

Integradora 1

2024-10-28

```
## Loading required package: carData
```

```
## Loading required package: survival
```

Introduccion

Varias obras de la Ingeniería Civil se ven altamente influenciadas por los factores climatológicos como la lluvia y la temperatura. En hidrología, por ejemplo, es necesario conocer el valor de la máxima precipitación probable registrada para un determinado período de retorno para realizar los cálculos y el diseño de las estructuras de conservación de agua como las presas y otras obras civiles como puentes, carreteras, y edificios. El cálculo adecuado de dimensiones para un drenaje, garantizan la correcta evacuación de volúmenes de agua asegurando la vida útil de carreteras, aeropuertos, y drenajes urbanos.

Se analizaran los datos históricos (1994-2023) de las precipitaciones máximas mensuales por estado para cumplir el objetivo principal de este estudio que consiste en calcular la precipitación más extrema que se logra con un periodo de retorno seleccionado. Para conseguir los siguiente resultados se utilizo el estado de Campeche porque era un estado donde regularmente tenia lluvia comparado con otros pero no era el de mayor precipitacion para asi poder ver unos resultados no tan drasticos a comparacion con estado mas secos o mas lluviosos.

Tambien es importante saber un poco mas sobre la precipitacion que es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Hay diferentes tipos de precipitaciones como liquida, glacial y congelada, algo importante de saber es el periodo de retorno como lo vamos a ver mas adelante lo cual es la probabilidad de que se produzca un evento, con una intensidad y duración especificada. La intensidad de una tormenta puede predecirse para cualquier período de retorno y duración de la tormenta, a partir de tablas basadas en datos históricos de posición.

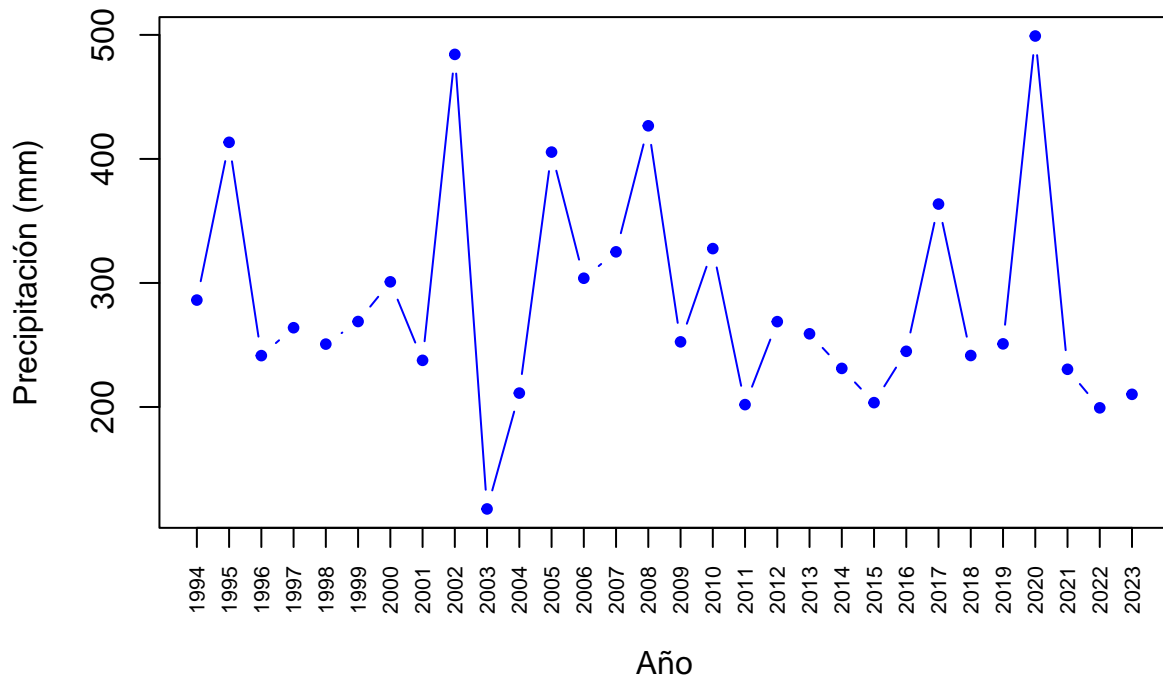
Tambien en nuestro reporte y analisis la precipitacion importa para saber como podra afectar a estructuras, presas y obras civiles, un caso como el de Monterrey donde las presas casi no tenian agua pero despues la precipitacion y analisis sobre este ayudo a que se regresara a un punto mas normal, por eso todo lo que vamos a ver a continuacion es importante para el analisis que vamos hacer, en nuestro caso Campeche tiene muy buen precipitacion y veremos como este afecta las estructuras y obras civiles durante los siguientes años.

Desarrollo. (n.d.). Mapas Diarios de Temperaturas y Lluvia. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/mapas-diarios-de-temperatura-y-lluvia>

Precipitación. (n.d.). <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/precipitacion-form>

Pérez, G. (n.d.). Precipitación - Ciclo hidrológico (del agua). <https://www.ciclohidrologico.com/precipitacion>

Precipitación Máxima Mensual: Campeche



Precipitacion Maxima Mensual: La gráfica revela una gran variabilidad en las precipitaciones máximas anuales en Campeche, no sugiere un patrón cíclico claro. Estos datos y gráficos sirven como base para la toma de decisiones en la construcción de infraestructuras que deben enfrentar potenciales eventos extremos de precipitación.

Media de las precipitaciones máximas mensuales: 284.06

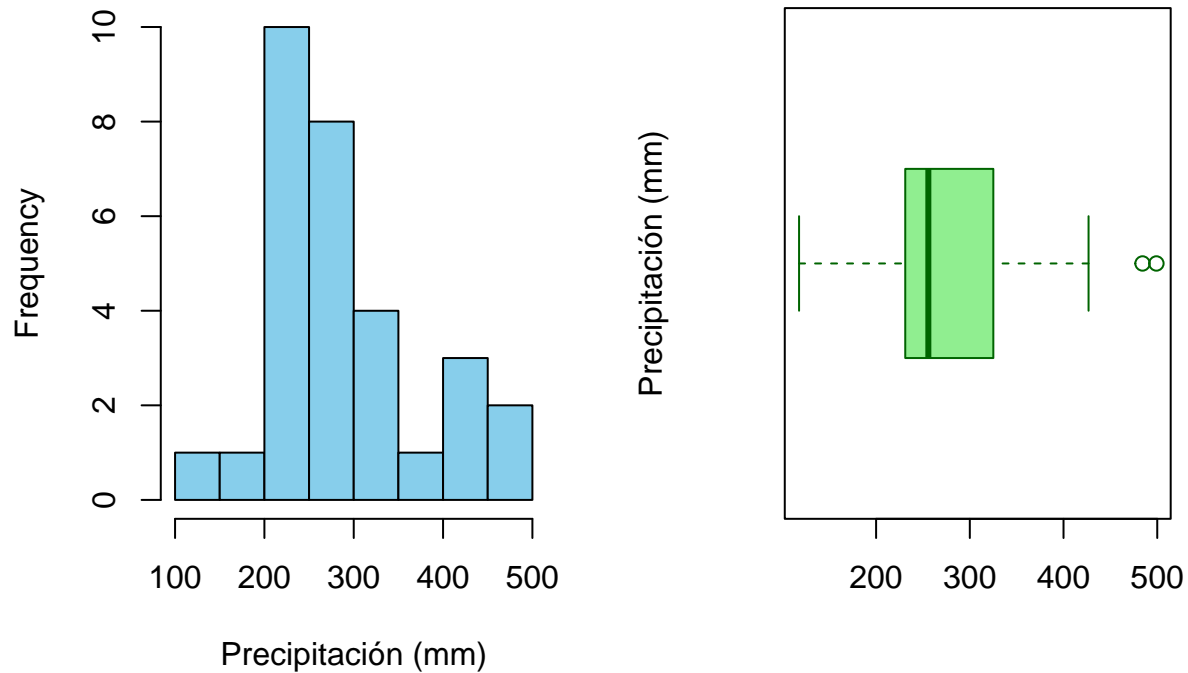
Mediana de las precipitaciones máximas mensuales: 255.75

Desviación estándar de las precipitaciones máximas mensuales: 88.14132

Varianza de las precipitaciones máximas mensuales: 7768.892

Coeficiente de variación (%): 31.02912

de Precipitaciones Máximas Mensuales Precipitaciones Máximas Mensual



Centralización alrededor de valores entre 200 mm y 300 mm, con una media y mediana cercanas, aunque con una ligera asimetría positiva. Asimetría positiva (sesgo a la derecha), con algunos eventos de precipitación extremadamente altos que extienden la cola derecha de la distribución. Variación moderada, con un coeficiente de variación que indica una dispersión significativa en relación al promedio, pero sin una gran dispersión extrema.

P_{exe}: Calcula la probabilidad de que la precipitación exceda un valor específico. Aquí, Rank representa el número de orden de cada precipitación máxima, desde el valor más alto hasta el más bajo.

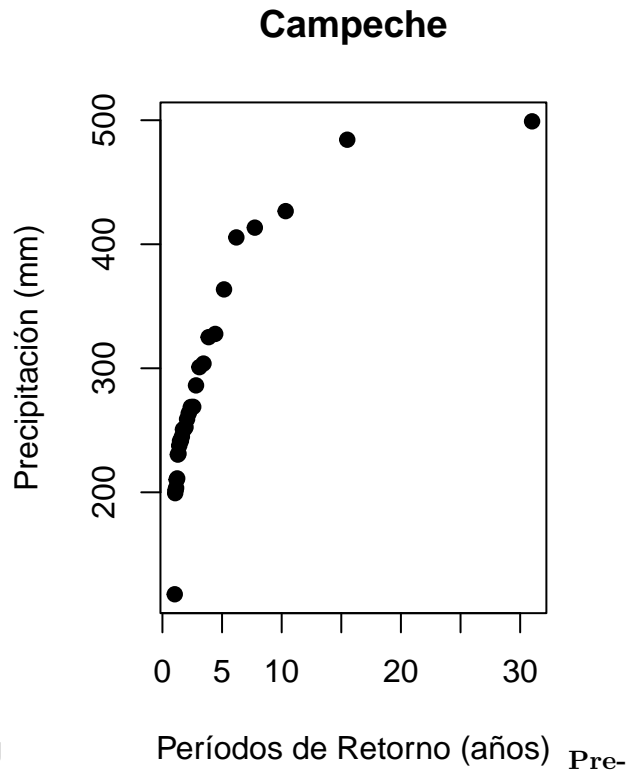
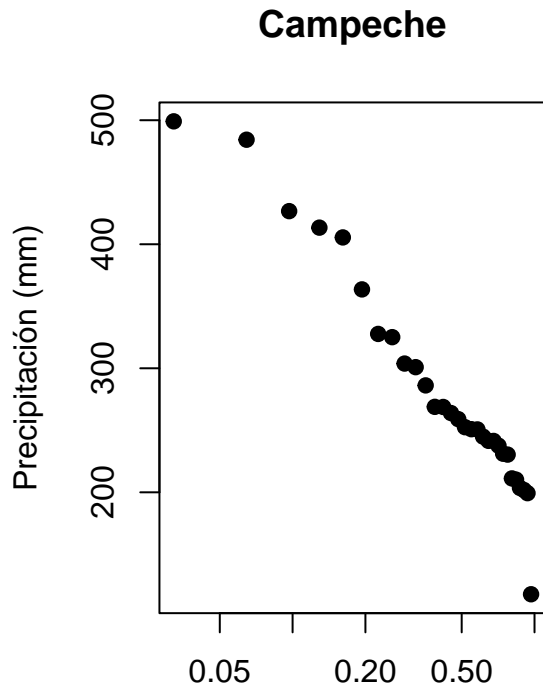
$$P_{exe} = m/N + 1$$

P_{no_exe}: Calcula la probabilidad complementaria de la excedencia, es decir, la probabilidad de que la precipitación no exceda ese valor específico.

$$P_{noexe} = 1 - P_{exe}$$

P_{ret}: Calcula el período de retorno, que es el tiempo promedio en años para que ocurra una precipitación de esa magnitud o mayor.

$$P_{ret} = 1/P_{exe}$$



precipitacion Maxima vs Probabilidad de Excedencia A medida que aumenta el valor de precipitación, la probabilidad de excedencia disminuye. Esto indica que los eventos de precipitación extrema (valores altos) son menos probables que los eventos de menor magnitud.

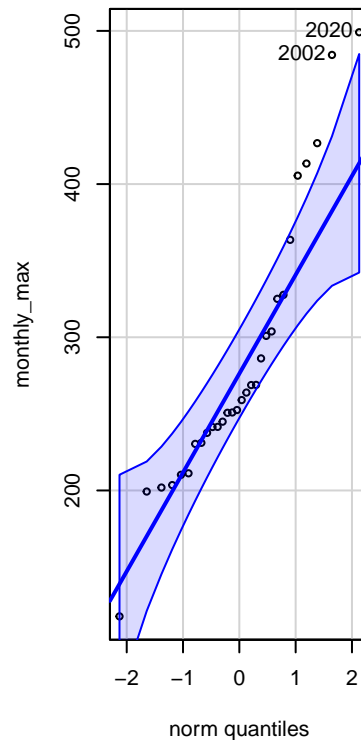
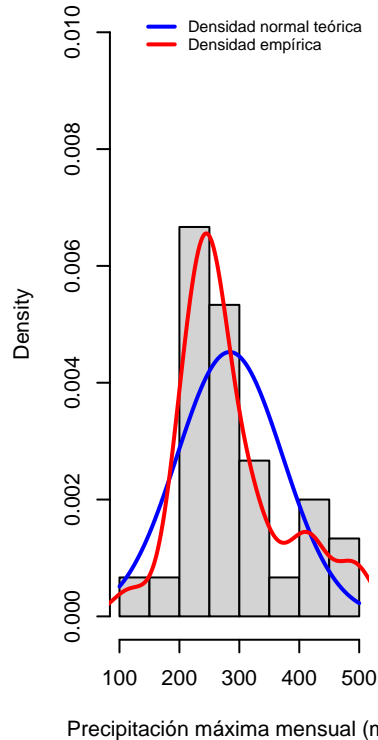
Precipitacion Maxima vs Periodo de retorno A medida que aumentan los valores de precipitación, el período de retorno se hace más largo, lo que indica que estos eventos extremos ocurren con menor frecuencia.

La probabilidad de excedencia y el período de retorno son herramientas clave en hidrología e ingeniería para evaluar y prepararse para eventos de precipitación extrema, garantizando la seguridad y la eficiencia de las infraestructuras construidas.

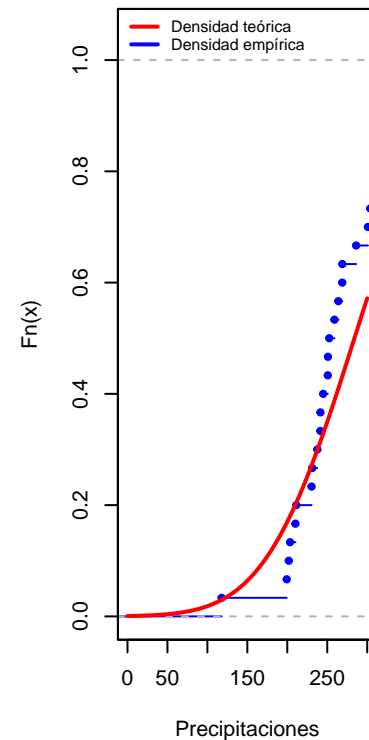
Ajuste a una Distribución Normal

```
## 2020 2002
## 27 9
```

Comparación de la distribución de los datos con Distribución Normal



Comparación con la Distribución Normal



Histograma: Los datos no parecen ajustarse perfectamente a una distribución normal debido a la asimetría y la cola derecha observada en la densidad empírica. La distribución normal es simétrica, por lo que distribuciones que admiten asimetría, como la Log-normal o Weibull, podrían proporcionar un mejor ajuste para estos datos de precipitación como veremos en las siguientes distribuciones.

QQ-Plot: Podemos concluir que los datos no siguen una distribución normal de manera estricta, ya que muestran desviaciones en las colas.

Esto indica que los datos de precipitación máxima mensual podrían ajustarse mejor a una distribución con asimetría positiva, como la Log-normal o la Weibull, que son más adecuadas para datos con sesgo.

Probabilidad acumulada empírica vs teórica: Esta comparación visual sugiere que los datos empíricos no siguen una distribución normal. Las distribuciones de precipitación suelen tener sesgo positivo y una mayor frecuencia de eventos extremos, lo cual no es capturado adecuadamente por una distribución normal. En este caso, sería más apropiado considerar distribuciones que admitan asimetría, como la Log-normal o la Weibull.

```
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  monthly_max
## W = 0.90344, p-value = 0.0102
##
## Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data:  monthly_max
## D = 0.20161, p-value = 0.1517
## alternative hypothesis: two-sided
```

Shapiro vs Kolmogorov: Aunque la prueba de Kolmogorov-Smirnov no rechaza la normalidad, la prueba

de Shapiro-Wilk sí lo hace, y esta prueba es más potente en la detección de desviaciones de la normalidad.

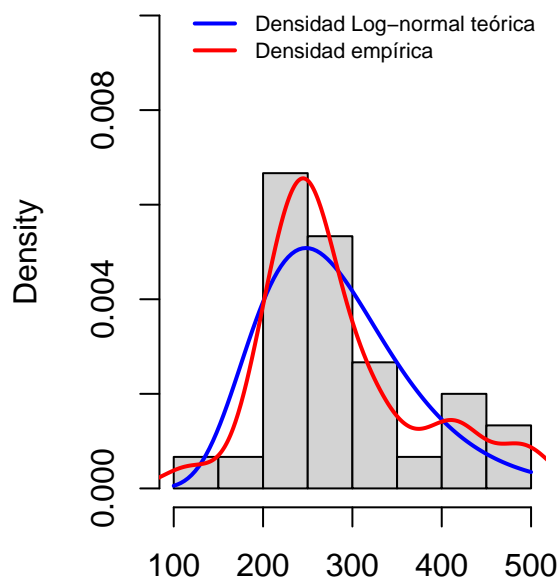
Dado que la prueba de Shapiro-Wilk es más adecuada para evaluar la normalidad en conjuntos de datos pequeños o medianos y detectó una desviación significativa, es razonable concluir que los datos de las precipitaciones máximas mensuales probablemente no siguen una distribución normal.

Shapiro-Wilk: Rechaza la hipótesis nula (p -valor = 0.0102), indicando no normalidad.

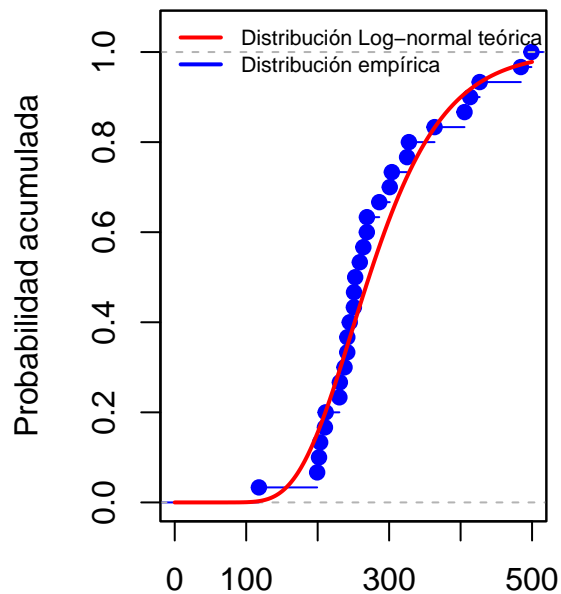
Kolmogorov-Smirnov: No rechaza la hipótesis nula (p -valor = 0.1517), sugiere normalidad.

Ajuste a una Distribución Log-Normal

Comparación de la distribución de los datos con Distribución Log-Normal



Precipitación máxima mensual (mm)



Precipitación máxima mensual (mm)

Histograma: La distribución Log-normal proporciona un ajuste aceptable para los datos de precipitación máxima mensual, capturando mejor la asimetría de la distribución en comparación con la normal, aunque presenta algunas pequeñas diferencias en el centro de la densidad empírica.

Probabilidad acumulada empírica vs teórica: Las distribuciones de probabilidad acumuladas empírica y teórica Log-normal se parecen lo suficiente como para concluir que la Log-normal es un buen modelo para los datos, especialmente debido a su capacidad para capturar la asimetría y la cola derecha de la distribución.

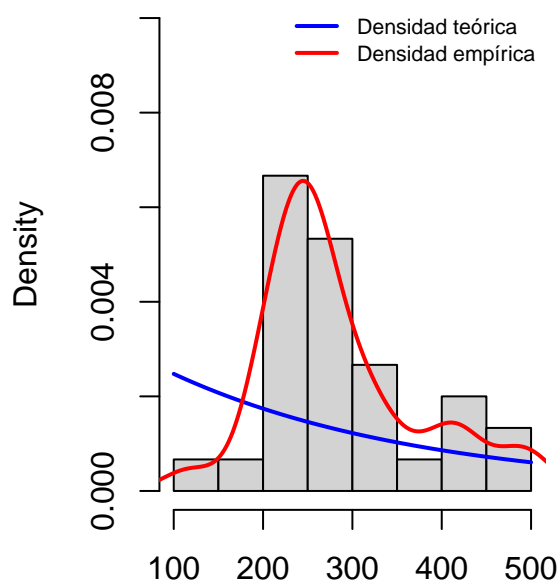
```
##  
## Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test  
##  
## data: monthly_max  
## D = 0.14741, p-value = 0.4868  
## alternative hypothesis: two-sided
```

Sugiere que la distribución Log-normal es una buena aproximación para modelar los datos de precipitaciones máximas mensuales, ya que el p -valor es considerablemente mayor que 0.05. Esto respalda la observación visual y confirma que la distribución Log-normal es adecuada para describir la distribución de los datos, capturando la asimetría y la variabilidad en los valores extremos de precipitación.

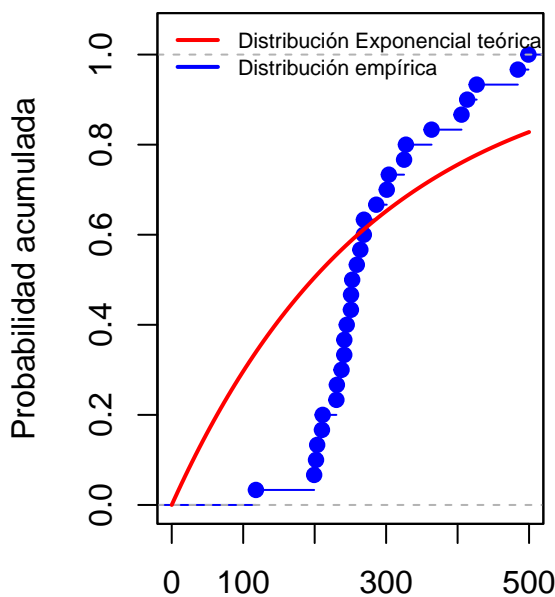
En resumen, el método de momentos confirma que los parámetros $\mu = 5.605007$, $\sigma = 0.3022303$ están bien calculados y son adecuados para describir una distribución Log-normal que modele los datos de precipitación máxima mensual.

Ajuste a una Distribución Exponencial

Comparación de la distribución de los datos con Distribución Exponencial



Precipitación máxima mensual (mm)



Precipitación máxima mensual (mm)

Histograma: Visualmente, no parece que los datos se ajusten bien a una distribución exponencial, ya que la forma de la densidad empírica es muy distinta de la densidad teórica esperada para una distribución de este tipo.

Probabilidad acumulada empírica vs teórica: Aunque ambas curvas muestran una tendencia ascendente, no parecen coincidir del todo, especialmente en los valores iniciales y hacia el final. La distribución empírica sube más rápido y se aleja de la teórica, lo cual indica que los datos reales no se ajustan bien a una distribución exponencial teórica.

```
##
## Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data:  monthly_max
## D = 0.47088, p-value = 1.265e-06
## alternative hypothesis: two-sided
```

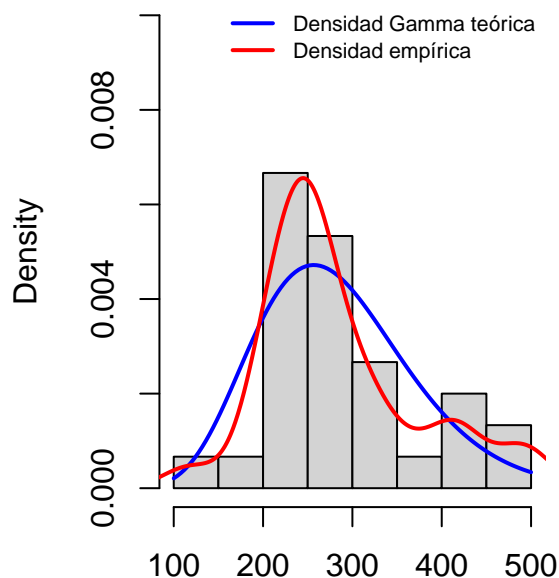
Podemos concluir que los datos de las precipitaciones máximas mensuales no siguen una distribución Exponencial. La alta distancia D y el p -valor extremadamente bajo indican que la distribución Exponencial no es un buen modelo para describir estos datos, lo que es consistente con la observación de que los datos de precipitación suelen tener una distribución más asimétrica con colas más largas.

Los parámetros de la distribución Gamma calculados son consistentes con el método de momentos y proporcionan una representación adecuada de los datos de precipitación máxima mensual. Puedes utilizar estos parámetros para evaluar si la distribución Gamma es un buen ajuste para tus datos y para realizar análisis adicionales, como la simulación de valores futuros o la estimación de riesgos relacionados con las

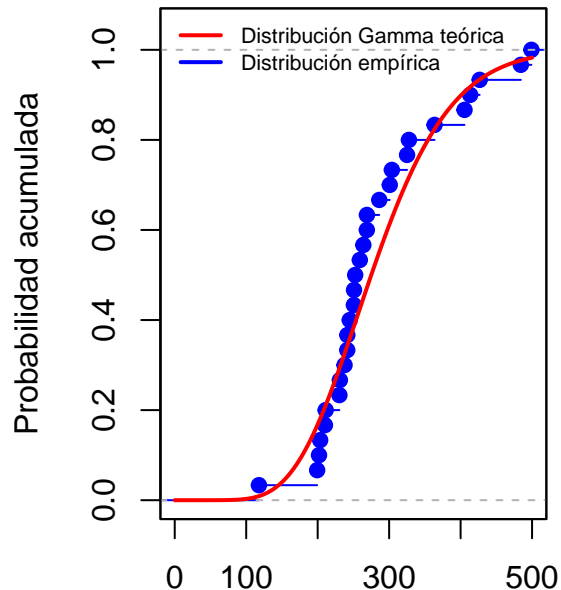
precipitaciones.

Ajuste a una Distribución Gamma

Comparación de la distribución de los datos con Distribución Gamma



Precipitación máxima mensual (mm)



Precipitación máxima mensual (mm)

Histograma: La distribución Gamma captura en términos generales la forma de los datos, hay discrepancias notables en la altura y ubicación de los picos y en el comportamiento de las colas, lo que sugiere que este ajuste podría no ser óptimo.

Probabilidad acumulada empírica vs teórica: Hay ligeras discrepancias en algunas secciones, como en la zona inicial y en la zona entre 300 y 400 mm, donde los puntos empíricos se desvían un poco de la curva teórica. A pesar de estas diferencias, el ajuste es razonable, sugiriendo que la distribución Gamma proporciona una buena, aunque no perfecta, aproximación.

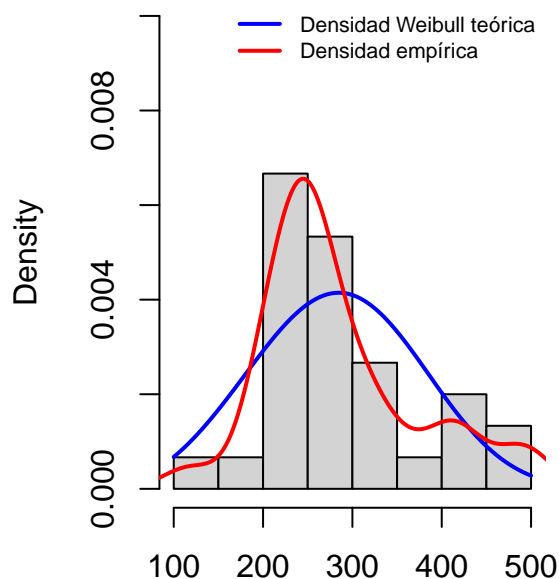
```
##  
## Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test  
##  
## data: monthly_max  
## D = 0.16165, p-value = 0.373  
## alternative hypothesis: two-sided
```

Podemos concluir que los datos de las precipitaciones máximas mensuales podrían seguir una distribución Weibull. La alta p-valor indica que no se observa una discrepancia significativa entre los datos y la distribución Weibull, lo que sugiere que la distribución Weibull es un modelo adecuado para describir los datos observados.

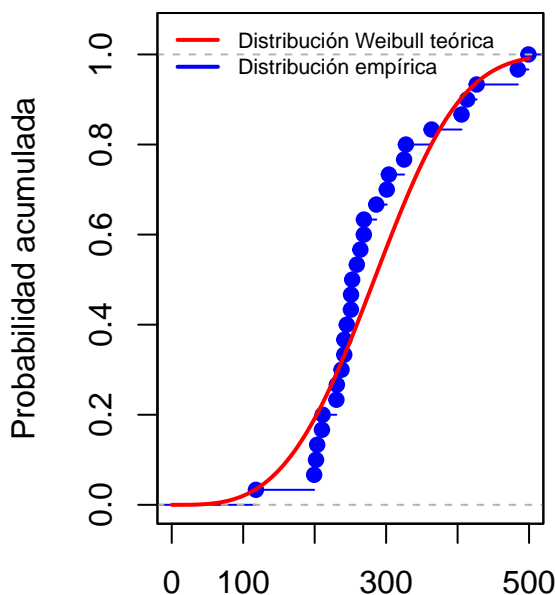
La naturaleza no lineal de la distribución, el uso de métodos computacionalmente intensivos como el MLE, la sensibilidad a valores extremos, y la interpretación de los parámetros hacen que la estimación de los parámetros de la distribución Weibull sea más complicada en comparación con otras distribuciones.

Ajuste a una Distribución Weibull

Comparación de la distribución de los datos con Distribución Weibull



Precipitación máxima mensual (mm)



Precipitación máxima mensual (mm)

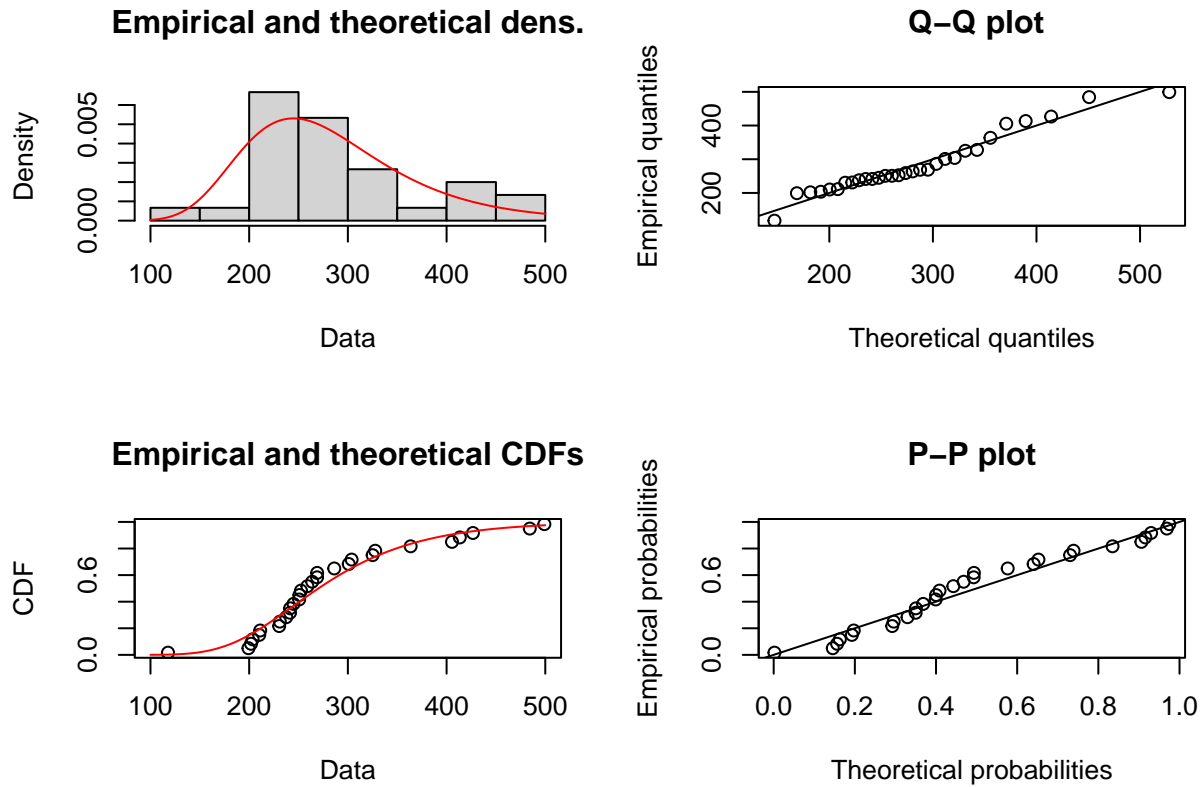
Histograma: Aunque la distribución Weibull captura la forma general de los datos, hay una discrepancia significativa en la altura y la ubicación del pico, así como en el comportamiento de las colas, lo que indica que el ajuste no es del todo adecuado.

Probabilidad acumulada empírica vs teórica: Se puede ver que ambas distribuciones se asemejan en forma general, aunque presentan algunas diferencias en ciertas áreas. Esto indica que el modelo teórico de Weibull es una aproximación razonable, pero no perfecta, de los datos empíricos de precipitación máxima mensual.

```
##
## Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data: monthly_max
## D = 0.19292, p-value = 0.1879
## alternative hypothesis: two-sided
```

Podemos concluir que los datos de las precipitaciones máximas mensuales podrían seguir una distribución Weibull. La alta p-valor indica que no se observa una discrepancia significativa entre los datos y la distribución Weibull, lo que sugiere que la distribución Weibull es un modelo adecuado para describir los datos observados.

La complejidad en la estimación de estos parámetros proviene de la no-linealidad en sus relaciones con los momentos, el uso de métodos computacionalmente intensivos como MLE, la sensibilidad a outliers, y la necesidad de un contexto más profundo para su interpretación. Esto hace que la estimación de parámetros de la distribución Weibull sea más desafiante que en distribuciones más simples como la Normal o la Exponencial.



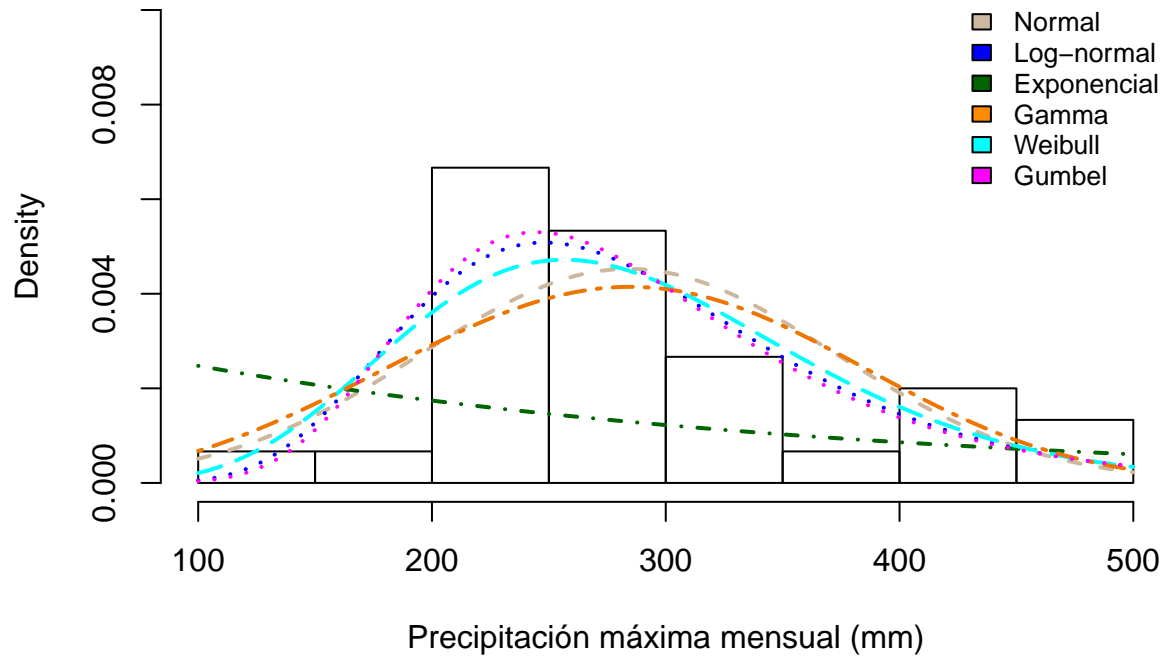
```
##
## Exact two-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data: rain_analysis$Pexe and gumbel_exe
## D = 0.13333, p-value = 0.9578
## alternative hypothesis: two-sided
```

El valor-p alto indica que no se observa una discrepancia significativa entre los datos y la distribución Gumbel, lo que sugiere que la distribución Gumbel es un modelo adecuado para describir las probabilidades de excedencia de las precipitaciones.

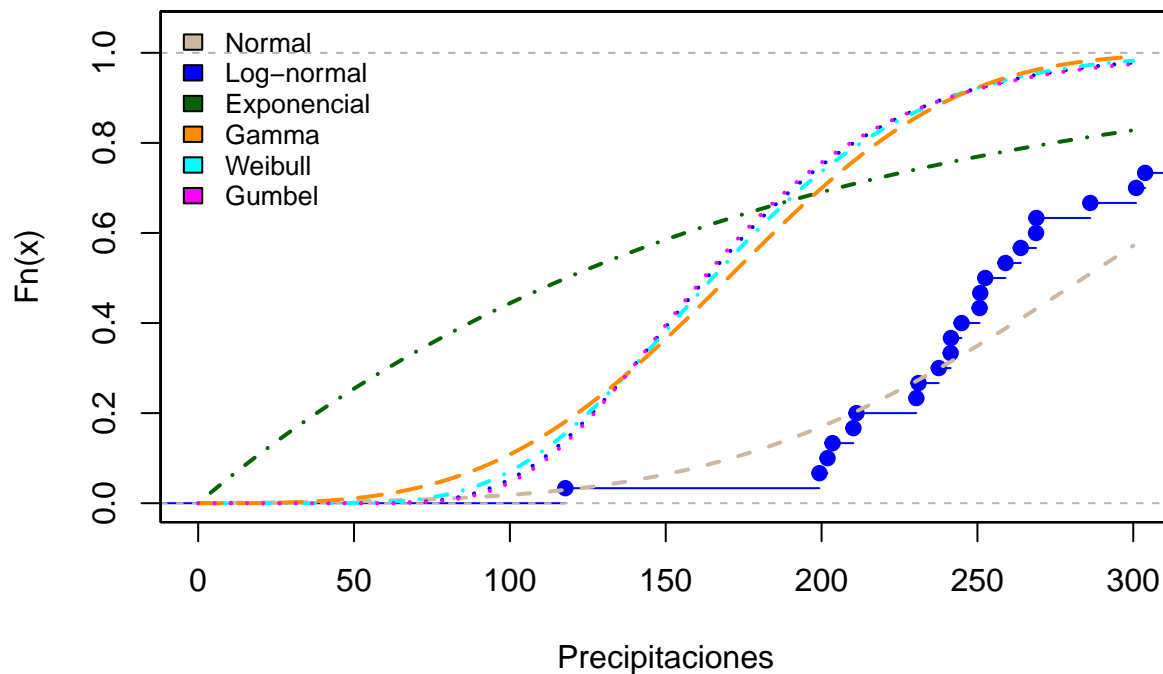
Parametros: Localización, Escala

Comparar los valores obtenidos con los dos métodos proporciona una buena base para entender cómo se comportan los datos en relación con la distribución Gumbel y la sensibilidad de cada método.

Comparación de las distribuciones



Comparación con las Distribuciones

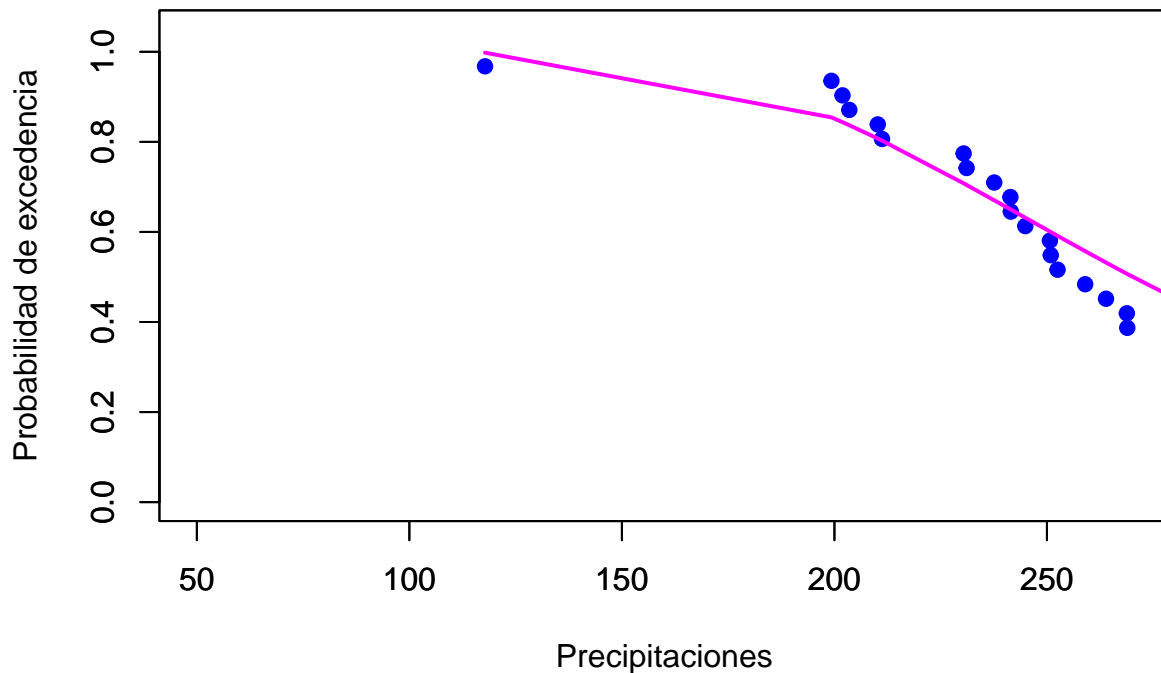


Mejor distribución Analizando estos resultados vemos que la distribución Gumbel sería una buena elección ya que se alinea bien en nuestro historgama y también viendo los resultados vistos anteriormente vemos que tiene un p-valor de 0.95. ##

Algunos de las otras distribuciones fueron buenas para nuestro estado como vemos en el hisotragama que log-normal se acerca a nuestra distribución de gumbel, también se estaba revisando si la distribución de

weibul era buena en nuestro caso pero la de Gumbel resulto mejor por el valor-p que nos dieron los resultados. Tambien la distribución Gumbel es adecuada para modelar máximos extremos, como las precipitaciones máximas mensuales en nuestro caso. Es comúnmente utilizada en la hidrología para modelar el comportamiento de eventos extremos, lo que la convierte en una opción lógica para este tipo de análisis.

Probabilidad de excedencia teórica y empírica Distribución Gumbel



El gráfico sugiere que la distribución Gumbel es un modelo adecuado para las precipitaciones máximas en la región analizada, y los resultados estadísticos refuerzan esta elección. La línea de Gumbel se alinea bien con los datos empíricos, brindando confianza en su uso para el diseño de infraestructuras, como la presa derivadora.

La probabilidad de excedencia para un periodo de retorno de 10 años es 0.1 o 10%. Esto significa que hay un 10% de probabilidad de que se superen las precipitaciones asociadas a este límite inferior en un año dado.

```
##          a
## 400.8858
```

Este valor es crucial para el diseño de infraestructuras hidráulicas como presas, drenajes y sistemas de riego, ya que permite dimensionar las estructuras adecuadamente para manejar eventos extremos.

Si se incrementa el periodo de retorno, la probabilidad de excedencia disminuirá, lo que generalmente resultará en un valor de precipitación máxima más alto.

Seguridad y Prevención: Diseñar obras hidráulicas con base en periodos de retorno sugeridos permite anticipar eventos extremos y minimizar el riesgo de fallas en las infraestructuras, protegiendo tanto a las personas como a los bienes.

Planificación de Recursos: Ayuda a las autoridades y planificadores a gestionar mejor los recursos hídricos, garantizando que se pueda satisfacer la demanda incluso en condiciones climáticas adversas.