ISSN: 3084-763X

Universidad Nacional de Ucayali

Vicerrectorado de Investigación

Meteorología UNU



Boletín

Vol. 2 - 2024

Estación Meteorológica CP - UNU - Pucallpa

Meteorología UNU: Boletín Vol. 2-2024

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón
Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
Bach. Jeanely Ruiz Morales

Editado por:
Universidad Nacional de Ucayali
Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de Ucayali
Carretera Federico Basadre Km 6.2 - Pucallpa, Perú
Email: vicerrectorado_investigacion@unu.edu.pe

Editor:
Universidad Nacional de Ucayali
Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de Ucayali
Carretera Federico Basadre Km 6.2 - Pucallpa, Perú

Publicado: Mayo 2025
Hecho el Déposito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2025-04156
ISSN: 3084-763X (En línea)

Boletin disponible en:
https://repositorio.unu.edu.pe/

Se reservan los derechos de autor del contenido del presente boletín

Ucayali - Perú

TABLA DE CONTENIDO

	Presentación	**04**
	Cambio climático, calentamiento global y sus efectos	**05**
I.	**Condiciones climatológicas del año 2024**	**09**
1.1	*A nivel global*	*09*
1.2	*A nivel local*	*10*
1.3	*A nivel regional*	*10*
II.	**Condiciones meteorológicas en Pucallpa del año 2024**	**13**
2.1	*Temperatura mínima*	*14*
2.2	*Temperatura máxima*	*15*
2.3	*Temperatura media*	*16*
2.4	*Precipitación*	*17*
2.5	*Horas del sol*	*18*
2.6	*Humedad relativa*	*19*
2.7	*Viento*	*20*
III.	**Fenómeno El Niño**	**22**
IV.	**Fenómeno La Niña**	**24**
V	**Incendios Forestales en Ucayali (agosto-setiembre 2024)**	**26**
5.1	*Efectos en la calidad del Aire y la Salud Pública*	*26*
VI.	**Comentario sobre el calentamniento global y sus impactos en el 2024**	**28**
VII.	**Perú enfrentó su año más cálido en seis décadas: “Temperaturas históricas alcanzaron niveles récord en 2024, según SENAMHI”**	**30**
VIII.	**Equipos e instrumentos en la estación meteorológica**	**32**
8.1	*Barómetro mercurial*	*32*
8.2	*Barómetro digital*	*34*
8.3	*Microbarógrafo 78m*	*36*
8.4	*Termómetro de suelo (geotermómetro)*	*38*
8.5	*Anemómetro totalizador*	*40*
8.6	*Tanque de evaporación*	*42*
8.7	*Veleta de wild*	*44*
8.8	*Abrigo meteorológico*	*46*
8.9	*Termómetro mínimo*	*48*
8.10	*Termómetro máximo*	*50*
8.11	*Psicrómetro*	*52*
8.12	*Higrógrafo*	*54*
8.13	*Pluviógrafo*	*56*
8.14	*Pluviómetro*	*58*
8.15	*Heliógrafo*	*60*

TABLA DE CONTENIDO

IX	**Conclusiones y recomendaciones**	**62**
9.1	***Conclusiones***	***62***
9.1.1	*Impacto Diferenciado de El Niño y La Niña*	*62*
9.1.2	*Vulnerabilidad de la Amazonía Peruana*	*62*
9.1.3	*Pronósticos para 2025*	*63*
9.2	***Recomendaciones***	***63***
9.2.1	Monitoreo y Análisis Climático	63
9.2.2	Colaboración Interinstitucional	63
9.2.3	Preparación Comunitaria	63
9.2.4	Fortalecimiento de Infraestructura y Recursos	64
X	**Referencias**	**65**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. 13
Climograma de la ciudad de Pucallpa (enero – diciembre) del 2024.
Gráfico 2. 14
Variación de la temperatura mínima mensual del año 2024.
Gráfico 3. 15
Variación de la temperatura máxima mensual del año 2024.
Gráfico 4. 16
Variación de la temperatura media mensual del año 2024.
Gráfico 5. 17
Variación de la precipitación total mensual del año 2024.
Gráfico 6. 18
Variación de las horas total de sol por mes (enero – diciembre) del año 2024.
Gráfico 7. 19
Variación de la humedad relativa por mes (enero – diciembre) del año 2024.
Gráfico 8. 20
Variación de la velocidad media mensual de los vientos del año 2024.

BOLETÍN METEOROLÓGICO

Publicación de la Estación Meteorológica Climatológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali – Pucallpa

AUTORIDADES

Dr. Edgardo Leoncio Braúl Gomero
Rector

Dr. Julio Cesar Pastor Segura
Vicerrector Académico

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
Vicerrector de Investigación

Dr. Dina Pari Quispe
Directora de Investigación e Innovación

Autores
Dr. Noé Klever Guadalupe Baylon
Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
Bach. Jeanely Ruiz Morales

Colaboradores
Tec. Mauro Macedo Gómez - Observador meteorológico

CORRESPONDENCIA:

Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de Ucayali
Carretera Federico Basadre Km 6.2
Pucallpa, Perú
Correo institucional: vicerrectorado_investigacion@unu.edu.pe

Información sobre el boletín:

La Estación Climatológica Principal UNU-SENAMHI-PUCALLPA elabora anualmente el Boletín Meteorológico, una publicación que recopila datos de temperatura, precipitaciones y eventos climáticos extremos, además de información técnica sobre los instrumentos meteorológicos empleados. Asimismo, incluye avisos meteorológicos y estudios especializados que analizan el impacto de los fenómenos El Niño y La Niña en el entorno amazónico. El boletín también ofrece columnas de opinión y casos de estudio de interés, brindando una visión integral de la dinámica climática. Su distribución es gratuita, promoviendo el acceso al conocimiento científico y ambiental.

Presentación



El año 2024 ha sido un periodo de contrastes eventos climáticos en la región de Ucayali, marcado por fluctuaciones en la temperatura y la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos. Este boletín meteorológico anual presenta un análisis detallado de las condiciones climáticas observadas a lo largo del año 2024, destacando los fenómenos más relevantes que han impactado a la región. El objetivo principal es brindar información precisa y actualizada que facilite la toma de decisiones en sectores estratégicos como la agricultura, la gestión de recursos hídricos y la infraestructura urbana, es así, que los datos recopilados en la Estación Climatológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali en Pucallpa constituyen una herramienta fundamental para el desarrollo de estudios científicos, académicos, proyectos y estrategias que promuevan la adaptación al cambio climático.

Por tal sentido, se registraron importantes variaciones climáticas influenciadas por patrones globales, como los fenómenos El Niño y La Niña, que alteraron las condiciones normales de temperatura y precipitación en la región. Además, se abordaron eventos significativos locales, como los incendios forestales en Pucallpa ocurridos entre agosto y septiembre, que generaron efectos adversos en la salud pública, el medio ambiente y la economía, resaltando la necesidad de fortalecer las estrategias de mitigación y adaptación. Además, el presente boletín incluye información sobre los equipos e instrumentos utilizados en la Estación Climatológica, fundamentales para la obtención de datos precisos basados en la información provista por la estación y procesado por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) que, a su vez, permiten realizar análisis confiables y la toma de decisiones informadas. La publicación del boletín, está dirigido a investigadores, estudiantes, planificadores y al público interesado en la meteorología y climatología de Ucayali. Se espera que la información proporcionada contribuya a la investigación científica y fomente la implementación de acciones para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la resiliencia de la región.

Cambio climático, calentamiento global y sus efectos

Por: Ing° MSc. Edgar J. Díaz Zúñiga Dr.
Vicerrector de Investigación- UNU



Empezamos aclarando dos conceptos que, si bien están estrechamente relacionados, con frecuencia se toman de manera errónea como sinónimos: el cambio climático y el calentamiento global. Existe una importante diferencia, y es que, el calentamiento global es la causa del cambio climático, es decir, el aumento de la temperatura del planeta provocado por las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero derivadas de la actividad del ser humano, están provocando variaciones en el clima que de manera natural no se producirían.

El cambio climático tiene efectos tanto directos como indirectos en los sistemas agroalimentarios debido a regímenes de precipitaciones y temperaturas cambiantes e impredecibles, una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos y catástrofes como sequías e inundaciones y brotes de plagas y enfermedades.

Cuando hablamos de calentamiento global nos referimos al aumento, más allá del nivel normal, de la capacidad de la atmósfera para retener calor. Esto ha venido sucediendo debido a un aumento progresivo de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera durante los últimos 100 años. Este aumento ha sido provocado por actividades humanas que producen emisiones excesivas de gases de efecto invernadero. El incremento de este fenómeno podría tener graves consecuencias para la vida en la Tierra en un futuro próximo, como veremos más adelante. Entre los gases de efecto invernadero cuya concentración está aumentando se encuentran el dióxido de carbono (CO2), el metano y el óxido nitroso. Por la cantidad en la que se emite, el CO2 es el gas que más ha contribuido al calentamiento global. Sus emisiones representan aproximadamente el 55% del total de las emisiones globales de

gases de efecto invernadero. Su tiempo en la atmósfera es de al menos cien años; esto significa que las emisiones actuales tienen efectos duraderos, lo que podría tener como resultado impactos en el régimen climático a lo largo de siglos. La atmósfera, la capa de aire que rodea el planeta Tierra, está formada por varios gases. Los principales son el Nitrógeno (N2) y el Oxígeno (02) que, en conjunto, constituyen alrededor del 99% de la atmósfera. Algunos otros gases están presentes en pequeñas cantidades, incluidos los conocidos como "gases de efecto invernadero". El dióxido de carbono (CO2), metano (CH4), óxido nitroso (N2O) y vapor de agua son gases de efecto invernadero, debido a que tienen la capacidad de retener calor en la atmósfera, de manera similar a como el revestimiento de un invernadero lo hace para el cultivo de plantas. El vapor de agua y el dióxido de carbono tienen la propiedad de permitir que las ondas electromagnéticas que llegan del Sol atraviesen la atmósfera y calienten la superficie terrestre. Sin embargo, esta misma capa dificulta el escape de la radiación infrarroja emitida por la Tierra. Esto evita una pérdida excesiva de calor irradiado al espacio, especialmente durante la noche, manteniendo así la Tierra caliente. Este fenómeno ocurre desde hace millones de años y es necesario, porque sin él la temperatura media de la Tierra sería 33°C más baja y la vida en el planeta, tal como la conocemos, no sería posible.

Como resultado del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, la temperatura media global que ya aumentó 0.7 grados centígrados en los últimos 100 años, aumentaría entre 1,4 y 5,8°C a lo largo de este siglo, (tomando como base el año 1990). A pesar que la franja de incremento es grande, el valor más probable es un calentamiento entre 2 a 4 grados centígrados. Este aumento de temperatura no será homogéneo, algunas regiones se calentarán más que otras. En particular, las regiones polares (Ártico y la Antártida) y las regiones tropicales serán las más fuertemente afectadas.

La temperatura en las regiones tropicales puede aumentar en torno de 2 a 6°C hasta el final de este siglo. Específicamente en la Amazonía, la temperatura podrá sufrir un aumento medio de 1,8 a 7,5°C hasta 2080, lo que traería graves consecuencias para sus ecosistemas, con pérdida de hábitat y extinción de especies. Muchos de estos efectos ya se están haciendo visibles en la amazonía: inundaciones intensas y sequías históricas, que afectan y afectarán de manera directa a la fauna silvestre e impactan en la población indígena y rural que sobrevive gracias al aprovechamiento de los recursos que la rodean. Estos cambios inciden dramáticamente en el aumento de los índices de desnutrición de las comunidades rurales e indígenas de la Amazonia, ya que hoy, sin duda alguna, la disponibilidad de los recursos es menor que la existente hace una década. Si no se mitiga el problema, los efectos sobre la biodiversidad y sobre las comunidades rurales serán dramáticos.

El año 2024 ha sido el más caluroso de este siglo y que ha traído consigo una serie de alteraciones en el clima, causando impactos significativos en las actividades socioeconómicas en todo el mundo. El cambio climático amenaza nuestra capacidad de garantizar la seguridad alimentaria mundial, erradicar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible. En 2016, el 31 % de las emisiones mundiales generadas por la actividad humana provinieron de los sistemas

agroalimentarios. Esto incluye la deforestación, la producción ganadera, la gestión de los suelos y nutrientes y la pérdida y el desperdicio de alimentos. Las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero están atrapando más calor en la atmósfera, lo que ocasiona el calentamiento de la Tierra. Puntualmente en el sector agricultura y producción de alimentos, los patrones climáticos han afectado la producción de cultivos, lo que ha llevado a pérdidas económicas y escasez de alimentos; el aumento de la temperatura y la sequía han reducido la productividad de la tierra y han aumentado la frecuencia de plagas y enfermedades en los cultivos. En Pesca y acuicultura, el cambio climático ha alterado la distribución y la abundancia de las especies marinas, lo que ha afectado la pesca y la acuicultura; el aumento del nivel del mar y la acidificación de los océanos han dañado los hábitats marinos y han reducido la biodiversidad. En Infraestructura y transporte, el cambio climático ha aumentado el riesgo de desastres naturales, como inundaciones y huracanes, que han dañado infraestructuras críticas, como carreteras, puentes y aeropuertos; el aumento del nivel del mar y la erosión costera han afectado la infraestructura portuaria y han reducido la eficiencia del transporte marítimo. En Salud pública, el cambio climático ha aumentado la frecuencia y la gravedad de los eventos climáticos extremos, lo que ha llevado a un aumento en la morbimortalidad y en los costos de atención médica; el cambio climático también ha aumentado la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue y la malaria. En economía y empleo, el cambio climático ha tenido un impacto significativo en la economía global, ya que ha aumentado los costos de producción, ha reducido la productividad y ha aumentado la incertidumbre económica; el cambio climático también ha afectado el empleo, ya que ha reducido la demanda de mano de obra en ciertos sectores, como la agricultura y la pesca, y ha aumentado la demanda de mano de obra en otros sectores, como la construcción y la instalación de sistemas de energía renovable.

©Photo: ©FAO/Roberto Faiduti

©Photo: Junior Raborg

©Photo: Rini Sulaima/CIFOR

©Photo: M.P. de Mariscal Ramón Castilla

©Photo: EFE/RAJAT GUPTA

©Photo: Edmar Barros (AP)

I Condiciones climatológicas del año 2024

Las condiciones climáticas atípicas registradas en el año 2024, con incrementos significativos en las temperaturas máximas y mínimas en comparación con años anteriores, evidenciaron alteraciones en los patrones climáticos. En este sentido, se presenta un análisis detallado de los principales parámetros meteorológicos y eventos climáticos a nivel global, nacional y local, subrayando la urgente necesidad de monitorear estos cambios para mitigar sus posibles impactos. Asimismo, se presenta un análisis exhaustivo de variables como las temperaturas máximas, mínimas, media, precipitación, humedad relativa, presión atmosférica, viento y horas de sol, con datos proporcionados por la Estación Climatológica UNU Pucallpa.

1.1. A nivel global

El cambio climático ha acelerado en los últimos años, llevando a temperaturas extremas globales. En 2024, este fenómeno se intensificó, con una temperatura global promedio que superó en 1,54 °C los niveles preindustriales entre enero y septiembre, impulsado principalmente por El Niño y la acumulación de gases de efecto invernadero. El umbral de 1,5 °C hace referencia al aumento de temperatura respecto a los niveles preindustriales (siglo XIX), antes de que la humanidad comenzara a emitir grandes cantidades de CO_2. Según National Geographic, (2024) informa que el umbral fue establecido en el Acuerdo de París para evitar los peores efectos del cambio climático. Si la temperatura global supera los 1,5 °C, se intensificarán fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor, huracanes, sequías, inundaciones, deshielo acelerado de los polos, aumento del nivel del mar y pérdida de biodiversidad.

Los niveles de dióxido de carbono alcanzaron 426,90 partes por millón en mayo, lo que representa un aumento de 2,9 partes por millón respecto al año anterior. Este aumento, junto con los altos niveles de metano y óxido nitroso, muestra un incremento acelerado en los gases de efecto invernadero, principalmente debido a actividades humanas (OMM, 2024). La Vigilancia Mundial de los Gases de Efecto Invernadero, dirigida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), tiene como objetivo mejorar el monitoreo de estos gases para apoyar las acciones de mitigación del cambio climático. Estos esfuerzos son clave para entender y combatir el cambio climático de manera más efectiva (OMM, 2024).

En otras fuentes confirman que el mundo experimentó un año sin precedentes en términos climáticos, marcado por temperaturas récord. Según el Servicio de Cambio Climático de Copernicus, National Geographic (2024) señala que octubre fue uno de los meses más cálidos, con severas sequías en Sudamérica y el sur de África, mientras que lluvias extremas afectaron zonas como España. Este comportamiento climático en octubre resalta la vulnerabilidad de diversas regiones ante fenómenos extremos, evidenciando la necesidad de monitorear y adaptarse a los cambios constantes en las condiciones meteorológicas.

1.2. A nivel local

Durante el año 2024, Perú vivió un periodo climático excepcional al registrar su mayor temperatura promedio nacional en los últimos sesenta años, con 20.26 °C. Este nivel representó un incremento de 1.22 °C sobre la media habitual, marcando una desviación térmica histórica sin precedentes. Fenómenos como El Niño jugaron un papel crucial, afectando especialmente a la costa peruana, donde las temperaturas aumentaron hasta 2.1 °C. Este fenómeno también impactó la sierra, con anomalías de 1.17 °C debido a una menor cobertura nubosa. De acuerdo con los registros históricos del Senamhi, los 11 años más cálidos en la historia reciente de Perú corresponden a 2024, 2023, 1997, 2016, 2015, 1998, 1969, 2019, 2017, 2014 y 2018. Todos estos años superaron la temperatura promedio nacional anual, pero la particularidad de 2024 es que la anomalía de 1 °C es la más pronunciada en la serie histórica, Infobae (2024). Estas condiciones meteorológicas extremas reflejan los profundos cambios que está experimentando el clima regional.

Los datos históricos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi) confirman que el 2024, junto con el 2023 y otros años recientes, destacan como los más cálidos en las últimas décadas. Esto subraya un patrón de incremento continuo en las temperaturas que evidencia un cambio climático persistente y de amplia magnitud (Infobae, 2024)

A pesar de la influencia limitada del fenómeno El Niño, las altas temperaturas fueron persistentes durante el año. En la costa, los picos térmicos se registraron en verano, mientras que en la sierra entre abril y septiembre. La Amazonía alcanzó temperaturas superiores a los 40 °C en septiembre y octubre, debido a un Atlántico norte excepcionalmente cálido, como subrayó el Senamhi (El Peruano, 2024).

El impacto nacional en Perú en 2024 fue evidente en tres aspectos clave: el calentamiento del mar en la costa, que vinculó las temperaturas extremas a la afectación de la fauna marina y las actividades pesqueras; la reducción de la nubosidad en la sierra, que acentuó las temperaturas anómalas, afectando la agricultura y otros sectores productivos; y las temperaturas superiores a 40 °C en la selva, lo que generó preocupaciones sobre el impacto en los ecosistemas tropicales y la salud humana (Nacional, 2024). En conclusión, estas alteraciones climáticas resaltan la necesidad urgente de fortalecer las estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático para proteger a Perú y sus ecosistemas ante futuros desafíos.

1.3. A nivel regional

A nivel regional, las intensas lluvias en Ucayali, ocurridas en febrero de 2024, provocaron inundaciones severas que afectaron a más de 40 comunidades nativas de Purús (Gonzales, 2024). Estas lluvias causaron la pérdida de cultivos esenciales como plátano y yuca, afectando el sustento local, y aumentaron la incidencia de enfermedades, especialmente entre niños, mujeres embarazadas y ancianos. La falta de acceso debido al aislamiento geográfico dificultó

la llegada de ayuda oportuna, empeorando la situación. En este contexto, el cambio climático ha jugado un papel clave, ya que el aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, como las lluvias intensas, está amplificando la vulnerabilidad de estas comunidades. Las alteraciones en los patrones climáticos han generado condiciones más propensas a desbordes de ríos y a la intensificación de las precipitaciones, exacerbando los efectos de las inundaciones y complicando las labores de respuesta (Gonzales, 2024).

Uno de los eventos meteorológicos más significativos del año 2024, fueron los incendios forestales. Según (COEN, 2024), en sus reportes informaron que en Ucayali se registraron más de 10 focos activos de incendios forestales, entre ellos se mencionan los distritos de Alexander Von Humboldt y Campo Verde durante el mes de septiembre de 2024 causando daños graves. En Alexander Von Humboldt, el incendio afectó 4 hectáreas de cultivos y provocó la pérdida de una vida humana en el caserío Corazón de Jesús y gracias a las condiciones meteorológicas favorables fue extinguido. En Campo Verde, el 4 de septiembre otro incendio destruyó 10 hectáreas de cobertura natural en la zona del Km 20 de la Carretera Federico Basadre, afortunadamente, no se registraron víctimas humanas. Estos eventos reflejaron la creciente amenaza de los incendios forestales en la región y subrayaron la importancia de implementar estrategias de prevención y respuesta más efectivas para mitigar el impacto.

Los incendios en Ucayali estuvieron relacionados con la práctica de quema de rastrojos, una técnica agrícola tradicional que, en combinación con las condiciones meteorológicas adversas de septiembre y octubre, facilitó la rápida propagación del fuego. Durante estos meses, se registraron fuertes vientos y un tráfico intenso de corrientes de aire, lo que contribuyó al incremento de la magnitud de los incendios (COEN, 2024). Este evento pone en evidencia la relación entre factores climáticos y actividades humanas, subrayando la necesidad de implementar estrategias preventivas y de respuesta inmediata para mitigar los impactos de futuros eventos similares en la región, protegiendo tanto el medio ambiente como los recursos de las comunidades afectadas.

©Photo: Manuel Torres

©Photo: Internet

©Photo: ANDINA/GORE Ucayali

©Photo: Freepick

©Photo: RPP

©Photo: Stock Adobe

II Condiciones meteorológicas en Pucallpa del año 2024

En 2024, la estación climatológica de la Universidad Nacional de Ucayali registró una notable variabilidad en la temperatura media, la precipitación, y las temperaturas máximas y mínimas. La temperatura media anual fue de 27,9°C, con fluctuaciones mensuales que reflejan el clima cálido de la región. Los meses más cálidos fueron octubre y septiembre, con 29,2°C y 29°C, respectivamente, mientras que junio, con 26,4°C, fue el mes más fresco. En términos de precipitaciones, los meses más lluviosos fueron febrero y diciembre, con 280,2 mm y 195,6 mm, respectivamente, mientras que los menos lluviosos fueron junio y julio, con solo 28,2 mm y 31 mm. La relación entre la precipitación y la temperatura muestra que, durante los meses de mayor lluvia, como febrero y diciembre, las temperaturas máximas promedio fueron más altas, alcanzando los 32,5°C en febrero y 34,7°C en septiembre. Esto indica que, aunque las lluvias fueron intensas, las temperaturas no descendieron significativamente, lo que es característico de la región amazónica, donde la humedad y el calor coexisten. Las temperaturas mínimas mensuales también fueron relativamente estables, con un promedio de 24,5°C en enero y un mínimo de 21,6°C en julio. Estas temperaturas mínimas muestran que, a pesar de las variaciones en las precipitaciones y las temperaturas máximas, las noches son moderadamente frescas en comparación con los días calurosos. La relación entre estas variables es fundamental para entender los patrones climáticos que influyen en las actividades agrícolas y forestales, ya que la temperatura afecta directamente la evapotranspiración y la absorción de agua por las plantas, mientras que las lluvias determinan la disponibilidad de agua para los cultivos.

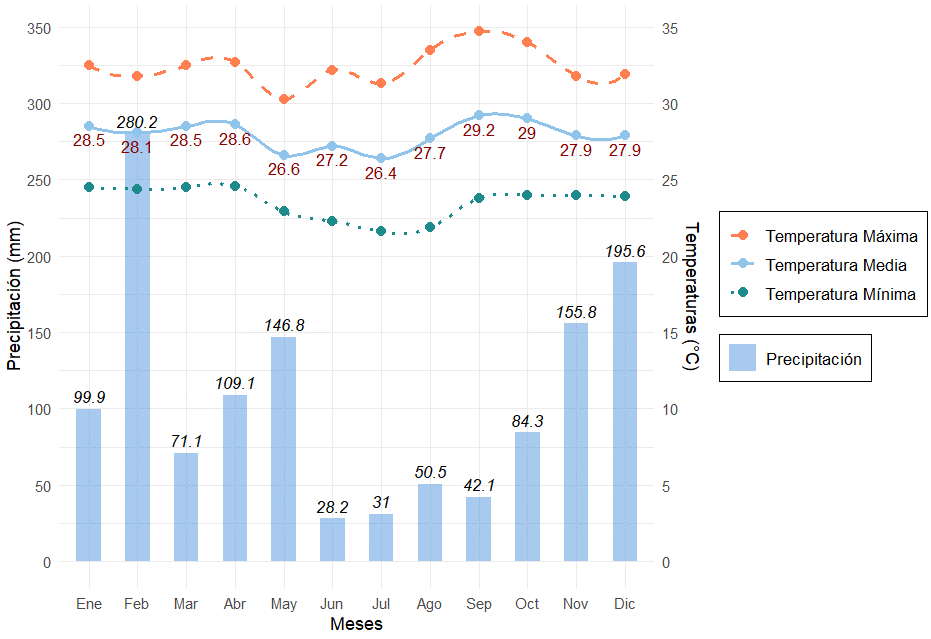


Gráfico 1. *Climograma de la ciudad de Pucallpa (enero – diciembre) del 2024.*

2.1. Temperatura mínima

En el gráfico 2 muestra la temperatura mínima mensual de una ligera variabilidad a lo largo del año 2024, con valores relativamente estables. Se puede observar que enero inicia el año con una temperatura mínima promedio de 24.5°C, muy similar a febrero (24.4°C), con una ligera disminución. En marzo y abril, la temperatura mínima se mantiene casi constante, alcanzando 24.5°C y 24.6°C, respectivamente, mostrando una leve tendencia al alza. Sin embargo, en mayo, la temperatura mínima disminuye a 22.9°C, marcando el inicio de una tendencia más fresca hacia el medio del año debido a las recurrentes lluvias registradas. En junio y julio, las temperaturas mínimas siguen descendiendo, alcanzando 22.3°C y 21.6°C, respectivamente, siendo los meses más frescos del año. Agosto muestra una ligera recuperación con 21.9°C, pero sigue estando por debajo de los primeros meses del año. En septiembre, la temperatura mínima aumenta nuevamente a 23.8°C, y en octubre, se estabiliza en 24°C. Noviembre muestra un alza significativa con 24°C, antes de que las temperaturas mínimas bajan ligeramente en diciembre a 23.9°C. Este patrón muestra una ligera disminución de las temperaturas mínimas durante los meses de mayo a julio con un ligero repunte hacia finales de año y las temperaturas se mantienen generalmente en rangos cálidos sin fluctuaciones extremas.

En cuanto a los promedios de las temperaturas mínimas anuales, en 2024, el valor mínimo fue de 23.5°C, lo que representa un aumento en comparación con el año 2023, que registró 21.4°C mencionó el Ministerio del Ambiente, (2024). Este incremento en las temperaturas mínimas anuales podría indicar un cambio gradual en los patrones climáticos, lo que podría afectar las condiciones ambientales y los ecosistemas locales.

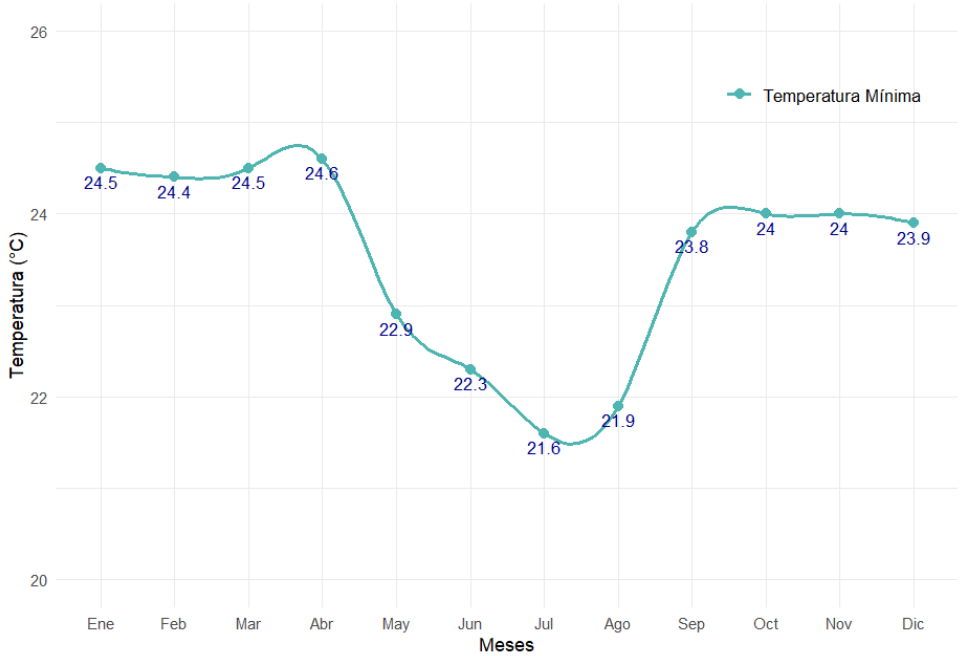


Gráfico 2. *Variación de la temperatura mínima mensual del año 2024.*

2.2. Temperatura máxima

El análisis de la temperatura máxima mensual de 2024 refleja un año predominantemente cálido con fluctuaciones notables. Los primeros meses, enero con 32.5°C, febrero (31.8°C) y marzo (32.5°C), inician con temperaturas elevadas. Abril sube ligeramente a 32.7°C, pero mayo presenta un descenso a 30.3°C, marcando una transición hacia meses más frescos. En junio y julio, las temperaturas máximas oscilan entre 32.2°C y 31.3°C, mostrando estabilidad relativa. Agosto marca un repunte a 33.5°C como se observa en el grafico 3, anticipando un período más cálido. Septiembre destaca como el mes más caluroso del año con 34.7°C, seguido por octubre con 34°C, lo que evidencia un período de calor intenso y prolongado. La NASA (2024) menciona que este comportamiento es consistente con datos globales del Instituto Goddard, que registró en septiembre de 2024 un aumento de 1.26 °C sobre los niveles de referencia (1951-1980), posicionándolo como el segundo septiembre más cálido registrado. Noviembre desciende ligeramente a 31.8°C, mientras diciembre cierra el año con 31.9 °C, la temperatura máxima estable, aunque aún cálida. En general, el año mostró un patrón de temperaturas altas persistentes, con enfriamientos leves en mayo y diciembre, y un calor significativo en septiembre y octubre, que fueron los meses más extremos. Este comportamiento resalta la naturaleza calurosa y las fluctuaciones climáticas de Pucallpa a lo largo del año.En relación con los promedios máximos anuales, en 2024, según los registros de la estación climatológica principal UNU-SENAMHI, el valor máximo anual alcanzó los 32.4°C, lo que resultó ser ligeramente inferior al valor máximo del año anterior, dado que el Ministerio del Ambiente (2024) señala que la máxima anual del 2023 en Ucayali fue de 33°C. Aunque la diferencia no es significativa, este pequeño descenso podría sugerir una ligera reducción en las temperaturas máximas, a pesar de los períodos de calor intenso a lo largo del año.

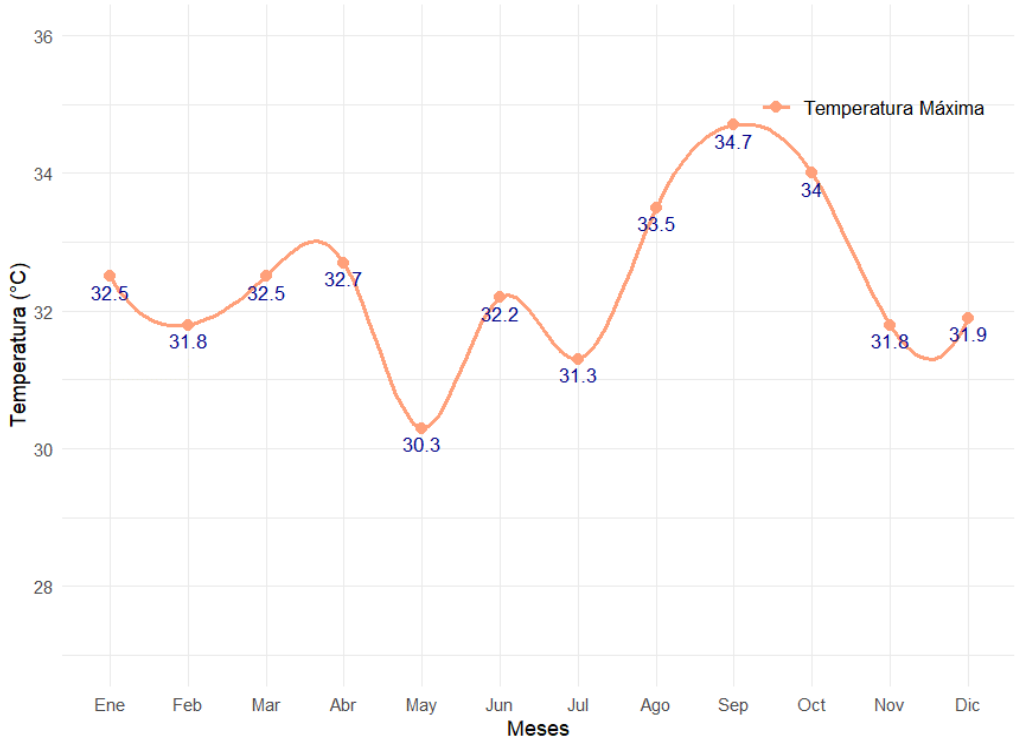


Gráfico 3. *Variación de la temperatura máxima mensual del año 2024.*

2.3. Temperatura media

El gráfico 4 la temperatura media mensual para el 2024 muestra una variabilidad moderada durante el año. En enero, la temperatura media es de 28.5°C, lo que indica un mes cálido. En febrero, disminuye ligeramente a 28.1°C, pero sigue siendo cálido. En marzo y abril, la temperatura se mantiene estable en 28.5°C y 28.6°C, lo que sugiere que el clima sigue cálido al inicio del año. En mayo, la temperatura media baja a 26.6°C, marcando una ligera frescura debido a las lluvias, lloviznas y chubascos que ocurrieron en dicho mes, ocasionando un friaje de mayo. En junio, sube a 27.2°C, mostrando una recuperación, pero aún más baja que los primeros meses. Julio es el mes más fresco con 26.4°C, mientras que, en agosto, la temperatura aumenta a 27.7°C, mostrando un repunte hacia el final del invierno. En septiembre, la temperatura sube a 29.2°C, el valor más alto del año. En octubre, se mantiene en 29.0°C, y en noviembre, baja ligeramente a 27.9°C. Finalmente, en diciembre, la temperatura es de 27.9 °C muestra una tendencia de aumento hacia el final del año, con una ligera disminución entre mayo y julio, cerrando el año con valores frescos comparado con los meses más cálidos.

En cuanto a la temperatura media anual, en 2024 fue de 27.9°C, lo que representa un incremento respecto a los 26.8°C registrados en 2023 (Ministerio del Ambiente, 2024). Este aumento de 1.1°C refleja un año más cálido en comparación con el anterior, lo que podría estar relacionado con cambios en los patrones climáticos y las condiciones locales que favorecieron un incremento general en las temperaturas.

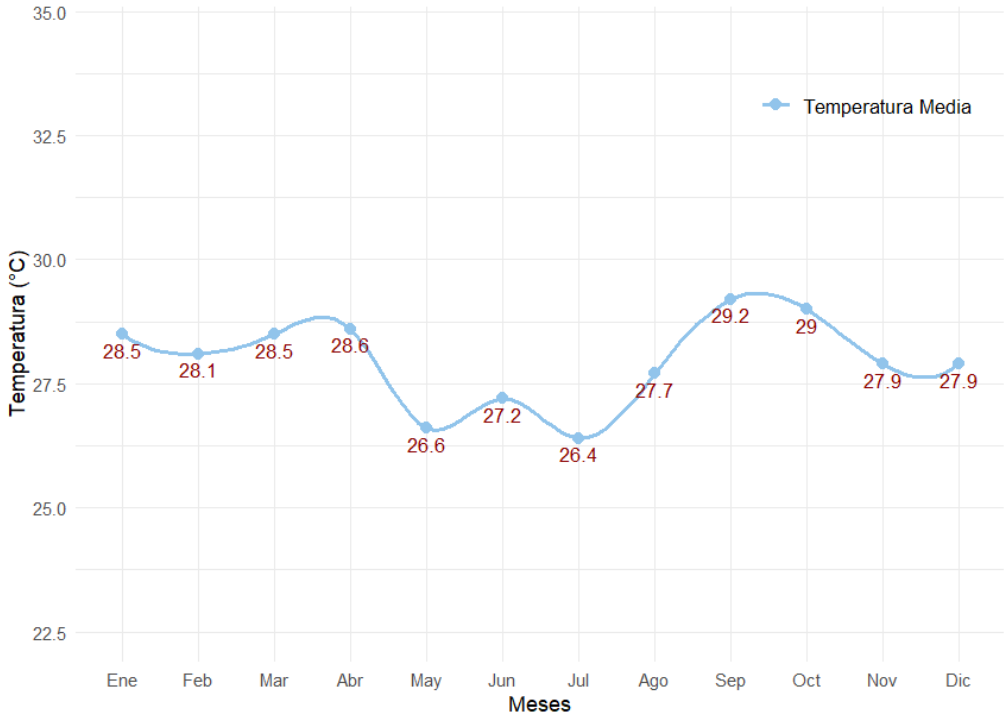


Gráfico 4. *Variación de la temperatura media mensual del año 2024.*

2.4. Precipitación

El gráfico 5 las precipitaciones mensuales para el 2024 muestra un patrón claro de variabilidad a lo largo del año. Como dato de gran relevancia, febrero fue el mes más lluvioso, con 280.2 mm, lo que indica un fuerte pico en las precipitaciones. Después de este mes, las lluvias disminuyen considerablemente, en marzo (71.1 mm) y abril (109.1 mm) mostrando una reducción notable, aunque aún por encima de los niveles bajos del resto del año. En mayo, las precipitaciones siguen siendo moderadas con 146.8 mm, pero comienza a notarse la tendencia a la baja en la cantidad de lluvias. Los meses de junio y julio son los más secos, con solo 28.2 mm y 31 mm, reflejando un periodo claro de sequía, típico en muchas regiones tropicales o subtropicales durante la mitad del año. En agosto y septiembre, las precipitaciones aumentan ligeramente a 50.5 mm y 42.1 mm, pero siguen siendo bajas en comparación con los meses más lluviosos. A partir de octubre, las lluvias se incrementan nuevamente a 84.3 mm, y en noviembre y diciembre se observa un repunte considerable, con 155.8 mm y 195.6 mm respectivamente, especialmente en diciembre, que cierra el año con una de las precipitaciones más altas. Este patrón evidencia una clara estacionalidad de lluvias intensas a principios de año, una sequía media y un repunte en el final en la ciudad de Pucallpa.

En cuanto a las precipitaciones totales anuales, en 2024, la cantidad total fue de 1,294.6 mm, significativamente más baja que los 2,308.7 mm registrados en 2023 (Ministerio del Ambiente, 2024). Este descenso en las precipitaciones anuales podría indicar una variabilidad climática que afectó la cantidad de lluvias, particularmente la disminución en los meses de mayor sequía, como junio y julio, aunque aún se registraron picos importantes a principios y finales de año.

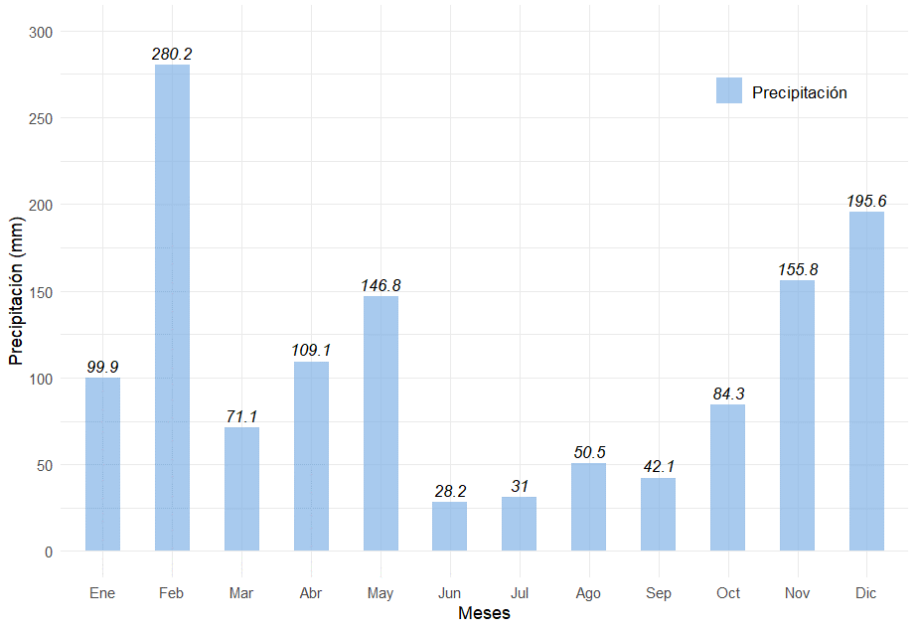


Gráfico 5. *Variación de la precipitación total mensual del año 2024.*

2.5. Horas sol

El número de horas de sol es otro parámetro relevante para entender cómo el clima varía a lo largo del año. Durante los primeros meses del año, la cantidad de horas de sol es moderada, pero se incrementa de manera significativa hasta alcanzar su máximo en junio, con 202.2 horas. Este aumento podría estar relacionado con la estabilidad atmosférica típica de la estación seca, cuando las precipitaciones disminuyen y el cielo permanece despejado, permitiendo una mayor radiación solar. Sin embargo, a partir de septiembre, el número de horas de sol disminuye considerablemente a 93.2 horas como se observa en el grafico 6. Este descenso puede ser resultado de la presencia de nublados asociados con las lluvias tardías de la transición entre las fases del Fenómeno El Niño y la presencia de humadera causada por los incendios forestales ocurridos en ese mismo mes, dificultando la radiación solar directa. Las horas de sol tienen un impacto importante sobre los cultivos, ya que muchas plantas dependen de la luz solar para su fotosíntesis. La disminución de horas de sol en los meses de transición afecta la productividad de los cultivos y puede agravar las condiciones de sequedad en los suelos. La variabilidad en las horas de sol también afecta la calidad del aire y la temperatura local, lo que puede alterar los patrones meteorológicos y la dinámica de los ecosistemas. Este parámetro debe ser considerado cuando se evalúan las condiciones climáticas para actividades agrícolas y ecoturismo.

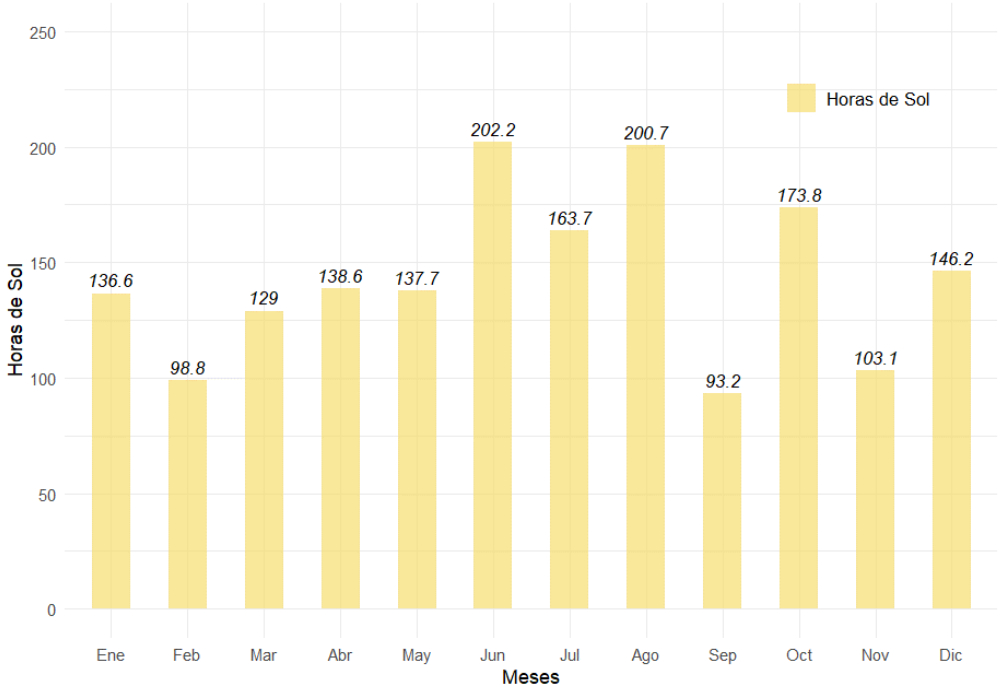


Gráfico 6. *Variación de las horas total de sol por mes (enero – diciembre) del año 2024.*

2.6. Humedad relativa

La humedad relativa juega un papel crucial en la evaluación de las condiciones climáticas y su interacción con las precipitaciones y las temperaturas. A lo largo del año, la humedad relativa disminuye progresivamente desde el 81.1% en enero hasta llegar al 69.2% en septiembre, lo que refleja un cambio hacia condiciones más secas. Este descenso es evidente especialmente durante los meses de junio a septiembre, cuando las precipitaciones son mínimas y las temperaturas alcanzan su punto máximo. La disminución de la humedad también está vinculada a un aumento de la radiación solar, ya que los días más soleados y calurosos favorecen la evaporación del agua en la atmósfera, reduciendo la capacidad de retención de humedad. Sin embargo, hacia finales de año, en diciembre, la humedad comienza a aumentar nuevamente, coincidiendo con el retorno de las lluvias y la estabilización de las temperaturas. La baja humedad relativa en la mitad del año puede afectar negativamente a las plantas y animales, ya que muchos ecosistemas tropicales dependen de una humedad constante para su funcionamiento. Además, la baja humedad junto con altas temperaturas contribuye a la sequedad del suelo, lo que afecta la agricultura y la disponibilidad de agua para los cultivos. La correcta gestión de los recursos hídricos y el uso eficiente del agua serán claves para enfrentar estos cambios.

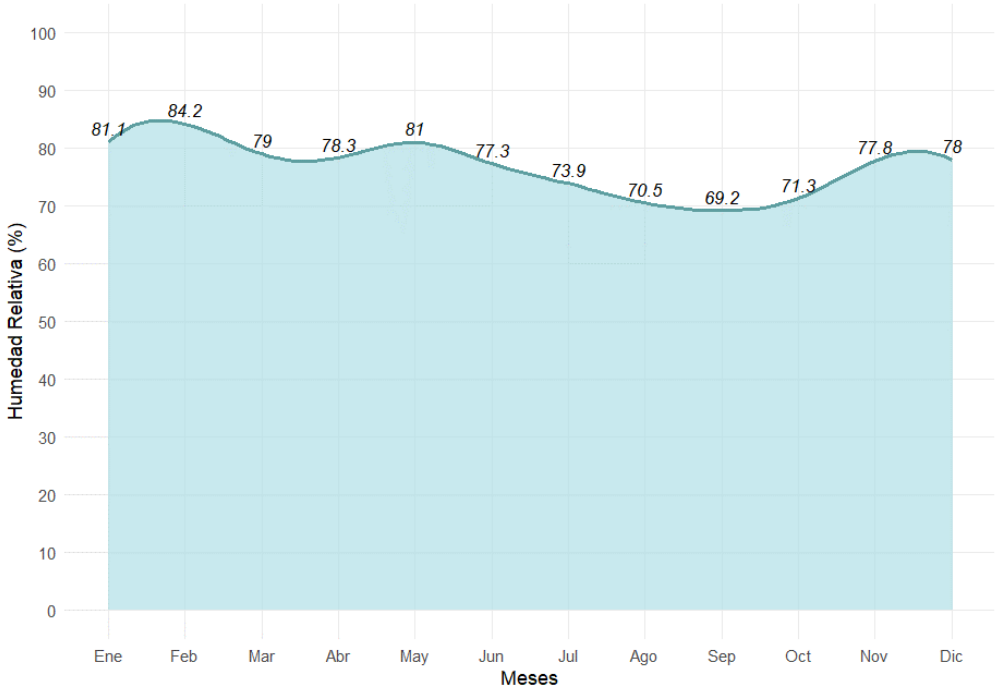


Gráfico 7. *Variación de la humedad relativa por mes (enero – diciembre) del año 2024.*

2.7. Viento

La Estación Climatológica Principal de Pucallpa, de la Universidad Nacional de Ucayali, registró en 2024 una velocidad promedio anual del viento de 2.3 m/s, con fluctuaciones significativas a lo largo del año. Los valores más altos se presentaron en noviembre y diciembre, con 2.8 m/s y 3.2 m/s, respectivamente, asociados a frecuentes tormentas convectivas y la transición hacia lluvias intensas en la Amazonía. En contraste, abril marcó el mínimo anual, con 1.5 m/s, coincidiendo con la estabilización atmosférica típica de la transición hacia la temporada seca. En los primeros meses del año, entre enero y marzo, los vientos oscilaron entre 2.6 y 2.0 m/s, acompañando lluvias intensas y condiciones de alta humedad que impactaron actividades agrícolas y la navegación fluvial. Durante el período seco (julio-septiembre), las velocidades promediaron entre 2.0 y 2.4 m/s, coincidiendo con un aumento de incendios forestales en áreas deforestadas y condiciones más secas. Este comportamiento resalta la influencia de las estaciones climáticas sobre la dinámica del viento en la región.

La variabilidad en las velocidades del viento tiene efectos directos en la dispersión de contaminantes atmosféricos, la propagación de incendios y el transporte de humedad, factores clave para los ecosistemas locales y las actividades humanas. Monitorear esta variable es esencial para mitigar los impactos del cambio climático y diseñar estrategias en sectores como la agricultura, la gestión forestal y la planificación de infraestructura. Este análisis destaca la necesidad de incluir datos de viento en la gestión integral de los recursos naturales en la Amazonía.

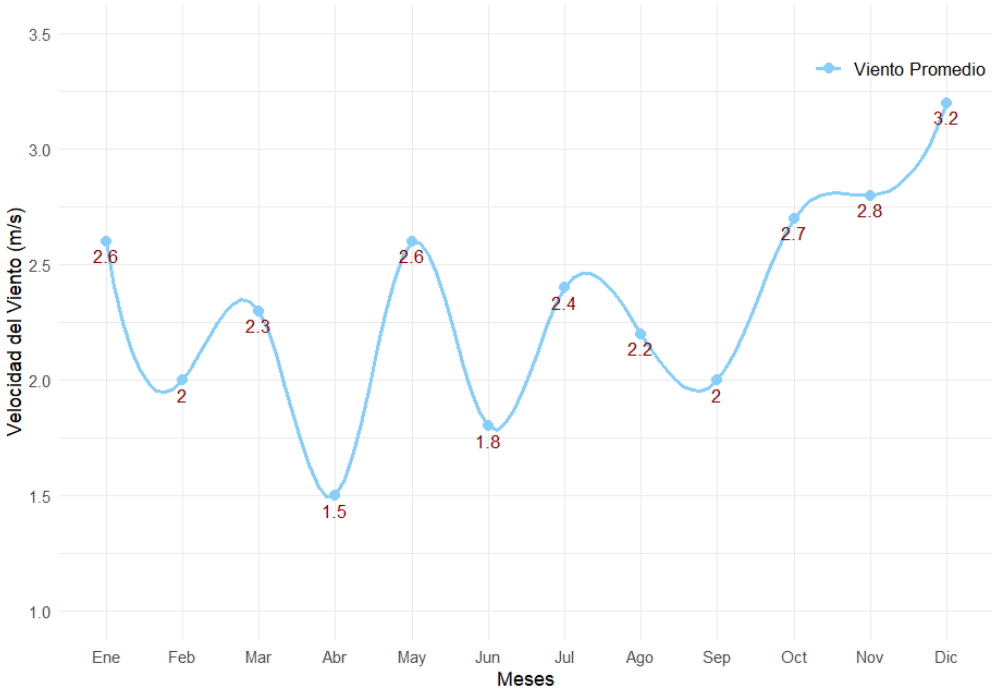


Gráfico 8. *Variación de la velocidad media mensual de los vientos del año 2024.*



©Photo: Edmar Barros (AP)

III Fenómeno El Niño

El fenómeno de El Niño tuvo un impacto resaltante en el periodo 2024, particularmente en la región amazónica del Perú, donde las temperaturas extremas y la alteración de las precipitaciones generaron desafíos complejos. Este evento climático, asociado al calentamiento anómalo del océano Pacífico, causó un aumento notable en las temperaturas. En la Amazonía, las máximas alcanzaron valores históricos, superando los 41°C en muchas localidades, mientras que las mínimas nocturnas presentaron incrementos promedio de 6°C en comparación con los registros habituales.

En septiembre de 2024, se registraron temperaturas nocturnas inusualmente altas en departamentos como Loreto, Amazonas, Huánuco, Madre de Dios y Ucayali, con mínimas que superaron los 25°C. En Puerto Maldonado, capital de Madre de Dios, se reportó una temperatura mínima de 28°C, excediendo en 6.4°C su promedio climático (La República , 2024). Estas condiciones intensificaron el estrés térmico, afectando tanto a la población como a los ecosistemas locales.

Las precipitaciones también experimentaron alteraciones significativas. Mientras que algunas áreas enfrentaron sequías prolongadas, otras fueron golpeadas por lluvias torrenciales. Este comportamiento irregular afectó la dinámica de ríos fundamentales como el Amazonas y el Ucayali, cuyo caudal reducido complicó la navegación y dificultó el transporte de bienes esenciales. Durante el verano, las lluvias intensas provocaron inundaciones que dañaron viviendas, escuelas y hospitales en comunidades ribereñas, evidenciando la vulnerabilidad estructural de estas zonas ante fenómenos extremos. En el ámbito económico, el impacto fue severo en sectores clave como la agricultura y la pesca, actividades que dependen de un clima estable. Cultivos esenciales para la población amazónica, como el plátano y la yuca, sufrieron pérdidas significativas debido a la variabilidad en las lluvias. La pesca también enfrentó dificultades, ya que los cambios en la temperatura y el caudal de los ríos redujeron la disponibilidad de especies locales, afectando la seguridad alimentaria y los ingresos de las comunidades.

A pesar de que hacia finales de 2024 el Comité Multisectorial ENFEN declaró al fenómeno como “No Activo”, las consecuencias del Niño Costero dejaron huellas persistentes en la región (El Comercio, 2024). La recuperación y estabilidad parcial prevista para 2025 ofrece una ventana de oportunidad para fortalecer las capacidades de adaptación en la Amazonía peruana. En este contexto, resulta crucial priorizar el diseño de soluciones sostenibles y resilientes que respondan a las necesidades específicas de las comunidades afectadas. Aprender de estos eventos y reforzar la infraestructura, así como promover la educación y concienciación ambiental, contribuirá a mitigar los impactos futuros de este fenómeno recurrente.



©Photo: Meteored

IV Fenómeno La Niña

El fenómeno de La Niña, que implica un enfriamiento anómalo de las aguas del océano Pacífico, ha tenido un notable impacto en la región amazónica del Perú durante el año 2024. Este fenómeno es conocido por alterar los patrones climáticos globales, lo que genera efectos distintos en diversas partes del mundo. En el caso de la Amazonía peruana, el fenómeno ha traído consigo variaciones tanto en las precipitaciones como en las temperaturas, afectando la dinámica de los ecosistemas y las actividades humanas.

Según el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), las previsiones para La Niña durante el año 2024 indicaron una alta probabilidad de que el fenómeno se materializara entre diciembre de 2024 y marzo de 2025. Con un 52% de probabilidad de desarrollo, se anticipó que el fenómeno afectaría principalmente al Pacífico central (Senamhi, 2024). Las implicancias de este enfriamiento oceánico han sido significativas en la Amazonía, particularmente en lo que respecta a la disponibilidad de agua y las precipitaciones. Las lluvias que usualmente alimentan los ríos de la región y sustentan la agricultura han experimentado fluctuaciones, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria y la estabilidad de los ecosistemas acuáticos. La variabilidad climática provocada por La Niña también se ha reflejado en las temperaturas de la región, aunque los efectos de este fenómeno suelen ser menos extremos que los de El Niño, la disminución en la nubosidad y la humedad ha provocado un enfriamiento relativo en algunas áreas, mientras que en otras las lluvias intensas se han hecho más frecuentes (La República, 2024). Esta situación ha creado una incertidumbre sobre cómo se desarrollarán las estaciones de lluvia en los próximos años, lo que afecta tanto a las comunidades que dependen de la agricultura tradicional como a las infraestructuras de transporte y servicios en la zona amazónica.

Un aspecto importante que se ha señalado en los informes de ENFEN y otras fuentes, como La República, es que, a pesar de que La Niña suele generar condiciones más secas en algunas zonas, también puede desencadenar lluvias intensas en otras (La República, 2024). Las comunidades ribereñas y rurales enfrentaron desafíos adicionales para adaptarse a las condiciones cambiantes de su entorno, lo que requiere esfuerzos coordinados para mejorar las infraestructuras de drenaje y la gestión de los recursos hídricos.

El pronóstico a largo plazo señala que La Niña podría continuar afectando a la región hasta mediados de 2025. A pesar de que las condiciones generales podrían estabilizarse, es esencial que los gobiernos y las comunidades locales mantengan una vigilancia constante sobre los cambios climáticos y se preparen para posibles efectos adicionales. En resumen, aunque La Niña podría aliviar en algunas áreas la intensidad de fenómenos como las olas de calor, también representa un desafío para la seguridad hídrica, la agricultura y los ecosistemas de la Amazonía peruana.



©Photo: Andina

V Incendios forestales en Pucallpa (agosto-septiembre 2024)

Los incendios forestales representan una amenaza para la región de Ucayali, y el caso más reciente registrado en el distrito de Nueva Requena en septiembre de 2024 evidencia la magnitud de este problema con 15 días consecutivos de focos activo de incendio. Los incendios forestales en diversas zonas cercanas a Pucallpa, incluyendo los distritos de Yarinacocha y Nueva Requena, tuvieron un impacto significativo en la calidad del aire de la ciudad. Aunque los focos de incendio se concentraron en áreas rurales, el viento dispersó el humo y las partículas en suspensión hacia la zona urbana, afectando la visibilidad y la salud de la población.

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2024) reportó que los incendios forestales en los caseríos cercanos, como Nuevo Israel y Belén de Judá, se mantuvieron activos durante varias semanas, lo que generó una constante liberación de material particulado y gases tóxicos al ambiente. Estos eventos no solo afectaron las zonas rurales sino que también incidieron en la calidad del aire en la ciudad de Pucallpa, exacerbando los problemas de visibilidad y provocando síntomas de irritación en los ojos y las vías respiratorias en la población urbana.

5.1. Efectos en la Calidad del Aire y la Salud Pública

Uno de los efectos más preocupantes de estos incendios fue su impacto en la calidad del aire en Pucallpa y sus alrededores. Durante el evento, se liberaron grandes cantidades de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM10), contaminantes que deterioran la calidad del aire y representan un grave riesgo para la salud respiratoria de la población (Reyes, 2024) .El humo y las cenizas dispersadas por los vientos provenientes de los focos activos en zonas rurales de Ucayali provocaron un aumento notable de estos contaminantes.

El material particulado menor a 10 micrómetros (PM10) constituye un porcentaje significativo del total de emisiones de material particulado. Según la OMS, (2005) Organización Mundial de la Salud, el PM10 representa aproximadamente el 34% del total de emisiones de material particulado. Esta fracción es especialmente peligrosa, ya que las partículas tan pequeñas pueden ser inhaladas profundamente en los pulmones, donde se acumulan y provocan diversos problemas de salud respiratoria. Las mediciones de calidad del aire en las zonas urbanas y rurales mostraron un claro vínculo entre la actividad incendiaria y la presencia de niveles elevados de CO y PM10. Este aumento no solo agravó la visibilidad, sino que también puso en peligro a las personas con problemas respiratorios, especialmente durante la temporada seca, cuando los incendios son más frecuentes.



©Photo: Aaron Gekoski / WWF-US

VI Comentario sobre el calentamiento global y sus impactos en el 2024

La OMM (2024), señala que el año 2024 se perfila como el más cálido jamás registrado, con un calentamiento global que ha superado temporalmente el umbral de 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, alcanzando los 1,54 °C. Este fenómeno ha sido impulsado principalmente por un episodio de El Niño, además de la acumulación continua de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Según la OMM, la temperatura media global de 2024, refleja una tendencia alarmante hacia un calentamiento sin precedentes.

Este aumento de la temperatura global refleja las consecuencias de un cambio climático acelerado, que ya se manifiesta en fenómenos climáticos extremos más frecuentes e intensos, como olas de calor, inundaciones y sequías. Estos eventos están teniendo impactos devastadores a nivel mundial, con pérdidas humanas y económicas significativas. Es importante destacar que, aunque el calentamiento ocasional pueda superar los 1,5 °C en años específicos, el objetivo del Acuerdo de París sigue siendo evitar que esta cifra se mantenga a largo plazo, lo que requiere esfuerzos sustanciales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar el calentamiento global.

La aceleración del cambio climático también se refleja en el retroceso de los glaciares, el calentamiento de los océanos y la subida acelerada del nivel del mar, lo cual constituye una realidad irreversible. Estos cambios están empeorando las condiciones de vida para millones de personas, especialmente las más vulnerables, y se prevé que las consecuencias seguirán aumentando si no se toman medidas urgentes. La resiliencia de las comunidades frente a estos fenómenos debe ser una prioridad, lo que hace crucial la implementación de sistemas de alerta temprana y la inversión en infraestructuras que ayuden a mitigar los impactos de los desastres naturales.

La creciente frecuencia e intensidad de estos fenómenos extremos plantea grandes desafíos para los esfuerzos de desarrollo sostenible, afectando particularmente a sectores clave como la agricultura, la gestión de recursos hídricos y la salud pública, lo que subraya la urgente necesidad de políticas adaptativas que permitan enfrentar las complejas realidades impuestas por el cambio climático. En este contexto, António Guterres, secretario general de la ONU, ha señalado que “la catástrofe climática mina la salud de la población, agudiza las desigualdades, socava el desarrollo sostenible y sacude los cimientos de la paz” (ONU, 2024). Este mensaje refuerza la urgente necesidad de actuar de manera colectiva y a gran escala para reducir las emisiones, mitigar los efectos del cambio climático y garantizar un futuro sostenible para las próximas generaciones.

Es imperativo que los esfuerzos para frenar el cambio climático se aceleren, priorizando acciones que protejan tanto a las personas como al planeta. Las políticas de adaptación y la cooperación internacional son claves para garantizar la resiliencia frente a un futuro climáticamente incierto



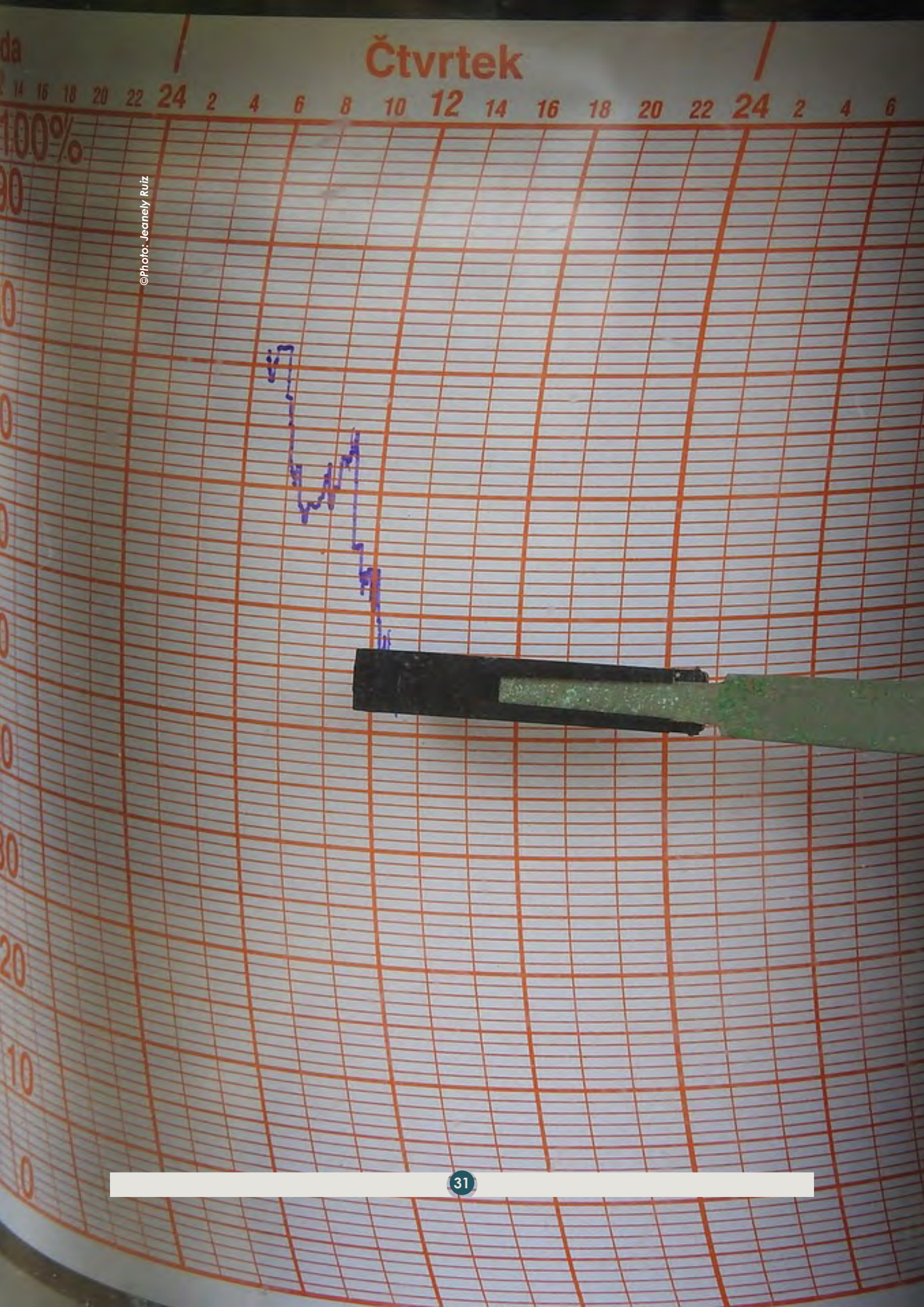
©Photo: DepositPhotos

VII Perú enfrentó su año más cálido en seis décadas: "Temperaturas históricas alcanzaron niveles record en 2024, según Senamhi"

En 2024, Perú experimentó el año más cálido de los últimos 60 años, con una temperatura media nacional de 20.26°C, superando en 1.22°C la temperatura histórica promedio del país. Este aumento en las temperaturas se atribuye a anomalías climáticas que han alterado los patrones meteorológicos tradicionales. Estas irregularidades, que reflejan variaciones significativas en las condiciones climáticas, indican un claro cambio en el clima global, con efectos cada vez más evidentes a nivel mundial, como lo refleja el informe de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) que menciona que las temperaturas de 2024 están superando los valores históricos (SENAMHI, 2024).

El fenómeno de El Niño, caracterizado por el calentamiento anómalo de las aguas del océano Pacífico, también jugó un papel clave en el aumento de las temperaturas, especialmente en la región costera de Perú, donde se registraron aumentos de hasta 2.1°C. En la sierra sur, las anomalías llegaron a 1.17°C, producto de una menor cobertura nubosa, marcando que este patrón de calor es parte de una tendencia creciente del calentamiento global, con el 2024, siendo el año más caluroso de los últimos seis decenios y superando otros años cálidos, como 1997, cuando los fenómenos climáticos extremos también impactaron el clima nacional. En términos de registros históricos, los 11 años más cálidos en Perú corresponden a los últimos 60 años, con 2024 destacando por la mayor anomalía de 1°C (SENAMHI, 2024).

El año 2023, aunque también caluroso, presentó un comportamiento atípico en comparación con otros periodos cálidos. A diferencia de años previos como 1997, las temperaturas de 2023 comenzaron por debajo de la media, pero aumentaron considerablemente hacia finales del año, culminando con un incremento significativo en octubre, el mes más cálido a nivel nacional. Este patrón de ascenso repentino recuerda las fluctuaciones observadas durante el fenómeno de El Niño en años pasados. En general, las temperaturas extremas registradas en 2024 evidencian un patrón preocupante de calentamiento global, con implicaciones graves para los ecosistemas y la estabilidad climática del país y del planeta. A medida que el calentamiento global sigue su curso, es fundamental que Perú y otros países de Sudamérica tomen medidas para mitigar estos efectos y adaptarse a las nuevas condiciones climáticas que podrían tener repercusiones duraderas en la agricultura, la salud y la infraestructura.



©Photo: Jeanely Ruiz

VIII Equipos e instrumentos en la estación meteorológica

La Estación de Meteorología de la Universidad Nacional de Ucayali es un centro técnico-científico que actualmente depende del Vicerrectorado de Investigación de la UNU y mantiene un convenio específico con el SENAMHI. Se encuentra en el Km 6 de la carretera Federico Basadre, en el campo experimental, con coordenadas 8º 24’ 48’’ Latitud Sur y 74º 34’ 18’’ Longitud Oeste, a una altitud de 160 msnm. La estación cuenta con diversos equipos e instrumentos que permiten el registro de datos sobre las condiciones climáticas de la región de Ucayali. A continuación, se describen los principales instrumentos utilizados, su definición, partes y especificaciones técnicas.

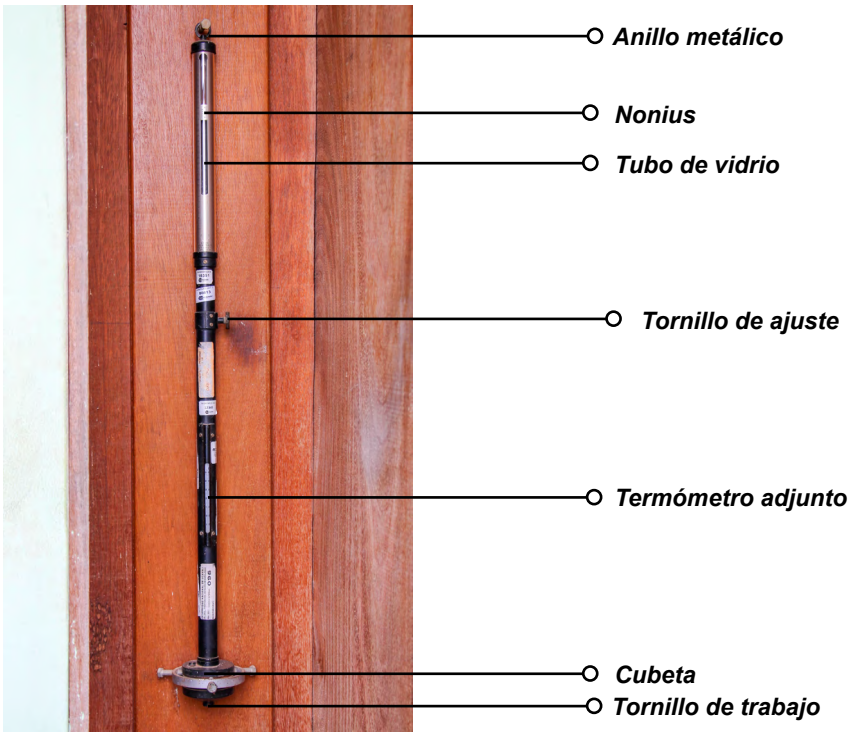
8.1. Barómetro mercurial

El barómetro mercurial es un instrumento de medición de la presión atmosférica que utiliza mercurio (Hg) en su columna para indicar los cambios de presión. Fue inventado por Evangelista Torricelli en 1643, inicialmente no con el propósito de medir la presión atmosférica, sino como parte de un experimento relacionado con el uso de bombas de agua. Según Pérez (2005) Torricelli inspirado por los trabajos de Galileo Galilei, diseñó un tubo de un metro aproximadamente de longitud que lo lleno de mercurio, que, al invertirse sobre una cubeta del mismo líquido, la columna de mercurio se mantiene estable gracias a la presión del aire que empuja desde abajo y su altura se utiliza para medir dicha presión. Este experimento permitió a Torricelli identificar el vacío en la parte superior del tubo, conocido como “vacío torricelliano”, y demostrar que la altura de la columna dependía de la presión del aire, marcando el inicio de la medición de la presión atmosférica.

Especificaciones técnicas:

Consta de un tubo de vidrio de aproximadamente un metro, cerrado en un extremo y lleno de mercurio, con el otro extremo abierto y sumergido en una cubeta del mismo líquido. Al invertir el tubo sobre el recipiente con mercurio, la columna del líquido se mantiene en equilibrio por la presión atmosférica, con lecturas en milímetros de mercurio (mmHg). Su diseño básico ha permanecido casi inalterado, aunque su uso ha disminuido debido a la toxicidad del mercurio. El barómetro mide la presión atmosférica según la altura de la columna de mercurio, generalmente expresada en mmHg o torr, con un valor estándar de 760 mmHg a nivel del mar en condiciones normales. Su funcionamiento se basa en el peso de la atmósfera equilibrando la columna de mercurio, permitiendo mediciones precisas de presión. Además, cuenta con un termómetro adjunto para registrar variaciones de temperatura que afectan la densidad del mercurio. Para un rendimiento óptimo, requiere un entorno limpio que evite la oxidación o contaminación del líquido, destacándose como un instrumento confiable en mediciones científicas y meteorológicas.

Partes del Barómetro mercurial





a. *Vista frontal superior*



b. *Vista frontal del termómetro adjunto*



c. *Vista inferior*

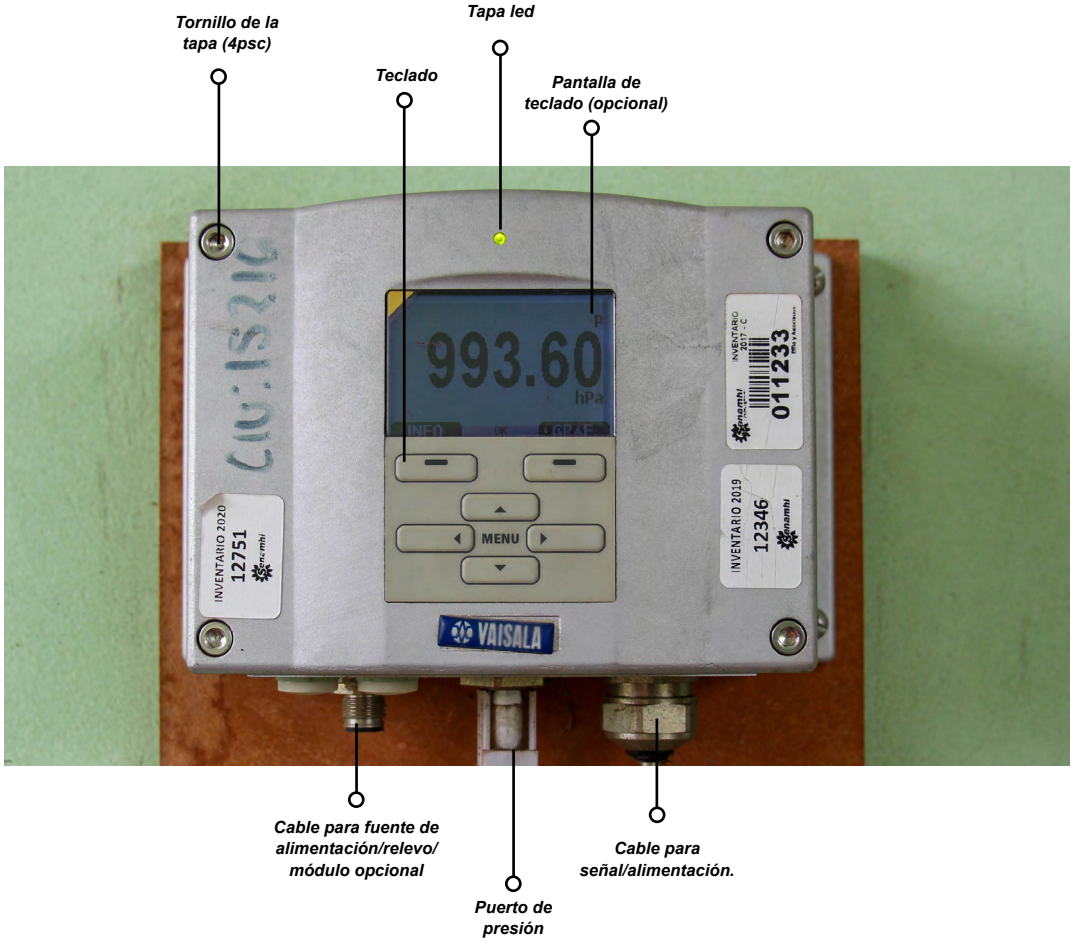
8.2. Barómetro digital

El Barómetro Digital PTB330, fabricado por Vaisala, es un instrumento de alta precisión diseñado para medir la presión atmosférica en aplicaciones meteorológicas, científicas e industriales. Este equipo combina tecnología avanzada con durabilidad y facilidad de uso, lo que lo convierte en una opción ideal para monitoreo continuo y exigente. Vaisala ha desarrollado el PTB330 como una solución avanzada y confiable para monitorear la presión en condiciones extremas (Vaisala, 2012). El barómetro digital combina tecnología de vanguardia con una construcción robusta, lo que lo convierte en una opción ideal para aplicaciones que requieren monitoreo continuo y preciso. Su alta estabilidad lo hacen adecuado para entornos exigentes.

Especificaciones técnicas:

El Barómetro Digital PTB330 es un instrumento que mide presión atmosférica en rangos que van desde 500 a 1100 hPa (o 50 a 1100 hPa en versiones extendidas), con una exactitud de ±0.1 hPa y una resolución de 0.01 hPa. Funciona mediante el sensor Barocápsula™, resistente a condiciones extremas de temperatura (-40 °C a +60 °C) y variaciones ambientales, garantizando estabilidad y confiabilidad a largo plazo. Su conectividad incluye salidas digitales (RS 232 y RS-485) y analógicas (0-5 V o 0-20 mA), lo que permite integrarlo fácilmente en estaciones meteorológicas, laboratorios o sistemas industriales. Es compacto, robusto, energéticamente eficiente y certificado con trazabilidad internacional, ideal para aplicaciones como monitoreo meteorológico, calibración aeronáutica, investigaciones científicas y control de procesos industriales (Vaisala, 2012). Además, cuenta con especificaciones como tornillos de la tapa (4 pcs) que aseguran un cierre seguro, tapa LED para visualizar el estado del dispositivo, pantalla de teclado (opcional) para facilitar la interacción, teclado para ajustes manuales, cable para señal/alimentación que garantiza una conexión confiable, puerto de presión para medición precisa de la atmósfera y cable para fuente de alimentación/ relevo/módulo opcional para integrar otros dispositivos.

Partes del Barómetro digital





a. *Pantalla de teclado (opcional)*



b. *Vista del teclado opcional*



c. *Vista inferior cercana de Cable para señal/alimentación*

8.3. Microbarógrafo 78m

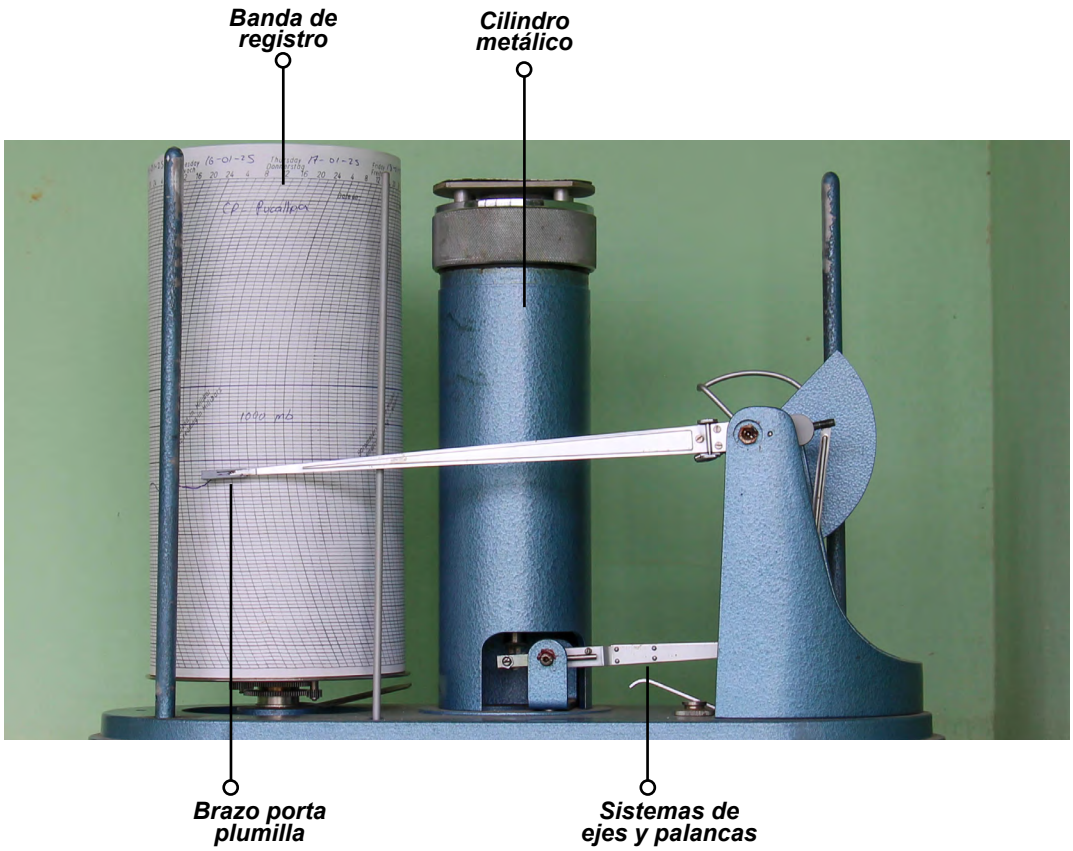
El micro barógrafo es un dispositivo de medición de precisión utilizado para determinar la presión atmosférica, con el nivel local ajustado mediante un botón giratorio en el lugar de medición. El registro se realiza mediante un movimiento de tambor con elevación manual por resorte, conforme a las normas DIN 8300 y DIN 58658. Un barógrafo, por su parte, registra la presión atmosférica en un papel cubierto por un tambor, y la curva resultante, conocida como “barograma”, permite a los expertos hacer evaluaciones sobre el desarrollo futuro del clima. Los barógrafos aneroides, diseñados para el registro continuo de la presión del aire, utilizan un diafragma de 7 posiciones fabricado con una aleación de cobreberilio resistente a la corrosión, conocido por su eficacia en la medición de la presión gracias a sus excelentes propiedades elásticas, y prácticamente sin envejecimiento, histéresis ni efectos elástico. Estas características permiten al Micro-Barógrafo registrar oscilaciones de presión con una finura excepcional, convirtiéndolo en una herramienta indispensable para aplicaciones científicas y meteorológicas que requieren un monitoreo preciso y confiable de las condiciones atmosféricas (HIM Meteorology Shop, s.f.).

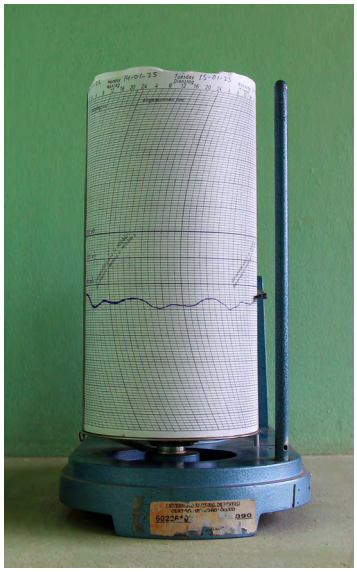
Especificaciones técnicas:

Este documento técnico detalla las especificaciones de un equipo de medición con un campo de medida de 66 hPa (mbar) dentro de un intervalo de 146 hPa (mbar). La escala del dispositivo es de 5 mm por cada 1,33 hPa (mbar) y cuenta con un tambor de dimensiones 133 mm de diámetro y 259 mm de altura útil. El período de medición es ajustable entre 1 día o 1 semana, con un desplazamiento de la banda de papel de 16 mm/h (57 mm/día), lo que permite adaptarse a diferentes necesidades de monitoreo. El equipo tiene unas dimensiones de 450 x 230 x 385 mm y un peso total de 10,5 kg.

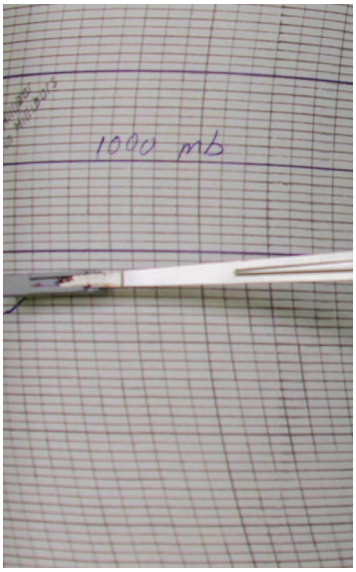
Se suministra con varios accesorios: un paquete de 54 bandas de papel para registro, una plumilla de repuesto, un frasco de tinta especial, una lengüeta limpiadora y un transformador compacto de 220V/8V. Estas características, junto con su diseño robusto, lo convierten en una herramienta confiable para aplicaciones científicas e industriales que requieren alta precisión en la medición de presión atmosférica. (Müller, 2014).

Partes del Microbarógrafo 78m

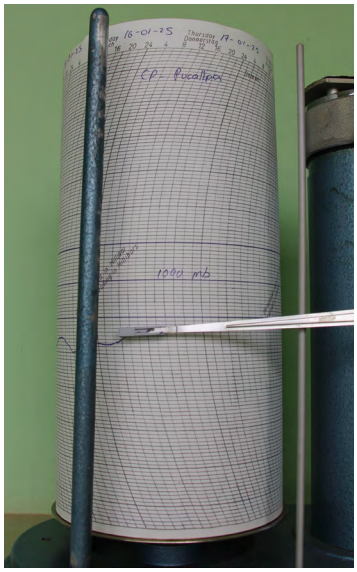




a. *Vista lateral del equipo*



b. *Vista detallada del Brazo porta plumilla*



c. *Banda de registro*

8.4. Termómetro de suelo (geotermómetro)

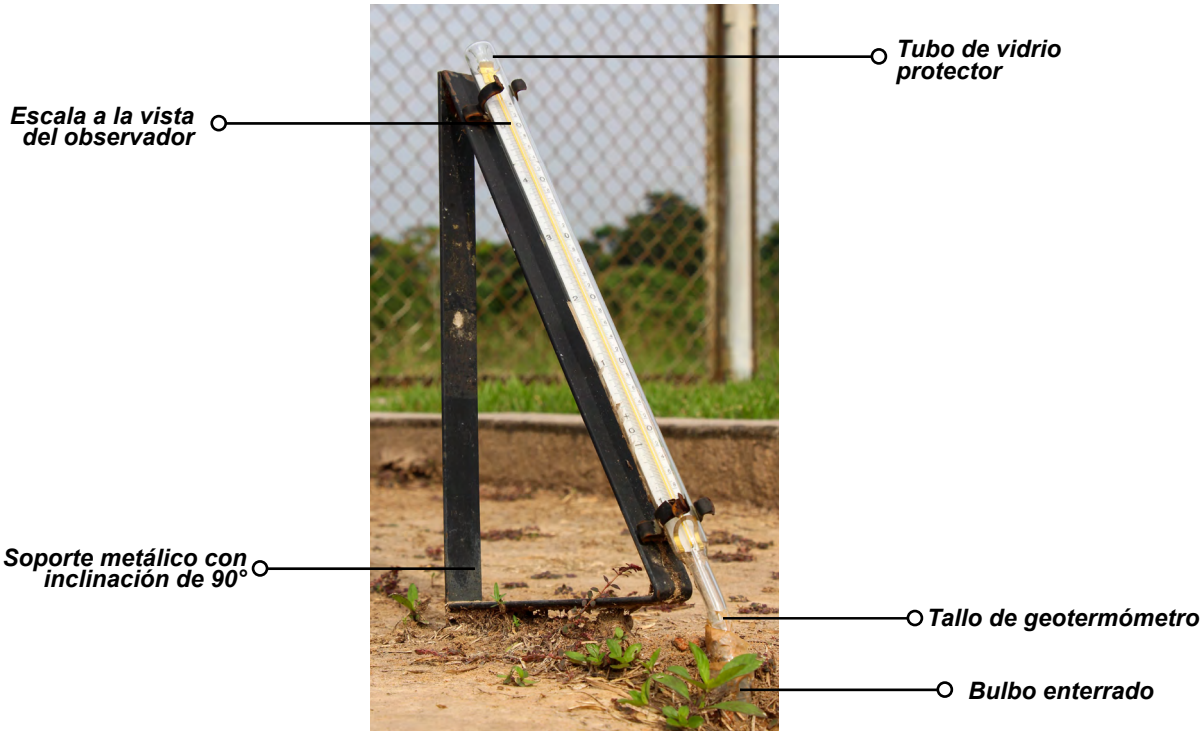
Los geotermómetros son instrumentos diseñados para medir la temperatura del suelo a diversas profundidades, proporcionando datos clave sobre la transmisión de calor en la corteza terrestre. Estos datos permiten analizar variaciones térmicas diarias, estacionales y geotérmicas, lo que es esencial en estudios de climatología, geofísica, agricultura y energía geotérmica. En particular, los geotermómetros instalados en la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali, de la estación CP Pucallpa, desempeñan un papel crucial al monitorear cómo el calor se transmite a través del suelo y cómo este comportamiento térmico varía en función de las condiciones ambiéntales, permitiendo futuras investigaciones acerca del comportamiento de los suelos ante las altas y bajas temperaturas del año, promedios históricos y a fines.

Además, estos instrumentos son fundamentales para la conservación de ecosistemas, ya que las variaciones en la temperatura del suelo tienen un impacto directo en la actividad microbiana, el ciclo del carbono y la descomposición de la materia orgánica. Mediante el monitoreo de los patrones térmicos, los científicos pueden evaluar la salud del suelo y desarrollar estrategias para mitigar los efectos del cambio climático, contribuyendo así a un manejo sostenible de los recursos naturales.

Especificaciones técnicas:

El geotermómetro es un dispositivo que mide la temperatura del suelo a diferentes profundidades, lo cual es esencial para estudiar cómo el calor se transmite a través del suelo y cómo se comporta en diferentes condiciones. La Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali dispone de instrumentos especializados para el registro de la temperatura a diferentes profundidades del suelo (5, 10, 20, 30, 50 y 100 cm), lo que permite analizar las variaciones térmicas en distintos tipos de cobertura, incluyendo suelo desnudo, con césped y con hojarasca (Vinicius, 2014). Esta capacidad de monitoreo proporciona datos valiosos sobre la dinámica de la conducción de calor en el suelo, que son fundamentales para investigaciones climáticas, agrícolas y geofísicas. A partir de los datos obtenidos, se puede analizar cómo el flujo de calor es más intenso cerca de la superficie durante el día y cómo disminuye con la profundidad, además de retrasarse en el tiempo. También permite evaluar el impacto de los cambios estacionales y las variaciones meteorológicas en la temperatura del suelo, brindando información relevante para la modelización del clima y la planificación agrícola.

Partes del geotermómetro

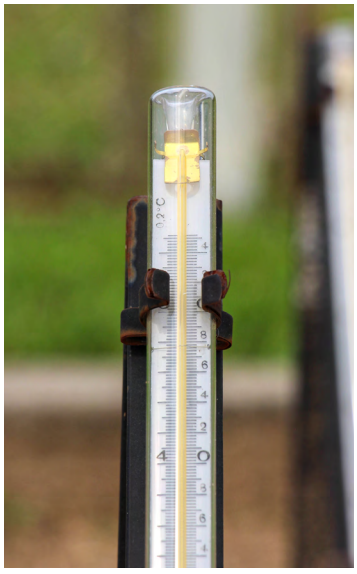




a. *Vista inferior del bulbo enterrado*



b. *Vista lateral*



c. *Vista cercana del tubo de vidrio*

8.5. Anemómetro totalizador con contador 91g

El anemómetro totalizador es un instrumento diseñado para medir la velocidad del viento y su recorrido total. Este dispositivo, resistente a la intemperie, está construido para uso permanente al aire libre y es ideal para aplicaciones meteorológicas. Su diseño incluye una estrella de tres cazoletas cónicas que giran con la presión del viento, transmitiendo el movimiento a un contador que totaliza el recorrido en kilómetros que permite calcular la velocidad media del viento en cualquier intervalo de tiempo, con un rango de medición de 0.5 a 60 m/s y una precisión de ±2%.

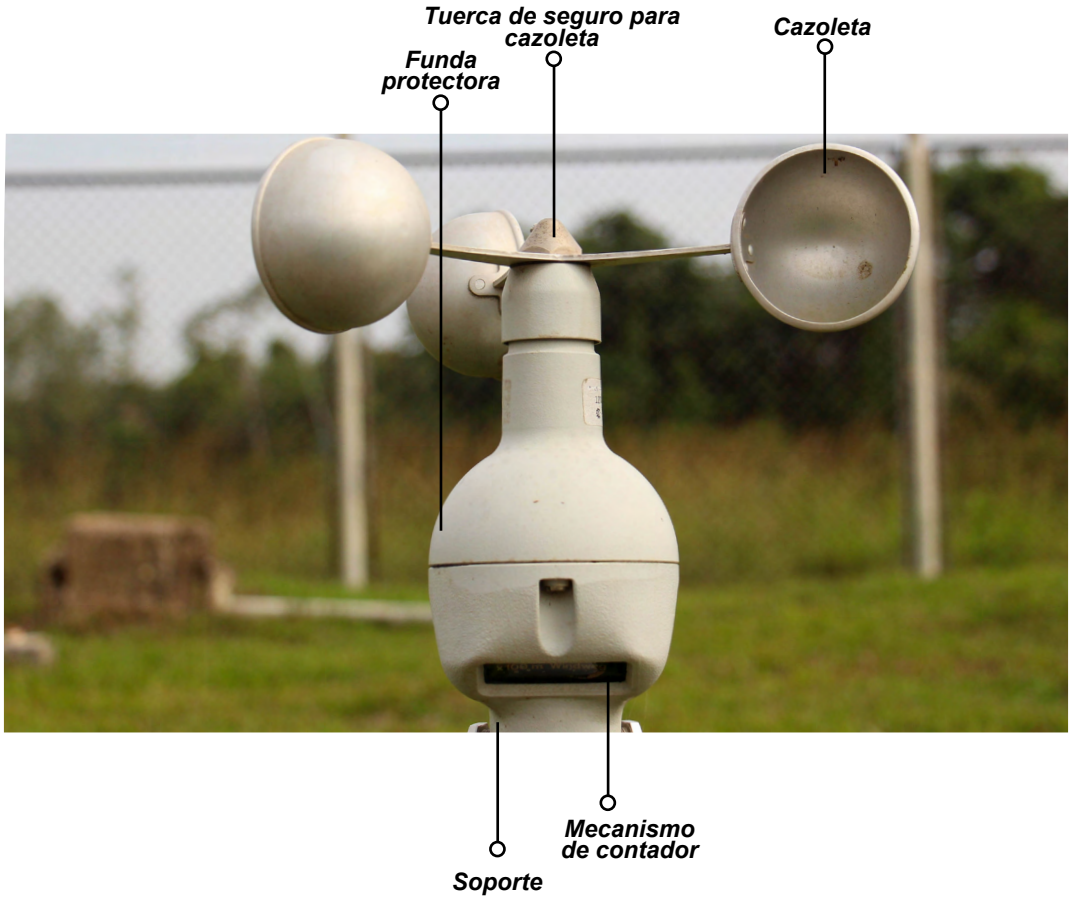
Este dispositivo es crucial en la recolección de datos sobre la dinámica del viento, información esencial para la investigación climática, el manejo forestal sostenible y el desarrollo de proyectos agrícolas adaptados a las condiciones locales. Además, su capacidad para registrar el recorrido del viento lo convierte en una herramienta clave para evaluar patrones de viento que pueden influir en procesos como la dispersión de semillas, el transporte de partículas y la planificación de infraestructuras.

Especificaciones técnicas:

El dispositivo cuenta con un contador inclinado 30° para facilitar la lectura, cazoletas de 220 mm de diámetro, una altura de 250 mm y un peso de 1.4 kg. Está fabricado con materiales resistentes a la corrosión, incluye pintura protectora y es a prueba de agua, lo que garantiza su durabilidad en condiciones ambientales adversas. Su diseño práctico y robusto, con detalles como la sensibilidad inicial de 0.5 m/s y la precisión de lectura de 10 m, lo hace adecuado para diversos entornos de trabajo.

Entre sus componentes principales se encuentran una tuerca de seguro para cazoleta, que proporciona estabilidad y sujeción firme, cazoletas diseñadas para captar el flujo de aire de manera eficiente, una funda protectora que resguarda los mecanismos internos de factores ambientales como polvo y humedad, un mecanismo de contador que permite el registro preciso de mediciones y un soporte robusto que facilita su instalación en distintas superficies. Además, su estructura compacta y ergonómica permite un fácil transporte e instalación, asegurando un rendimiento óptimo en la medición de la velocidad del viento.

Partes del Anemómetro totalizador





a. *Vista superior del anemómetro totalizador*



b. *Vista completa del mecanismo contador*



c. *Vista lateral*

8.6. Tanque de evaporación

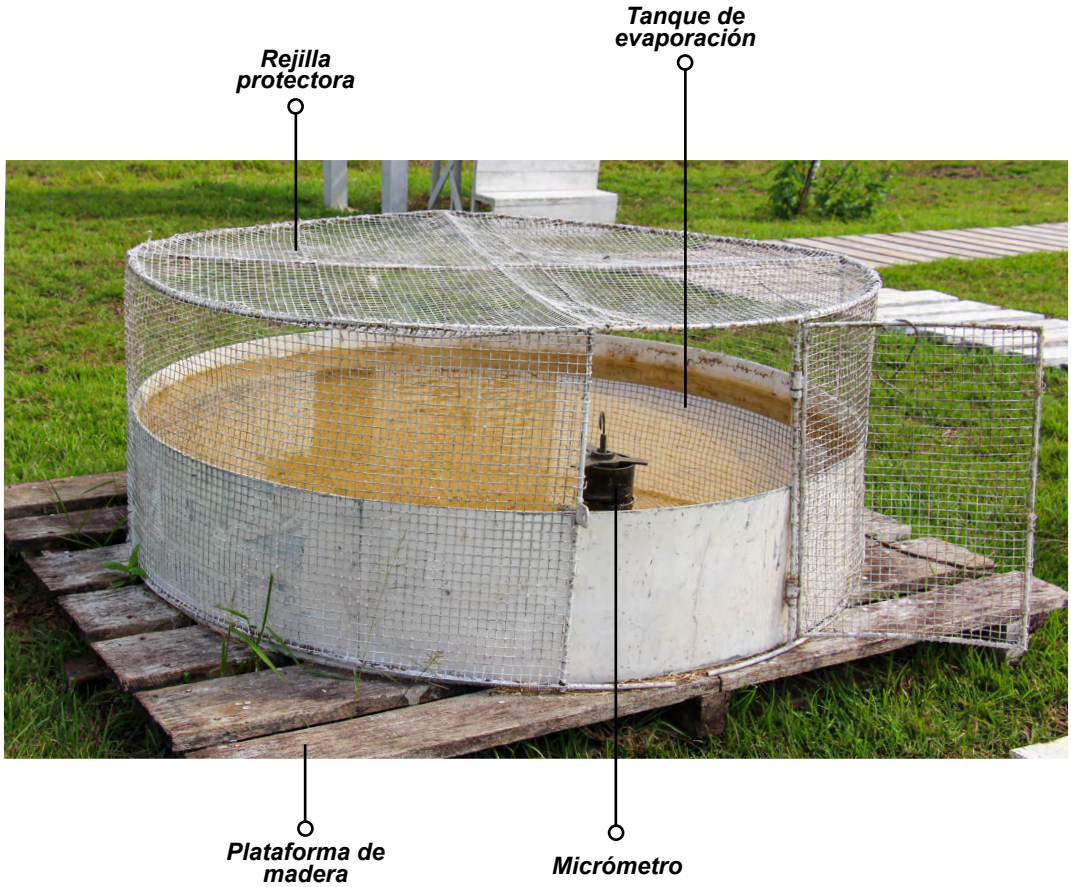
El tanque de evaporación Clase “A” es un instrumento diseñado para medir la evaporación de agua en condiciones controladas, simulando los efectos combinados de radiación solar, viento, temperatura y humedad sobre una superficie de agua libre. Este método permite estimar la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo), siendo una herramienta fundamental para la planificación y manejo eficiente del riego en zonas agrícolas ([INIA], s. f.)

Especificaciones técnicas:

El tanque cuenta con un diámetro de 121 cm y una profundidad de 25.5 cm, está fabricado en hierro galvanizado para garantizar resistencia a la corrosión y durabilidad en condiciones climáticas adversas. El instrumento está colocado sobre una plataforma de madera robusta y estable, elevada 15 cm sobre el nivel del suelo para evitar el contacto directo con superficies irregulares y reducir la interferencia de drenaje o humedad. El nivel del agua se mantiene entre 5 cm y 7.5 cm del borde, asegurando mediciones precisas de la evaporación. El tanque está instalado en un área abierta rodeada de césped con un radio mínimo de 50 m, libre de obstáculos para no alterar la medición de la evaporación.

Entre sus componentes adicionales, cuenta con una rejilla protectora, diseñada para evitar la caída de residuos, hojas o animales en el agua, manteniéndola limpia y libre de contaminantes. También cuenta incorporado micrómetro, esencial para las mediciones de alta precisión en la variación del nivel del agua, esencial para estudios de evaporación. La plataforma de madera no solo proporciona estabilidad estructural, sino que también minimiza la transferencia de calor desde el suelo, asegurando que las mediciones reflejen de manera más precisa la evaporación del agua en condiciones naturales. Es crucial que el agua del tanque se mantenga limpia, libre de polvo y algas, mediante inspecciones y mantenimientos regulares. Además, el tanque debe permanecer perfectamente nivelado para evitar errores en las mediciones y garantizar resultados confiables en estudios hidrometeorológicos.

Partes del Tanque de evaporación





a. *Vista completa del micrómetro*



b. *Micrómetro sumergido en el tanque.*



c. *Vista del vaso tranquilizador*

8.7. Veleta de wild

El viento es el movimiento del aire generado por diferencias de presión en la atmósfera, siendo un factor clave en la regulación del clima y en procesos naturales como la dispersión de semillas, el transporte de humedad y la erosión. Su estudio es crucial para comprender el comportamiento climático y su impacto en actividades humanas, agrícolas y ambientales.

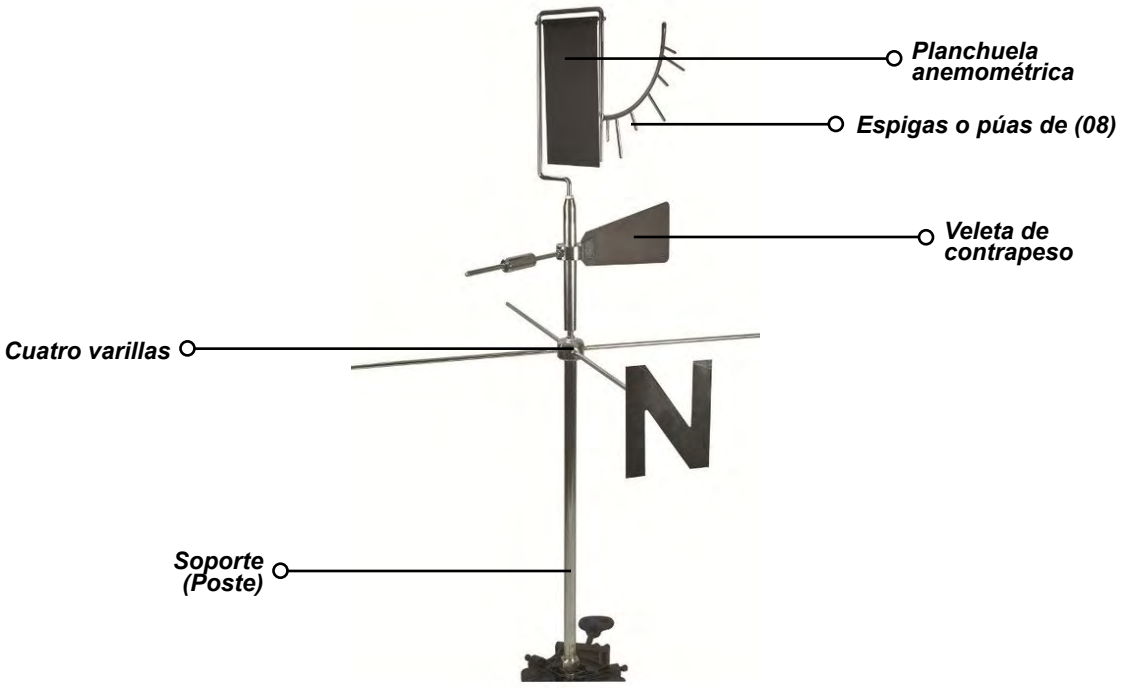
La veleta es un instrumento ubicado a 10 metros de altura y lejos de influencias externas esencial para medir la dirección y velocidad del viento en metros por segundo (m/s), su diseño incluye una flecha y una cola montadas sobre un vástago que gira libremente, junto con un collar de cuatro brazos que forman la rosa de los vientos. Estos datos son fundamentales para analizar los patrones de viento locales y su influencia en la dinámica ambiental y climática de la región.

Especificaciones técnicas:

La veleta de Wild es un instrumento diseñado para medir la dirección y velocidad del viento con alta precisión. Incluye una lámina móvil que, al ser impulsada por el viento, indica la velocidad en una escala Beaufort, la cual clasifica los efectos del viento según su intensidad. Las lecturas se realizan tres veces al día, a las 7:00, 13:00 y 19:00 horas, registrándose detalladamente la dirección y velocidad del viento en una libreta meteorológica. Durante la medición de la dirección, se anota el ángulo que señala la flecha de la veleta en relación con los puntos cardinales, garantizando la ausencia de interferencias externas. Estos datos son cruciales para el análisis meteorológico y la planificación de actividades sensibles a las condiciones del viento (SENAMHI, 2018).

Entre sus componentes técnicos, la veleta de Wild cuenta con una cazoleta, diseñada para captar la fuerza del viento y permitir la medición de su velocidad de manera eficiente. Además, la escala Beaufort o púas estratégicamente ubicadas en su estructura para medir la intensidad del viento en m/s. La veleta de contrapeso está equilibrada para girar libremente con el viento y proporcionar una lectura precisa de la dirección sin desbalances. Su soporte (poste), fabricado en material resistente, mantiene la veleta en una posición elevada y estable, minimizando vibraciones o inclinaciones que puedan afectar las mediciones. Para garantizar su precisión y durabilidad, la veleta debe instalarse en un área despejada y someterse a mantenimiento periódico, que incluye la revisión del mecanismo de giro y la lubricación de sus componentes móviles. (SENAMHI, 2018)

Partes de la Veleta de Wild





a. *Foto detallada de la veleta*



b. *Vista desde de la base*



c. *Vista cercana del poste*

8.8. Abrigo meteorológico

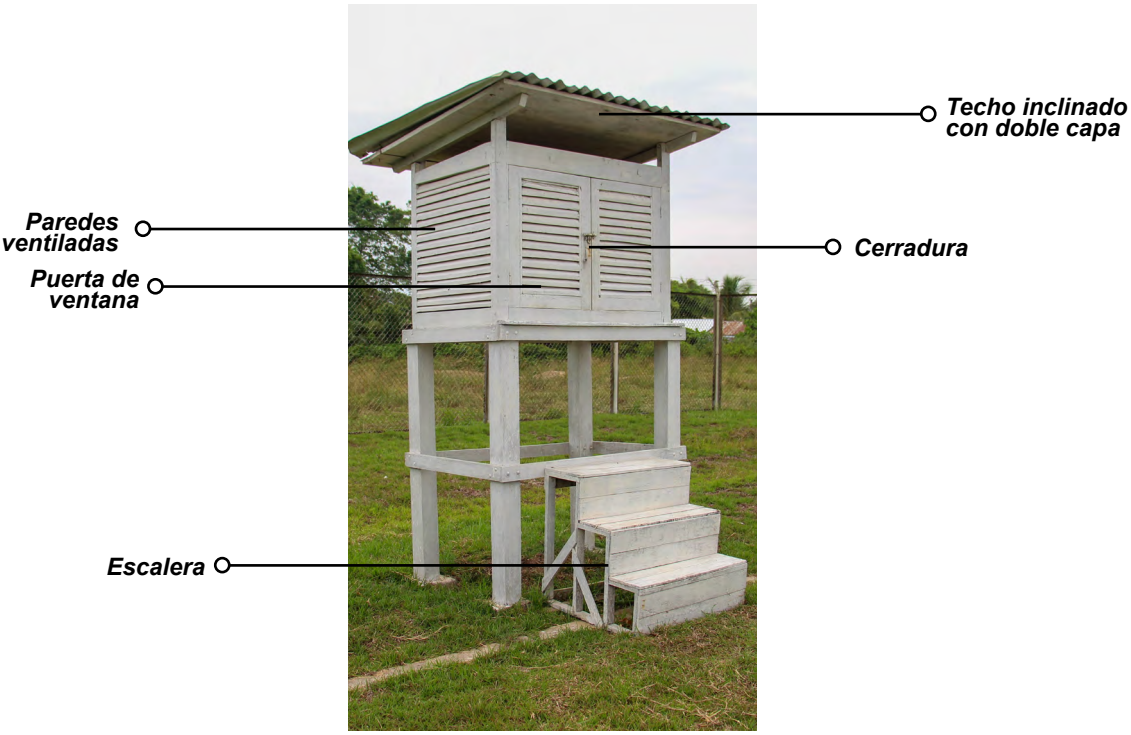
El abrigo meteorológico es una caseta con una estructura clave diseñada para proteger instrumentos que registran datos climáticos esenciales. Construida en madera y pintada completamente de blanco, cuenta con paredes en forma de persiana que permiten la ventilación sin dejar entrar la luz solar directa, evitando alteraciones en las mediciones. Su puerta, siempre orientada al norte, minimiza la exposición al sol al abrirse. Dentro de la caseta se alojan equipos como termómetros, psicrómetros y barómetros, que requieren condiciones controladas para ofrecer resultados confiables.

El diseño no solo resguarda los instrumentos de la lluvia, el polvo y cambios de temperatura, sino que asegura una ventilación adecuada que mantiene un equilibrio con el ambiente externo. Estas casetas, utilizadas en estaciones meteorológicas a nivel mundial, son esenciales para la obtención de datos precisos, fundamentales en estudios climáticos, pronósticos del tiempo y estrategias para enfrentar fenómenos meteorológicos extremos. Su mantenimiento periódico garantiza su durabilidad y el correcto funcionamiento de los instrumentos que alberga.

Especificaciones técnicas:

El abrigo meteorológico está construido con madera tratada en forma de prisma rectangular, con dimensiones de 85 cm de frente, 80 cm de alto y 60 cm de profundidad. El techo está inclinado con doble capa, lo que permite la circulación del aire y evita la condensación en su interior. Las paredes laterales y la puerta, tipo persiana con inclinación de 45° y cerradura, son dobles para favorecer la ventilación, protegiendo a los instrumentos del sol directo. La garita está ubicada sobre una base a 1,5 m del suelo en un área libre de obstrucciones, sobre suelo natural cubierto de hierba, y orientada al norte en el hemisferio norte y al sur en el hemisferio sur para evitar la incidencia directa del sol en los instrumentos. Tiene incorporado una escalera para facilitar el acceso al interior de la garita, permitiendo la toma de datos de los instrumentos de manera cómoda y segura. (Guías Prácticas, 2024).

Partes del Abrigo meteorológico





a. *Vista cercana de techo inclinado de doble capa*



b. *Vista lateral del abrigo meteorológico*



c. *Vista frontal*

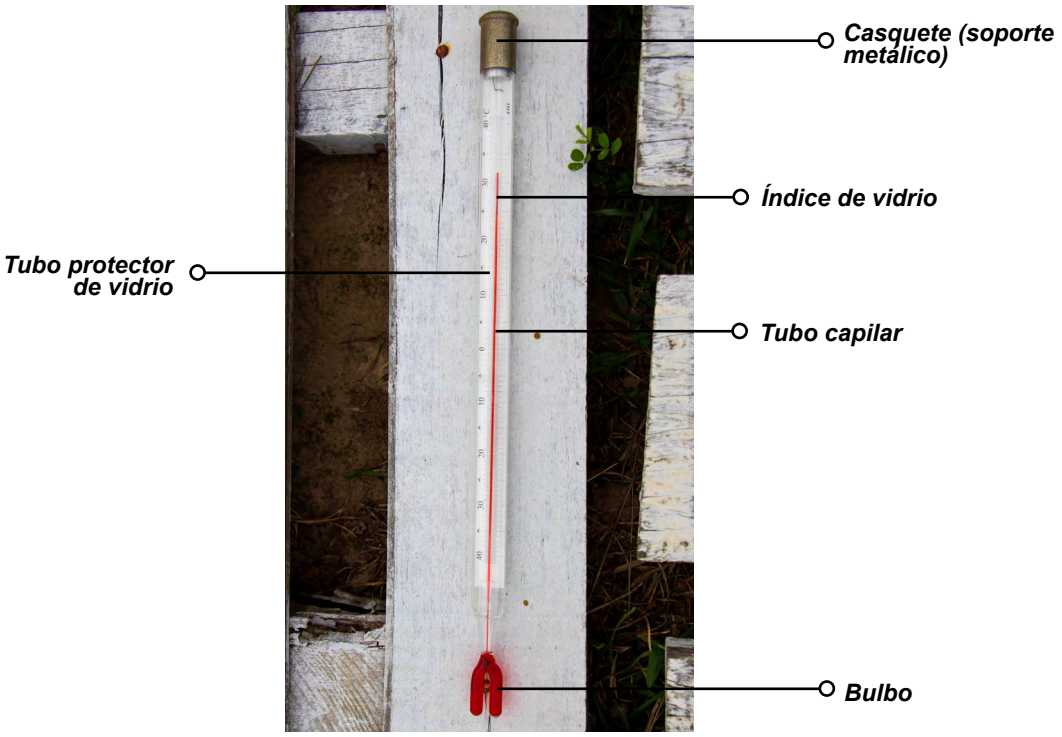
8.9. Termómetro mínimo

El termómetro de mínima es de alcohol, tiene por principio de funcionamiento el arrastre de un índice de color rojo colocado dentro del capilar de alcohol juntamente con la columna cuando la temperatura desciende, si la temperatura aumenta el índice ya no se mueve junto con el alcohol, de esta manera el índice indicará la temperatura mínima durante el día. Para volver a medir en el siguiente día se invierte el termómetro para que el índice llegue al nivel de la columna de alcohol.

Especificaciones técnicas:

El termómetro mínimo está diseñado para registrar la temperatura más baja en un periodo determinado. Cuenta con un casquete de soporte metálico que proporciona estabilidad y protección. Su tubo capilar contiene un líquido especial sensible a los cambios de temperatura, alojado en un bulbo en el extremo inferior. Un índice de vidrio se desplaza con la contracción del líquido, indicando la temperatura mínima registrada. Todo el mecanismo está resguardado por un tubo protector de vidrio, garantizando precisión y durabilidad.

Partes del Termómetro mínimo





a. *Vista cercana del soporte metálico*



b. *Vista cercana de índice de vidrio*



c. *Vista cercana del bulbo*

8.10. Termómetro máximo

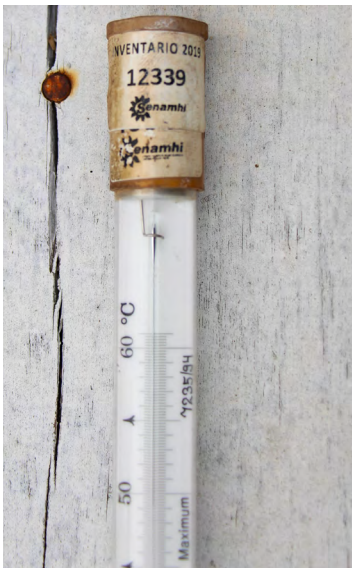
El termómetro máximo es de mercurio, tiene por principio de funcionamiento la separación de la columna líquida de mercurio en un cuello de estrangulamiento. Ocurre que, cuando la temperatura alcanza el valor máximo, al disminuir la temperatura, queda fija el resto de la columna que se ha separado en el cuello, dejando de esta manera indicado el valor de la temperatura máxima alcanzada durante ese día. Para volver a utilizar el termómetro al siguiente día, se sacude el termómetro para volver a unir la columna líquida de mercurio.

Especificaciones técnicas:

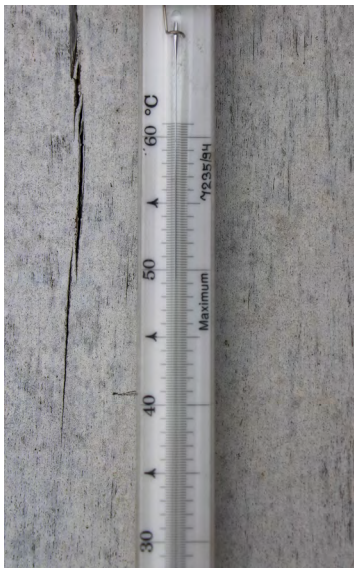
El termómetro máximo está diseñado para registrar la temperatura más alta en un periodo determinado. Cuenta con un casquete de soporte metálico que le proporciona estabilidad. Su tubo capilar contiene mercurio o un líquido especial que se expande con el calor. Un estrechamiento en el tubo impide el retroceso del líquido, manteniendo la lectura máxima. La temperatura se visualiza en una escala de medición clara y precisa. Todo el sistema está protegido por un tubo de vidrio protector, asegurando durabilidad y precisión.

Partes del Termómetro máximo

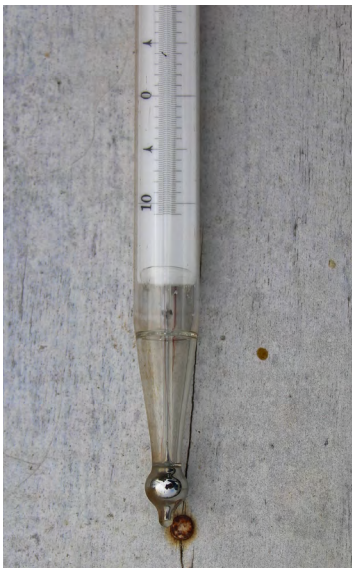




a. *Vista detalla del casquete*



b. *Vista cercana de la escala*



c. *Vista cercana del bulbo*

8.11. Psicrómetro

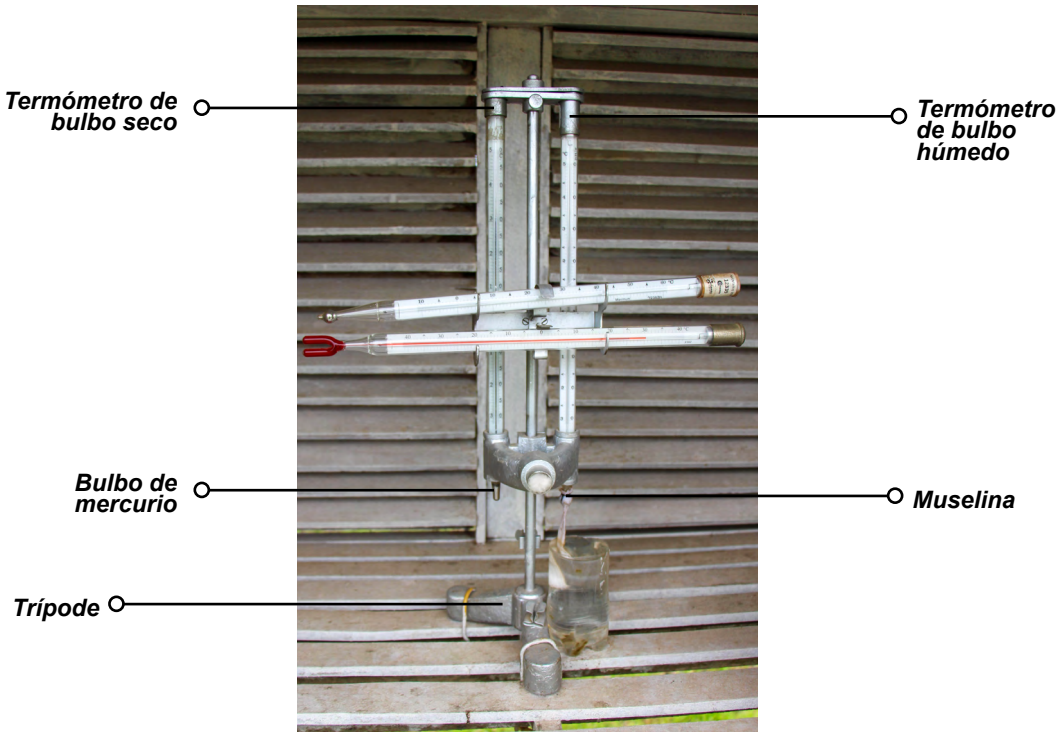
El psicrómetro es un instrumento utilizado para medir la humedad relativa del aire o la tensión de vapor mediante dos termómetros: uno seco y otro húmedo. Su funcionamiento se basa en el enfriamiento evaporativo, donde la evaporación del agua en la mecha del termómetro húmedo reduce su temperatura en comparación con el termómetro seco. La diferencia entre ambas mediciones, conocida como depresión del bulbo húmedo, se usa junto con tablas psicrométricas o ecuaciones para calcular la humedad relativa del aire, considerando la presión barométrica y otras constantes termodinámicas.

Son aplicadas en meteorología, industrias y laboratorios debido a que es una variante confiable y económica. Como se mencionó anteriormente el psicrómetro está compuesto por dos termómetros montados en un mismo soporte, donde el termómetro seco mide la temperatura ambiente y el húmedo, envuelto en una mecha o muselina saturada con agua, registra una temperatura inferior debido a la evaporación. Su precisión puede verse afectada por la calidad de los termómetros y la correcta interpretación de los valores, pero sigue siendo una herramienta efectiva para el monitoreo de la humedad atmosférica o la tensión de vapor en un determinado momento (Instruman, s.f.)

Especificaciones Técnicas:

El psicrómetro está compuesto por dos termómetros comunes de mercurio (par psicrométrico), uno de los cuales tiene su bulbo recubierto por una mecha o muselina que se mantiene constantemente humedecida, denominándose este termómetro como húmedo. Al otro se le llama termómetro seco; ambos termómetros se colocan a 1,50 m de altura sobre el suelo en el abrigo meteorológico y se separan 10 cm entre sí. Además, los termómetros están protegidos de la radiación solar para evitar mediciones erróneas debido al calor externo. Este tipo de psicrómetro proporciona mediciones precisas de la humedad relativa al garantizar un flujo de aire constante sobre los termómetros y se utiliza ampliamente en estudios meteorológicos, agrícolas e industriales. Su precisión depende de la correcta ventilación y mantenimiento del bulbo húmedo, asegurando así datos confiables en diversas condiciones climáticas.

Partes del Psicrómetro

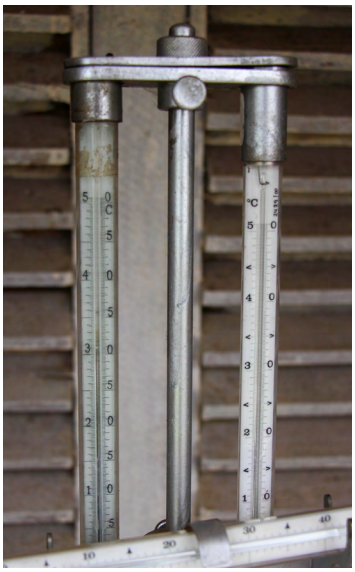




a. *Vista de bulbo seco*



b. *Vista cercana de la muselina*



c. *Vista de los soportes metálicos de ambos termómetros*

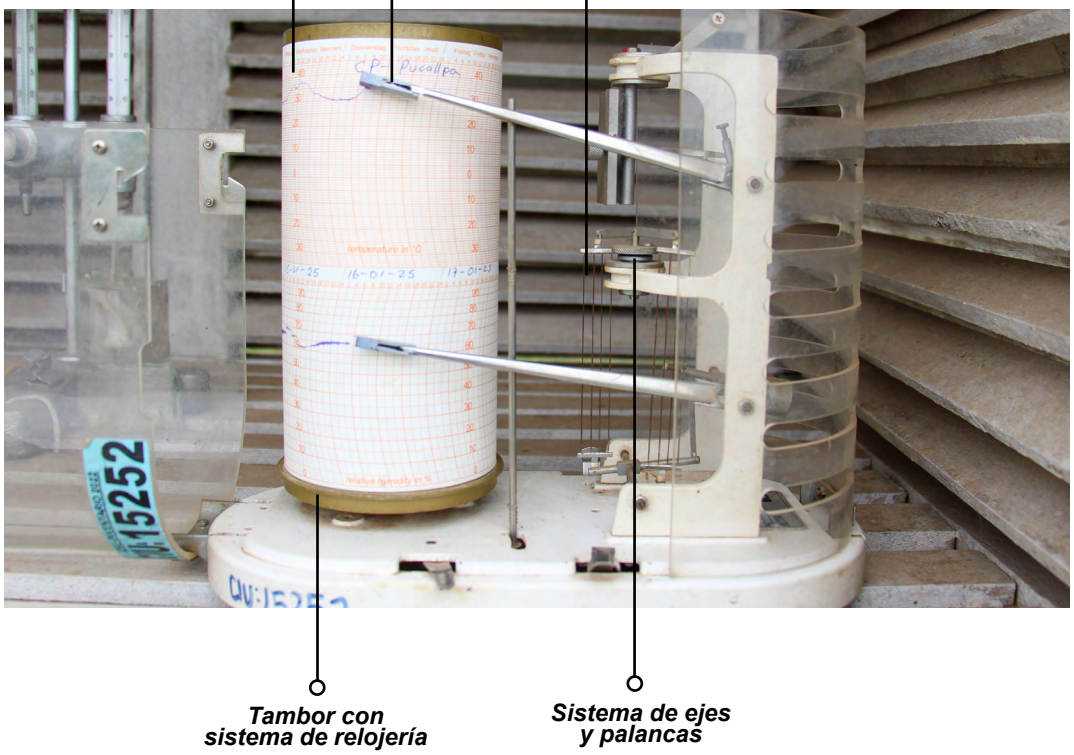
8.12. Higrógrafo

El higrógrafo es un instrumento de registro que mide la humedad del aire utilizando un mecanismo de expansión y contracción. Funciona con un sensor de cabello natural o sintético que varía su elasticidad en respuesta a los cambios en la humedad, generando un movimiento que se transmite a una aguja o un sistema de registro gráfico. Además, incorpora un termómetro bimetálico, compuesto por dos láminas metálicas con diferentes coeficientes de dilatación térmica, las cuales se curvan ante variaciones de temperatura. Este principio permite registrar simultáneamente la humedad y la temperatura, proporcionando datos precisos y continuos para estudios meteorológicos y ambientales. El Registrador tiene un tambor, que gira a razón de una vuelta diaria, y sobre el cual se dispone una cinta registradora, donde pequeños punteros entintados unidos a las manecillas de temperatura y de humedad van dibujando la curva de variación de la temperatura y humedad sobre la cinta.

Especificaciones Técnicas:

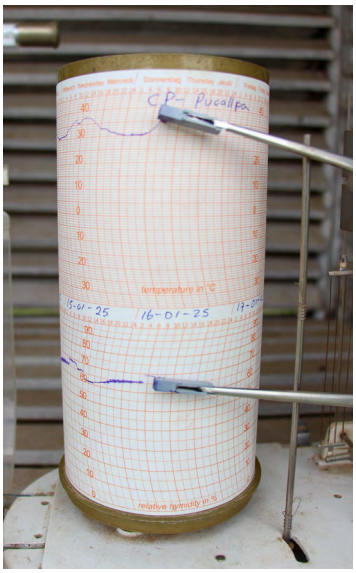
El termohigrógrafo es un instrumento mecánico diseñado para registrar de forma continua la temperatura y la humedad relativa en una banda gráfica (Sitio Tiempo, s.f.). Su componente principal es un tambor con un sistema de relojería que gira a una velocidad constante, completando una vuelta en una semana, lo que permite un registro continuo y sincronizado de las variables climáticas. Para medir la humedad, utiliza un haz de cabello humano desengrasado que cambia de longitud según la humedad del aire; este cambio es transmitido mediante un sistema de ejes y palancas a una plumilla que traza los valores en la banda de registro. Por otro lado, el termómetro funciona mediante un sistema bimetálico que reacciona a las variaciones de temperatura, expandiéndose o contrayéndose según el calor o el frío, y transmite sus movimientos a otra plumilla encargada de trazar la gráfica correspondiente. Ambas plumillas están sostenidas por brazos porta-plumilla que garantizan trazos precisos en la banda de registro, la cual está calibrada con escalas horizontales para las horas del día y verticales para los valores de temperatura y humedad. Este diseño permite obtener registros detallados y visuales que son fundamentales para el análisis climático y meteorológico.

Partes del Higrógrafo

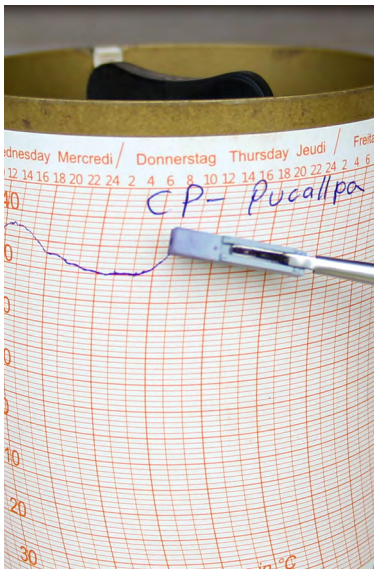




a. *Vista posterior*



b. *Vista cercana de la banda de registro*



c. *Brazo porta plumilla*

8.13. Pluviógrafo

El pluviógrafo es un instrumento meteorológico que permite registrar de forma continua las precipitaciones, proporcionando datos detallados sobre la cantidad, duración e intensidad de las lluvias. Este equipo es fundamental para analizar los patrones de lluvia, ya que genera gráficos que muestran la distribución temporal de las precipitaciones, incluyendo el inicio, la finalización y la intensidad en litros por metro cuadrado por hora (Instituto de Astronomía y Meteorología, 2024). En el marco de la investigación sobre las lluvias en Pucallpa, el pluviógrafo resulta esencial para comprender el comportamiento de las precipitaciones en la región, caracterizada por un clima tropical y lluvias intensas durante ciertas estaciones. Los datos que ofrece ayudan a gestionar mejor los recursos hídricos, apoyar la agricultura local y prever fenómenos climáticos extremos, lo cual es crucial para la planificación urbana, la agricultura y la toma de decisiones en diversas áreas.

Especificaciones Técnicas

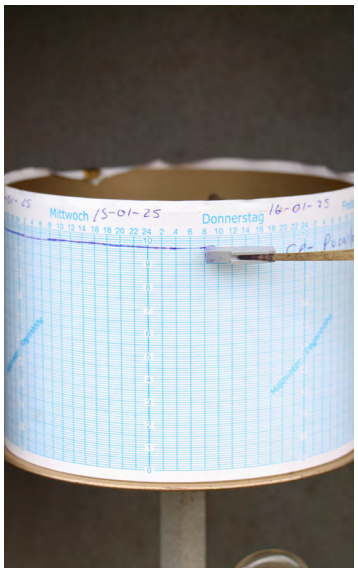
El pluviógrafo es un instrumento meteorológico diseñado para medir y registrar la cantidad de precipitación en un área específica durante un período determinado. El embudo de captación es la parte inicial del sistema y su función es dirigir de manera eficiente el agua de lluvia hacia el sistema de medición. Similar al pluviómetro, recoge la lluvia en su parte superior y la redirige al reservorio sin pérdidas, asegurando que toda el agua se registre adecuadamente. Luego, el agua acumulada pasa al reservorio donde un flotador monitorea el nivel; cuando se alcanza un volumen específico, como 10 mm de lluvia, el sistema de sifonaje permite liberar el agua hacia un colector inferior, reiniciando el nivel del flotador para continuar el ciclo de medición. Este flotador está conectado a un brazo con un marcador de tinta que registra las variaciones de precipitación en un tambor gráfico, proporcionando una representación visual continua de la cantidad de lluvia caída. Dicho tambor, impulsado por un mecanismo de relojería, gira de manera constante durante un período definido, ya sea diario o semanal, asegurando un registro preciso y confiable. El sistema está diseñado para operar de manera autónoma durante largos períodos, manteniendo una alta precisión en la medición y reduciendo la intervención manual. Además, permite la fácil recolección de datos para análisis meteorológicos y climáticos, proporcionando información valiosa para estudios a largo plazo sobre las variaciones en las precipitaciones y su impacto en el clima regional.

Partes del Pluviógrafo





a. *Vista detallada del colector*



b. *Banda de registro de pluviógrafo*



c. *Vista superior del pluviógrafo*

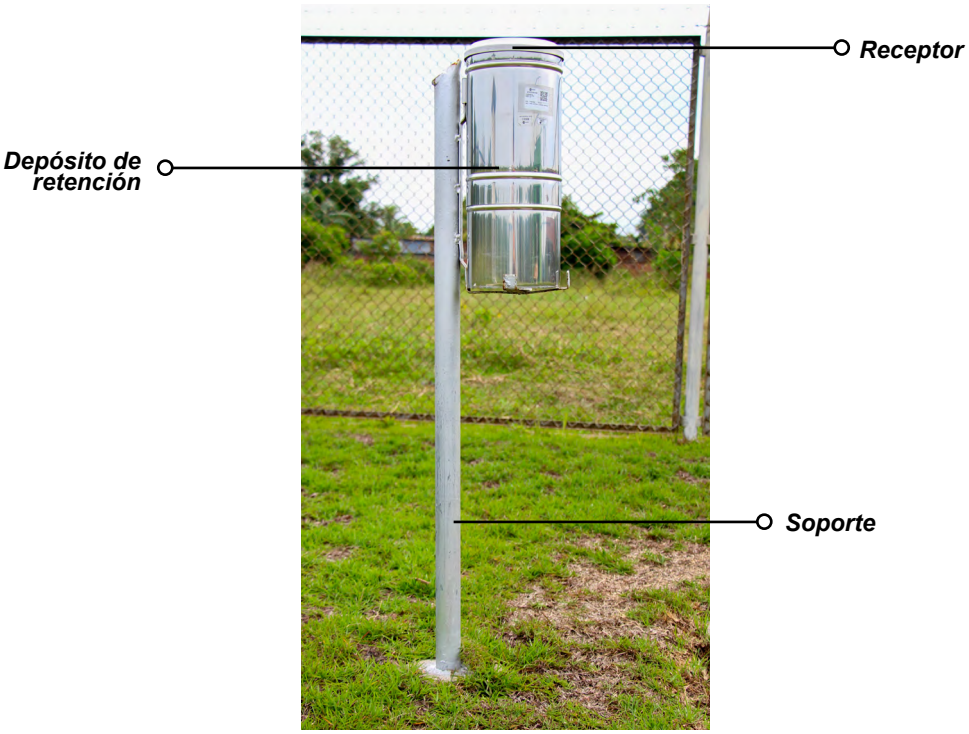
8.14. Pluviómetro

El pluviómetro es uno de los instrumentos más antiguos utilizados en meteorología e hidrología. En Corea, durante el siglo XV, se diseñó el primer pluviómetro estándar conocido, el Cheugugi, por orden del rey Sejong. Meteorología Shop (s.f.) señala que su funcionamiento se basa en la recolección del agua de lluvia en un recipiente que luego se mide en milímetros o pulgadas. Existen diferentes tipos de pluviómetros, como el pluviómetro de cubo basculante, que se llena hasta un volumen predeterminado y luego se vacía para registrar la precipitación. Este dispositivo marcó un avance significativo, ya que permitió una medición más precisa de las precipitaciones. Con el tiempo, los pluviómetros han evolucionado para adaptarse a las necesidades científicas, pasando de dispositivos simples a herramientas más sofisticadas, incluyendo modelos digitales que permiten una mayor precisión y facilidad de uso.

Especificaciones Técnicas

El pluviómetro, al igual que otros dispositivos, es fundamental en el contexto urbano, donde entender y controlar la precipitación de agua de lluvia es crucial para evitar inundaciones y optimizar el uso de este recurso (Incotex, 2024). Este instrumento consta de un recipiente colector que recoge el agua de lluvia, un embudo que dirige el agua hacia el colector, un cilindro graduado para medir el nivel de agua acumulada y una base que mantiene el dispositivo estable en posición vertical. Los pluviómetros pueden ser manuales, con una escala graduada para lectura manual, o digitales, que registran y transmiten automáticamente los datos de precipitación a una base de datos. Las unidades de medida son los milímetros (mm), donde 1 mm de lluvia equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado. Debe instalarse en un área abierta, libre de obstrucciones, para garantizar mediciones precisas. Además, el dispositivo debe ser mantenido limpio y calibrado regularmente para asegurar la exactitud de las mediciones. Son herramientas clave no solo en la agricultura y la gestión del agua, sino también en la predicción y prevención de inundaciones y otros desastres naturales relacionados con el clima.

Partes del pluviómetro





a. *Vista lateral del pluviógrafo*



b. *Vista posterior del pluviógrafo*



c. *Vista de acumulador de agua*

8.15. Heliógrafo

El heliógrafo es un instrumento utilizado para medir la intensidad lumínica solar y la duración de la insolación diaria en un lugar específico. Además, registra la posición del sol en cada momento, proporcionando datos valiosos en meteorología, ciencia, agricultura y turismo. El heliógrafo de Campbell-Stokes, diseñado por el meteorólogo John Campbell-Stokes, es conocido por su simplicidad y efectividad en la medición de la radiación solar. Sin necesidad de electricidad ni partes móviles, sigue siendo popular en estudios meteorológicos y agrícolas por su robustez y bajo costo de mantenimiento (Meteorología, 2024).

Especificaciones Técnicas:

El heliógrafo de Campbell-Stokes está compuesto por una esfera de cristal que actúa como un focalizador para concentrar la luz solar. Esta esfera está montada concéntricamente dentro de un casquete esférico, sobre el cual se coloca una banda de cartulina teñida de azul. La cartulina se quema en el punto donde la luz solar se enfoca, formando una traza carbonizada que indica la duración de la insolación. La banda tiene impresa una escala temporal que permite medir el tiempo de exposición al sol. El heliógrafo utiliza tres tipos de bandas dependiendo de la época del año:

- Bandas rectas o equinocciales: utilizadas entre marzo y abril, y de septiembre a octubre, alrededor de los equinoccios.

- Bandas curvadas cortas: utilizadas de octubre a febrero.

- Bandas curvadas medianas: utilizadas de abril a agosto.

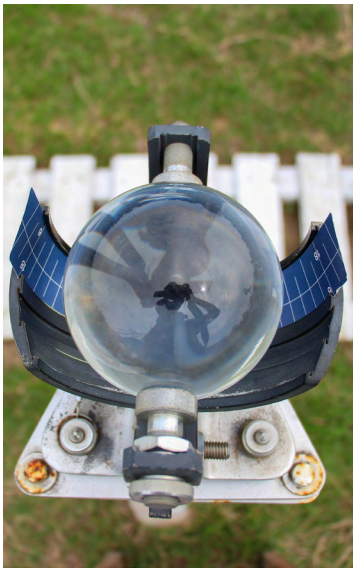
El instrumento no requiere movimiento constante debido al uso de la esfera de cristal, lo que lo hace sencillo y de bajo mantenimiento. Además, no tiene partes móviles, lo que reduce las posibilidades de fallos mecánicos. La cartulina debe cambiarse a diario, y su tamaño de banda varía según el hemisferio (norte o sur), ya que se invierten los períodos de uso de las bandas.

Partes del Heliógrafo





a. *Vista cerca de la esfera de cristal*



b. *Vista superior del heliógrafo*



c. *Vista lateral*

IX Conclusiones y recomendanciones

9.1. Conclusiones

9.1.1. Impacto Diferenciado de El Niño y La Niña

El Niño y La Niña son fenómenos climáticos con efectos contrastantes en la Amazonía peruana. El Niño está asociado con el calentamiento del océano Pacífico, lo que provoca lluvias intensas, inundaciones y deslizamientos de tierra en regiones como Ucayali y Madre de Dios. Por otro lado, La Niña, caracterizada por el enfriamiento del océano, genera un escenario opuesto con condiciones más secas, aumentando la probabilidad de incendios forestales y reduciendo la disponibilidad de agua para las comunidades y ecosistemas locales. Estas variaciones climáticas afectan la biodiversidad, interrumpen las actividades económicas y amenazan la seguridad de las comunidades rurales. Es crucial reconocer este impacto diferenciado para diseñar estrategias de manejo y mitigación adaptadas a cada fenómeno, protegiendo tanto a las personas como al medio ambiente.

9.1.2. Vulnerabilidad de la Amazonía Peruana

La Amazonía peruana es particularmente vulnerable a los efectos de El Niño y La Niña debido a su geografía y ecosistemas únicos. Ucayali y Madre de Dios, regiones de gran biodiversidad y actividad económica basada en recursos naturales, enfrentaron graves riesgos durante estos eventos. Las inundaciones, provocadas por La Ñiña, aunque temporalmente, afectaron a la infraestructura, desplazaron comunidades y generaron pérdidas económicas durante el año 2024. En contraste, El Niño aumenta el riesgo de incendios forestales como se vio en los casos de setiembre y octubre, dejando devastaciones en la fauna, flora y servicios ecosistémicos esenciales. Esta vulnerabilidad subraya la importancia de contar con sistemas de monitoreo eficientes y estrategias de preparación comunitaria que permitan mitigar los daños y fortalecer la resiliencia de las comunidades locales frente a estos fenómenos climáticos recurrentes.

9.1.3. Pronósticos para 2025

El SENAMHI ha pronosticado eventos climáticos de moderada a fuerte intensidad en la Amazonía durante el trimestre enero-marzo de 2025. Se espera que estos eventos incluyan lluvias intensas, descargas eléctricas y posibles inundaciones, especialmente en las regiones de Ucayali y Madre de Dios. Estos fenómenos representan una amenaza significativa para las comunidades locales, la infraestructura y los ecosistemas. Además, las condiciones climáticas extremas podrían interrumpir actividades económicas clave, como la agricultura y la explotación de recursos forestales. Este pronóstico resalta la necesidad de medidas preventivas inmediatas, que incluyen el fortalecimiento del monitoreo climático y la preparación comunitaria. Actuar con anticipación permitirá minimizar los impactos y proteger tanto a la población como a los recursos naturales que sustentan la economía de la región.

9.2. Recomendaciones

9.2.1. Monitoreo y Análisis Climático

Es fundamental fortalecer el monitoreo y análisis de datos climáticos en regiones vulnerables como la Amazonía peruana. Comparar los datos climáticos actuales con registros históricos puede revelar señales tempranas de El Niño o La Niña, facilitando la preparación para eventos extremos. Por otro lado, la estación meteorológica CP- UNU-Pucallpa debe ser equipada con tecnología avanzada para medir cambios en temperatura, precipitaciones y otros indicadores clave. Además, la capacitación del personal encargado del monitoreo garantizará una interpretación precisa de los datos. Este enfoque permitirá a las autoridades locales y regionales tomar decisiones informadas y diseñar planes de acción efectivos para mitigar los efectos adversos de estos fenómenos climáticos en la región de Ucayali.

9.2.2. Colaboración Interinstitucional

La colaboración entre instituciones es esencial para enfrentar los retos que plantean El Niño y La Niña. Es recomendable fortalecer la coordinación con el SENAMHI, compartiendo datos y recursos para mejorar la precisión de los pronósticos climáticos. Asimismo, participar en redes regionales de monitoreo climático permitirá acceder a información más completa y establecer estrategias conjuntas para la gestión de riesgos. Estas colaboraciones también pueden facilitar el desarrollo de políticas públicas que promuevan la resiliencia climática y la sostenibilidad en la Amazonía peruana. Involucrar a instituciones locales y regionales garantizará un enfoque más inclusivo y efectivo en la planificación y respuesta a eventos climáticos extremos.

9.2.3. Preparación Comunitaria

La preparación comunitaria es una medida clave para reducir los impactos de El Niño y La Niña en las regiones afectadas. Es necesario diseñar campañas de sensibilización para informar a las comunidades locales sobre los riesgos asociados con estos fenómenos y las medidas que pueden adoptar para protegerse. Estas campañas deben ser accesibles y adaptadas a las necesidades culturales y lingüísticas de las comunidades. Además, se deben desarrollar planes de emergencia comunitarios que incluyan simulacros y capacitación en la gestión de riesgos. Estas acciones fortalecerán la capacidad de las comunidades para responder de manera efectiva a eventos extremos, minimizando las pérdidas humanas, económicas y ambientales.

9.2.4. Fortalecimiento de Infraestructura y Recursos

Es crucial invertir en infraestructura resistente al cambio climático para minimizar los efectos de El Niño y La Niña. Esto incluye mejorar los sistemas de drenaje para prevenir inundaciones, construir reservorios de agua para enfrentar sequías y reforzar las edificaciones en áreas vulnerables. Además, garantizar la disponibilidad de recursos como equipos de emergencia y personal capacitado permitirá responder rápidamente a situaciones críticas. Estas medidas no solo protegerán a las comunidades locales, sino que también contribuirán al desarrollo sostenible de la región, asegurando que las actividades económicas y sociales puedan continuar incluso durante eventos climáticos extremos.

X Referencias

Gonzales, M. A. (24 de Febrero de 2024). Río Ucayali se desborda una vez más: 43 Guías Prácticas. (2024). Garitas meteorológicas. Recuperado el 30 de Diciembre de 2024, de Guías Prácticas: https://www.guiaspracticas.com/estaciones-meteorologicas/garita-meteorologica

Incotex. (28 de Agosto de 2024). Incotex. Obtenido de Pluviómetro: Una herramienta esencial para medir la Lluvia://grupoincotex.com/blog/que-es-un-pluviometro-y-como-funciona/

INDECI. (2024). Incendio forestal en el distrito de Nueva Requena - Ucayali (25/09/2024). Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil.

Infobae. (30 de diciembre de 2024). Perú enfrentó su año más cálido en seis décadas temperaturas alcanzaron niveles históricos en 2024, según Senamhi. Obtenido de https:/www.infobae.com/peru/2024/12/30/peru-enfrenta-su-ano-mas-calido-en-seis-decadas-temperaturas-alcanzan-niveles-historicos-en-2024-segun-senamhi/

Meteorología, I. d. (2024). Heliógrafo. Heliógrafo. Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. Obtenido de http://iam.cucei.udg.mx/heliografo

Meteorología, I. d. (2024). Pluviógrafo. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Mexico. Obtenido de http://iam.cucei.udg.mx/pluviografo

Müller, A. (2014). Micro-Barógrafo: Descripción técnica [Informe técnico]. Meteorologische Instrumente KG R. Fuess. Obtenido de http://www.rfuess-mueller.de/113-1S.pdf

Müller, A. (Julio de 2020). Anemómetro con contador 91g. METEOROLOGISCHE INSTRUMENTE KG. Obtenido de http://www.rfuess-mueller.de/212-4S.pdf

National, G. (7 de noviembre de 2024). National Geographic. National Geographic Cambio climático: 2024 será el año más cálido registrado y el primero por encima de 1.5 °C Latinoamérica. Obtenido de https://www.nationalgeographicla.com/medio- ambiente/2024/11 cambio-climatico-2024-sera-el-ano-mas-calido-registrado-y-el-primero-por-encima-de-15-degc

OMS. (2005). Emisiones de material particulado (PM10) y sus efectos sobre la salud.

Perez, J. R. (2005). Evangelista Torricelli. De la bomba de agua a la invención del barómetro.Departamento de Física Fundamental y Experimenta Electrónica y SistemasFacultad de Física. Universidad de La Laguna. 38205 La Laguna. Tenerife.

Reyes, L. P. (2024). Analisis Comparativo de los Niveles de Calidad del Aire por Monoxido de Carbono (CO) y Material Particulado (PM10) en Zonas Comerciales de Pucallpa (Calleria) y Puerto Callao (Yarinacocha)-2023. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de https://repositorio.unu.edu.pe/items/e1b02002-def9-4936-a6d2-dae6ae5ccd1d

SENAMHI. (2018). Veleta Wild meteoroloigica. Obtenido de https://es.scribd.com/document/673942835/1594651801

Vaisala. (2012). PTB330 User's Guide (M210855EN-D). Obtenido de https:// eurelettronicaicas.com/files/prodotti/ptb330_user_guide_in_english.pdf.

Vinicius. (19 de Junio de 2014). ariações da temperatura no solo. Obtenido de Monolito nimbus o conhecimiento esta em toda parte: https://www.monolitonimbus.com.br/variacoes-da-temperatura-no-solo/



Universidad Nacional de Ucayali

Vicerrectorado de Investigación

Dirección: Carretera Federico Basadre Km 6.2, Pucallpa – Perú.
Correo Institucional: vicerrectorado_investigacion@unu.edu.pe

Vicerrectorado de Investigación - VRI UNU



EDITUNU