




## Artículo

# La ecuación más peligrosa y estimación de niveles de confianza para el modelo estadístico mensual de lluvia de Chimaltenango

*The most dangerous equation and confidence level estimation for the monthly rainfall statistical model of Chimaltenango*

USAC

Rudy Machorro Sagastume <sup>(1)</sup>

CUNOR

<sup>(1)</sup> Asociación Guatemalteca de Geociencias Ambientales, -ASGA-, Guatemala

Carrera de Geología

[rudy.machorro@yahoo.com](mailto:rudy.machorro@yahoo.com)<https://orcid.org/0009-0001-5822-1020>

Recepción: 11/05/2025

Aceptado: 15/07/2025

Publicado: 24/11/2025

## Palabras clave:

Chimaltenango,  
distribución Z, lluvia, nivel  
de confianza,  
probabilidad

## Keywords:

*Chimaltenango, rainfall,  
confidence level, z  
distribution, probability*

## Citar este artículo:

Machorro Sagastume, R. (2025). La ecuación más peligrosa y estimación de niveles de confianza para el modelo estadístico mensual de lluvia de Chimaltenango. *Revista Guatemalteca de Ciencias de la Tierra*, 12 (01), 01-09.

## RESUMEN

Los monitoreos hidrogeológicos se conducen implementando mediciones de distintas variables hidrológicas y geológicas para las cuales es inherente cierto nivel de incertidumbre. El objetivo de la investigación es determinar el intervalo de confianza para los rangos mensuales más probables de lluvia en el centro y norte de Chimaltenango utilizando un nivel de confianza del 95% y una prueba de dos colas. Se describe la metodología para construir el nivel de confianza basado en el teorema del límite central, la distribución zeta y el error estándar de la media para delimitar el intervalo de valores probables de lluvia mensual en Chimaltenango. El intervalo de confianza permite cuantificar la incertidumbre en el rango de lluvia mensual identificando una mayor dispersión de lluvia durante el invierno que durante el verano. El pronóstico de rangos de lluvia mensual con un nivel de confianza del 95% en invierno es mayor en el norte que en el centro de Chimaltenango para el mes más húmedo (junio) en Santa Cruz Balanyá variando de 182 a 220 mm y en San Martín Jilotepeque (septiembre) entre 240 y 286 mm. Enero es el mes más seco presentando un rangos de lluvia entre 1 a 2 mm y entre 2 y 4 mm. Los resultados de la presente investigación pueden utilizarse en la planificación hidrológica mensual de diferentes comunidades y proyectos incluyendo captación de agua de lluvia, abastecimiento doméstico y agrícola de agua, y estimación de recarga hídrica de los acuíferos. La planificación estratégica de los recursos hídricos de la zona puede fortalecerse evaluando las tendencias mensuales de la lluvia a largo plazo y la relación de la lluvia mensual con las teleconexiones climáticas a gran escala que se manifiestan en la región.

## Abstract

*Hydrogeological monitoring is conducted by implementing measurements of various hydrological and geological variables for which a certain level of uncertainty is inherent. The objective of this research is to determine the confidence interval for the most likely monthly rainfall ranges in central and northern Chimaltenango using a 95% confidence level and a two-tailed test. The methodology for constructing the confidence level is described based on the central limit theorem, the zeta distribution, and the standard error of the mean to delimit the range of likely monthly rainfall values in Chimaltenango. The confidence interval allows quantifying the uncertainty in the monthly rainfall range, identifying a greater dispersion of rainfall during the winter than during the summer. The forecast for monthly rainfall ranges with a 95% confidence level in winter are higher in the north than in the center of Chimaltenango for the wettest month (June), ranging from 182 to 220 mm in Santa Cruz Balanyá, and between 240 and 286 mm in San Martín Jilotepeque (September). January is the driest month, presenting rainfall ranges between 1 and 2 mm and between 2 and 4 mm. The results of this research can be used in monthly hydrological planning for different communities and projects, including rainwater harvesting, domestic and agricultural water supply, and estimation of aquifer recharge. Strategic planning of water resources in the area can be strengthened by evaluating long-term monthly rainfall trends and the relationship of monthly rainfall to large-scale climatic teleconnections that are evident in the region.*

## 1. Introducción

*“En términos probabilísticos, en vez de proponer un solo número, el pronóstico debe incluir un rango de resultados posibles ya que el rango representa la expresión más honesta de la incertidumbre en el mundo real.”* Silver (2012).

Los monitoreos hidrogeológicos en distintos escenarios involucran realizar mediciones y/o estimaciones de distintas variables hidrológicas y geológicas para las cuales es inherente cierto nivel de incertidumbre ya que cada vez que se realiza una estimación existe un error implícito en esta. Las estimaciones resultan más útiles cuando se realizan mediante técnicas estadísticas.

La estimación puede ser de tipo puntual que consiste en un solo número para calcular un parámetro desconocido, frecuentemente la media y la desviación estándar, de una población. Sin embargo, una estimación puntual es insuficiente por lo que debe de estimarse un intervalo que describa el rango de valores dentro del cual es posible que se encuentre el parámetro de la población.

Con fines de fortalecer el modelo estadístico de lluvia para Chimaltenango en la presente investigación se determinan los intervalos y niveles de confianza para los eventos de lluvia mensual en las estaciones meteorológicas que administra el INSIVUMEH en San Martín

Jilotepeque (SMJ) y Santa Cruz Balanyá (SCB). Cuando el tamaño de la muestra es suficientemente grande ( $n > 30$ ) como es el caso para las estaciones de SMJ y SCB, la muestra se puede considerar infinita y aplicar el teorema del límite central.

## 2. Marco teórico del problema

### Teorema del límite central

*“¿Cómo aprendemos acerca del universo?: lo hacemos mediante aproximaciones, acercándonos cada vez más a la verdad a medida que reunimos más evidencia.”* Silver (2012).

El teorema del límite central es resultado de esfuerzos realizados durante casi 40 años por Pierre-Simón Laplace quien lo publicó en el año 1812 (Fischer, 2011). El teorema del límite central es el más importante de la inferencia estadística y establece que si se extrae una muestra lo suficientemente grande de una población, entonces la distribución de la media muestral es aproximadamente normal.

¿Qué tan grande debe ser la muestra? La evidencia empírica sugiere que, para la mayoría de las poblaciones, un tamaño de muestra de 30 o más es suficientemente grande para aproximar una distribución normal. Se llama distribución normal porque se ajusta a las distribuciones de frecuencias reales observadas en muchos fenómenos naturales.

La definición de la distribución normal se basa en solo 2 parámetros: la media ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ). Debido a que cada distribución normal tiene una media ( $\mu$ ) o desviación estándar ( $\sigma$ ) diferentes, el número de distribuciones normales es ilimitado. Ante este escenario de familia de distribuciones normales, se utiliza la distribución z (Distribución Normal Estándar) la cual tiene una media de 0 y desviación estándar de 1.

### Distribución z

*“Los datos sin contexto son inútiles.”* Silver (2012).

Cualquier distribución normal puede convertirse en la distribución z restando la media a cada observación, y dividiendo entre la desviación estándar. El valor z es la diferencia entre un valor elegido, denotado por X, y la media  $\mu$ , dividida entre la desviación estándar  $\sigma$ , lo cual se expresa con la fórmula:

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Independientemente de los valores de  $\mu$  y  $\sigma$  para una distribución normal, el área total bajo la curva es 1,00 de modo que puede interpretarse las áreas bajo la curva como si fueran probabilidades. Para los diversos usos que tiene la distribución z es útil considerar tres áreas bajo la curva normal (Figura 1) y que se conocen como la Regla Empírica:

1. Aproximadamente 68% del área bajo la curva normal (el 68% de todos los

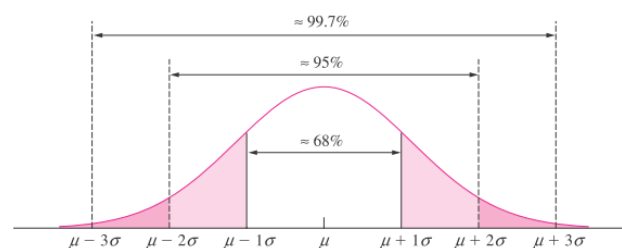
valores de una distribución normal) está entre la media más una y menos una desviación estándar, y se expresa  $\mu \pm 1\sigma$ .

2. Alrededor de 95% del área bajo la curva (el 95% de todos los valores de una distribución normal) está entre la media más dos y menos dos desviaciones estándar, lo que se expresa  $\mu \pm 2\sigma$ .
3. Prácticamente toda el área bajo la curva normal (99.74% de todos los valores de una distribución normal) está entre la media y tres desviaciones estándar (a uno y otros lados del centro), es decir  $\mu \pm 3\sigma$ .

Al transformar las mediciones a valores z se modifica la escala. De este modo  $\mu + 1\sigma$  se convierte en el valor z de +1.00. De manera semejante,  $\mu - 2\sigma$  se transforma en el valor z de -2.00.

### Figura 1

*Función de densidad de probabilidad para una variable aleatoria normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$  (Navidi, 2011)*



El centro de la distribución z es cero, lo que indica que no hay desviación respecto a la media  $\mu$ . El valor de z para algunos niveles de

confianza que se discuten más adelante se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
Valores de z según el nivel de confianza

Valor de z	Nivel de Confianza (%)
1.0	68
1.65	90
1.96	95
2.58	99

### 3. Metodología

*“La complejidad del calentamiento global hace que el pronóstico se convierta en un esfuerzo inútil. Mientras más complejo sea el modelo peor será el pronóstico.”* Green y Armstrong (2007).

Para la estimación de intervalos y niveles de confianza se utilizan los datos mensuales de lluvia de las estaciones meteorológicas del INSIVUMEH en SMJ y SCB. A continuación, se presentan los fundamentos teóricos y las fórmulas estadísticas utilizadas para el procesamiento de los datos de lluvia.

#### Estimación de Intervalos de confianza

*“La única fuente de la verdad es la experiencia: sólo ella puede enseñarnos algo nuevo; sólo ella puede darnos la certeza.”* (Poincaré, 1902).

El intervalo de confianza es un rango de valores que se utiliza para estimar un parámetro de la población. Una estimación de este tipo indica el error de dos maneras: a) por la extensión del

intervalo y b) por la probabilidad de que el verdadero parámetro poblacional se encuentre dentro del intervalo. La estimación del intervalo describe un rango de valores dentro del cual es posible que se encuentre un parámetro de la población.

Para estimar el intervalo de confianza en términos de errores estándar se utilizó la expresión

$$\bar{x} \pm 1.64\sigma_{\bar{x}} \quad (2)$$

donde,

$$\bar{x} + 1.64\sigma_{\bar{x}} = \text{límite superior del intervalo de confianza (LSC)}$$

$$\bar{x} - 1.64\sigma_{\bar{x}} = \text{límite inferior del intervalo de confianza (LIC)}$$

Los intervalos que especifican tanto un límite superior como un límite inferior se denominan intervalos de confianza de dos lados. Ocasionalmente se puede tener interés sólo en uno de estos límites casos para los cuales son adecuados los intervalos de confianza de un lado.

La estimación puntual de la media de la muestra  $\bar{x}$  es el mejor estimador de la media de la población  $\mu$ . Frecuentemente se requiere conocer la incertidumbre que acompaña este cálculo lo que corresponde a determinar el intervalo dentro del cual es probable que se encuentre la media de la población desconocida. Para lograr este objetivo es

necesario encontrar el error estándar de la media ya que cada vez que (3)  $\Rightarrow$  una estimación existe un error implícito en ella. Para medir la extensión o dispersión de la distribución de medias muestrales y calcular el error estándar de la media se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$\sigma_{\bar{x}}$  = error estándar de la media para una población finita

$\sigma$  = desviación estándar de la población

$n$  = número de elementos en la muestra

A pesar de su simplicidad, la ecuación (3) propuesta por Abraham de Moivre en 1730, quien fue el primero en escribir la fórmula de la distribución normal y descubrir el concepto de desviación estándar, se conoce como “la ecuación más peligrosa” (Wainer, 2007) ya que su ignorancia a lo largo del tiempo ha causado confusión, consecuencias graves en diferentes campos científicos, y pérdidas por billones de dólares a lo largo de los siglos.

La información obtenida acerca del intervalo de confianza es útil pero frecuentemente se requiere estimar la probabilidad (nivel de confianza) de que el verdadero parámetro

poblacional se encuentre dentro de la estimación del intervalo.

### Estimación de Niveles de Confianza

*“El pronóstico debe de incluir un margen de error  $\pm$  que comunique la cantidad de incertidumbre. En vez de mostrarse una sola ruta para un huracán debe de ilustrarse un cono de incertidumbre.”* Silver (2012).

El nivel de confianza es la probabilidad que se asocia con la estimación del intervalo de confianza. Esta probabilidad indica que tanta confianza se tiene de que la estimación del intervalo incluya el parámetro de la población. Una probabilidad más alta indica mayor confianza. Los niveles de confianza que se utilizan con más frecuencia son 90 %, 95 %, y 99 %. El nivel de confianza suele expresarse como la probabilidad o área  $1 - \alpha$ . El valor de  $\alpha$  es el complemento del nivel de confianza. Para un nivel de confianza de 0.95 (o 95 %),  $\alpha = 0,05$ . Para un nivel de confianza de 0,99 (o 99 %),  $\alpha = 0,01$ .

El intervalo de confianza para el 95% se calcula con la fórmula

$$\bar{x} \pm 1,96\sigma_{\bar{x}} \quad (4)$$

donde 1,96 es el valor  $Z_{\alpha/2}$  para el 95 % central de las observaciones

De manera similar, el intervalo de confianza de 99 % se calcula con la fórmula

$$\bar{x} \pm 2,58\sigma_{\bar{x}} \quad (5)$$

donde 2,58 es el valor  $z_{\alpha/2}$  para el 99 % central de las observaciones.

Cuando se calcula un intervalo de confianza se debe decidir qué nivel de confianza se utilizará. Esta decisión implica un intercambio porque los intervalos con niveles de confianza más grandes son menos precisos. Por ejemplo, un intervalo de confianza de 68 % especifica la media poblacional dentro de  $\bar{x} \pm 1,0\sigma_{\bar{x}}$  mientras que un intervalo de confianza de 95% especifica a ésta solamente dentro de  $\bar{x} \pm 1,96\sigma_{\bar{x}}$ . Por lo tanto, el 95 % tiene sólo la mitad de la precisión del intervalo de confianza de 68 %.

La Figura 2 ilustra el intercambio entre confianza y precisión para una población con media  $\mu$  de la cual se extrajeron cien muestras. La Figura 2a presenta intervalos de confianza de 68 % basados en las mismas muestras. Estos intervalos son más precisos (más angostos) pero muchos de ellos no contienen la media poblacional. En este caso de 68 % los intervalos de confianza no contienen la media en un 32 % de las veces. Esta alta tasa de fallas hace que el intervalo de confianza de 68 % sea inaceptable para propósitos prácticos.

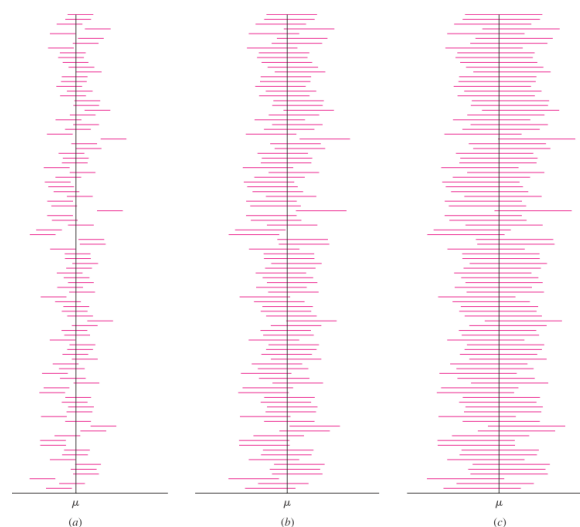
La Figura 2b presenta cien intervalos de confianza de 95 % cada uno. Los intervalos de confianza son todos diferentes porque cada muestra tiene una  $\bar{x}$  distinta. La Figura 2b muestra que cerca de 95 % de estos intervalos

de confianza contienen la media poblacional  $\mu$  por lo que el 95 % muestra un buen compromiso entre precisión y confiabilidad.

La Figura 2c presenta intervalos de confianza de 99,7 %. Estos intervalos son muy confiables. A la larga, solamente tres de los 100 intervalos no contendrán la media poblacional. Sin embargo, son menos precisos (más anchos) por lo que son sumamente confiables, pero poco precisos. Para el 99,7% se encuentra que la media poblacional solamente está ausente tres veces en 100. El nivel de confianza más utilizado en la práctica es de 95 %. Para muchas aplicaciones este nivel proporciona un buen compromiso entre precisión y confiabilidad.

#### Figura 2

Diagrama que muestra cien intervalos de confianza del 68% (a), 95% (b) y 99.7% (c) para la media de una población (Navidi, 2011).



## 4. Resultados y discusión

“Todos los modelos son malos, pero algunos modelos son útiles.” Box y Draper (1987).

Los resultados de las estimaciones de límites de confianza y niveles de confianza mensual y anual de lluvia se muestran en la Tabla 2. Puede distinguirse claramente la estimación puntual de la media de la muestra  $\bar{x}$  mensual y anual para cada sitio de monitoreo de lluvia como el mejor estimador de la media de la población  $\mu$ .

**Tabla 2**  
*Estimación de límites y niveles de confianza mensual y anual para la lluvia en SCB (1971-2024) y SMJ (1970-2024)*

Santa Cruz Patulul													
	Ea	Fe	Ma	Aa	Ma	Jun	Jul	Ag	Se	Oct	Nov	Dic	Anual
Puntual	1.9	7.6	10.6	25.1	115.1	209.7	149.5	137.5	194.7	115.5	72.5	5.5	967.4
Desviación estándar	2.6	7.3	20.2	22.1	59.2	71.7	53.9	59.7	68.2	72.5	29.1	8.7	180.7
Error estándar de la media	0.85	0.99	2.75	3.01	8.66	9.76	7.04	8.32	9.29	9.86	3.06	0.19	24.99
Intervalo de confianza	$\pm 1.64\sigma$												
Límite de confianza superior	3.29	4.53	15.14	30.05	130.36	216.69	155.99	150.90	209.93	131.63	29.17	1.44	1097.75
Límite de confianza inferior	1.14	1.27	6.13	20.18	100.92	144.69	126.51	124.27	179.47	99.33	16.17	8.55	927.10
Nivel de confianza (%)													
68% $\pm 1.0\sigma$	2.1	3.9	13.4	28.1	125.2	210.0	147.9	145.2	204.0	132.4	26.0	6.7	992.0
	1.4	1.6	9.9	22.1	101.9	189.9	135.2	126.4	184.4	106.9	18.7	8.2	928.9
95% $\pm 1.96\sigma$	3.8	4.8	16.0	31.0	152.9	219.8	154.9	151.5	212.9	134.8	30.4	7.8	1015.6
	1.0	1.0	2.2	19.2	101.3	181.6	126.2	121.2	176.5	96.2	14.9	1.2	919.2
99% $\pm 2.58\sigma$	2.6	5.5	17.7	32.9	137.9	225.9	159.5	158.5	219.7	149.9	32.9	8.6	1039.9
	0.8	0.3	1.5	17.4	96.3	175.3	121.6	116.6	170.7	90.0	12.5	2.4	904.0
San Martín Jitotzeque													
	Ea	Fe	Ma	Aa	Ma	Jun	Jul	Ag	Se	Oct	Nov	Dic	Anual
Puntual	1.5	8.2	20.1	39.6	114.8	209.1	191.7	197.8	269.9	155.6	12.2	7.5	1324.0
Desviación estándar	3.5	8.2	20.1	39.6	104.6	97.1	82.0	80.5	83.9	85.6	33.1	11.4	243.0
Error estándar de la media	0.47	1.00	2.71	5.30	9.51	12.40	11.06	10.85	11.08	11.54	4.47	1.53	34.12
Intervalo de confianza	$\pm 1.64\sigma$												
Límite de confianza superior	3.37	5.09	17.66	44.76	139.45	241.03	211.81	215.56	281.61	171.57	39.48	10.00	1337.88
Límite de confianza inferior	1.83	1.47	8.70	27.45	124.25	228.51	175.51	199.97	243.93	133.72	24.83	6.99	1226.07
Nivel de confianza (%)													
68% $\pm 1.0\sigma$	3.1	4.4	15.9	41.3	153.4	253.1	208.7	208.0	274.5	164.2	36.0	9.0	1316.1
	2.1	2.5	10.6	30.7	114.3	209.1	185.6	186.9	259.3	141.1	27.7	6.0	1247.9
95% $\pm 1.96\sigma$	3.5	5.4	18.5	46.1	162.5	285.0	215.3	219.0	285.6	175.3	40.0	10.5	1388.9
	1.7	1.1	7.8	25.5	125.2	216.3	172.0	176.5	240.2	130.0	23.4	4.5	1215.1
99% $\pm 2.58\sigma$	3.8	6.1	20.2	49.9	164.4	277.1	222.2	225.8	292.8	182.4	43.7	11.5	1379.1
	1.4	0.4	6.1	27.7	119.3	208.6	165.1	169.8	233.0	129.9	20.0	1.6	1194.0

Para tener una aproximación de la incertidumbre que acompaña a cada estimación puntual es necesario calcular el intervalo de confianza dentro del cual es probable que se encuentre la media de cada población lo cual se determinó mediante el error estándar de la media mensual y anual de lluvia (Tabla 2).

El pronóstico de rangos de lluvia mensual con un nivel de confianza del 95 % para cada estación meteorológica se muestra en la Tabla 2 y Figura 3. Se notó claramente el efecto estacional donde los rangos de lluvia son

mucho mayores durante invierno (mayo a octubre) que en verano (noviembre a marzo).

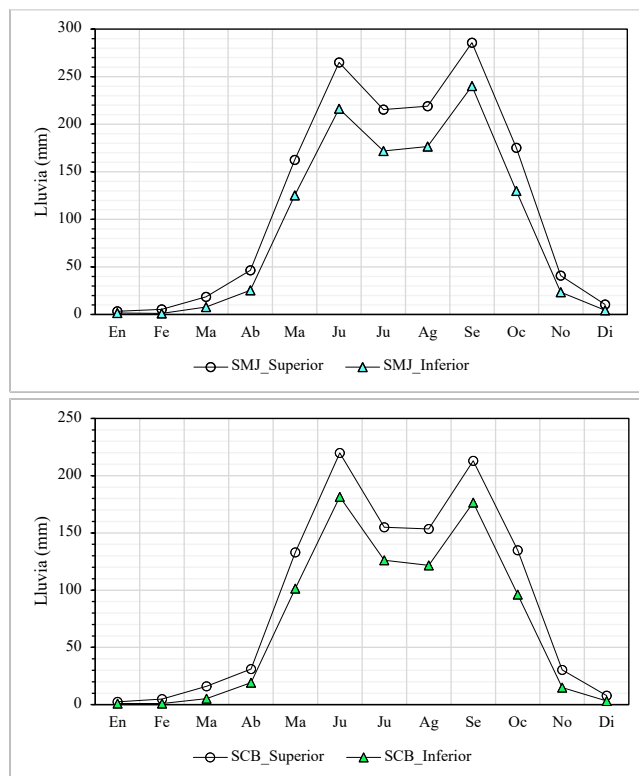
La magnitud de los rangos de lluvia en invierno es mayor en SMJ que en SCB. El pico de lluvia mensual se registra durante septiembre en SMJ mientras que en SCB se manifiesta en junio (Figura 3). El rango de lluvia con un 95 % de probabilidad para el mes más húmedo (junio) en SCB varía de 182 mm a 220 mm, y en SMJ (septiembre) entre 240 mm y 286 mm.

Enero es el mes más seco presentando un rango de lluvia con un 95% de probabilidad para SCB entre 1 mm a 2 mm y SMJ entre 2 mm y 4 mm.

Es notorio en la Figura 3 un descenso en los rangos de lluvia entre julio y agosto para ambas estaciones lo cual ocasionalmente coincide con el desarrollo de la canícula.

**Figura 3**

Pronóstico que muestra el rango de valores de lluvia mensual con un nivel de confianza del 95% para San Martín Jilotepeque (arriba) y Santa Cruz Balanyá (abajo).



## 5. Conclusiones y recomendaciones

*“La Geología es una ciencia que depende fundamentalmente de observaciones en las cuales existe mucha incertidumbre por lo que la Estadística juega un rol protagónico en la investigación geológica.”* (Davis, 2002).

Los resultados de niveles de confianza de lluvia mensual con un 95% de probabilidad para el centro y norte de Chimaltenango pueden ser utilizados en la planificación hidrológica mensual de diferentes comunidades y proyectos incluyendo captación de agua de

lluvia, abastecimiento doméstico y agrícola de agua, y estimación de recarga hídrica de los acuíferos. Se concluye que existe mayor disponibilidad de agua de lluvia al norte que al centro de Chimaltenango.

La distribución de lluvia mensual para ambas estaciones es aproximadamente normal por lo que el supuesto del teorema de límite central aporta resultados aceptables. Sin embargo, se documenta un descenso de lluvia mensual entre julio y agosto por lo que para un tratamiento estadístico más detallado puede ser apropiado separar los eventos de lluvia en dos poblaciones normales distintas la cuales alcanzan máximos de lluvia en junio y septiembre. Los rangos de lluvia mensuales estimados con un nivel de confianza del 95% permiten discriminar claramente el efecto estacional en la distribución espacial y temporal de lluvia.

Los registros históricos de lluvia mensual para más de 50 años constituyen una base de datos confiable para los pronósticos mensuales realizados y para la definición de la variación estacional de la lluvia en el centro y norte de Chimaltenango. Esta base de datos puede utilizarse para identificar tendencias mensuales de lluvia a largo plazo utilizando la metodología innovadora de análisis propuesta por Şen (2012) y la prueba Mann-Kendall (Chisanga y otros, 2023). La planificación estratégica de los

recursos hídricos de la zona puede fortalecerse evaluando la relación de la lluvia mensual con las teleconexiones climáticas a gran escala que se manifiestan en la región (Elfeki y otros, 2022).

## 6. Referencias

- Box, G., and Draper, N., 1987, *Empirical Model-Building and Response Surfaces*: John Wiley & Sons. 424 p.
- Chisanga, C., Nkonde, E., Phiri, E., Mubanga, K., Lwando, C., 2023, Trend analysis of rainfall from 1981-2022 over Zambia: *Helyon*, v. 9, e22345 p. 1-17.
- Davis, J.C., 2002, *Statistics and Data Analysis in Geology*. Third Edition. John Wiley & Sons. 677 p.
- Elfeki, A., Bahrawi, J., Latif, M., Hannachi, A., 2022, Spatiotemporal analysis of monthly rainfall over Saudi Arabia and global teleconnections: *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, v. 13, p. 2618-2648.  
<https://doi.org/10.1080/19475705.2022.2127379>
- Fischer, H., 2011, *A History of the Central Limit Theorem*. Springer. 415 p.
- Green, K., and Armstrong, J., 2007, Global Warming: Forecasts by Scientists Versus Scientific Forecasts: *Energy & Environment*, v. 18, No. 7+8, p. 997-1021.
- Navidi, W., 2011, *Statistics for Engineers and Scientist*. Third Edition. 933 p.
- Poincaré, H., 1902, *La science et l'hypothèse*, Flammarion, Paris, Capítulo IX, citado en: *Filosofía de la Ciencia*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, 1984, 2da Edición. 283 p.
- Şen, Z., 2012, Innovative trend analysis methodology: *Journal of Hydrological Engineering*, v. 17(9):1042–1046.
- Silver, N., 2012, *The Signal and the Noise*: Penguin Books. 534 p.
- Wainer, H., 2007, The Most Dangerous Equation: *American Scientist*, v. 95, p. 249-256

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningun conflicto de intereses.

### Acceso Abierto

Este artículo está protegido por una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional, que permite su uso, intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se cite adecuadamente al autor o autores originales y la fuente, se proporcione un enlace a la licencia Creative Commons y se indique si se han realizado cambios. Las imágenes u otro material de terceros que aparece en este artículo están incluidos en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito del material. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons del artículo y el uso que se pretende darle no está permitido por la normativa legal o excede el uso permitido, será necesario obtener el permiso directamente del titular de los derechos de autor.

Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

