

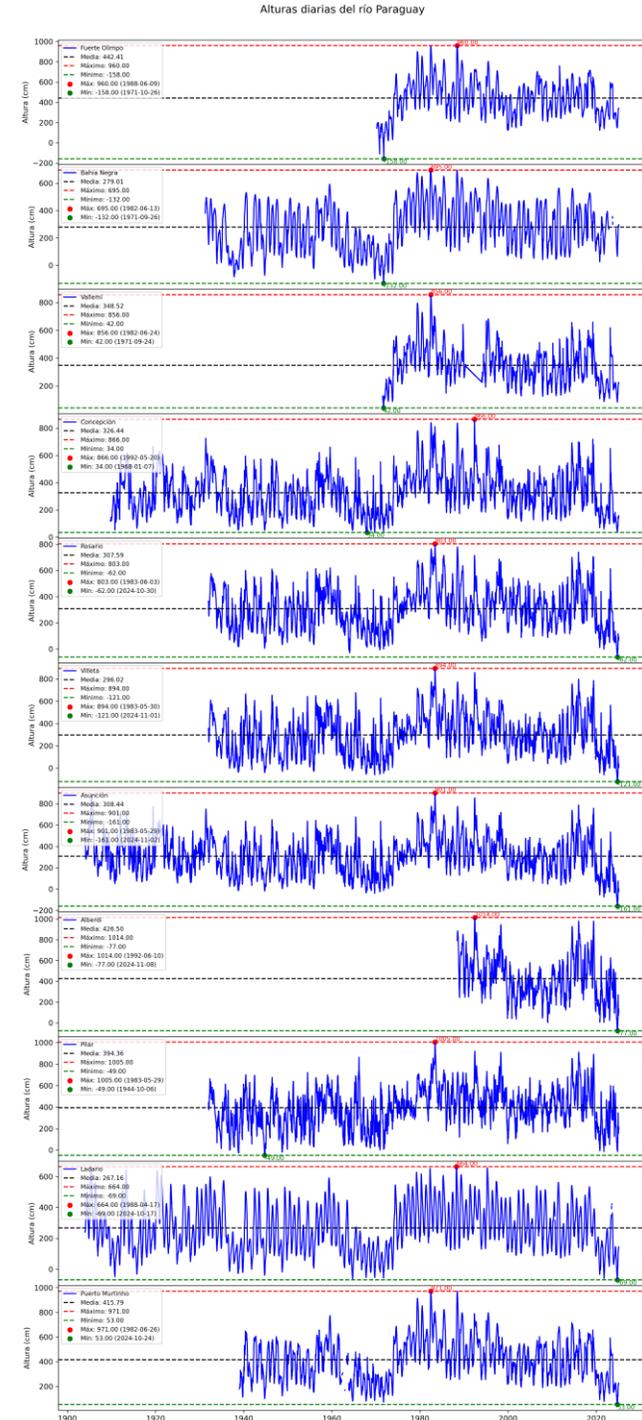
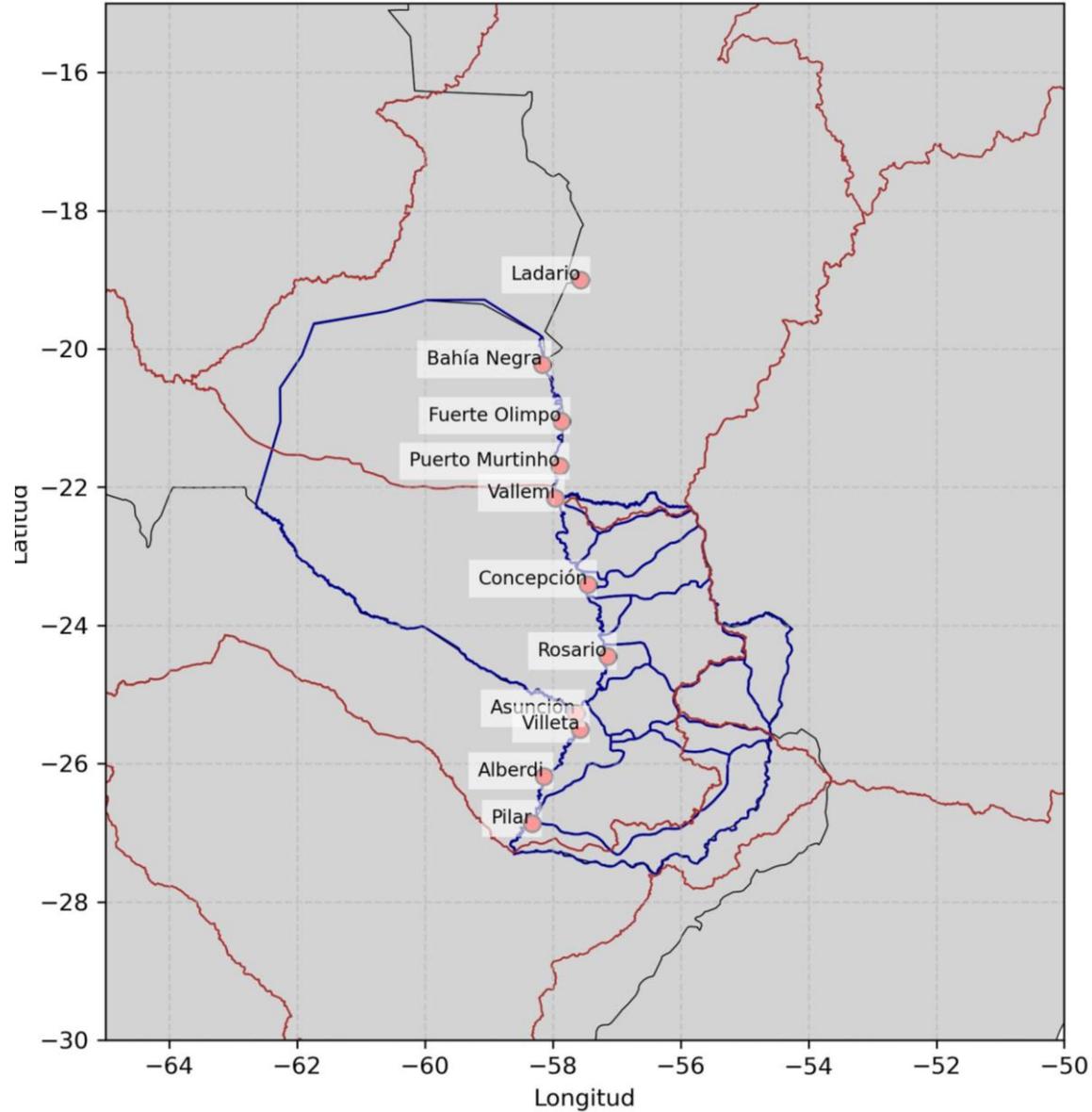


# Comportamiento de las alturas del río Paraguay, ENOS 3.4 y la PDO, Pronóstico Hidrológico AMJ 2025



Max Pastén  
max.pasten@cemit.una.py  
Ayolas, 3 y 4 de abril, 2025

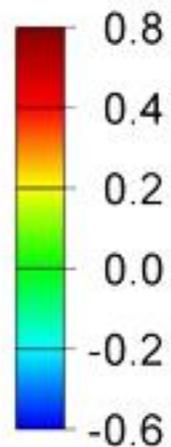
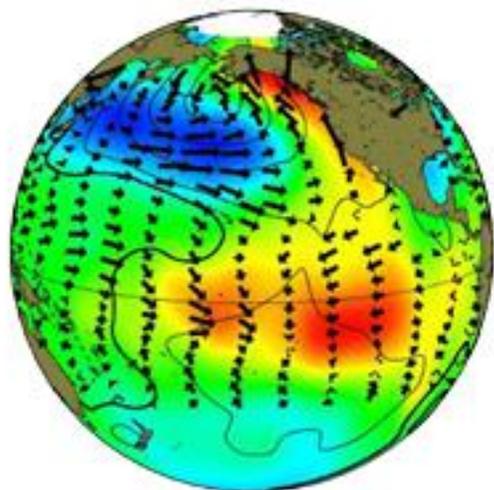
## Ubicación de Estaciones Hidrológicas



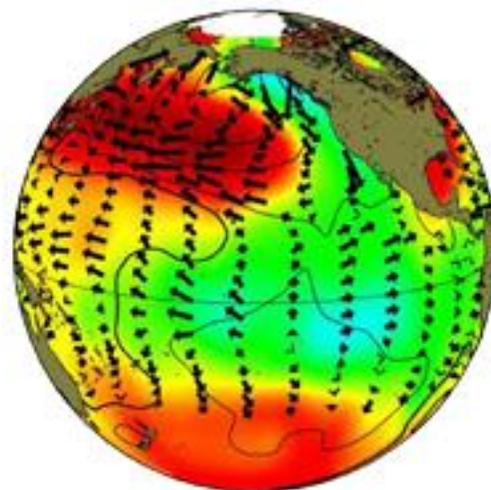
Disponibilidad de datos históricos en la cuenca del río Paraguay

## Pacific Decadal Oscillation

positive phase



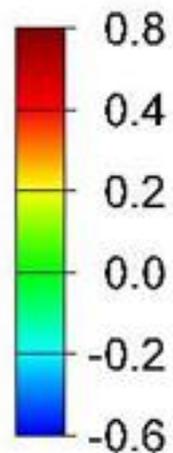
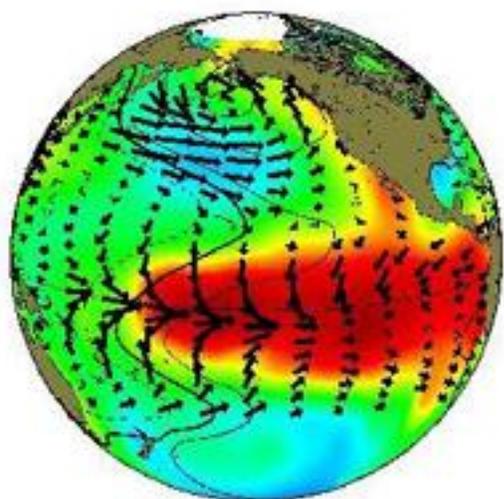
negative phase



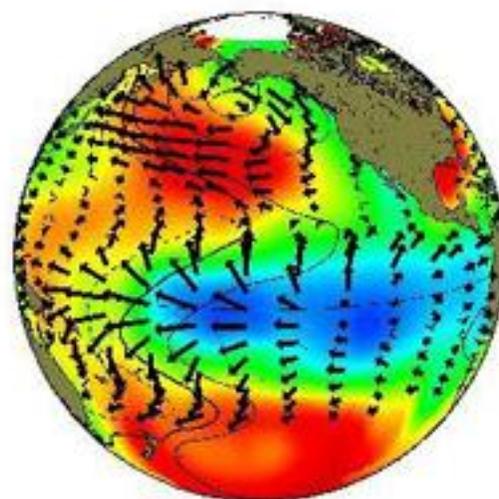
La Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y El Niño Oscilación del Sur (ENOS) influyen en las temperaturas de la superficie del mar, la presión del nivel del mar y la vientos de maneras muy similares. La diferencia más obvia entre el PDO y ENSO es la escala de tiempo. Mientras que los eventos ENSO tienden a persistir del orden de un año, la firma de la DOP puede durar hasta 30 años (Mantua, 2001).

## El Niño Southern Oscillation

El Niño

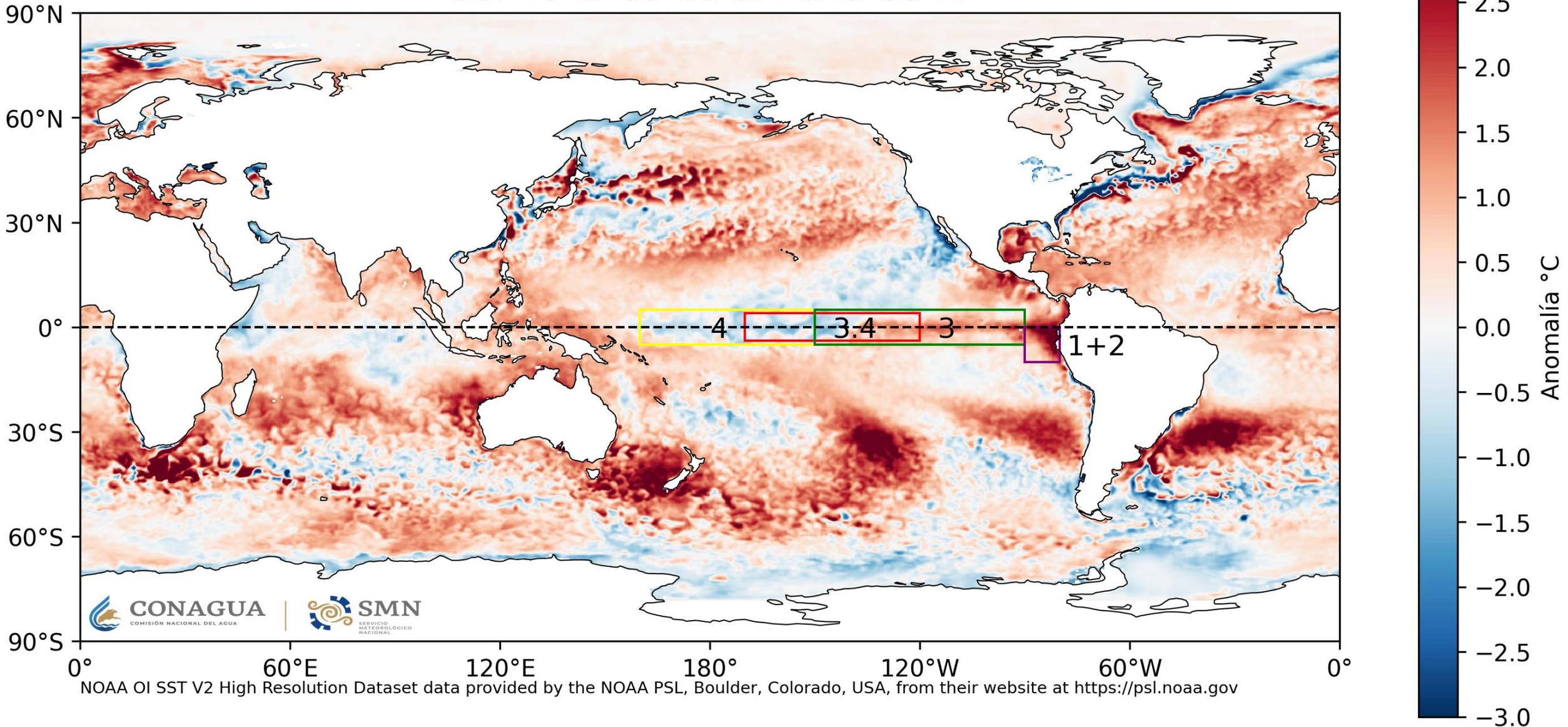


La Niña



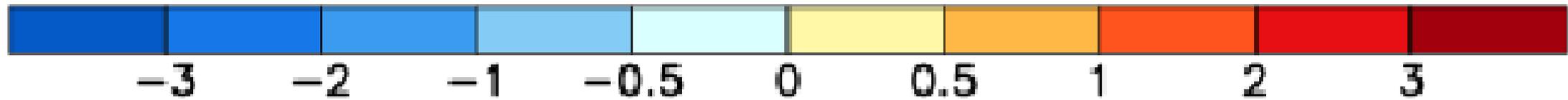
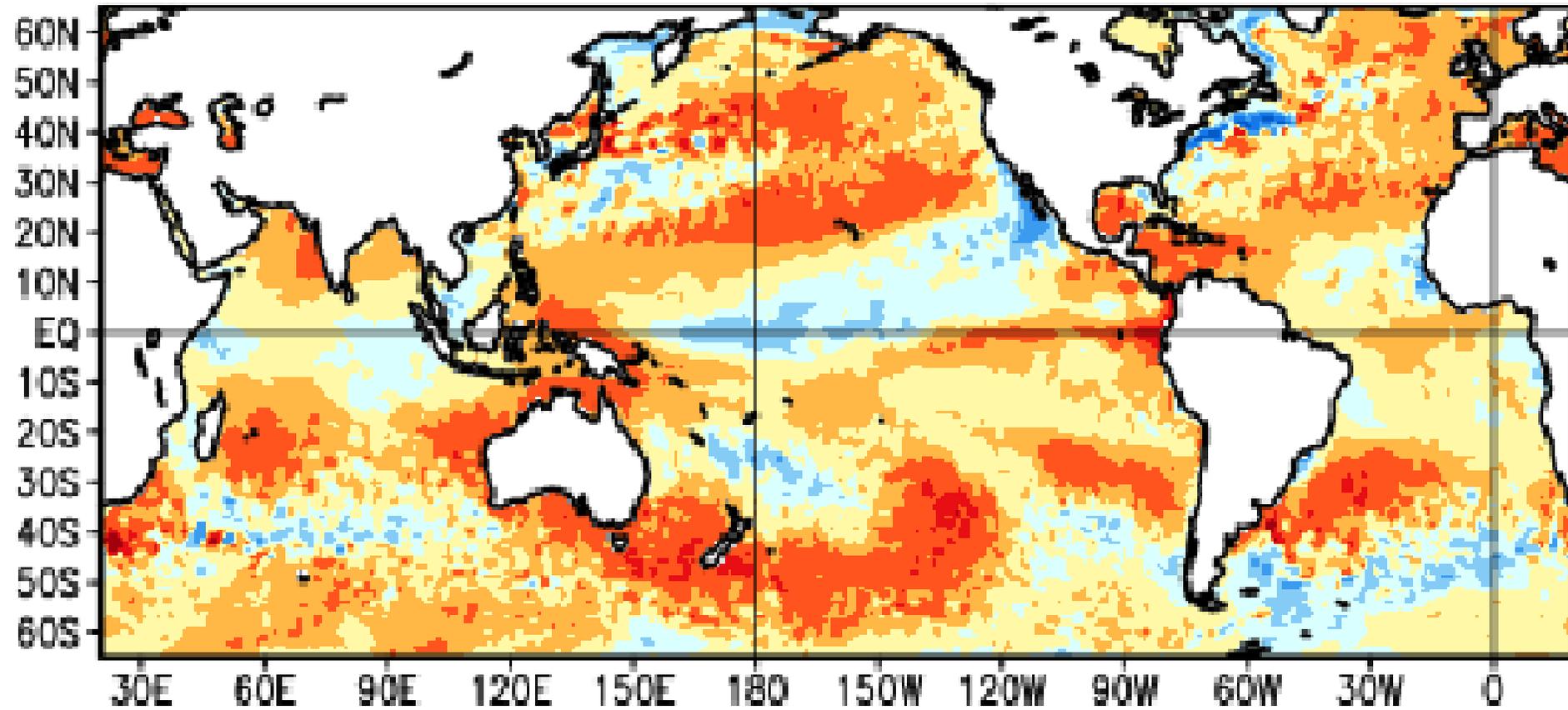
La PDO afecta principalmente a la región del Pacífico Norte, Sus efectos se extienden cerca del ecuador. Por el contrario, el ENSO afecta principalmente en latitudes más bajas, pero sus efectos secundarios se sienten en el Pacífico Norte (Mantua, 2001). Un fase positiva de la PDO<sub>2</sub> produce patrones climáticos y de circulación que son muy similar a El Niño. Una fase negativa de la PDO produce patrones climáticos y de circulación similares a los de La Niña (Gershunov y Barnett, 1998)

# Promedio de anomalía de la TSM del 2025-03-05 al 2025-03-12

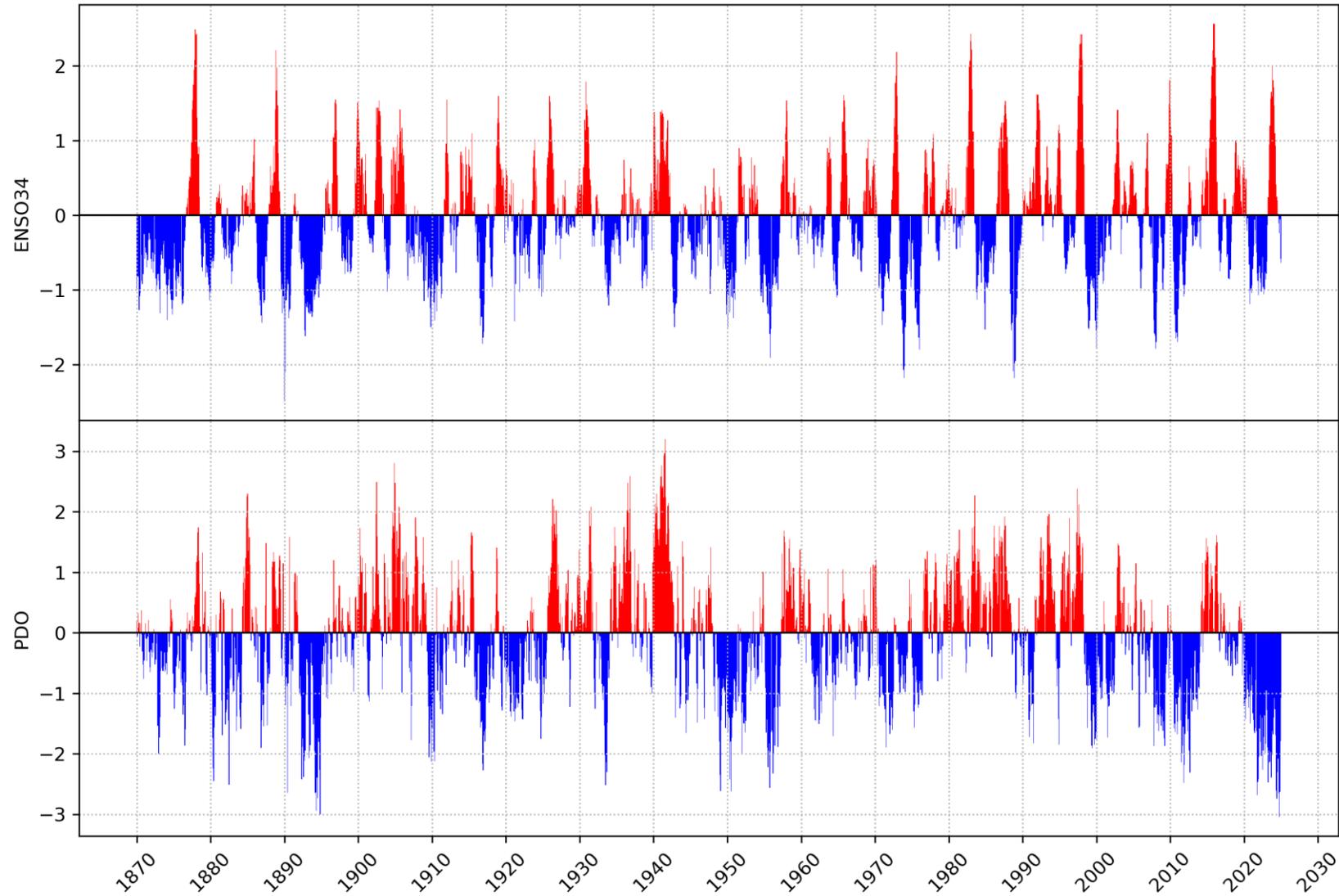


# Average SST Anomalies

2 MAR 2025 – 29 MAR 2025



## ENSO 3.4 vs PDO

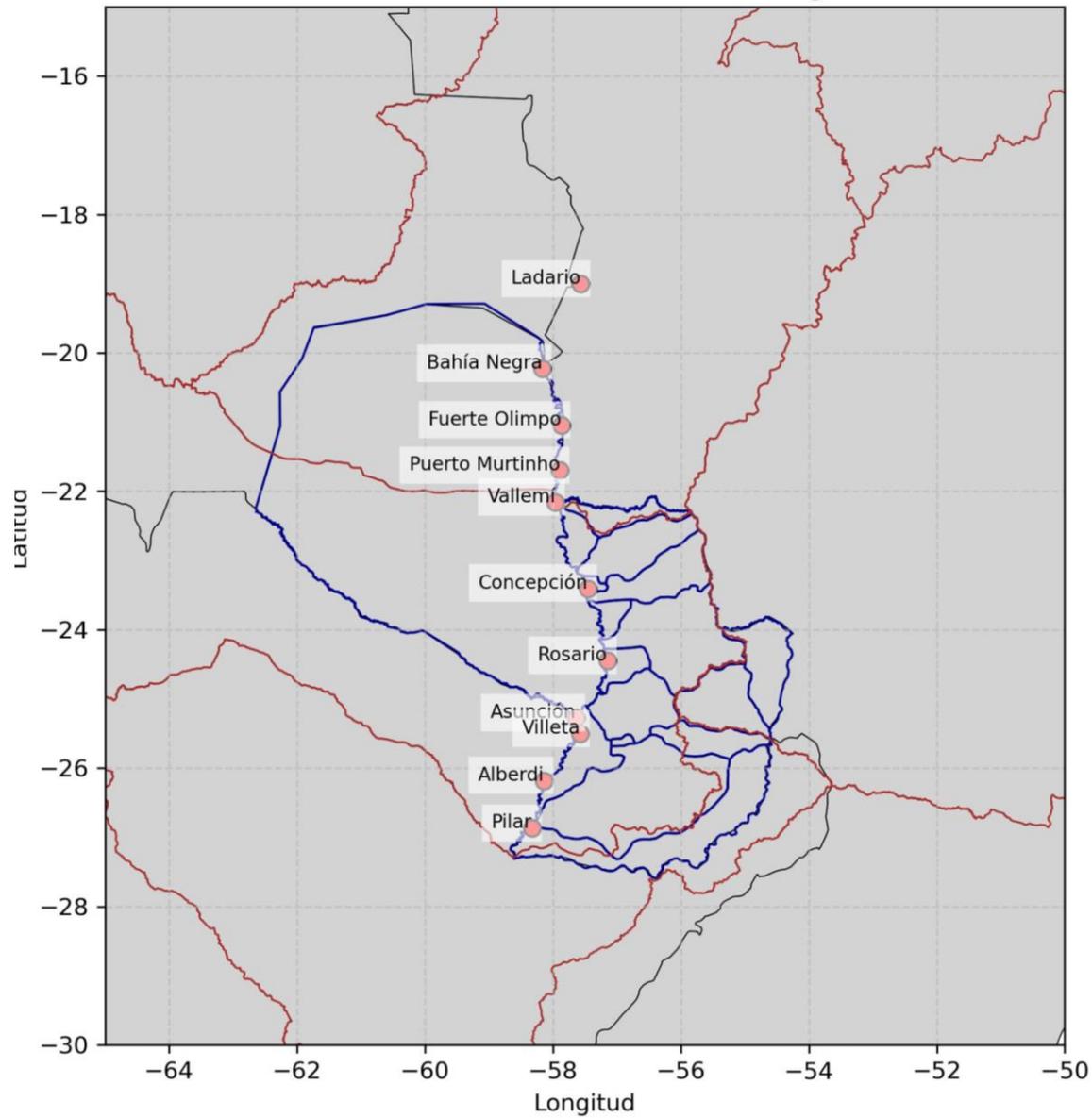


The NOAA Physical Sciences Laboratory (PSL) conducts research to advance the prediction of water availability and extremes.

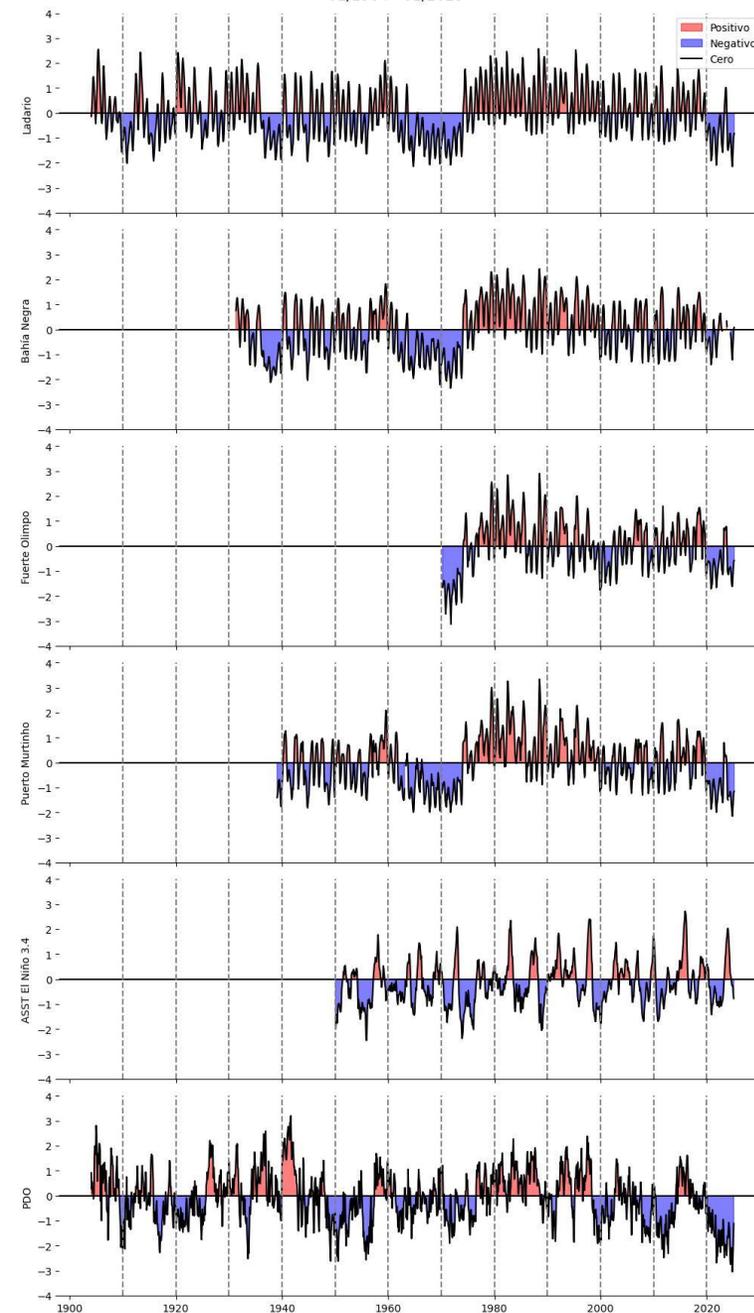
<https://psl.noaa.gov/pdo/>

<https://www.ncei.noaa.gov/products/extended-reconstructed-sst>

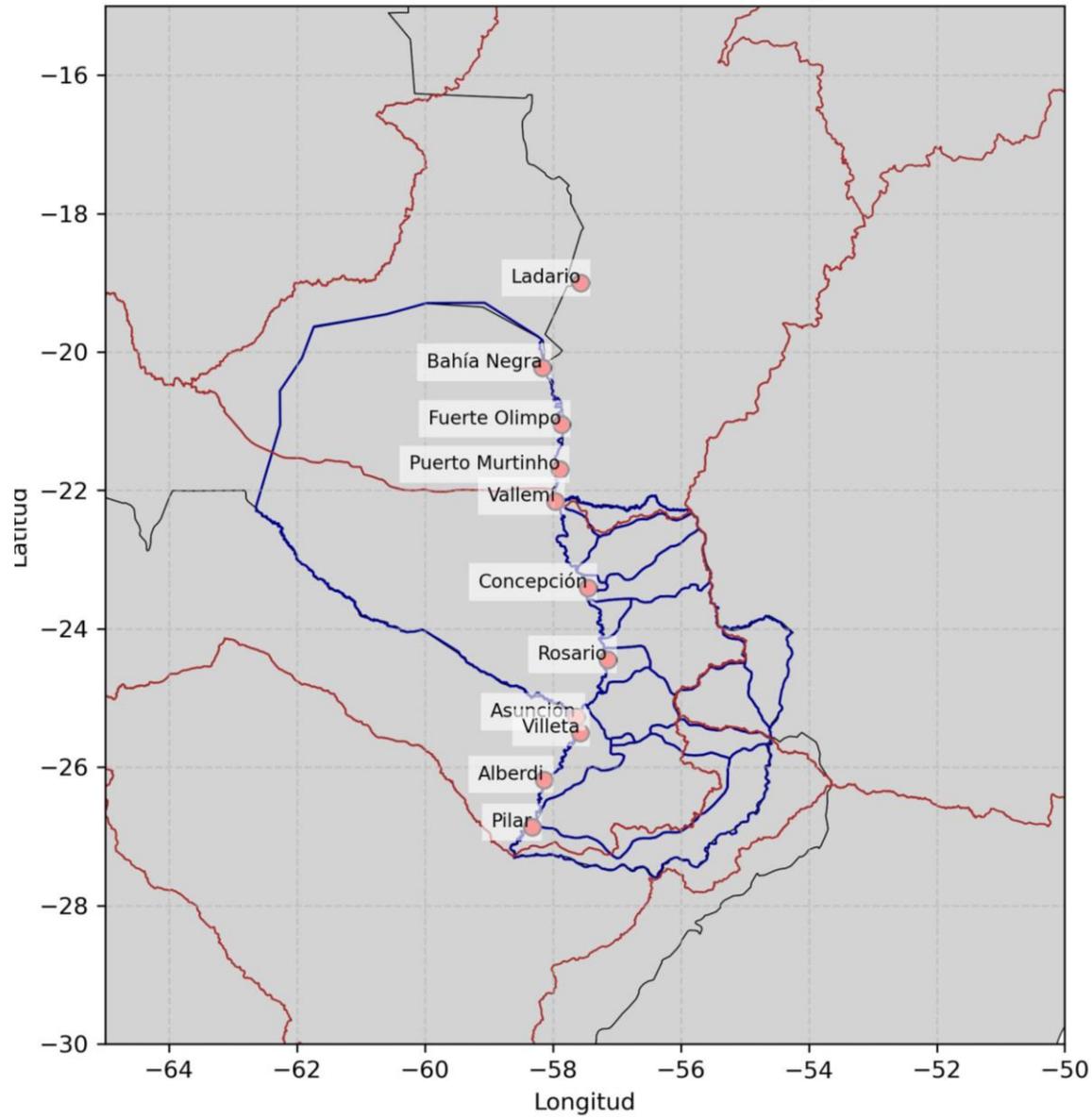
## Ubicación de Estaciones Hidrológicas



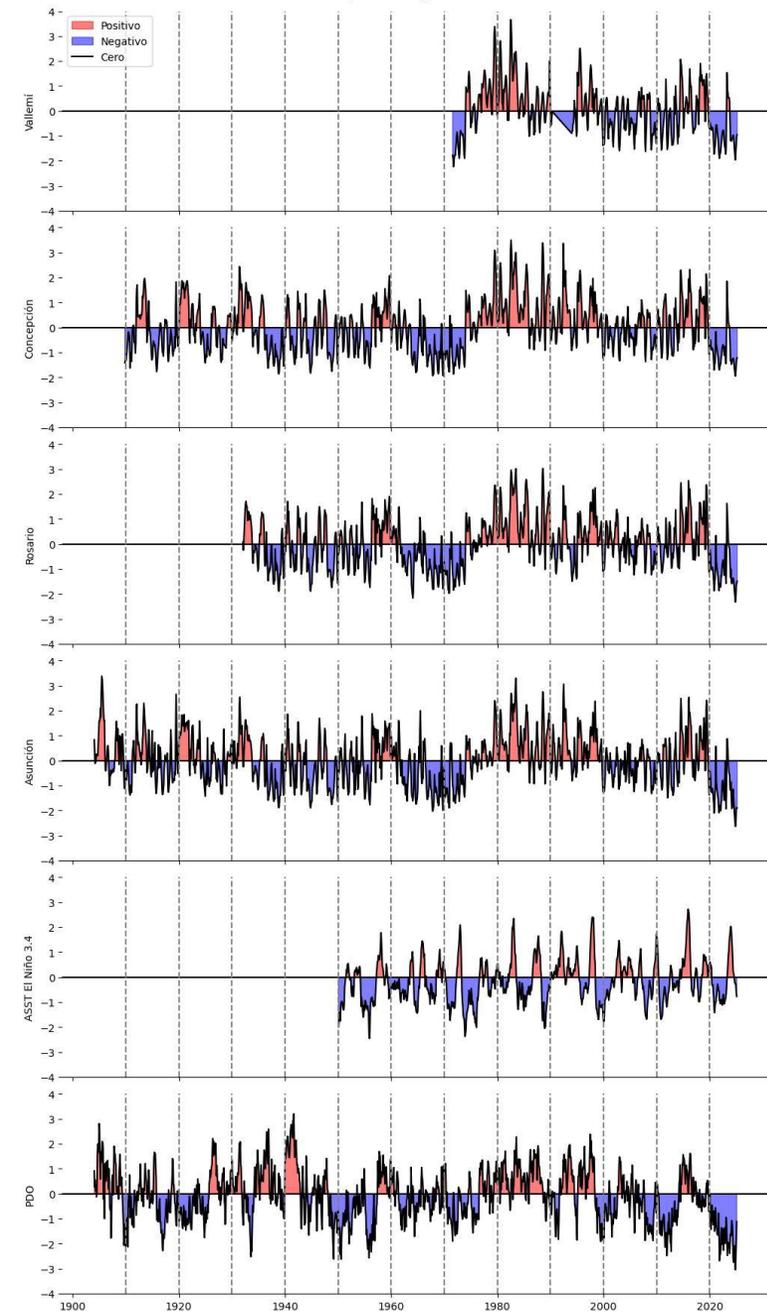
Alturas Medias Mensuales Normalizadas del Río Paraguay vs ENSO/PDO - Cuenca\_Alta  
01/1904 - 01/2025



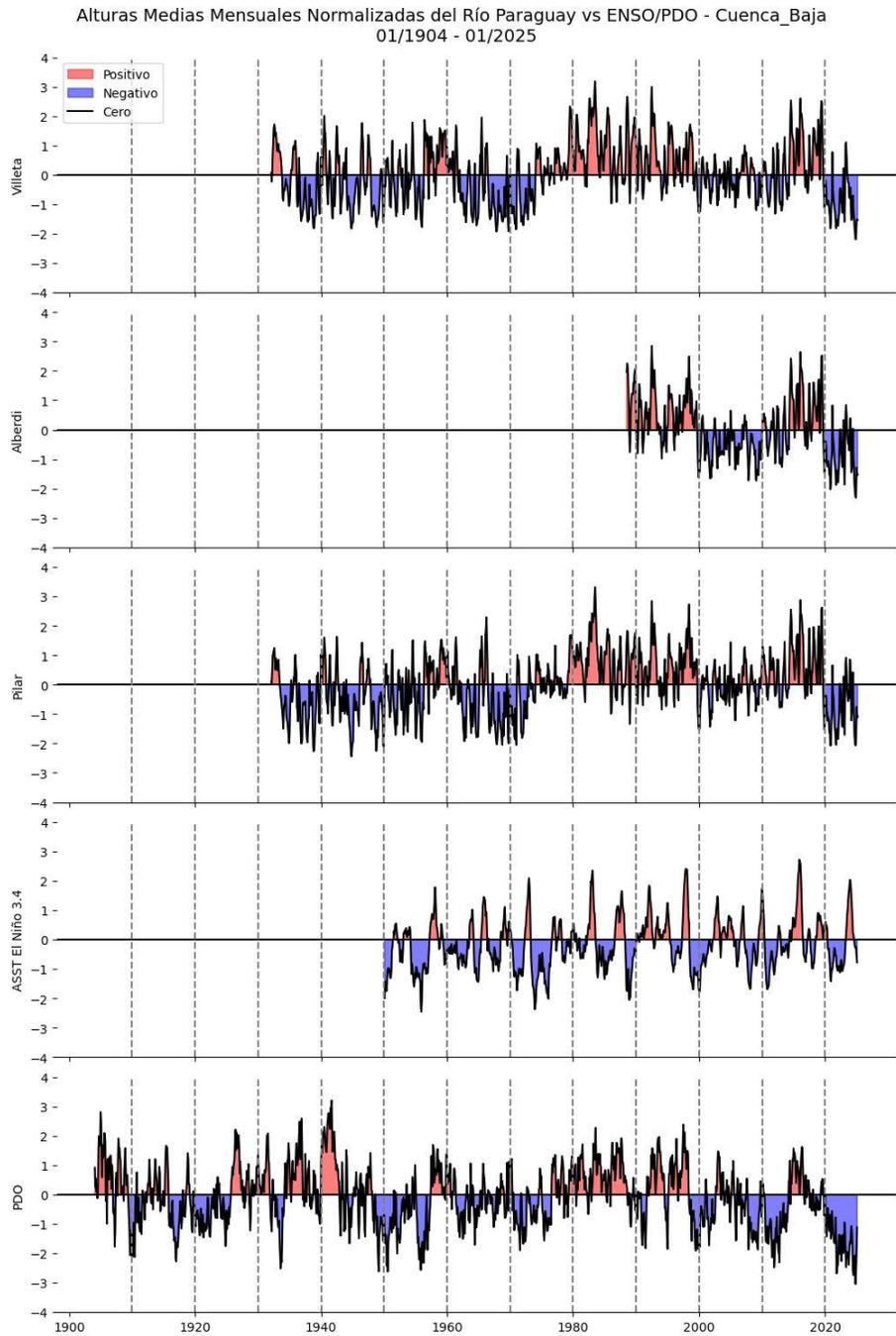
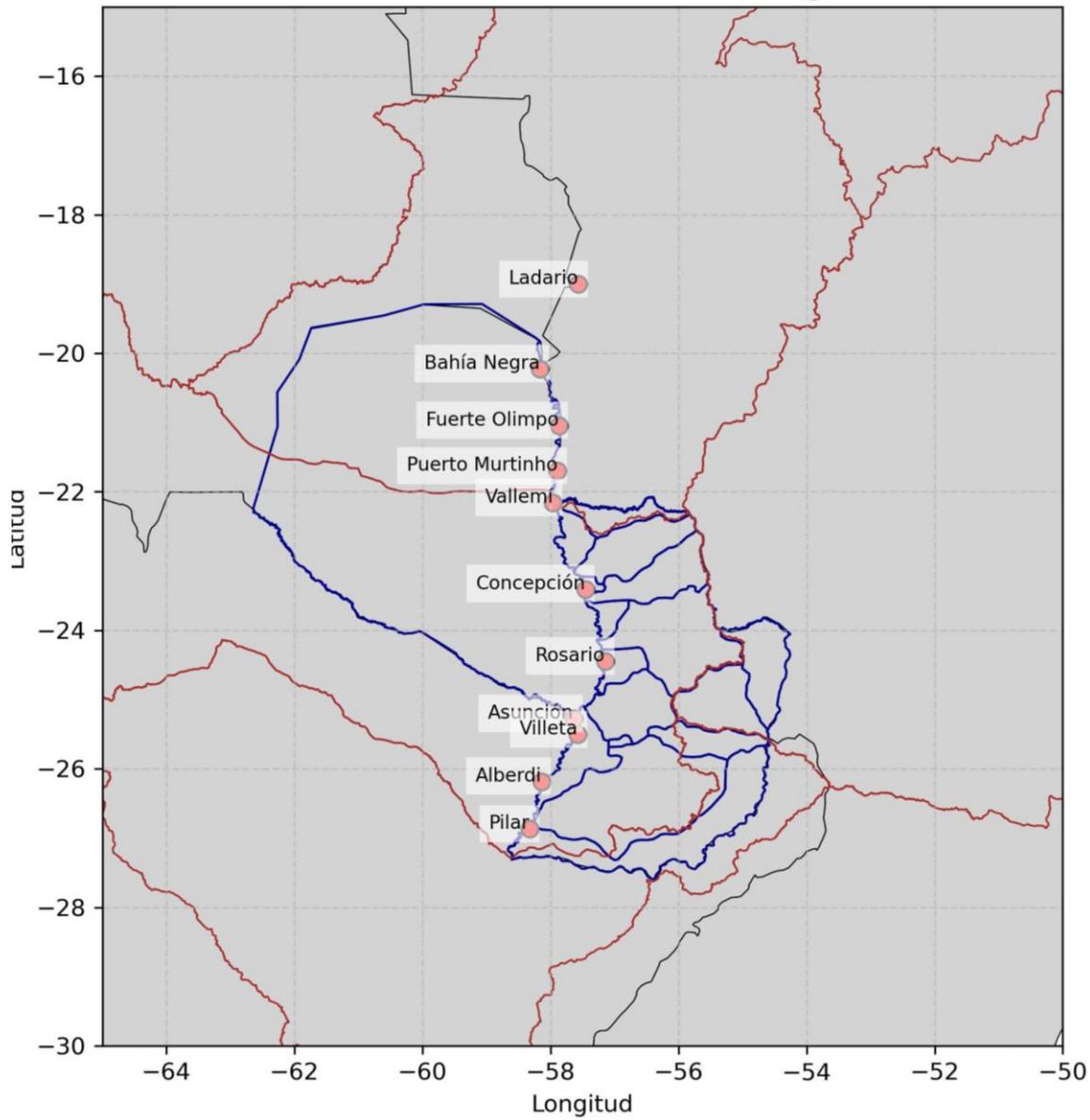
## Ubicación de Estaciones Hidrológicas



Alturas Medias Mensuales Normalizadas del Río Paraguay vs ENSO/PDO - Cuenca\_Media  
01/1904 - 01/2025



### Ubicación de Estaciones Hidrológicas



Fuente:  
 PDO (<https://psl.noaa.gov/pdo/>)  
 AnomSST3.4-Niño 3.4 SST Index from the NOAA ERSST V5  
 Alturas del río, DMH/ANPP

El Clustering con K-Means es un algoritmo de aprendizaje no supervisado que agrupa datos en  $k$  grupos (o clusters) basándose en la similitud de sus características.

En este caso, queremos clasificar los años en 3 grupos basados en los valores mínimos anuales de varias estaciones hidrométricas ubicadas en el mapa que corresponden a la cuenca alta, media y baja del río Paraguay dentro del territorio paraguayo.

¿Cómo Funciona K-Means?

Inicialización :

Selecciona aleatoriamente  $k$  puntos (en este caso,  $k = 3$ ) como centroides iniciales.

Asignación de Puntos :

Cada año se asigna al cluster cuyo centroide está más cercano (basado en una métrica de distancia, generalmente la distancia euclidiana).

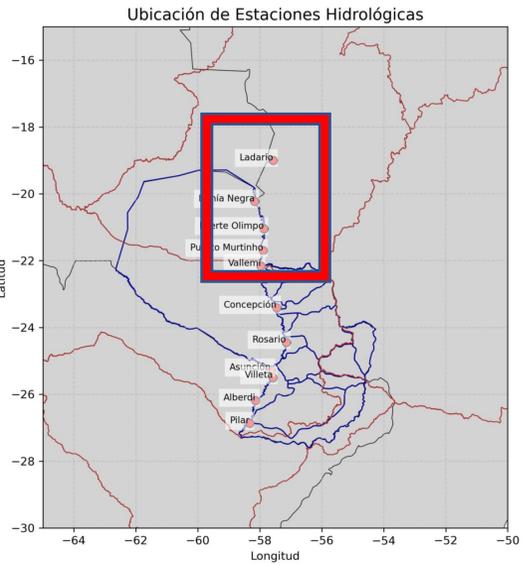
Actualización de Centroides :

Calcula el nuevo centroide de cada cluster como el promedio de todos los puntos asignados a ese cluster.

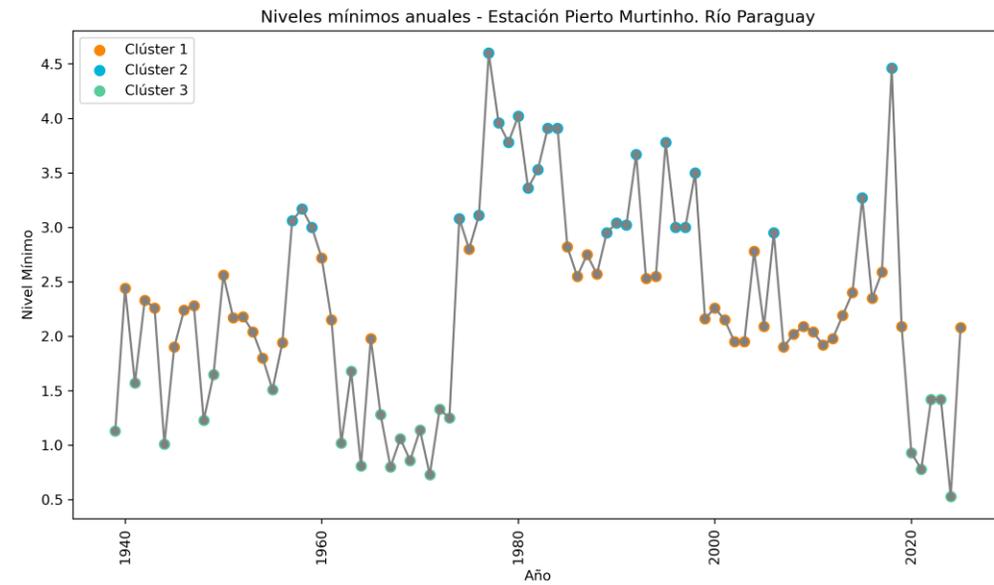
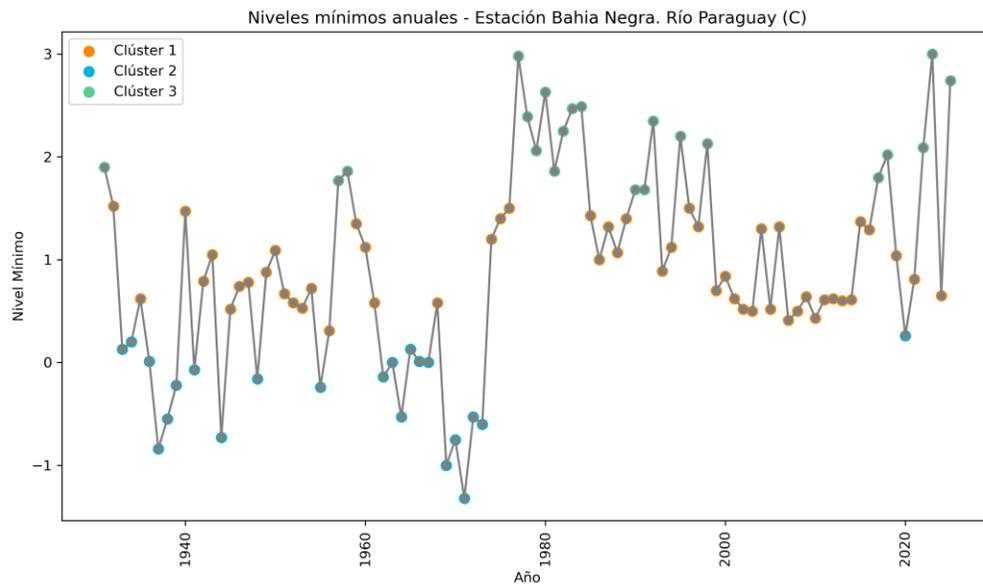
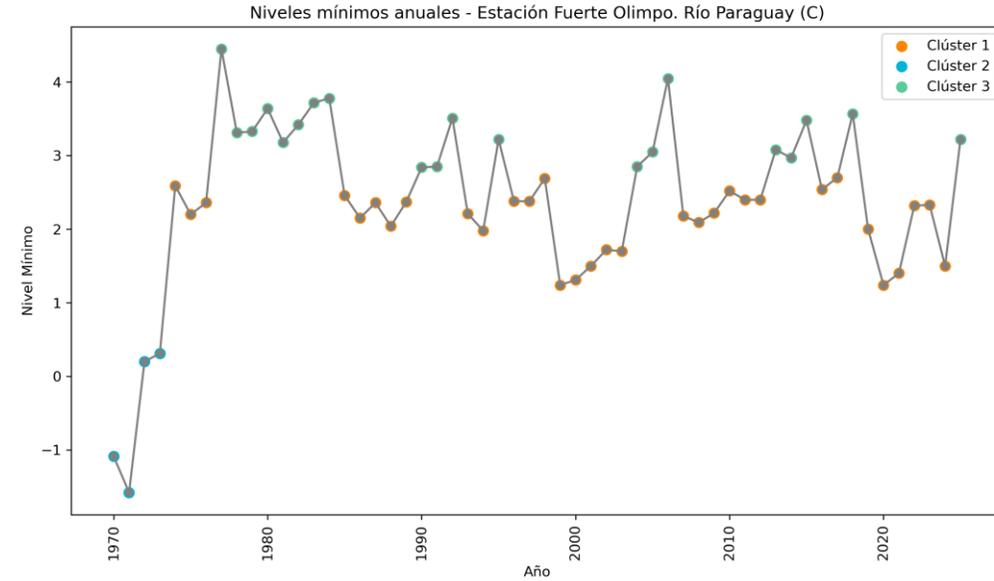
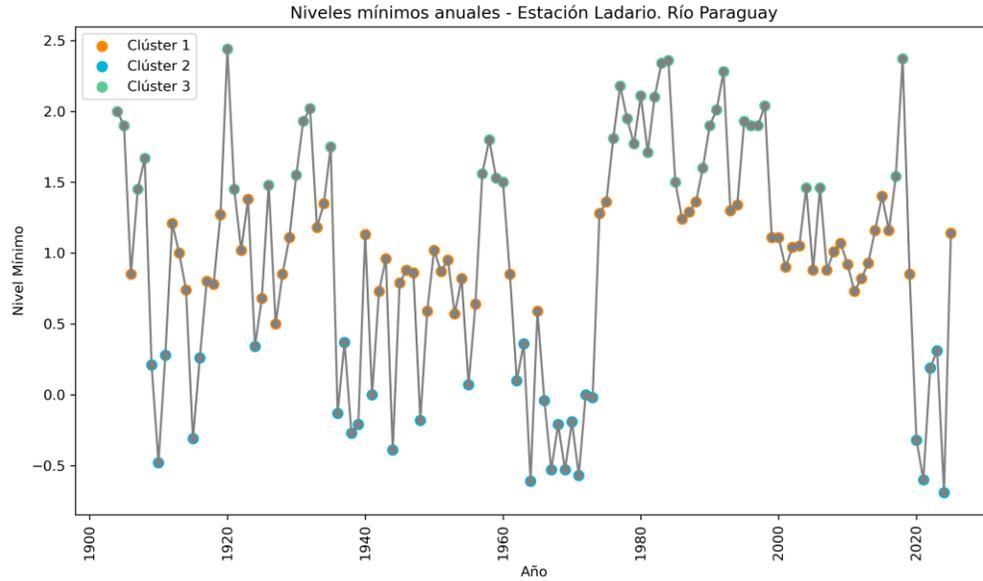
Iteración :

Repita los pasos 2 y 3 hasta que los centroides no cambien significativamente o se alcance un número máximo de iteraciones.

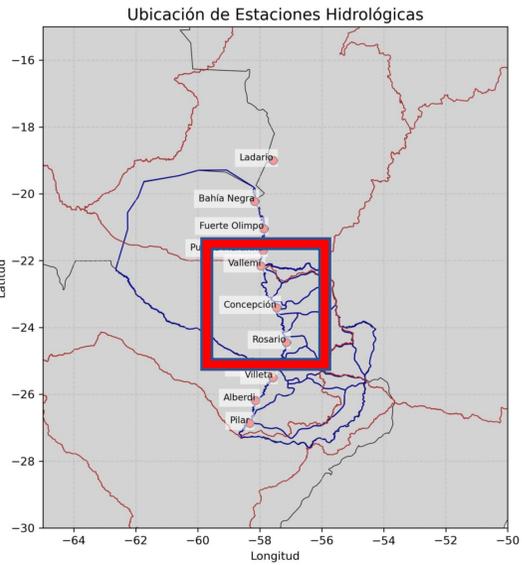
# Clasificación de los mínimos anuales, utilizando el algoritmo Kmeans



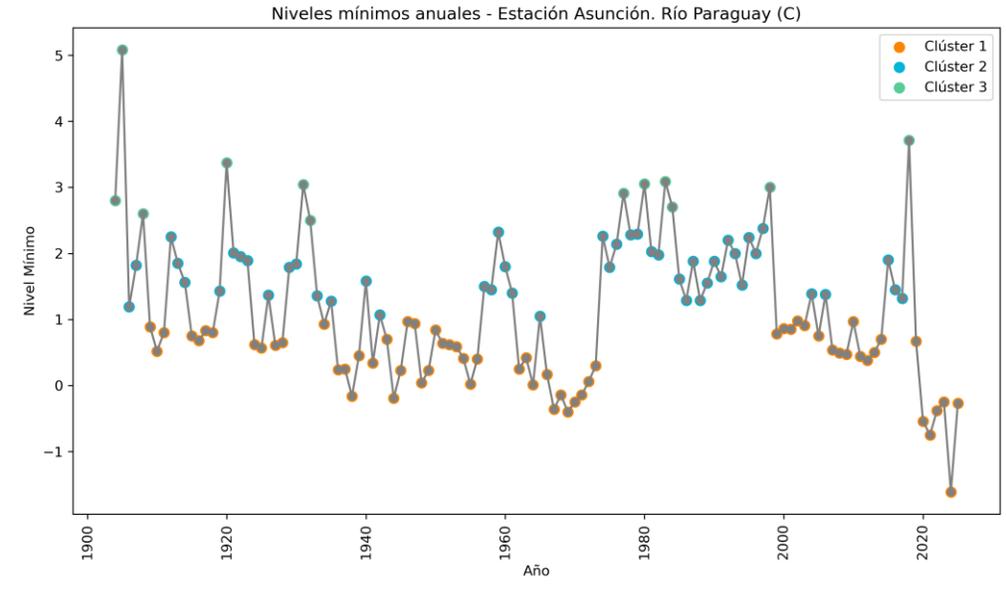
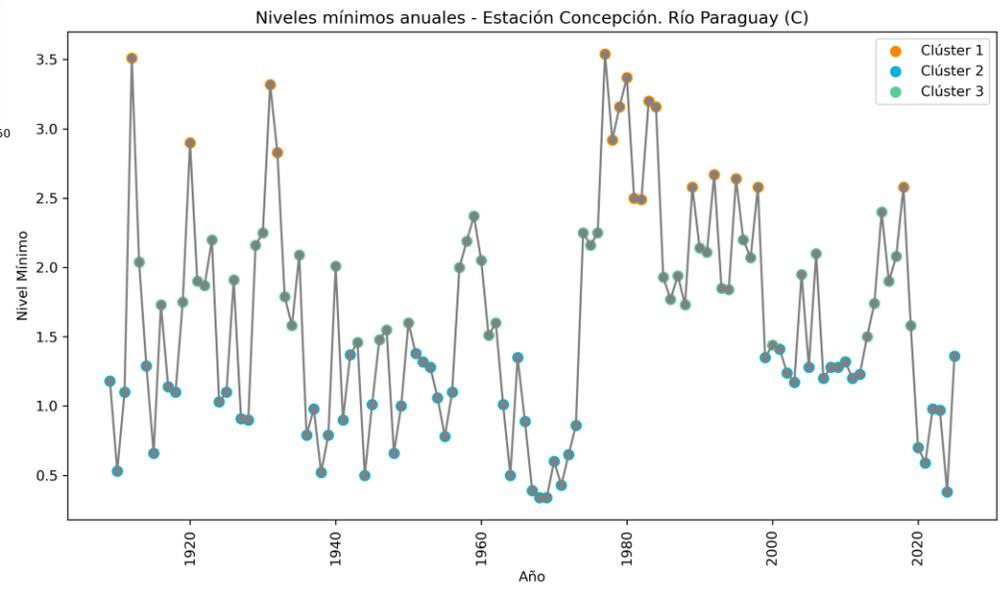
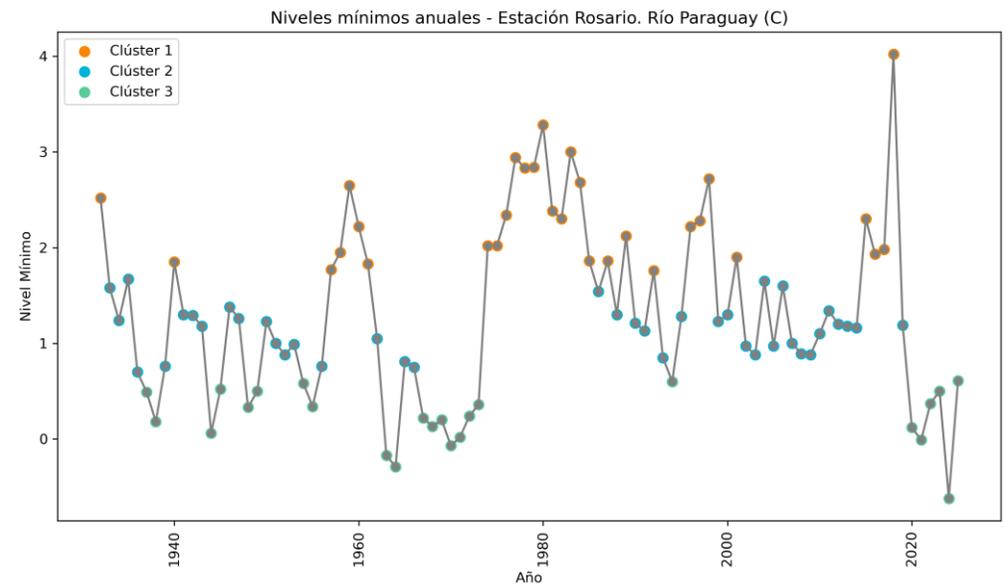
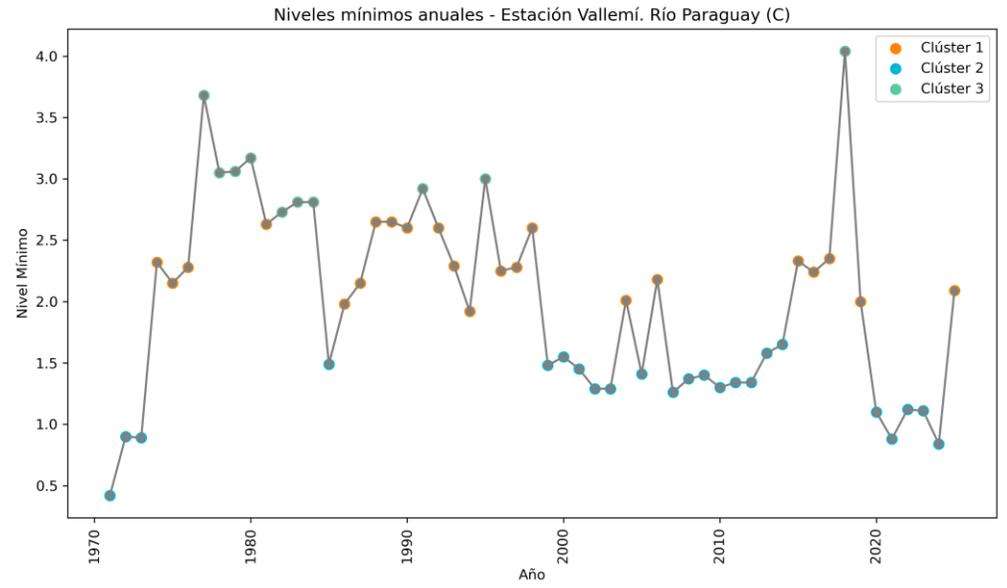
Cuenca alta



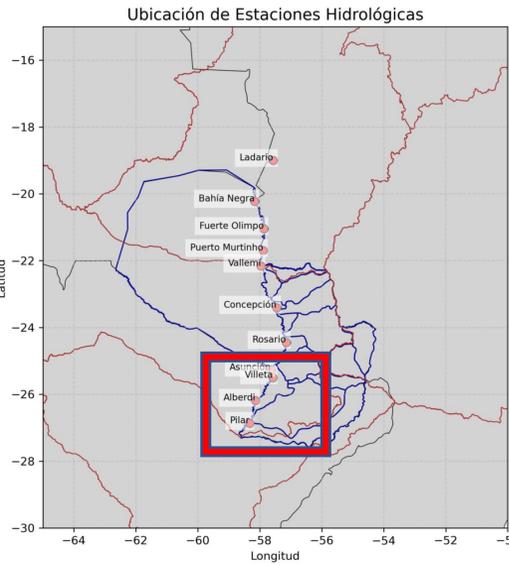
# Clasificación de los mínimos anuales, utilizando el algoritmo Kmeans



Cuenca media

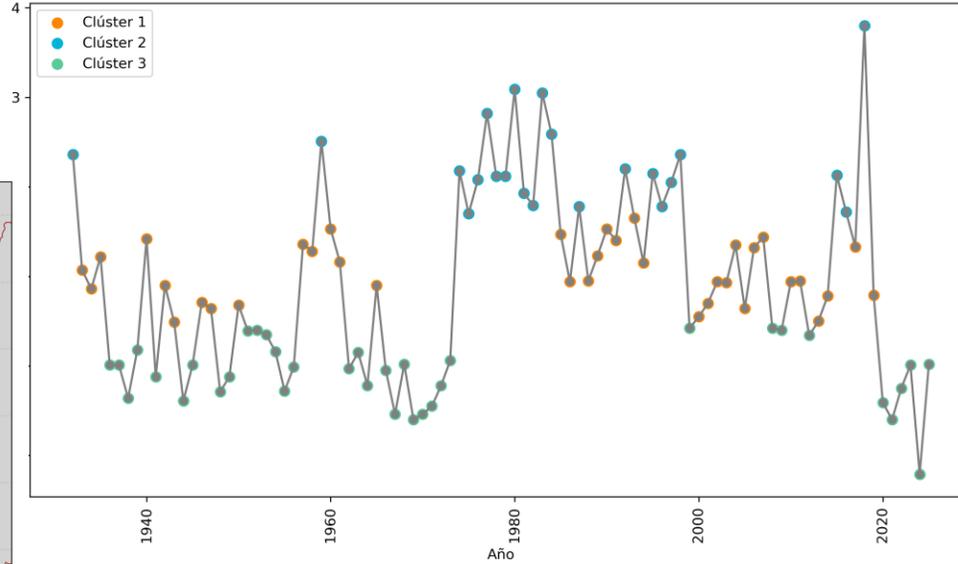


# Clasificación de los mínimos anuales, utilizando el algoritmo Kmeans

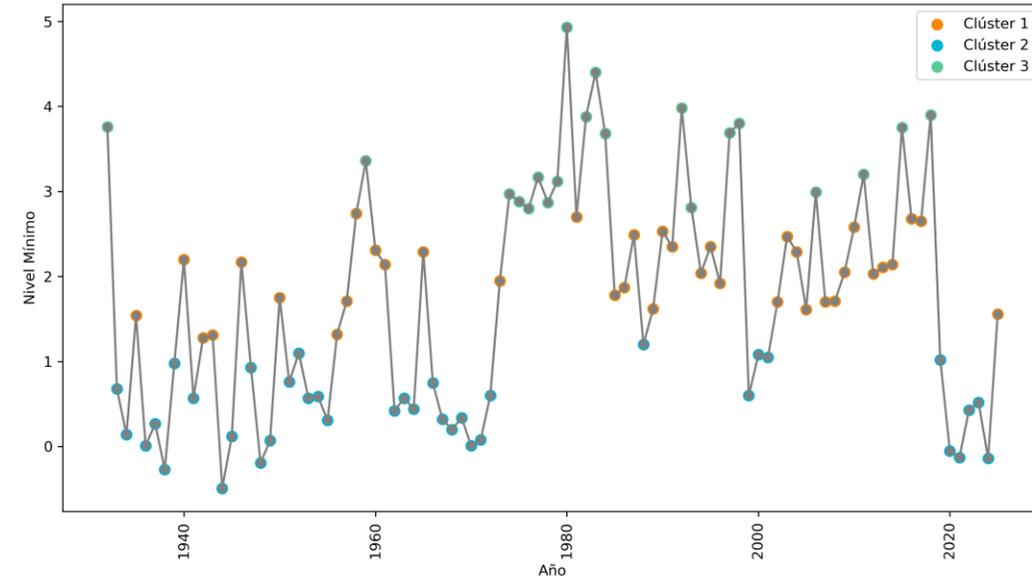


Cuenca baja

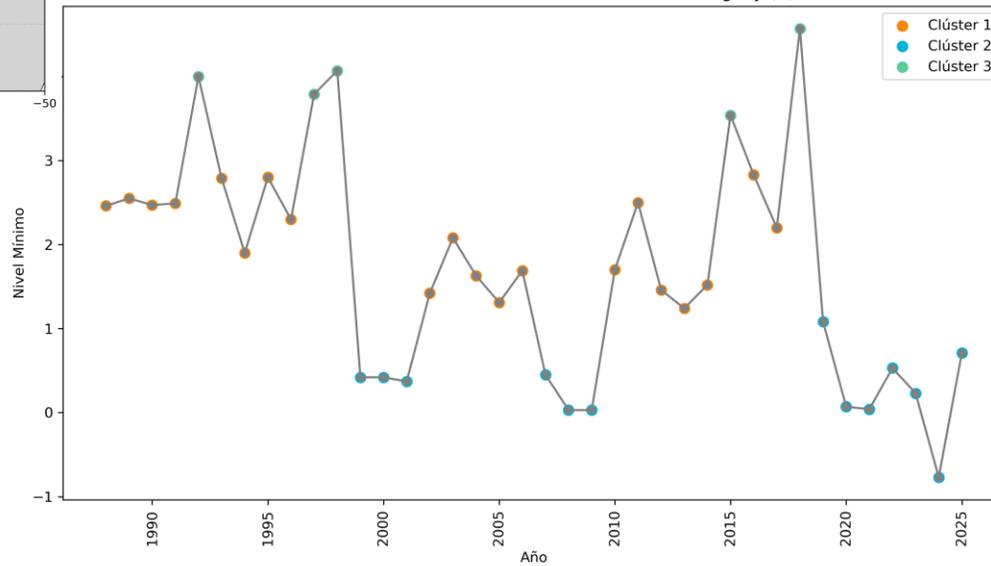
Niveles mínimos anuales - Estación Villeta. Río Paraguay (C)



Niveles mínimos anuales - Estación Pilar. Río Paraguay (C)



Niveles mínimos anuales - Estación Alberdi. Río Paraguay (C)



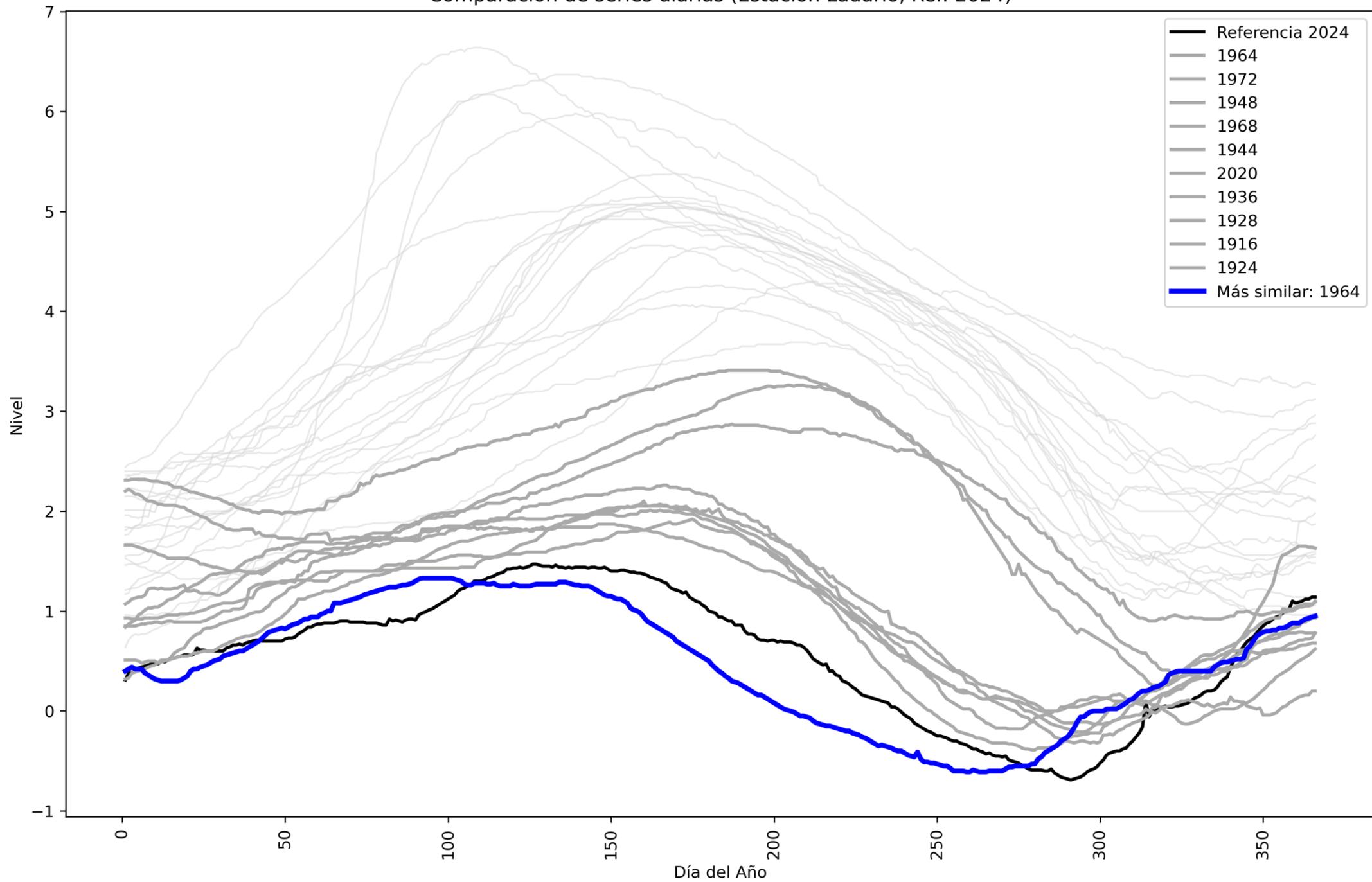
## Se busca los años mas parecidos al 2024

- Se calcula la diferencia (suma de las diferencias cuadráticas) entre la serie de 2024 y las series de otros años para medir la similitud.
- Selección y Ordenación de Años Similares:
- Se seleccionan los 10 años más similares a 2024 y se ordenan desde el más similar al menos similar.
- Se resalta el año más similar (el primero en la lista).

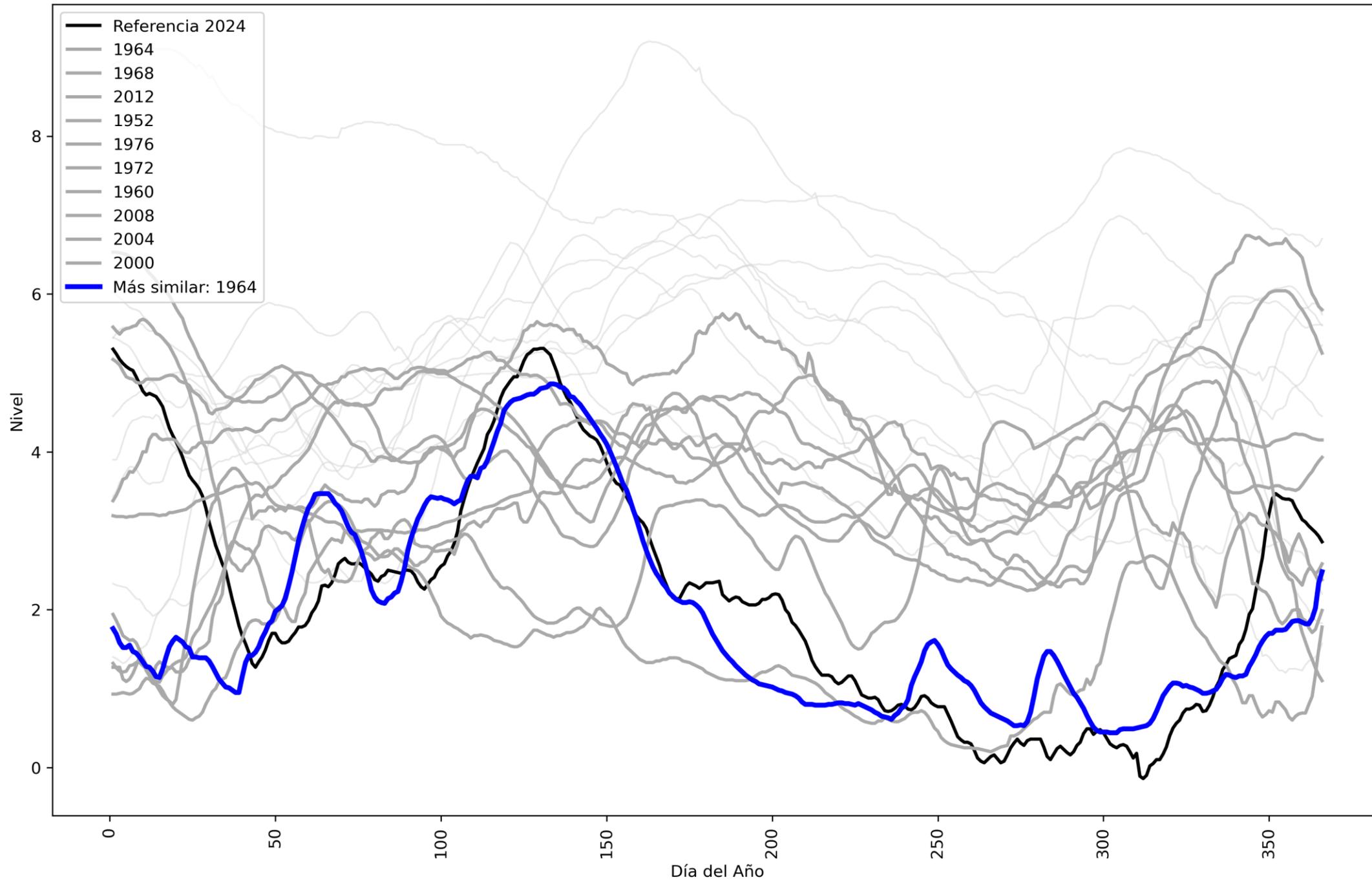
### Graficado:

- Todas las series se dibujan en gris claro.
- Se destacan las 10 series más similares en negro, y se resalta la del año más similar en azul.
- Se configuran etiquetas, título y leyenda para facilitar la interpretación.
- Este gráfico permite visualizar cómo varían los niveles diarios de la estación en diferentes años, resaltando aquellos que se comportaron de manera similar al año de referencia, en este caso, 2024.

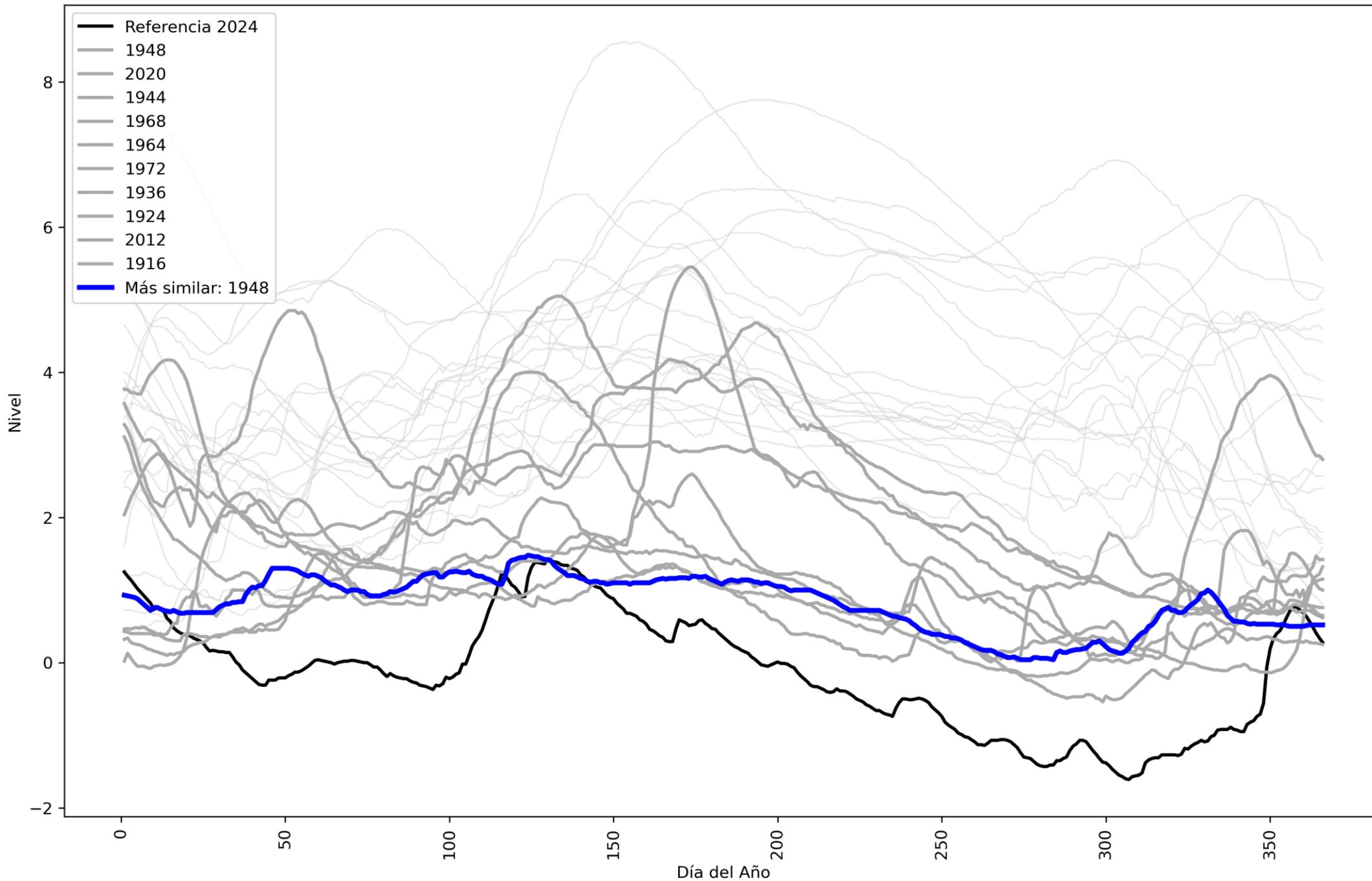
Comparación de series diarias (Estación Ladario, Ref: 2024)



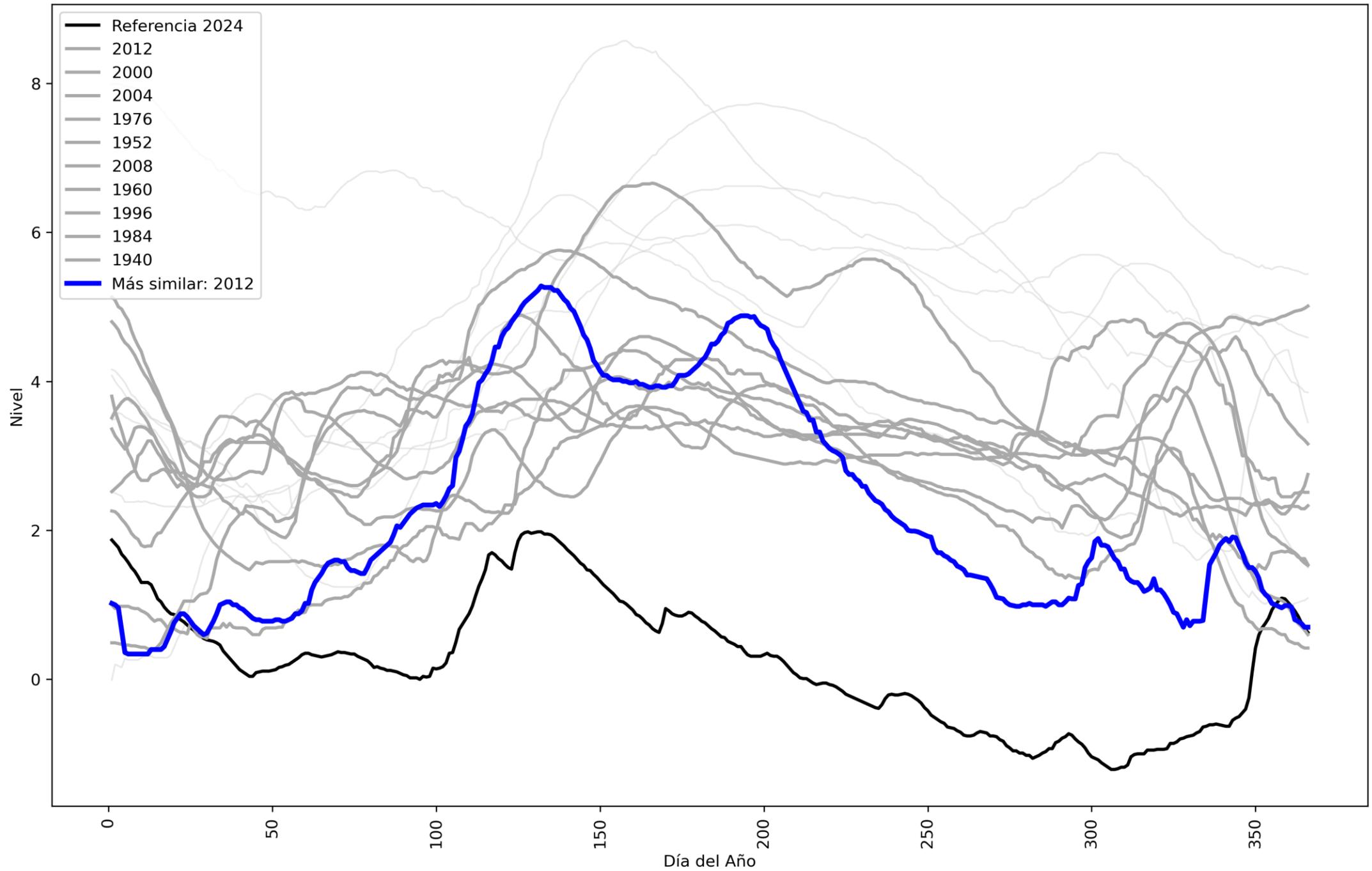
Comparación de series diarias (Estación Pilar, Ref: 2024)



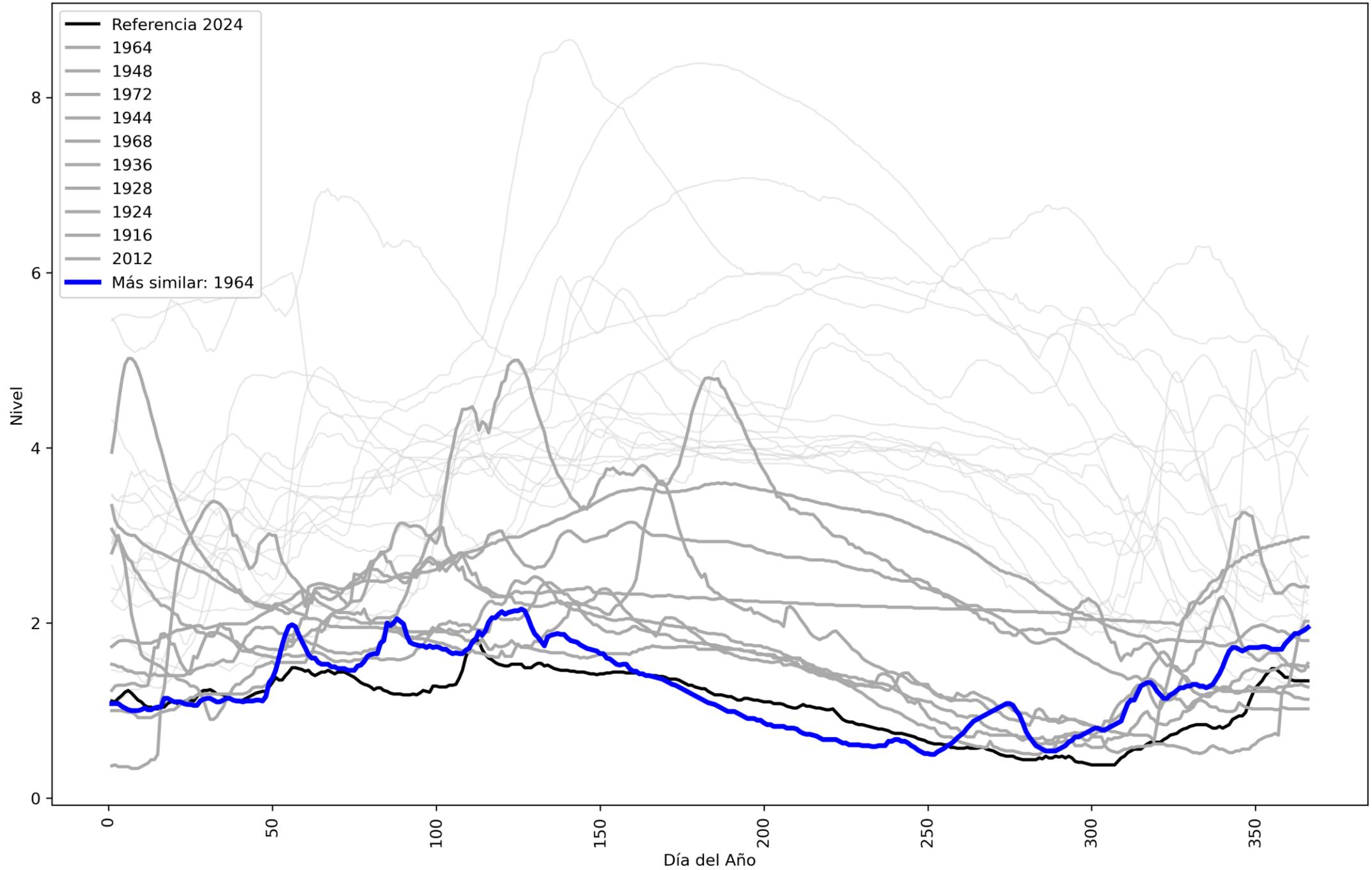
Comparación de series diarias (Estación Asunción, Ref: 2024)



Comparación de series diarias (Estación Villeta, Ref: 2024)



Comparación de series diarias (Estación Concepción, Ref: 2024)



# Pronósticos Hidrológicos con Sibila®

## Hydro:

## Paraguay MAM 2025

[info@alioscorporation.com](mailto:info@alioscorporation.com)

# Alisios Corporation

Servicios



Firma consultora boutique de alcance global, centrada en servicios a medida para la gestión de riesgos hidrometeorológicos, climáticos y socioeconómicos.

[@alisioscorp](#)

[info@alisioscorporation.com](mailto:info@alisioscorporation.com)

<https://alisioscorporation.com>

Clima

# Pronósticos a múltiples escalas de tiempo

Ver más



# Sibila®

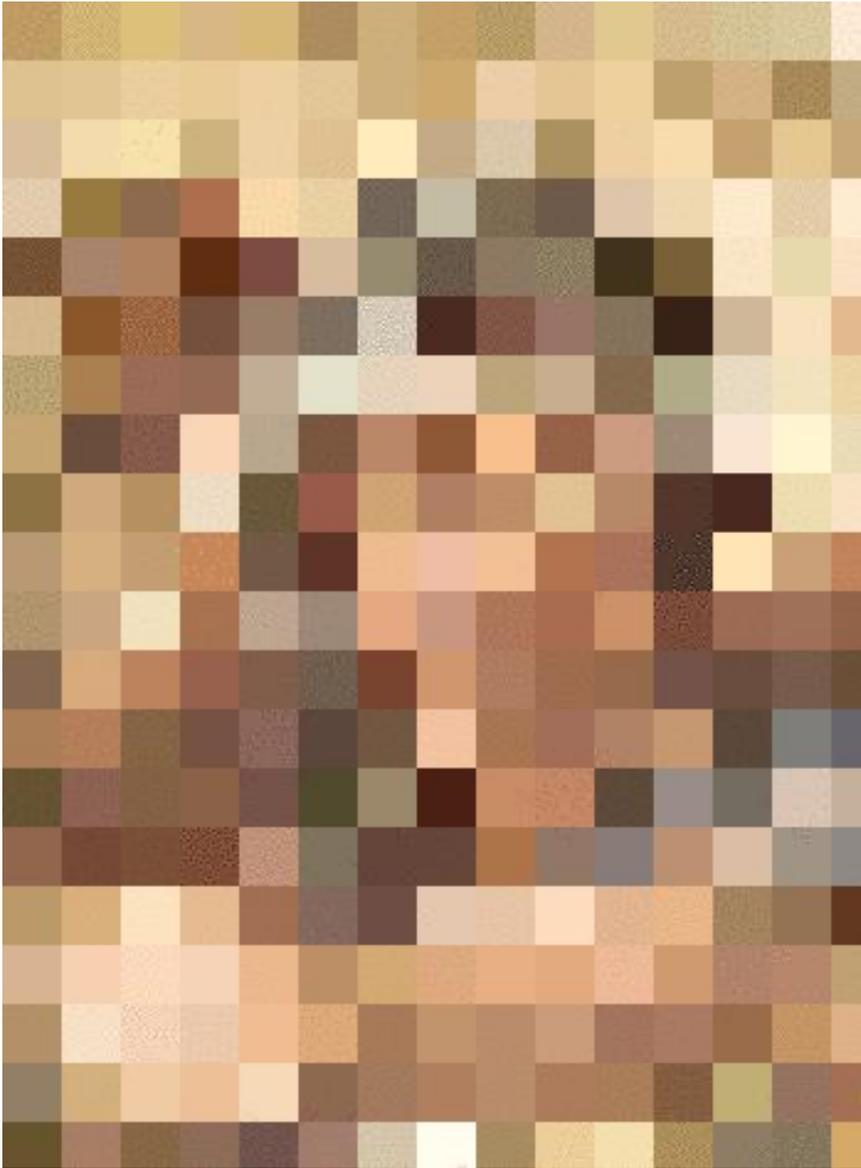
## Sistema Sibila® de Predicción Hidrológica

*Sibila Monitoring & Prediction Systems* es una tecnología flexible de pronóstico desarrollada por Alisios Corporation, basada en procesos y modernos algoritmos de reconocimiento de patrones y #MachineLearning, diseñada para resolver problemas reales de los clientes

## ¿Cómo funciona Sibila®?

Dado un conjunto de datos, Sibila encuentra y vincula patrones espaciales y temporales para producir predicciones confiables.

Su trabajo es similar a encontrar una imagen ruidosa y extraer la señal real subyacente (la cara de Sibila de Delfos, en este caso).

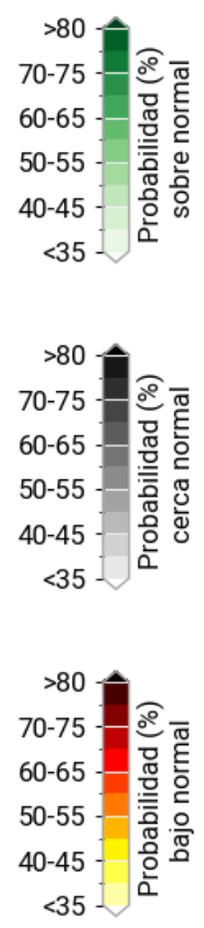
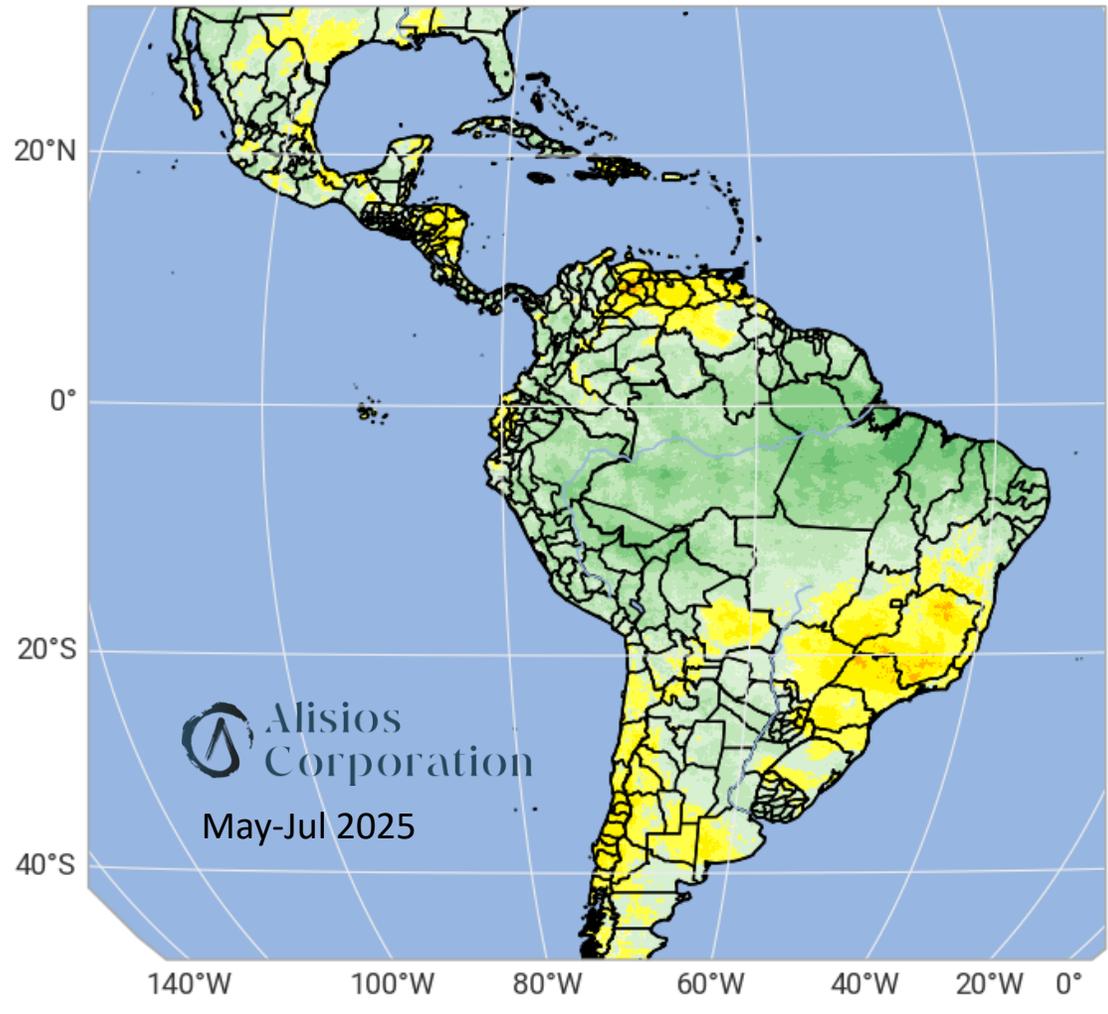
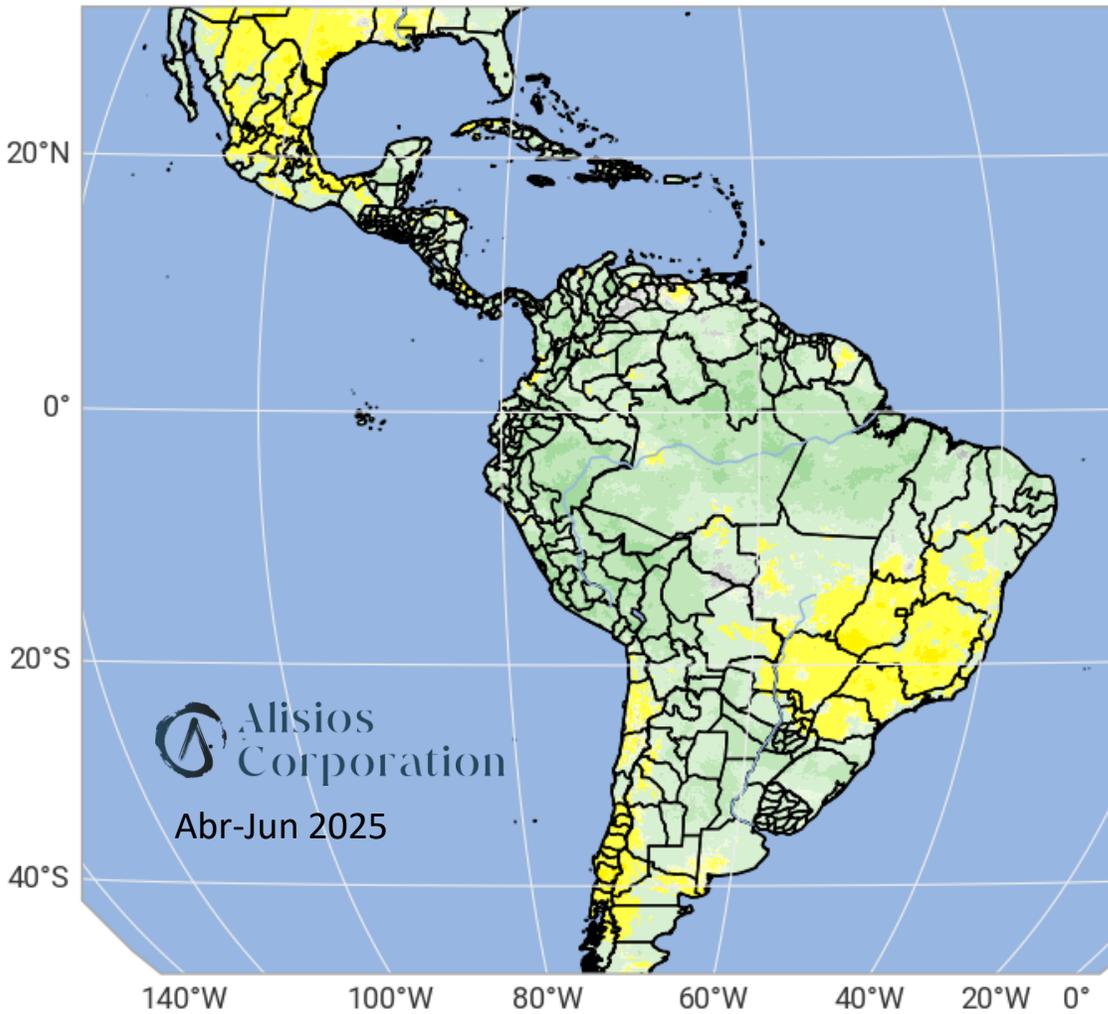




## ¿Cómo funciona Sibila®?

Similar al reconocimiento de patrones faciales que usan los teléfonos hoy en día, Sibila identifica una variedad de “correcciones” que pueden llevarse a Cabo para “transformar” una cara en otra.

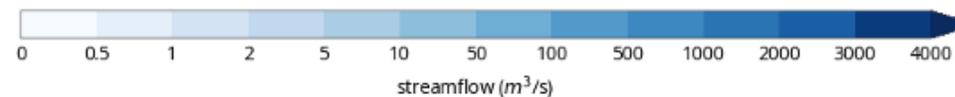
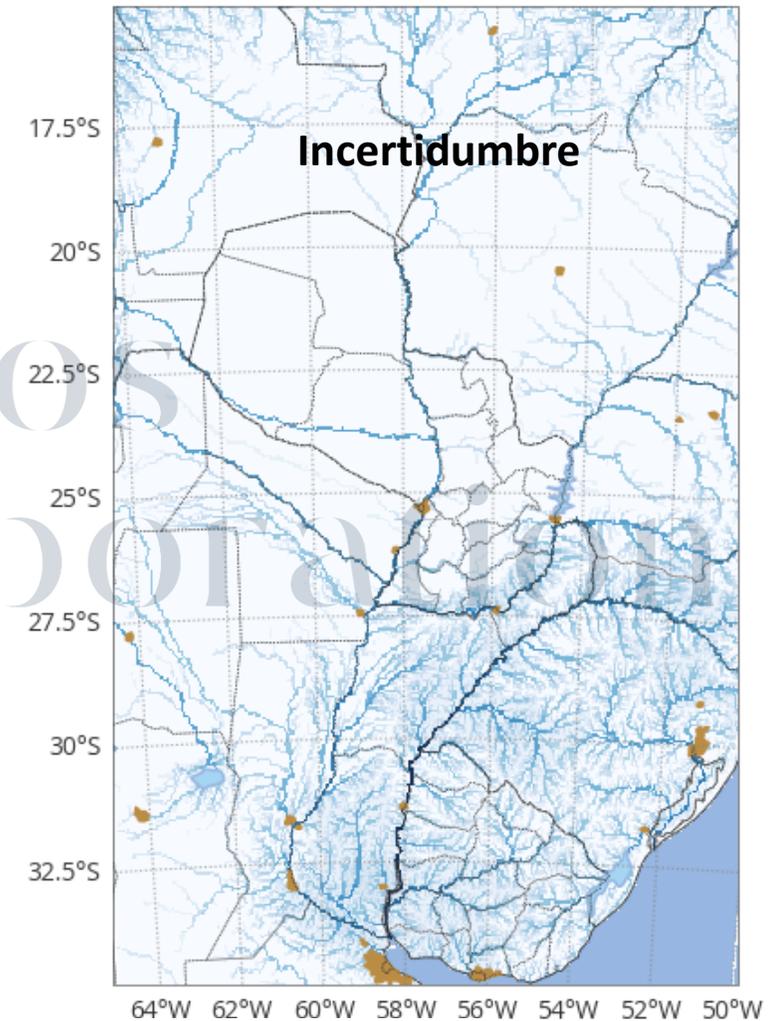
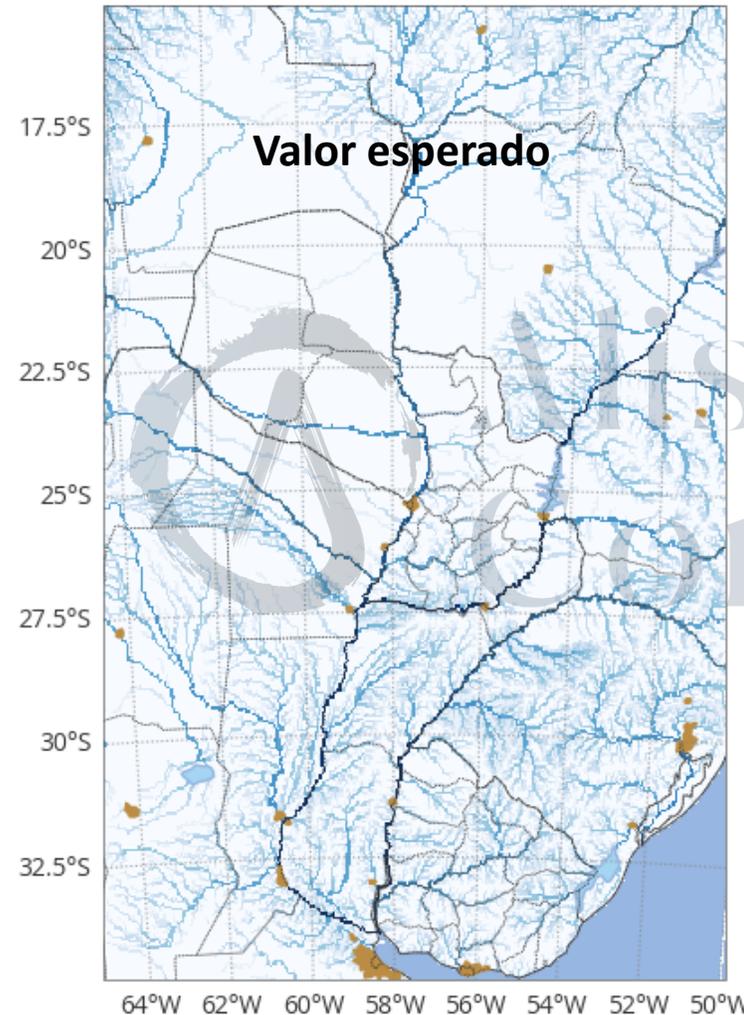
El proceso es similar al #morphing que se aprecia en la animación.



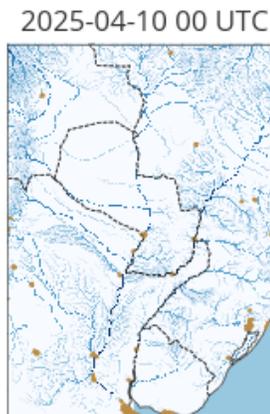
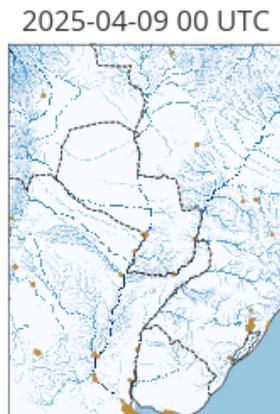
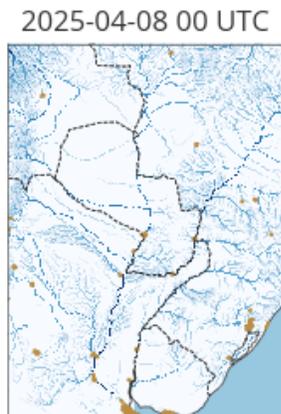
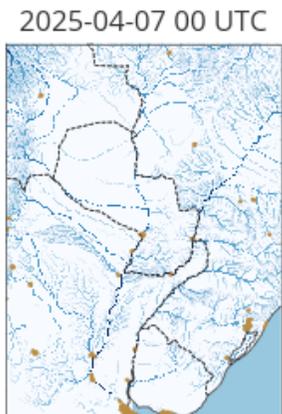
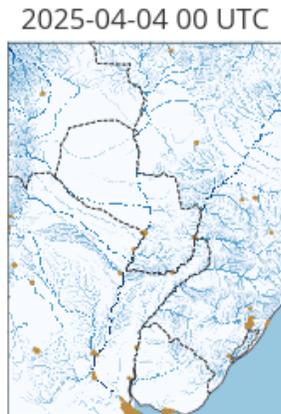
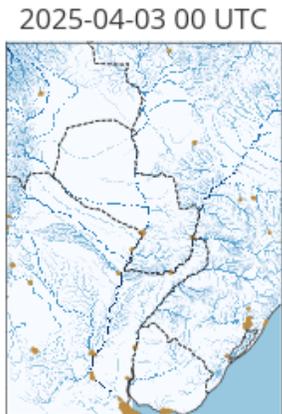
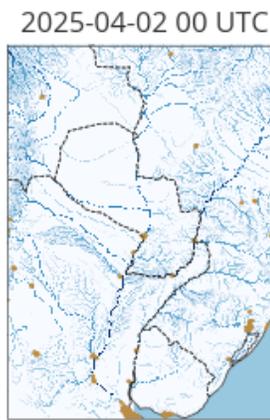
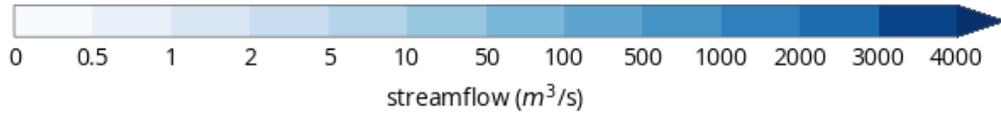
Pronósticos de Precipitación Sibila®. Inicializados en Mar 2025

## Pronósticos estacionales

Está bien indicar si se esperan caudales por encima o debajo de la normal, pero para operaciones es fundamental tener una idea clara del caudal mediano esperado, y la incertidumbre asociada.



Sibila® Hydro: initialised on 2025-04-01 00 UTC  
Mean daily streamflow  
<https://alioscorporation.com>



## Pronósticos intraestacionales

Además de conocer el pronóstico estacional, es fundamental conocer cómo estará distribuido el caudal a lo largo de la temporada.

Con los pronósticos diarios se construyen pentadales, semanales, decadales, etc., dando información sobre la distribución del caudal dentro de la temporada.

# Pronósticos de Hidrológicos con Sibila® Hydro: Paraguay MAM 2025

[info@alioscorporation.com](mailto:info@alioscorporation.com)