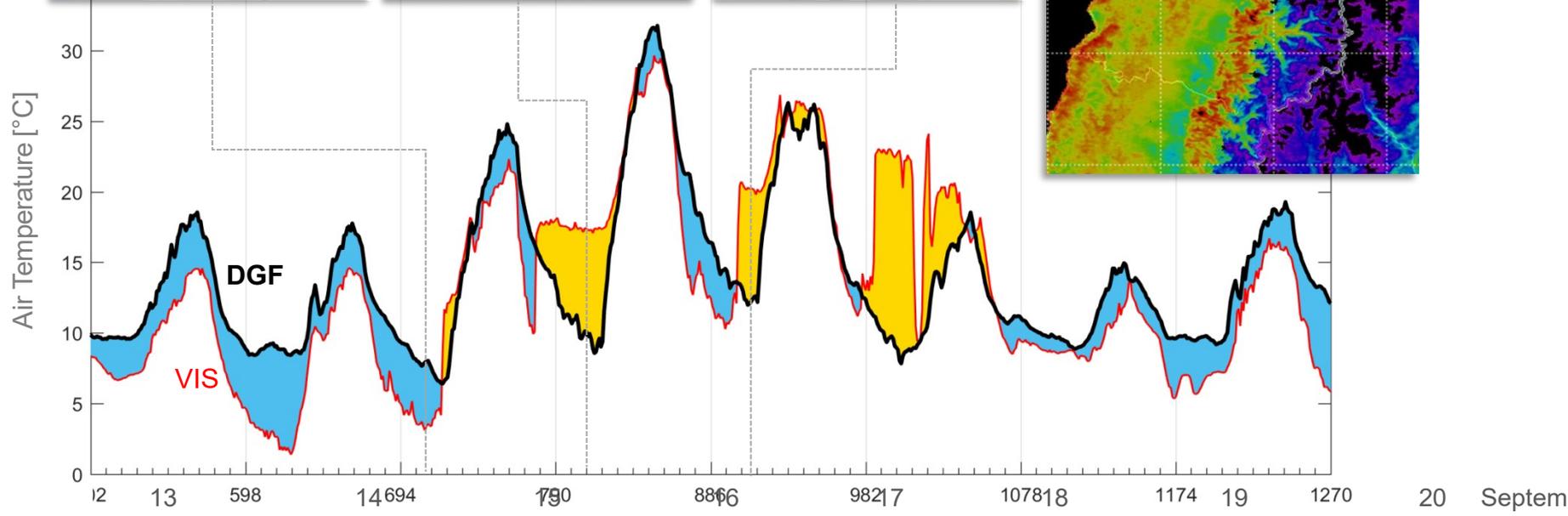
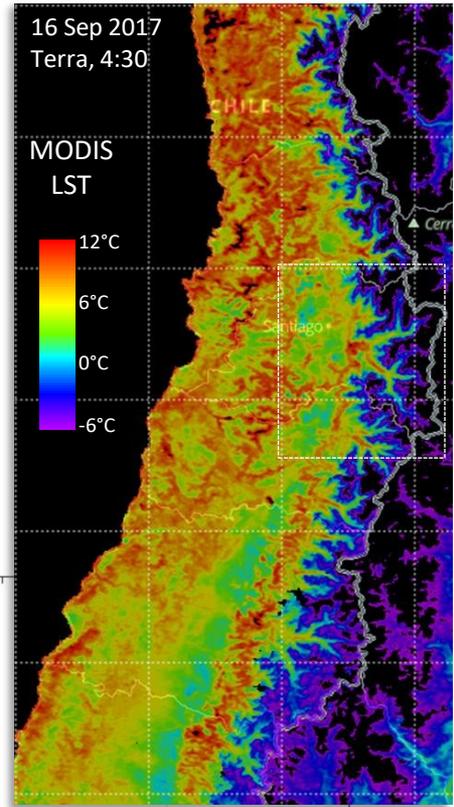
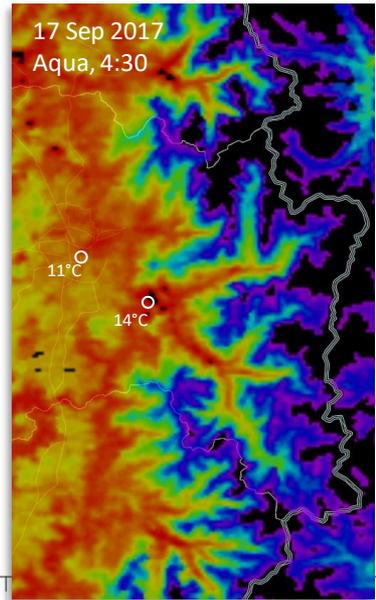
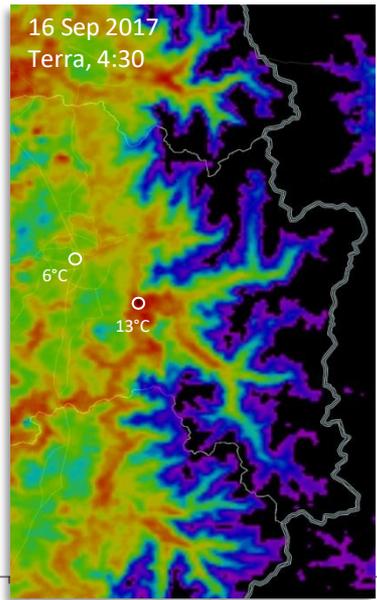
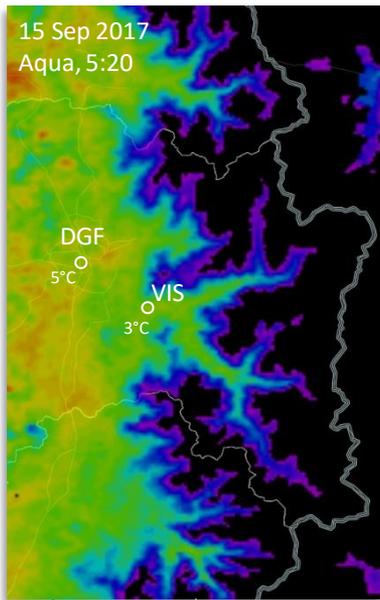


FIG. 8. Vertical profiles of the zonal ( $U$ ; thick lines) and meridional wind ( $V$ ; thin lines) components measured at La Obra (exit region of the Maipo Canyon) at (a) 0800, (b) 1100, and (c) 1400 LT. Speed scale is above (a). Included in (a)–(c) are 5 columns: the leftmost column corresponds to the average of 5 days not classified as strong downslope flow days (unperturbed condition). The rest of the columns correspond to 4 strong downslope days during the austral winter of 2001 (dates indicated at the bottom).



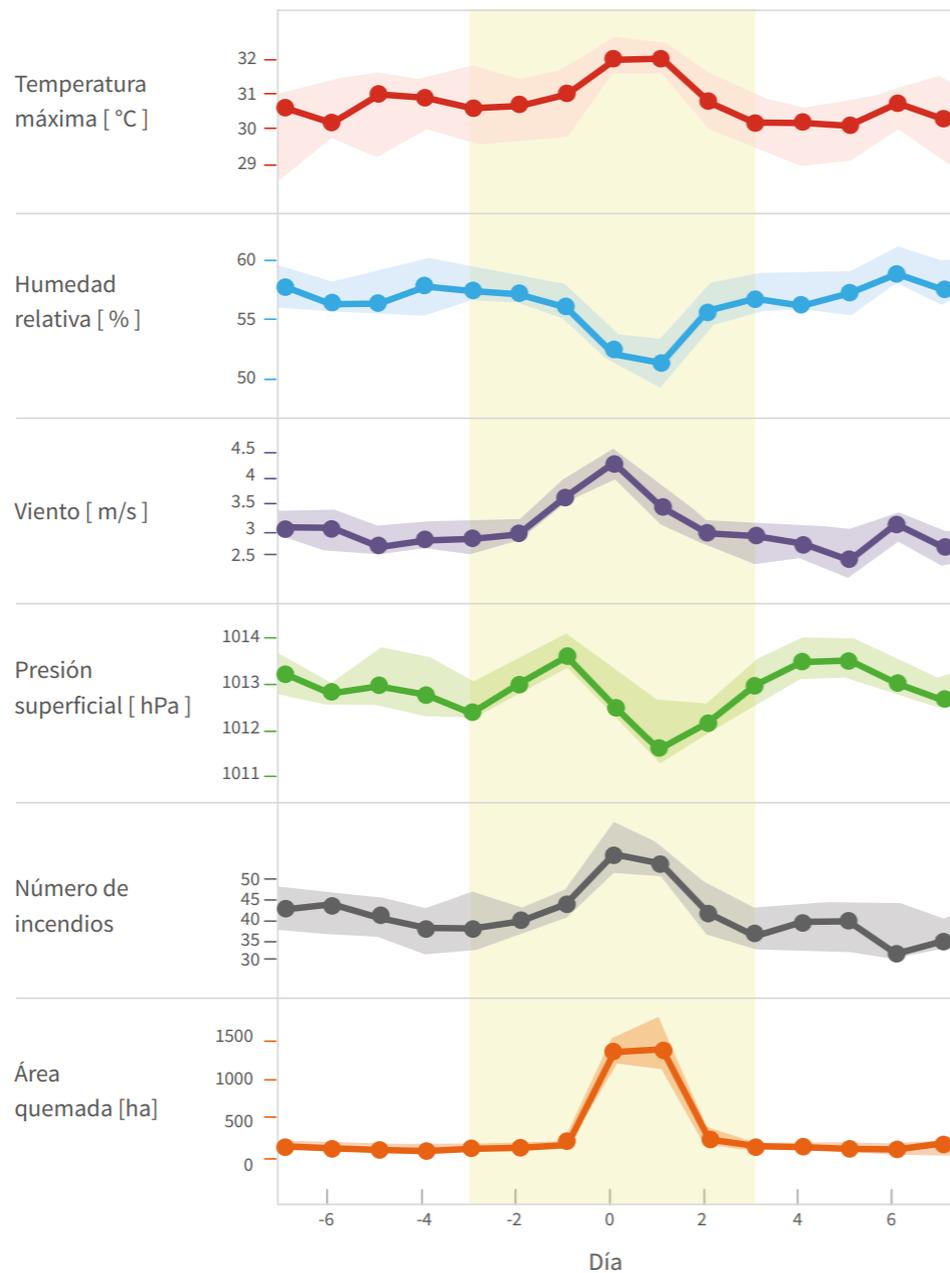
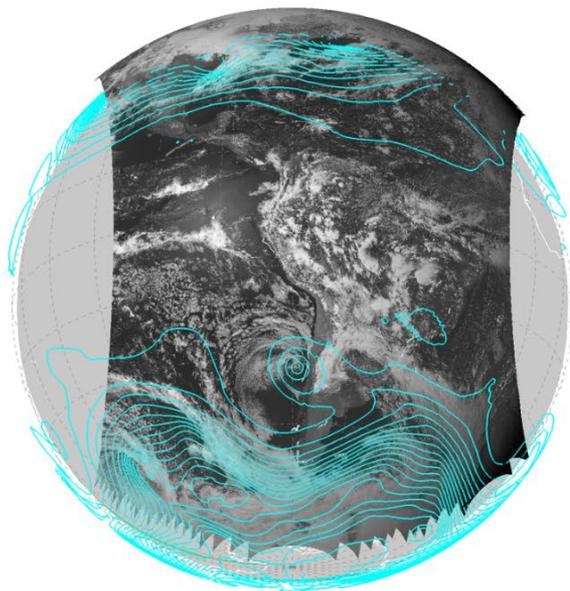


Figura 1. Condiciones meteorológicas medias entre los 7 días previos y 7 días posteriores a la ocurrencia de grandes incendios forestales en la zona centro-sur.

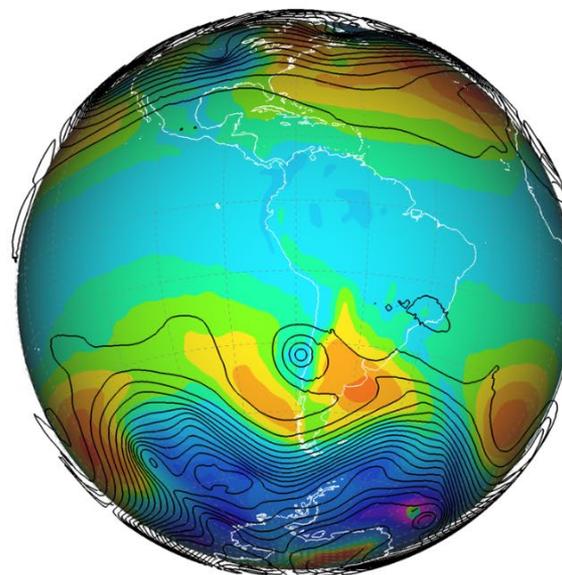
Para esto se consideraron 63 días en que el área quemada superó 741 hectáreas en las regiones del Ñuble y Biobío (catastro de incendios CONAF), denominado aquí día 0.

Las diversas series, desde arriba hacia abajo, corresponden al promedio de la temperatura máxima en la estación Bernardo O'Higgins Chillán Ad. (registros Dirección Meteorológica de Chile, DMC), la humedad relativa a 2 m y el viento a 10 m media sobre las regiones del Biobío y Ñuble (reanálisis CFSR), la presión reducida a nivel del mar cercano a Chillan (reanálisis ERA5) y el número de incendios y área quemada (catastro de incendios CONAF).

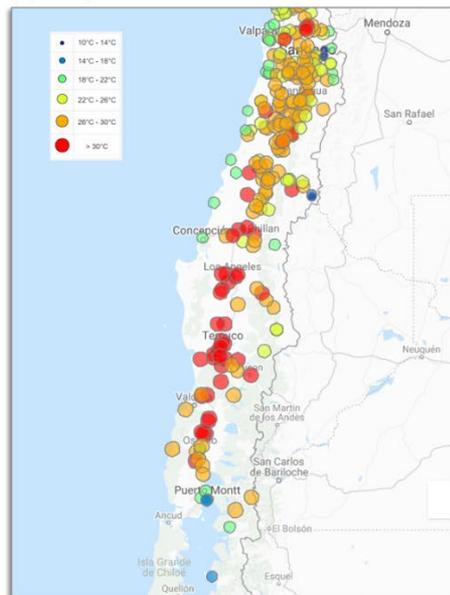
(a) Z500 (GFS) + GOES13 (Vis), 18 UTC, 09-03-2019



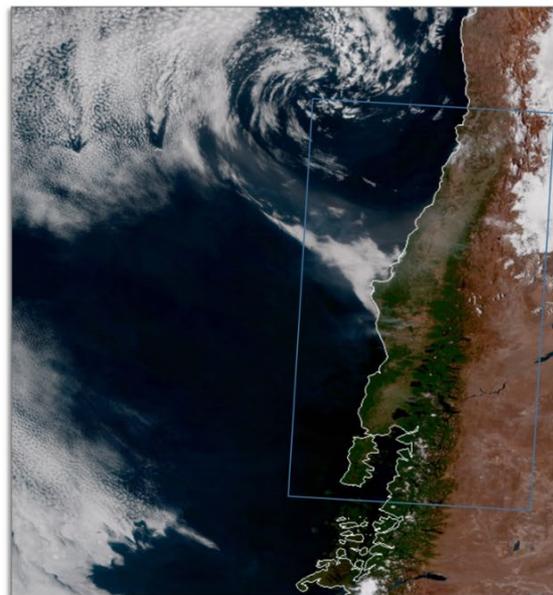
(b) Z500 + SLP (GFS), 18 UTC, 09-03-2019



(c) Temperatura máxima, 09-03-2019

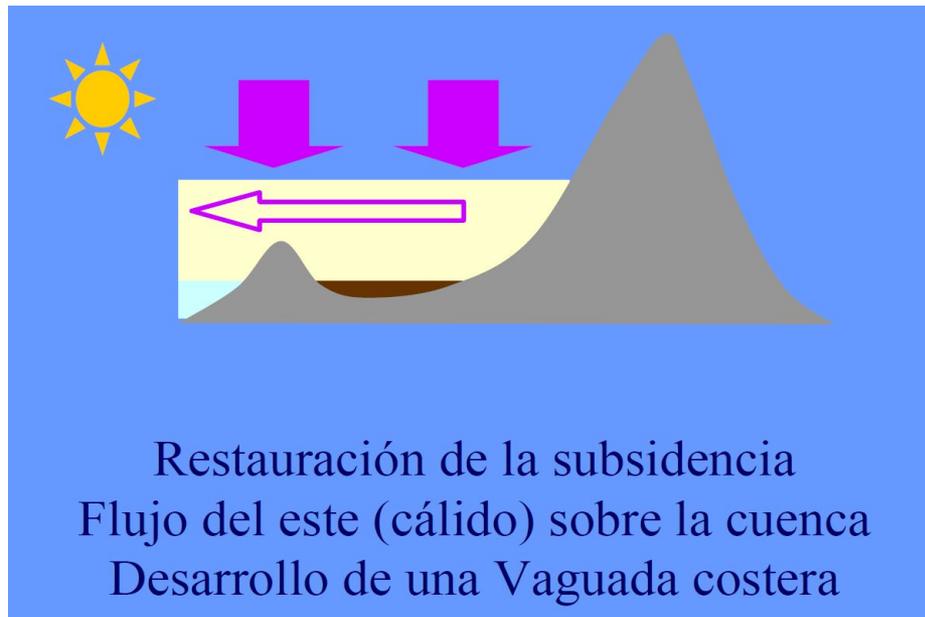
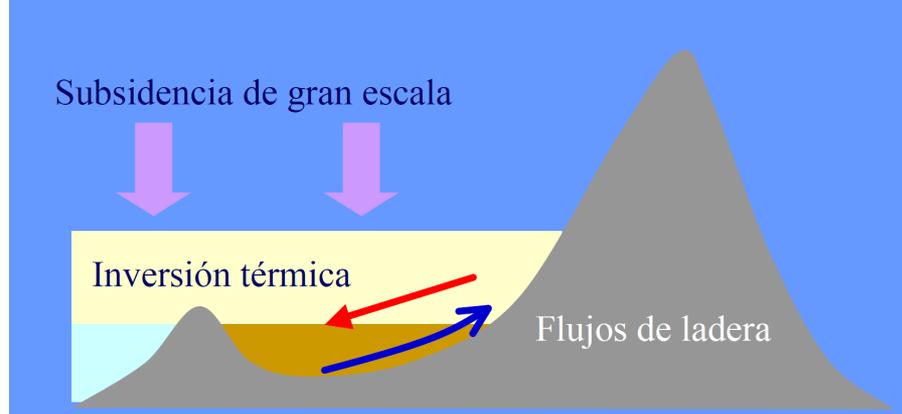


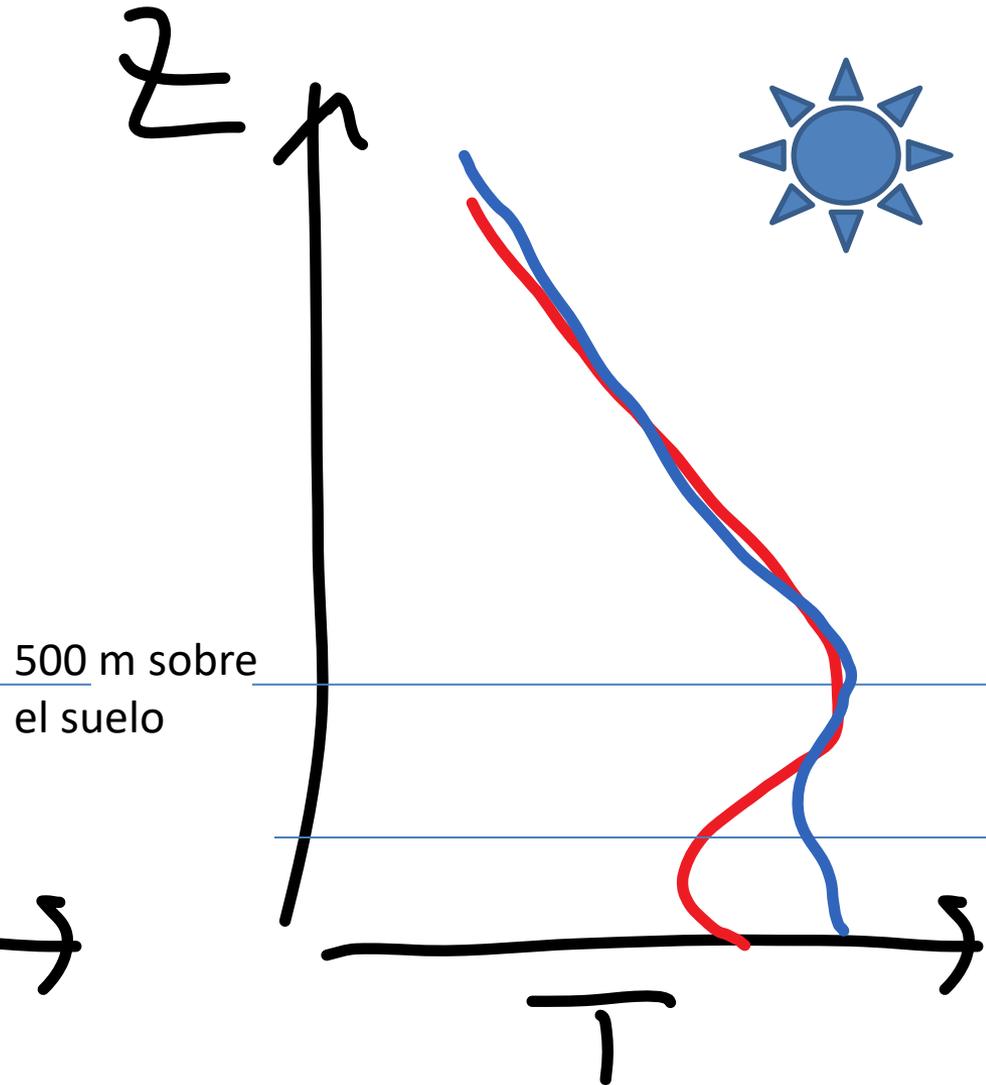
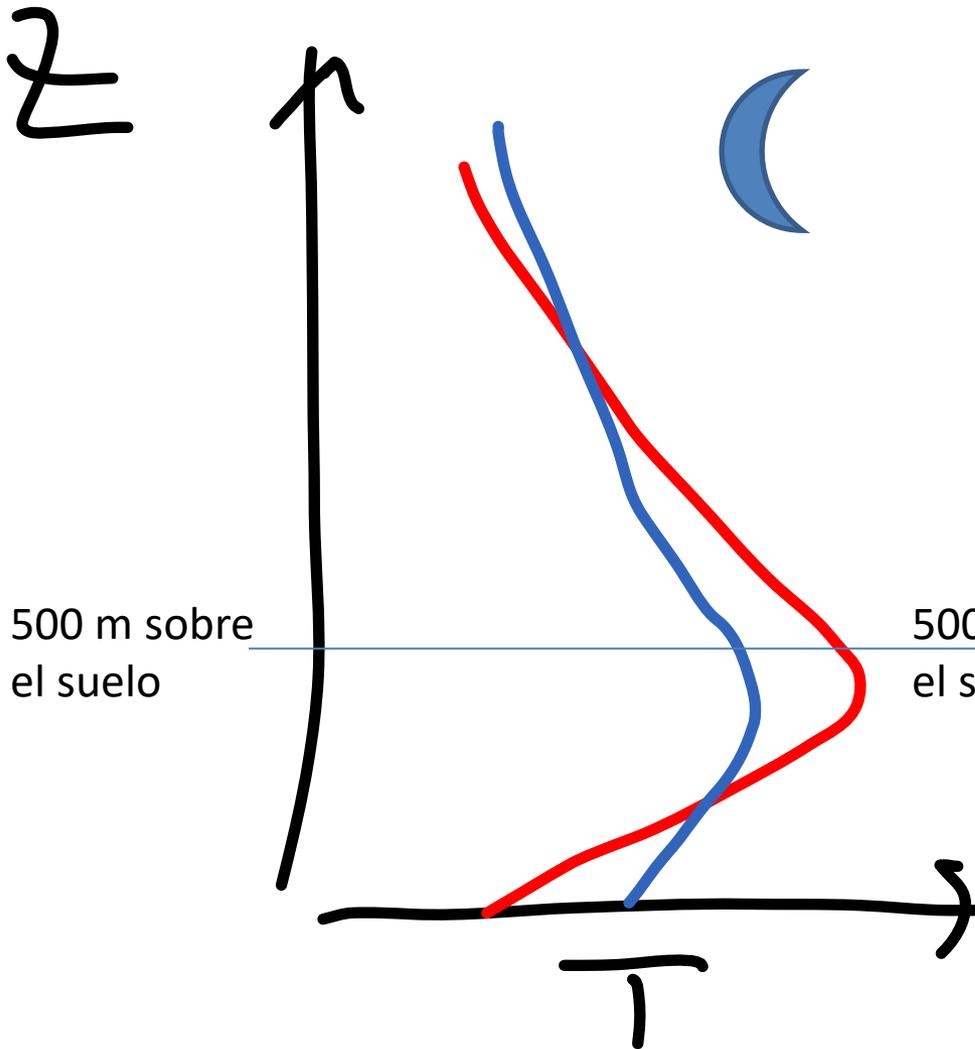
(d) GOES16, Natural Color, 16 UTC, 09-03-2019

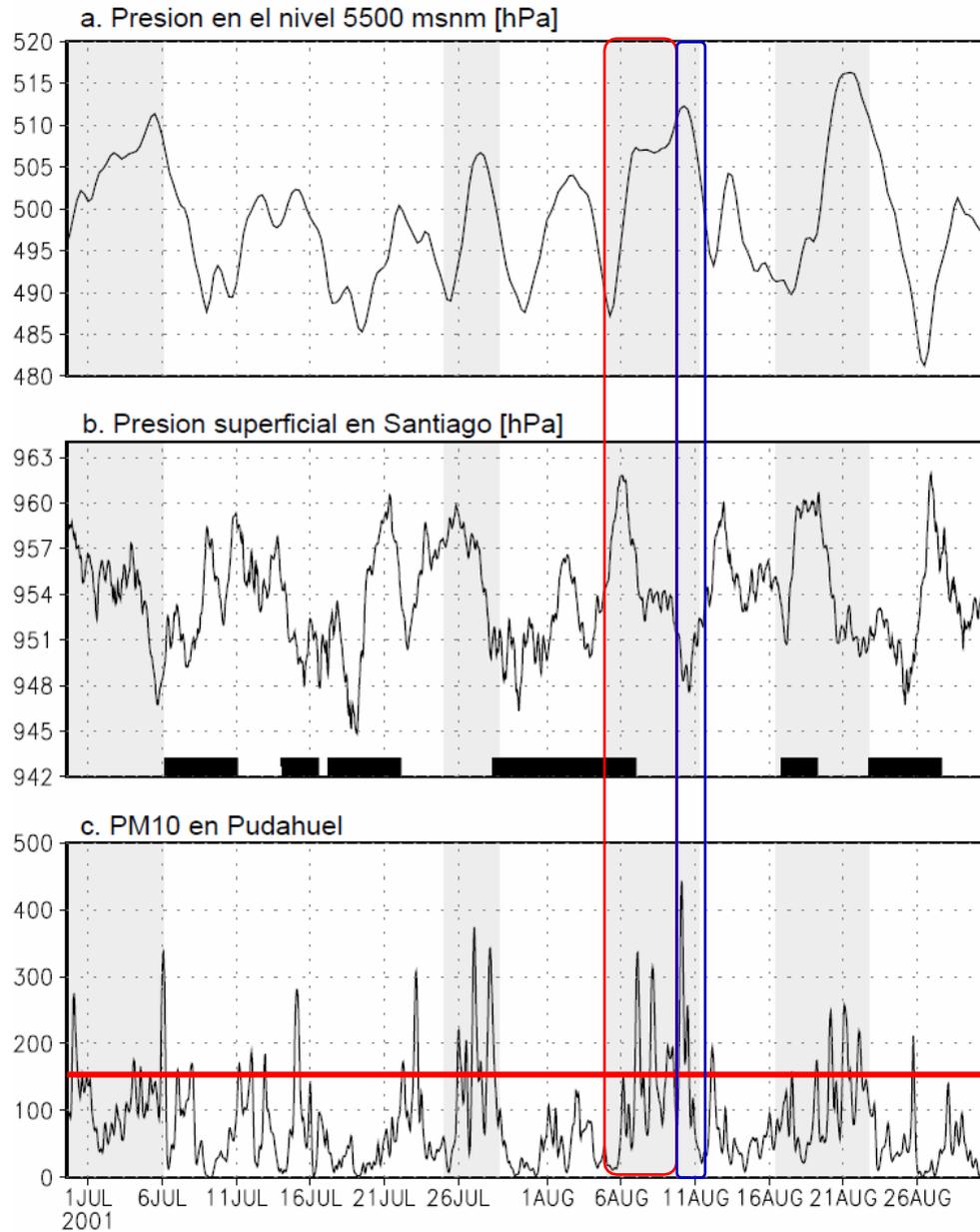


## Relación Meteorología – Contaminación del aire

## Condición normal (promedio) sobre la cuenca de Santiago





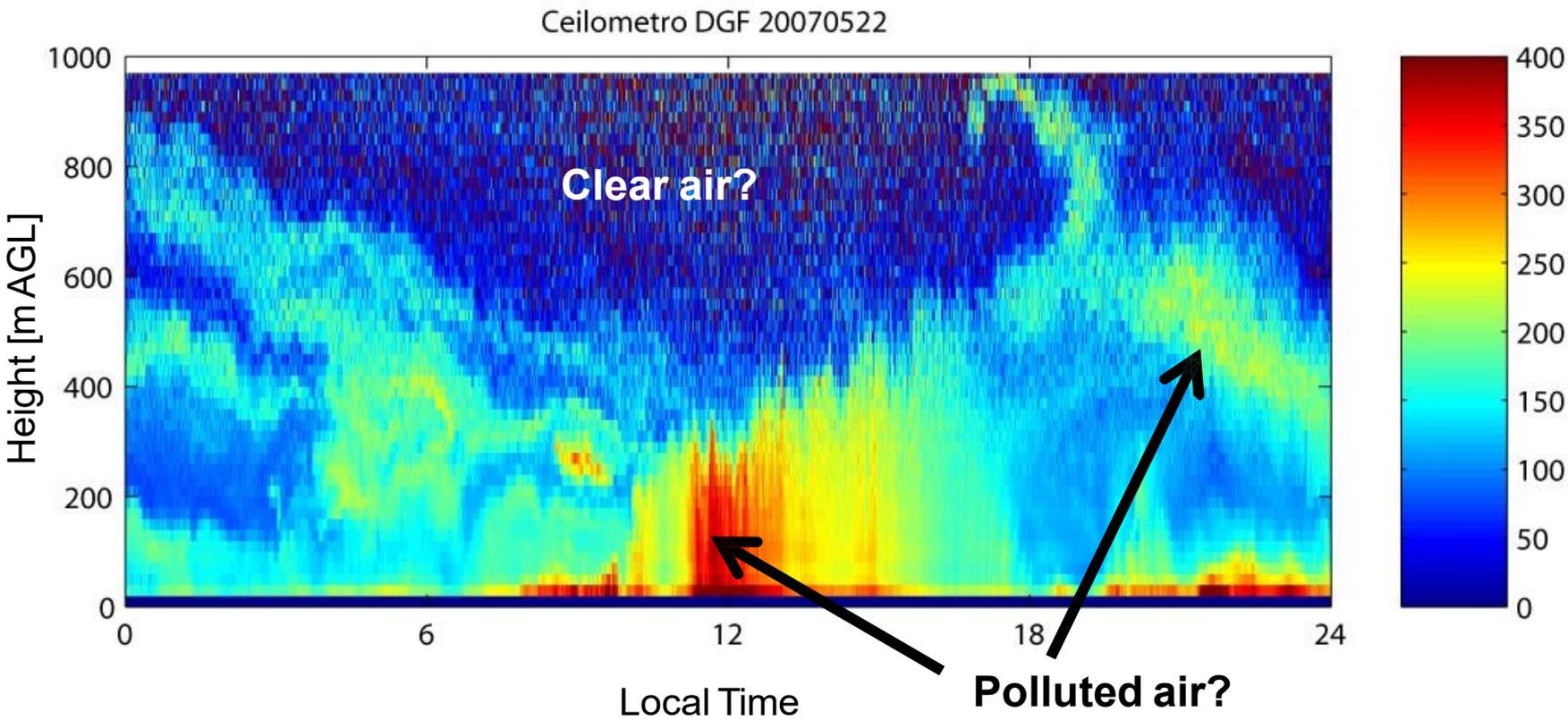


Santiago, Chile. 33.45°S, 70.66°W, 533 m ASL, 29 m AGL

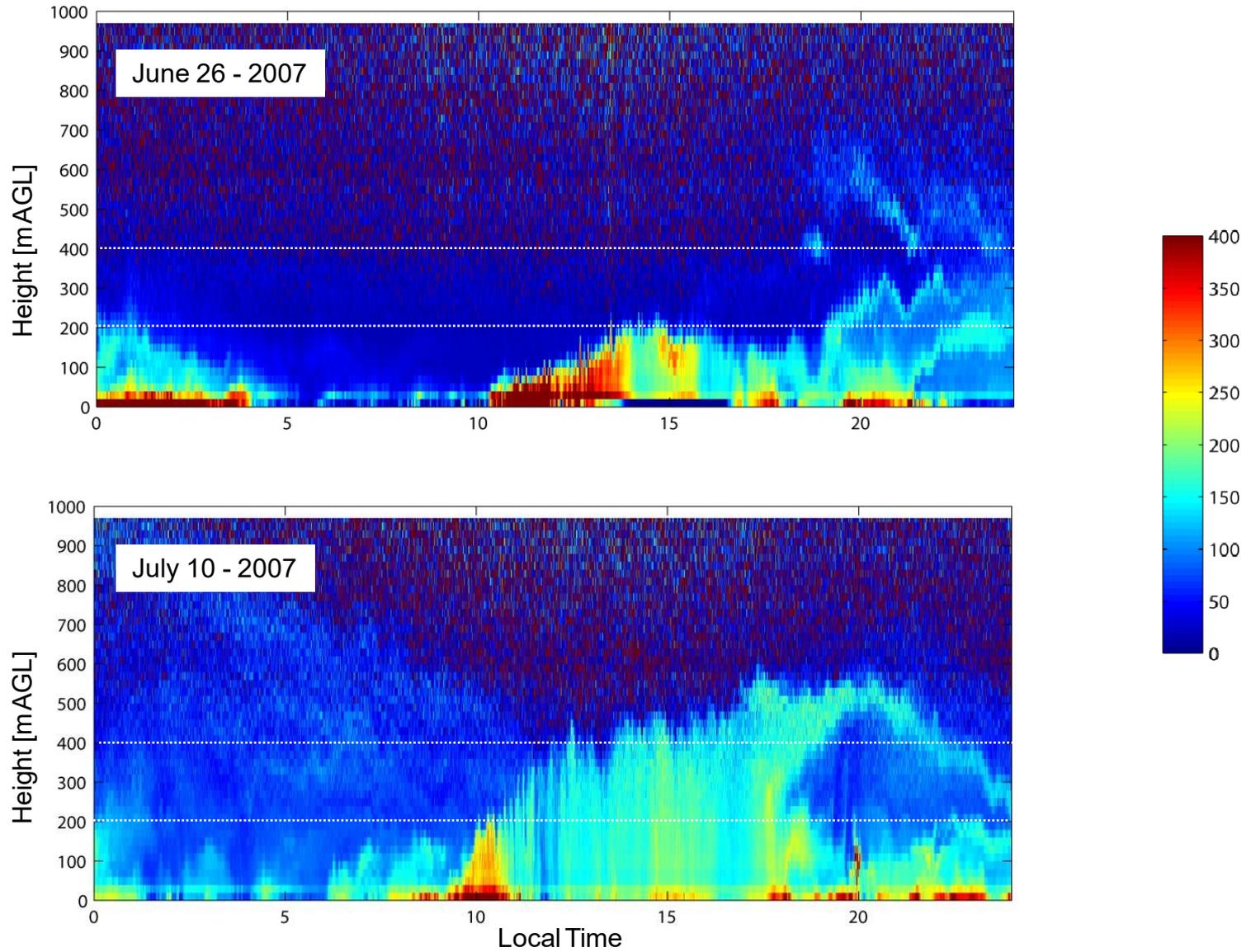


Nefobasimetro (Ceilometer) Vaisala CL31. Adquirido en Enero 2007 por proyecto MECESUP UCH303.

Potencial estimación de capa de mezcla en Santiago durante días despejados



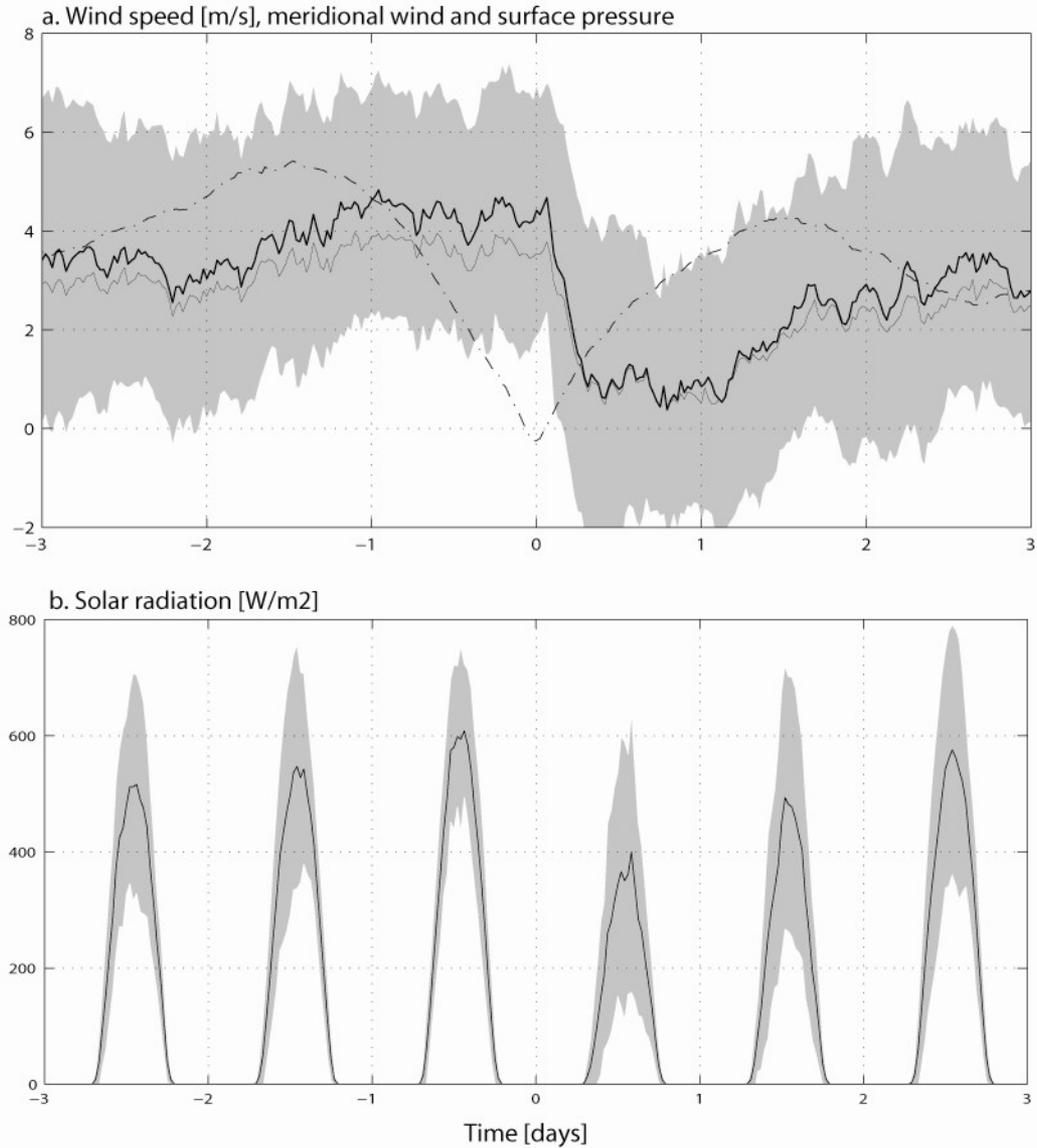
# Potencial estimación de capa de mezcla en Santiago durante días despejados



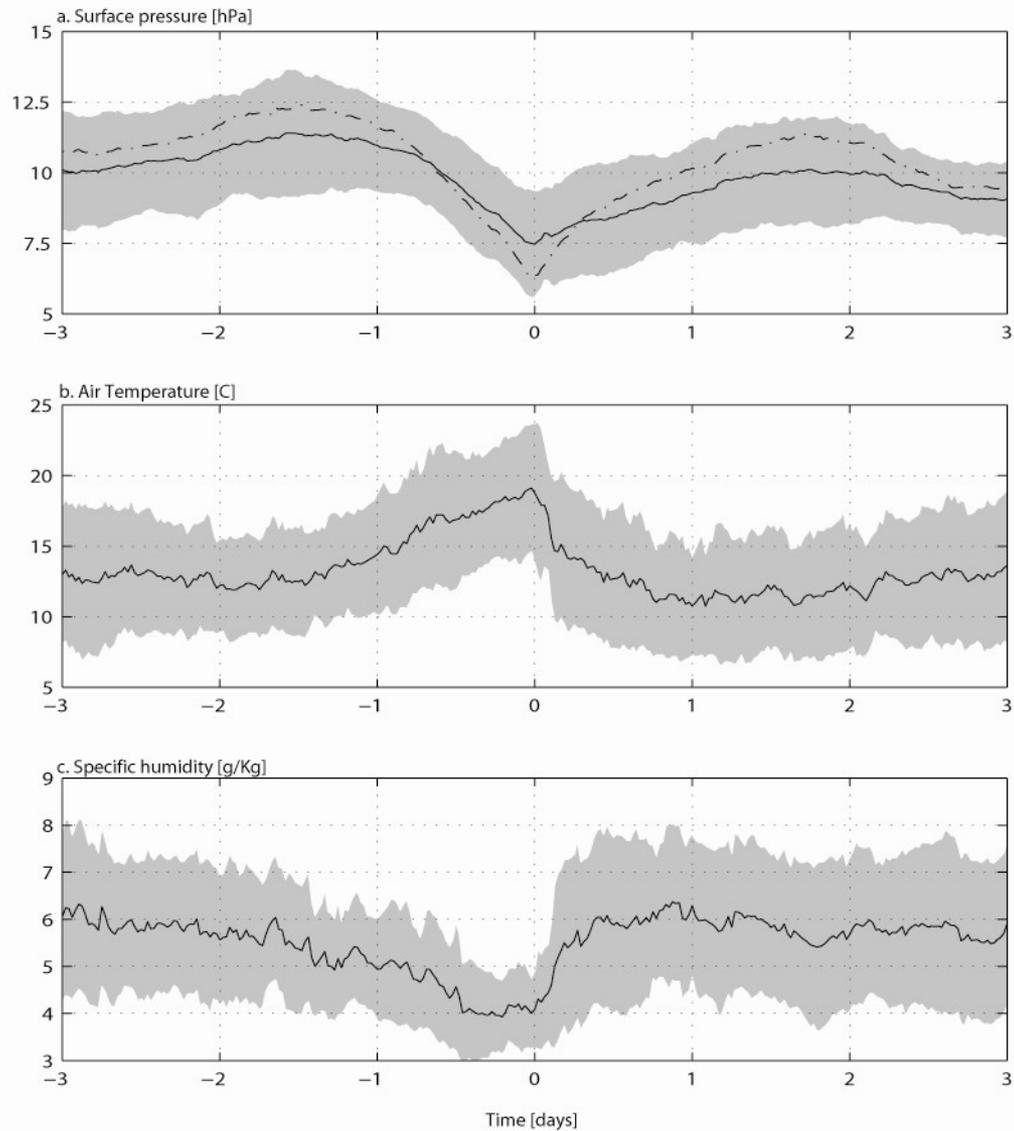
Impactos en zona costera

# Compuesto de viento y radiación solar en LdV (costa a 30°S, nivel del mar)

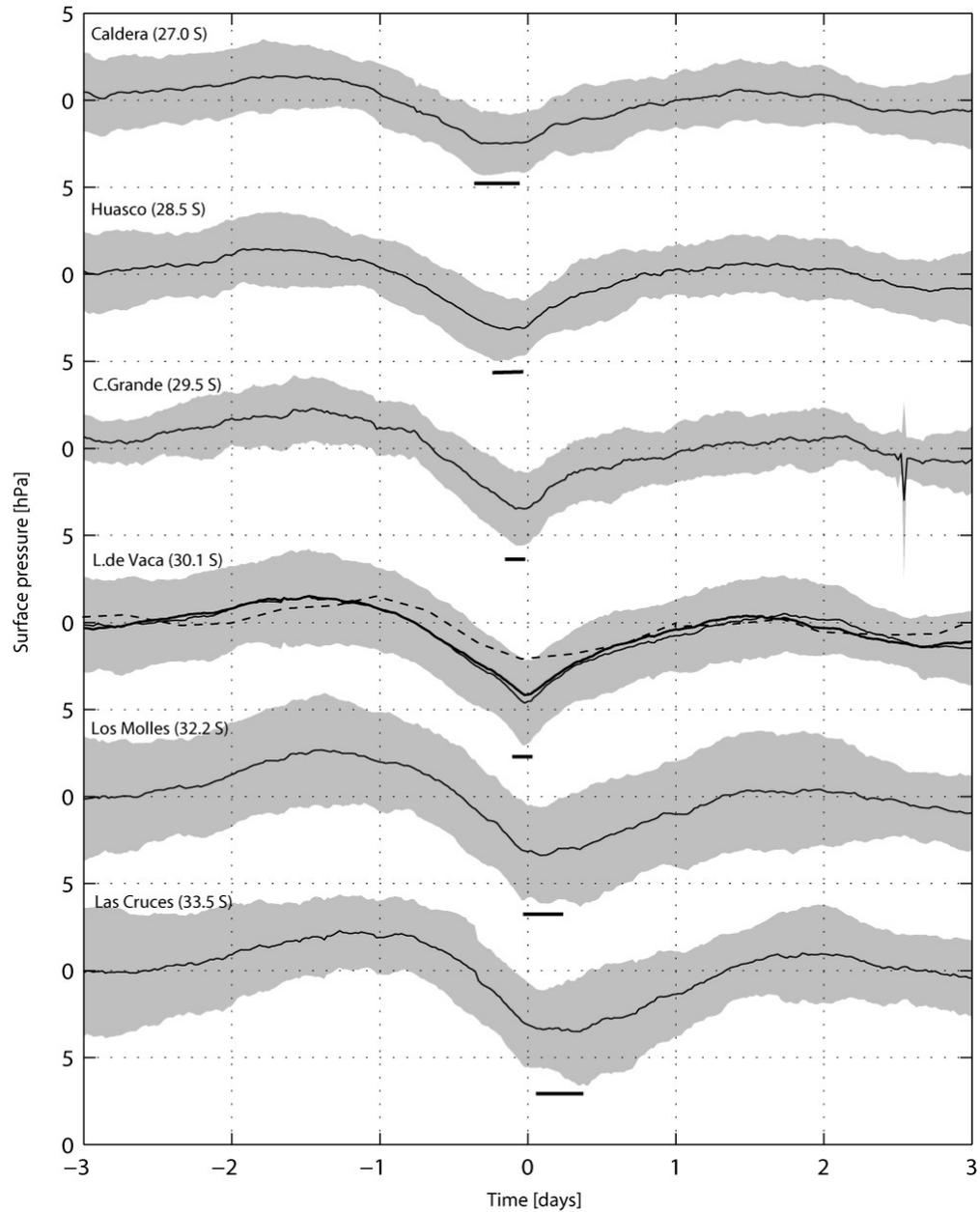
Día 0 = culminación de la BC en LdV

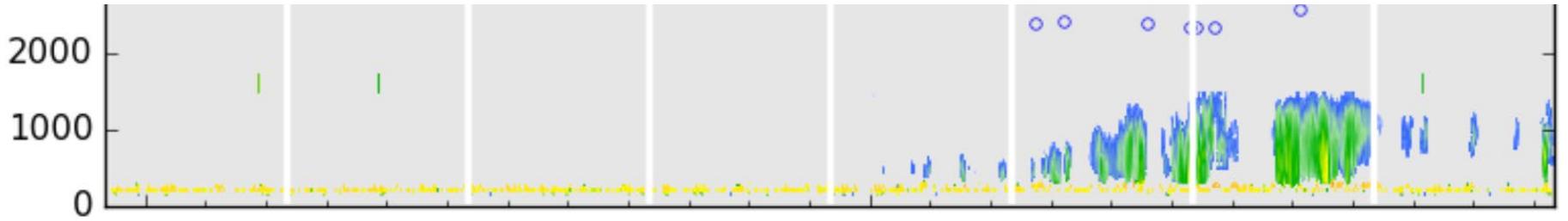


Compuesto en El Tofo. 30°S, cerca de la costa pero a 1000 m de altura  
Día 0 = culminación de la BC en LdV

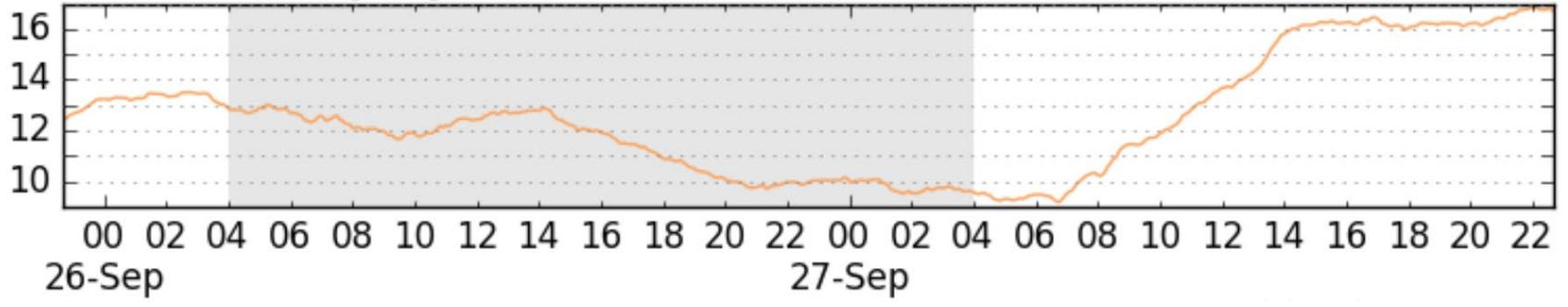


# Compuesto de SLP a lo largo de la costa. Día 0 = culminación de la BC en LdV

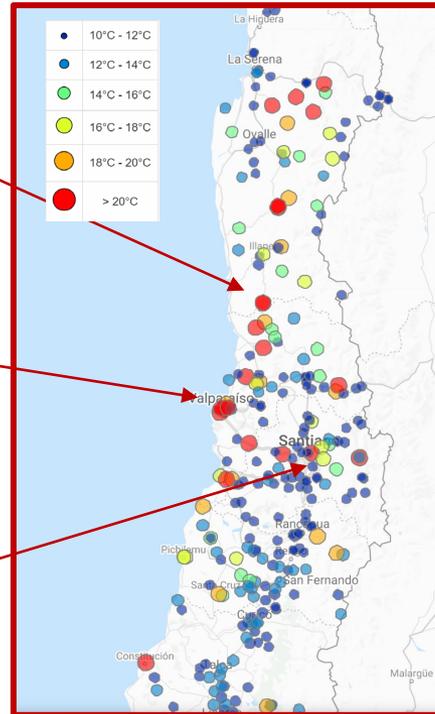
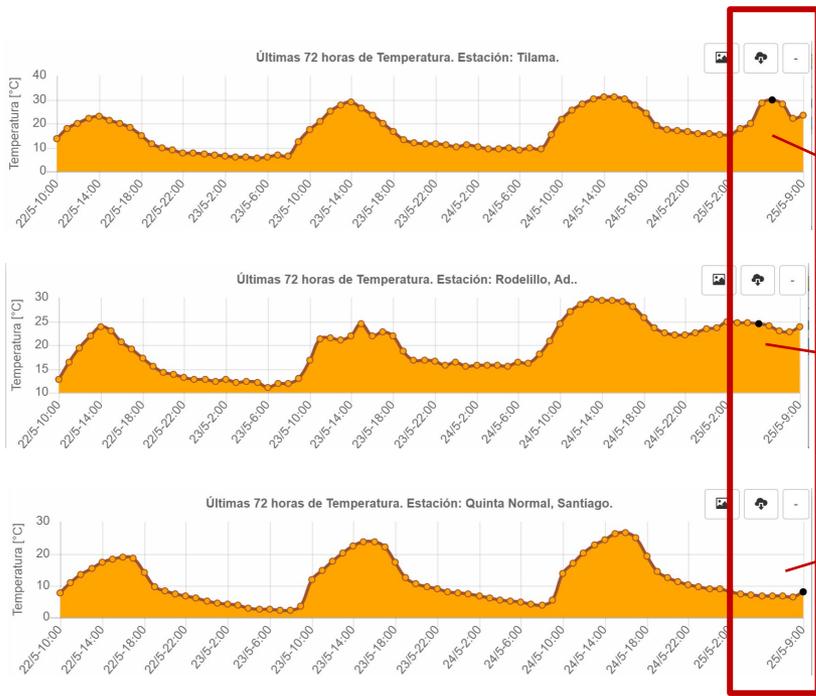




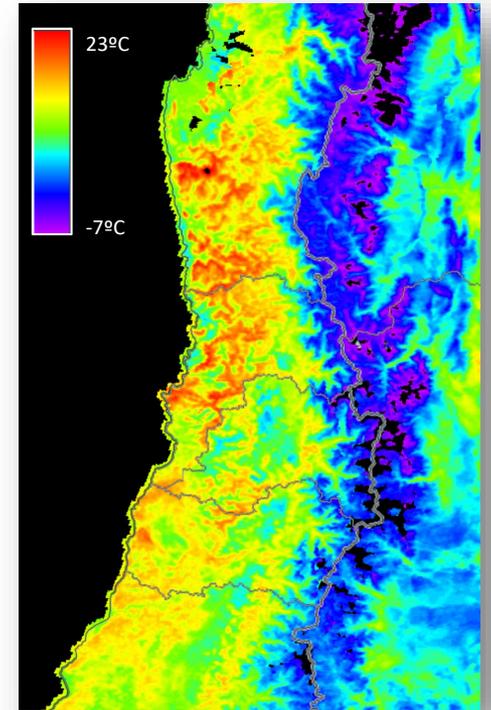
Pressure - 1000 [hPa]



Temperatura promedio 5-8 AM 25 Mayo 2020. Fuente: DMC/DGA/AgroMet

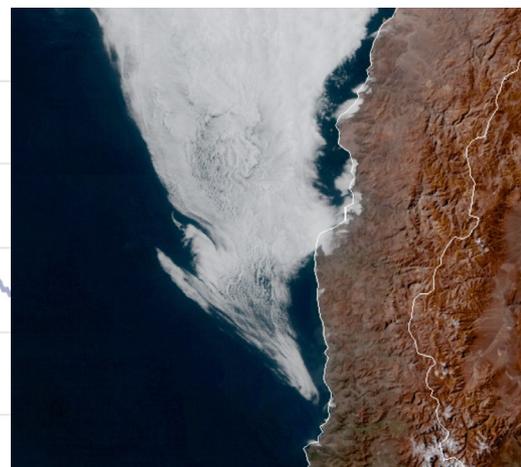
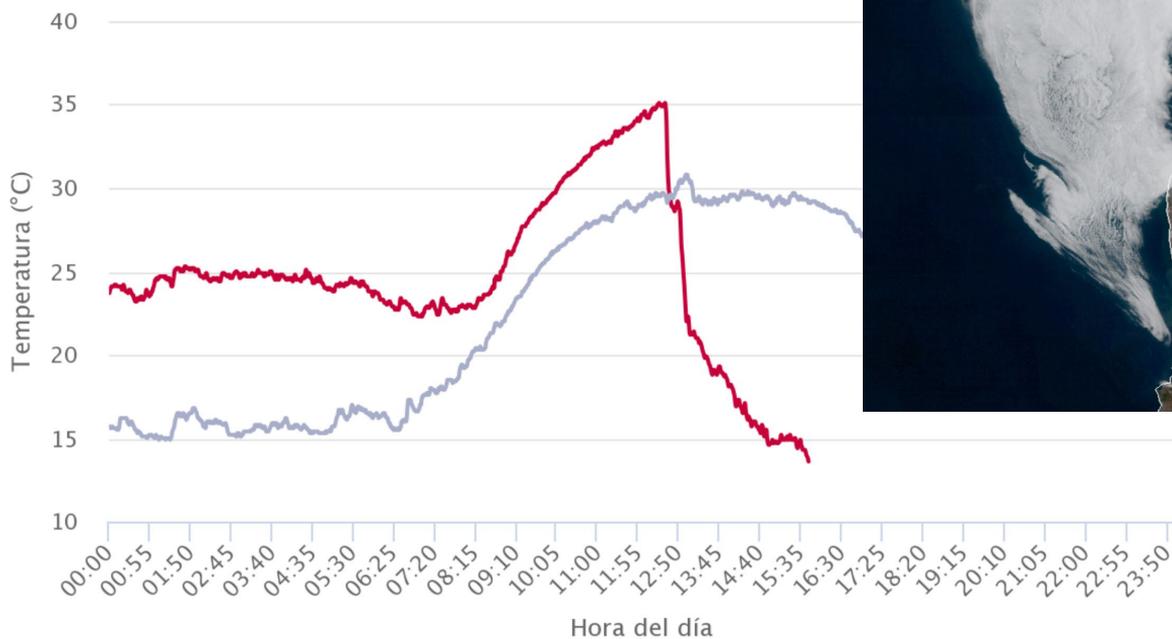


Temperatura Superficial 3 AM 25 Mayo 2020. Fuente: MODIS Terra



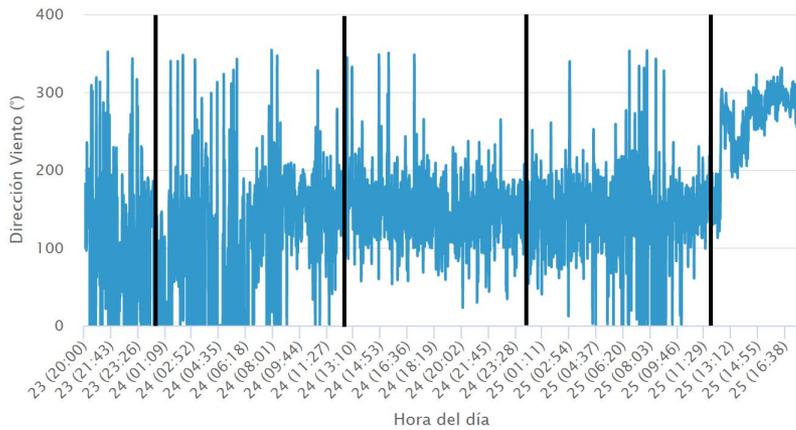
# Temperatura del Aire comparativa 24 Horas

Rodelillo, Ad. 25 de Mayo de 2020



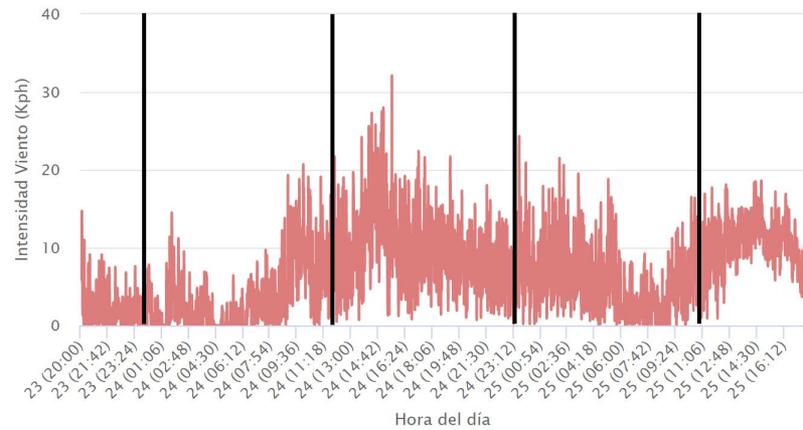
### Dirección del Viento

Rodelillo, Ad. 25 de Mayo de 2020

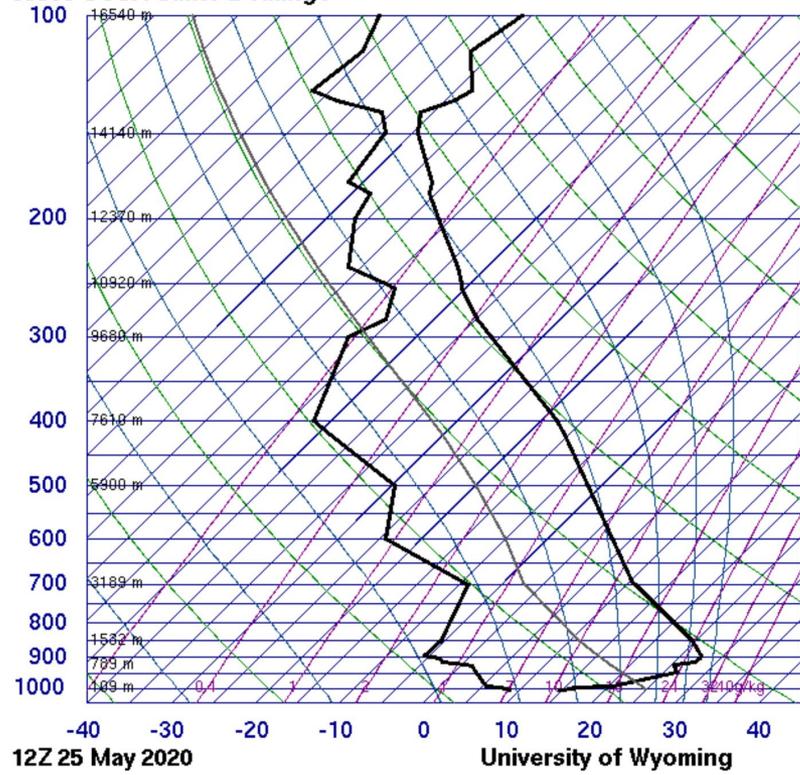


### Intensidad del Viento

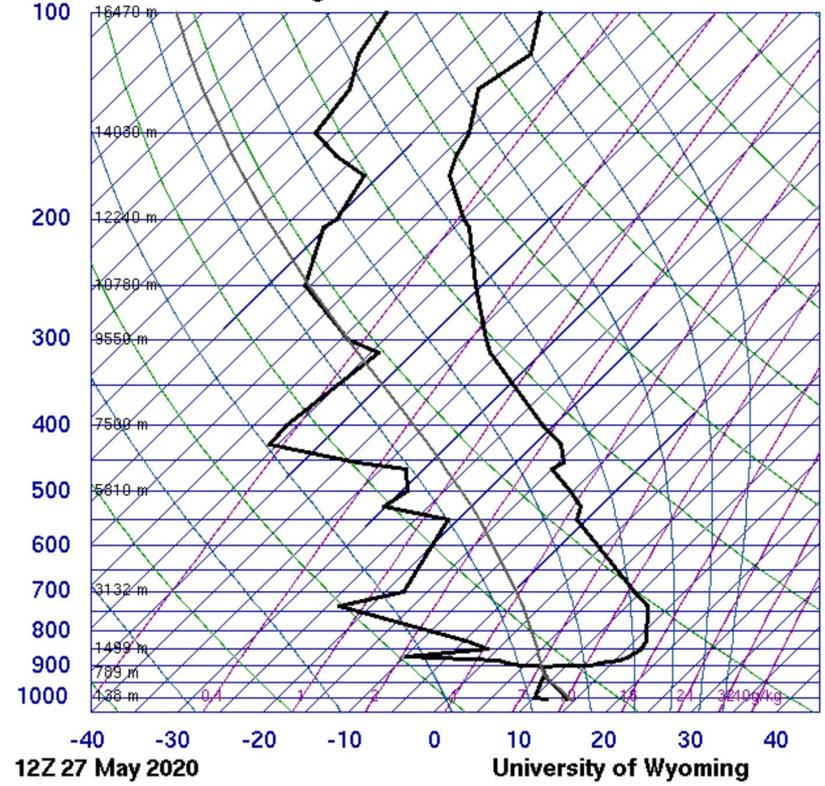
Rodelillo, Ad. 25 de Mayo de 2020



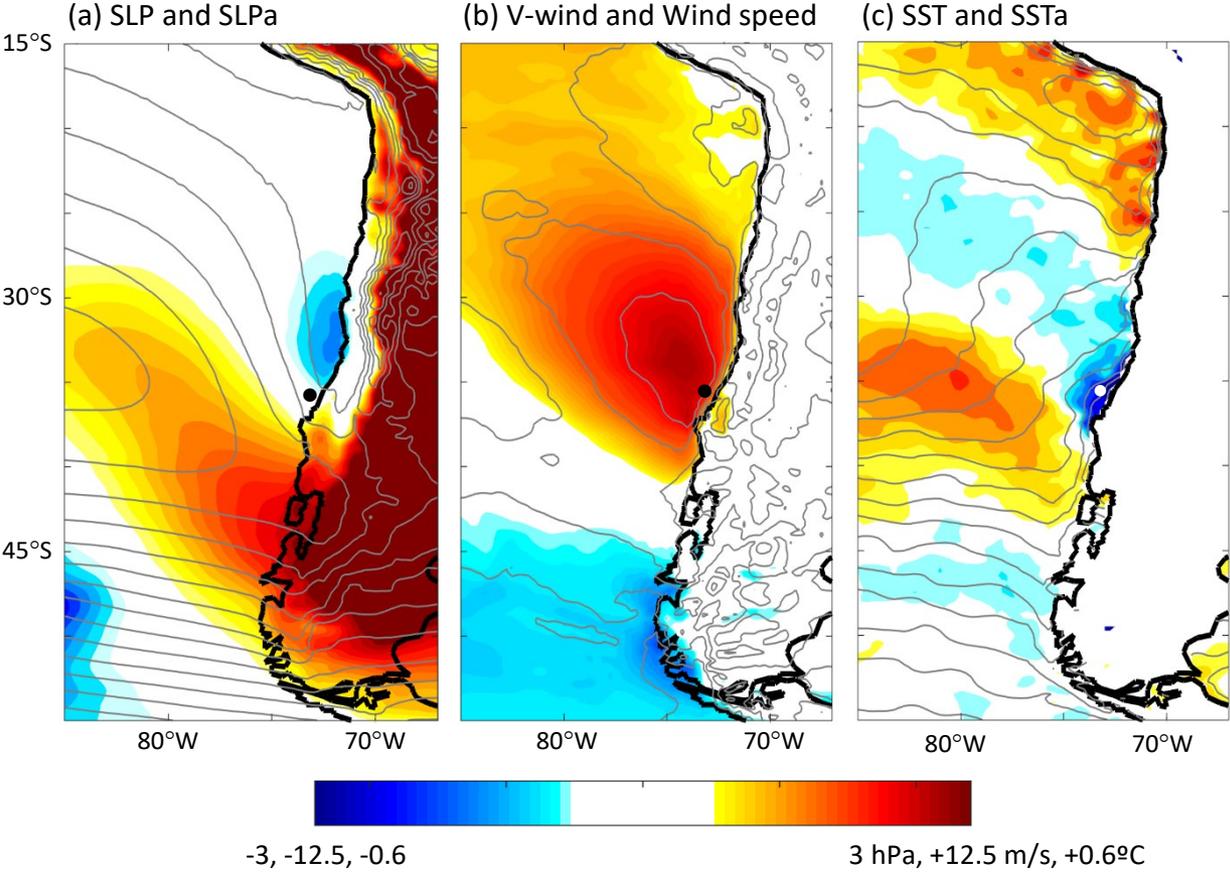
85586 SCSN Santo Domingo



85586 SCSN Santo Domingo



# Composite maps 24 hr before upwelling event demise



9 de Junio 2016  
Instalada y midiendo

