

Sequía del Altiplano Peruano 2022-2023

BETTY LIUBA LLANTIRHUAY RAMOS^{1,*}

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos , Facultad de Ciencias Físicas, Ciudad Universitaria , Cercado de Lima 15081, Perú

* betty.llantirhuay@unmsm.edu.pe

Date December 26, 2025

El presente estudio tiene como objetivo analizar las causas y la evolución del severo evento de sequía que afectó al Altiplano Peruano entre 2022 y 2023. Se empleó un análisis de anomalías en la Temperatura de la Superficie del Mar (TSM), la Presión a Nivel del Mar (SLP) y la Precipitación para realizar el análisis climático del evento. Los resultados demuestran que el forzante principal fue la persistente fase de La Niña. Esta anomalía negativa de TSM en el Pacífico Central forzó una Anomalía Positiva de SLP (Alta Presión), lo que intensificó la Circulación de Walker. Esta dinámica atmosférica generó una subsidencia constante que actuó como una barrera, suprimiendo la convección y bloqueando la entrada de humedad al Altiplano. Se concluye que la sequía de 2022-2023 es el efecto final y entrelazado del estado dominante del sistema ENSO, cuya fase de La Niña generó las condiciones atmosféricas requeridas para sostener un déficit de precipitación de esa magnitud.

1. INTRODUCTION

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar y explicar la evolución del severo periodo de sequía que afectó a la región andina entre 2022 y 2023. La variabilidad climática en esta región es intensamente modulada por el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), que genera teleconexiones que alteran los patrones atmosféricos.[1]

Para lograr este objetivo, se realiza un análisis integral de las anomalías en tres variables fundamentales: la Precipitación, la Temperatura de la Superficie del Mar (TSM) y la Presión a Nivel del Mar (SLP). Mediante la correlación de estas anomalías, se busca demostrar cómo las condiciones oceánicas y atmosféricas generaron un escenario propicio para el déficit hídrico, caracterizado por condiciones secas en los Andes. El análisis se centra en la evolución temporal de la sequía, desde su consolidación bajo condiciones

de enfriamiento oceánico (La Niña) hasta el punto de inflexión donde un cambio rápido en la TSM indujo el ascenso del aire cálido y húmedo, revirtiendo la sequía e induciendo un cambio drástico en los patrones de precipitación.

2. ANÁLISIS DE LA ANOMALÍA DE TSM

Para establecer la condición oceánica que precede al evento de sequía, se analizó la Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el Pacífico Tropical. Se utilizó el producto Extended Reconstructed Sea Surface Temperature Version 5 (ERSSTv5), una base de datos global de TSM reconstruida con una resolución espacial de 2 grados. El período de análisis de la anomalía fue Septiembre de 2022 a Marzo de 2023, calculado respecto a la climatología base de 1981-2010.

La Figura 1 presenta una clara Anomalía Negativa de TSM (indicada por los tonos azules) extendiéndose a lo largo del Pacífico Ecuatorial. El núcleo del enfriamiento, donde se observan los valores más intensos (por debajo de -1°C), se localiza en el Pacífico Central, cerca del meridiano 180°E y con tendencia hacia el Pacífico Occidental (cercano a Australia). Este patrón confirma la presencia de La Niña durante el periodo de estudio. Es importante destacar que, aunque el núcleo más frío se ubica en el Pacífico Central, los tonos celestes de la anomalía negativa se extienden notablemente hacia la costa de Sudamérica, lo que demuestra la extensión geográfica de la influencia.

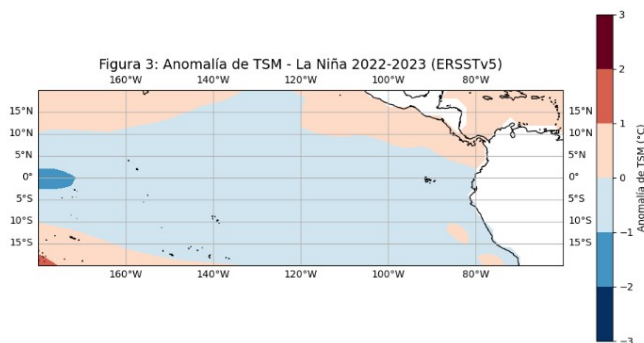


Fig. 1. Anomalía de TSM - La Niña 2022-2023

La presencia de esta TSM anormalmente fría en el Pacífico (La Niña) es el forzamiento oceánico fundamental que modula la atmósfera. El agua fría transfiere una menor cantidad de calor y humedad a la capa superior, lo cual favorece un aumento de la densidad del aire en esa región. Este fenómeno es la condición inicial oceánica que dispara la respuesta atmosférica conocida como la intensificación de la Circulación de Walker, el mecanismo clave para la sequía en el Altiplano. [2]

Para cuantificar la magnitud de este forzante oceánico y trazar su evolución temporal, el análisis de la evolución climática se basa en el Índice Niño 3.4 (ONI), que mide la Anomalía de la Temperatura de la Superficie del Mar (TSM) en el Pacífico Central. Los datos para el periodo Septiembre 2022 a Mayo 2023 se obtuvieron del Climate Prediction Center (CPC) de la NOAA. La Figura 2 muestra que la sequía estuvo dominada por una fase de La Niña consolidada (anomalías negativas, hasta -1°C de Sep a Dic 2022). Esta condición de enfriamiento oceánico refuerza los patrones secos. No obstante, a partir de Marzo de 2023, el forzante oceánico se neutralizó rápidamente, y para Abril/Mayo de 2023, la TSM se tornó positiva (alcanzando $+0.48^{\circ}\text{C}$), marcando el fin de las condiciones de La Niña y el inicio de la fase de El Niño. Esta rápida transición térmica actuó como el principal forzante oceánico para revertir la sequía y provocar el ascenso de aire cálido y húmedo en la región.

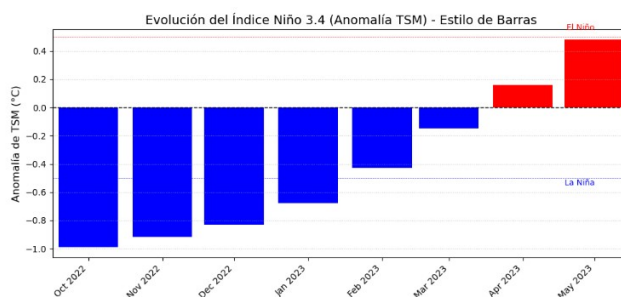


Fig. 2. Evolución del Índice Niño 3.4

3. ANÁLISIS DE LA ANOMALÍA DE SLP

Para analizar la Respuesta Atmosférica al enfriamiento oceánico (La Niña), se examinó la Anomalía de la Presión a Nivel del Mar (SLP). Se utilizaron datos del reanálisis NCEP [Nacional Centers for Environmental Prediction], que proporciona una reconstrucción integral de las variables atmosféricas. La anomalía de SLP se calculó para el periodo Septiembre de 2022 a Marzo de 2023, tomando como referencia la climatología 1981-2010.

La Figura 3 muestra la anomalía de presión para el periodo de estudio. Se observa una extensa Anomalia Positiva de SLP (indicada por los tonos rosados y rojos) que domina la mayor parte del Pacífico Central. El núcleo de la Alta Presión (los tonos rojos más oscuros) se localiza en el Pacífico Sur Central, específicamente entre los 5°S y 15°S y las longitudes 160°W y 120°W . Si bien este núcleo está ligeramente desplazado al sureste del núcleo de TSM más frío (ubicado alrededor de 160°W sobre el ecuador, Figura 1), la existencia y la magnitud de esta anomalía positiva confirma la respuesta atmosférica forzada por La Niña.

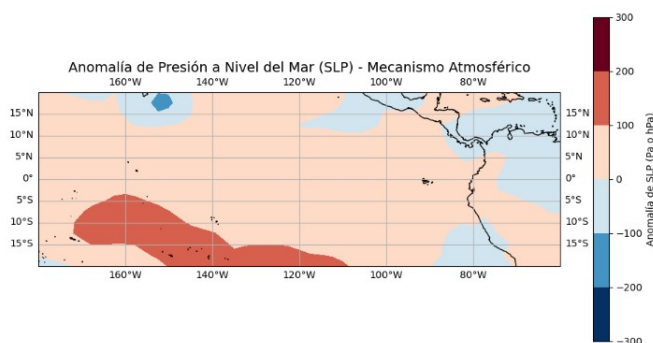


Fig. 3. Anomalia de Presión a Nivel del Mar 2022-2023

Esta Alta Presión Anómala es el componente clave de la Circulación de Walker que genera la sequía. La

anomalía positiva de SLP es la manifestación de una intensa Subsistencia o movimiento descendente de aire, en la rama oriental de la Celda de Walker. El aire que desciende es seco y se calienta adiabáticamente, creando una atmósfera sumamente estable. Esta estabilidad suprime la formación de nubes convectivas y, por lo tanto, impide la lluvia. Esta subsidencia, y la consecuente alteración de los patrones de viento, es el mecanismo directo que explica el déficit de precipitación.

4. ANÁLISIS DE LA ANOMALÍA DE PRECIPITACIÓN

Para verificar la magnitud y la distribución espacial del fenómeno estudiado, la sequía, se procedió con el cálculo de la Anomalía de Precipitación. Se utilizaron datos de precipitación del producto GPCP (Global Precipitation Climatology Project), una base de datos de resolución satelital de 2.5° , adecuado para este tipo de análisis a gran escala. El periodo de análisis de la anomalía fue Septiembre de 2022 a Marzo de 2023, calculado en contraste con la climatología base de 1981-2010.

La Figura 4 muestra la anomalía de precipitación promedio para el periodo crítico. Se observa una marcada Anomalía Negativa de Precipitación (indicada por los tonos celestes o azules) que se extiende significativamente sobre el Altiplano Peruano y la Sierra Sur adyacente. Este déficit valida la sequía reportada y demuestra que, en el periodo de estudio, la precipitación estuvo sustancialmente por debajo del promedio histórico. La intensidad y la localización de esta anomalía negativa sobre la región andina es la evidencia principal del impacto que requiere una explicación causal.

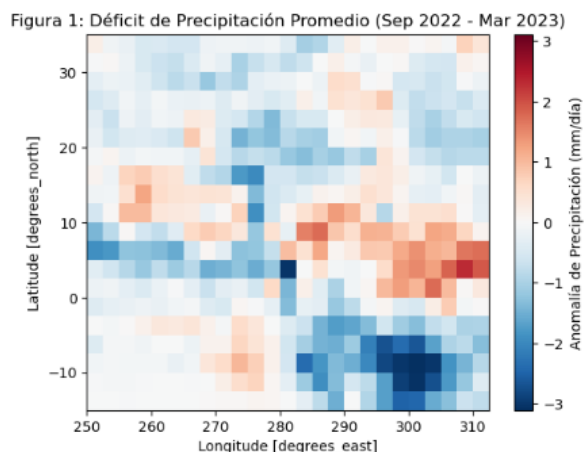


Fig. 4. Anomalia de la precipitación (Sep 2022 - Mar 2023)

Este déficit hídrico es la manifestación final y cuantificable del mecanismo atmosférico y oceánico analizado. La Serie Temporal de la Anomalía de Precipitación (Figura 5) confirma una sequía severa durante la temporada de lluvias. La anomalía se hizo negativa en Octubre 2022 y se intensificó notablemente en el núcleo del verano, alcanzando su punto más bajo en Febrero 2023 (-0.6). Este valor crítico indica una falla catastrófica en el ciclo hidrológico, ya que Febrero es el mes de máxima precipitación. El déficit persistió hasta Mayo 2023. La consistencia de anomalías negativas en la precipitación demuestra que la atmósfera, forzada por el Pacífico frío de La Niña, suprimió la convección y la entrada de humedad en el Altiplano. Por lo tanto, el déficit hídrico extremo es el resultado directo de la supresión de la lluvia generada por el forzamiento oceánico. [3]

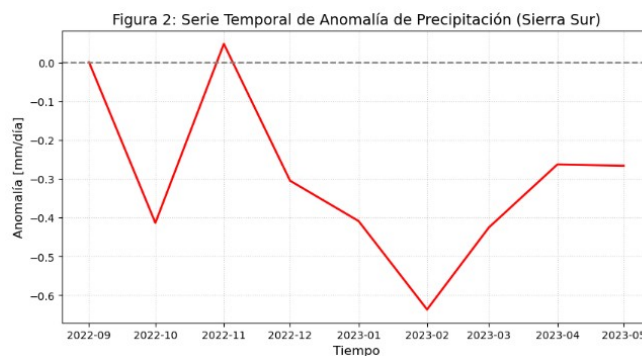


Fig. 5. Serie Temporal de Anomalia de Precipitación

5. DISCUSSION

La evidencia presentada establece la cadena causal que impulsó el estado de sequía **2022 – 2023** . La Anomalía Negativa de TSM (La Niña) forzó una Anomalía Positiva de SLP (Alta Presión) persistente en el Pacífico Central, evidenciando la Subsistencia y la intensificación de la Circulación de Walker. Esta Subsistencia constante actuó como una barrera atmosférica que suprimió la convección y bloqueó la humedad en el Altiplano, lo que explica el severo déficit de precipitación .

6. CONCLUSION

Se concluye que el fenómeno de la Sequía **2022 – 2023** es el efecto final y entrelazado de la fase La Niña . El análisis de las anomalías de TSM, SLP y Precipitación demuestra que el estado dominante del sistema durante la temporada de lluvias fue el requerido para generar un déficit hídrico de esa magnitud, logrando la atribución climática del evento.

REFERENCES

1. SENAMHI - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, "Análisis de déficit de lluvias en la región andina periodo 2022- 2023. informe técnico n°03-2023/senamhi-dma-dhi-dam (agosto 2023)," <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/2916> (2023). Accedido: Noviembre 2025.
2. SENAMHI - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, "Boletines de monitoreo fenómeno «el niño / la niña»,," <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02216SENA-83.pdf> (2021). Referencia para el mecanismo de la Circulación de Walker y subsidencia asociada a La Niña. Consultar el boletín más relevante.
3. SENAMHI - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, "Monitoreo meteorológico, climático e hidrológico en el actual periodo de lluvias 2022-2023 y perspectivas para el otoño 2023. informe n°17-2023/senamhi-dma-spc," <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/monitoreo-meteorologico-climatico-hidrologico-actual-periodo-lluvias> (2023). Accedido: Noviembre 2025.