



Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



FONDECYT
Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL



**Siempre
con el pueblo**

Variabilidad de alta frecuencia del viento en el sistema de afloramiento peruano bajo escenarios de cambio climático (CMIP6)

Daniel Camarena, Adolfo Chamorro, Jorge Tam



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO



Profonampe



ADAPTATION FUND

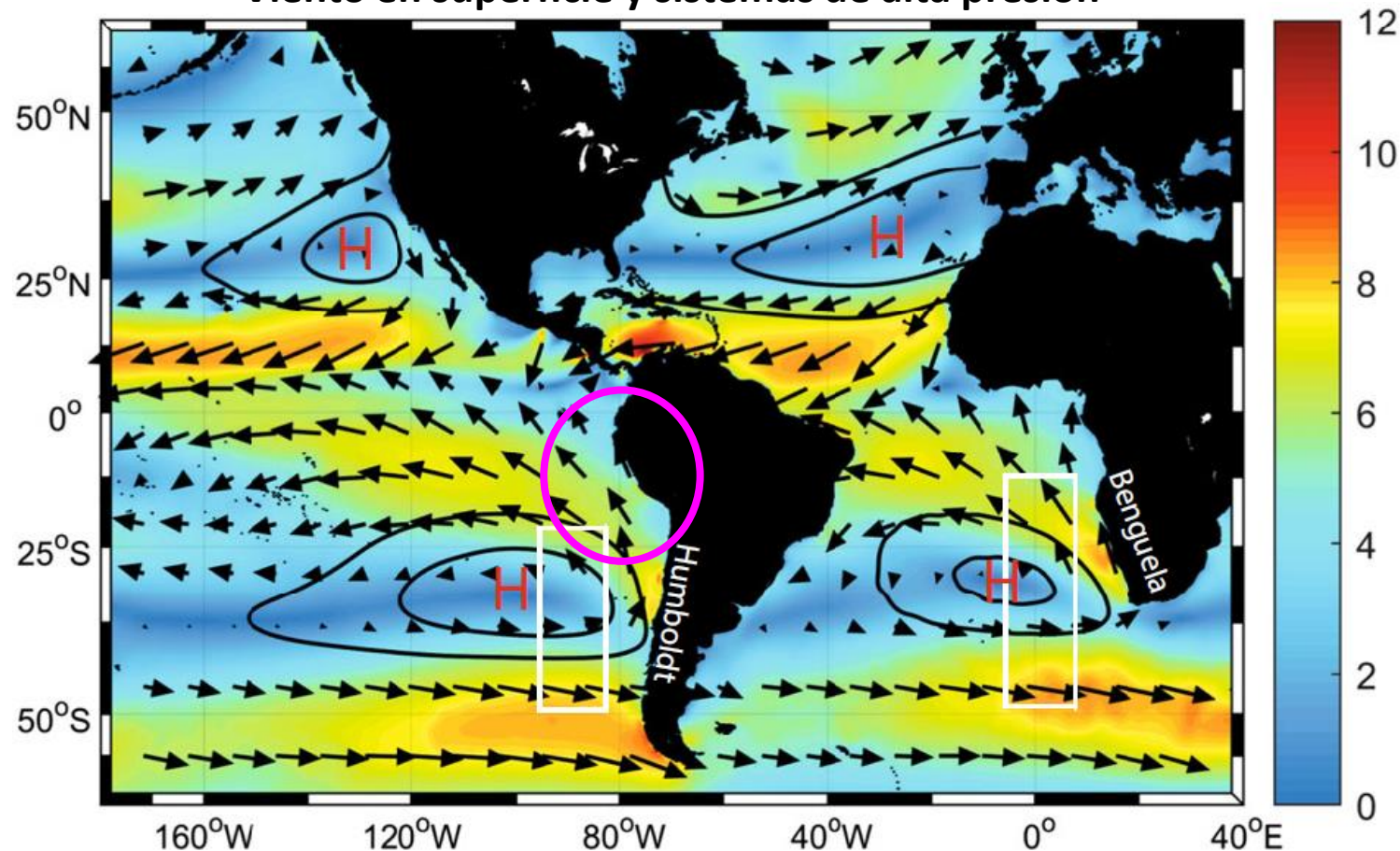


1. Introducción: El sistema de afloramiento peruano

Características:

- Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt
- Afloramiento -> Viento hacia el Ecuador
- Mecanismos forzantes del viento:
 - > Anticiclón del Pacífico Sur
 - > Gradientes de temperatura tierra y mar

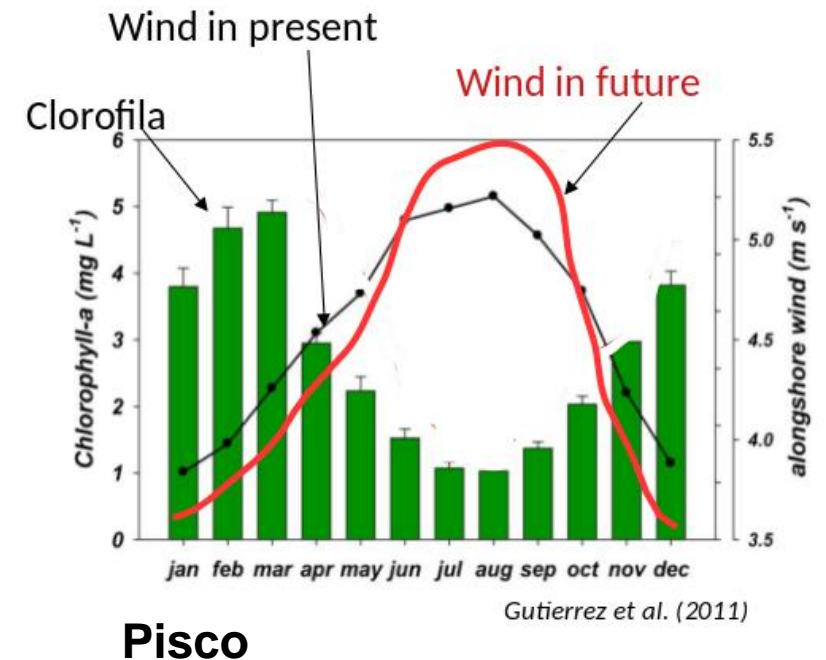
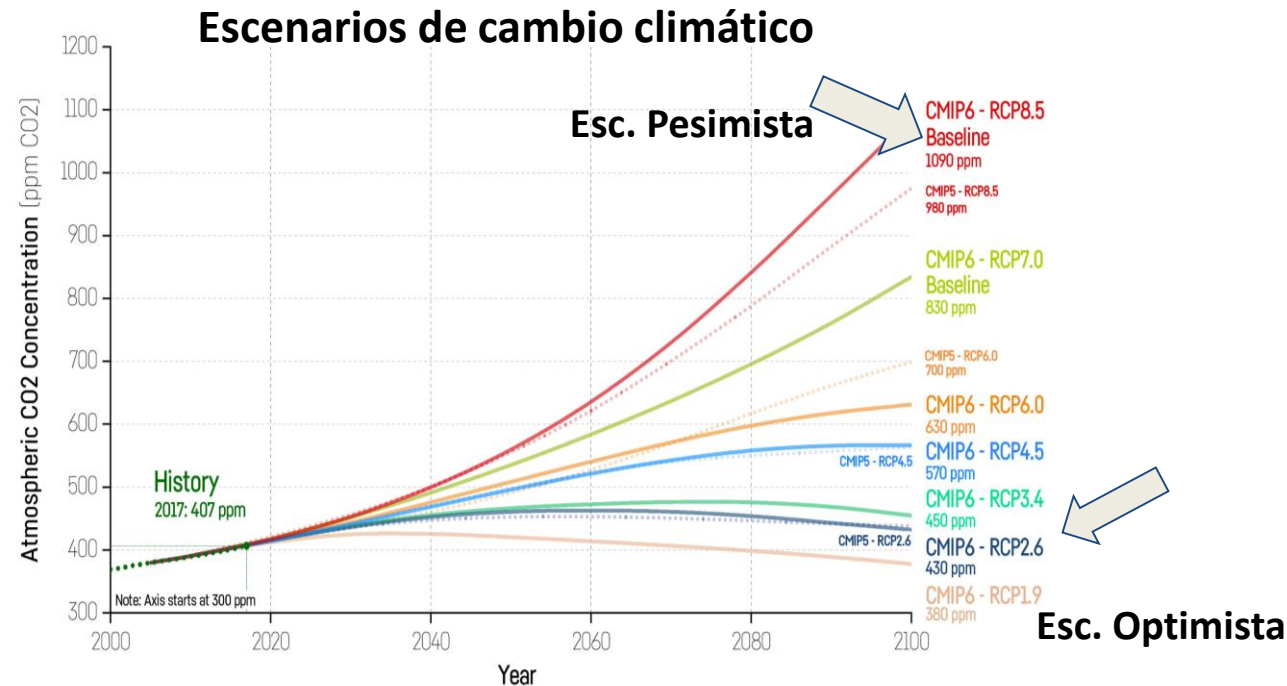
Viento en superficie y sistemas de alta presión



Aguirre et al. (2019)

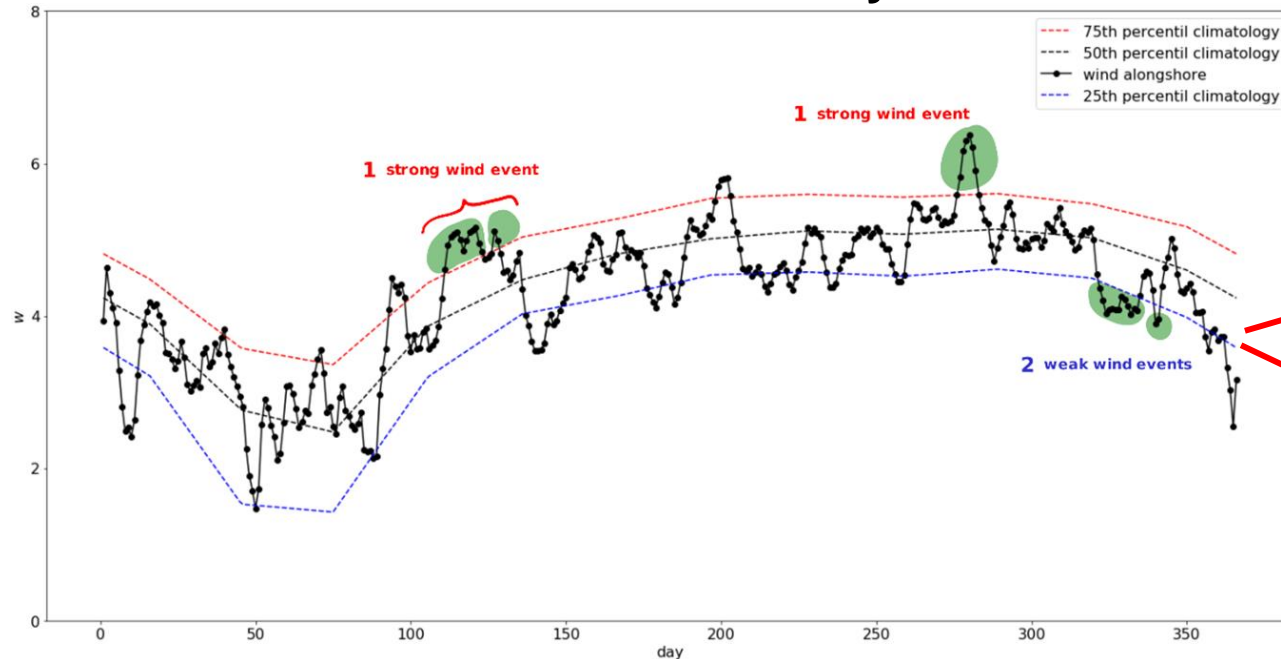
1. Introducción: Proyecciones del viento bajo cambio climático

Reference	Resolution	Period		Wind response		
		Future	Present	Mean	Winter	Summer
Bakun (1990)				↑		
Rykaczewski et al. (2015)	100 km	2071-2100	1861-1890			↓
Goubanova et al. (2011)	50 km	2100-2140	1970-1999	↓	→	↓
Belmadani et al. (2014)	50 km	2079-2099	1970-1990	↓	↓	↓
Chamorro et al. (2021)	7 km	2086-2095	1994-2003	→	↑	↓

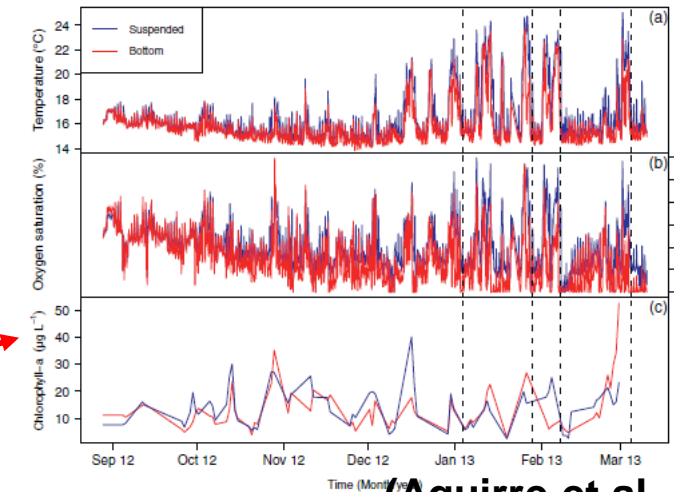


1. Introducción: Proyecciones de los eventos de viento fuerte y débil

Eventos de viento fuerte y débil

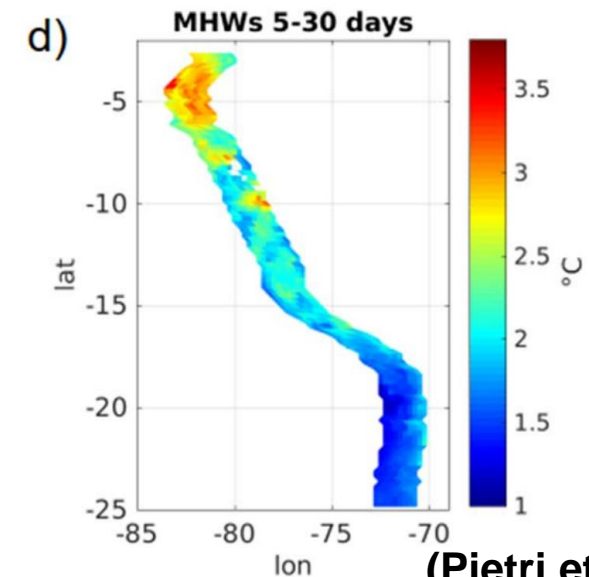


Eventos de hipoxia



(Aguirre et al. 2018)

Olas de calor marina



(Pietri et al. 2021).

Objetivo general: Analizar la variabilidad interdiaria del viento superficial frente a la costa peruana, bajo escenarios de cambio climático pesimista/optimista para fines de siglo XXI, usando datos recientes de modelos climáticos CMIP6, e investigar sus mecanismos forzantes.

3. Metodología: Región de estudio

Región de estudio:

- 5°N - 25°S
- 100°O - 65°O
- ~200 km mar adentro

Variables estudio:

- Viento superficial
- Presión superficial
- Temperatura superficial

Periodos de estudio:

Histórico/actual: 1990-2010

-> Reanálisis CFSR

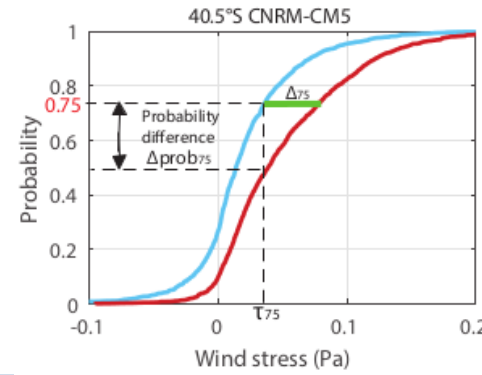
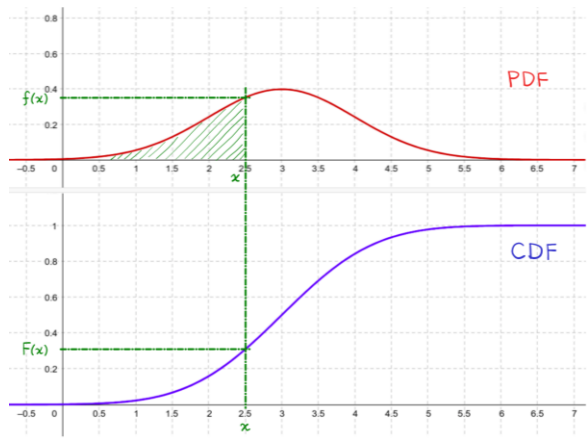
-> Modelos CMIP6

Futuro: 2080-2100

-> Modelos CMIP6



Google maps



3. Metodología

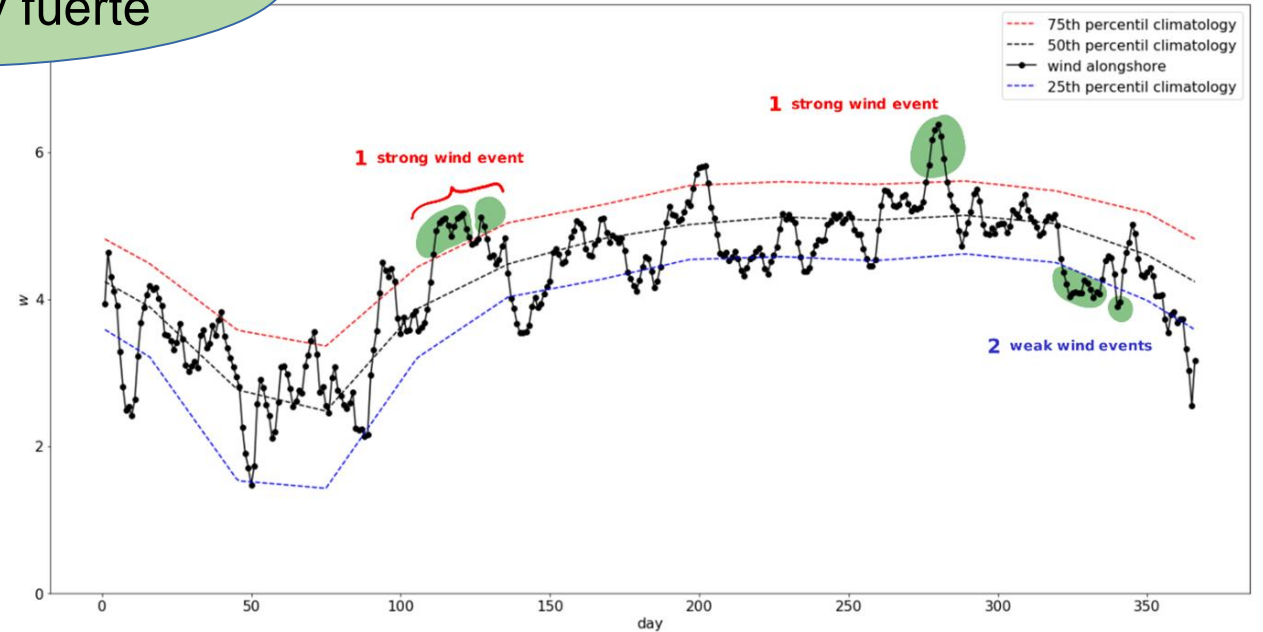
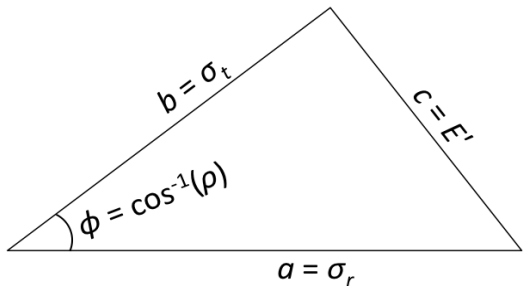
2. Análisis del viento en condiciones actuales

3. Análisis del viento en condiciones futuras

5. Análisis de mecanismos forzantes del cambio en el viento

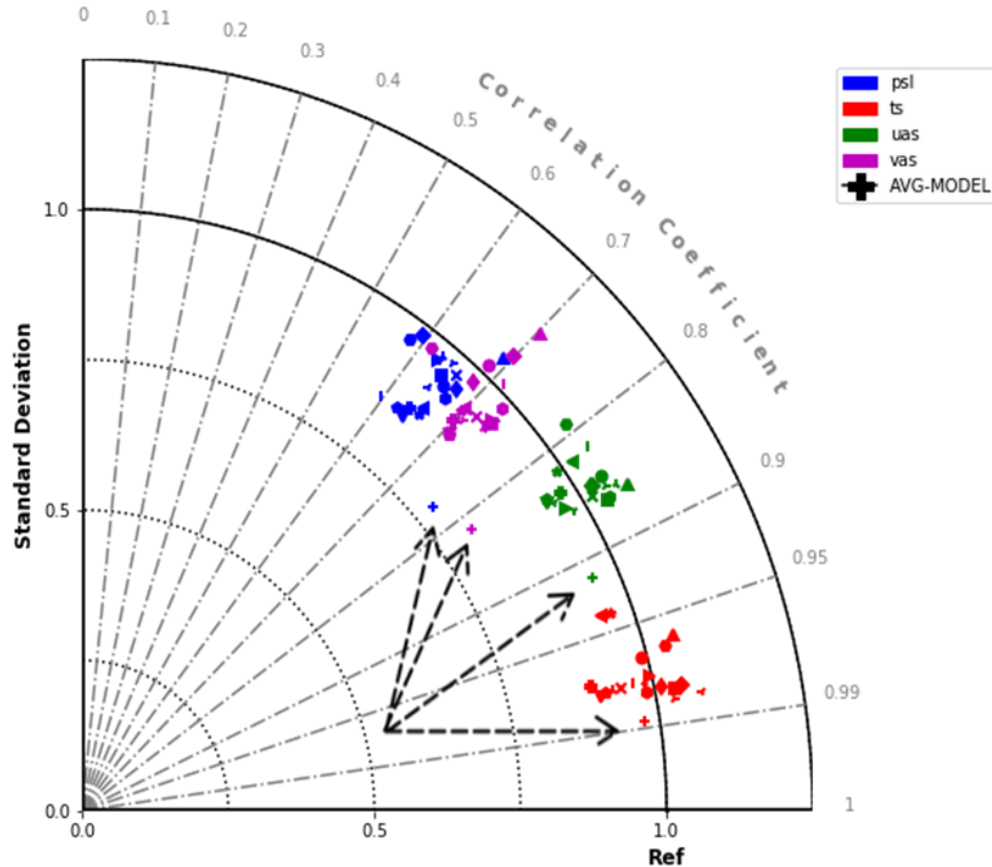
4. Eventos de viento débil y fuerte

1. Validación y selección de modelos

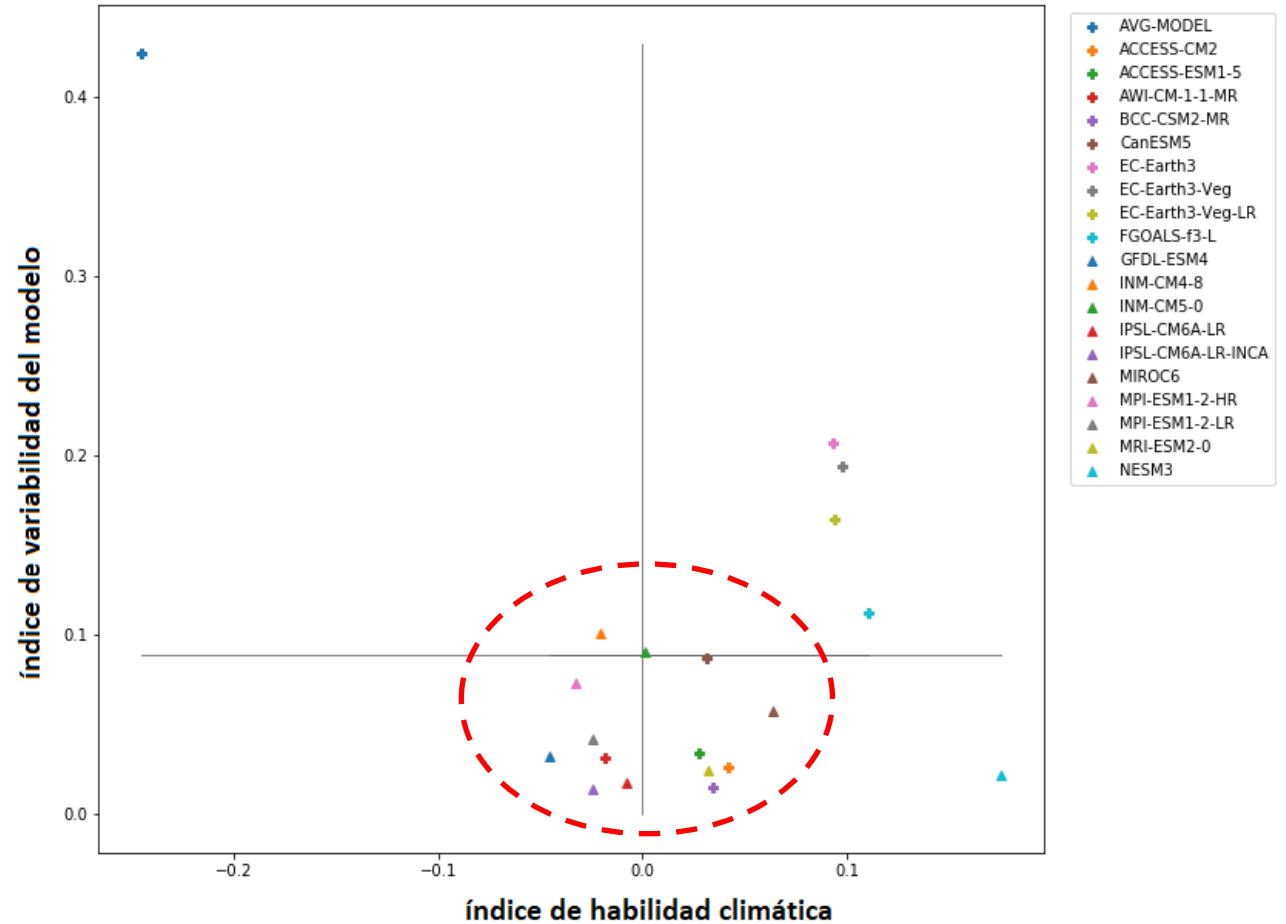


4. Resultados: Validación de datos de modelos CMIP6

Diagrama de Taylor multivariado



- Los modelos tienden a representar la física de CFSR
- El promedio multimodelo es más representativo pero tiene menor variabilidad



- Mayoría de modelos tienen una variabilidad cercana a CFSR salvo el promedio multimodelo
- Se seleccionaron 14 de 19 modelos

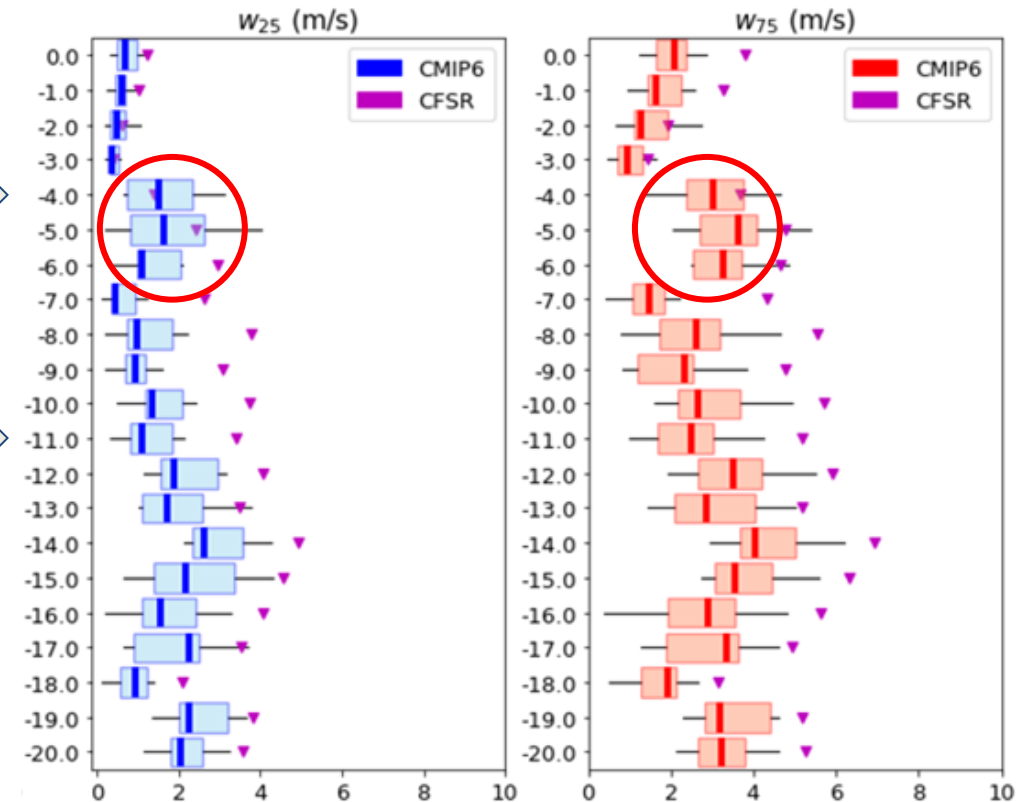
4. Resultados: Viento a lo largo de la costa en el periodo histórico

Viento diario a lo largo de la costa

- En verano:
 - Patrón latitudinal (viento fuerte y débil)
 - Máximo en jets costeros
 - Mínimo a 3° S
 - Subestimación de intensidad

Máncora →

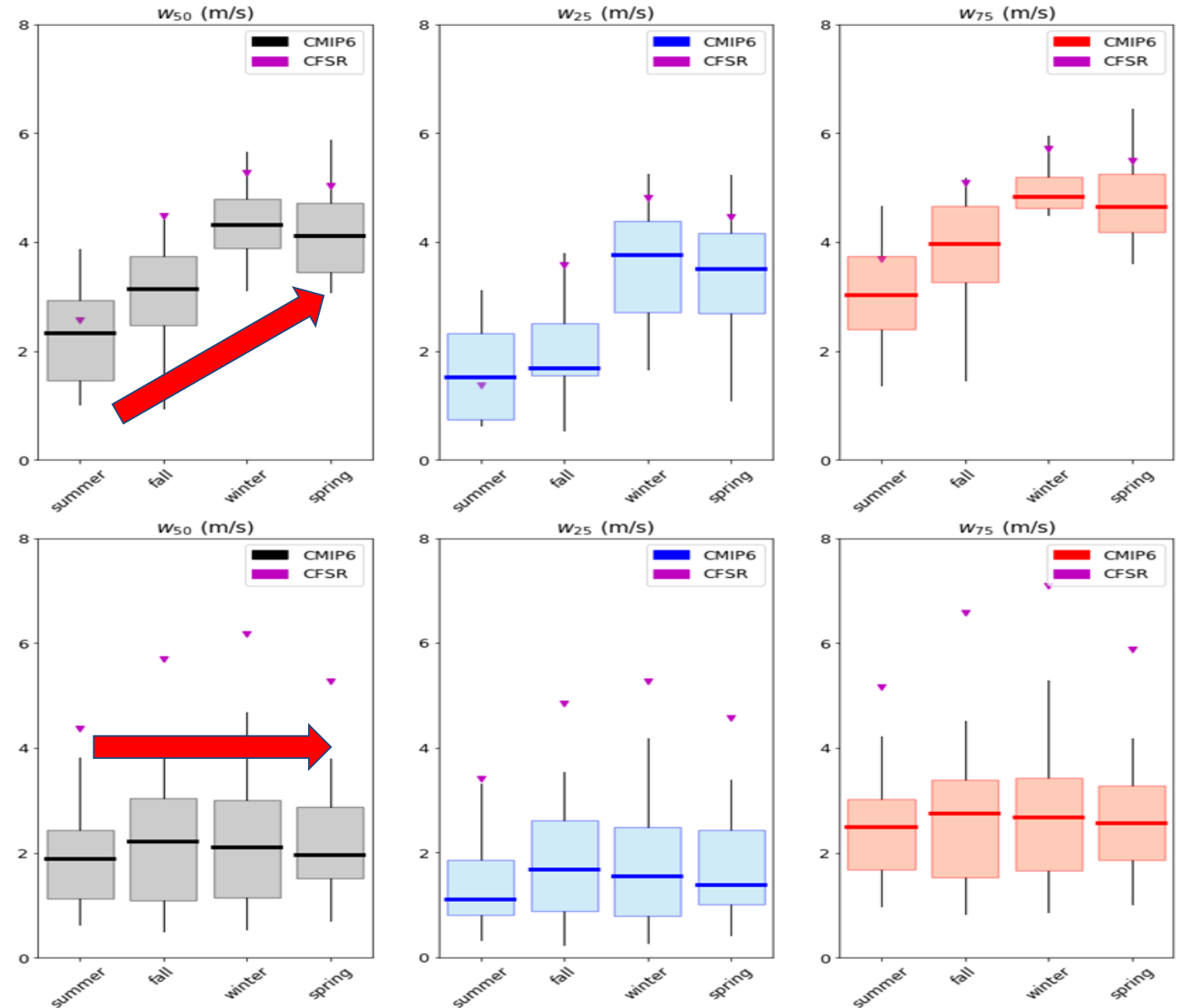
Huacho →



4. Resultados: Viento a lo largo de la costa en el periodo histórico

Máncora

- Ciclo estacional
Máximo en invierno (4.5 m/s)
Mínimos en verano (2.5 m/s)
- Viento débil y fuerte:
Viento débil en verano (1.5 m/s)
Viento fuerte en invierno (5 m/s)

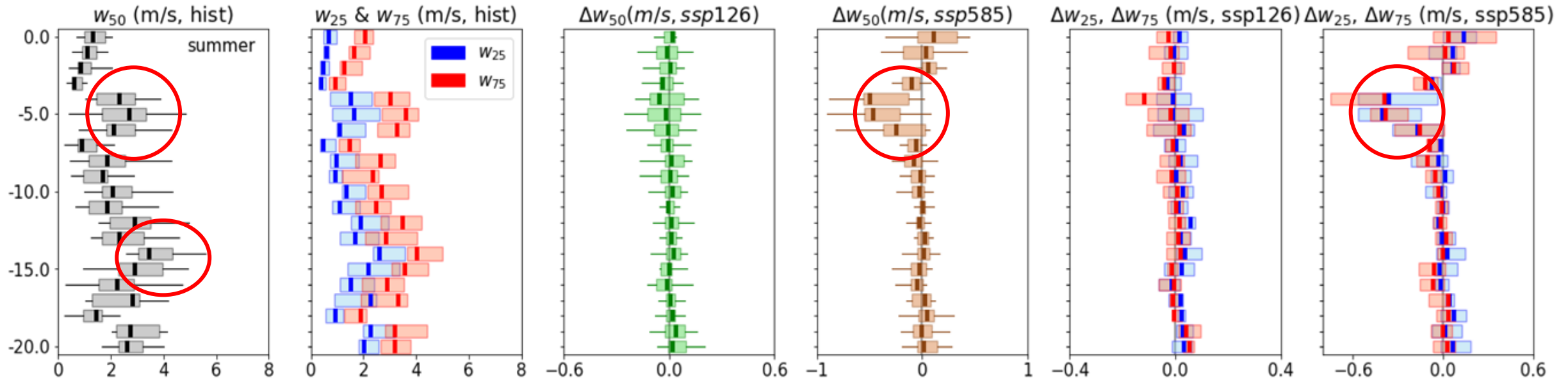


Huacho

- Intensidad de viento subestimada
- La estacionalidad no es representada por los modelos

4. Resultados: Viento a lo largo de la costa para fines de siglo XXI

Viento diario en el periodo futuro desde modelos CMIP6

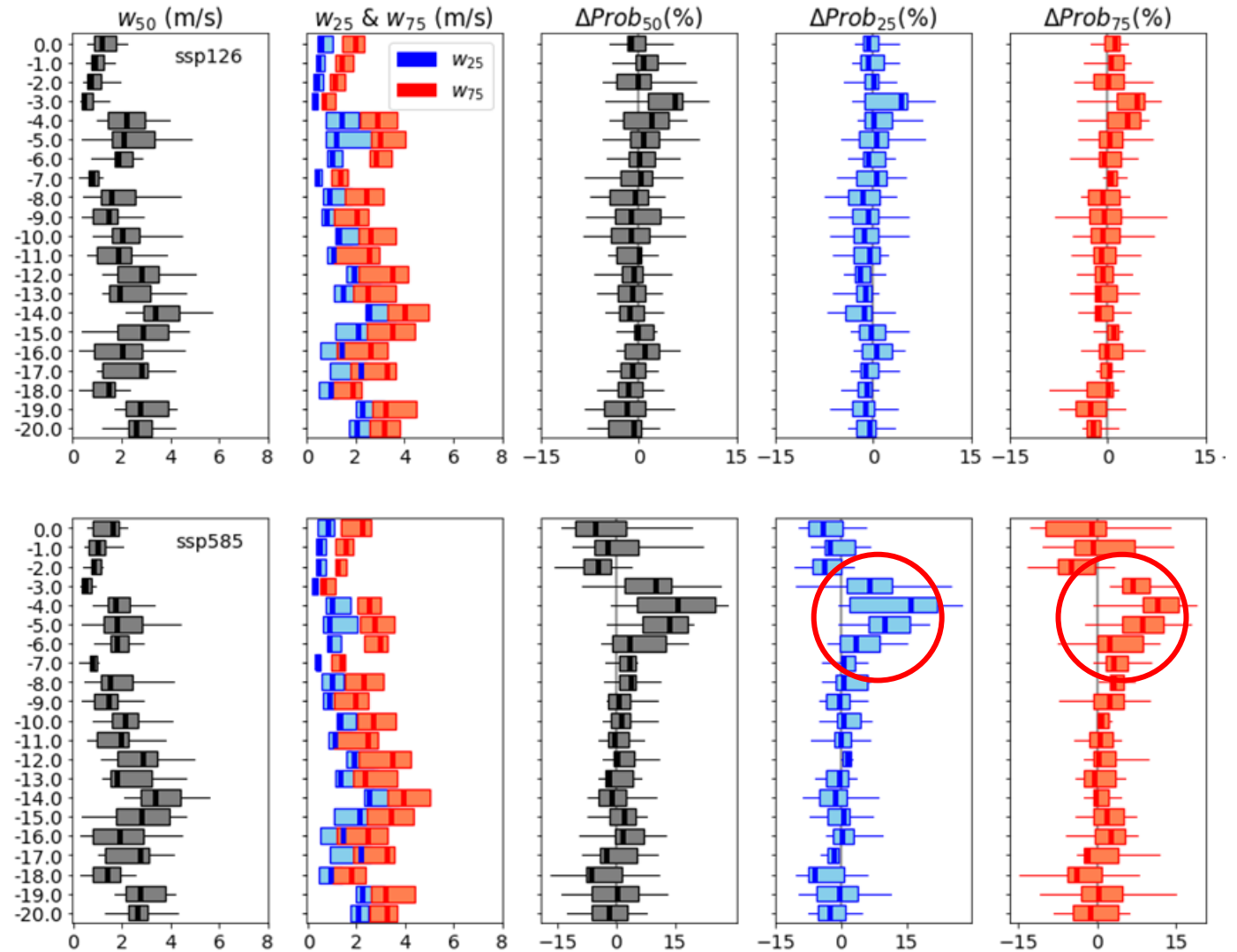


- En verano:
Máximo en jets costeros
Jet costero norte: Máncora
- Bajo ssp585:
Disminución del viento medio
Disminución del viento débil/fuerte

4. Resultados: Viento a lo largo de la costa para fines de siglo XXI

Viento diario en condiciones futuras (Verano)

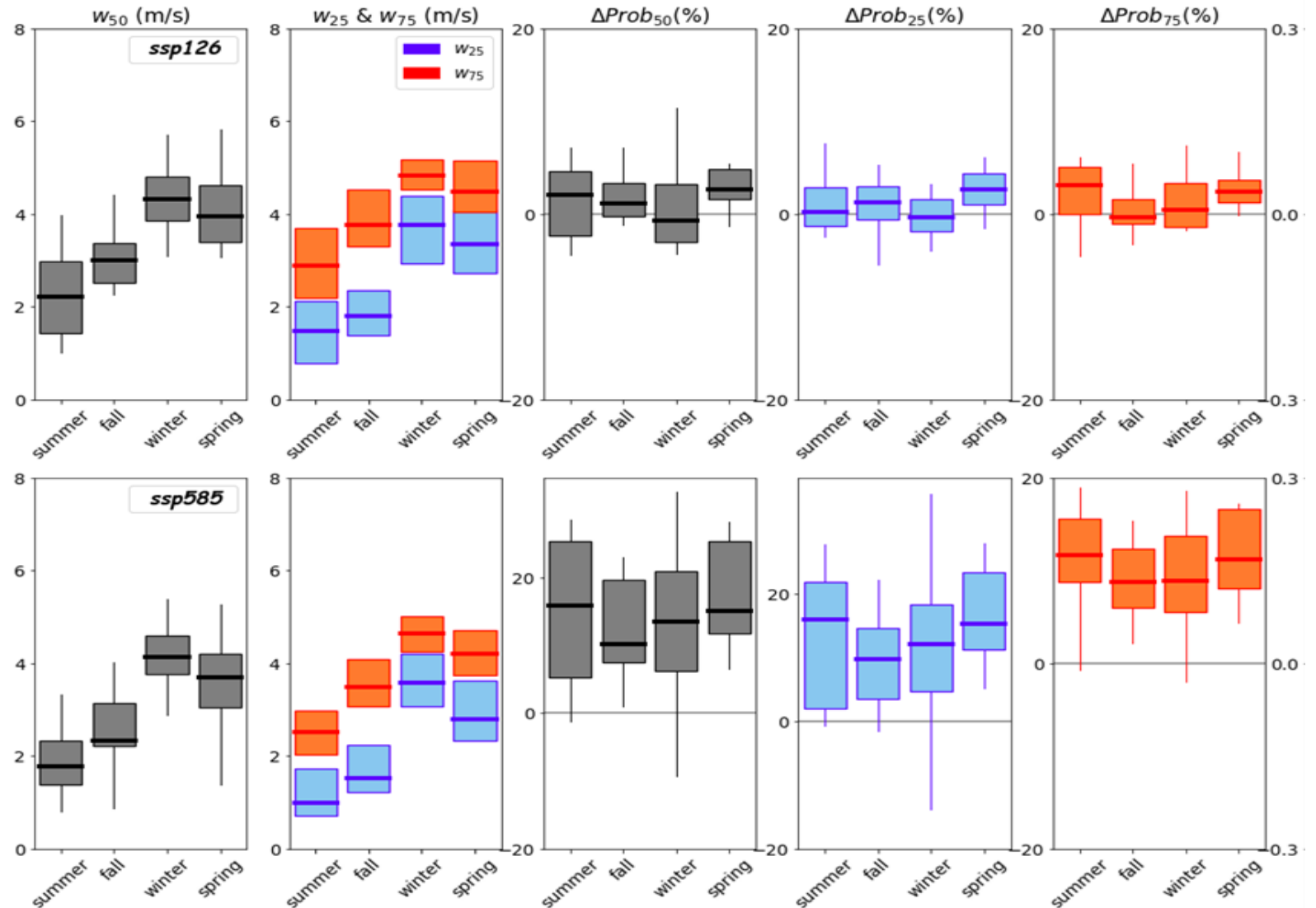
- Patrón latitudinal y variación del viento débil y fuerte similar al viento medio
- Bajo ssp585, jet costero norte:
Incremento de la probabilidad de días de viento débil (~15%)
Decremento en la probabilidad de días de viento fuerte (~10%)



4. Resultados: Viento a lo largo de la costa para fines de siglo XXI

Viento débil y fuerte en Máncora

- Bajo ssp585:
Más viento débil en primavera y verano
Menos viento fuerte en otoño e invierno



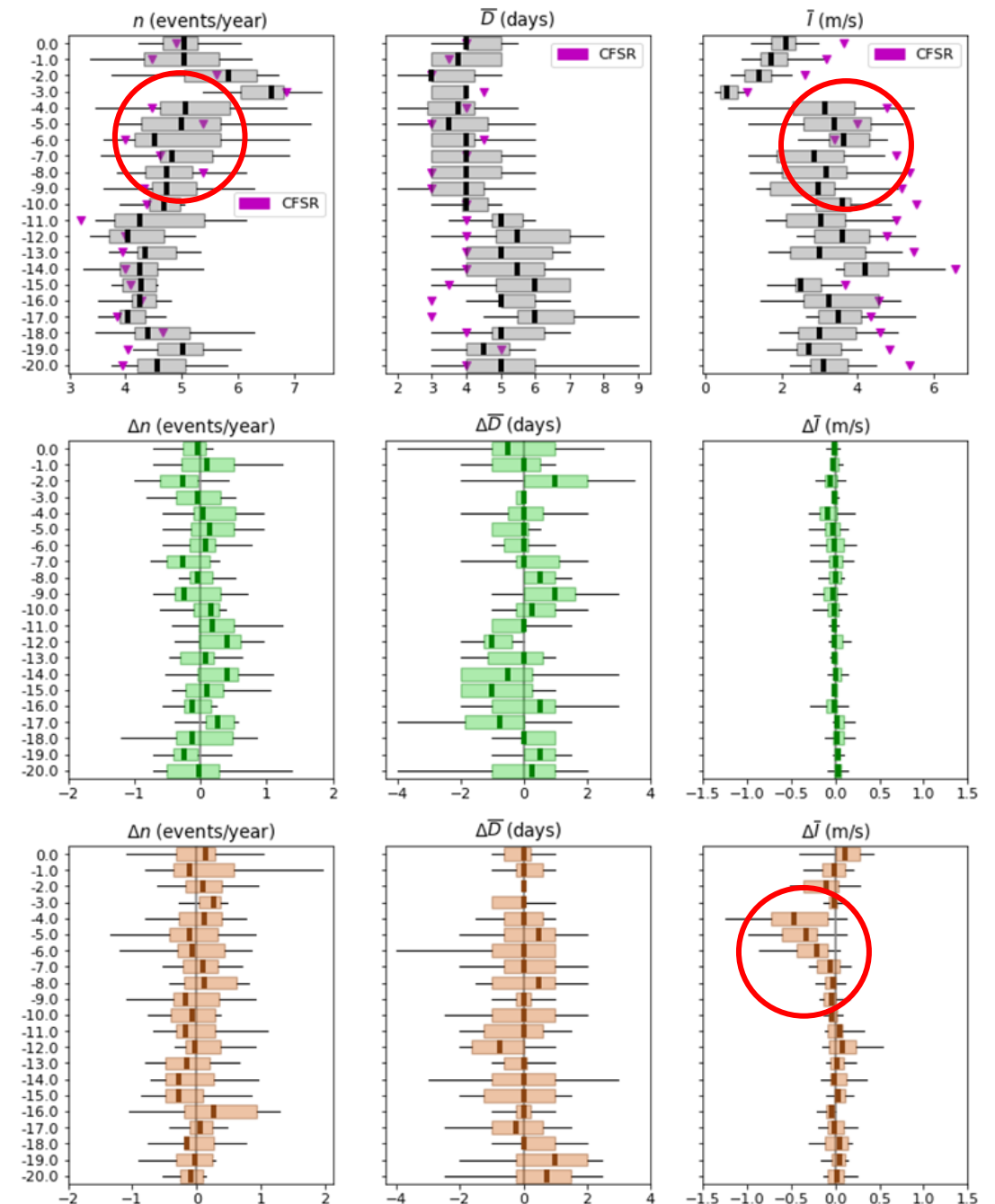
Huacho

- Intensidad de viento subestimada
- La estacionalidad no es proyectada por los modelos

4. Resultados: Eventos de viento débil y fuerte

Eventos de viento fuerte a lo largo de la costa

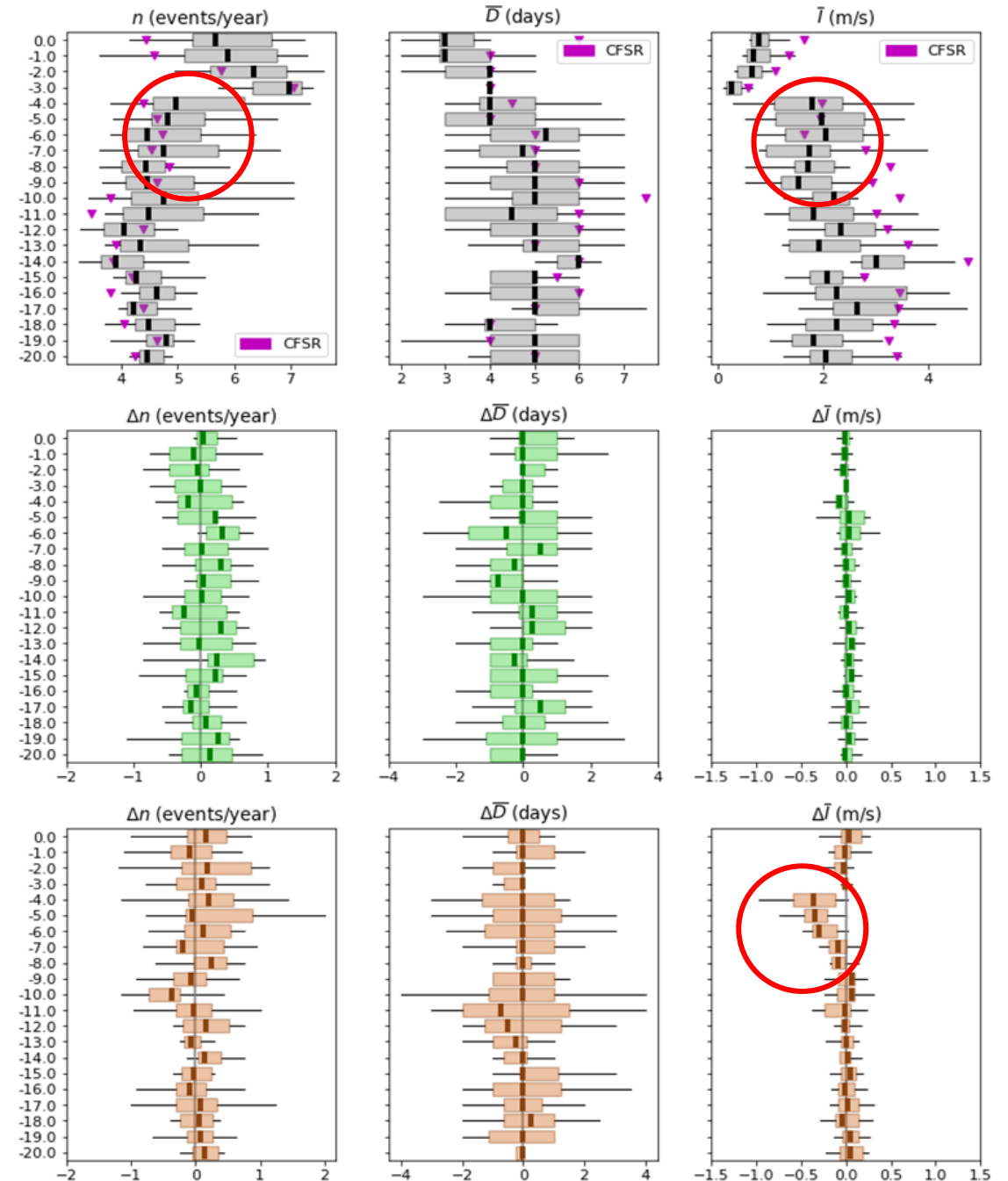
- En el periodo histórico (1990-2010):
Frecuencia de 12 a 28 eventos por año
Duración entre 2 y 7 días
Intensidad máxima entre 7 y 10 m/s
- En condiciones futuras (2080-2100):
No se proyectan cambios bajo ssp126
Ligera disminución de la intensidad (~ 0.5 m/s)
frente a la costa norte bajo ssp585



4. Resultados: Eventos de viento débil y fuerte

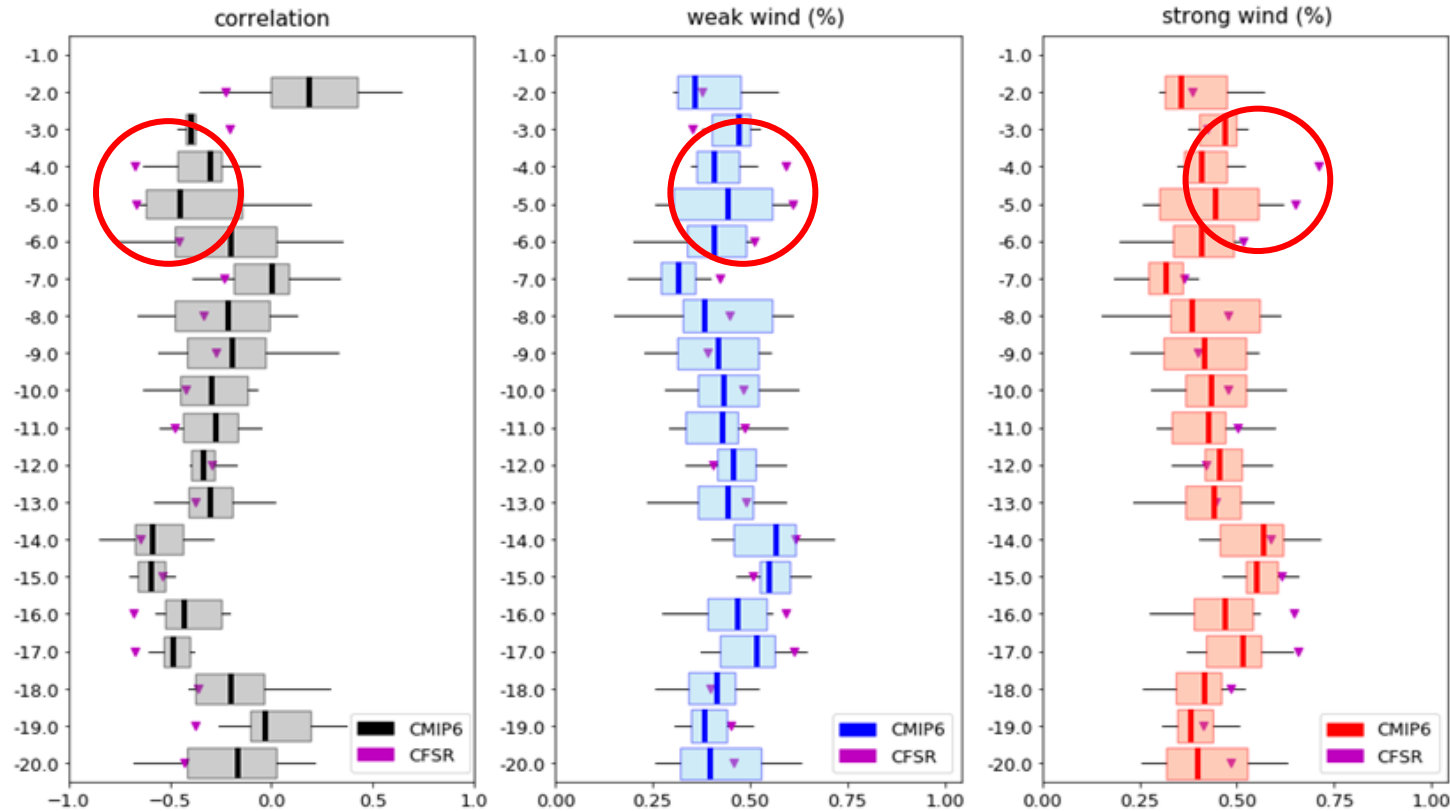
Eventos de viento débil a lo largo de la costa

- En el periodo histórico (1990-2010):
Frecuencia de 12 a 28 eventos por año
Duración entre 2 y 7 días
Intensidad máxima entre 1 y 3 m/s
- En condiciones futuras (2080-2100):
No se proyectan cambios bajo ssp126
Moderada disminución de la intensidad (~0.5 m/s)
frente a la costa norte bajo ssp585

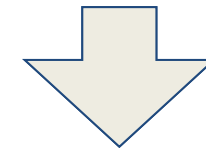


5. Discusión: Mecanismos que controlan el cambio en la variabilidad interdiaria el viento

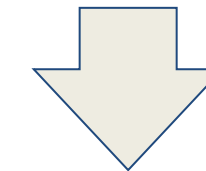
Gradiente de presión norte sur vs viento



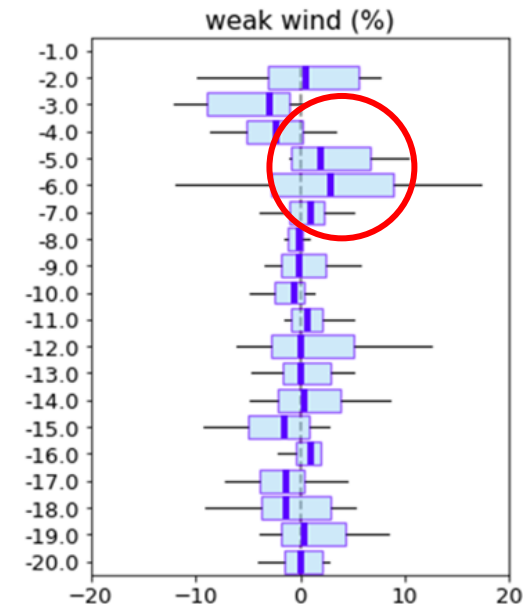
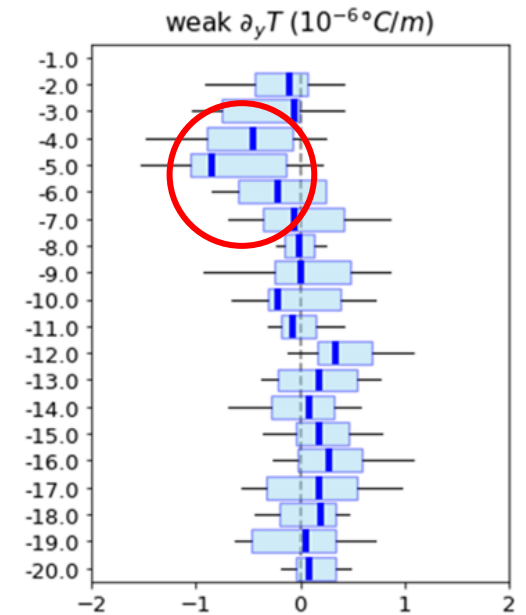
Gradiente
térmico



Gradiente
de presión



Viento

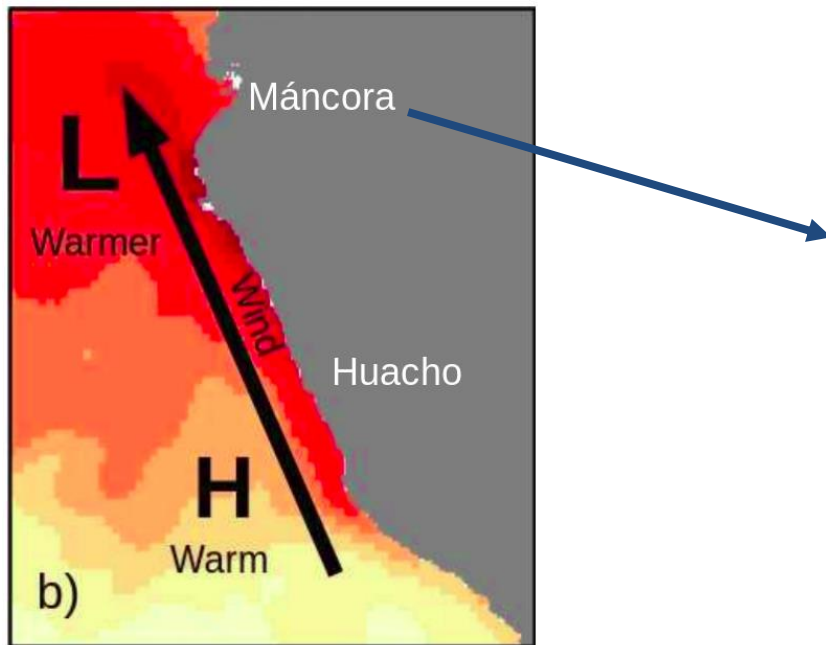


Mecanismos forzantes en condiciones futuras (Escenario ssp585)

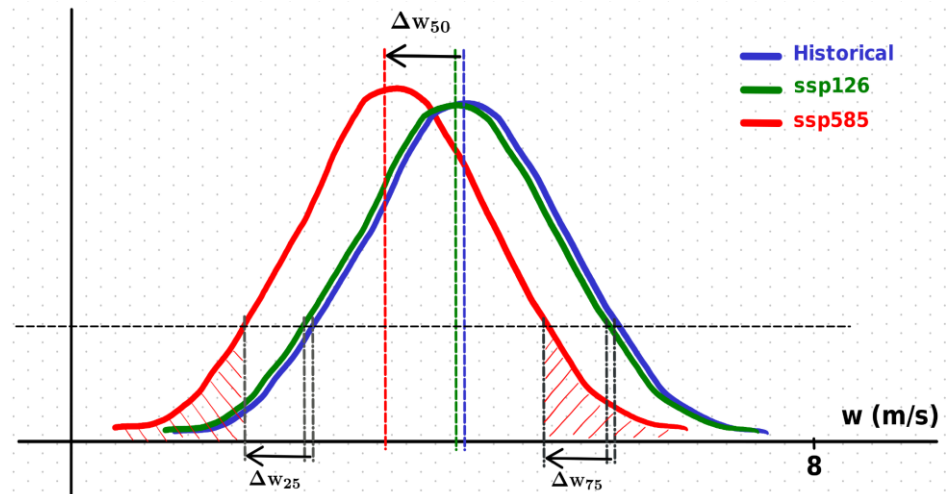
- Ligera disminución del gradiente norte-sur de la temperatura superficial en la costa norte (3-5°S) en correspondencia con la disminución del viento débil y fuerte en la misma zona.

6. Principales conclusiones

- La distribución del viento diario se desplaza hacia vientos de menor intensidad, frente a Máncora, bajo un escenario pesimista para fines del siglo XXI.
- Estos cambios están asociados con una ligera disminución en el gradiente norte-sur de la temperatura superficial del mar.



Distribución del viento diario

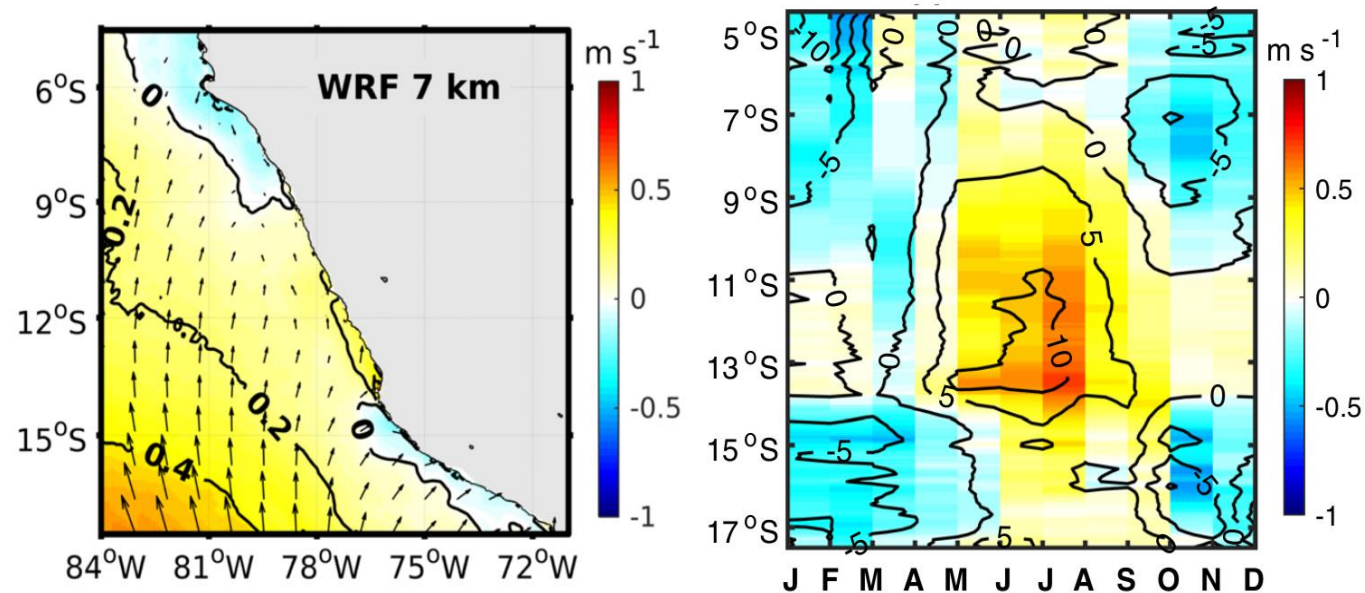


Cambio en la probabilidad de ocurrencia		
	Viento débil	Viento fuerte
Verano	↑ (5-20)%	↓ (10-15)%
Invierno	↑ (5-21)%	↓ (5-10)%

7. Recomendaciones

- Estudiar la variabilidad de alta frecuencia del viento con un modelo de mayor resolución espacial (modelo regional).
- Profundizar en el estudio de los mecanismos forzantes de la variabilidad de alta frecuencia del viento con un modelo regional.
- Explorar el impacto de los cambios proyectados en el viento en las olas de calor, eventos de hipoxia, entre otros.

Cambio en el viento medio y ciclo estacional (Chamorro, 2021)





IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



www.gob.pe/imarpe



[/imarpe.pe](https://www.facebook.com/imarpe.pe)



[@ImarpePeru](https://twitter.com/ImarpePeru)



[ImarpePeru](https://www.youtube.com/ImarpePeru)



[institutodelmardelperu](https://www.instagram.com/institutodelmardelperu)