

BOLETÍN **HIDROCLIMÁTICO** 2024



CRÉDITOS

El Boletín fue elaborado por:
Lic. Luis García Guirola e Ing. Raquel Zander.

Licda. Asunción Martínez
Técnica Ambiental
Coordinadora del Sistema de Monitoreo Hidroclimático.
Unidad Ecológica Salvadoreña-UNES

Mauricio Jandres
Hidrobiólogo
Centro de Investigación y Desarrollo en Salud
de la Universidad de El Salvador (CENSALUD-UES)

Esta publicación es posible gracias a la participación y compromiso
de las y los monitores hidroclimáticos comunitarios:

- Antonio Alas
- Atena Peña
- Benigno Gómez
- Blanca Meléndez
- Dayana Lara
- Francisco Serrano
- Ismael Beltrán
- Junta de Agua ACAAPMAV
- Junta de Agua ACEPROS
- Laura Aguilar
- Lucía Medina
- Manuel Trigueros
- Porfirio Ángel
- Reina López
- Reina Vardales
- Sandy Medina
- Santos Martínez
- Sonia Ayala
- Teresita García

Mesa por la Sustentabilidad del Agua y el Medioambiente (MESAMA).

Se permite la reproducción total o parcial de esta publicación para fines
educativos, para lo cual, debe citarse la fuente.

Fecha de publicación, mayo 2025.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. CONCEPTOS BÁSICOS	6
3. ANTECEDENTES.....	7
4. RÉGIMEN LLUVIOSO EN AHUACHAPÁN SUR 2024.....	9
5. TEMPERATURAS EN AHUACHAPÁN SUR 2024.....	16
6. HUMEDAD EN AHUACHAPÁN SUR.....	19
7. CALIDAD DEL AGUA.....	22
8. EVENTOS EXTREMOS: SEQUÍAS Y TEMPORALES.....	28
9. CONCLUSIONES.....	30
ANEXOS.....	31

	Página
Figura 1. Pronóstico de la fase del ENOS en marzo de 2024.....	7
Figura 2. Pronóstico de la fase del ENOS en mayo de 2024.....	8
Figura 3. Lluvia mensual, estación “El Castaño” de la cuenca Río Paz. Fuente: UNES, 2024.....	10
Figura 4. Lluvia mensual, estación “El Porvenir” de la cuenca del Río Paz. Fuente: UNES, 2024.....	11
Figura 5. Lluvia mensual, estación “Bola de Monte” de la cuenca Río La Paz. Fuente: UNES, 2024.....	12
Figura 6. Lluvia mensual, estación “San Antonio” Río Cara Sucia-San Pedro Belén. Fuente: UNES, 2024.....	13
Figura 7. Lluvia mensual de la estación “San Benito” de la cuenca de Cara Sucia-Belén. Fuente: UNES, 2024.....	14
Figura 8. Lluvia anual de las cuencas Río La Paz y Cara Sucia-Belén. Fuente: UNES, 2024.....	15
Figura 9. Temperaturas de estaciones Río Paz, San Francisco Meléndez. Fuente: UNES, 2024.....	17
Figura 10. Temperaturas de estaciones Río Cara Sucia, San Francisco Meléndez. Fuente: UNES, 2024.....	18
Figura 11. Humedad Relativa de estaciones Río La Paz. Fuente: UNES, 2024.....	20
Figura 12. Humedad Relativa de estaciones Río Cara Sucia. Fuente: UNES 2024.....	21
Figura 13. Datos de O2 en Ahuachapán Sur. 2024. Fuente: UNES.....	24
Figura 14. Registro de PH en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.....	24
Figura 15. Registro de Temperatura en Ahuachapán Sur, 2024, Fuente: UNES.....	25
Figura 16. Registro de Conductividad Eléctrica en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.....	26
Figura 17. Registro de Sólidos Disueltos Totales, TDS, 2024. Fuente: UNES.....	26
Figura 18. Registros de Salinidad en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.....	27
Figura 19. Registro de Transparencia en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.....	27
Cuadro 1. Ubicación de sensores de medición de calidad del agua en el Manglar. Fuente: UNES.....	22
Cuadro 2. Registro de alertas por mes en Protección Civil, Año 2024. Fuente: Página Web de Protección Civil...	28
Cuadro 3. Sequías débiles, moderadas y fuertes en la red de monitoreo del Río Paz, 2024 Fuente: UNES.....	29

LISTA DE ACRÓNIMOS

ATN

Atlántico Tropical Norte

NOAA

Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos

CHIRP

Base de datos de lluvia estimada por satélite

OMM

Organización Meteorológica Mundial

CRRH

Comité Regional de Recursos Hidráulicos

SAT

Sistema de Alerta Temprana

DOA-MARN

Dirección del Observatorio Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

SMHN

Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional

ENOS-ENSO

El Niño Oscilación del Sur

TUTT

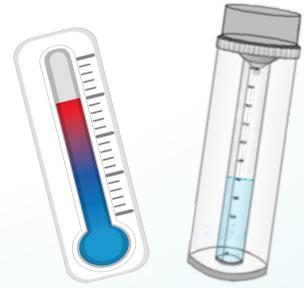
Vaguada Troposférica de la Atmósfera Alta Tropical

LLJ

Low Level Jet: Chorro de bajo nivel en el Caribe



Introducción



El Boletín Hidroclimático del Complejo El Imposible – Barra de Santiago, recolecta datos de las variables: precipitación, temperatura, humedad, calidad de agua en Humedales de Garita Palmera, Bola de Monte y Metalío, el ecosistema del manglar por medio de estaciones de monitoreo como aporte a la generación de evidencia de la Unidad Ecológica Salvadoreña - UNES.

El Monitoreo Hidroclimático Comunitario, es una iniciativa de la Unidad Ecológica Salvadoreña como propuesta ante la evolución progresiva de la crisis climática y ambiental. El fortalecimiento de capacidades y dotación de equipos a liderazgos comunitarios de la Región Hidrográfica Río Paz y Humedales de Garita Palmera, Bola de Monte y Metalío.

El Monitoreo Hidroclimático es un mecanismo local de gestión del riesgo climático, mediante la generación de información técnica-científica territorial proveniente de la medición diaria de variables para la documentación del impacto de la crisis climática, el monitoreo contribuye a la protección ambiental de la zona, donde familias dependen de los bienes naturales para la subsistencia, desde sus labores agrícolas, pesca y/o extracción controlada de la biodiversidad costero marina, de forma equilibrada con la naturaleza.

Los fenómenos de gran escala que modificaron el clima fueron el fenómeno de El Niño con el que inició el 2024, el cual provoca déficit de lluvia, pero fue contrarrestado por un calentamiento de las aguas del Atlántico Tropical Norte (ATN), a mitad de año a finales de julio se registra por un periodo corto de tiempo el aceleramiento del Chorro de Bajo Nivel (Low Level Jet del inglés), asociado con la Vaguada Troposférica de Altura en el Trópico (Tropical Upper Trophospheric Trough -TUTT) ambos inciden en la región causando períodos cortos sin lluvia. A finales de año empezaron a darse condiciones de la Niña, el cual se caracteriza por producir abundante lluvia en Centroamérica.

En la zona de Ahuachapán Sur, el año 2024 se caracterizó por el inicio de la temporada lluviosa tardía, dos eventos extremos lluviosos de tipo temporal, el primero en junio, relacionado a la Tormenta Tropical Alberto, otro temporal en noviembre, asociado a la Tormenta Tropical Sara y la aparición de varios periodos secos o deficitarios, sumado en algunas estaciones al periodo seco típico durante la Canícula de julio y agosto, fue evidente un período de sequía meteorológica a finales de septiembre que continuó hasta el mes de octubre.





2

Conceptos básicos

SEQUÍA: Se puede considerar como una disminución temporal de la disponibilidad de agua debido por ejemplo a la falta de precipitaciones. Las sequías pueden ocurrir en cualquier temporada y en cualquier parte del mundo, tanto en zonas con pocas precipitaciones como en zonas donde no existe un déficit hídrico estructural.

ESCASEZ DE AGUA: La escasez de agua y la sequía son fenómenos diferentes, aunque están muy relacionados y pueden agravar el impacto de cada uno. La escasez de agua se produce donde no hay suficientes recursos hídricos disponibles para satisfacer las demandas de agua a medio-largo plazo.

SEQUÍA METEOROLÓGICA: Se puede considerar como una disminución temporal de la disponibilidad de agua debido por ejemplo a la falta de precipitaciones. Las sequías pueden ocurrir en cualquier temporada y en cualquier parte del mundo, tanto en zonas con pocas precipitaciones como en zonas donde no existe un déficit hídrico estructural.

ESTRÉS HÍDRICO: Sucede cuando la demanda de agua es más grande que la cantidad disponible durante un periodo determinado de tiempo o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.

SEQUÍA AGRÍCOLA: Es generada por la evaporación provocada por la sequía meteorológica con un desplazamiento en el tiempo, o sea posterior a la meteorológica, con daños en el rendimiento de la producción agrícola o pérdidas totales de la producción, dependiendo de la capacidad de retención de humedad edáfica y el tipo de cultivo con el que se esté tratando.

MANTO ACUÍFERO: Estrato o formación geológica permeable, compuesta de grava, arena o piedra porosa, que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas. Los acuíferos contienen las aguas que provienen de la infiltración en el terreno de las aguas, lluvias o de lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas.

SEQUÍA HIDROLÓGICA: Es la disminución del caudal de ríos, lagos y acuíferos o niveles de pozos, tras un extenso tiempo de sequía meteorológica y agrícola. Esta también depende del tipo de gestión que se le dé al recurso hídrico por lo que se define como el periodo en el cual los caudales son incapaces de satisfacer los usos de la gestión de aguas.

ESCORRENTÍA: Es una fase importante del ciclo hidrológico y son las aguas que pueden llegar a mantenerse en movimiento constante sobre la superficie de la tierra por la caída de la lluvia o el derretimiento de la nieve creando sistemas de desagüe.

PRECIPITACIÓN: Agua lluvia producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la tierra. Ocurre cuando la atmósfera (que es una gran solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, y el agua se condensa y cae o precipita. El aire se satura a través de dos procesos: por enfriamiento y añadiendo humedad. La precipitación que alcanza la superficie de la tierra puede producirse en muchas formas diferentes, como lluvia, lluvia congelada, llovizna, nieve, aguanieve y granizo. La lluvia virga es la precipitación que comienza a caer a la tierra pero que se evapora antes de alcanzar la superficie.



Antecedentes



En El Salvador el comportamiento climático e hídrico muestra una fuerte variabilidad en las escalas, diaria y la estacional, los cuales se asocian a la aparición de eventos extremos cada vez más exacerbados o fortalecidos por el cambio climático, los que provocan impactos en el sector agrícola y ambiental.

En El Salvador el comportamiento climático e hídrico muestra una fuerte variabilidad en las escalas, diaria y la estacional, los cuales se asocian a la aparición de eventos extremos cada vez más exacerbados o fortalecidos por el cambio climático, los que provocan impactos en el sector agrícola y ambiental.

Los registros de las variables hidroclimáticas muestran desviaciones respecto a los valores promedio históricos en ocasiones fuertes, estas anomalías se registran en Ahuachapán Sur en la lluvia, o, temperatura, humedad, patrones de fenómenos meteorológicos, lo cual provoca pérdidas en los cultivos.

Durante el inicio del año 2024 las predicciones climáticas sugerían el inicio en el primer semestre del fenómeno de La Niña, o sea la fase fría del ENSO, según los pronósticos de la Administración del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos de América (NOAA), en el mes de marzo del 2024, ver Figura 1, se esperaba con alta probabilidad que el fenómeno de El Niño que inició en el 2023 finalizara en el trimestre Abril-Mayo-Junio (AMJ) del 2024 y se esperaba una probabilidad del 60% que en el trimestre Junio-Julio-Agosto (JJA), arrancara el fenómeno de la Niña.

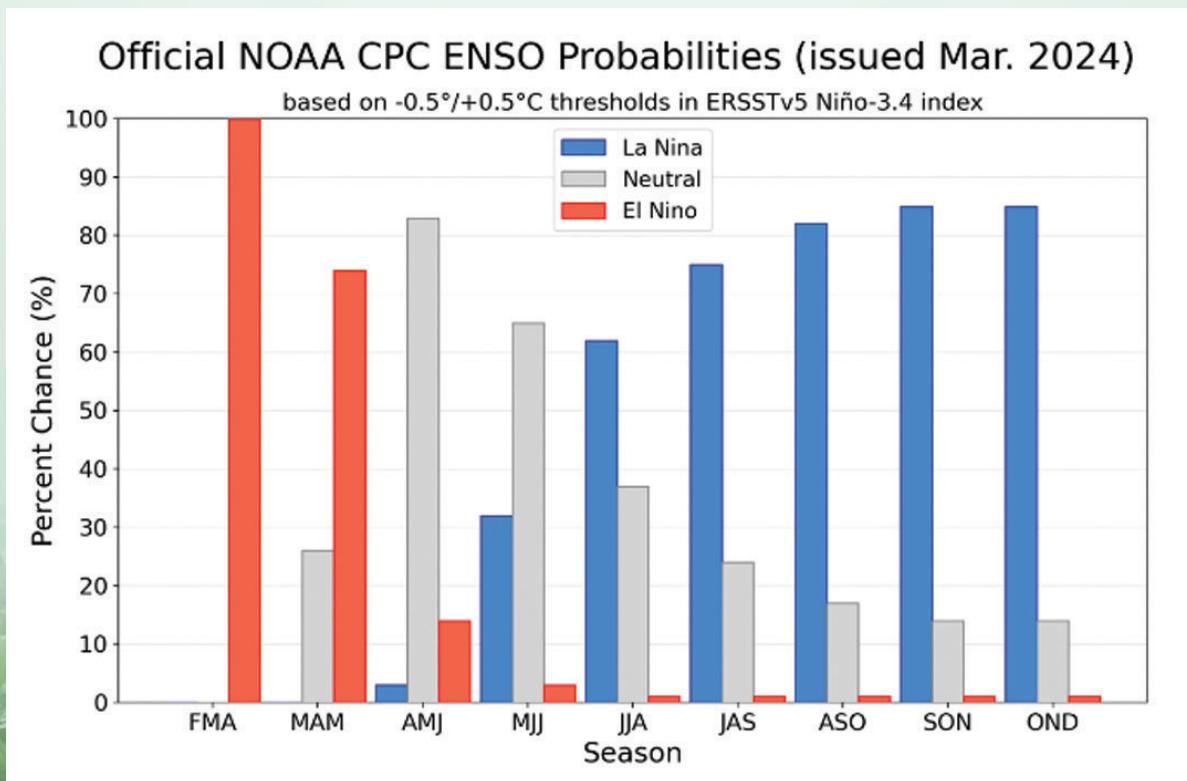


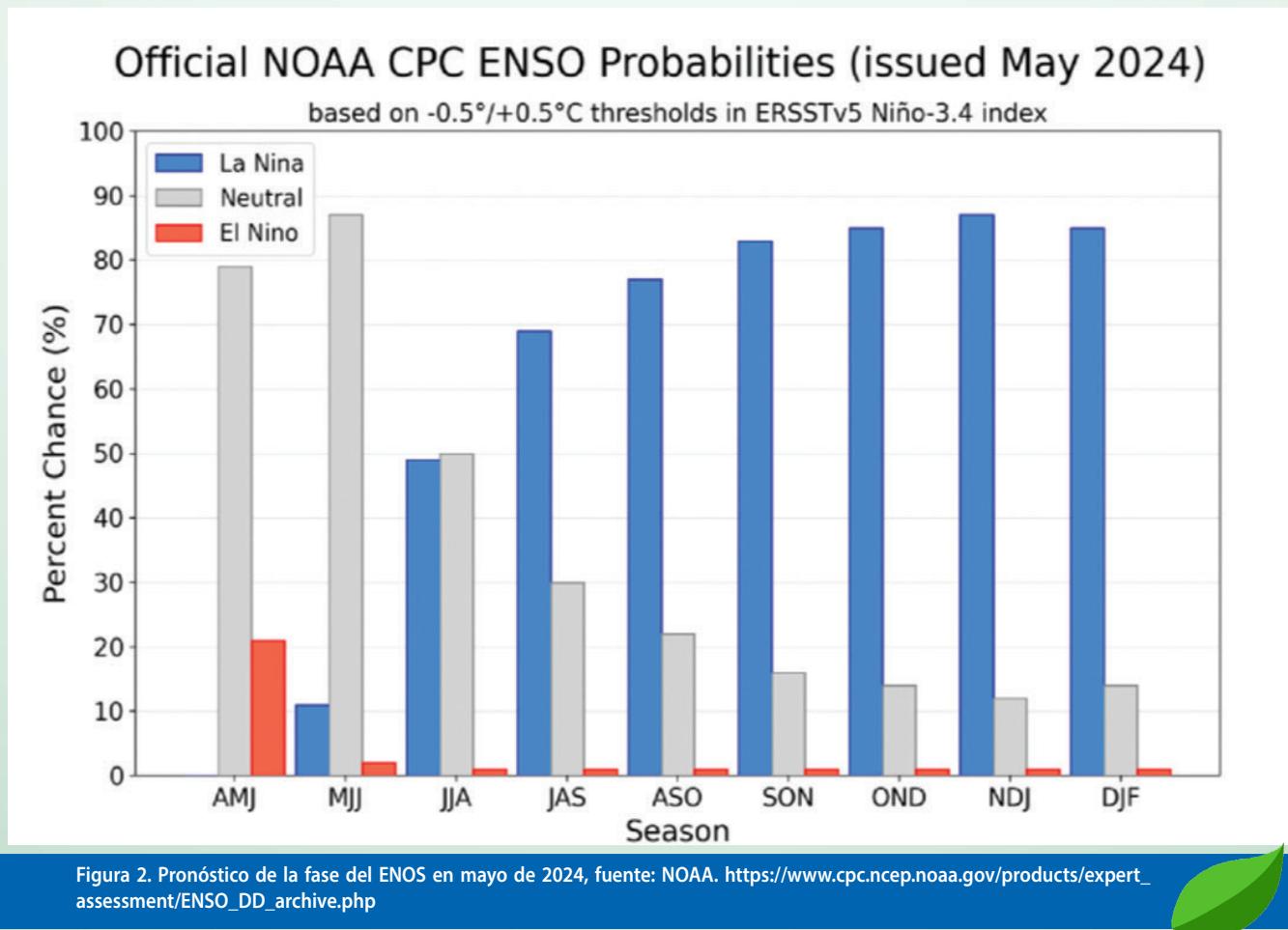
Figura 1. Pronóstico de la fase del ENOS en marzo de 2024, fuente: NOAA. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/expert_assessment/ENSO_DD_archive.php



Posteriormente en la predicción de la NOAA de mayo del mismo año, la probabilidad de formación de La Niña para el trimestre Julio-Agosto-Septiembre (JAS), subió al 70%, alcanzando en el trimestre Sept-Octubre-Noviembre más del 80%.

Los informes oficiales de la NOAA daban cuenta de que se esperaba que el fenómeno

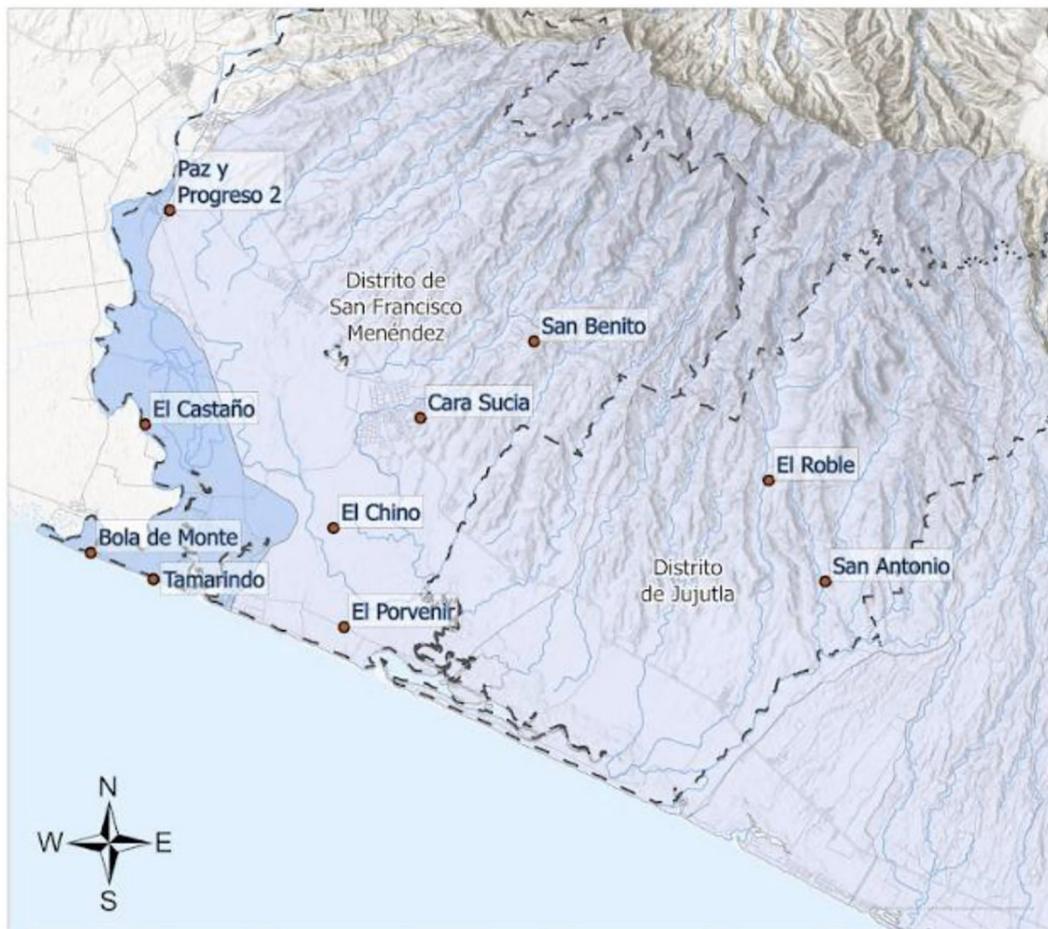
de La Niña fuera un evento fuerte y largo, lo cual no se presentó de la manera proyectada, pues fue declarado La Niña hasta enero del 2025, de muy corta duración y débil. Por ello el año 2024 tuvo un régimen de lluvias extraño o irregular, algunos meses bastante deficitarios y otros meses muy lluviosos, impactando principalmente en medios de vida.





Régimen Lluvioso en Ahuachapán Sur 2024

Durante el año 2024, se monitoreó el comportamiento del régimen de precipitaciones en la región sur del departamento de Ahuachapán mediante una red de diez estaciones meteorológicas operadas por UNES. Seis de estas estaciones se encuentran ubicadas en la cuenca del río Paz, y cuatro en la cuenca del río Cara Sucia-San Pedro Belén. La ubicación geográfica de las estaciones se presenta en el mapa correspondiente.



Elaborado por: Raquel Zander



UNIDAD ECOLÓGICA SALVADOREÑA

Estaciones meteorológicas Ahuachapán Sur

Leyenda

- Estaciones Hidrológicas
- Distritos
- REGIÓN HIDROGRÁFICA
- CARA SUCIA-SAN PEDRO
- RÍOS
- LA PAZ

Estación	ACU
El Roble	1762 mm
El Castaño	2020 mm
El Chino	1671 mm
Bola de Monte	2822 mm
Tamarindo	2337 mm
El Porvenir	2947 mm
Paz y Progreso 2	1921 mm
Cara Sucia	1291 mm
San Benito	2717 mm
San Antonio	2476 mm

Mapa 1. Acumulación de lluvia (mm) 2024. Fuente: UNES.

El patrón pluviométrico observado en Ahuachapán Sur estuvo caracterizado por una alta variabilidad anual, con alternancia de periodos secos prolongados y eventos de lluvia intensa, reflejando condiciones meteorológicas extremas. Particularmente, en zonas como San Francisco Menéndez y Cara Sucia se identificaron episodios de sequía meteorológica, así como lluvias intensas asociadas a sistemas convectivos, temporales y tormentas tropicales.

Se destaca un evento de sequía de considerable duración entre septiembre y octubre, con más de 16 días consecutivos sin precipitaciones, lo que generó impactos en los medios de vida. En contraste, en el mes de noviembre se registró un evento de lluvia excesiva vinculado a la Tormenta Tropical Sara, lo que produjo un retraso en el cese de la época lluviosa y también ocasionó pérdidas en la segunda siembra, debido a daños en las raíces, cultivos susceptibles a enfermedades causados por el exceso de humedad, lo que se traduce en la baja en los rendimientos.

El análisis de la estación El Castaño muestra eventos extremos desde el inicio de la temporada lluviosa. En mayo, precipitaciones acumuladas

superaron el promedio histórico de la estación de referencia La Hachadura, a pesar de que las lluvias se concentraron en la última semana del mes, mientras que las primeras tres semanas presentaron déficit. Esto indica un inicio tardío e irregular de la temporada.

En junio, se registró un exceso de precipitación, ampliamente superior al promedio histórico, el máximo de precipitación diaria fue de 143 mm el día 16 del mes. Los meses de julio y agosto estuvieron marcados por una canícula con valores inferiores a la media histórica, pero sin ser crítica. En septiembre, las precipitaciones acumuladas se mantuvieron ligeramente por abajo del promedio, con una sequía meteorológica de 13 días secos consecutivos; sin embargo, en octubre se evidenció un periodo seco moderado muy inusual, de hasta 11 días secos consecutivos. Finalmente, en noviembre, el registro pluviométrico excedió el promedio histórico, asociado a un evento de temporal, causado por la Tormenta Tropical Sara, con la máxima lluvia registrada de 87 mm el día 18 de noviembre, el mes acumulado por arriba del valor histórico.

Estación El Castaño – Cuenca del Río Paz

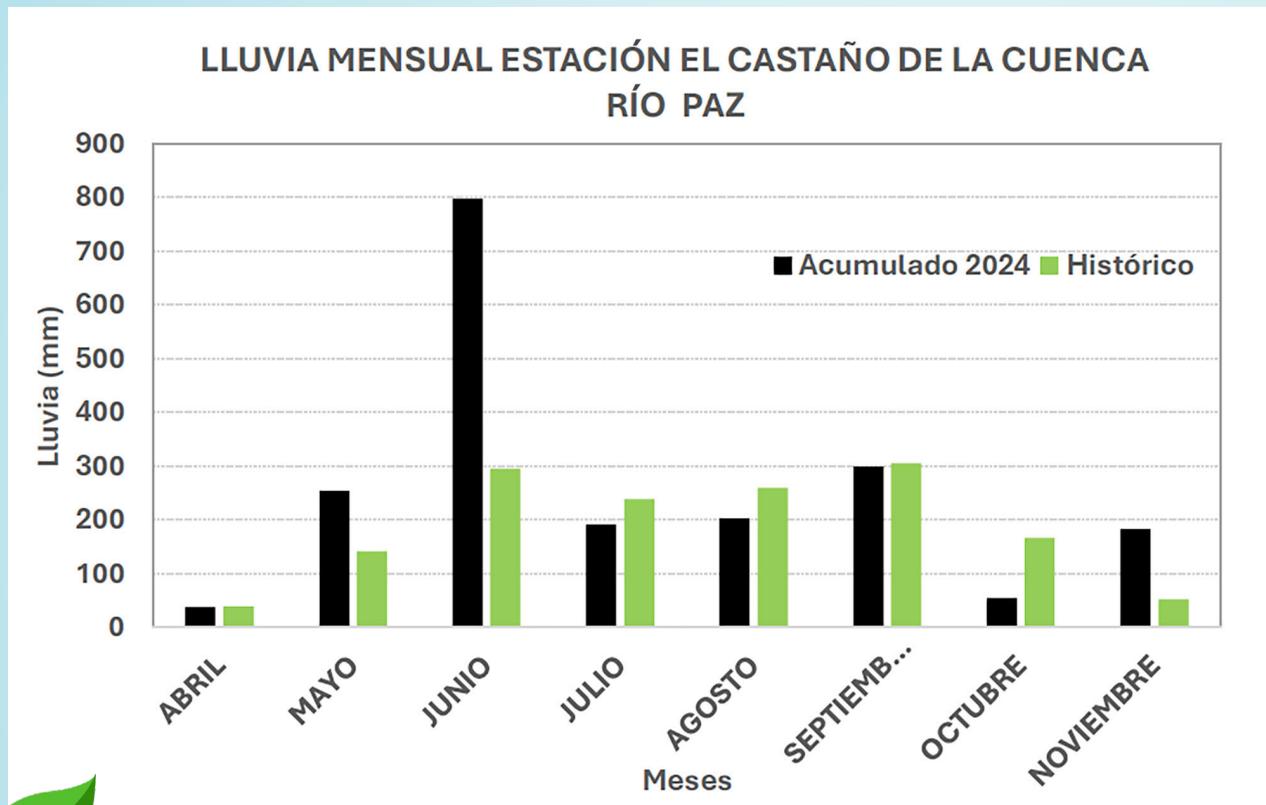


Figura 3. Lluvia mensual, estación "El Castaño" de la cuenca Río Paz. Fuente: UNES, 2024.

Estación El Porvenir – Cuenca del Río Paz

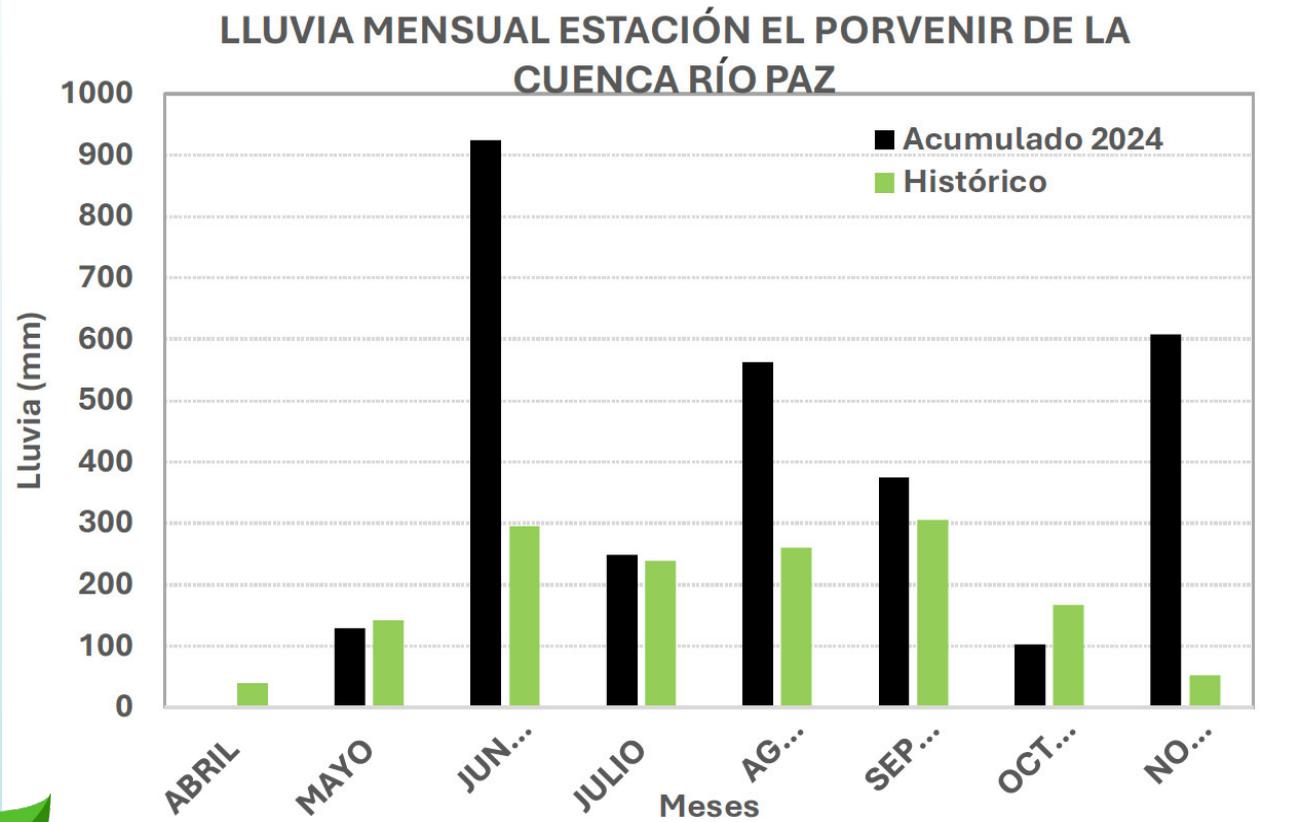


Figura 4. Lluvia mensual, estación “El Porvenir” de la cuenca del Río Paz. Fuente: UNES, 2024.

Durante el año 2024, la estación El Porvenir registró una distribución de precipitaciones con alta variabilidad temporal, al compararse con el promedio histórico de la estación de referencia La Hachadura (barras verdes). Los meses de abril y mayo presentaron acumulados dentro de los rangos históricos, indicando un inicio de la época lluviosa relativamente normal.

Sin embargo, en junio se observó un evento de precipitación extrema, con acumulados superiores a 900 mm, lo que sugiere la influencia de un sistema meteorológico de alta intensidad. En julio y agosto, las precipitaciones se mantuvieron por encima del promedio histórico, y no se identificó una canícula

definida, lo que indica una continuidad en la actividad lluviosa.

Durante septiembre y octubre, los valores registrados fueron más cercanos al promedio, aunque en noviembre se presentó nuevamente un episodio de temporal, con precipitaciones significativamente por encima de lo esperado. En conjunto, el comportamiento pluviométrico en El Porvenir durante 2024 se caracterizó por la presencia de eventos puntuales de lluvia intensa y una distribución irregular, lo cual representa un factor crítico a considerar en la planificación agrícola, la gestión de recursos hídricos y la prevención de riesgos.

Durante el año 2024, la estación Bola de Monte registró un régimen de precipitaciones caracterizado por alta variabilidad y distribución irregular. La temporada lluviosa tuvo un inicio tardío, con acumulados por debajo del promedio en los meses de abril y mayo, lo que sugiere condiciones deficitarias en la fase inicial del periodo húmedo.

En junio se observó un evento extremo de precipitación, con valores que superaron ampliamente el promedio histórico, causadas por la Tormenta Tropical Alberto, seguido por lluvias moderadas durante los meses de julio y agosto. En septiembre se registró un nuevo incremento en los acumulados,

mientras que octubre mostró un comportamiento más cercano al promedio.

Noviembre cerró con un nuevo repunte de precipitación, superando nuevamente los valores históricos del mes, asociado a un evento de temporal tardío, por la Tormenta Tropical Sara. Este comportamiento pluviométrico evidencia una temporada con eventos intensos y una distribución temporal no uniforme, lo cual representa desafíos relevantes para la gestión de la agricultura, los recursos hídricos y la prevención de eventos hidrometeorológicos adversos.

Estación Bola de Monte – Cuenca del Río Paz

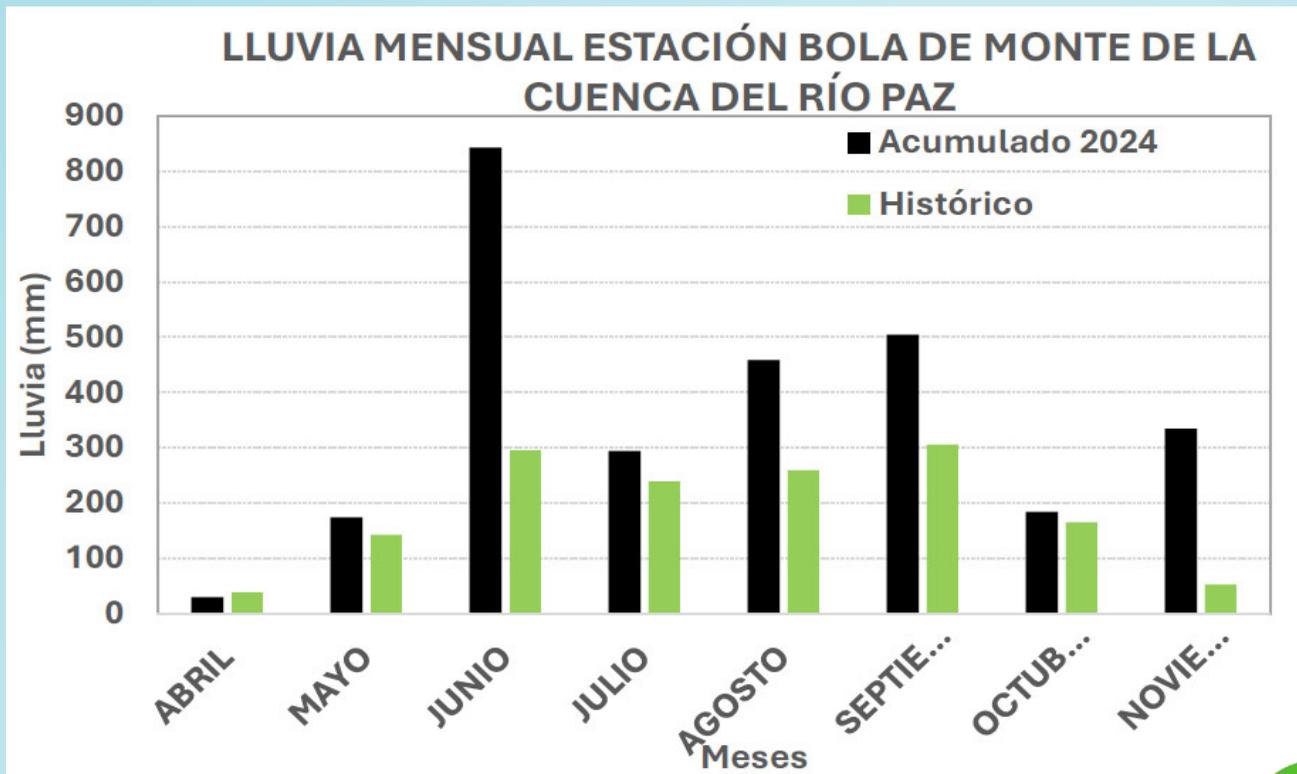


Figura 5. Lluvia mensual, estación "Bola de Monte" de la cuenca Río La Paz. Fuente: UNES, 2024.

Estación San Antonio– Cuenca del río Cara Sucia-San Pedro Belén

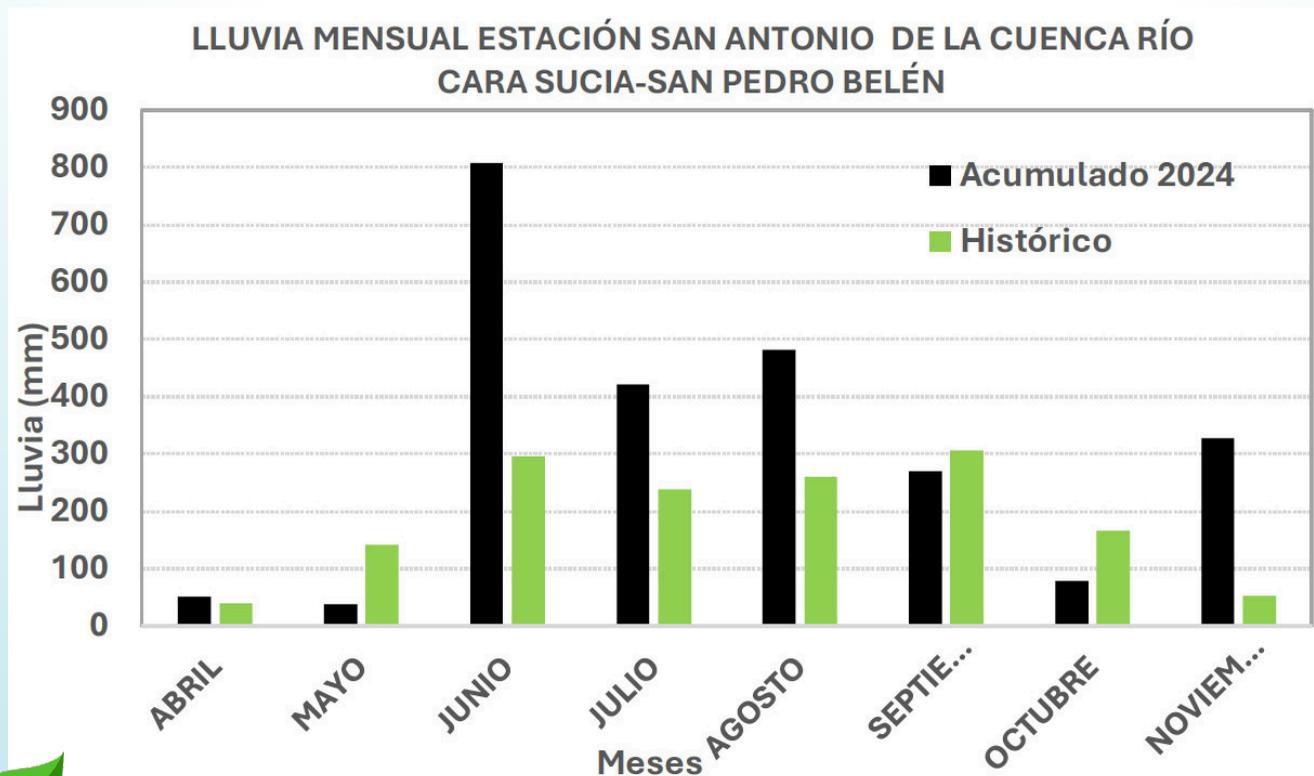


Figura 6. Lluvia mensual, estación "San Antonio" Río Cara Sucia-San Pedro Belén. Fuente: UNES, 2024.

Entre abril y noviembre de 2024, la estación San Antonio mostró una alta variabilidad en los acumulados de precipitación mensual en comparación con el promedio histórico. En junio se registró el pico máximo de lluvias, superando los 800 mm, con un exceso significativo respecto al valor promedio registrado históricamente en este mes, causado por la Tormenta Tropical Alberto. Asimismo, durante julio y agosto las precipitaciones actuales superaron los niveles históricos, reflejando la presencia de eventos de lluvias intensas asociados a condiciones atmosféricas favorables para la convección.

En abril y mayo, los valores acumulados de precipitación del 2024 se mantuvieron considerablemente por debajo del promedio histórico, evidenciando un inicio de estación

lluviosa tardío. Aunque en septiembre las precipitaciones actuales fueron similares a los valores históricos, octubre presentó una disminución pronunciada, registrándose un déficit importante respecto al promedio. Esta disminución se asocia a la presencia de una canícula moderada a intensa, caracterizada por una reducción temporal de las lluvias en plena estación lluviosa.

Durante noviembre se observó una leve recuperación de la precipitación, relacionado al temporal que causó la Tormenta Tropical Sara. Este patrón refleja una marcada variabilidad intra estacional, con alternancia de excesos y déficits hídricos en relación al promedio climático, consistente con los patrones regionales observados en América Central durante 2024.

La estación San Benito reportó una temporada lluviosa activa con varios picos significativos. En junio, se observó un acumulado cercano a los 900 mm, el doble del promedio histórico, vinculado a la Tormenta Tropical Alberto. Aunque los meses de julio y agosto presentaron lluvias elevadas, no

se identificó una canícula claramente definida. Septiembre y octubre mostraron valores similares al promedio, mientras que noviembre evidenció un repunte pluviométrico, sugiriendo un cierre más húmedo de lo habitual, incluyendo un temporal causado por la Tormenta Tropical Sara.

Estación San Benito – Cuenca del río Cara Sucia-San Pedro Belén

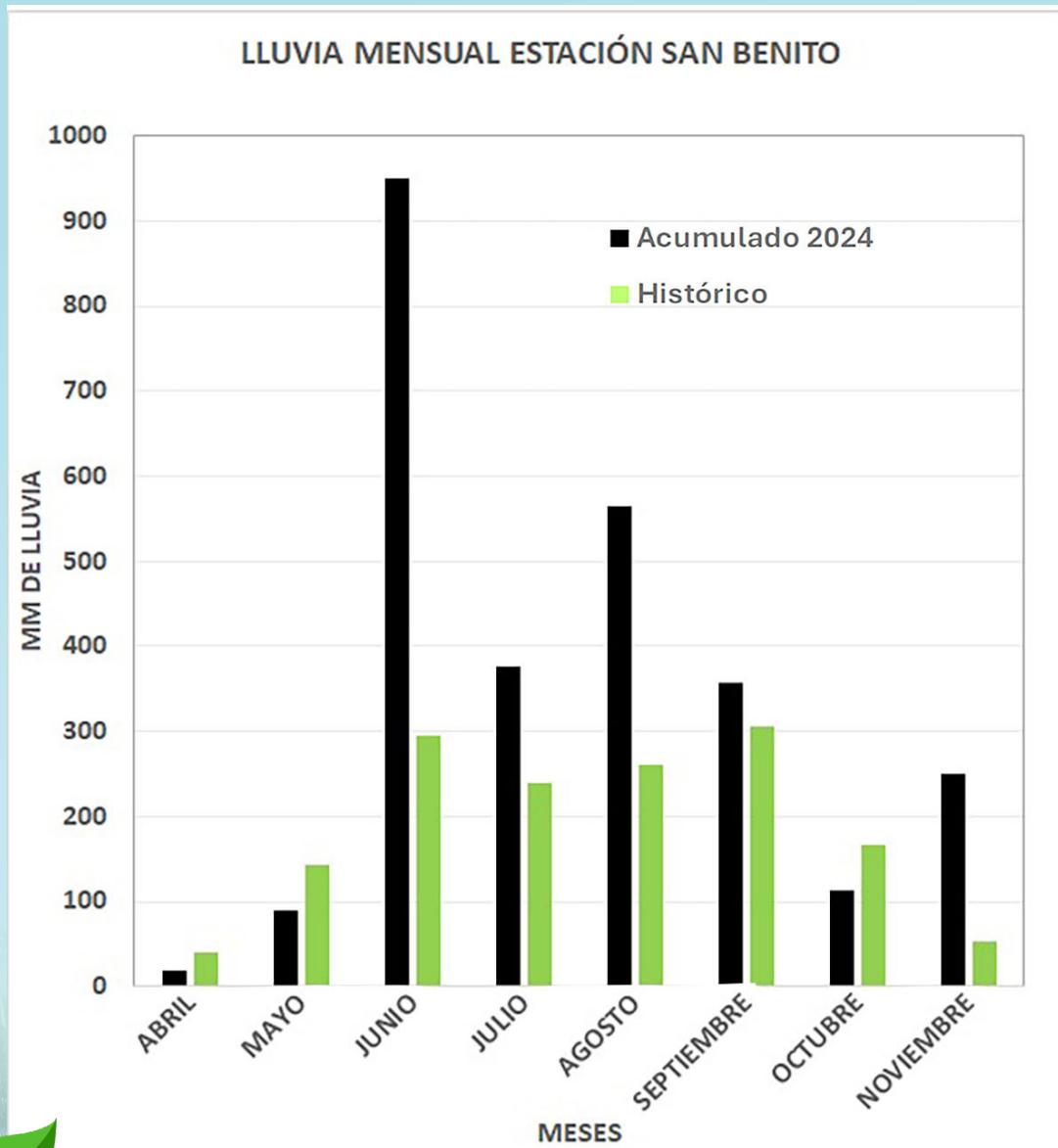


Figura 7. Lluvia mensual de la estación “San Benito” de la cuenca de Cara Sucia-Belén. Fuente: UNES, 2024.

El análisis anual de las estaciones ubicadas en Ahuachapán Sur indica que varias zonas superaron ampliamente el promedio histórico de precipitación (1,500 mm en la estación de referencia La Hachadura, línea punteada negra). Estaciones como San Benito, El Porvenir, Bola de Monte y San Antonio alcanzaron valores cercanos o superiores a los 2,500 mm, mientras que otras, como El Chino, Paz y Progreso 2 y Cara Sucia, registraron valores ligeramente por debajo del promedio, aunque aún significativos.

Este comportamiento refleja una alta variabilidad espacial influenciada por factores como la topografía local, la circulación atmosférica regional y microclimas específicos. Las zonas más húmedas podrían haber experimentado impactos asociados a la saturación de suelos, riesgos de inundación y afectaciones en los medios de vida, drenaje, telecomunicaciones e infraestructuras.

Análisis espacial de la precipitación acumulada – Ahuachapán Sur, 2024

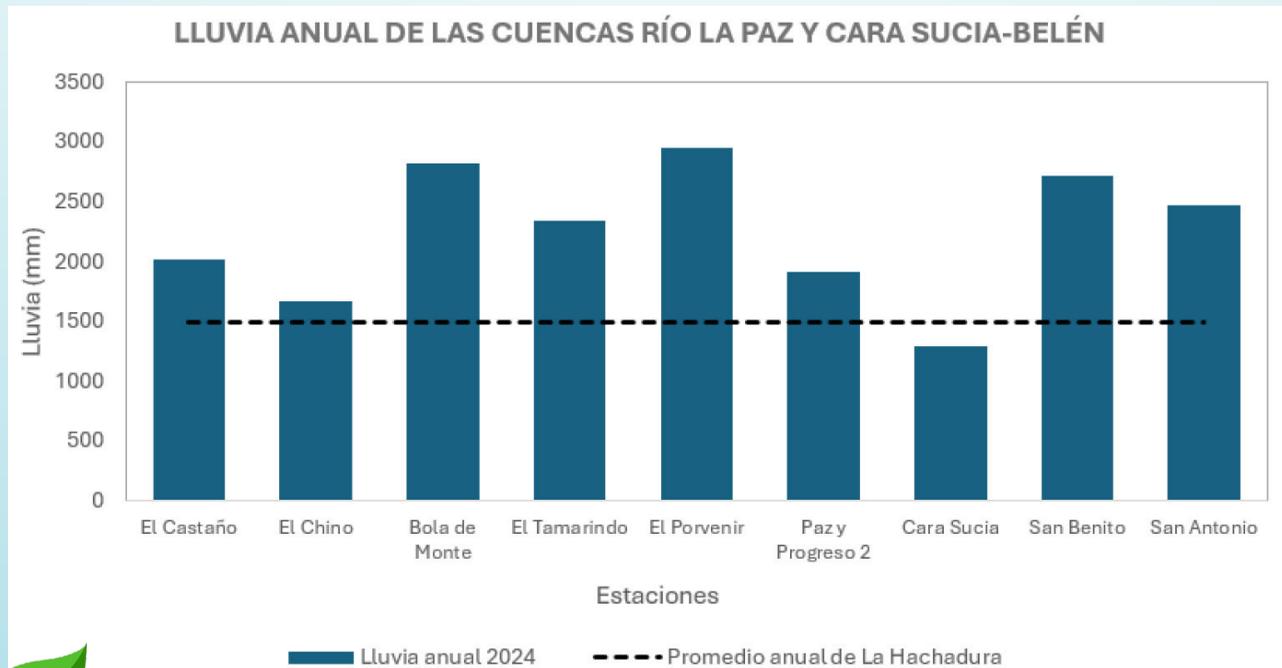


Figura 8. Lluvia anual de las cuencas Río La Paz y Cara Sucia-Belén. Fuente: UNES, 2024.

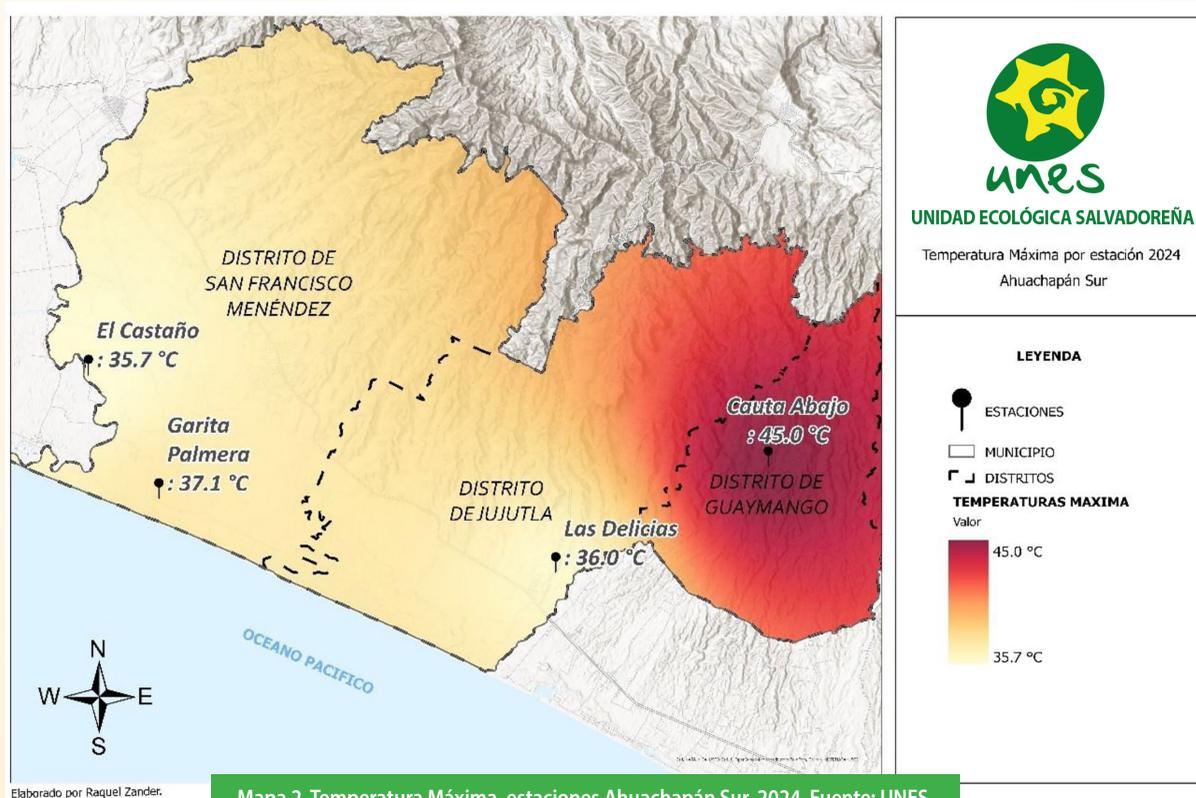




5 Temperaturas en Ahuachapán Sur 2024

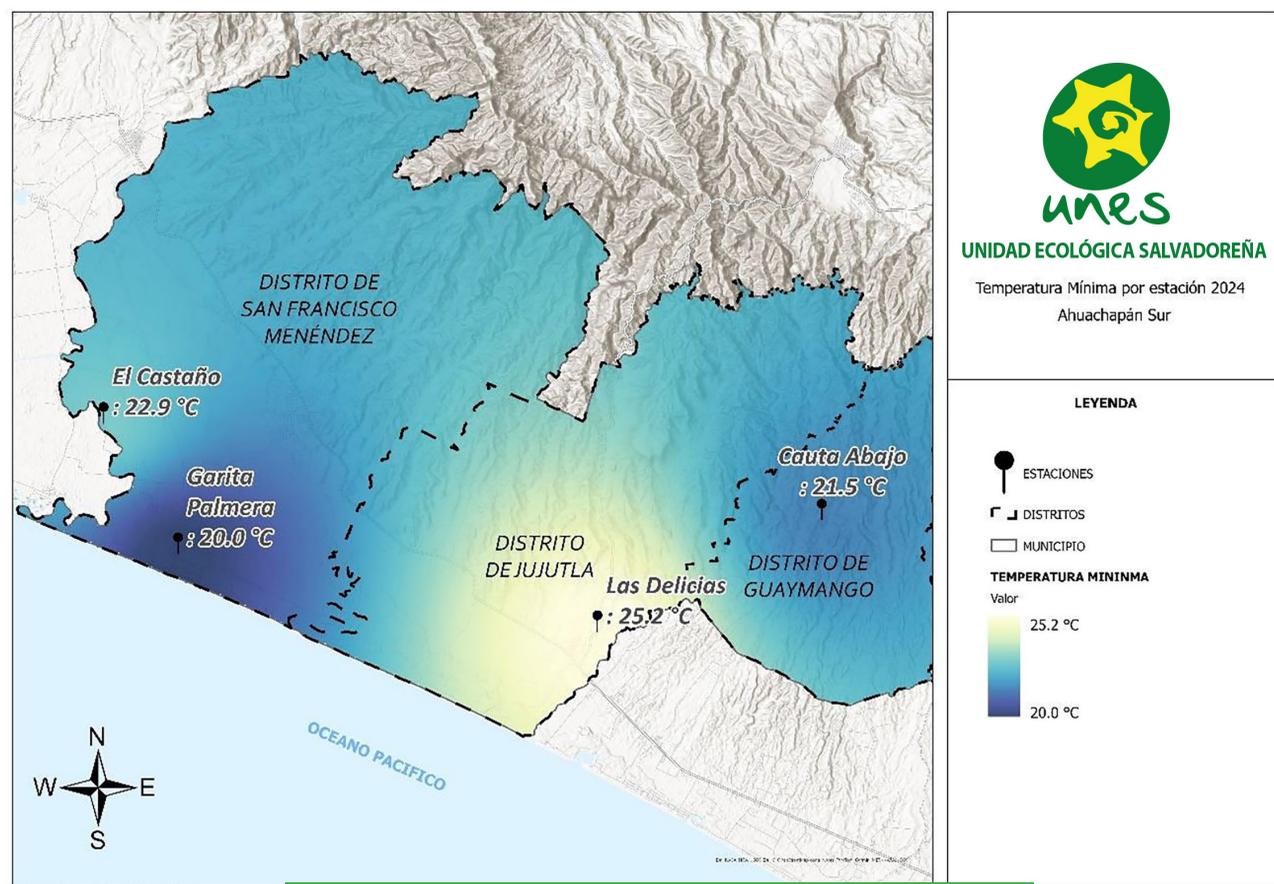


Las estaciones de monitoreo térmico en Ahuachapán Sur revelaron un incremento de la temperatura del agua durante la estación seca, seguido de una ligera disminución durante la época lluviosa. Aunque 2024 se mantuvo bajo condiciones neutrales del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), se observaron fluctuaciones significativas en las condiciones atmosféricas a lo largo del año.



Mapa 2. Temperatura Máxima, estaciones Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.

Los meses secos, caracterizados por escasa nubosidad, favorecieron un aumento en la temperatura del aire, los valores máximos registrados alcanzaron los 43°C en la zona de Cautín Abajo. En contraste, durante los meses lluviosos, especialmente en presencia de eventos de temporal, se evidenció una disminución térmica asociada a mayor nubosidad y cobertura pluvial.



Mapa 3. Temperaturas Mínimas en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.

Los registros de temperatura mínimas en el año 2024 muestran los valores más bajos en la zona de Garita Palmera, asociado a los meses del año más lluviosos y nublados.

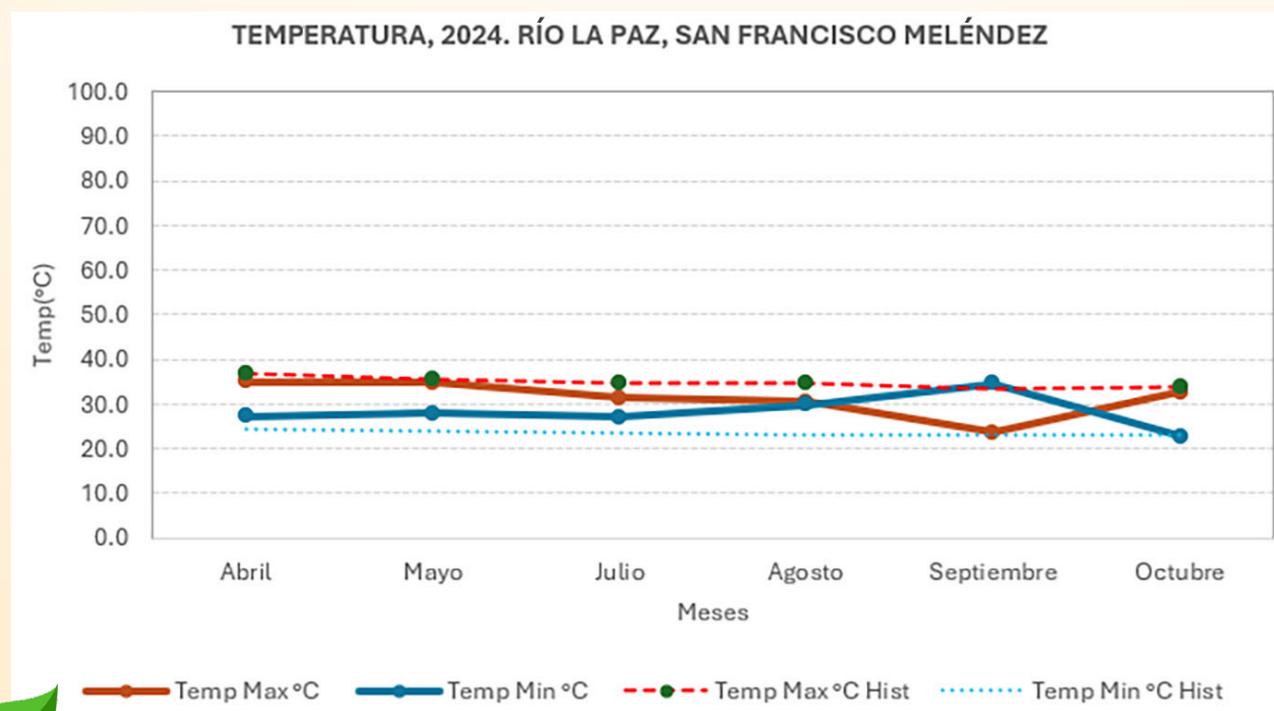


Figura 9. Temperaturas de estaciones Río Paz, San Francisco Meléndez. Fuente: UNES 2024.

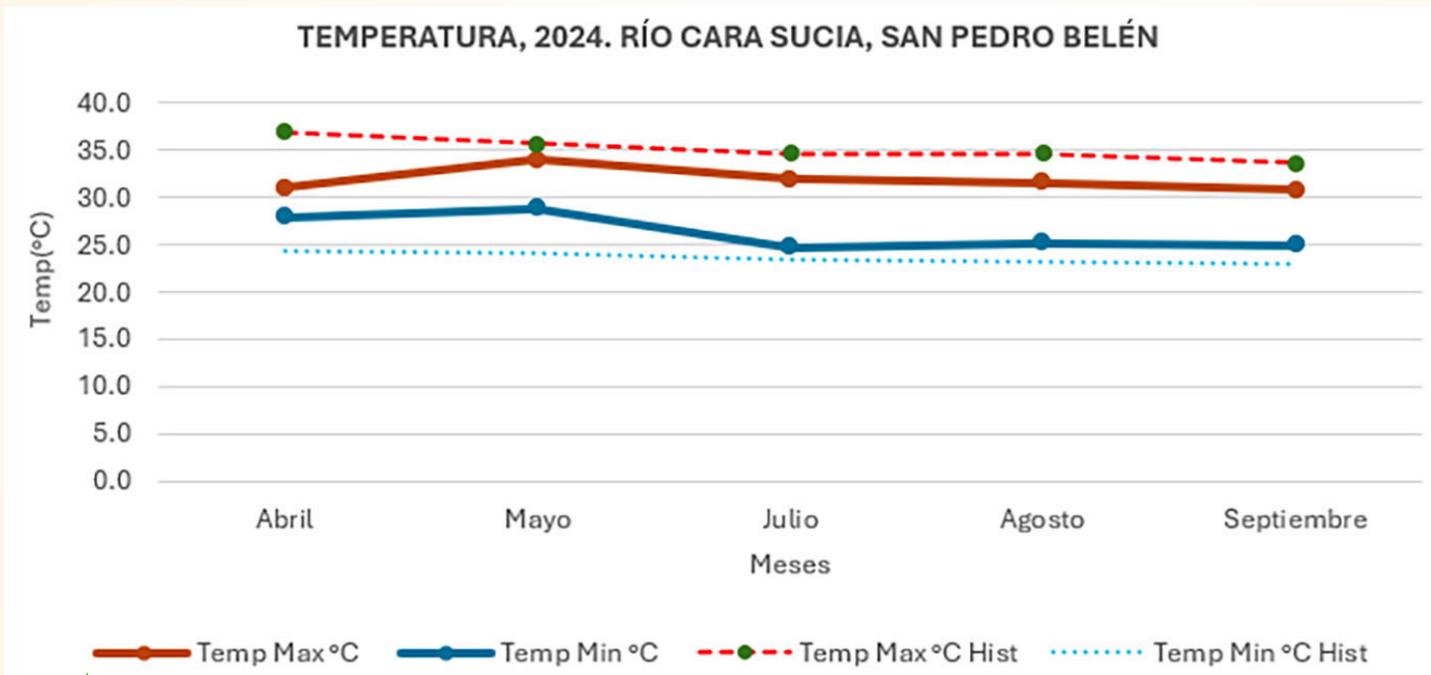


Figura 10. Temperaturas de estaciones Río Cara Sucia, San Francisco Meléndez. Fuente: UNES, 2024.

Las temperaturas máximas (línea roja) alcanzaron sus valores más altos entre abril y mayo, antes del establecimiento pleno de la época lluviosa. A partir de junio, con la intensificación de las lluvias y el incremento de la nubosidad, se observó una disminución sostenida. Al comparar con los valores históricos o de

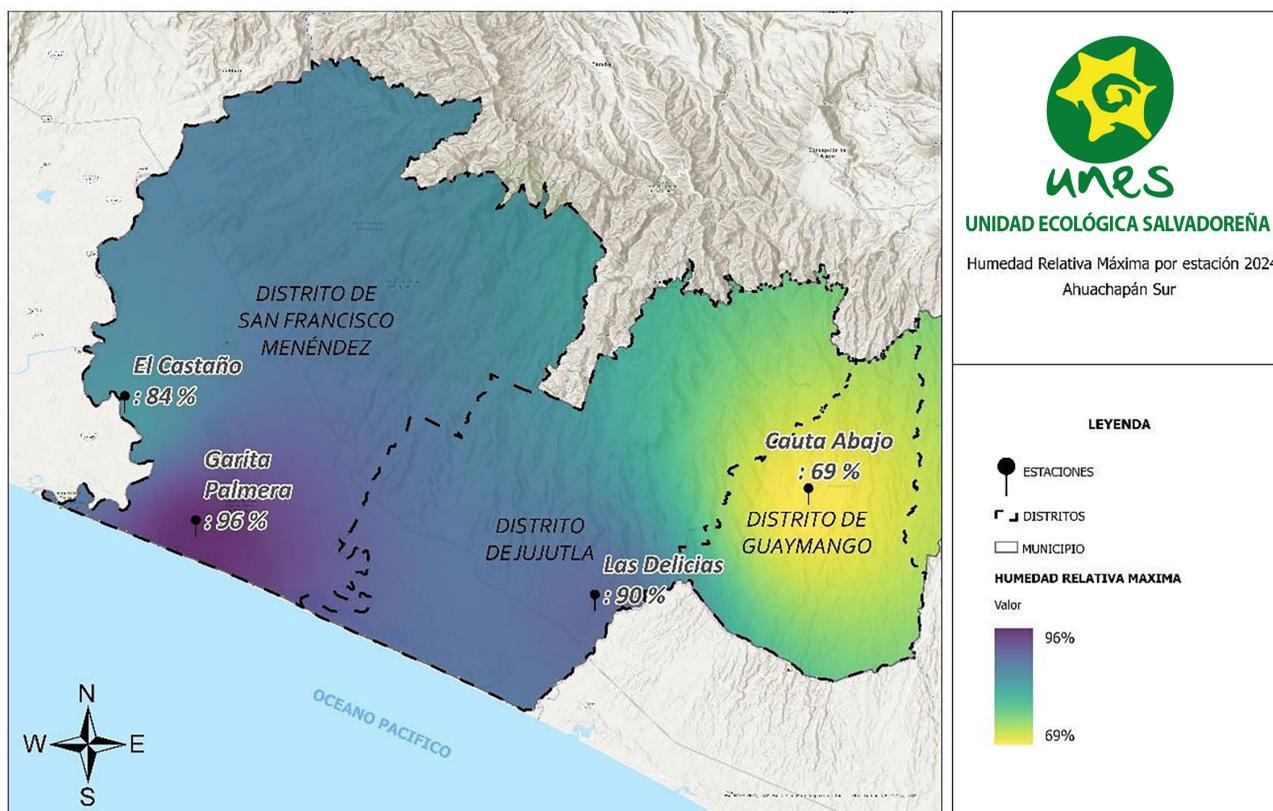
referencia (líneas punteadas) de la estación La Hachadura, las temperaturas máximas de 2024 se mantuvieron por debajo del promedio, mientras que las mínimas (línea celeste) estuvieron por encima del histórico, evidenciando una menor amplitud térmica durante el periodo de análisis.



6

Humedad en Ahuachapán Sur

La humedad relativa es un parámetro esencial para evaluar la condición atmosférica y la disponibilidad de humedad en el aire. En 2024, estaciones de Ahuachapán Sur registraron una variabilidad significativa en los niveles de humedad máxima y mínima.



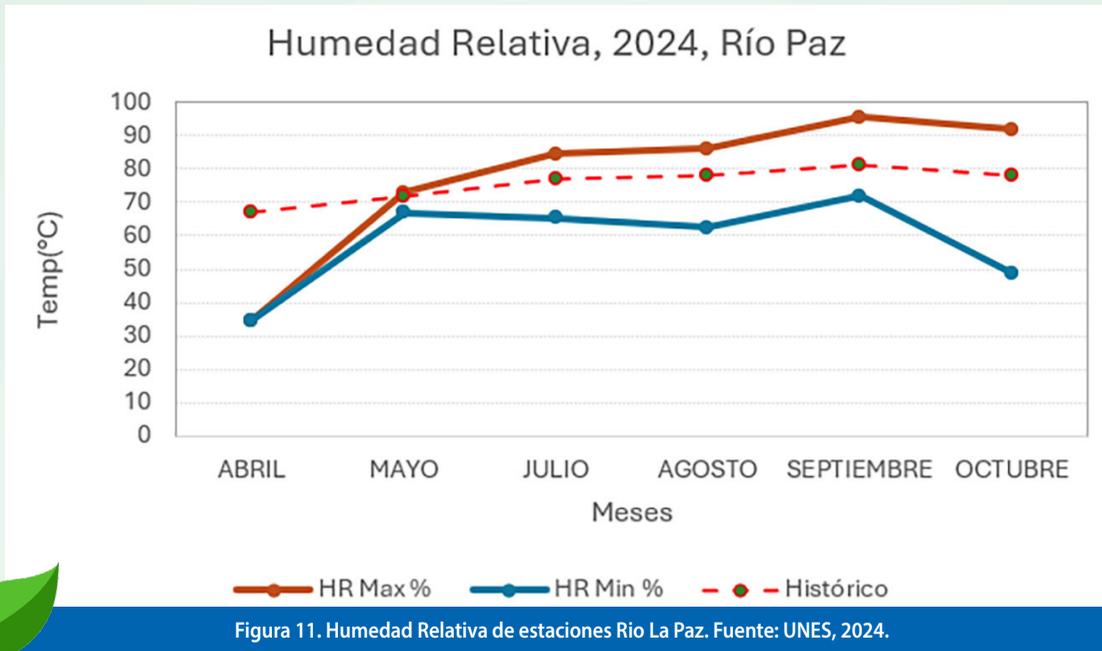
Elaborado por Raquel Zander

Mapa 4. Humedad Relativa Máxima en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.

El mapa 4: muestra los registros de las 4 estaciones de monitoreo, registrándose el valor máximo de humedad relativa en Garita Palmera, el cual es afectado por la cercanía al mar con el ingreso de brisas marinas, flujos del viento del sur y temporales.

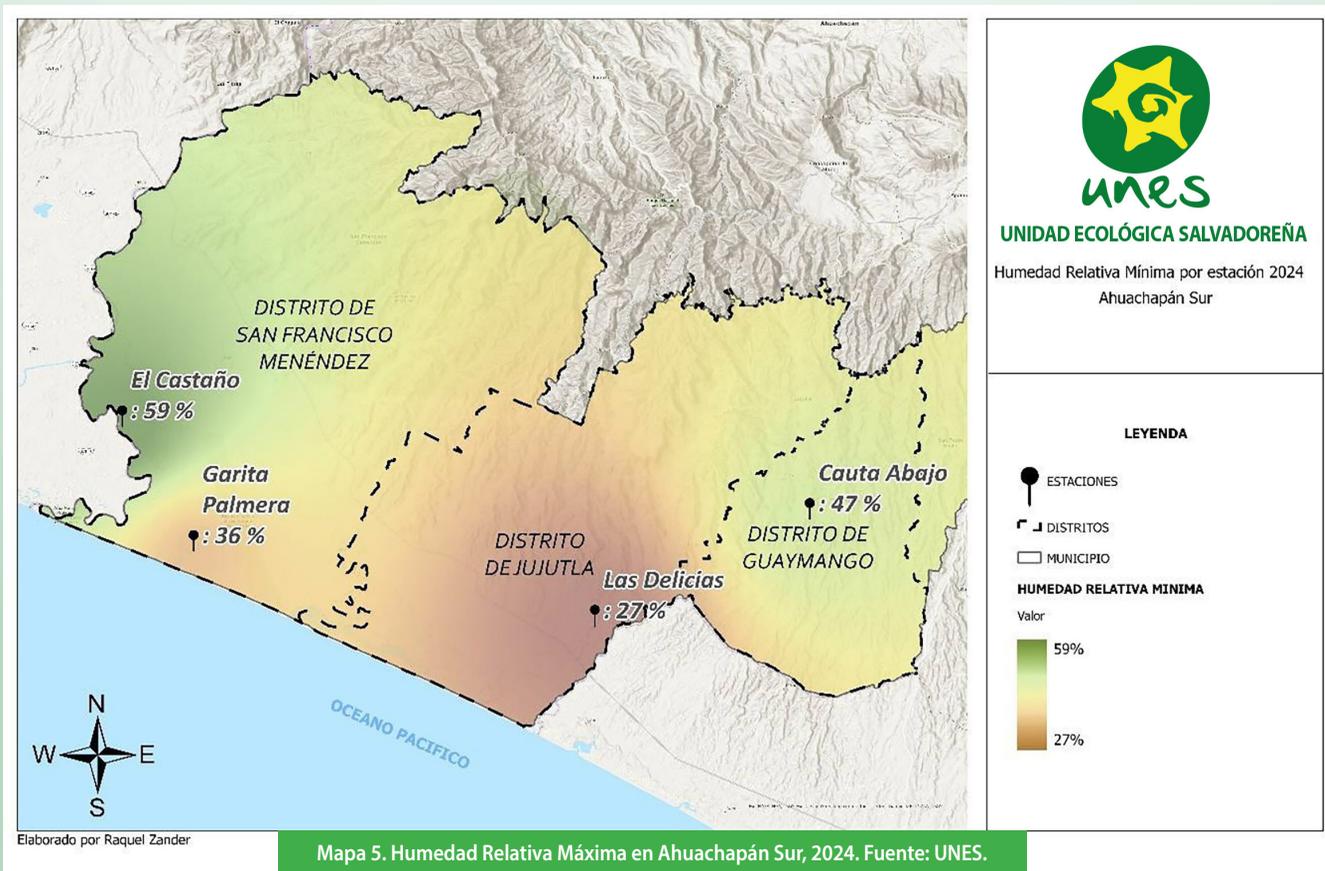
Estos cambios reflejan transiciones entre periodos lluviosos y secos, así como posibles eventos de canícula. El análisis permite identificar comportamientos atípicos respecto al promedio histórico.





El análisis de la humedad relativa en las estaciones del río Paz durante 2024 evidencia una marcada variabilidad mensual. La humedad relativa máxima (línea roja) se mantuvo consistentemente por encima del promedio histórico (línea punteada), alcanzando su punto más alto en septiembre con valores superiores al 90 %, reflejando una atmósfera cargada de humedad y una elevada cobertura nubosa.

En contraste, la humedad relativa mínima (línea azul) mostró valores inferiores al promedio histórico, con registros particularmente bajos en abril (35%) y octubre (49%), lo cual sugiere condiciones atmosféricas más secas en esos meses, posiblemente asociadas a periodos de mayor radiación solar y menor cobertura nubosa.



El mapa 5 muestra que las humedad relativa mínima (27%), se han registrado en la estación Las Delicias, valores que se miden en la época seca del año 2024, donde la atmosfera está estable provocando calor en dichos meses y secando la atmosfera, sumado también a la invasión de Frente fríos o masas secas que transitan por la región procedentes de Norteamérica.

Durante julio y agosto, a pesar de la persistencia de una humedad máxima elevada, los valores mínimos no aumentaron significativamente. Esta diferencia entre los extremos podría ser indicativa de la ocurrencia de canículas débiles, caracterizadas por la presencia de días secos y soleados dentro del periodo típico de lluvias.

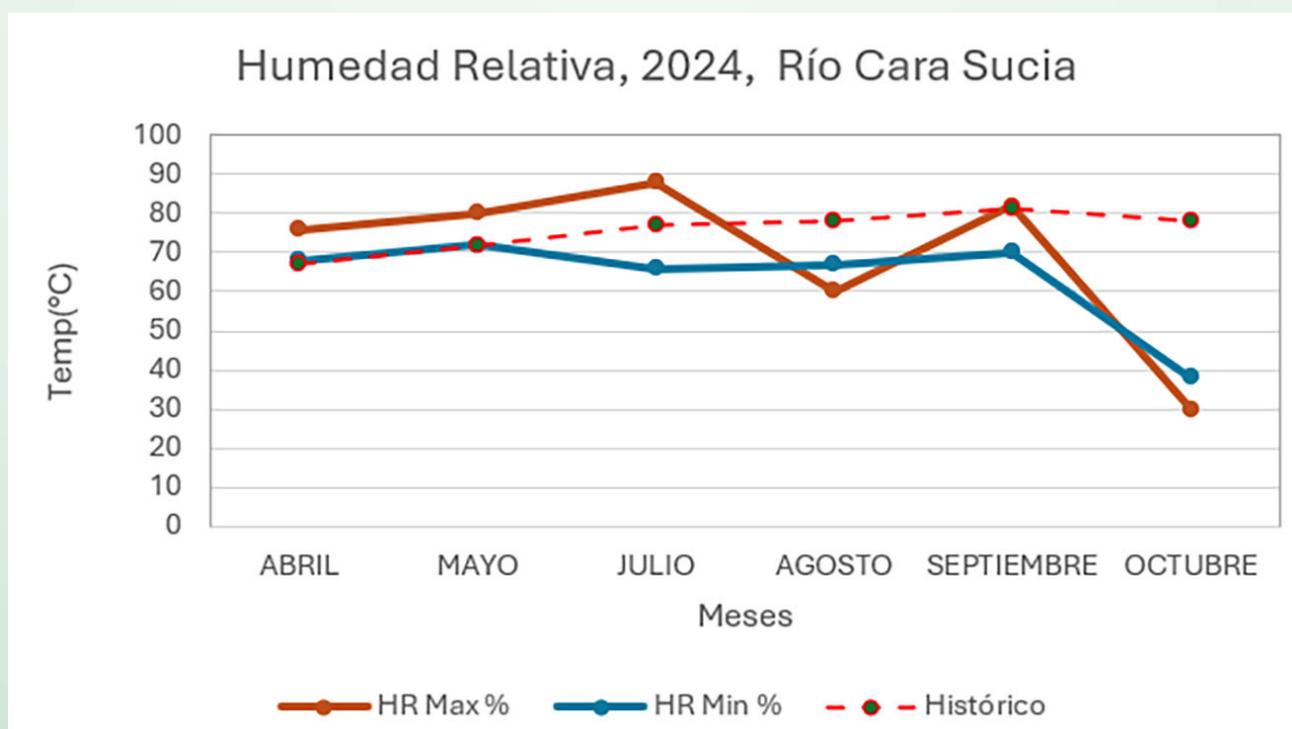


Figura 12. Humedad Relativa de estaciones Río Cara Sucia. Fuente: UNES, 2024.

La variación mensual de la humedad relativa máxima y mínima durante el periodo comprendido entre abril y octubre de 2024 en las estaciones del río Cara Sucia evidenció un comportamiento irregular respecto al promedio histórico (línea punteada). La humedad relativa máxima (línea roja) alcanzó su valor más alto en julio, con un 88%, reflejando condiciones atmosféricas húmedas y con alta cobertura nubosa. No obstante, en octubre se observó una disminución abrupta hasta valores cercanos al 30%, muy por debajo del promedio histórico estimado en torno al 75%.

La humedad relativa mínima (línea azul), por su parte, se mantuvo relativamente estable entre abril y agosto, con valores entre el 65% y el 68%. Sin embargo, en octubre también presentó un descenso significativo, registrando aproximadamente un 35%, lo cual indica una atmósfera sustancialmente más seca al final del periodo de análisis. Esta caída simultánea en ambos extremos de la humedad relativa podría estar asociada a una transición abrupta hacia condiciones post-lluviosas y mayor incidencia de radiación solar directa.

7

Calidad del agua en los humedales de Garita Palmera, Bola de Monte y Metalío

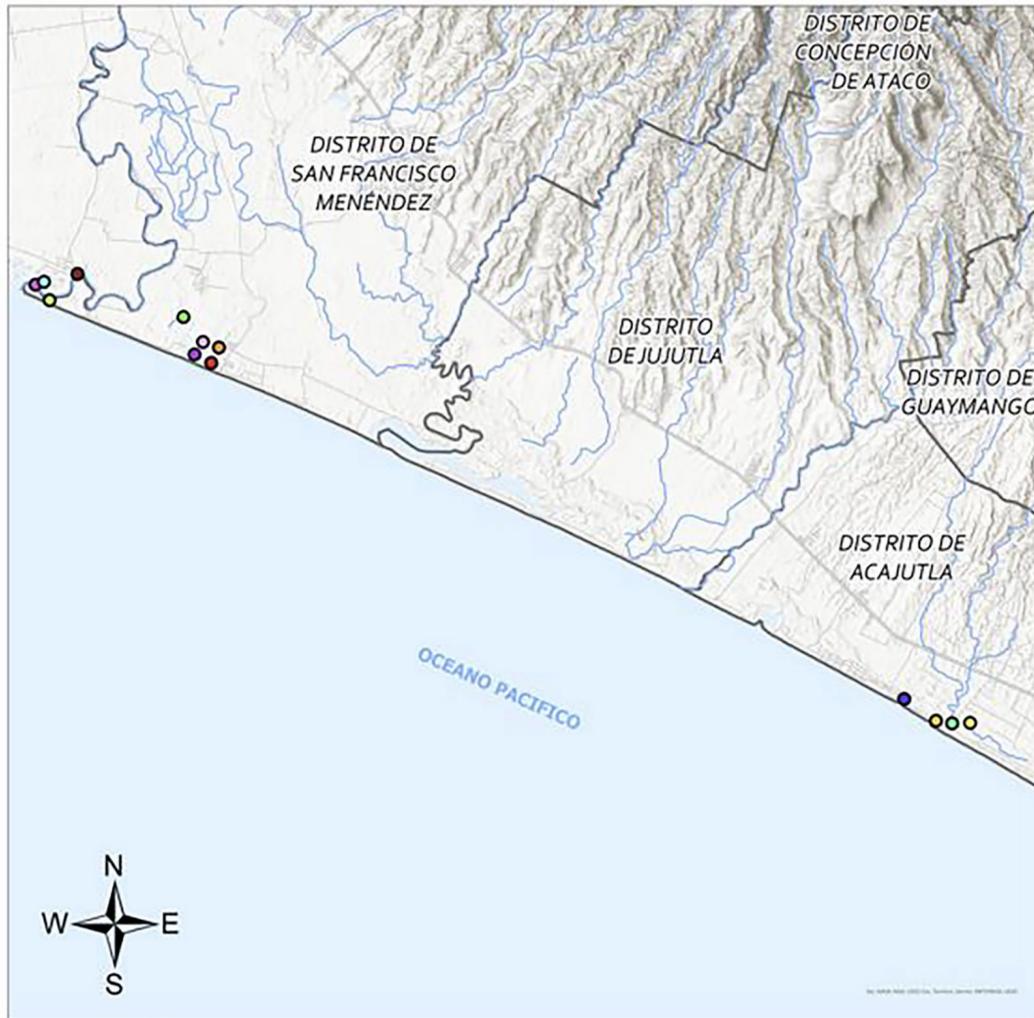
El monitoreo físico-químico de las condiciones superficiales del agua dentro de estos humedales se mide, principalmente variables como oxígeno disuelto, salinidad, temperatura y potencial de hidrogeno con el propósito de detectar cambios hidrológicos que afectan el desarrollo del estuario/manglar y su vida acuática asociada. Al determinar estas condiciones se pueden orientar directrices para un mejor manejo restaurativo de áreas críticas de manglares, esteros y tramos de los ríos. Este monitoreo es posible gracias a la alianza con CENSALUD – UES.

Los registros de calidad del agua en en los humedales de Garita Palmera, Bola de Monte y Metalío, por parte la UNES, abarcan 9 puntos de registros, principalmente en el Humedal de Garita Palmera del Distrito de San Francisco Menéndez y 4 puntos de registros en el humedal de Metalío del distrito de Acajutla, ver Cuadro 1.

ESTACIÓN	DISTRITO	CANTÓN
1. Bajo El Caballo	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
2. Bocana Garita Palmera	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
3. Bocana El Botoncillo	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
4. El Guayabo	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
5. El Varal	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
6. Embarcadero Botoncillo	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
7. Los Cayucos	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
8. Mirador	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
9. Santa Felipa	San Francisco Menéndez	Garita Palmera
10. Bocana Metalío	Acajutla	Metalío
11. El Puente	Acajutla	Metalío
12. La Pedrera	Acajutla	Metalío
13. La Cruz	Acajutla	Metalío

Cuadro 1. Ubicación de sensores de medición de calidad del agua en el Manglar. Fuente: UNES.

El siguiente mapa presenta la ubicación de los puntos de muestras de la calidad de agua en flujos de agua del humedal en Garita Palmera, Bola de Monte y Metalío, de Ahuachapán Sur, El Salvador.



Elaborado por Raquel Zander



Estaciones
Nombres

- Bajo El Caballo
- Bocana El Botoncillo
- Bocana Garita Palmera
- Bocana Metalío
- Bocana de Metalillo
- El Guayabo
- El Puente
- El Varal
- Emb. Botoncillo
- La Cruz
- La Pedrera
- Los Cayucos
- Mirador
- Santa Felipa
- <todos los demás valores>
- ríos
- ▭ Distritos

Mapa 6: Ubicación geográfica de las estaciones de calidad de agua Ahuachapán Sur y Acajutla. Fuente: UNES.

La cartografía integra elementos de relieve y red hidrográfica para facilitar la visualización de las dinámicas de escorrentía y drenaje en la región. Los datos geoespaciales permiten fortalecer los esfuerzos de evaluación ambiental impulsados por la Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES), orientados a la protección y conservación de los bienes hídricos y ecosistémicos en la zona costera.

Las series de datos de calidad del agua tienen dos períodos sin registros, de junio a julio, o de mayo a julio, o sea hasta de 3 meses, a simple vista los valores se observan con una buena calidad, sin saltos que superen en doble o el triple los promedio, por lo que se calculó el promedio mensual con los registros de 3 datos durante 3 días diferentes en el cada mes.

Registro de O2 en Ahuachapán Sur, 2024.

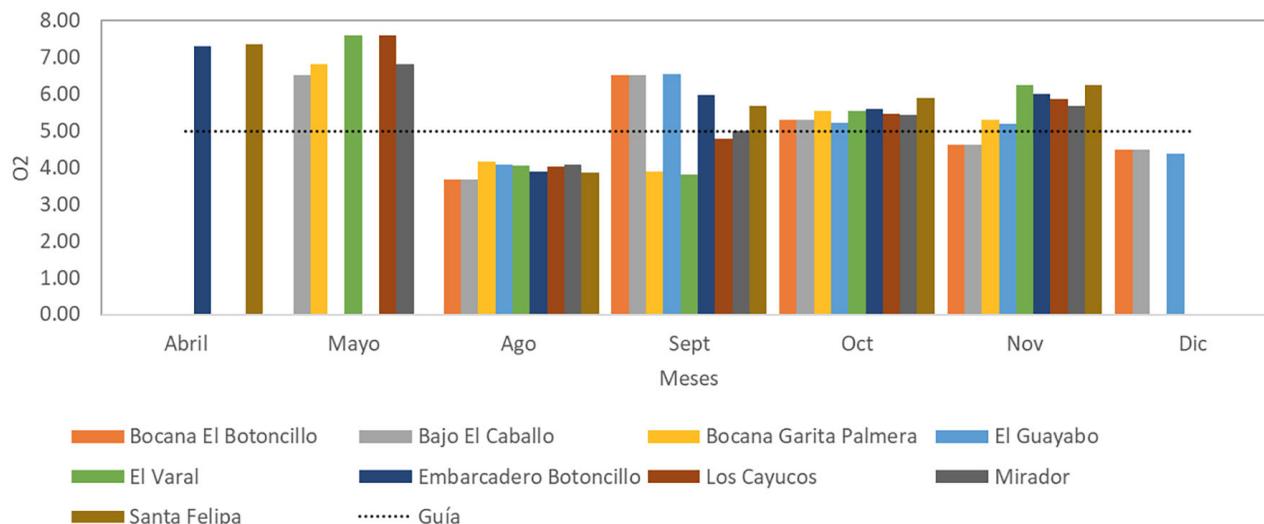


Figura 13. Datos de O2 en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.

Registro de O2: La figura 13, muestra los valores de oxígeno disuelto (O2) en el agua, el cual representa un indicador de su calidad, siendo esencial para la vida acuática. Los niveles de O2 normales en agua saludable en El Salvador según la guía utilizada es de 5, por lo que las mediciones observadas en las estaciones de Ahuachapán Sur se ven el gráfico cercano a ese valor, en algunos meses ligeramente por arriba y en otros meses se registran ligeramente por abajo.

contaminantes, en la época seca, provoca que aumente los valores de O2, mientras que en la época lluviosa, con mas flujo de agua, mas desechos por que llegan de los afluentes por las lluvias y menos caliente, los valores registrados de O2, disminuyen.

Las temperaturas altas, poca profundidad por reducción del flujo y alta concentración de

Registro de PH: La figura 14, muestra los valores del indicador químico de acidez o alcalinidad en el agua, con rangos de guía para calidad ambiental del “Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental” del Decreto #40 que utiliza el MARN, entre 6.5 a 9, según el anexo.

Registro de PH en Ahuachapán Sur, 2024.

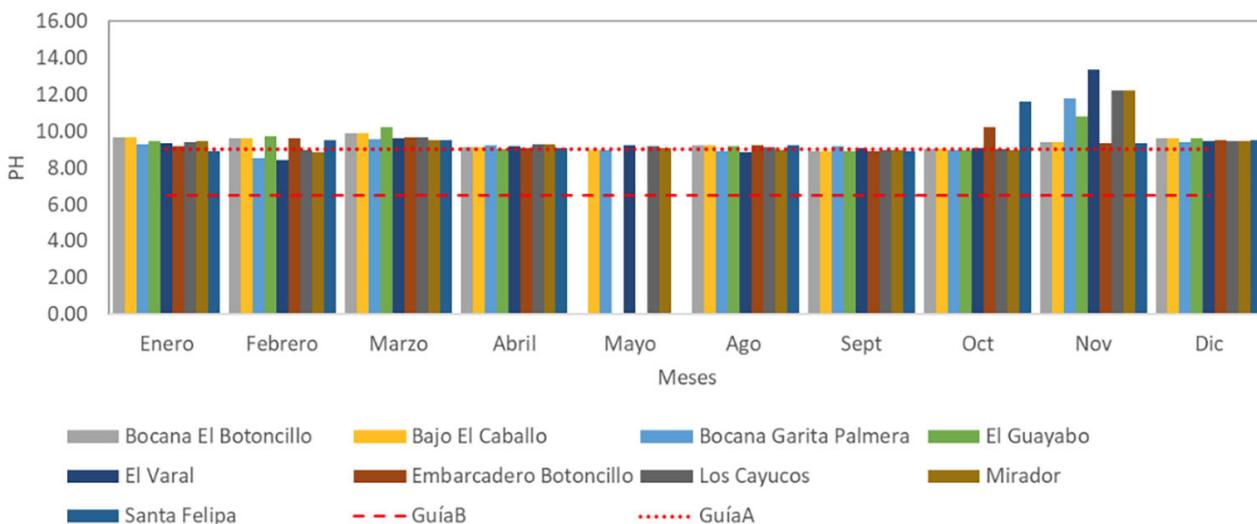


Figura 14. Registro de PH en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente UNES.

La mayoría de los datos registrados se ubican dentro de los rangos de neutralidad, excepto algunos datos en el mes de noviembre, que están por arriba de 9. Los valores de PH alto, puede deberse a crecimiento de algas, residuos agrícolas o al incremento de aguas residuales de las comunidades o de la industria, los cuales han sido arrastrados con mayor facilidad por las aguas lluvias que han bajado por toda la cuenca, siendo este mes el más lluvioso por el temporal registrado por la Tormenta Tropical Sara, pero en el mes de diciembre los valores de PH regresan a la normalidad.

estaciones de monitoreo y se observan dos líneas guía con el rango, entre 20°C a 30°C, para calidad ambiental del “Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental” del Decreto #40, de junio del año 2000, que utiliza el MARN, según el anexo.

La mayoría de los datos registrados se ubican dentro de los rangos guía, con algunos datos menores, dentro del rango, en diciembre y en enero, además de incrementos ligeros en febrero, marzo y abril, meses de la época seca, donde los cielos despejados ayudan al calentamiento de la superficie del agua en las quebradas o afluentes a los ríos.

Registro de Temperatura: La figura 15, muestra los valores de temperatura en Ahuachapán Sur, se observan diferentes barras de colores para las

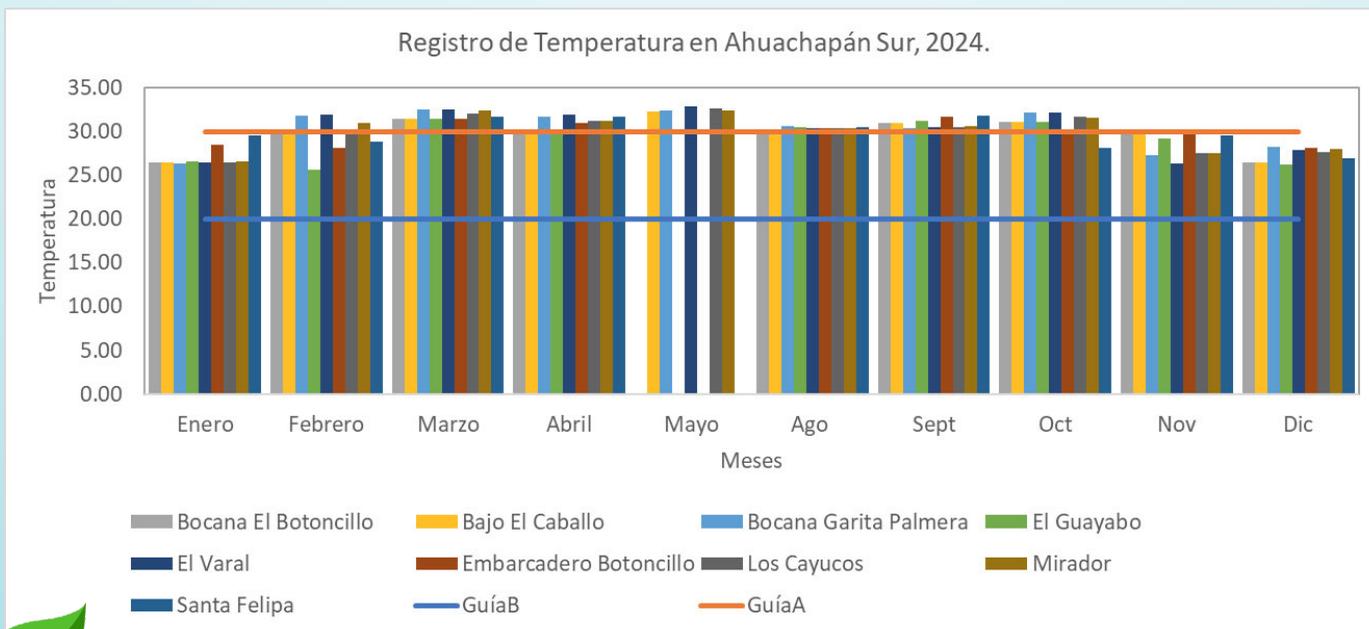


Figura 15. Registro de Temperatura en Ahuachapán Sur, 2024, Fuente: UNES.



Registro de CE en Ahuachapán Sur, 2024.

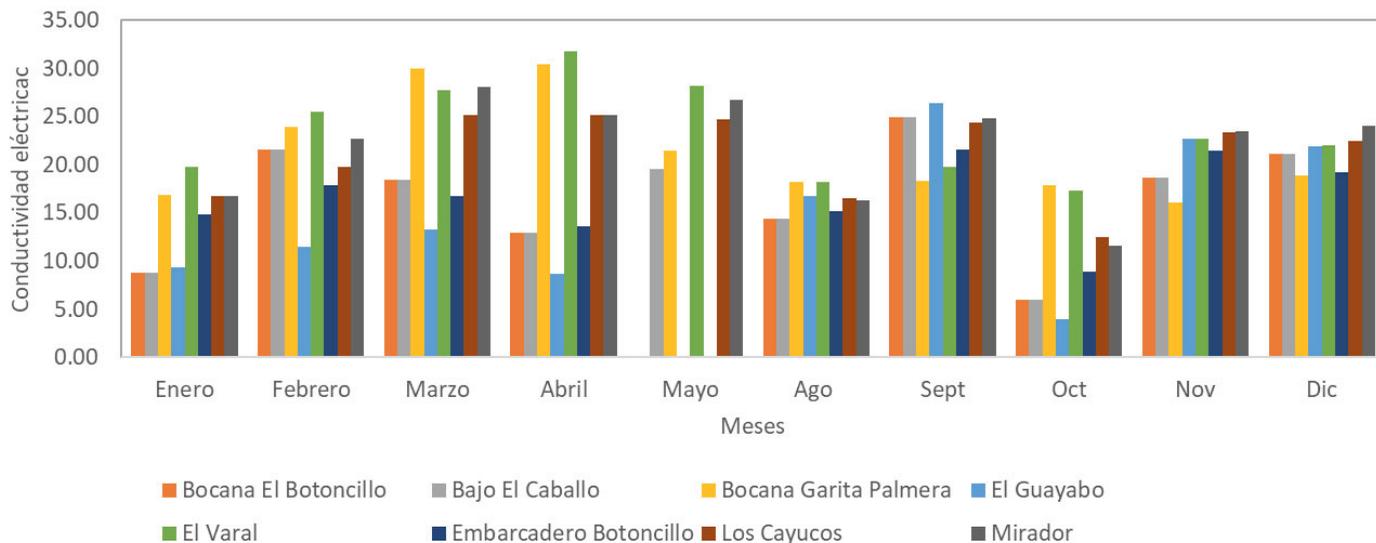


Figura 16. Registro de Conductividad Eléctrica en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.

Registro de Conductividad Eléctrica: La figura 16, muestra los valores de conductividad eléctrica en Ahuachapán Sur, se observan diferentes barras de colores para las estaciones de monitoreo, el valor debe ser menor a $< 700 \mu\text{s}/\text{cm}$, para calidad ambiental según los parámetros utilizados oficialmente por El Salvador, según el anexo.

La mayoría de los datos registrados se ubican por abajo del valor guía, con algunos datos bajos, en el mes de octubre, en época de lluvias, y se registran valores altos en marzo y abril, plena época seca.

Registro de TDS: La figura 17, muestra los valores de Sólidos Disueltos Totales en Ahuachapán Sur, se observan diferentes barras de colores para las estaciones de monitoreo, el valor guía es $< 250 \text{ mg}/\text{L}$, para calidad ambiental, según los parámetros utilizados oficialmente por El Salvador, ver en el anexo.

La mayoría de los datos registrados se ubican por abajo del rango o guía.

Registro de TDS en Ahuachapán Sur, 2024.

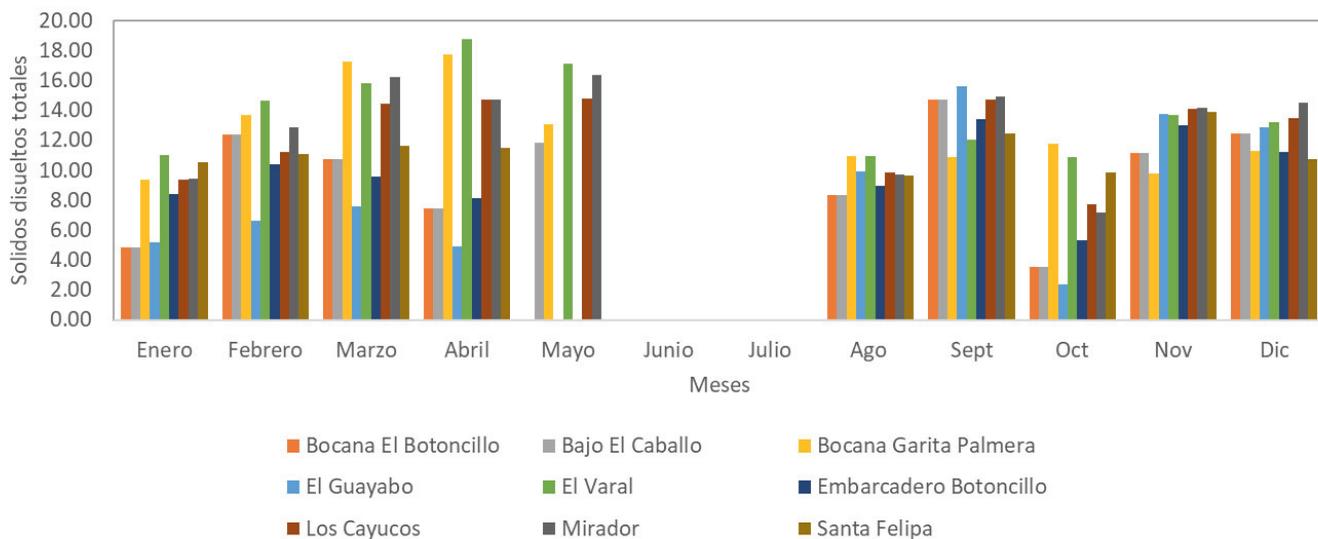


Figura 17. Registro de Sólidos Disueltos Totales, TDS. 2024. Fuente: UNES.

Registro de SAL: La figura 18, muestra los valores de Salinidad en Ahuachapán Sur, se observan diferentes barras de colores para las estaciones de monitoreo, el valor guía es < 30 ppm, para calidad ambiental, según los parámetros utilizados en El Salvador, ver en el anexo.

Registro de TRANS: La figura 19, muestra los valores de Transparencia en Ahuachapán Sur, se observan diferentes barras de colores para las estaciones de monitoreo, el valor guía es < 5 cm, para calidad ambiental, según los parámetros utilizados en El Salvador, ver en el anexo.

La mayoría de los datos registrados se ubican por abajo del rango o guía.

La mayoría de los datos registrados se ubican por abajo del rango o guía.

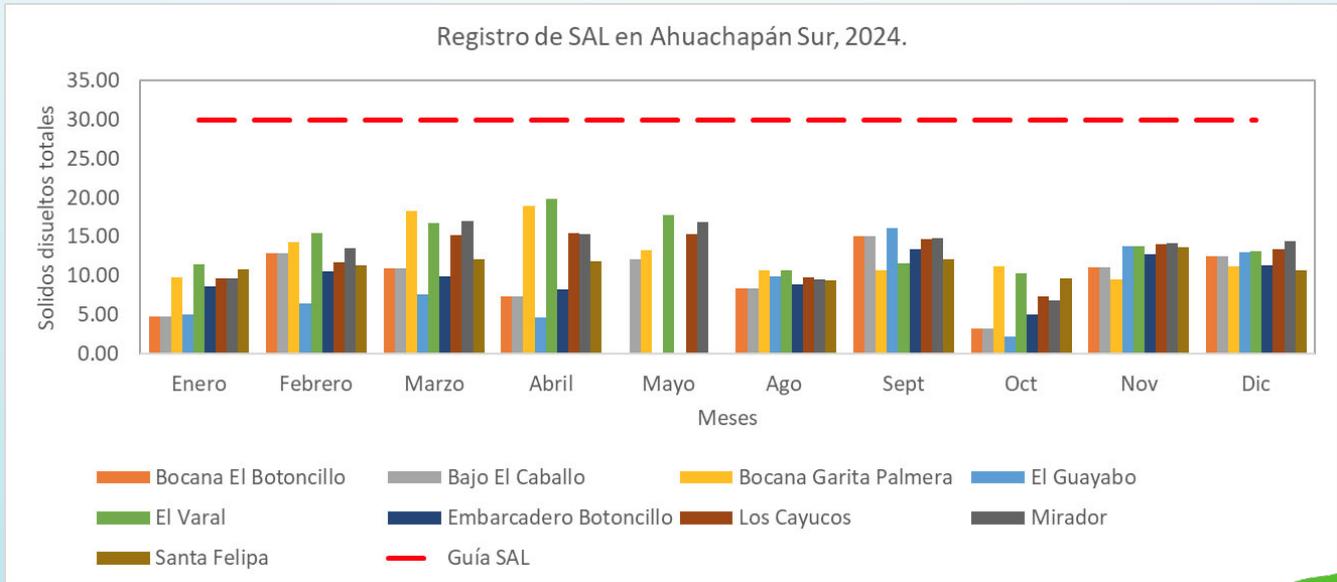


Figura 18. Registros de Salinidad en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.

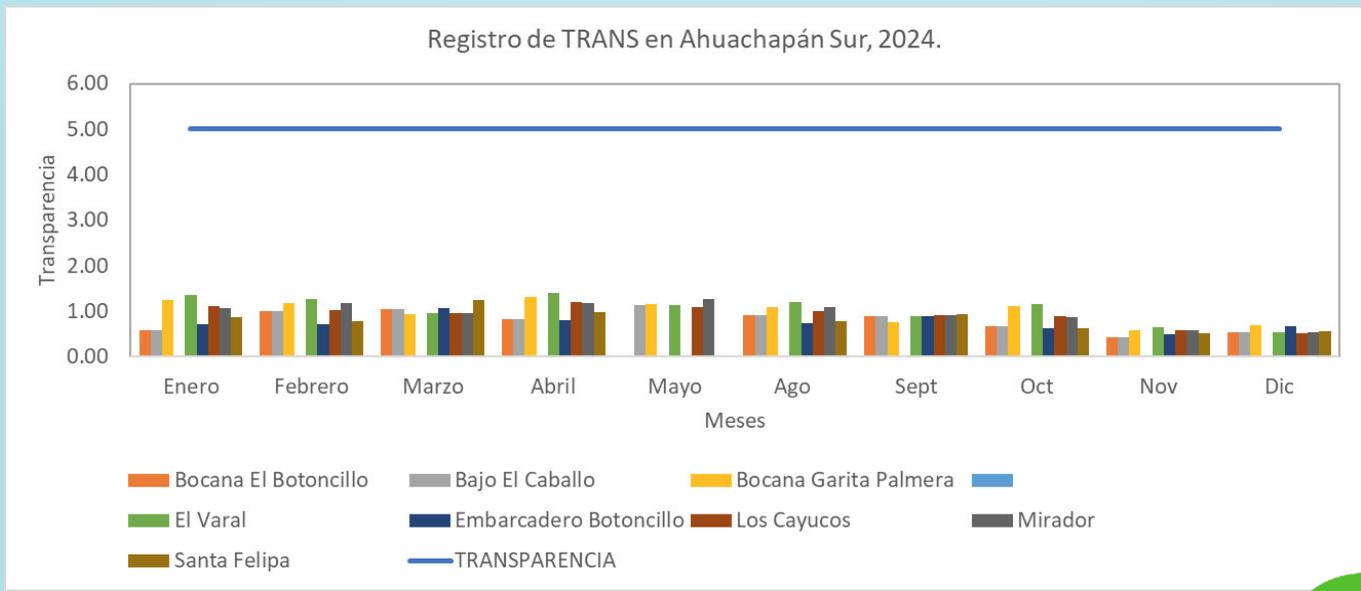


Figura 19. Registro de Transparencia en Ahuachapán Sur, 2024. Fuente: UNES.

8

Eventos extremos: sequías y temporales

A continuación, se resumen la lista de eventos climáticos que fueron alertados por Protección Civil, en el Cuadro 2.

MES	ALERTAS
JUNIO	Declaratoria de alerta Naranja estratificada en 18 municipios de la zona norte del país y Alerta Roja en el resto del país por lluvia de tipo temporal por la Tormenta Tropical Alberto, del 11 al 18 de dicho mes.
JULIO	Aviso a nivel nacional por lluvias y tormentas fuertes por acercamiento y el paso de onda tropical día 18 y día 27.
AGOSTO	Aviso por lluvias generadas por influencia de onda tropical a nivel nacional, día 7.
SEPTIEMBRE	Aviso por incremento de lluvias y tormentas, debido a la influencia de una onda tropical, día 7, 23 y 24.
OCTUBRE	Alerta verde por lluvias tipo temporal y tormentas ocasionales, día 18.
NOVIEMBRE	Alerta Verde inicia por incremento de lluvias y tormentas asociadas a Tormenta Tropical Sara el día 15, continuó con una Alerta estratificada a nivel nacional amarilla en los distritos de la zona costera, área metropolitana y distritos de San Salvador, así como los departamentos San Miguel y La Unión y alerta verde en el resto del país por lluvias intensas y condición de temporal, por la Tormenta Sara, el día 17. Y subió luego a Alerta Naranja el día 18 y 19. Alerta verde por vientos Nortes el día 21.

Cuadro 2. Registro de alertas por mes en Protección Civil, Año 2024. Fuente: Página Web de Protección Civil.



SEQUÍAS

Las sequías meteorológicas se clasifican por el número de días secos consecutivos que registran, durante el año 2024 se registraron periodos cortos sin lluvia, clasificadas como sequías meteorológicas Débiles (D:5 a 10 días secos consecutivos), en 5 estaciones de las 6 en el Río Paz.

De forma ocasional se reportaron sequías meteorológicas Moderadas (M:11 a 15 días secos consecutivos), en 4 estaciones de las 6 del Río Paz y solo en una ocasión se reportó sequía meteorológica

Fuerte (F:15 a 25 días secos consecutivos), según el Cuadro 3.

Típicamente los periodos donde se registran con más frecuencia sequías meteorológicas coinciden con La Canícula, pero en el año 2024, estos periodos secos se movieron hacia el mes de septiembre y octubre, siendo este último mes bastante anómalo.

No se emitieron alertas por la sequía meteorológica de parte del gobierno de El Salvador durante el año 2024.

CUENCA RÍO PAZ						
MES	El Castaño	El Chino	Bola de Monte	El Tamarindo	El Porvenir	Paz y Progreso 2
JUNIO		D		D	D	
JULIO		M		D	D	D
AGOSTO		M		D		
SEPTIEMBRE	M	M	D	D	D	D
OCTUBRE	M	F	D	M	D	M
NOVIEMBRE		D			D	

SIMBOLOGÍA, SEQUÍA	DÉBIL		MODERADA	
	FUERTE		EXTREMA	

Cuadro 3. Sequías débiles, moderadas y fuertes en la red de monitoreo del Río Paz. 2024. Fuente: UNES.



9

Conclusiones

El clima del año 2024 se destacó por alteraciones y efectos de un fenómeno de El Niño que finalizó en el trimestre marzo-abril-mayo y dejó aguas cálidas en el Océano Pacífico Tropical hasta el trimestre mayo-julio-agosto.

Entre las principales anomalías en el clima fue el inicio tardío de la época lluviosa, varios periodos deficitarios catalogados como sequías meteorológicas, muchas fueron débiles, otras moderadas e inclusive se registró una fuerte.

Tanto las variables registradas por las estaciones meteorológicas de Ahuachapán Sur, como la lluvia y la humedad relativa, mostraron un comportamiento muy similar con incrementos durante la época lluviosa, en especial durante los eventos de temporal y luego disminuciones por varias sequías meteorológicas interrumpidos por lluvias intensas, lo que plantea desafíos importantes para la planificación agrícola y la gestión del riesgo climático.

La Sequía del mes de octubre afectó justamente la zona occidental de El Salvador, tal como lo describe el informe de la OMM #1376-2024. Registrándose una sequia fuerte en la estación de El Chino en la cuenca del Río Paz, del 31 de septiembre al 17 de octubre, 18 días secos consecutivos.

Por el contrario y como se está volviendo muy frecuente, la alteración de los patrones históricos estacionales, en un mismo año se registran ambos eventos extremos, sequías y temporales, el año 2024 no fue la excepción, se observaron dos temporales importantes, en junio con la tormenta tropical Alberto y otro temporal también se registró en noviembre por la Tormenta Tropical Sara.

Los fenómenos climáticos alternos entre lluvias, sequía fuerte y temporales que prolongan la época lluviosa, como en el segundo período de siembras, de agosto hasta noviembre, afecta a los medios de vida de los pobladores de Ahuachapán Sur, con impactos en la agricultura, la infraestructura, entre otras.

El inicio tardío de la época lluviosa, periodos intercalados entre lluvias y cortos periodos secos y la prolongación de la época lluviosa hasta noviembre, evidencian una alteración de los ciclos estacionales tradicionales, lo cual podría estar asociado a fenómenos regionales como el cambio climático y la presencia por algún tiempo del Fenómeno de La Niña y la aparición del fenómeno de La Niña.

La información ambiental recopilada por UNES por medio de la red de observadores locales tiene mucho valor entre la población para gestionar las medidas de acción positivas para aprovechar las condiciones climáticas en especial las lluvias abundantes o para preparar medidas de mitigación en caso de eventos extremos.

Los datos recogidos a diario pueden usarse para operar Sistemas de Alerta Temprana locales y tomar medidas anticipatorias ante los riesgos.

La aplicación de la información climática apoya las acciones favorable para el sector agrícola de la zona y apoyar la Seguridad alimentaria.



“Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental” del Decreto #40

PARÁMETRO	LÍMITE
Bacterias Coliformes Totales Coliformes Fecales	Que no excedan de una densidad mayor a los 5000 UFC por 100 ml de muestra analizada Que no excedan de una densidad mayor a los 1000 UFC por 100 ml de muestra analizada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ'5)	No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/L
Oxígeno disuelto	Igual o mayor de 5 mg/L
PH	Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de PH el valor ambiental natural
Turbiedad	No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor
Temperatura	Debe mantenerse en un rango entre los 20 a 30° C o no alterar a un nivel de 5° C la temperatura del cuerpo receptor
Toxicidad	No debe exceder de 0.05 mg/L de plaguicidas órgano clorados

Parámetros determinados y su aplicación en la valoración de la calidad de agua.

PARÁMETRO	UNIDAD	CALIDAD AMBIENTAL	AGUA CRUDA PARA POTABILIZAR	RIEGO SIN RESTRICCIONES	CONSUMO ANIMAL	RECREACIÓN CON CONTACTO
Oxígeno disuelto	mg/L	≥5	≥4			≥5
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5-9	6.5-9.5	6.5-8.4		6.0-9.0
Sólidos disueltos totales	mg/L	≤250	≤500	≤450		
Turbiedad	UNT					≤50
Aceites y grasas	mg/L					≤5
Aluminio	mg/L			≤5	≤5	
Arsénico	mg/L	≤0.15	≤0.01	≤0.1	≤0.2	
Bicarbonatos	mg/L			≤91.5252		
Boro	mg/L		≤0.3	≤0.7	≤0.05	
Cadmio	mg/L	≤0.00025	≤0.003	≤0.01	≤0.05	
Cianuro	mg/L		≤0.07			
Cloruros	mg/L		≤250	≤142		
Cobre	mg/L	≤0.1	≤2	≤0.2	≤0.5	
Coliformes fecales	NMP/100ml	≤1000	≤2000	≤1000		≤200
Conductividad	μS/cm			≤700	≤1500	
Cromo	mg/L	≤0.085	≤0.068	≤0.1	≤1	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBOs)	mg/L	≤5	≤4			
Fenoles	mg/L		≤0.01			
Fósforo total	mg/L	≤0.1	≤0.15			



UNIDAD ECOLÓGICA SALVADOREÑA

Dirección: Calle Camagüey 6G, Colonia Yumuri,
San Salvador, El Salvador

Tel.: (+503) 2260-1465 y 2260-1480.

Correo Electrónico: unes.comunicaciones@unes.org.sv

Website: www.unes.org.sv

Facebook: [uneselsalvador](https://www.facebook.com/uneselsalvador)

Twitter: [@UNES_EISalvador](https://twitter.com/UNES_EISalvador)

