

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE TENDENCIA NUMÉRICA DE DATOS LIBRES DE
PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA DEL IDEAM EN COLOMBIA**

(Modalidad pasantías)

Wilmar Andrey Polo Cárdenas

MAYO 2020.

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL. TESIS DE GRADO

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE TENDENCIA NUMÉRICA DE DATOS LIBRES DE
PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA DEL IDEAM EN COLOMBIA**

(Modalidad pasantías)

INGENIERÍA CIVIL

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

WILMAR ANDREY POLO CÁRDENAS

DIRECTOR DE TESIS:

JUAN PABLO RODRÍGUEZ RINCÓN

COLOMBIA, BOGOTÁ

MAYO 2020

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

JURADO ASIGNADO:

Lugar o lugares de desarrolló de tesis:

Colombia, Universidad Antonio Nariño, SEDE SUR.

TUTOR DE TESIS

ING. JUAN PABLO RODRÍGUEZ RINCÓN

BOGOTÁ D.C., MAYO 2020

*A Dios que gracias a él cada día me permite demostrar mi respeto y amor así un sueño más
en mi mente.*

*A mi madre y mi padre que son la fortaleza y la razón por la cual quiero salir adelante
demostrándoles mis esfuerzos y mis sueños.*

RESUMEN

Colombia es uno caso inédito y relevante, ya que es uno de los países en el mundo que cuenta con grandes riquezas ecológicas y diversos cambios de clima, pero al ser un país con una latitud tan baja, no se presentan las cuatro estaciones que se suelen presentar en otros países, aun así las temperaturas marcadas en este país, la gran mayoría está por debajo de los 1000 msnm y dando como dato especial, gracias a las tres cordilleras que posee y algunas otras descripciones como sus zonas montañosas, hace que su temperatura y precipitación estén en un cambio constantemente.

En los últimos años para el mundo, el tema del cambio climático ha sido una gran cuestión para la sociedad, Por este motivo, durante aproximadamente 5 meses en la primera mitad del año se realizaron unas prácticas laborales académicas en la sede Sur de la universidad Antonio Nariño en la ciudad de Bogotá considerando para este proyecto, la correlación y el análisis de tendencias e índices de temperatura y precipitación, utilizando una serie de 90 estaciones de la parte norte de Colombia en un determinado intervalo de tiempo, información que fue suministrada por el coordinador a cargo del proyecto y extraída de la página principal del IDEAM, para ello se aplicó un análisis sistemático para el cambio de temperatura y de precipitación demostrando como y cuáles son los inconvenientes que hay en este proceso, además específicamente para la temperatura se determinaron índices como los son la temperatura máxima más alta y máxima más baja por otro lado los días cálidos y los días fríos que habían por estación y por último se llevó a cabo un test el cual es una prueba T student en la cual se observó la variabilidad y la homogeneidad de algunos de los datos recolectados, para la precipitación se determinó sus periodos de retorno para varios intervalos de tiempo con cada uno de sus respectivos mapas y así se pudo determinar la intensidad de la precipitación máxima durante 24 horas para luego poder sacar por ultimo las curvas IDF.

Dando un adecuado cumplimiento a dichas actividades, las cuales, anteriormente fueron propuestas y aprobadas en el cronograma por el coordinador de las pasantías y en la universidad, mostrando así un gran crecimiento intelectual referente a el tema del cambio climático en Colombia y dando un estudio el cual muestra resultados muy significativos para la sociedad y para la universidad Antonio Nariño.

Palabras claves: cambio climático, riquezas ecológicas, temperatura, precipitación, prueba T Student, periodos de retorno, intensidad.

ABSTRACT

Colombia is an unprecedented and relevant case, since it is one of the countries in the world that has great ecological wealth and diverse climate changes, but being a country with such a low latitude, the four seasons that are present in other countries, as well as the temperatures set in this country, the vast majority are below 1000 msnm and giving as special data, thanks to the three mountain ranges it has and some other descriptions such as its mountainous areas, it makes its temperature and They are practically constantly changing.

In recent years for the world, the issue of climate change has been a major issue for society. For this reason, for approximately 5 months in the first half of the year, some academic work practices have occurred at the South headquarters of the Antonio Nariño University in the city of Bogotá confirmed for this project, the correlation and analysis of trends and indices of temperature and precipitation, using a series of 90 stations in the northern part of Colombia in a given time interval, information that was provided by the project loading coordinator and extracted from the IDEAM main page, for this a systematic analysis was applied for the temperature change and the demonstration showing how and the problems of the inconveniences in this process, as well as specific to the temperature the indices were determined as they are the highest maximum temperature and the lowest maximum by another the do lo days c The students and the cold days they had by season and finally an exam was carried out which is a student T test in which the variability and homogeneity of some of the data collected was verified, for the elimination their return periods for various time intervals were determined with each one of their maps and thus the intensity of the maximum speed for 24 hours could be determined to then be able to finally take the IDF curves.

Giving adequate compliance to various activities, which were previously proposed and approved on the schedule by the coordinator of the internships and at the university, thus

showing great intellectual growth regarding the issue of climate change in Colombia and giving a study which shows very significant results for society and for the Antonio Nariño University.

Key words: climate change, ecological riches, temperature, temperature, T Student test, return periods, intensity.

AGRADECIMIENTOS

Sin duda alguna la vida es corta y por ello debemos saber que lo primordial es poderla compartir y disfrutar con quienes queremos, está en nuestras manos guiar a muchas personas si ellas lo permiten, pero también está bien saber que podemos ser ayudados y guiados durante nuestra vida por esto mismo mediante estos agradecimientos quiero destacar la gran ayuda que fueron para mí.

Primero quiero agradecerle a Dios porque sin duda alguna sin el nada de esto habría sido posible, y por consiguiente resalto el esfuerzo de mis padre, mi hermana, y mi pareja porque siempre estuvieron ahí apoyándome en todo momento y en toda circunstancia que se me presento, y algo muy importante es exaltar la labor de mi coordinador de tesis Juan Pablo Rodríguez Rincón que me guio paso a paso para su correcta elaboración y así mismo de mis compañeros de semillero y aquellos que estuvieron presente durante la mayor parte de la preparación de este gran proyecto que me construye día a día como una excelente persona.

El desarrollo de esta tesis no lo puedo catalogar como algo fácil, pero puedo afirmar con seguridad que todo este tiempo no fue en vano y disfrute cada momento cada investigación y cada proceso porque iba adquiriendo un nuevo aprendizaje y no solo porque me dispuse a que así fuera si no porque la ayuda de todos ustedes a quienes mencione anteriormente me permitió demostrarme a mí mismo que si puedo y de nuevo gracias a todos aquellos por permitirme ser parte de ustedes y que con respeto, dedicación y decencia realizaron aportes a este increíble proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1. JUSTIFICACIÓN.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO 2	1
1. MARCO TEORICO	2
1.1. VARIABLES Y DEFINICIONES PRINCIPALES	2
1.1.1. precipitación y temperatura en Colombia.....	2
1.1.2. Análisis estadístico	3
1.1.3. Precipitación	3
1.1.4. Precipitaciones diarias.....	3
1.1.5. Índice de concentración de la precipitación	3
1.2. ÍNDICES DE PRECIPITACIÓN	4
1.2.1. Precipitación máxima de 24 horas	4
1.2.2. Días que se encuentra en un determinado rango de precipitación.....	4
1.3. TENDENCIAS O ÍNDICES DE TEMPERATURA	5
1.3.1. Temperatura mínima más alta.....	5
1.3.2. Temperatura máxima más alta	5
1.3.3. Duración de periodos cálidos.....	5
1.3.4. Duración de periodos fríos.....	6
1.3.5. Rango TMax- Tmin.....	6
1.3.6. Temperaturas anuales.....	6
1.4. MATERIALES Y METODOS.....	8
1.4.1. Mapa de distribución.....	8
1.4.2. Hidroclimatológico	8
1.4.3. Escala interdecadal.....	8
1.4.4. Raster.....	8
1.4.5. Condiciones atmosféricas.....	8
1.4.6. Políticas ambientales.....	8
1.5. DISTRIBUCIONES PROBABILÍSTICAS.....	8

1.6.	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	10
1.6.1.	Prueba de homogeneidad.....	10
1.7.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO	10
2.	ESTADO DEL ARTE.....	12
2.1.	LA IMPORTANCIA DEL CLIMA EN EL MUNDO	12
2.2.	CLIMA	13
2.3.	PROBLEMAS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO	13
2.4.	ENFERMEDADES.....	13
2.5.	TENDENCIAS	14
CAPÍTULO 3		1
1.	METODOLOGÍA.....	2
2.	RESULTADOS	4
2.1.	ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN.....	4
2.2.	RESULTADOS DE TENDENCIAS DE TEMPERATURA	17
CAPÍTULO 3		1
1.	CONCLUSIONES	2
2.	RECOMENDACIÓN	3
3.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 4		1
1.	ANEXOS	2
A.	GLOSARIO.....	2
B.	Resultados	2
C.	Cronograma de actividades.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de precipitación anual promedio 1971- 2000.....	4
Figura 2.	Mapa de temperatura mínima promedio multianuales 1971-2000.....	6
Figura 3.	Mapa de temperatura media promedio multianuales 1971-2000.....	7
Figura 4.	Mapa de temperatura máxima media promedio multianual.....	7
Figura 5.	Mapa de muestra de estaciones localizadas en Colombia.....	11
Figura 6.	Mapa de precipitación periodo de retorno para 2 año.....	14
Figura 7.	Mapa de precipitación periodo de retorno para 5 año.....	14
Figura 8.	Mapa de precipitación periodo de retorno para 10 año.....	15

Figura 9. Mapa de precipitación periodo de retorno para 25 año.....	15
Figura 10. Mapa de precipitación periodo de retorno para 50 año.....	16
Figura 11. Mapa de precipitación periodo de retorno para 70 año.....	16
Figura 12. Mapa de precipitación periodo de retorno para 100 año.....	17

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de climas en Colombia.....	3
Tabla 2. Atlas de heladas.....	5
Tabla 3. Distribuciones probabilísticas.....	9
Tabla 4. Diferencias cuadráticas.....	4
Tabla 5. variables probabilísticas.....	5
Tabla 6. Precipitación máxima probable.....	5
Tabla 7. Precipitación máxima por duración de tiempo.....	6
Tabla 8. intensidad de la lluvia.....	6
Tabla 9. Periodos de retorno para dos años.....	7
Tabla 10. periodos de retorno para 5 años.....	7
Tabla 11. periodos de retorno para 10 años.....	8
Tabla 12. periodos de retorno para 25 años.....	9
Tabla 13. periodos de retorno para 50 años.....	10
Tabla 14. periodos de retorno para 70 años.....	10
Tabla 15. periodos de retorno para 100 años.....	11
Tabla 16. Cambio de variables para regresiones.....	12
Tabla 17. Regresiones potenciales.....	12
Tabla 18. Intensidades por duraciones de tiempo.....	13
Tabla 19. Variables para índices.....	17
Tabla 20. Prueba t student.....	2

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Fases de la metodología para el desarrollo y análisis del precipitación y temperatura.....	2
Diagrama 2. periodos de retorno a dos años.....	7
Diagrama 3. periodos de retorno a cinco años.....	8
Diagrama 4. periodos de retorno a diez años.....	8
Diagrama 5. periodos de retorno a veinticinco años.....	9
Diagrama 6. periodos de retorno a cincuenta años.....	10
Diagrama 7. periodos de retorno a setenta años.....	11
Diagrama 8. periodos de retorno a cien años.....	11
Diagrama 9. Curvas IDF.....	13
Diagrama 10. Índices de temperatura máxima más alta y temperatura máxima más baja.....	18
Diagrama 11. Índices de temperatura máxima más alta y temperatura máxima más baja.....	19

LISTA DE ECUACIONES

Fórmula 1. Distribución normal.....	9
Fórmula 2. Distribución de Gumbel.....	9
Fórmula 3. Distribución normal.....	9
Fórmula 4. Formula de Intensidad.....	10

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ESTRUCTURA DE LA TESIS.

A continuación, se dará a conocer como este proyecto se encuentra organizado:

Capítulo 1: Introducción.

En este capítulo se muestra la introducción el por qué se realizó el trabajo, la justificación y los objetivos a los cuales conduce a realizar y dar solución con este proyecto.

Capítulo 2: marco teórico y antecedentes.

Se muestra definidamente variables y definiciones necesarias para llevar a cabo este proyecto, por otro lado, se da a conocer referencias que tienen relación a este documento.

Capítulo 3: Metodología y Resultados.

Para este capítulo se presenta aquellos resultados que se analizaron y determinaron durante todo el proyecto.

Capítulo 4: Conclusiones recomendación y/o referencias bibliográficas.

Se da a conocer el resultado por el cual se esperó tanto después de analizar y realizar una investigación concluyendo en brevedad que se encontró, por otro lado, se muestra las recomendaciones y referencias que se hacen para que así en un futuro haya mejores investigaciones que esta.

Capítulo 5: anexos y desarrollo

Por último, en este se indican las partes que manifiesta cálculos, gráficas y pruebas de diez estaciones de precipitación y temperatura constituyendo una parte básica del análisis que se llevó durante 5 meses.

1. INTRODUCCIÓN

Se estima que este trabajo de luces para el entendimiento y desarrollo de conocimientos de variables meteorológicas y pluviométricas, en comparaciones significativas observando la particularidad del patrón de una escala global en temperatura y precipitación en que probablemente se vea una disminución o un incremento significativo y en el que se vea consecuencias para la sociedad.

Caracterizando y comprendiendo un complejo sistema climático y comprendiendo la totalidad de área tan extensa que se encuentra en Colombia y dependiendo que no existen todas las estaciones de clima, pero gracias a sus tres cordilleras hay unas grandes variaciones de climas, gracias a esto, se determina tomar la parte norte de Colombia observando una serie histórica de estaciones de temperatura y precipitación desde el año de 1981 hasta la actualidad, informando las diferentes tendencias e índices diseñadas que se podían realizar durante un periodo de 5 meses aproximadamente.

Una gran parte de los índices y tendencias de precipitación y temperatura se enfocan en realizar un estudio lineal, para dar una evaluación de la importancia de este, se estiman procedimientos en los que en la actualidad la temática y la discusión de la precipitación y temperatura es fundamental para el ciclo del cambio climático por el cual el mundo se encuentra en proceso, obteniendo una gran importancia para el progreso social e integral de la vida de los seres vivos. Dicha variabilidad da como importancia a este proyecto, ya que se da a conocer las estadísticas, estudios, análisis, índices, tendencias y registros fundamentales para determinar las fallas o daños que se proveen en determinados espacios de tiempo evaluando variabilidad de datos obtenidas de estaciones pluviométricas y meteorológicas en Colombia

1. JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo se enfocará en determinar, analizar y esclarecer variables del cambio climático que se encuentran con el aumento y la disminución de la precipitación y la temperatura, en donde la ingeniería busca soluciones para la transición de posibles cambios a partir de que en las últimas décadas en Colombia la temática del cambio climático afecta y en algunos casos condiciona y aflige la vida de la humanidad a un futuro.

Desde un punto de vista de la ingeniería se determina un sistema en el cual gracias a un análisis estadístico se fijan las debilidades y/o fortalezas que existen para este proceso, también ha sido un reto extremo ya que algunas investigaciones muestran como las actividades en el cambio climático son muy raras e inusuales.

El principal enfoque es analizar valores de los índices y tendencias de temperatura y precipitación tomando como una breve hipótesis la obtención de una prueba de homogeneidad comprobando su variabilidad y así mostrando como los datos extraídos de la página del IDEAM son reales y completos a la hora de realizar un informe de este proceso.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

- Planificar y participar como apoyo en el análisis y la comparación de tendencias y/o probabilidades de datos del IDEAM por medio de parámetros o formas estadísticas de un estudio de precipitación y temperatura en determinados intervalos de tiempo dando así una prueba de homogeneidad y mostrando resultados para la zona norte de Colombia.

2.2. Objetivos específicos

- Participar apoyar y planificar actividades para la organización y el desarrollo del cronograma del trabajo planificado por el coordinador del proyecto.
- Validar datos del IDEAM.
- Analizar datos y registros para la creación de información amplia.
- Corroborar datos de precipitación horarios de registros históricos de varias estaciones pluviométricas en el IDEAM.
- Realizar objetivamente el análisis de datos de precipitación y temperatura suministrados en el IDEAM.
- Analizar y realizar índices y tendencias de precipitación y temperatura.
- Realizar prueba de homogeneidad para los datos analizados.
- Dar respuesta y atender las sugerencias propuestas por el coordinador del presente proyecto.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

1. MARCO TEÓRICO

En este proyecto se tiene como intención dar a conocer un proceso donde se analiza el comportamiento actual de precipitaciones y temperaturas en Colombia para brindar un orden y abordar la importancia y el desarrollo de un buen análisis.

Para lo anterior, se dan a conocer una importante gran lista y parámetros de definiciones necesarios para el proyecto.

1.1.VARIABLES Y DEFINICIONES PRINCIPALES

1.1.1. precipitación y temperatura en Colombia

Colombia es uno de los países de los cuales es importante mencionar que no tiene todas las estaciones climáticas, debido a la zona en la que se encuentra ubicado, su clima tiene temporadas de lluvia y temporadas secas determinando el mes del año en el cual se encuentre, esto se debe a la zona ecuatorial donde se experimenta el cambio de horas en la cual se esconde el día o sale la noche, debido a la cantidad de pisos térmicos y biodiversidad que se encuentra en Colombia, el clima es muy discontinuo y distintos a la mayoría de países de otros continentes (IDEAM, 2011).

Se presume que en la actualidad Colombia es uno de los países con mayor precipitación en el planeta, con un promedio aceptable de 3.240 milímetros de agua en año, aunque muy mal repartidas dando a entender que tienen algunas partes como la Guajira con escasas de agua, y mostrando los mayores registros de precipitación en las regiones pacífica y caribe.

Climas cálidos	la temperatura supera los 24°c es el 80% de la extensión correspondiente al del país
Climas medios y templados	la temperatura esta en los 17°c y los 24°c corresponde al 10% del país
Climas fríos	las temperaturas están entre los 12°c y los 17°c cubre el 8% del país

paramos	la temperatura esta entre los 6°c y los 12°c
zona de glaciares	son temperaturas que están por debajo de los 6°c
Selvas tropicales	Las temperaturas son fuertes superan los 27°c
Tropical de estepa	Esta zona es diferenciada gracias a que la precipitación que presenta es muy poco y sus temperaturas son demasiado altas.

Tabla 1. Descripción de climas en Colombia

fuentes. www.ideam.gov.co (página principal del IDEAM)

1.1.2. Análisis estadístico

Este análisis de datos numéricos es un acto que permite sacar conclusiones utilizando diferentes técnicas de la estadística elementales como el comportamiento de un tipo de categorías de datos en los cuales este ayuda para identificar o dar a conocer si hay una correlación entre dichos datos o si por el contrario permite una variabilidad. (Ojeda, 2016)

1.1.3. Precipitación

Determinación de la caída del agua que mantiene en equilibrio la gran mayoría de ecosistemas terrestres desde la atmosfera. (Bióloga, 2017)

1.1.4. Precipitaciones diarias

Es el acto por el cual se registra el nivel de precipitación o de masas de agua que cae en el espacio en el día, para este análisis intenso se utilizan aparatos de medición como el pluviómetro. (anejo 3 hidrologia , s.f.)

1.1.5. Índice de concentración de la precipitación

Es el acto de demostrar diferencias entre valores numéricos entre el cambio de clima de los meses secos y aquellos meses con mucha precipitación. (IDEAM, 2011)

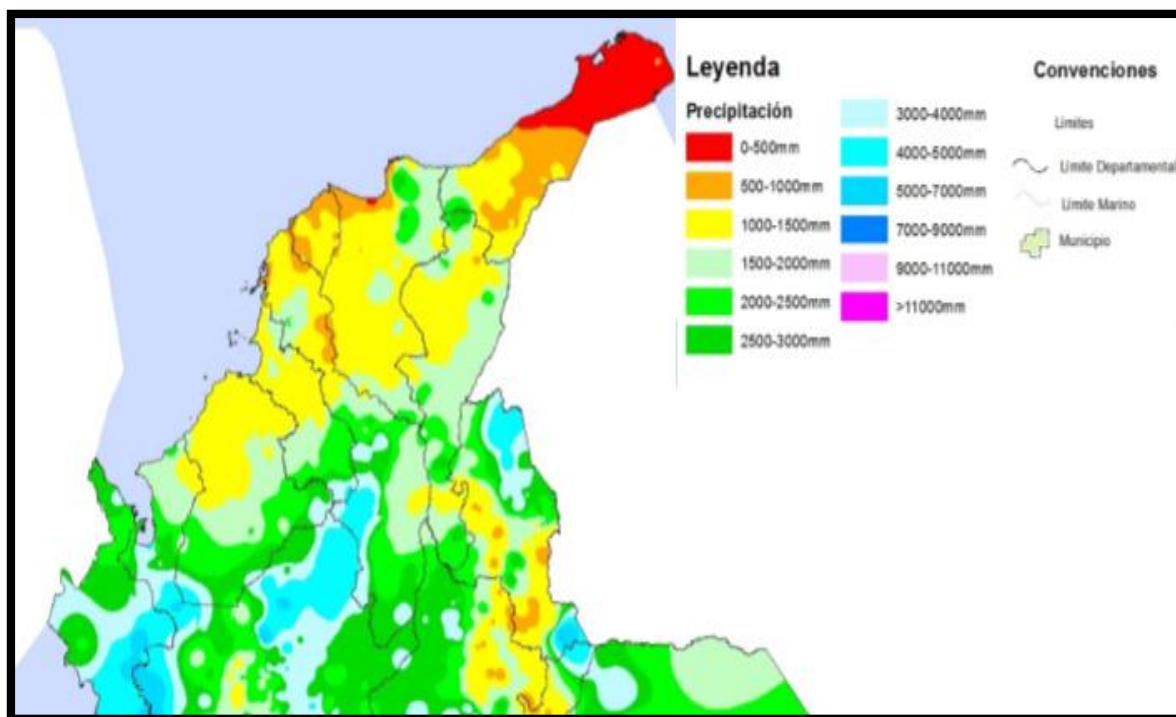


Figura 1. Mapa de precipitación anual promedio 1971- 2000.

Fuente: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas> (página principal SIAC)

1.2.ÍNDICES DE PRECIPITACIÓN

Los índices de precipitación son estadísticas o cálculos numéricos de datos de determinadas estaciones en que se determina las siguientes observaciones:

1.2.1. Precipitación máxima de 24 horas

Es el nivel de agua que se encuentra registrada en una duración de 24 horas consecutivas en un lugar determinado.

1.2.2. Días que se encuentra en un determinado rango de precipitación

Se identifica como datos de diferentes días de lluvia tomados para analizar en un determinado rango.

1.3.TENDENCIAS O ÍNDICES DE TEMPERATURA

Se identifica como tendencia o índices de temperatura aquellos datos o estadísticas que se determinan mediante estudios o cálculos de estadísticas en estaciones meteorológicas, los cuales son:

Intensidad	Intervalo de temperaturas
Alta	- 6 °C a -3 °C
Moderada	-3 °C a 0 °C
Baja (heladas agronómicas)	0 °C a 3 °C
Muy baja (heladas agronómicas)	3 °C a 6 °C

Tabla 2. Atlas de heladas.

Fuente: A partir de Monterubbianesi (2001) en SENAMHI

1.3.1. Temperatura mínima más alta

Es un determinado número de datos en la cual el dato más alto es el máximo siendo así que la temperatura del registro mostrado sea mínima.

1.3.2. Temperatura máxima más alta

Es el dato obtenido en un registro histórico que muestra el nivel máximo más alto de temperatura en un lugar determinado.

1.3.3. Duración de periodos cálidos

Es catalogado como los períodos que están dentro de las 24 horas donde las temperaturas nocturnas y diurnas son extremadamente altas (León, 2020)

1.3.4. Duración de periodos fríos

Son periodos en los cuales las temperaturas pueden disminuir proporcionalmente durante cierto tiempo.

1.3.5. Rango TMax- Tmin

Se identifica como datos de temperatura tomados para analizar en un determinado rango.

1.3.6. Temperaturas anuales

Son valores determinados que se muestran o se obtienen a partir de una determinada distribución y probabilidad de datos numéricos en 12 meses de temperatura ya sea máxima, media o mínima. (Carolina ALVAREZ, 2012)

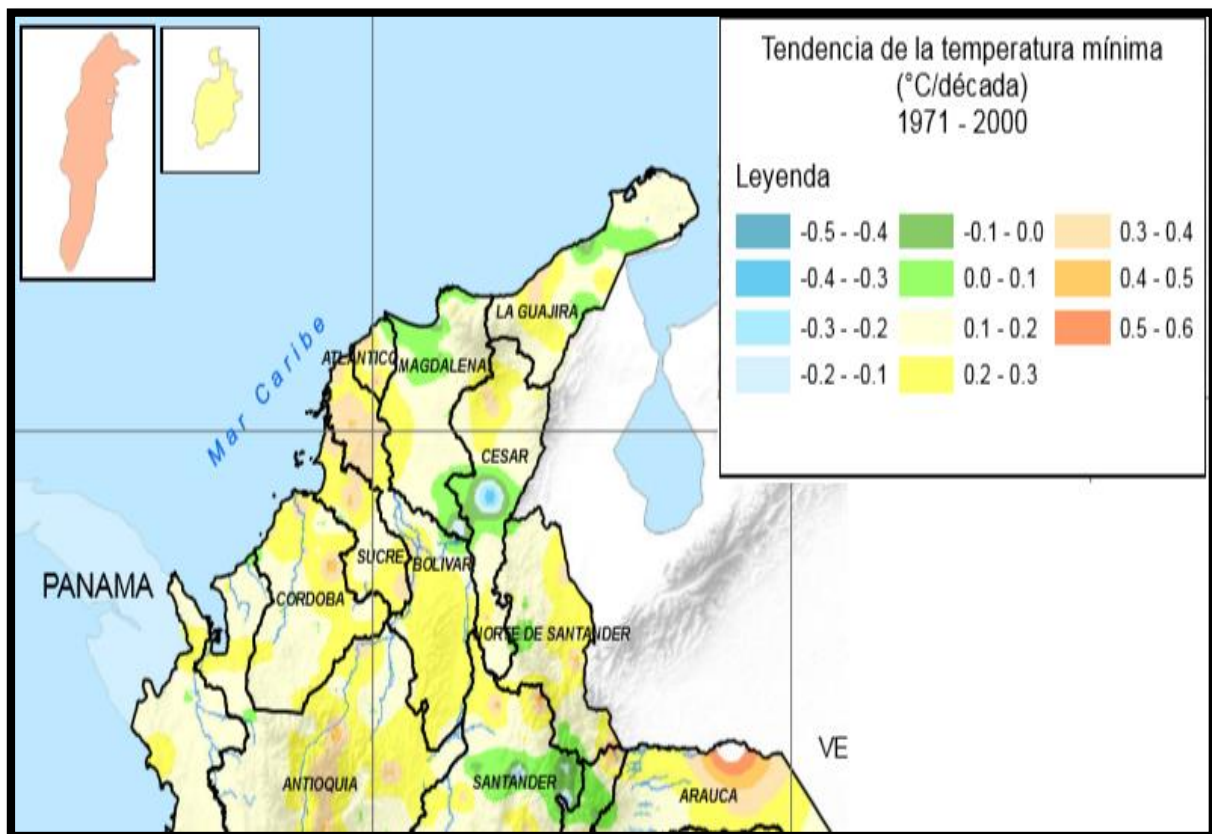


Figura 2. Mapa de temperatura mínima promedio multianuales 1971-2000 s

Fuente: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas> (página principal SIAC)

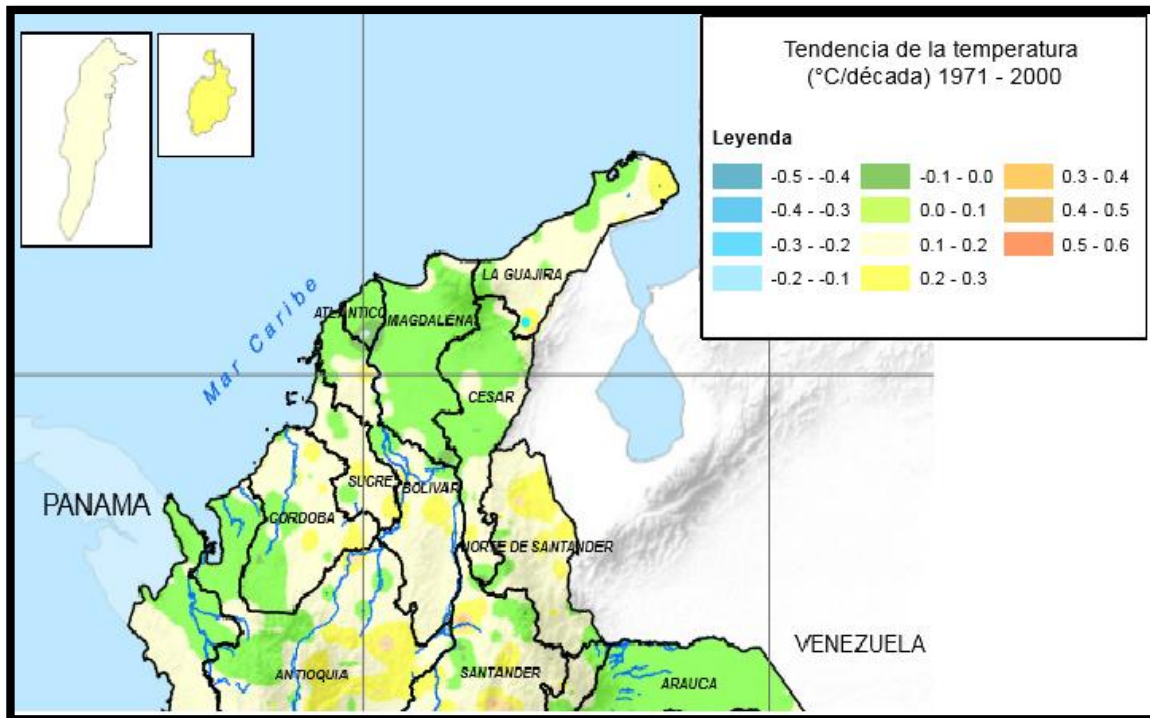


Figura 3. Mapa de temperatura media promedio multianuales 1971-2000 s.

Fuente: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas> (página principal SIAC)

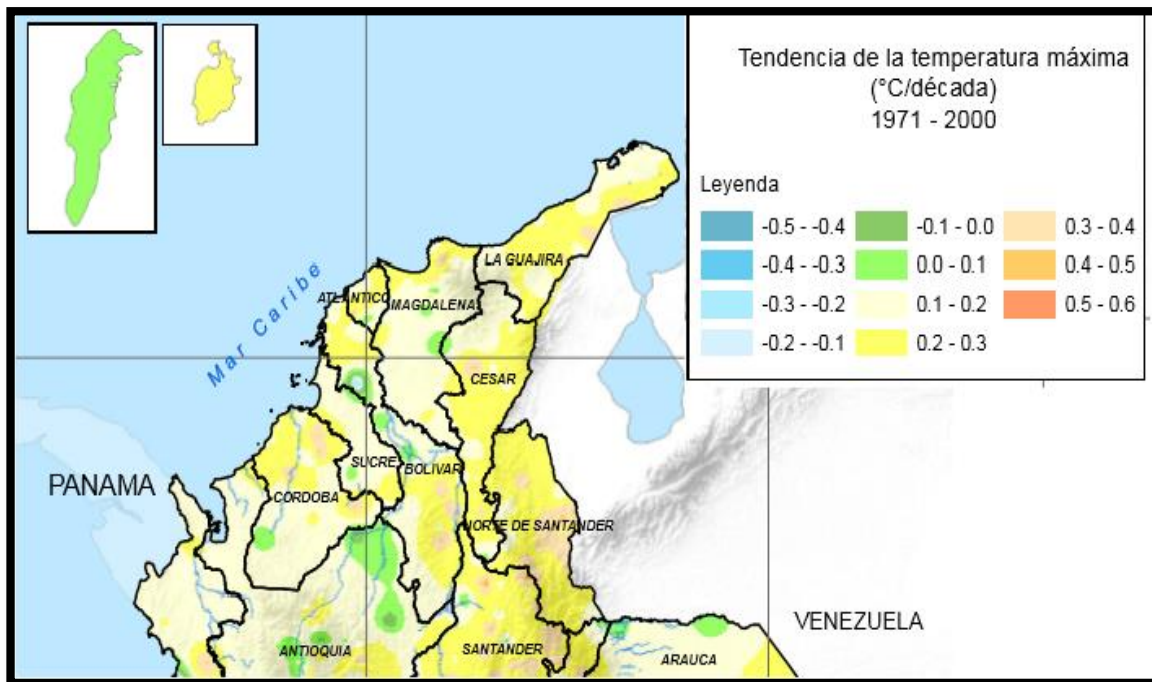


Figura 4. Mapa de temperatura máxima media promedio multianual

Fuente: www.ideam.gov.co (página principal IDEAM)

1.4. MATERIALES Y MÉTODOS

1.4.1. Mapa de distribución

Es la descripción para la forma o descripción de detectar la distribución de datos sobre las regiones geográficas. (Nobelía Mercado, 2017)

1.4.2. Hidroclimatológico

Es el método por el cual se desarrolla la capacidad para evidenciar los datos hidroclimatológicos tomados de muchas de las estaciones hidrológicas. (Andres, 2014)

1.4.3. Escala interdecadal

Es la descripción o la forma en la que se ve a un largo y determinado tiempo la variación de clima y la variación de ambiente. (PULIDO, 1998)

1.4.4. Raster

Sirve para organizadas en columnas y/o filas (o una cuadrícula) contiene un valor que representa datos recopilados, dando, así como la precipitación, la temperatura. Estos en muchas ocasiones son fotografías aéreas digitales, imágenes digitales o muchas veces mapas escaneados. (ArcMap, 2016)

1.4.5. Condiciones atmosféricas

Son las características determinadas para el cuidado y productividad de situaciones en la atmósfera así dando a conocer que los parámetros adecuados para las zonas. (Rebeca GRANADOS RAMÍREZ, 1996 y 1997)

1.4.6. Políticas ambientales

Es un cuerpo coherente de medidas y decisiones legales e institucionales que se toman con el objeto de preservar, proteger y mejorar el medio ambiente. (Zarza, 2019)

1.5.DISTRIBUCIONES PROBABILÍSTICAS

Distribución probabilística	Explicación	Formula
Distribución Normal	Este es un método conocido para los datos hidrológicos más conocido como la campana de gauss, se dice que no es muy recomendable ya que los datos que se toman como máximos son los datos medios así para dar a pensar que no es una buena fórmula para utilizar ya que no daría la precisión para llegar al resultado. (NAVARRO, 2017)	$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$ <p><i>Fórmula 1. Distribución normal</i> <i>Fuente. (NAVARRO, 2017)</i></p>
Distribución de Gumbel	Este método se determina específicamente para hacer modelaciones en cuencas, ríos, etc., para la distribución del máximo valor, específicamente se utiliza para hallar datos numéricos de valores extremos o valores máximos durante un determinado periodo. (ANEJO N° 3: HIDROLOGÍA)	$\bar{X} = X - \frac{\Delta X}{\Delta n} \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right) + Y_n \right]$ <p><i>Fórmula 2. Distribución de Gumbel</i> <i>Fuente. ANEJO N° 3: HIDROLOGÍA</i></p>
Distribución Goodrich	Esta distribución sirve para eliminar aquellos valores extremos en donde la ocurrencia es muy mínima o pequeña, esta elimina las distorsiones que hay en un valor. (NAVARRO, 2017)	$\frac{m^3}{s^3} = P(p)$ <p><i>Fórmula 3. Distribución normal</i> <i>Fuente. (NAVARRO, 2017)</i></p>

Tabla 3. Distribuciones probabilísticas

1.6. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Se utiliza para analizar y determinar la cantidad de precipitación que cae en el momento por estación. (Bentancor Lisette, 2014)

$$I = \frac{158.5755 * T}{0.61885 T} \quad 0.232128$$

Fórmula 4. Formula de Intensidad

Fuente. Agro ciencia Uruguay (http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482014000200012)

1.6.1. Prueba de homogeneidad

Es una prueba la cual se utiliza o se deduce para ver si se encuentra una diferencia entre diferentes medias de tipo de datos estadísticos. (Guadarrama, García, & Hernández, 2018)

1.7. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

A nivel mundial, el cuestionamiento del cambio climático es un tema difícil de analizar, dando un problema por los daños que se han causado. En base a la investigación presente, se da a conocer que el sistema de puentes, carreteras y otros aspectos o ramas de la ingeniería civil se convierte en algo relevante, dando así la zona piloto escogida para llevar a cabo el presente trabajo ya que es presentado gracias a las pasantías propuestas en la universidad Antonio Nariño, en base a eso se da principalmente el beneficio de obtener una investigación directamente para la universidad y todos sus estudiantes aportando así un conocimiento del estudio y el análisis de datos de índices de precipitación, tendencias de temperatura y entre otros para la infraestructura civil dando una gran utilidad para un futuro no muy alejado en la vida real.

Para la realización de este proyecto se determinó el estudio en la zona alta de Colombia en la cual se hizo el análisis de las estaciones que se encontraban allí, así identificando índices de precipitación y tendencias de temperatura.

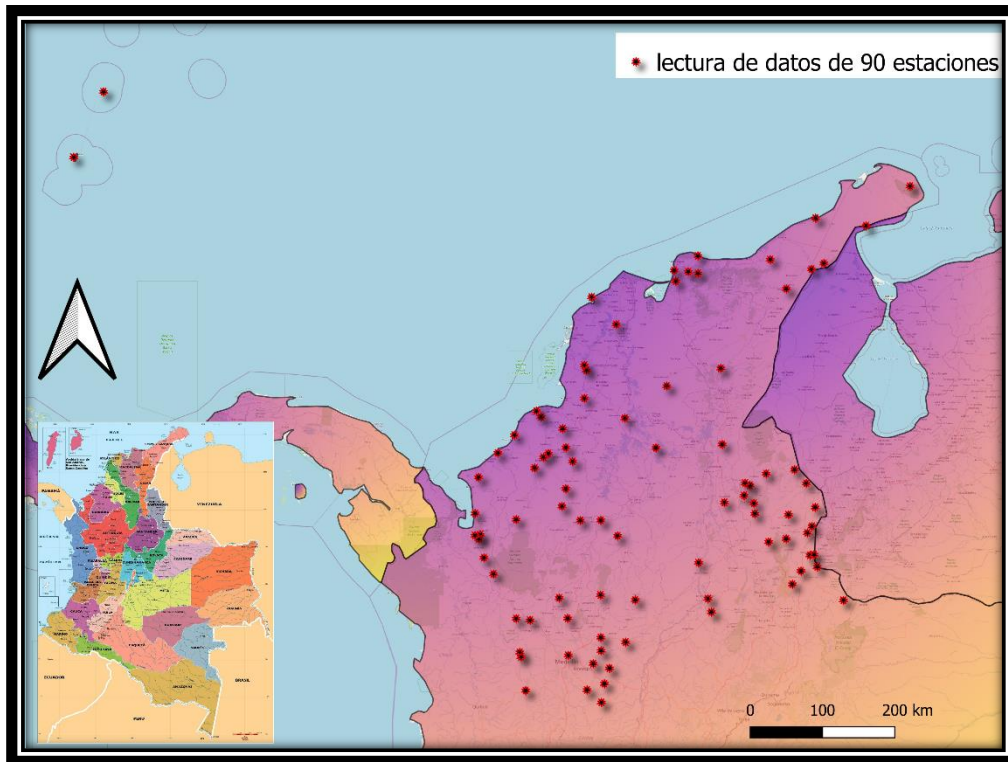


Figura 5. Mapa de muestra de estaciones localizadas en Colombia

Las estaciones sometidas al presente análisis su gran mayoría son de la región caribe en la cual predominan al máximo y se ven mucho las llanuras algunas húmedas otras muy cálidas, y en algunos lugares como en el pico de Colombia la guajira son muy cecacas, por consiguiente, se limita con la costa caribe y obteniendo una extensión de 151.118 km^2 , Por otro lado, la menor parte de las estaciones también pertenecen la región andina la cual es la región más poblada del país. (Querelle y Cia Ltda, 2015).

2. ESTADO DEL ARTE

Es necesario tener un conocimiento más profundo, para ello se debe tener en cuenta la revisión y elaboración del estado del arte o antecedentes los cuales de verán a continuación.

2.1.LA IMPORTANCIA DEL CLIMA EN EL MUNDO

Existe un gran número de investigaciones para las cuales se llevó acabo el estudio de tendencias de temperatura y precipitación diarias en una parte determinada de Colombia la cual tiene varios resultados de cálculos en series climáticas, para esto se realizó y se identificaron diferentes tipos de casos sobre el tema del estudio de temperatura y de precipitación, como el estudio realizado en el noroestes de Brasil (Carvalho, 2019) y (Lerma-Lerma, 2019), así mostrando la importancia y lo relevante que es para el mundo, dando claridad y conocimientos fundamentales sobre el cambio climático, ya que para el país y para el mundo es un tema que hoy en día muestra un cambio muy significativo para la población. Existen varios métodos de procedimientos y ajustes de series el cual muestra básicamente resultados en donde gases en el ambiente o incrementos de humedad en el suelo, (B. Roca Villanueva, 2019) conllevan a cambios globales como por ejemplo el estudio particular que se llevó acabo en Francia (Spagnoli, 2002) o la tendencia de datos homogeneizados de Austria de índices de temperatura (Nemec, 2013).

A partir de lo anterior, se da relevancia e importancia a los cambios climáticos que sufre el país y el mundo en la actualidad mostrando un cambio en la temperatura en los últimos años como lo es en el caso de España el cual muestra en los últimos años un registro superior a los anteriores, viendo así un aumento de inundaciones, sequias, olas de calor, etc. (Alberto de Lorenzo, 2017), afectando la sociedad en más de un 50% gracias a los desastres naturales provocados por este.

2.2. CLIMA

Colombia siendo un país con grandes y distintos climas, existe una gran particularidad en él ya que por encontrarse cerca de la línea del ecuador es beneficioso y por otro lado, por sus zonas montañosas, en él se encuentra un 80% de climas tropicales ubicados en zonas de llanura y valles distribuidos en pequeñas regiones. Se encuentran zonas lluviosas en la parte caribe del país las cuales obtienen un valor de precipitación mayores a los 4000 mm anuales (Pabón, 2001)

2.3.PROBLEMAS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Existe un gran número de prejuicios y problemas que han venido apareciendo en el mundo actual, pero que vienen desde muchos años atrás, esto gracias a diversos estudios de fenómenos meteorológicos analizados y aportados dando una descripción detallada, pero para la sociedad el principal problema son los actos que proponen para el medio en el que habitan, ya que por ello se ve afectado el cambio climático por la contaminación, las deforestaciones que se hacen en las distintas zonas ecológicas que rodean al mundo (ANDRADE, 2018).

Por otra parte, para reflexionar sobre distintos problemas en el mundo se muestran resultados y características realizadas en investigaciones que forman una pieza clave de cómo tratar y solucionar algunas de estos tantos problemas así para la vida cotidiana de la sociedad previniendo más destrozos naturales provocando que la gente se concientice. (Bermúdez, 2015), (Luis Fernando Restrepo-Betancur, 2019)

2.4.ENFERMEDADES

En el mundo hay muchos tipos de enfermedades en el cual afectan a la sociedad en distintos factores, en el cambio climático la mayor proporción son alteraciones las cuales en las personas

son por radiación, tipos de temperatura y otros más por la sequía que a veces se presenta en precipitación, el calentamiento global por el que se pasa en estos tiempos hace que estos fenómenos aumenten en la sociedad día tras día. Algunos científicos estudian las causas por las cuales se deben estas situaciones, pero muchos de estos llegan a la misma respuesta dando así que el cambio climático está generando una grande influencia sobre la piel de las personas, en lo que también tiene como consecuencia el aumento de la población y aquellos hábitos que se tienen. (A.García-Díez, 2010).

Entre las enfermedades que pueden sufrir las personas por los cambios de clima que hay globalmente se establece que los gases los cuales salen de la contaminación son los más productores y al daño del clima el cual las autoridades de la salud dan como información que se hace necesario reducir todo este tipo de riesgos de alguna forma. (Sunyer, 2010)

2.5.TENDENCIAS

Para el comportamiento de la precipitación y de la temperatura existen una serie de tendencias y/o índices los cuales sirven para analizar y sacar conclusiones extracurriculares en diferentes lugares y diferentes estados de tiempo con determinadas series o índices como lo es el de media, máxima, mínima y otras como la prueba T student, (Lima, 2010) en donde los efectos básicos que se buscan hacen relevancia a registros de precipitación y temperatura los cuales sus resultados muestran como algunos de sus resultados aumentan y disminuyen constantemente como en el análisis de tendencias realizado en México (DanielFrancisco, 2015), por otro lado existen una serie de aberraciones temporales las cuales muestran en distintos tiempos las sequias que se pueden notar en un lugar definiendo índices como el de aridez que analiza la evapotranspiración en sequias extremas (Francisco, 2016).

También, en eventos significativos de temperatura y precipitación extrema se observa dando un breve análisis sobre el impacto producido en el medio ambiente durante siglos y en que la

infraestructura civil se ve comprometida gravemente, mostrando que las disponibilidades de datos diarios muestran una falta de calidad y métodos para el análisis de estos. (Vincent, 2005) (Caicedo*, 2012).

Por otro lado, registros de datos en todo el mundo en estaciones evaluadas en temperatura y precipitación muestran como hay registros que no cumplen con requisitos para algunos dichos estudios sobre los calentamientos y sequias constantes que se presentan en zonas pobladas observando desfases muy grandes, (Lobato-Sánchez, 2017).

2.6.ESPACIOS Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

En el mundo los climas son una riqueza en la cual los comportamientos son variados, existe una serie de estaciones de clima donde la variación de temperatura y precipitación son constantes, Colombia es un país con variedad de riquezas ecológicas, en un trabajo para realizar o determinar proyecciones en el cambio climático el IDEAM, recopila y utiliza técnicas de estadística para estaciones de temperatura y precipitación, optando por metodologías inicialmente para simular determinadas respuestas en las cuales el aumento de concentración de gases de un efecto o desarrollo invernadero aumenta. (Arango, C., Dorado, D., & Ruiz, 2012), existen varios fenómenos los cuales el mundo ha estudiado en los últimos años los cuales a partir de un análisis en el cual se crea un interés causando un impacto no solo sobre la sociedad , sino también sobre el ecosistema que hay en el mundo, estos son causantes o desarrollantes de muchas alteraciones sobrenaturales y que hay especialmente en la variación de climas, Estos como lo son el fenómeno de la niña y el niño , se caracterizan por evidenciar efectos en la precipitación y en la temperatura , en donde se puede ver la disminución y en otros casos el incremento excesivo de estos registros . (Narváez***, 2012)

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

1. METODOLOGÍA

Las actividades que se han realizado para la determinación y solución de este proyecto fueron seleccionadas a partir de los objetivos y cronogramas planteados por la universidad Antonio Nariño la cual abrió una vacante para un practicante de ingeniería civil de últimos semestres, para esto dichas actividades van socializadas y encaminadas principalmente en estudiar entornos y verificación de herramientas para la comprobación de información de comportamiento de precipitación en Colombia.

El estudio planteado en las pasantías se llevó a cabo en un periodo de 5 meses, estableciendo un tiempo determinado de horas en las instalaciones de la universidad Antonio Nariño, brindando apoyo en funciones y factores para el control de una modelación hidrológica en una región determinada del país.

A continuación, se da una breve descripción de la metodología de actividades desarrolladas para la determinación del presente informe.

Las actividades se realizaron de la siguiente manera.

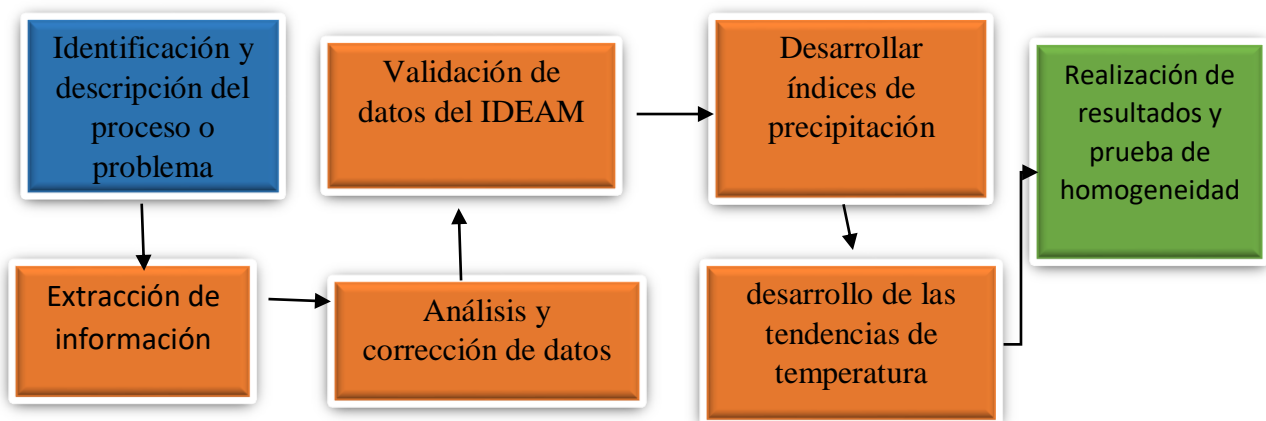


Diagrama 1. Fases de la metodología para el desarrollo y análisis de precipitación y temperatura.

1. Análisis y verificación de estaciones de precipitación en Colombia
2. extracción de información de estaciones climatológicas diarias en la página del IDEAM de manera individual en cada una de las regiones del país en un determinado rango de tiempo.

- 2.1. Se determina el estudio de la información de precipitación que presentaba cada una de las estaciones por año.
- 2.2. Analizar el comportamiento de 90 estaciones de la parte superior de Colombia
- 2.3. sacar en un formato aparte los resultados de cada estación.
- 2.4. Organización de estación por estación.
- 2.5. Analizar y determinar índices de precipitación, estación por estación
- 2.6. Determinación de datos mediante el método de Gumbel de cada estación
- 2.7. Determinación de la Precipitación máxima en ciertos tiempos prolongados de duración de lluvias para cada estación.
- 2.8. Determinación de los periodos de retorno en diferentes periodos de tiempo en 2, 5, 10, 25, 50, 75 y 100 años escogidos.
- 2.9. Realización de mapas de periodos de retorno
- 2.10. Determinación de regresiones potenciales por cada estación
- 2.11. Realización de análisis de intensidad por cada estación
- 2.12. Realización de curvas IDF en cada estación
3. Análisis de datos de temperatura
 - 3.1. Corrección de datos de temperatura en cada una de las estaciones.
 - 3.2. Análisis de datos de 86 estación de temperatura
 - 3.3. análisis de tendencias de temperatura
 - 3.4. determinación de valores máximos, mínimos, media, varianza, moda, desviación estándar, coeficiente de variación y percentiles 10, 25, 50, 70 y 90.
 - 3.5. determinación de temperatura máxima más alta y temperatura máxima más baja.
 - 3.6. Determinación de tendencias de los días fríos y cálidos
 - 3.7. Realización de la prueba T STUDENT para la corroboración de los datos de la estación

2. RESULTADOS

Como resultado de las pasantías se desarrolló un análisis en el cual se da a comprender distintos factores que a continuación se describirán en un análisis.

2.1. ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN

Estación 1: se muestra el análisis de resultados obtenidos de la estación 11025010

1. se realizaron los respectivos cálculos para determinar los valores de diferencias cuadráticas para los valores de la estación así mostrando los valores máximos que hay en el año y su respectivo mes

Noº	Año	Mes Max. Prec.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2001	JULIO	69.00	697.84
2	2002	ABRIL	23.00	383.51
3	2003	OCTUBRE	42.00	0.34
4	2004	OCTUBRE	44.00	2.01
5	2005	MARZO	49.00	41.17
6	2006	FEBRERO	53.00	108.51
7	2007	MAYO	40.00	6.67
8	2008	NOVIEMBRE	48.00	29.34
9	2009	MAYO	37.00	31.17
10	2010	MAYO	69.00	697.84
11	2011	ABRIL Y OCTUBRE	37.00	31.17
12	2012	0	0.00	1813.34
12		Suma	511.0	3842.9

Tabla 4. Diferencias cuadráticas.

Por siguiente se llevó a cabo la determinación de las variables probabilísticas las cuales son esenciales para la determinación de la precipitación máxima en 24 horas y para sus periodos de retorno.

Cálculo variables probabilísticas	
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	42.58 mm
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$	18.69 mm
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$	14.57 mm
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$	34.17 mm

Tabla 5. variables probabilísticas

Se lleva a cabo la determinación de precipitación máxima probables para diferentes periodos de retorno teniendo en cuenta que fue hecho por una distribución de método de Gumbel.

Periodo de Retorno	Variables Reducidas	Precip. (mm)	Probabilidad de ocurrencia	Corrección de intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	39.5129	0.5000	44.6496
5	1.4999	56.0308	0.8000	63.3148
10	2.2504	66.9670	0.9000	75.6727
25	3.1985	80.7850	0.9600	91.2870
50	3.9019	91.0360	0.9800	102.8706
70	4.2413	95.9817	0.9857	108.4594
100	4.6001	101.2112	0.9900	114.3687

Tabla 6. Precipitación máxima probable.

Por consiguiente, se determina la precipitación máxima probable por periodos de retorno y por periodo de duración para un máximo de 24 horas.

Duración	Cociente	Precipitación máxima (tiempo de duración)						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	44.6496	63.3148	75.6727	91.2870	102.8706	108.4594	114.3687
18 hr	X18 = 91%	40.6311	57.6164	68.8622	73.0296	93.6123	98.6980	104.0755
12 hr	X12 = 80%	35.7197	50.6518	60.5382	73.0296	82.2965	86.7675	91.4950
8 hr	X8 = 68%	30.3617	43.0540	51.4575	62.0752	69.9520	73.7524	77.7707
6 hr	X6 = 61%	27.2363	38.6220	46.1604	55.6851	62.7511	66.1602	69.7649
5 hr	X5 = 57%	25.4503	36.0894	43.1335	52.0336	58.6363	61.8218	65.1902
4 hr	X4 = 52%	23.2178	32.9237	39.3498	47.4693	53.4927	56.3989	59.4717
3 hr	X3 = 46%	20.5388	29.1248	34.8095	41.9920	47.3205	49.8913	52.6096
2 hr	X2 = 39%	17.4133	24.6928	29.5124	35.6019	40.1196	42.2992	44.6038
1 hr	X1 = 30%	13.3949	18.9944	22.7018	27.3861	30.8612	32.5378	34.3106

Tabla 7. Precipitación máxima por duración de tiempo.

Se determina la intensidad de la precipitación para diferentes periodos de retorno y en un determinado tiempo de duración.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	1440	1.8604	2.6381	3.1530	3.8036	4.2863	4.5191	4.7654
18 hr	1080	2.2573	3.2009	3.8257	4.0572	5.2007	5.4832	5.7820
12 hr	720	2.9766	4.2210	5.0448	6.0858	6.8580	7.2306	7.6246
8 hr	480	3.7952	5.3818	6.4322	7.7594	8.7440	9.2190	9.7213
6 hr	360	4.5394	6.4370	7.6934	9.2808	10.4585	11.0267	11.6275
5 hr	300	5.0901	7.2179	8.6267	10.4067	11.7273	12.3644	13.0380
4 hr	240	5.8044	8.2309	9.8375	11.8673	13.3732	14.0997	14.8679
3 hr	180	6.8463	9.7083	11.6032	13.9973	15.7735	16.6304	17.5365
2 hr	120	8.7067	12.3464	14.7562	17.8010	20.0598	21.1496	22.3019
1 hr	60	13.3949	18.9944	22.7018	27.3861	30.8612	32.5378	34.3106

Tabla 8. intensidad de la lluvia.

Se lleva a cabo el análisis de los periodos de retorno para dos años sacando las series de tiempo y graficando debidamente.

retorno Tiempo = 2 años						
No ^o	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.8604	7.2724	0.6208	4.5146	52.8878
2	1080	2.2573	6.9847	0.8142	5.6867	48.7863
3	720	2.9766	6.5793	1.0908	7.1766	43.2865
4	480	3.7952	6.1738	1.3337	8.2342	38.1156
5	360	4.5394	5.8861	1.5128	8.9044	34.6462
6	300	5.0901	5.7038	1.6273	9.2817	32.5331
7	240	5.8044	5.4806	1.7586	9.6384	30.0374
8	180	6.8463	5.1930	1.9237	9.9897	26.9668
9	120	8.7067	4.7875	2.1641	10.3606	22.9201
10	60	13.3949	4.0943	2.5949	10.6243	16.7637
12	4980	55.2712	58.1555	15.4409	84.4113	346.9435
Ln (d) =	5.1287	d =	168.7989	n =	-0.6164	

Tabla 9. Periodos de retorno para dos años.

Serie Tiempo = 2 años	
x	y
1440	1.8604
1080	2.2573
720	2.9766
480	3.7952
360	4.5394
300	5.0901
240	5.8044
180	6.8463
120	8.7067
60	13.3949

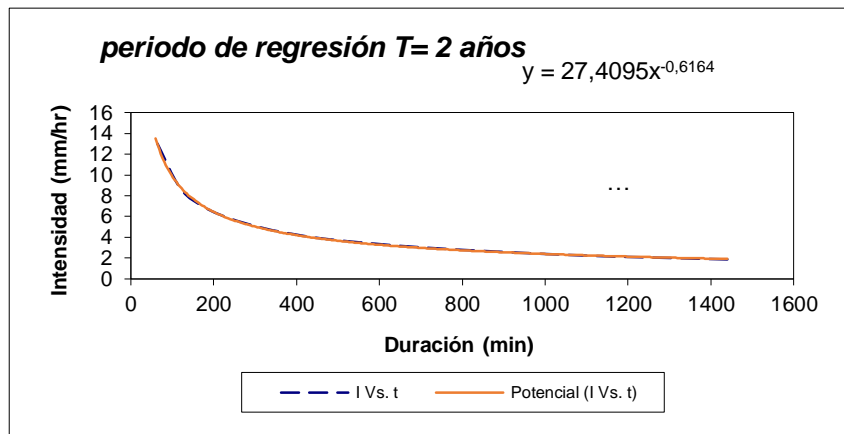


Diagrama 2. periodos de retorno a dos años

Determinación de periodo de retorno para duración de 5 años con su respectiva grafica de serie de regresión.

retorno Tiempo = 5 años						
No ^o	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.6381	7.2724	0.9701	7.0547	52.8878
2	1080	3.2009	6.9847	1.1634	8.1263	48.7863
3	720	4.2210	6.5793	1.4401	9.4746	43.2865
4	480	5.3818	6.1738	1.6830	10.3906	38.1156
5	360	6.4370	5.8861	1.8621	10.9603	34.6462
6	300	7.2179	5.7038	1.9766	11.2739	32.5331
7	240	8.2309	5.4806	2.1079	11.5526	30.0374
8	180	9.7083	5.1930	2.2730	11.8035	26.9668
9	120	12.3464	4.7875	2.5134	12.0327	22.9201
10	60	18.9944	4.0943	2.9441	12.0543	16.7637
12	4980	78.3766	58.1555	18.9336	104.7234	346.9435
Ln (d) =	5.4780	d =	239.3630	n =	-0.6164	

Tabla 10. periodos de retorno para 5 años.

Serie Tiempo= 5 años	
X	y
1440	2.6381
1080	3.2009
720	4.2210
480	5.3818
360	6.4370
300	7.2179
240	8.2309
180	9.7083
120	12.3464
60	18.9944

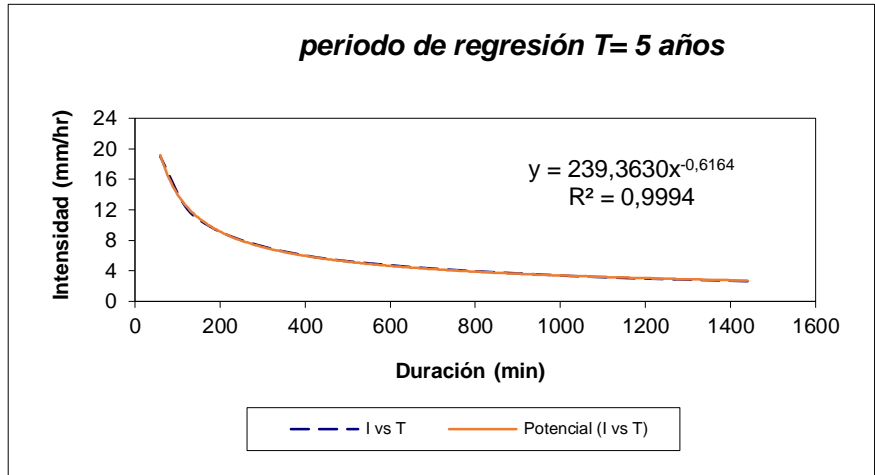


Diagrama 3. periodos de retorno a cinco años

Determinación de periodo de retorno para duración de 10 años con su respectiva grafica de serie de regresión.

retorno Tiempo = 10 años						
Noº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.1530	7.2724	1.1484	8.3514	52.8878
2	1080	3.8257	6.9847	1.3417	9.3716	48.7863
3	720	5.0448	6.5793	1.6184	10.6476	43.2865
4	480	6.4322	6.1738	1.8613	11.4914	38.1156
5	360	7.6934	5.8861	2.0404	12.0098	34.6462
6	300	8.6267	5.7038	2.1549	12.2909	32.5331
7	240	9.8375	5.4806	2.2862	12.5298	30.0374
8	180	11.6032	5.1930	2.4513	12.7294	26.9668
9	120	14.7562	4.7875	2.6917	12.8863	22.9201
10	60	22.7018	4.0943	3.1224	12.7844	16.7637
12	4980	93.6744	58.1555	20.7166	115.0925	346.9435
Ln (d) = 5.6563		d = 286.0827		n = -0.6164		

Tabla 11. periodos de retorno para 10 años.

Serie Tiempo= 10 años	
X	y
1440	3.1530
1080	3.8257
720	5.0448
480	6.4322
360	7.6934
300	8.6267
240	9.8375
180	11.6032
120	14.7562
60	22.7018

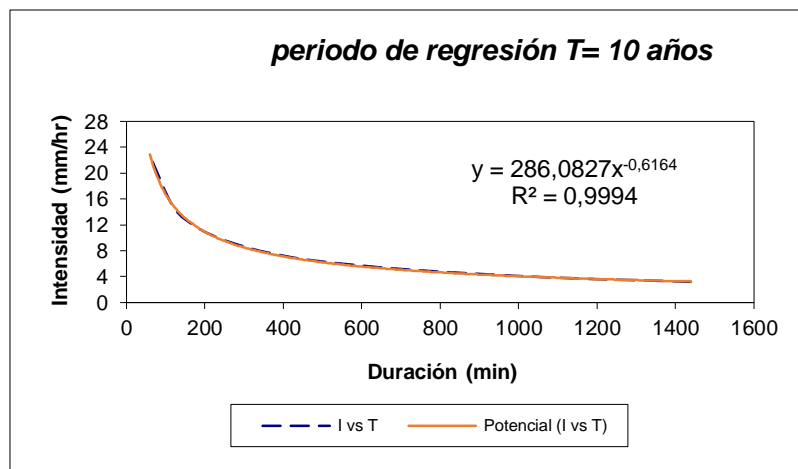


Diagrama 4. periodos de retorno a diez años

Determinación de periodo de retorno para duración para 25 años con su respectiva grafica de serie de regresión.

retorno Tiempo = 25 años						
No ^o	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.8036	7.2724	1.3360	9.7156	52.8878
2	1080	4.0572	6.9847	1.4005	9.7821	48.7863
3	720	6.0858	6.5793	1.8060	11.8819	43.2865
4	480	7.7594	6.1738	2.0489	12.6495	38.1156
5	360	9.2808	5.8861	2.2280	13.1140	34.6462
6	300	10.4067	5.7038	2.3425	13.3608	32.5331
7	240	11.8673	5.4806	2.4738	13.5579	30.0374
8	180	13.9973	5.1930	2.6389	13.7035	26.9668
9	120	17.8010	4.7875	2.8793	13.7844	22.9201
10	60	27.3861	4.0943	3.3100	13.5524	16.7637
12	4980	112.4454	58.1555	22.4637	125.1021	346.9435
Ln (d) = 5.9312		d = 376.6221		n = -0.6336		

Tabla 12. periodos de retorno para 25 años.

Serie Tiempo= 25 años	
x	y
1440	3.8036
1080	4.0572
720	6.0858
480	7.7594
360	9.2808
300	10.4067
240	11.8673
180	13.9973
120	17.8010
60	27.3861

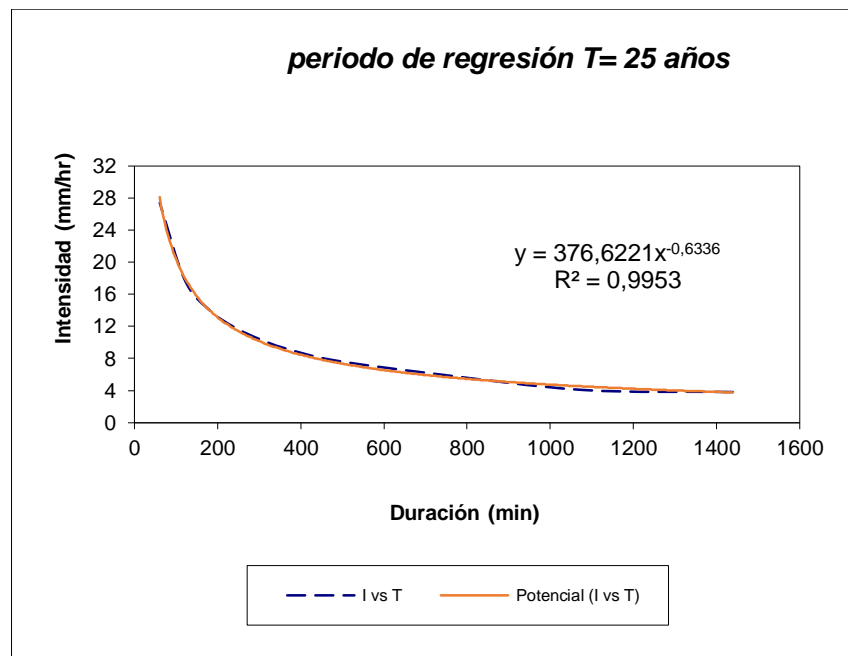


Diagrama 5. periodos de retorno a veinticinco años

Determinación de periodo de retorno para la duración de 50 años con su respectiva grafica de serie de regresión.

retorno Tiempo = 50 años						
No°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.2863	7.2724	1.4554	10.5844	52.8878
2	1080	5.2007	6.9847	1.6488	11.5163	48.7863
3	720	6.8580	6.5793	1.9254	12.6678	43.2865
4	480	8.7440	6.1738	2.1684	13.3870	38.1156
5	360	10.4585	5.8861	2.3474	13.8171	34.6462
6	300	11.7273	5.7038	2.4619	14.0422	32.5331
7	240	13.3732	5.4806	2.5933	14.2127	30.0374
8	180	15.7735	5.1930	2.7583	14.3239	26.9668
9	120	20.0598	4.7875	2.9987	14.3563	22.9201
10	60	30.8612	4.0943	3.4295	14.0416	16.7637
12	4980	127.3424	58.1555	23.7871	132.9494	346.9435
Ln (d) =	5.9633	d =	388.9051	n =	-0.6164	

Tabla 13. periodos de retorno para 50 años.

Serie Tiempo= 50 años	
X	y
1440	4.2863
1080	5.2007
720	6.8580
480	8.7440
360	10.4585
300	11.7273
240	13.3732
180	15.7735
120	20.0598
60	30.8612

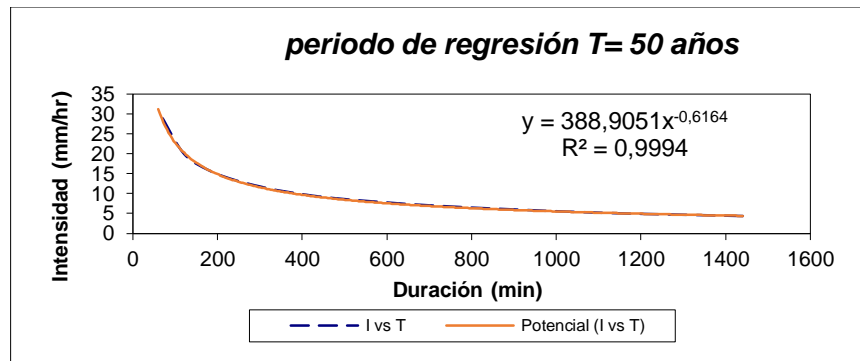


Diagrama 6. periodos de retorno a cincuenta años

Determinación de periodo de retorno para la duración de 70 años con su respectiva grafica de serie de regresión.

retorno Tiempo = 70 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.5191	7.2724	1.5083	10.9691	52.8878
2	1080	5.4832	6.9847	1.7017	11.8858	48.7863
3	720	7.2306	6.5793	1.9783	13.0159	43.2865
4	480	9.2190	6.1738	2.2213	13.7137	38.1156
5	360	11.0267	5.8861	2.4003	14.1285	34.6462
6	300	12.3644	5.7038	2.5148	14.3440	32.5331
7	240	14.0997	5.4806	2.6462	14.5026	30.0374
8	180	16.6304	5.1930	2.8112	14.5986	26.9668
9	120	21.1496	4.7875	3.0516	14.6096	22.9201
10	60	32.5378	4.0943	3.4824	14.2582	16.7637
12	4980	134.2607	58.1555	24.3162	136.0260	346.9435
Ln (d) =	6.0162	d =	410.0334	n =	-0.6164	

Tabla 14. periodos de retorno para 70 años.

Serie Tiempo= 70 años	
x	y
1440	4.5191
1080	5.4832
720	7.2306
480	9.2190
360	11.0267
300	12.3644
240	14.0997
180	16.6304
120	21.1496
60	32.5378

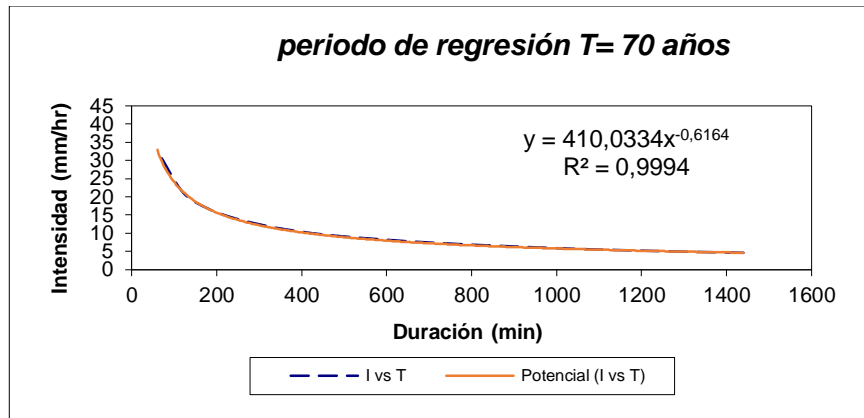


Diagrama 7. periodos de retorno a setenta años

Determinación de periodo de retorno para duración de 5 años con su respectiva grafica de serie de regresión.

retorno Tiempo = 100 años						
Noº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.7654	7.2724	1.5614	11.3549	52.8878
2	1080	5.7820	6.9847	1.7547	12.2564	48.7863
3	720	7.6246	6.5793	2.0314	13.3649	43.2865
4	480	9.7213	6.1738	2.2743	14.0412	38.1156
5	360	11.6275	5.8861	2.4534	14.4408	34.6462
6	300	13.0380	5.7038	2.5679	14.6466	32.5331
7	240	14.8679	5.4806	2.6992	14.7934	30.0374
8	180	17.5365	5.1930	2.8643	14.8741	26.9668
9	120	22.3019	4.7875	3.1047	14.8636	22.9201
10	60	34.3106	4.0943	3.5355	14.4754	16.7637
12	4980	141.5758	58.1555	24.8467	139.1113	346.9435
Ln (d) =	6.0693	d =	432.3738	n =	-0.6164	

Tabla 15. periodos de retorno para 100 años.

Serie Tiempo= 100 años	
x	y
1440	4.7654
1080	5.7820
720	7.6246
480	9.7213
360	11.6275
300	13.0380
240	14.8679
180	17.5365
120	22.3019
60	34.3106

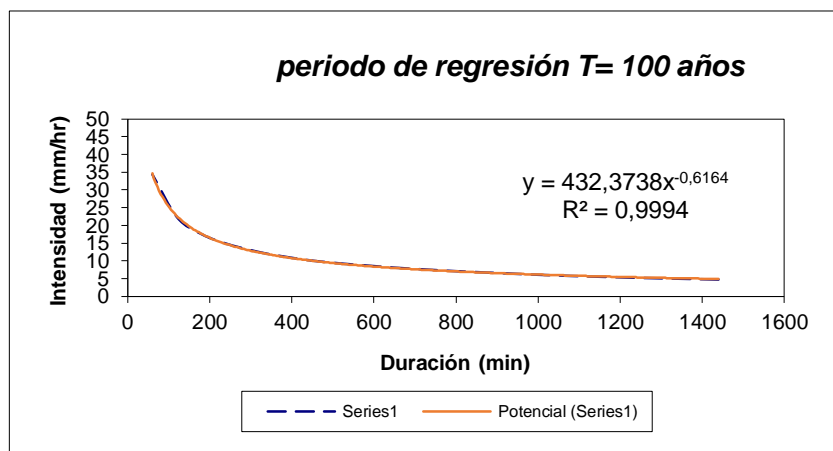


Diagrama 8. periodos de retorno a cien años

Se determina aparte una tabla diferenciando cada una de las variables para cada uno de los años de regresión.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	168.79890886715	-0.61638608809
5	239.36304946031	-0.61638608809
10	286.08265052145	-0.61638608809
25	376.62210653988	-0.63362500463
50	388.90506852381	-0.61638608809
70	410.03339033033	-0.61638608809
100	432.37379290275	-0.61638608809
Promedio =	328.88270959224	-0.61884879045

Tabla 16. Cambio de variables para regresiones.

Se hizo el cambio de la variable para determinar las constantes de K Y M las cuales son el termino de constante de regresión y el coeficiente de regresión.

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	168.7989	0.6931	5.1287	3.5549	0.4805
2	5	239.3630	1.6094	5.4780	8.8165	2.5903
3	10	286.0827	2.3026	5.6563	13.0241	5.3019
4	25	376.6221	3.2189	5.9312	19.0919	10.3612
5	50	388.9051	3.9120	5.9633	23.3287	15.3039
6	70	410.0334	4.2485	6.0162	25.5600	18.0497
7	100	432.3738	4.6052	6.0693	27.9501	21.2076
7	262	2302.1790	20.5897	40.2431	121.3262	73.2950
Ln (K) = 5.0662		K = 158.5755		m = 0.2321		
Termino constante de regresión (K) = 158.5755				Coef. de regresión (m) = 0.232128		

Tabla 17. Regresiones potenciales.

Por último, se determina la tabla para la duración en minutos de intensidad para luego determinar las curvas IDF.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	68.80	44.80	34.86	29.17	25.41	22.70	20.63	19.00	17.66	16.55	15.60	14.78
5	85.10	55.42	43.12	36.09	31.43	28.08	25.52	23.50	21.85	20.47	19.30	18.28
10	99.96	65.09	50.65	42.39	36.92	32.98	29.98	27.60	25.66	24.04	22.66	21.48
25	123.65	80.52	62.65	52.43	45.67	40.80	37.08	34.14	31.74	29.74	28.04	26.57
50	145.23	94.57	73.59	61.58	53.64	47.92	43.56	40.10	37.28	34.93	32.93	31.20
70	157.03	102.26	79.56	66.59	58.00	51.81	47.10	43.36	40.31	37.77	35.61	33.74
100	170.58	111.08	86.43	72.34	63.01	56.28	51.16	47.10	43.79	41.03	38.68	36.65

Tabla 18. Intensidades por duraciones de tiempo.

Luego de todo el proceso de correlación se hizo el análisis para determinar las curvas IDF

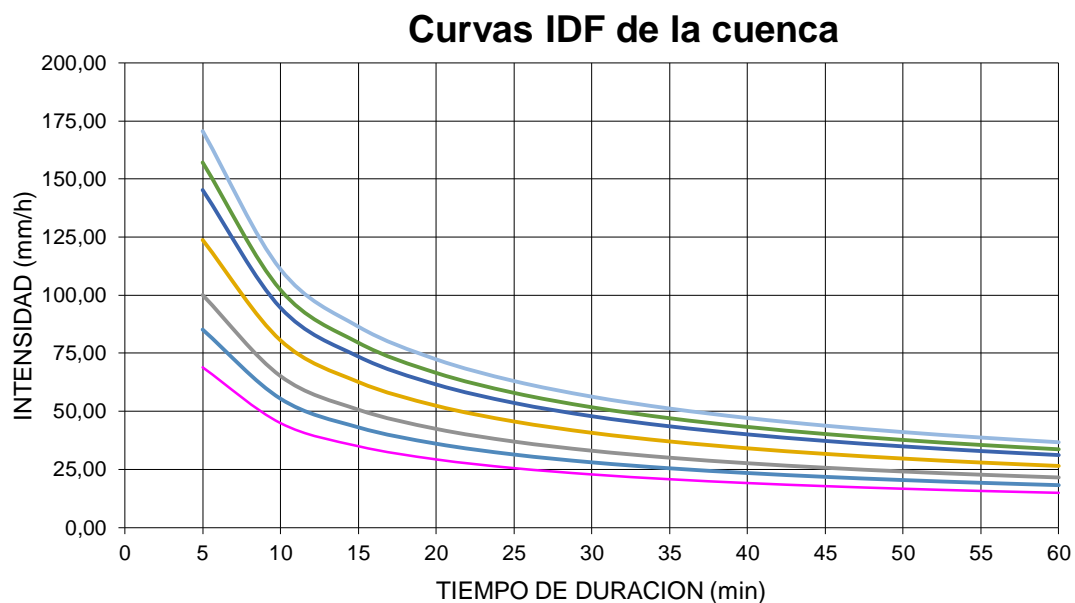


Diagrama 9. Curvas IDF

se determinaron cada uno de los mapas de periodos de retorno de todas las estaciones esperando un resultado cómodo, en ellos se ve en que parte de la zona alta de Colombia se ve más precipitación que en otros lugares.

Mapa de retorno para 2 años

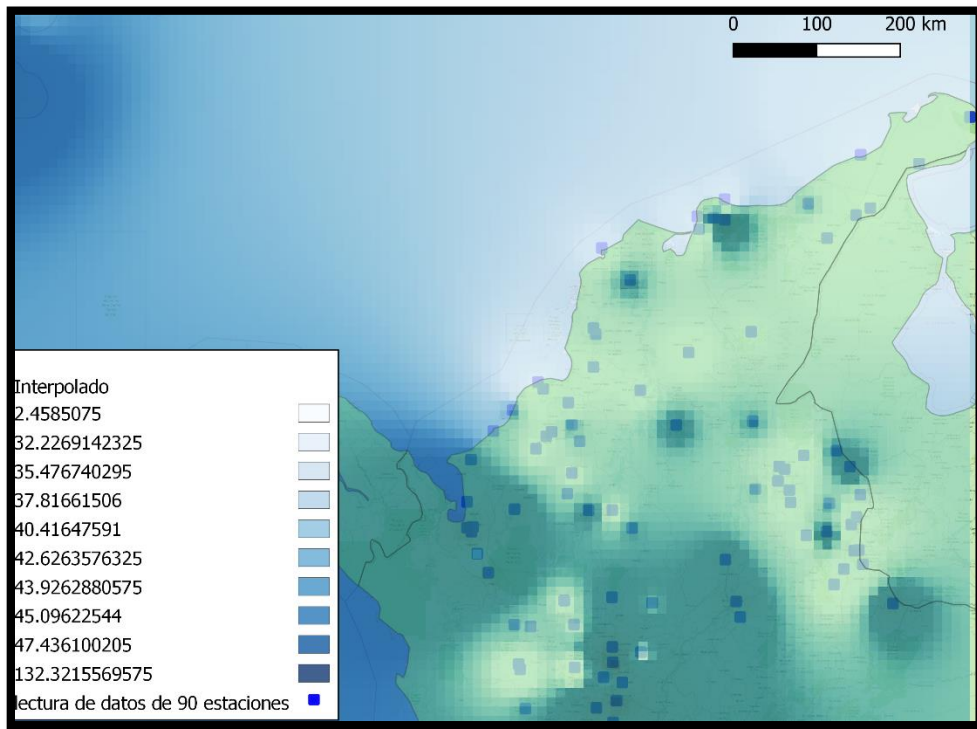


Figura 6. Mapa de precipitación periodo de retorno para 2 años

Mapa de retorno para 5 años

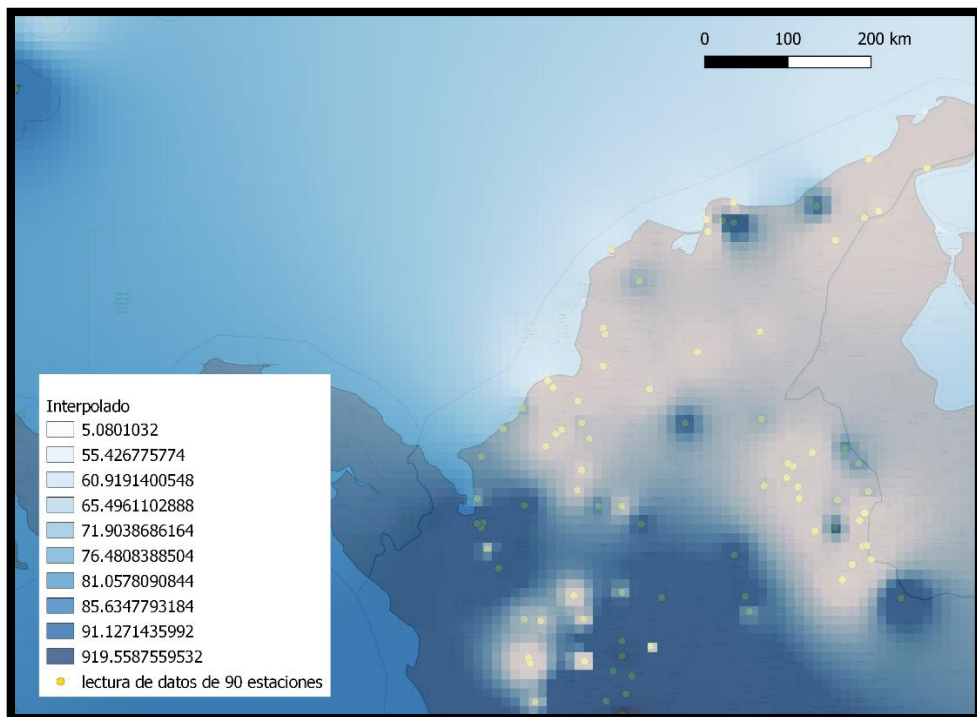


Figura 7. Mapa de precipitación periodo de retorno para 5 años

Mapa de retorno para 10 años

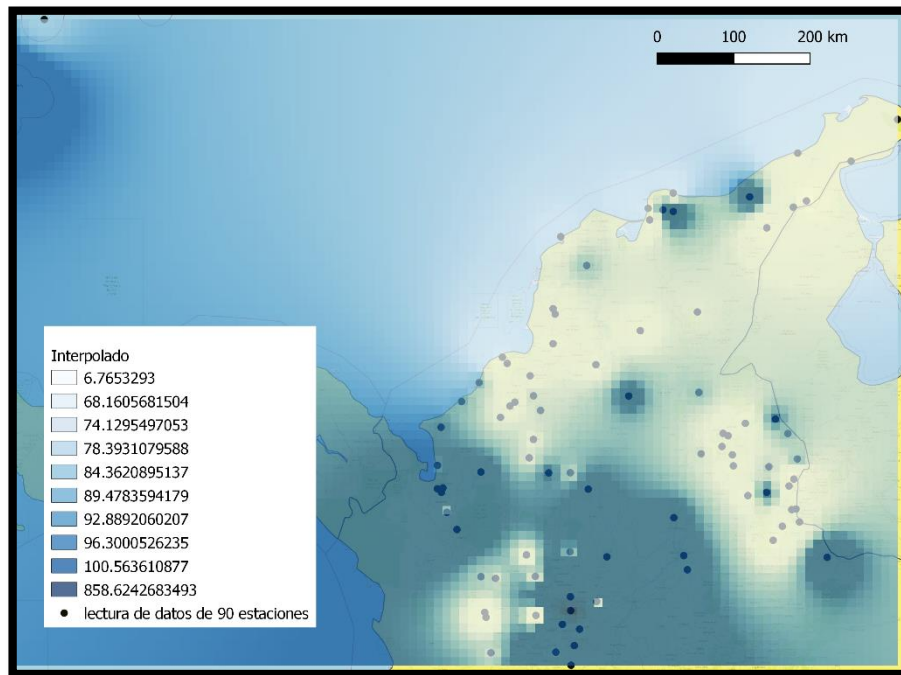


Figura 8. Mapa de precipitación periodo de retorno para 10 años

Mapa de retorno para 25 años

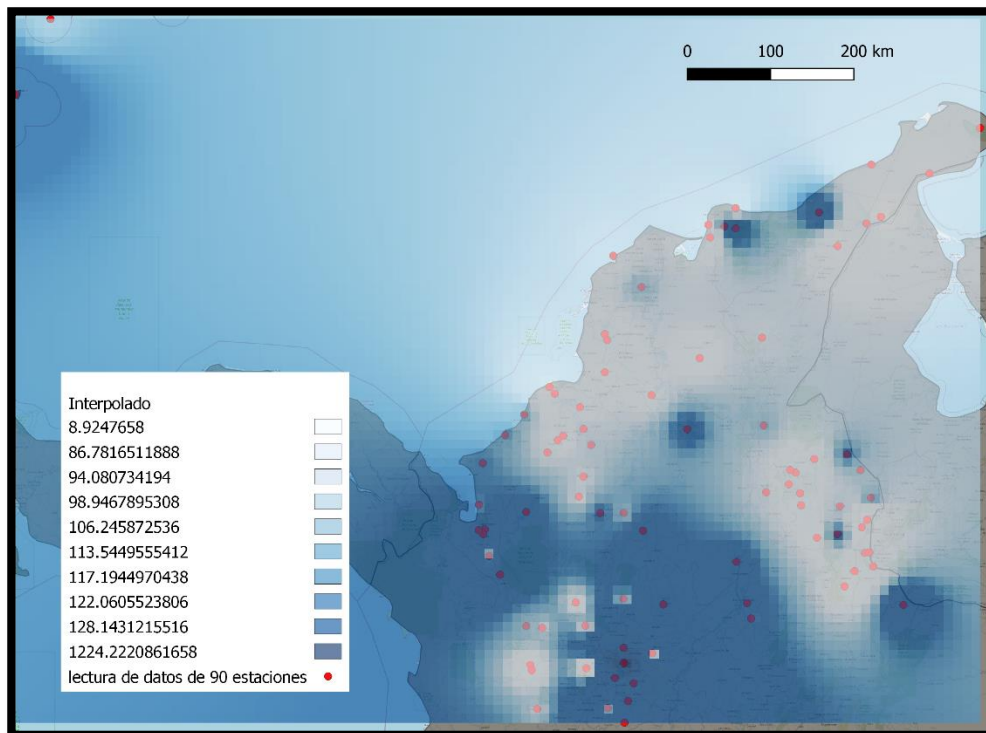


Figura 9. Mapa de precipitación periodo de retorno para 25 años

Mapa de retorno para 50 años

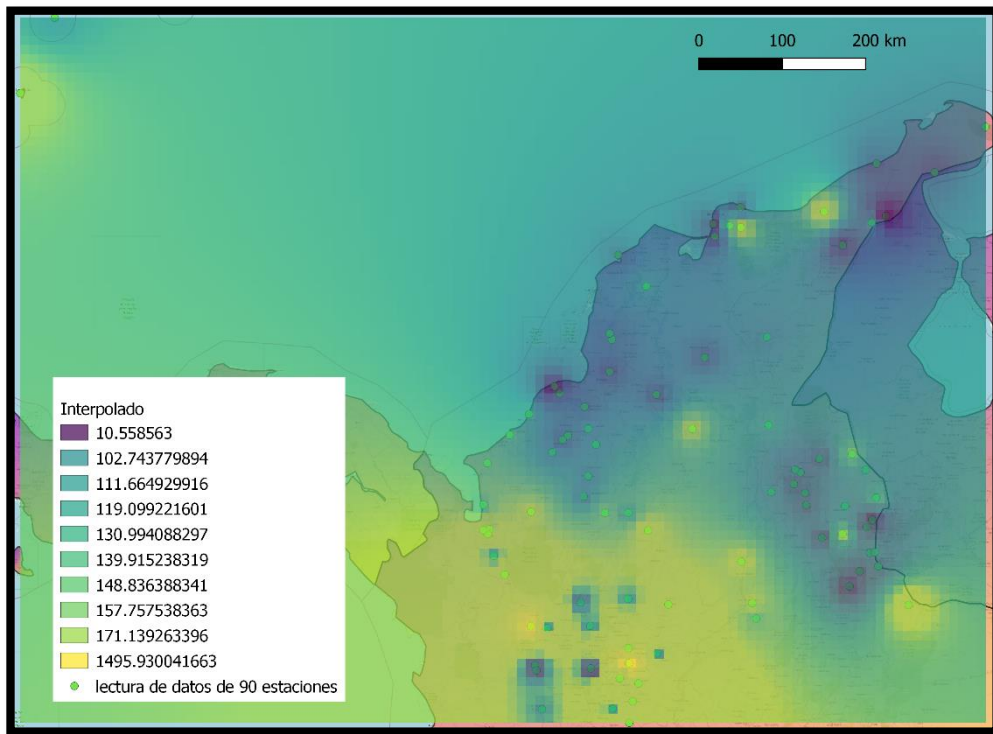


Figura 10. Mapa de precipitación periodo de retorno para 50 años

Mapa de retorno para 70 años

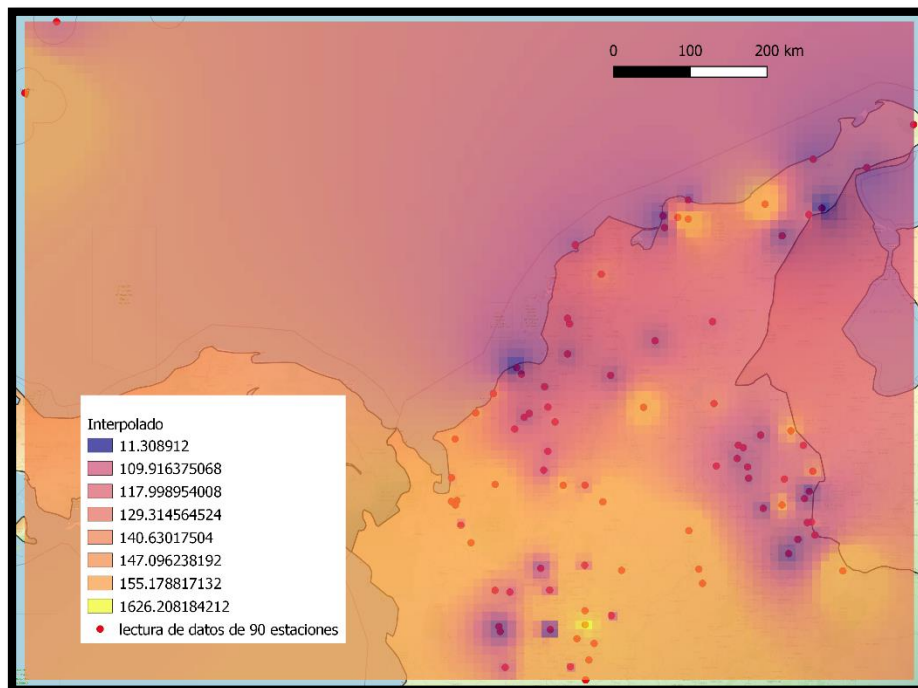


Figura 11. Mapa de precipitación periodo de retorno para 70 años

Mapa de retorno para 100 años

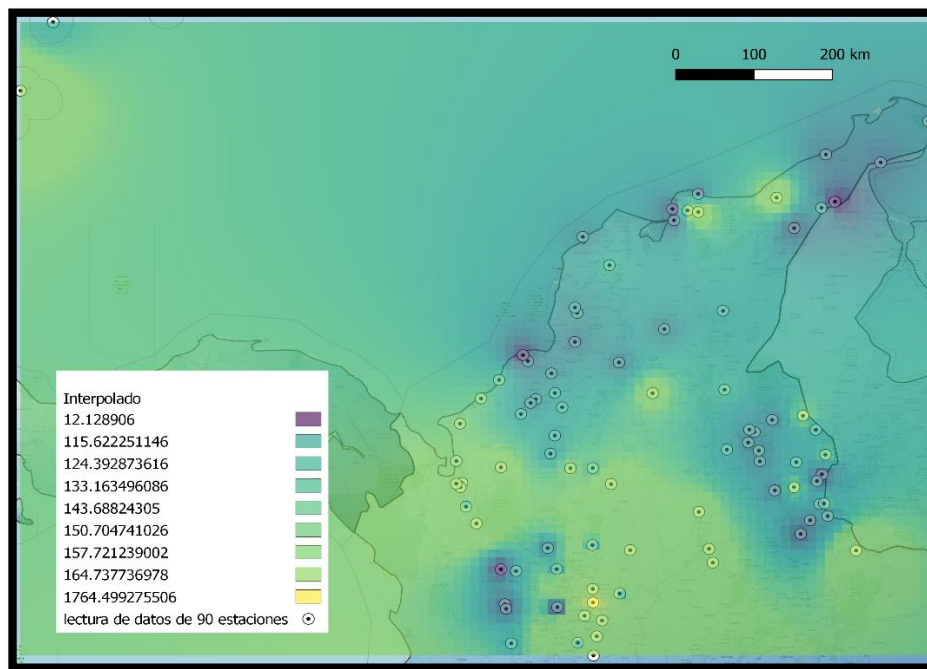


Figura 12. Mapa de precipitación periodo de retorno para 100 años

2.2.RESULTADOS DE TENDENCIAS DE TEMPERATURA

Estación 1

1. Luego de la extracción de datos se organizan cada una de la información que hay por año en cada mes sacando los valores máximos y teniendo los datos organizados el paso a seguir fue determinar datos como lo son los siguientes.

medidas de tendencia central	media	21.3	21.5	21.9	22.1	20.7	20.9	19.7	20.2	19.9	20.8	20.3	20.9
	mediana	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	22.0	22.0	22.0	22.0
	moda	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	24.0	22.0	21.0	23.0	22.0
medidas de dispersion	varianza	30.5	31.0	31.8	15.9	42.9	43.0	67.5	56.0	53.9	28.2	40.7	28.4
	desviacion estandar	5.5	5.6	5.6	4.0	6.5	6.6	8.2	7.5	7.3	5.3	6.4	5.3
	coeficiente de variación	25.9	25.9	25.7	18.1	31.7	31.4	41.8	37.1	36.8	25.5	31.5	25.5
	minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	maximo	26.0	26.0	26.0	25.0	25.0	24.0	26.0	25.0	25.0	24.0	24.0	25.0
	rango	26.0	26.0	26.0	25.0	25.0	24.0	26.0	25.0	25.0	24.0	24.0	25.0
	percentil 10	20.4	20.4	21.4	21.0	20.0	20.4	0.0	7.6	7.6	21.0	20.0	20.4
	percentil 25 o primer cuartil	21.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	21.0	22.0	21.0	21.0	21.0
	percentil 50 o mediana	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	22.0	22.0	22.0	22.0
	percentil 75	23.5	23.0	24.0	23.0	23.0	24.0	23.0	24.0	23.0	23.0	23.0	23.0
	percentil 90	24.0	24.6	25.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	23.6	23.0	23.0

Tabla 19. Variables para índices.

➤ Determinando estos datos que son la media, la mediana, la moda, la varianza, la desviación estándar, el coeficiente de variación, los valores máximos y mínimos por último se determinó los datos de los percentiles los cuales son los datos que necesitamos para el análisis de los índices que se escogieron.

2. Grafica de análisis de temperatura máxima más alta temperatura máxima más baja.

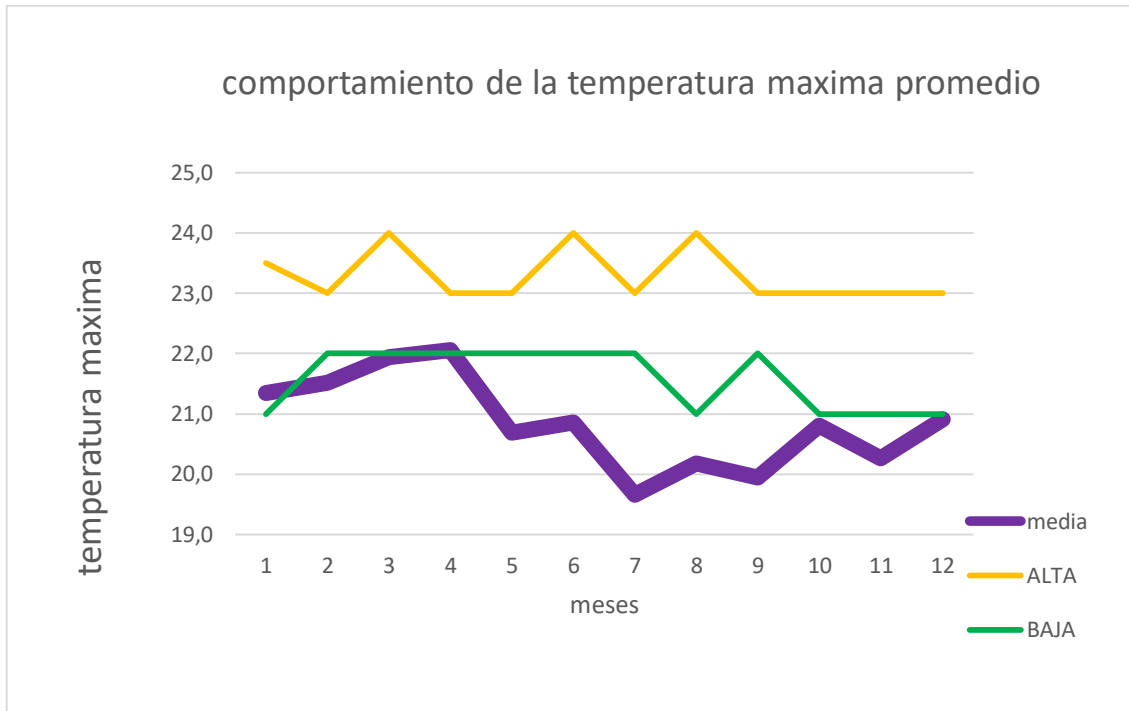


Diagrama 10. Índices de temperatura máxima más alta y temperatura máxima más baja

Se hizo el análisis de la temperatura de la estación 11025010 con los datos de la media y los percentiles 25 y 75 en la cual se sacó la temperatura máxima más alta en todos los meses de distintos años la cual fue de 22. 1° en los periodos 4 o meses de abril y la cual tiende a oscilar entre 22. 0° y 23. 0°, por otro lado, la temperatura máxima más baja fue de 19. 7° en los periodos 7 o meses de julio teniendo una oscilación de 22. 0° a 23.0°.

3. La siguiente grafica es de las tendencias de temperatura de los días cálidos y fríos de cada estación.

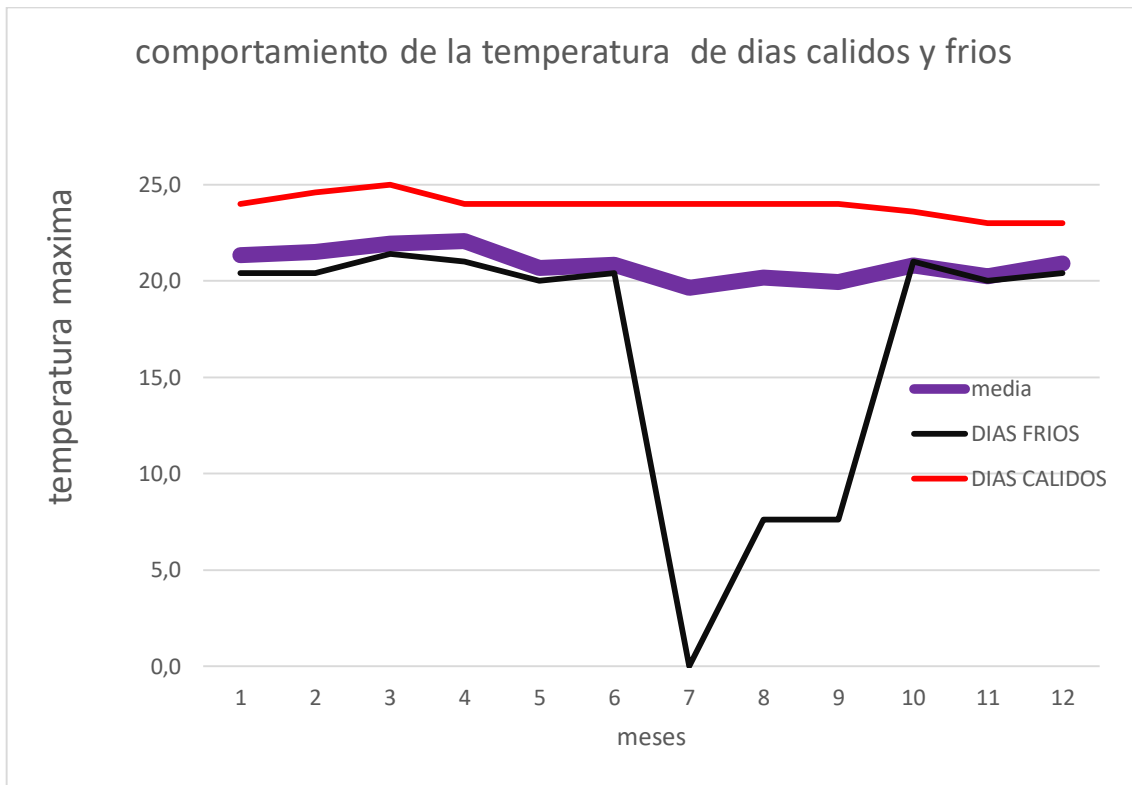


Diagrama 11. Índices de temperatura máxima más alta y temperatura máxima más baja

Para este análisis se toman los percentiles 10 y percentiles 90 donde se da a conocer los periodos fríos en los cuales en el mes de abril o periodos 7 muestra una temperatura bastante baja la cual es de los 0° por otro lado en el mes de marzo o periodo 3 se obtuvo un periodo cálido el cual es de 25° dando así los datos de tendencias de análisis de días fríos y días cálidos.

4. Por último, se continua a determinar la prueba de homogeneidad en la que se utiliza la prueba estadística de T STUDENT la cual nos muestra que hay una irregularidad en los datos obtenidos de la página principal del IDEAM, mostrando que el valor de criterio que nos da la prueba es menor a la variable de TC, cuando existe estos casos muestra que en los datos correlacionados hay una irregularidad.

	datos 1	datos 2
media	24.15	24.46666667
desviación muestral	1.268027893	0.516397779
cantidad	20	15
varianza	1.607894737	0.266666667
sp	1.01925899	
sd	0.344838439	
TC	2.862375854	
Tt		
FC	6.029605263	
Ft		

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	24.15	24.46666667
Varianza	1.607894737	0.266666667
Observaciones	20	15
Varianza agrupada	1.038888889	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	33	
Estadístico t	-0.909587336	
P(T<=t) una cola	0.184818023	
Valor crítico de t (una cola)	1.692360309	
P(T<=t) dos colas	0.369636046	
Valor crítico de t (dos colas)	2.034515297	

Tabla 20. Prueba t student

CAPÍTULO 3

Conclusiones recomendación y/o referencias
bibliográficas.

1. CONCLUSIONES

Para los análisis y correlaciones realizadas para las distribuciones de temperatura y precipitación se puede concluir y resumir en lo siguiente.

1. El trabajo que se realizó consistió en integrar y desarrollar un análisis para diferentes índices y tendencias de precipitación y temperatura generando y utilizando una metodología la cual conlleva un manejo de estadísticas y varias fuentes de información las cuales algunas fueron suministradas por el coordinador a cargo de las pasantías, así llevando a un estudio con el cual, se puede concluir que a partir de los datos recolectados en la entidad del IDEAM, se logró desarrollar un análisis no satisfactorio ya que dichos datos recolectados están muy incompletos y que a pesar de que se encontraron datos, hay muchos periodos en los cuales la información es muy escasa o simplemente no tienen información, dando así una justificación relevante para poder escoger otra entidad para poder recolectar datos de esta similitud, esto se puede ver relevado en los mapas de periodo de retorno en los cuales se ve la falta de datos y en los que se muestra que muchos de los datos que se encuentran allí no se encuentran bien, por otro la en la temperatura se llevó a cabo una prueba de homogeneidad la cual la mayoría de las estaciones conllevan a que hay una irregularidad de datos y que no son homogéneas, o que simplemente los datos encontrados en aquellas estaciones no están completos.
2. Ya que en este análisis se encontró esta inconsistencia en la entidad del IDEAM, se da a conocer que los datos suministrados no son suficientes para determinar un análisis grande para el país de Colombia y aunque el análisis solo fue en una pequeña parte del país se analizaron y se revisaron otros datos y se confirmó que la entidad debe suministrar datos que tengan gran relevancia así para lograr un mejor análisis de los

datos del país logrando así que la sociedad conozca una información correcta para el estudio de tendencias e índices en el país.

3. Se puede considerar que el tiempo en que se realizaron las pasantías fue de gran provecho para el alumno ya que permitió aumentar el conocimiento intelectual y se pudo tomar un crecimiento como persona en un campo laboral.
4. Se atendió con cada una de las propuestas y peticiones interpuestas y comentadas con el coordinador de pasantías y se pudo dar una gran respuesta asertiva.

2. RECOMENDACIÓN

1. Generar por parte de la universidad Antonio Nariño capacitaciones acerca de los cambios climáticos y de las tendencias que se pueden utilizar en la actualidad así para conocer y estar informados de los cuidados y peligros que puede haber en el mundo.
2. Se recomienda a la entidad del IDEAM realizar estudios más profundos y así suministrar datos más estables y más completos, así para a la hora de que alguna persona o estudiante necesite hacer uso de ellos pueda conseguir sus propósitos positivamente.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- +CIFRC. (2020). *Peligros climatológicos: temperaturas extremas (olas de calor, olas de frío e inviernos extremos)*. Recuperado el 05 de 03 de 2020, de <https://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion-de-peligro/temperaturas-extremas/>
- A.García-Díez, M.-V. (junio de 2010). science direct. *actas dermo sifiliograficas* , 101, 401-410. Recuperado el 28 de 04 de 2020, de <https://doi.org/10.1016/j.ad.2009.12.019>
- ABC CIENCIA . (21 de 06 de 2019). *solsticio de verano*. Recuperado el 2020 de 03 de 05, de <http://gerente.com/co/new-rss/cuando-es-el-solsticio-de-verano/>
- Alberto de Lorenzo, F. L. (septiembre, octubre de 2017). *science direct*. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de science direct.
- ANDRADE, F. M. (29 de 11 de 2018). *scopus*. Recuperado el 23 de 04 de 2020, de <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0250r1vu1813ao>
- Andrade2, V. M. (noviembre de 2014). ANALISIS ESTADÍSTICO DE TEMPERATURAS EXTREMAS SOBRE TERRITORIO BOLIVIANO. *Revista Boliviana de Física*. Recuperado el 04 de 03 de 2020, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-38232014000200001
- Andres, E. o. (2014). *capitulo 6 repository* . Obtenido de https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10837/EspinelOrtizAlfredoAndres2014_Capitulo%206.pdf;jsessionid=A0EC34F560DE35B1E38540B09BA513E0?sequence=7
- anejo 3 hidrologia* . (s.f.). Obtenido de PLAN DE ENCAUZAMIENTO EN EL RÍO BARBAÑA Y ARROYO SAN BENITO EN EL ÁMBITO AFECTADO POR EL: <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/atmosfera/precipitacion-tipos-medicion.htm>
- ANEJO N° 3: HIDROLOGÍA. (s.f.). *PLAN DE ENCAUZAMIENTO EN EL RÍO BARBAÑA Y ARROYO SAN BENITO EN EL ÁMBITO AFECTADO POR EL*. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de https://sancibrao.es/fileadmin/user_upload/Concello/Urbanismo/Exposicion/120523_PlanEncauzamiento/Plan_Encauzamiento_rev003_050_Anejo3.pdf
- Arango, C., Dorado, J., D., G., & Ruiz, J. F. (diciembre de 2012). *Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático*. Recuperado el 23 de 05 de 2020, de CAMBIO CLIMÁTIO MÁS PROBABLE PARA COLOMBIA A LO LARGO DEL: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Escenarios%20Cambio%20Climatico%20\(Ruiz,%20Guzman,%20Arango%20y%20Dorado\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Escenarios%20Cambio%20Climatico%20(Ruiz,%20Guzman,%20Arango%20y%20Dorado).pdf)

- ArcMap. (2016). *Qué son los datos ráster*. Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- B. Roca Villanueva, M. B. (junio y julio de 2019). Cambio climático y salud. *revista clinica española*, 219, 260-265. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de <https://doi.org/10.1016/j.rce.2019.01.004>
- Becerra, M. R. (26 de julio de 2007). *Ingeniería y medio ambiente*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000200008
- Bentancor Lisette, S. L. (2 de 12 de 2014). *Agrociencia Uruguay*. Recuperado el 10 de 04 de 2020, de Incidencia de la intensidad de lluvia en el tiempo de concentración de microcuencas del Uruguay: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482014000200012
- Bermúdez, G. (agosto de 2015). La seguridad social ante los retos del cambio climático. *boletín mexicano del derecho coparado*, 48, 697 - 730. Recuperado el 28 de 04 de 2020, de <https://doi.org/10.22201/ijj.24484873e.2015.143.4943>
- Bióloga, D. A. (23 de julio de 2017). *Precipitación (lluvia, nieve, granizo...) Información, características, definición, tipos y medición*. Obtenido de <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/atmosfera/precipitacion-tipos-medicion.htm>
- Caicedo*, J. D. (junio de 2012). *CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA: TENDENCIAS EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX Y ESCENARIOS POSIBLES PARA EL SIGLO XXI*. Recuperado el 23 de 05 de 2020, de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Pabon_2012_variabilidadClimatica.pdf
- Carolina ALVAREZ, I. S. (12 de abril de 2012). *Temperaturas promedio. Información meteorológica mensual de la E.E.A. Manfredi*. Obtenido de <https://inta.gob.ar/documentos/temperaturas-promedio.-informacion-meteorologica-mensual-de-la-e.e.a.-manfredi>
- Carvalho, A. A. (19 de 11 de 2019). Tendencias de lluvia y temperatura en el noreste de Brasil. (A. A. Carvalho, Ed.) *Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental*, 24. Recuperado el 23 de 04 de 2020, de Tendencias de lluvia y temperatura en el noreste de Brasil: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n1p15-23>
- DanielFrancisco, A. I.-A. (julio septiembre de 2015). Búsqueda de tendencias en la precipitación anual del estado de Zacatecas, México; en 30 registros con más de 50 años. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(3), 355-368. Recuperado el 15 de 4 de 2020, de <https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.05.008>

- Detea in the category Blog. (05 de septiembre de 2016). *CÓMO AFECTA EL CLIMA A LA CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de <https://www.detea.es/como-afecta-el-clima-al-sector-de-la-construccion/>
- Francisco, A. I.-A. (julio septiembre de 2016). Estudio de sequías meteorológicas anuales por medio del índice de aridez, en el estado de Zacatecas, México. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(3), 405-417. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de <https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.07.010>
- Gardey, J. P. (2009). *Definición de peligro*. Recuperado el 02 de 04 de 2020, de Definición de: <https://definicion.de/peligro/>
- Guadarrama, M. B., García, H. A., & Hernández, M. L. (12 de 11 de 2018). *access medicina*. Obtenido de Capítulo 30: Prueba t de Student: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1721§ionid=115931620>
- Gutierrez, J. C. (2015). *la variacion y su significado* . Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/1216-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3944-1-10-20120719.pdf>
- IDEAM. (2011). *congreso nacional del clima* . Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/%C3%8Dndices+Climato1%C3%B3gicos.pdf/23d0cecc-111f-4860-ad97-0557d35b84fb>
- IDEAM. (BOGOTA D.C. de 2019). *PROTOCOLO DE MODELACION HIDROLOGICO E HIDRAULICA 59PAG.*,. Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023833/Protocolo_Modelacion_HH.pdf
- Jorge Julian Velez Upegui, M. O. (febrero de 2015). *entendimiento de fenomenos ambientales mediante analisis de datos*. Obtenido de <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/inicio/publicaciones/publicacion2.pdf>
- Jorge Julián Vélez Upegui, M. O. (02 de 2015). *ENTENDIMIENTO DE FENOMENOS AMBIENTALES MEDIANTE ANALISIS DE DATOS* . Obtenido de <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/inicio/publicaciones/publicacion2.pdf>
- León, F. M. (23 de 02 de 2020). *Días cálidos compuestos a más*. Recuperado el 05 de 03 de 2020, de <https://www.tiempo.com/ram/dias-calidos-compuestos-a-mas.html>
- Lerma-Lerma, J. A.-M. (abril de 2019). Analisis espacio temporal (1981-2010) de la precipitacion en la ciudad de Bogota: avances en la generacion de indices extremos. *Revista Facultad de Ingenieria*, 28. Recuperado el 15 de 04 de 2020, de <http://ezproxy.uan.edu.co:2068/10.19053/01211129.v28.n51.2019.9123>.
- Lima, M. d. (2010). Diagnóstico de tendencia del cambio de la temperatura del aire en el noreste (artículo). *Revista Caatinga*, 23(2), 117-124. Recuperado el 08 de 05 de 2020,

de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-77957376427&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=tendencia+de+temperatura+&st2=&sid=26b26b845112f99fd65ce2ba452e8c8a&sot=b&sdt=b&sl=40&s=TITLE-ABS-KEY%28tendencia+de+temperatura+%29&relpos=1>

Lobato-Sánchez, R. A.-D.-C. (1 de 11 de 2017). Detección de tendencias locales de temperatura en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(6), 101-116. doi: 10.24850/j-tyca-2017-06-07.

Luis Fernando Restrepo-Betancur, C. P.-S.-G. (25 de febrero de 2019). *Cambio climático en la ciudad de Medellín – Colombia, en un periodo de cincuenta años (1960-2010)*. Recuperado el 05 de 23 de 2020, de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Climate-change-in-the-city-of-medellin--colombia-throughout-fifty-years-19602010Cambio-climtico-en-la-ciudad-de-medelln--colombia-en-un-periodo-de-cincuenta-aos-196020102019DYNA-ColombiaOpen-Access.pdf

MARÍA DELGADO FRANCISCO J. SÁNCHEZ CARO, PEDRO FERNÁNDEZ CARRASCO, ALBERTO CAMARERO, ANDRÉS FERNÁNDEZ y ARCHIVO. (01 de 01 de 2012). *LA INGENIERÍA CIVIL Y SU LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Recuperado el 26 de 12 de 2019, de El reto del compromiso: https://www.researchgate.net/publication/277844966_La_ingenieria_civil_y_su_lucha_contra_el_cambio_climatico

Matellanes, R. (19 de 05 de 2020). *Modelos Digitales de Elevación: lo que el ojo no ve*. Obtenido de GEOINNOVA: <https://geoinnova.org/blog-territorio/modelos-digitales-de-elevacion-l/>

MAURICIO QUINTERO-ANGEL, Y. C.-E. (25 de 03 de 2011). *ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n34/n34a15.pdf>

Narváez***, O. E. (30 de noviembre de 2012). *Análisis del comportamiento de la precipitación en el municipio de Buenaventura (Valle del Cauca, Colombia) en condiciones de desarrollo de los fenómenos El Niño y La Niña*. Recuperado el 23 de 05 de 2020, de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Articulo_clase.pdf

NAVARRO, M. A. (2017). *ESTIMACIÓN DE FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD, PARA CAUDALES MÁXIMOS, EN LA REGIÓN DEL MAULE*. Obtenido de http://ctha.utralca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/tesis_de_grado/aguilera_a.pdf

Nemec, J. d. (mayo de 2013). Tendencias en los índices de temperatura extrema en Austria basados en un nuevo conjunto de datos homogeneizado. (SCOPUS, Ed.) *Revista Internacional de Climatología*, 33(6), 1538-1550. Recuperado el 02 de 04 de 2020, de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?origin=recordpage&zone=relatedDocuments&eid=2-s2.0-84876341062&citeCnt=7&noHighlight=false&sort=plf->

f&src=s&st1=precipitacion+maxima&st2=&sid=57a27e331ae132b4210d01d2cb79f7c1&sot=b&sdt=b&sl=35&s=TITLE-ABS

Nobelina Mercado, R. B. (02 de 2017). *metodologia para el desarrollo de mapas de distribucion de mamiferos mediano y grandes en bolivia*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Robert_Wallace7/publication/268578278_Metodologia_para_el_desarrollo_de_mapas_de_distribucion_de_los_mamiferos_medianos_y_grandes_en_Bolivia/links/54819efb0cf20f081e728f55/Metodologia-para-el-desarrollo-de-mapas-de-dis

Ojáiz-Peñacastillo. (11 de 01 de 2006). *Las redes pluviométricas*. Obtenido de tiempo.com: <https://foro.tiempo.com/las-redes-pluviometricas-t39477.0.html>

Ojeda, L. R. (2016). *ANALISIS NUMERICO BASICO un enfoque algoritmico con el soporte de Python*. Recuperado el 03 de 03 de 2020, de http://www.fcnm.espol.edu.ec/sites/fcnm.espol.edu.ec/files/ANALISIS_NUMERICO_BASICO_V4P4.pdf

organizacion mundial de la salud. (2015). *centro de conocimiento en salud publica y desastes*. Recuperado el 01 de 05 de 2020, de http://saludydesastres.info/index.php?option=com_content&view=article&id=343:3-1-amenazas-naturales&catid=101:3-1-amenazas-naturales&lang=es

Pabón, J. J. (octubre de 2001). Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. *Meteorología Colombiana*, 47-59. Recuperado el 23 de 05 de 2020, de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/05%20Pabon%20Eslava.pdf>

PÉREZ, M. A. (03 de 10 de 2018). *Nuestras carreteras no están preparadas para el cambio climático: CAF*. Obtenido de <https://www.dinero.com/internacional/articulo/el-cambio-climatico-afecta-a-las-carreteras-en-latinoamerica/262755>

PULIDO, J. P. (1998). *LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTERDECADAL EN LA SABANA DE BOGOTÁ*. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-LaVariabilidadClimaticaInterdecadalEnLaSabanaDeBog-6581697.pdf>

Querelle y Cia Ltda. (2015). *profesor en linea*. Recuperado el 21 de 03 de 2020, de Colombia: geografía física: https://www.profesorenlinea.cl/Paisesmundo/Colombia/Colombia_Geografia_Fisica.html

Raffino, A. M. (12 de 02 de 2020). Obtenido de <https://concepto.de/filtracion/>

Rebeca GRANADOS RAMÍREZ, T. R. (1996 y 1997). *CONDICIONES ATMOSFÉRICAS, COMPORTAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN PLUVIOMÉTRICA Y SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA DE TEMPORAL DURANTE 1996 Y 1997 EN LA MESA*

CENTRAL DE GUANAJUATO, MÉXICO. Recuperado el 20 de 04 de 2020, de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/3337-6502-1-PB.pdf>

Significados. (10 de 12 de 2018). *vulnerabilidad*. Obtenido de <https://www.significados.com/vulnerabilidad/>

Sitio Oficial de Turismo de la República de Colombia. (s.f.). *colombia siente el ritmo*. Recuperado el 05 de 03 de 2020, de clima : <https://colombia.travel/es/informacion-practica/clima>

Sociedad Española de Nefrología. Published by Elsevier España. (septiembre, octubre de 207). *science direct*. (F. L. Alberto de Lorenzo, Ed.) Recuperado el 15 de 04 de 2020, de science direct: <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2016.12.008>

Spagnoli, B. ,.-M. (15 de mayo de 2002). *Detección del cambio climático a escala regional: el caso de Francia*. Recuperado el 02 de 04 de 2020, de scopus: <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-0037095806&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=precipitacion+maxima&st2=&sid=57a27e331ae132b4210d01d2cb79f7c1&sot=b&sdt=b&sl=35&s=TITLE-ABS-KEY%28precipitacion+maxima%29&recordRank=#corrAuthorF>

Sunyer, J. (marzo y abril de 2010). Promoción de la salud frente al cambio climático. *gaceta sanitaria* , 24, 101 - 102. Recuperado el 28 de 04 de 2020, de <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2010.01.008>

Vincent, L. A. (01 de 12 de 2005). Tendencias observadas en los índices de temperaturas extremas diarias en América del Sur 1960-2000 . *american meteorological society*, 18(23), 5011-5023. Recuperado el 08 de 05 de 2020, de <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/JCLI3589.1>

Zarza, N. (30 de diciembre de 2019). *Política ambiental: qué es y ejemplos*. Recuperado el 20 de 04 de 2020, de ecologia verde: <https://www.ecologiaverde.com/politica-ambiental-que-es-y-ejemplos-42.html>

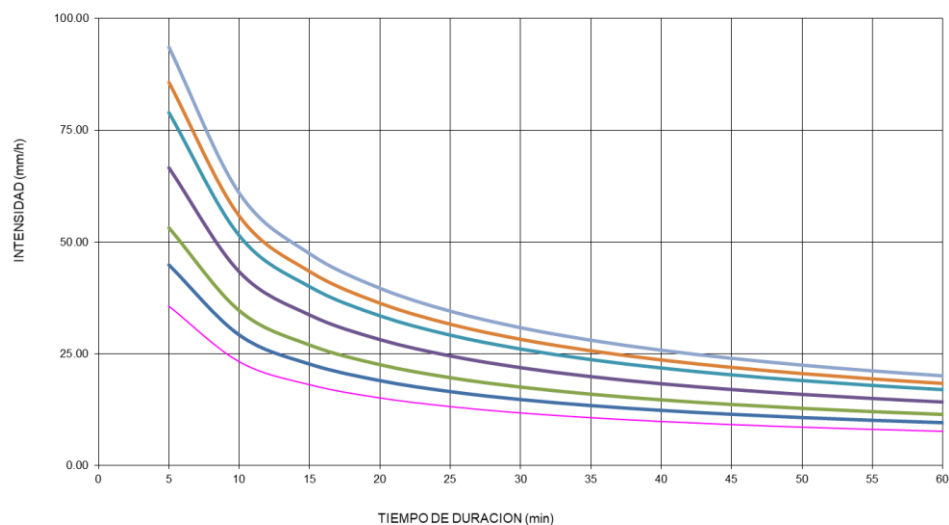
CAPÍTULO 4

Anexo

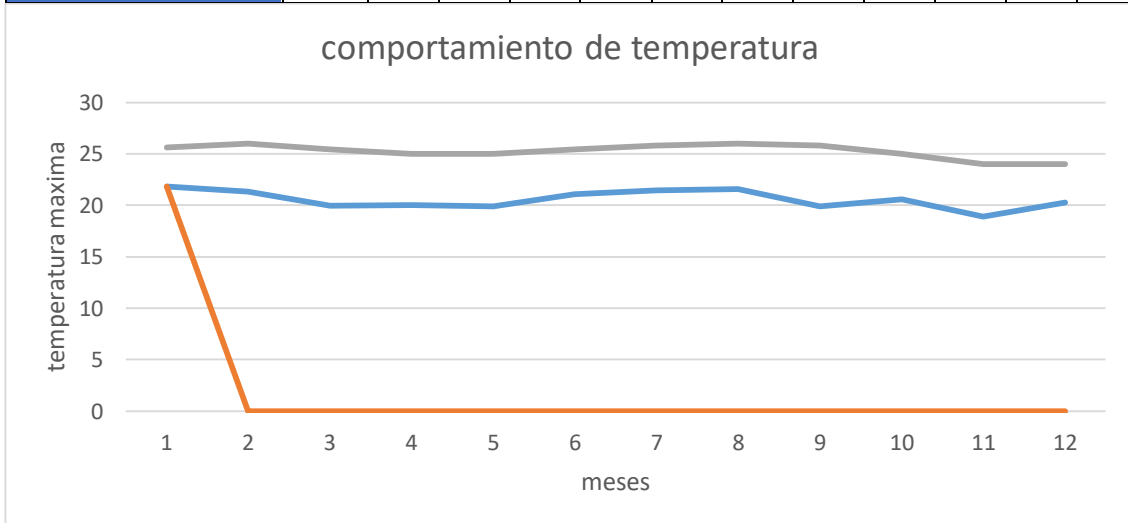
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	22.9921	33.5472	40.5356	49.3655	55.9160	59.0764	62.4181
18 hr	X18 = 91%	20.9228	30.5280	36.8874	39.4924	50.8836	53.7595	56.8005
12 hr	X12 = 80%	18.3937	26.8378	32.4285	39.4924	44.7328	47.2611	49.9345
8 hr	X8 = 68%	15.6346	22.8121	27.5642	33.5685	38.0229	40.1720	42.4443
6 hr	X6 = 61%	14.0252	20.4638	24.7267	30.1130	34.1088	36.0366	38.0751
5 hr	X5 = 57%	13.1055	19.1219	23.1053	28.1383	31.8721	33.6736	35.5783
4 hr	X4 = 52%	11.9559	17.4446	21.0785	25.6701	29.0763	30.7197	32.4574
3 hr	X3 = 46%	10.5764	15.4317	18.6464	22.7081	25.7214	27.1751	28.7123
2 hr	X2 = 39%	8.9669	13.0834	15.8089	19.2525	21.8072	23.0398	24.3431
1 hr	X1 = 30%	6.8976	10.0642	12.1607	14.8096	16.7748	17.7229	18.7254

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	35.79	23.31	18.13	15.18	13.22	11.81	10.73	9.88	9.19	8.61	8.12	7.69
5	44.83	29.19	22.71	19.01	16.56	14.79	13.44	12.38	11.51	10.78	10.16	9.63
10	53.15	34.61	26.93	22.54	19.63	17.54	15.94	14.68	13.64	12.78	12.05	11.42
25	66.57	43.35	33.73	28.23	24.59	21.96	19.97	18.38	17.09	16.01	15.09	14.30
50	78.93	51.40	39.99	33.47	29.15	26.04	23.67	21.80	20.26	18.98	17.90	16.96
70	85.73	55.83	43.44	36.36	31.67	28.29	25.71	23.67	22.01	20.62	19.44	18.42
100	93.59	60.94	47.42	39.69	34.57	30.88	28.07	25.84	24.03	22.51	21.22	20.11

Curvas IDF de la cuenca



media	21.84	21.3	19.9	20	19.9	21.1	21.5	21.6	19.9	20.6	18.9	20.2
mediana	23.6	24	24.2	24.6	24.2	24.6	24.8	25	24	23.4	22.8	23
moda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
varianza	55.33	82.2	99.9	100	98.7	79.3	82.3	82.9	101	75.8	89.5	74.3
desviación estándar	7.438	9.07	10	10	9.94	8.91	9.07	9.11	10	8.71	9.46	8.62
coeficiente de variación	34.06	42.5	50.2	50.1	50	42.2	42.2	42.2	50.4	42.3	50.1	42.6
mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
máximo	26.8	29	27	27	27.4	26.4	28	27.4	28	26.6	26	27.8
rango	26.8	29	27	27	27.4	26.4	28	27.4	28	26.6	26	27.8
percentil 10	21.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentil 25	22.2	22.8	22.4	22.4	23.2	22.8	23.6	23.8	22.2	22.6	21.8	21.6
percentil 50	23.6	24	24.2	24.6	24.2	24.6	24.8	25	24	23.4	22.8	23
percentil 75	25.6	26	25.4	25	25	25.4	25.8	26	25.8	25	24	24
percentil 90	26.2	26.4	26	26.2	25.8	26.4	26.6	26.6	26.6	26	25	25.4



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	26.44444444	26.05
Varianza	3.08777778	1.56454545
Observaciones	9	12
Varianza agrupada	2.205906433	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	19	
Estadístico t	0.602274576	
P(T<=t) una cola	0.277055899	
Valor crítico de t (una cola)	1.729132812	
P(T<=t) dos colas	0.554111797	
Valor crítico de t (dos colas)	2.093024054	
SP	1.485229421	
Sd	0.537396138	
tc	1.88900096	

N°	Año	Mes	Precipitación (mm)			
			Maz. Precip.	x_i		
1	2001	sin mes	0.00	188.08	Cálculo variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias
2	2003	MAYO	22.00	68.65		
3	2006	JULIO	1.00	161.65		
4	2007	MAYO	23.00	86.22		
5	2008	sin mes	0.00	188.08		
6	2009	JULIO	34.00	411.51		
7	2010	SEPTIEMBRE	16.00	5.22		
7		Suma	96.0	1109.4		

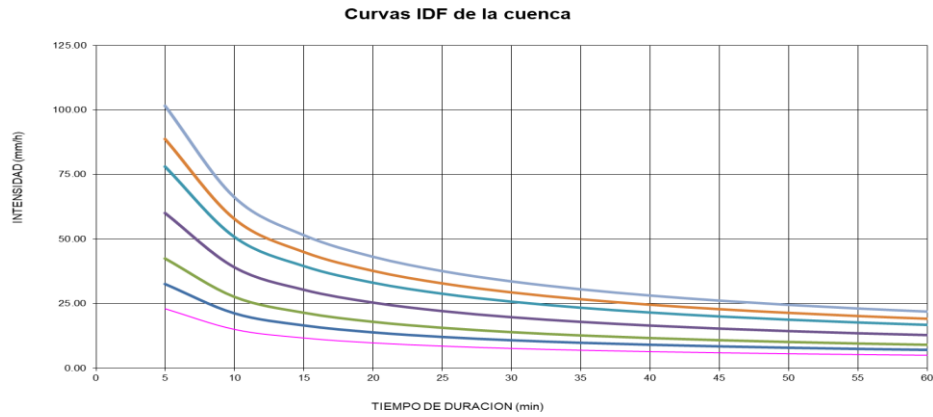
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 13.71$ mm	
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 13.60$ mm	
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 10.60$ mm	
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 7.59$ mm	

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fija
Años	TF	ET (mm)	F(z)	ET (mm)
2	0.3665	11.4805	0.5000	12.9730
5	1.4999	23.4974	0.8000	26.5521
10	2.2504	31.4537	0.9000	35.5427
25	3.1985	41.5064	0.9600	46.9023
50	3.9019	48.9641	0.9800	55.3295
70	4.2413	52.5622	0.9857	59.3953
100	4.6001	56.3668	0.9900	63.6945

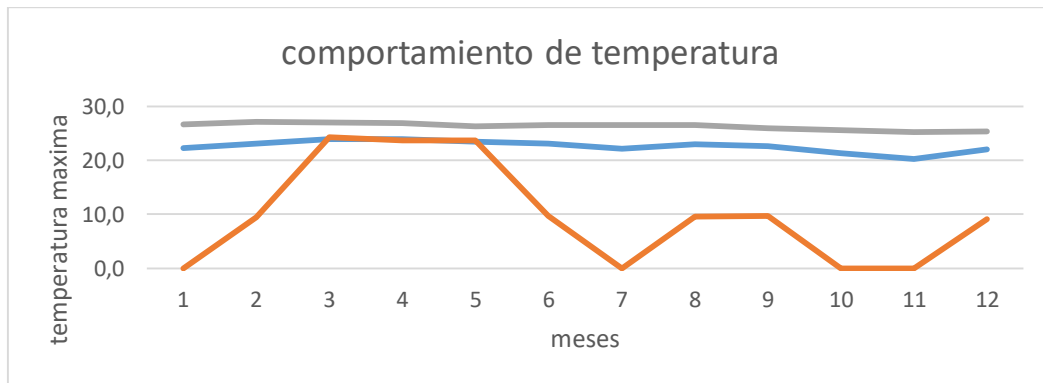
$$F(x) = e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)^2}$$

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	12.9730	26.5521	35.5427	46.9023	55.3295	59.3953	63.6945
18 hr	X18 = 91%	11.8054	24.1624	32.3438	37.5218	50.3498	54.0498	57.9620
12 hr	X12 = 80%	10.3784	21.2417	28.4341	37.5218	44.2636	47.5163	50.9556
8 hr	X8 = 68%	8.8216	18.0554	24.1690	31.8935	37.6240	40.3888	43.3122
6 hr	X6 = 61%	7.9135	16.1968	21.6810	28.6104	33.7510	36.2312	38.8536
5 hr	X5 = 57%	7.3946	15.1347	20.2593	26.7343	31.5378	33.8553	36.3058
4 hr	X4 = 52%	6.7460	13.8071	18.4822	24.3892	28.7713	30.8856	33.1211
3 hr	X3 = 46%	5.9676	12.2140	16.3496	21.5750	25.4516	27.3219	29.2994
2 hr	X2 = 39%	5.0595	10.3553	13.8616	18.2919	21.5785	23.1642	24.8408
1 hr	X1 = 30%	3.8919	7.9656	10.6628	14.0707	16.5988	17.8186	19.1083

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	23.07	15.03	11.69	9.78	8.52	7.61	6.92	6.37	5.92	5.55	5.23	4.96
5	32.66	21.27	16.55	13.85	12.06	10.77	9.79	9.02	8.38	7.85	7.40	7.02
10	42.47	27.66	21.52	18.01	15.69	14.01	12.74	11.73	10.90	10.21	9.63	9.13
25	60.11	39.14	30.46	25.49	22.20	19.83	18.03	16.60	15.43	14.46	13.63	12.91
50	78.17	50.91	39.61	33.15	28.87	25.79	23.45	21.59	20.07	18.80	17.73	16.80
70	88.81	57.83	45.00	37.66	32.80	29.30	26.64	24.52	22.80	21.36	20.14	19.08
100	101.67	66.20	51.51	43.11	37.55	33.54	30.49	28.07	26.10	24.45	23.05	21.84



media	22.3	23.1	23.9	23.9	23.5	23.1	22.2	23.0	22.7	21.3	20.2	22.1
mediana	26.0	25.8	26.0	26.0	25.6	26.2	25.6	26.0	25.4	24.2	23.8	25.0
moda	0.0	0.0	27.4	0.0	25.6	26.4	26.6	26.6	25.4	0.0	0.0	25.0
varianza	86.7	72.9	56.5	56.7	54.6	71.2	85.3	71.2	68.8	78.7	88.2	65.8
desviacion estandar	9.3	8.5	7.5	7.5	7.4	8.4	9.2	8.4	8.3	8.9	9.4	8.1
coeficiente de var	41.8	36.9	31.4	31.5	31.4	36.6	41.7	36.6	36.6	41.7	46.4	36.8
minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
maximo	29.0	29.0	28.8	28.6	28.2	27.4	28.6	27.6	27.4	27.2	26.0	27.4
rango	29.0	29.0	28.8	28.6	28.2	27.4	28.6	27.6	27.4	27.2	26.0	27.4
percentil 10	0.0	9.4	24.3	23.8	23.8	9.7	0.0	9.6	9.7	0.0	0.0	9.1
percentil 25 o primo	24.1	24.2	24.8	24.6	24.2	25.0	24.4	24.5	24.5	23.4	22.4	23.2
percentil 50 o medi	26.0	25.8	26.0	26.0	25.6	26.2	25.6	26.0	25.4	24.2	23.8	25.0
percentil 75	26.7	27.2	27.0	26.9	26.3	26.5	26.5	26.6	26.0	25.6	25.3	25.4
precentil 90	27.5	27.9	27.5	27.7	27.2	26.9	26.6	26.8	26.5	26.0	25.6	25.9



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	27.43	26.8666667
Varianza	1.06221053	1.42095238
Observaciones	20	15
Varianza agrupada	1.21440404	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	33	

Estadístico t	1.49661624	
P(T<=t) una cola	0.07199857	
Valor crítico de t (una cola)	1.69236031	
P(T<=t) dos colas	0.14399714	
Valor crítico de t (dos colas)	2.0345153	
sp	1.10200002	
sd	0.35856195	
TC	2.8473957	

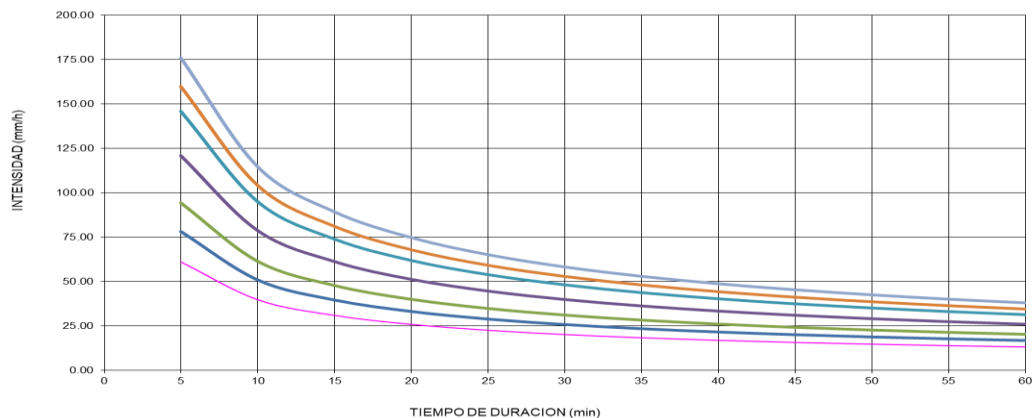
Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			xi	(xi - x)^2
1	2001	JUNIO	29.00	70.8402778
2	2002	OCTUBRE	21.00	269.506944
3	2003	OCTUBRE	51.00	184.506944
4	2004	JUNIO	7.00	925.173611
5	2005	DICIEMBRE	34.00	11.6736111
6	2006	MAYO	54.00	275.006944
7	2007	DICIEMBRE	60.00	510.006944
8	2008	JUNIO	47.00	91.8402778
9	2009	NOVIEMBRE	65.00	760.840278
10	2010	NOVIEMBRE	52.00	212.673611
11	2011	AGOSTO	29.00	70.8402778
12	2012	sin mes	0.00	1400.00694
12		Suma	449.0	4782.9

Cálculo variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias																																													
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 37.42 \text{ mm}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Período Retorno</th> <th>Variable Reducida</th> <th>Frecip. (mm)</th> <th>Funk. de ocurrencia</th> <th>Correspondiente intervalo fijo</th> </tr> <tr> <th>Años</th> <th>YF</th> <th>ET (mm)</th> <th>F(xT)</th> <th>ET (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0.3665</td><td>33.9912</td><td>0.5000</td><td>38.4101</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.4999</td><td>52.4189</td><td>0.8000</td><td>59.2333</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.2504</td><td>64.6196</td><td>0.9000</td><td>73.0201</td></tr> <tr><td>25</td><td>3.1985</td><td>80.0352</td><td>0.9600</td><td>90.4397</td></tr> <tr><td>50</td><td>3.9019</td><td>91.4714</td><td>0.9800</td><td>103.3626</td></tr> <tr><td>70</td><td>4.2413</td><td>96.9890</td><td>0.9857</td><td>109.5975</td></tr> <tr><td>100</td><td>4.6001</td><td>102.8231</td><td>0.9900</td><td>116.1901</td></tr> </tbody> </table>	Período Retorno	Variable Reducida	Frecip. (mm)	Funk. de ocurrencia	Correspondiente intervalo fijo	Años	YF	ET (mm)	F(xT)	ET (mm)	2	0.3665	33.9912	0.5000	38.4101	5	1.4999	52.4189	0.8000	59.2333	10	2.2504	64.6196	0.9000	73.0201	25	3.1985	80.0352	0.9600	90.4397	50	3.9019	91.4714	0.9800	103.3626	70	4.2413	96.9890	0.9857	109.5975	100	4.6001	102.8231	0.9900	116.1901
Período Retorno		Variable Reducida	Frecip. (mm)	Funk. de ocurrencia	Correspondiente intervalo fijo																																									
Años		YF	ET (mm)	F(xT)	ET (mm)																																									
2		0.3665	33.9912	0.5000	38.4101																																									
5		1.4999	52.4189	0.8000	59.2333																																									
10	2.2504	64.6196	0.9000	73.0201																																										
25	3.1985	80.0352	0.9600	90.4397																																										
50	3.9019	91.4714	0.9800	103.3626																																										
70	4.2413	96.9890	0.9857	109.5975																																										
100	4.6001	102.8231	0.9900	116.1901																																										
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 20.85 \text{ mm}$																																														
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 16.26 \text{ mm}$																																														
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 28.03 \text{ mm}$																																														
	$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$																																													

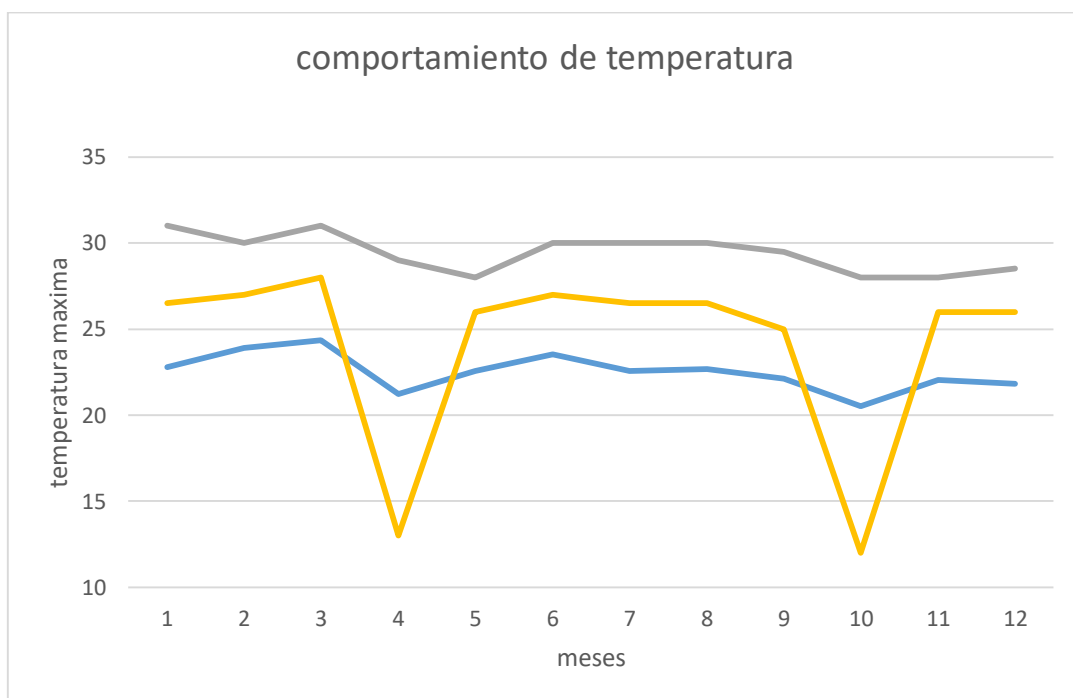
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	38.4101	59.2333	73.0201	90.4397	103.3626	109.5975	116.1901
18 hr	X18 = 91%	34.9532	53.9023	66.4483	72.3518	94.0600	99.7337	105.7330
12 hr	X12 = 80%	30.7281	47.3867	58.4161	72.3518	82.6901	87.6780	92.9521
8 hr	X8 = 68%	26.1189	40.2787	49.6537	61.4990	70.2866	74.5263	79.0093
6 hr	X6 = 61%	23.4302	36.1323	44.5423	55.1682	63.0512	66.8545	70.8760
5 hr	X5 = 57%	21.8938	33.7630	41.6215	51.5507	58.9167	62.4706	66.2283
4 hr	X4 = 52%	19.9733	30.8013	37.9705	47.0287	53.7486	56.9907	60.4188
3 hr	X3 = 46%	17.6687	27.2473	33.5893	41.6023	47.5468	50.4149	53.4474
2 hr	X2 = 39%	14.9799	23.1010	28.4778	35.2715	40.3114	42.7430	45.3141
1 hr	X1 = 30%	11.5230	17.7700	21.9060	27.1319	31.0088	32.8793	34.8570

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	61.02	39.74	30.92	25.88	22.54	20.13	18.30	16.85	15.67	14.68	13.84	13.11
5	78.21	50.93	39.63	33.16	28.89	25.80	23.46	21.60	20.08	18.81	17.73	16.80
10	94.35	61.44	47.81	40.01	34.85	31.13	28.30	26.05	24.22	22.69	21.39	20.27
25	120.92	78.74	61.27	51.28	44.66	39.90	36.27	33.39	31.04	29.08	27.42	25.98
50	145.88	95.00	73.92	61.86	53.88	48.13	43.75	40.28	37.45	35.09	33.08	31.34
70	159.80	104.06	80.97	67.76	59.02	52.72	47.93	44.13	41.02	38.43	36.23	34.33
100	176.00	114.61	89.18	74.63	65.01	58.07	52.79	48.60	45.18	42.33	39.91	37.81

Curvas IDF de la cuenca



media	22.8065	23.903	24.3548	21.23	22.581	23.5161	22.58065	22.67742	22.129	20.5161	22.0323	21.8387
mediana	28	29	29	28	28	28	28	29	28	27	27	27
moda	0	0	29	0	28	0	0	30	0	27	27	27
varianza	159.828	144.76	149.103	163.3	128.12	139.058	155.9849	157.3591	150.583	153.325	121.766	146.273
desviacion estandar	12.6423	12.031	12.2108	12.78	11.319	11.7923	12.48939	12.54429	12.2712	12.3824	11.0347	12.0943
coeficiente de variaci	55.433	50.334	50.137	60.21	50.127	50.1455	55.31017	55.3162	55.453	60.3546	50.0845	55.3803
minimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maximo	34	34	33	32	32	32	33	32	32	32	31	34
rango	34	34	33	32	32	32	33	32	32	32	31	34
percentil 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentil 25 o primer cu	26.5	27	28	13	26	27	26.5	26.5	25	12	26	26
percentil 50 o mediana	28	29	29	28	28	28	28	29	28	27	27	27
percentil 75	31	30	31	29	28	30	30	30	29.5	28	28	28.5
precentil 90	32	32	32	30	29	31	31	31	31	29	28	30



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	30.7647059	31.6428571
Varianza	4.56617647	0.86263736
Observaciones	17	14
Varianza agrupada	2.90596928	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	-1.42735319	
P(T<=t) una cola	0.08207903	
Valor crítico de t (una cola)	1.69912703	
P(T<=t) dos colas	0.16415807	
Valor crítico de t (dos colas)	2.04522964	
sp	1.70469038	

sd	0.47121068	
TC	2.06329798	

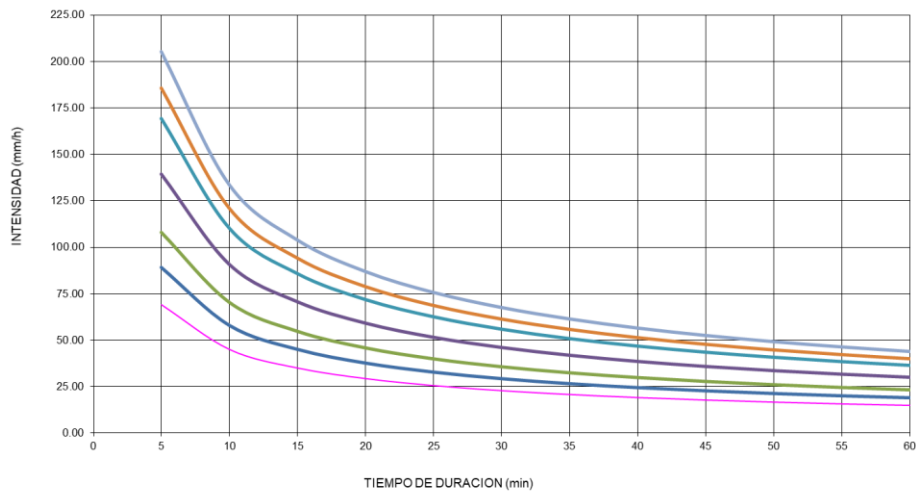
Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1998	sin mes	0.00	1789.94083
2	2001	junio y julio	35.00	53.4023669
3	2002	octubre	45.00	7.24852071
4	2003	mayo	76.00	1135.1716
5	2004	octubre	42.00	0.09467456
6	2005	mayo y septiembre	29.00	177.094675
7	2006	noviembre	69.00	712.47929
8	2007	julio	71.00	823.248521
9	2008	mayo	34.00	69.0177515
10	2009	junio y julio	67.00	609.710059
11	2010	julio	34.00	69.0177515
12	2011	abril	48.00	32.4023669
13	2012	sin mes	0.00	1789.94083
13		Suma	550.0	7268.8

Cálculo variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias																																													
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 42.31$ mm	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Período Retorno</th> <th>Variante Reducida</th> <th>Precip. (mm)</th> <th>Prob. de ocurrencia</th> <th>Corrección Intervalo fija</th> </tr> <tr> <th>Años</th> <th>TF</th> <th>ET (mm)</th> <th>F(xT)</th> <th>ET (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0.3665</td><td>38.2647</td><td>0.5000</td><td>43.2391</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.4999</td><td>60.0147</td><td>0.8000</td><td>67.8166</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.2504</td><td>74.4151</td><td>0.9000</td><td>84.0890</td></tr> <tr><td>25</td><td>3.1985</td><td>92.6100</td><td>0.9600</td><td>104.6493</td></tr> <tr><td>50</td><td>3.9019</td><td>106.1080</td><td>0.9800</td><td>119.9021</td></tr> <tr><td>70</td><td>4.2413</td><td>112.6204</td><td>0.9857</td><td>127.2611</td></tr> <tr><td>100</td><td>4.6001</td><td>119.5064</td><td>0.9900</td><td>135.0423</td></tr> </tbody> </table>	Período Retorno	Variante Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección Intervalo fija	Años	TF	ET (mm)	F(xT)	ET (mm)	2	0.3665	38.2647	0.5000	43.2391	5	1.4999	60.0147	0.8000	67.8166	10	2.2504	74.4151	0.9000	84.0890	25	3.1985	92.6100	0.9600	104.6493	50	3.9019	106.1080	0.9800	119.9021	70	4.2413	112.6204	0.9857	127.2611	100	4.6001	119.5064	0.9900	135.0423
Período Retorno		Variante Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección Intervalo fija																																									
Años		TF	ET (mm)	F(xT)	ET (mm)																																									
2		0.3665	38.2647	0.5000	43.2391																																									
5		1.4999	60.0147	0.8000	67.8166																																									
10	2.2504	74.4151	0.9000	84.0890																																										
25	3.1985	92.6100	0.9600	104.6493																																										
50	3.9019	106.1080	0.9800	119.9021																																										
70	4.2413	112.6204	0.9857	127.2611																																										
100	4.6001	119.5064	0.9900	135.0423																																										
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 24.61$ mm																																														
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 19.19$ mm																																														
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 31.23$ mm																																														
	$F(x) = e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)^2}$																																													

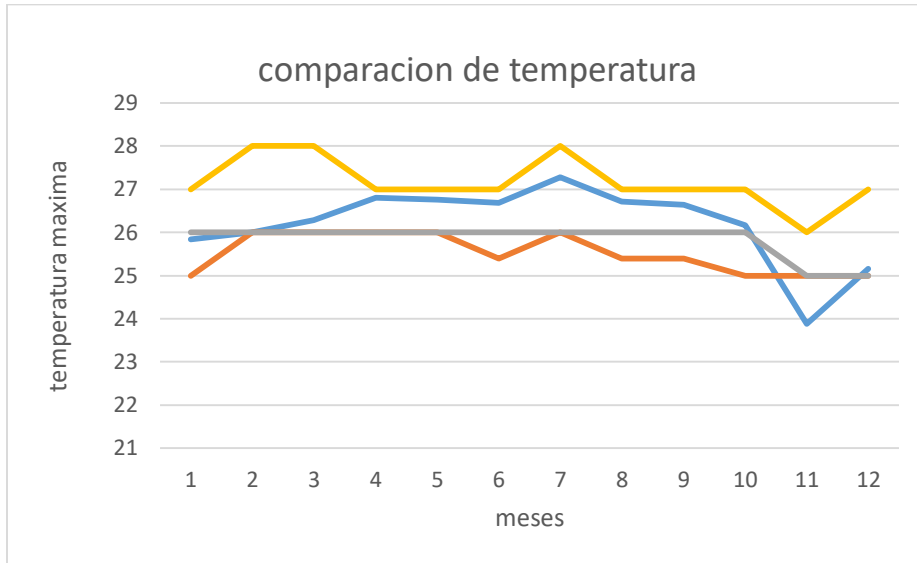
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	43.2391	67.8166	84.0890	104.6493	119.9021	127.2611	135.0423
18 hr	X18 = 91%	39.3476	61.7131	76.5210	83.7194	109.1109	115.8076	122.8884
12 hr	X12 = 80%	34.5913	54.2533	67.2712	83.7194	95.9217	101.8089	108.0338
8 hr	X8 = 68%	29.4026	46.1153	57.1805	71.1615	81.5334	86.5375	91.8287
6 hr	X6 = 61%	26.3759	41.3681	51.2943	63.8361	73.1403	77.6293	82.3758
5 hr	X5 = 57%	24.6463	38.6555	47.9308	59.6501	68.3442	72.5388	76.9741
4 hr	X4 = 52%	22.4843	35.2646	43.7263	54.4176	62.3491	66.1758	70.2220
3 hr	X3 = 46%	19.8900	31.1956	38.6810	48.1387	55.1550	58.5401	62.1194
2 hr	X2 = 39%	16.8633	26.4485	32.7947	40.8132	46.7618	49.6318	52.6665
1 hr	X1 = 30%	12.9717	20.3450	25.2267	31.3948	35.9706	38.1783	40.5127

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	69.13	45.02	35.03	29.32	25.53	22.81	20.73	19.09	17.75	16.63	15.68	14.85
5	89.20	58.09	45.20	37.82	32.95	29.43	26.75	24.63	22.90	21.45	20.23	19.16
10	108.16	70.43	54.80	45.87	39.95	35.69	32.44	29.87	27.77	26.02	24.53	23.24
25	139.55	90.88	70.71	59.18	51.54	46.05	41.86	38.54	35.83	33.57	31.64	29.98
50	169.22	110.20	85.74	71.76	62.50	55.83	50.75	46.73	43.44	40.70	38.37	36.36
70	185.82	121.01	94.15	78.80	68.63	61.31	55.73	51.31	47.71	44.69	42.13	39.93
100	205.20	133.62	103.97	87.01	75.79	67.70	61.54	56.66	52.68	49.35	46.53	44.09

Curvas IDF de la cuenca



media	25.84	26	26.28	26.8	26.76	26.68	27.28	26.7	26.6	26.2	23.9	25.16
mediana	26	27	27	26	27	27	27	27	27	26	26	26
moda	26	26	28	26	27	26	26	27	27	26	26	26
varianza	31.64	31.3	31.13	2.08333	1.107	1.31	2.21	1.13	0.82	0.56	52.2	28.723
desviacion estandar	5.6249	5.59	5.579	1.44338	1.052	1.145	1.487	1.06	0.91	0.75	7.22	5.3594
coeficiente de var	21.768	21.5	21.23	5.38573	3.931	4.29	5.449	3.97	3.41	2.85	30.3	21.301
minimo	0	0	0	25	25	25	26	25	25	25	0	0
maximo	31	30	30	32	30	30	32	29	29	27	28	30
rango	31	30	30	7	5	5	6	4	4	2	28	30
percentil 10	25	26	26	26	26	25.4	26	25.4	25.4	25	25	25
percentil 25 o primer	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	25
percentil 50 o medi	26	27	27	26	27	27	27	27	27	26	26	26
percentil 75	27	28	28	27	27	27	28	27	27	27	26	27
precentil 90	29.6	29	28.6	28	27.6	28	29	28	27	27	27	27



	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	28.7	28.4666667
Varianza	4.67777778	1.26666667
Observaciones	10	15
Varianza agrupada	2.60144928	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	23	
Estadístico t	0.35436003	
P(T<=t) una cola	0.36314868	
Valor crítico de t (una cola)	1.71387153	
P(T<=t) dos colas	0.72629736	
Valor crítico de t (dos colas)	2.06865761	
sp	1.61290089	
sd	0.51847547	
FC	1.94454082	

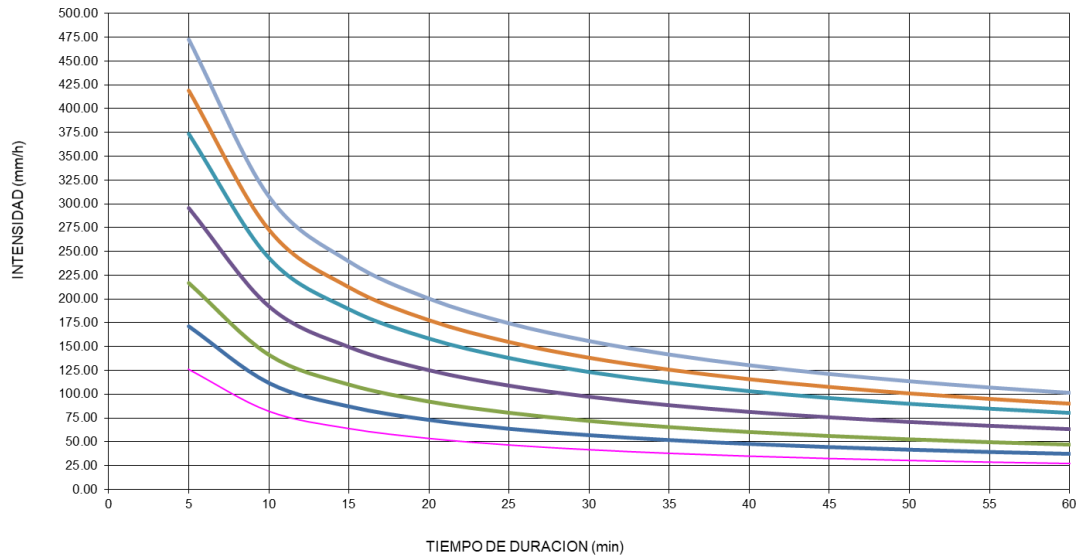
Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			<i>x_i</i>	<i>(x_i - x)²</i>
1	2010	agosto	110.00	1178.77778
2	2011	septiembre	112.00	1320.11111
3	2012	enero	5.00	4993.77778
3		Suma	227.0	7492.7

Cálculo variables probabilísticas			Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias				
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 75.67$ mm			<i>Periodo Retorno</i>	<i>Variable Reducida</i>	<i>Precip. (mm)</i>	<i>Prob. de ocurrencia</i>	<i>Corrección intervalo fijo</i>
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 61.21$ mm			<i>Años</i>	<i>YT</i>	<i>XT (mm)</i>	<i>F(xT)</i>	<i>XT (mm)</i>
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 47.72$ mm			2	0.3665	65.6120	0.5000	74.1416
			5	1.4999	119.7027	0.8000	135.2641
			10	2.2504	155.5155	0.9000	175.7325
			25	3.1985	200.7650	0.9600	226.8644
			50	3.9019	234.3336	0.9800	264.7970
			70	4.2413	250.5295	0.9857	283.0983
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 48.12$ mm			100	4.6001	267.6544	0.9900	302.4495
			$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$				

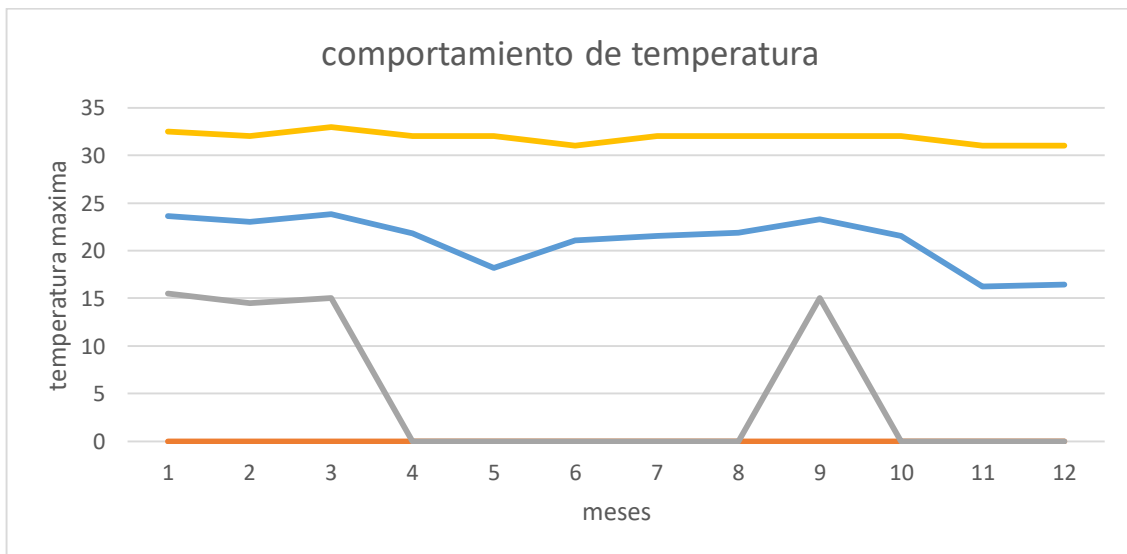
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	74.1416	135.2641	175.7325	226.8644	264.7970	283.0983	302.4495
18 hr	X18 = 91%	67.4688	123.0903	159.9165	181.4915	240.9653	257.6194	275.2290
12 hr	X12 = 80%	59.3133	108.2113	140.5860	181.4915	211.8376	226.4786	241.9596
8 hr	X8 = 68%	50.4163	91.9796	119.4981	154.2678	180.0620	192.5068	205.6657
6 hr	X6 = 61%	45.2264	82.5111	107.1968	138.3873	161.5262	172.6900	184.4942
5 hr	X5 = 57%	42.2607	77.1005	100.1675	129.3127	150.9343	161.3660	172.3962
4 hr	X4 = 52%	38.5536	70.3373	91.3809	117.9695	137.6944	147.2111	157.2737
3 hr	X3 = 46%	34.1051	62.2215	80.8369	104.3576	121.8066	130.2252	139.1268
2 hr	X2 = 39%	28.9152	52.7530	68.5357	88.4771	103.2708	110.4083	117.9553
1 hr	X1 = 30%	22.2425	40.5792	52.7197	68.0593	79.4391	84.9295	90.7348

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	125.79	81.91	63.73	53.34	46.46	41.50	37.73	34.73	32.29	30.25	28.52	27.03
5	171.51	111.69	86.90	72.73	63.35	56.59	51.44	47.36	44.03	41.25	38.89	36.85
10	216.85	141.21	109.87	91.96	80.09	71.55	65.04	59.88	55.67	52.16	49.17	46.59
25	295.68	192.54	149.81	125.38	109.21	97.56	88.68	81.65	75.91	71.12	67.04	63.53
50	373.84	243.44	189.42	158.53	138.08	123.35	112.12	103.23	95.97	89.92	84.77	80.32
70	418.92	272.80	212.26	177.64	154.73	138.22	125.64	115.68	107.55	100.76	94.99	90.01
100	472.66	307.79	239.49	200.43	174.58	155.95	141.76	130.52	121.34	113.68	107.17	101.55

Curvas IDF de la cuenca



media	23.6316	23.05	23.84	21.8	18.211	21.10526	21.53	21.895	23.263	21.53	16.263	16.42105
mediana	31	31	31	32	30	30	31	32	31	31	30	30
moda	31	0	0	32	0	0	32	32	31	0	0	0
varianza	211.468	201.6	216.1	234	255.4	217.8772	226.2	234.21	204.76	226.3	251.43	256.4795
desviacion estandar	14.5419	14.2	14.7	15.3	15.981	14.76066	15.04	15.304	14.309	15.04	15.856	16.01498
coeficiente de var	61.536	61.59	61.66	70	87.758	69.93831	69.86	69.898	61.511	69.88	97.499	97.52711
minimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maximo	34	34	36	34	33	33	32	34	34	33	32	32
rango	34	34	36	34	33	33	32	34	34	33	32	32
percentil 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
percentil 25 o primer	15.5	14.5	15	0	0	0	0	0	15	0	0	0
percentil 50 o medi	31	31	31	32	30	30	31	32	31	31	30	30
percentil 75	32.5	32	33	32	32	31	32	32	32	32	31	31
precentil 90	33.2	32.2	34	33	32.2	32	32	33	32.2	32	31	32



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	32.9230769	32.8333333
Varianza	1.74358974	1.36666667
Observaciones	13	6
Varianza agrupada	1.63273002	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	17	
Estadístico t	0.14230388	
P(T<=t) una cola	0.44425646	
Valor crítico de t (una cola)	1.73960673	
P(T<=t) dos colas	0.88851291	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10981558	
sp	1.27778324	
sd	0.55790222	
fc	1.79732803	

Cálculo variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias																																													
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 58.48 \text{ mm}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Periodo Retorno</th> <th>Variable Reducida</th> <th>Frecip. (mm)</th> <th>Freb. de ocurrencia</th> <th>Corrección intervalo fija</th> </tr> <tr> <th>Años</th> <th>TF</th> <th>ET (mm)</th> <th>F(xT)</th> <th>ET (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0.3665</td> <td>53.6200</td> <td>0.5000</td> <td>60.5907</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1.4999</td> <td>79.7650</td> <td>0.8000</td> <td>90.1344</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2.2504</td> <td>97.0752</td> <td>0.9000</td> <td>109.6950</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>3.1985</td> <td>118.9468</td> <td>0.9600</td> <td>134.4098</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>3.9019</td> <td>135.1723</td> <td>0.9800</td> <td>152.7447</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>4.2413</td> <td>143.0006</td> <td>0.9857</td> <td>161.5907</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>4.6001</td> <td>151.2780</td> <td>0.9900</td> <td>170.9442</td> </tr> </tbody> </table>	Periodo Retorno	Variable Reducida	Frecip. (mm)	Freb. de ocurrencia	Corrección intervalo fija	Años	TF	ET (mm)	F(xT)	ET (mm)	2	0.3665	53.6200	0.5000	60.5907	5	1.4999	79.7650	0.8000	90.1344	10	2.2504	97.0752	0.9000	109.6950	25	3.1985	118.9468	0.9600	134.4098	50	3.9019	135.1723	0.9800	152.7447	70	4.2413	143.0006	0.9857	161.5907	100	4.6001	151.2780	0.9900	170.9442
Periodo Retorno		Variable Reducida	Frecip. (mm)	Freb. de ocurrencia	Corrección intervalo fija																																									
Años		TF	ET (mm)	F(xT)	ET (mm)																																									
2		0.3665	53.6200	0.5000	60.5907																																									
5		1.4999	79.7650	0.8000	90.1344																																									
10	2.2504	97.0752	0.9000	109.6950																																										
25	3.1985	118.9468	0.9600	134.4098																																										
50	3.9019	135.1723	0.9800	152.7447																																										
70	4.2413	143.0006	0.9857	161.5907																																										
100	4.6001	151.2780	0.9900	170.9442																																										
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 29.58 \text{ mm}$																																														
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * z = 23.07 \text{ mm}$																																														
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 45.17 \text{ mm}$																																														
	$F_{(x)} = e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)^2}$																																													

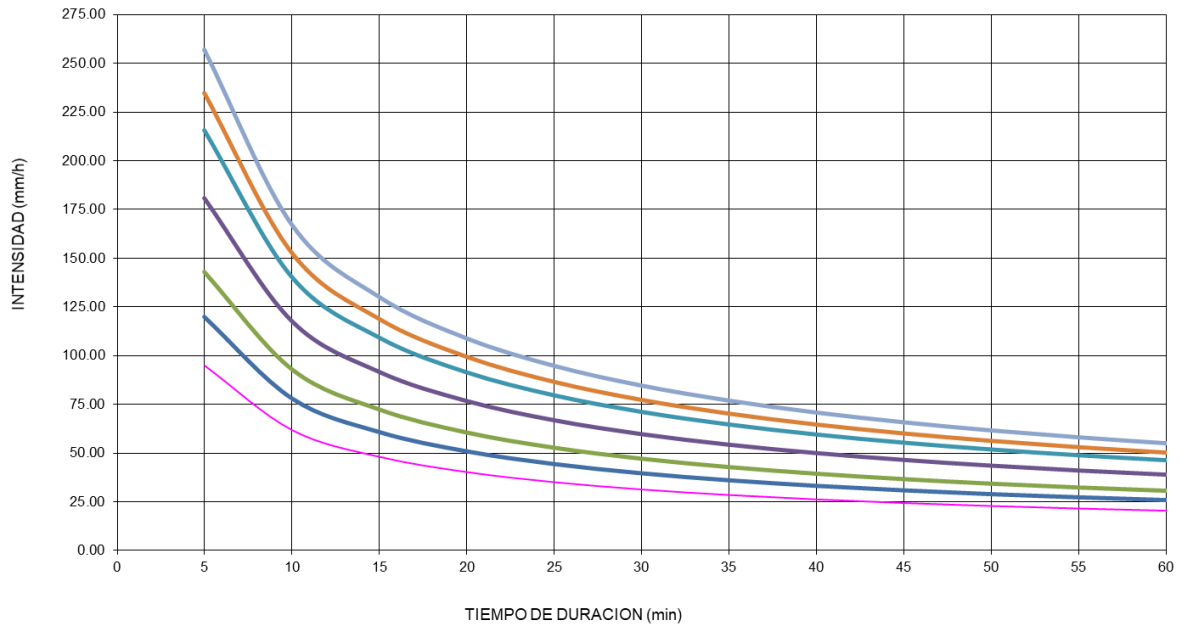
Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			xi	(xi - x)^2
1	1981	abril	53.00	30.0304
2	1982	noviembre	49.00	89.8704
3	1983	abril	113.00	2972.4304
4	1984	junio	41.00	305.5504
5	1985	noviembre	47.00	131.7904
6	1986	septiembre	60.00	2.3104
7	1987	mayo y junio	46.00	155.7504
8	1988	abril	87.00	813.3904
9	1989	julio	43.00	239.6304

10	1990	octubre	77.00	342.9904
11	1991	septiembre	68.00	90.6304
12	1992	agosto	59.00	0.2704
13	1993	abril	80.00	463.1104
14	2001	junio	74.00	240.8704
15	2002	julio	40.00	341.5104
16	2003	mayo	46.00	155.7504
17	2004	noviembre	40.00	341.5104
18	2005	enero	128.00	4833.0304
19	2006	octubre	65.00	42.5104
20	2007	mayo	84.00	651.2704
21	2008	octubre	85.00	703.3104
22	2009	enero	24.00	1188.8704
23	2010	sin mes	0.00	3419.9104
24	2011	septiembre	53.00	30.0304
25	2012	sin mes	0.00	3419.9104
25		Suma	1462.0	21006.2

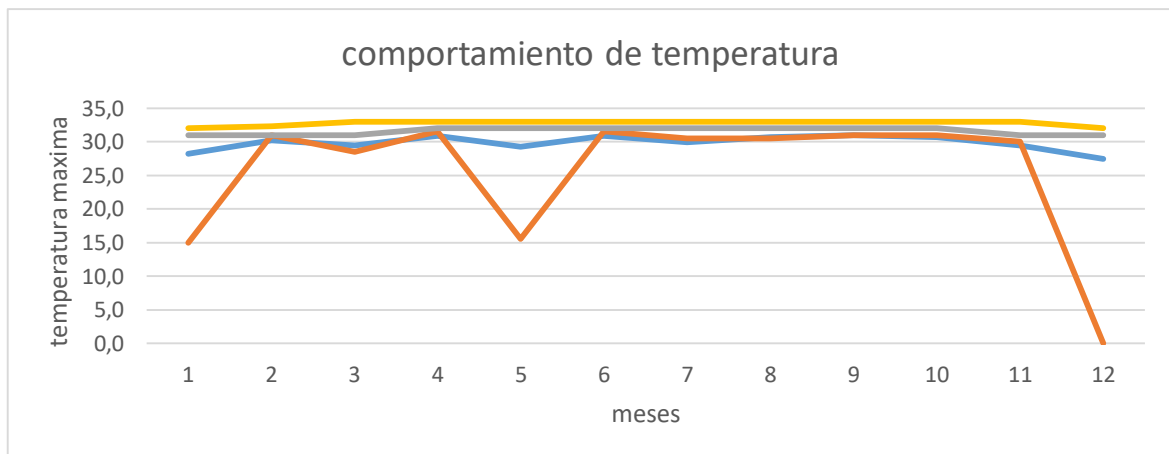
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	60.5907	90.1344	109.6950	134.4098	152.7447	161.5907	170.9442
18 hr	X18 = 91%	55.1375	82.0223	99.8225	107.5279	138.9977	147.0476	155.5592
12 hr	X12 = 80%	48.4725	72.1076	87.7560	107.5279	122.1958	129.2726	136.7554
8 hr	X8 = 68%	41.2016	61.2914	74.5926	91.3987	103.8664	109.8817	116.2421
6 hr	X6 = 61%	36.9603	54.9820	66.9140	81.9900	93.1743	98.5703	104.2760
5 hr	X5 = 57%	34.5367	51.3766	62.5262	76.6136	87.0645	92.1067	97.4382
4 hr	X4 = 52%	31.5071	46.8699	57.0414	69.8931	79.4272	84.0272	88.8910
3 hr	X3 = 46%	27.8717	41.4618	50.4597	61.8285	70.2626	74.3317	78.6343
2 hr	X2 = 39%	23.6304	35.1524	42.7811	52.4198	59.5704	63.0204	66.6682
1 hr	X1 = 30%	18.1772	27.0403	32.9085	40.3230	45.8234	48.4772	51.2833

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	94.98	61.85	48.13	40.28	35.08	31.34	28.49	26.23	24.38	22.85	21.54	20.41
5	119.95	78.11	60.77	50.86	44.30	39.58	35.97	33.12	30.79	28.85	27.20	25.77
10	143.10	93.19	72.51	60.68	52.86	47.22	42.92	39.52	36.74	34.42	32.45	30.75
25	180.71	117.68	91.56	76.63	66.75	59.62	54.20	49.90	46.39	43.46	40.98	38.83
50	215.60	140.40	109.24	91.42	79.63	71.14	64.66	59.53	55.35	51.86	48.89	46.32
70	234.89	152.96	119.01	99.60	86.76	77.50	70.45	64.86	60.30	56.49	53.26	50.47
100	257.22	167.50	130.33	109.07	95.01	84.87	77.15	71.03	66.03	61.87	58.32	55.27

Curvas IDF de la cuenca



media	28.2	30.2	29.4	30.8	29.3	30.9	29.9	30.7	31.0	30.7	29.4	27.5
mediana	31.0	32.0	32.0	32.0	33.0	33.0	32.0	32.0	33.0	32.0	32.0	32.0
moda	31.0	32.0	32.0	32.0	33.0	32.0	32.0	32.0	33.0	32.0	32.0	32.0
varianza	103.1	56.3	82.9	58.4	111.0	58.5	84.7	58.0	59.1	58.8	81.9	126.1
desviacion estandar	10.2	7.5	9.1	7.6	10.5	7.6	9.2	7.6	7.7	7.7	9.0	11.2
coeficiente de var	36.0	24.8	31.0	24.8	36.0	24.8	30.8	24.8	24.8	25.0	30.7	40.9
minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
maximo	34.0	35.0	35.0	35.0	35.0	34.0	35.0	34.0	35.0	35.0	34.0	35.0
rango	34.0	35.0	35.0	35.0	35.0	34.0	35.0	34.0	35.0	35.0	34.0	35.0
percentil 10	15.0	31.0	28.5	31.5	15.5	31.5	30.5	30.5	31.0	31.0	30.0	0.0
percentil 25 o primer	31.0	31.0	31.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	31.0	31.0
percentil 50 o medi	31.0	32.0	32.0	32.0	33.0	33.0	32.0	32.0	33.0	32.0	32.0	32.0
percentil 75	32.0	32.3	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	32.0
precentil 90	33.0	33.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	33.0	33.0



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	33.5238095	34.2
Varianza	0.66190476	0.6
Observaciones	21	15
Varianza agrupada	0.63641457	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	34	
Estadístico t	-2.50728106	
P(T<=t) una cola	0.00855396	
Valor crítico de t (una cola)	1.69092426	
P(T<=t) dos colas	0.01710792	
Valor crítico de t (dos colas)	2.03224451	
sp	0.79775596	
sd	0.3019472	
FC	3.24635685	

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1996	noviembre	110.00	985.96
2	1997	mayo	47.00	998.56
3	1998	abril	102.00	547.56
4	1999	octubre	46.00	1062.76
5	2000	enero	57.00	466.56
6	2001	junio	85.00	40.96
7	2002	mayo	41.00	1413.76
8	2003	septiembre	74.00	21.16
9	2004	mayo	137.00	3410.56
10	2005	julio	134.00	3069.16
11	2006	abril	74.00	21.16
12	2007	abril	54.00	605.16
13	2008	junio	156.00	5990.76
14	2009	sin mes	0.00	6177.96
15	2011	agosto	62.00	275.56
15		Suma	1179.0	25087.6

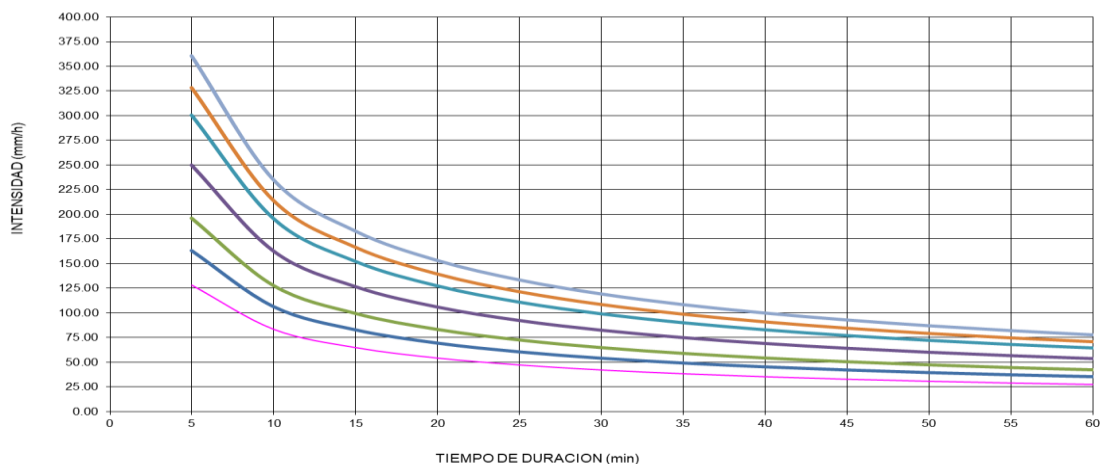
Cálculo variables probabilísticas		Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias				
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 78.60$	mm					
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 42.33$	mm					
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 33.01$	mm					
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 59.55$	mm					
						$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$

Período Retorno	Variable Reducida	Pracip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección Intervalo fija
Año	TF	ET (mm)	F(x)	ET (mm)
2	0.3665	71.6461	0.5000	80.9601
5	1.4999	109.0558	0.8000	123.2331
10	2.2504	133.8244	0.9000	151.2215
25	3.1985	165.1194	0.9600	186.5850
50	3.9019	188.3359	0.9800	212.8196
70	4.2413	199.5372	0.9857	225.4770
100	4.6001	211.3810	0.9900	238.8605

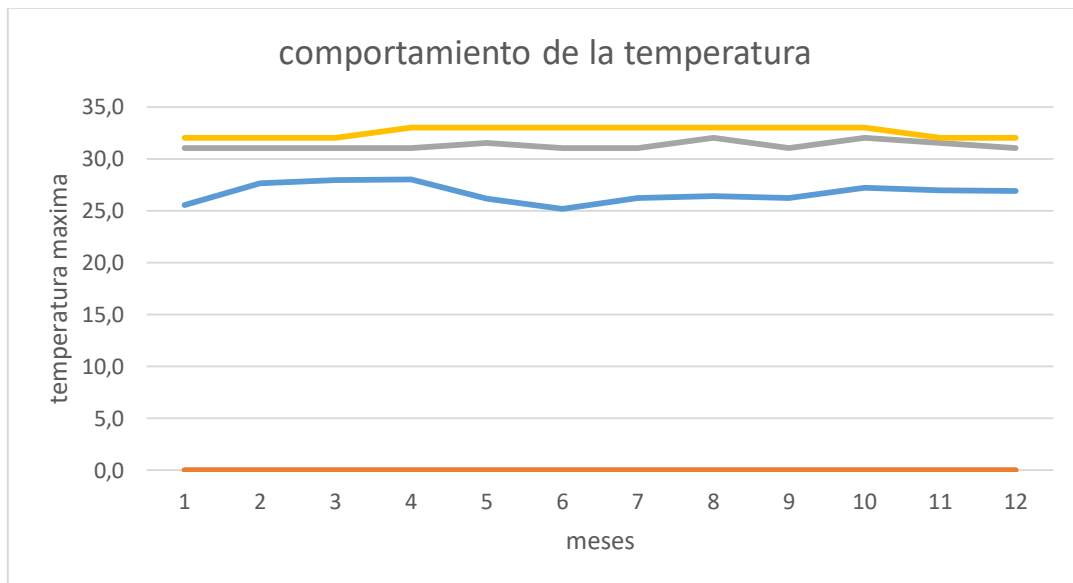
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24 = 91%	80.9601	123.2331	151.2215	186.5850	212.8196	225.4770	238.8605
18 hr	X18 = 91%	73.6737	112.1421	137.6116	149.2680	193.6658	205.1841	217.3631
12 hr	X12 = 80%	64.7681	98.5865	120.9772	149.2680	170.2557	180.3816	191.0884
8 hr	X8 = 68%	55.0529	83.7985	102.8306	126.8778	144.7173	153.3243	162.4251
6 hr	X6 = 61%	49.3856	75.1722	92.2451	113.8168	129.8199	137.5410	145.7049
5 hr	X5 = 57%	46.1472	70.2429	86.1963	106.3534	121.3072	128.5219	136.1505
4 hr	X4 = 52%	42.0392	64.0812	78.6352	97.0242	110.6662	117.2480	124.2075
3 hr	X3 = 46%	37.2416	56.6872	69.5619	85.8291	97.8970	103.7194	109.8758
2 hr	X2 = 39%	31.5744	48.0609	58.9764	72.7681	82.9396	87.9360	93.1556
1 hr	X1 = 30%	24.2880	36.9639	45.3665	55.9755	63.8459	67.6431	71.6581

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	128.00	83.35	64.85	54.28	47.28	42.23	38.39	35.34	32.86	30.79	29.02	27.50
5	163.18	106.26	82.68	69.19	60.27	53.84	48.94	45.06	41.89	39.25	37.00	35.06
10	196.08	127.68	99.35	83.15	72.42	64.70	58.81	54.14	50.34	47.16	44.46	42.13
25	249.97	162.78	126.85	106.00	92.33	82.48	74.97	69.03	64.17	60.12	56.68	53.71
50	300.37	195.60	152.19	127.37	110.94	99.11	90.09	82.94	77.11	72.25	68.11	64.54
70	328.39	213.84	166.39	139.25	121.29	108.35	98.49	90.68	84.31	78.98	74.46	70.56
100	360.94	235.04	182.88	153.06	133.32	119.09	108.26	99.67	92.66	86.81	81.84	77.55

Curvas IDF de la cuenca



media	25.5	27.6	27.9	28.0	26.1	25.2	26.2	26.4	26.2	27.2	26.9	26.9
mediana	31.0	31.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	33.0	32.0	32.0	32.0	32.0
moda	32.0	32.0	31.0	32.0	32.0	32.0	33.0	33.0	33.0	32.0	32.0	32.0
varianza	161.8	117.9	120.9	121.7	170.0	191.3	170.8	173.5	171.0	147.5	144.5	143.9
desviacion estandar	12.7	10.9	11.0	11.0	13.0	13.8	13.1	13.2	13.1	12.1	12.0	12.0
coeficiente de var	49.8	39.3	39.4	39.4	49.9	55.0	49.9	49.9	49.9	44.7	44.6	44.6
minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
maximo	33.0	35.0	36.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
rango	33.0	35.0	36.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
percentil 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
percentil 25 o primer	31.0	31.0	31.0	31.0	31.5	31.0	31.0	32.0	31.0	32.0	31.5	31.0
percentil 50 o medi	31.0	31.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	33.0	32.0	32.0	32.0	32.0
percentil 75	32.0	32.0	32.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	32.0	32.0
precentil 90	32.0	32.0	34.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	32.8125	33.5333333
Varianza	3.3625	0.83809524
Observaciones	16	15
Varianza agrupada	2.14382184	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	-1.36982564	
P(T<=t) una cola	0.09062751	
Valor crítico de t (una cola)	1.69912703	
P(T<=t) dos colas	0.18125501	
Valor crítico de t (dos colas)	2.04522964	
sp	1.46417958	
sd	0.43488297	
FC	2.25003978	

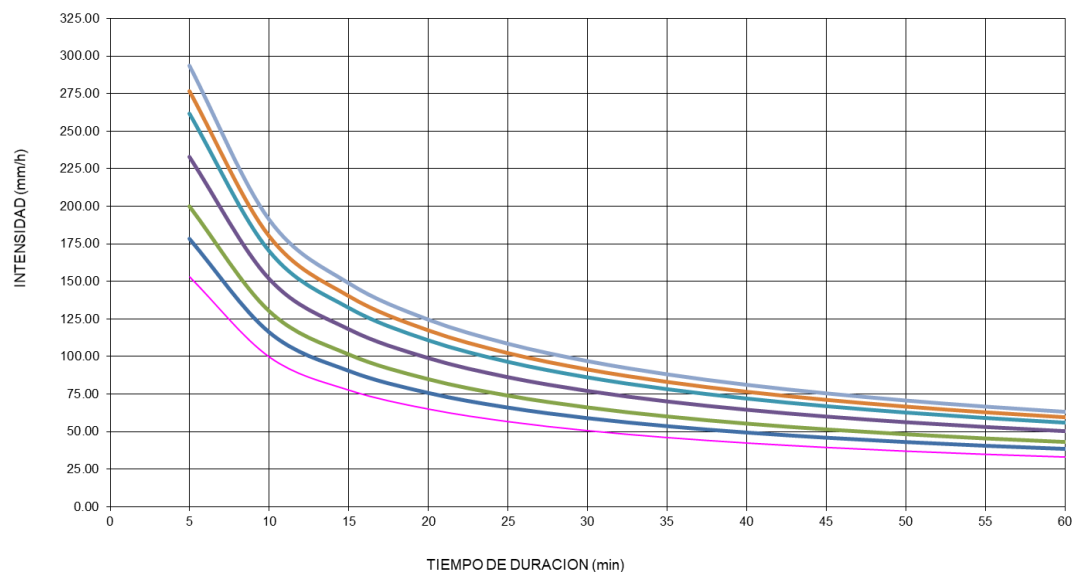
Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1983	diciembre	63.00	1083.00826
2	1984	julio	95.00	0.82644628
3	1985	diciembre	90.00	34.9173554
4	1986	octubre	81.00	222.280992
5	1987	octubre	123.00	733.917355
6	1988	agosto	105.00	82.6446281
7	1989	julio	119.00	533.190083
8	1990	junio	129.00	1095.00826
9	1991	enero	47.00	2392.09917
10	1992	octubre	119.00	533.190083
11	1993	noviembre	84.00	141.826446
11		Suma	1055.0	6852.9

Cálculo variables probabilísticas	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias																																													
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 95.91$ mm	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Período Retorno</th> <th>Variable Reducida</th> <th>Pracip. (mm)</th> <th>Prob. de ocurrencia</th> <th>Corrección Intervalo fija</th> </tr> <tr> <th>Año</th> <th>YI</th> <th>ET (mm)</th> <th>F(x)</th> <th>ET (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0.3665</td><td>91.6088</td><td>0.5000</td><td>103.5179</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.4999</td><td>114.7431</td><td>0.8000</td><td>129.6597</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.2504</td><td>130.0600</td><td>0.9000</td><td>146.9678</td></tr> <tr><td>25</td><td>3.1985</td><td>149.4130</td><td>0.9600</td><td>168.8367</td></tr> <tr><td>50</td><td>3.9019</td><td>163.7702</td><td>0.9800</td><td>185.0603</td></tr> <tr><td>70</td><td>4.2413</td><td>170.6970</td><td>0.9857</td><td>192.8877</td></tr> <tr><td>100</td><td>4.6001</td><td>178.0213</td><td>0.9900</td><td>201.1641</td></tr> </tbody> </table>	Período Retorno	Variable Reducida	Pracip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección Intervalo fija	Año	YI	ET (mm)	F(x)	ET (mm)	2	0.3665	91.6088	0.5000	103.5179	5	1.4999	114.7431	0.8000	129.6597	10	2.2504	130.0600	0.9000	146.9678	25	3.1985	149.4130	0.9600	168.8367	50	3.9019	163.7702	0.9800	185.0603	70	4.2413	170.6970	0.9857	192.8877	100	4.6001	178.0213	0.9900	201.1641
Período Retorno		Variable Reducida	Pracip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección Intervalo fija																																									
Año		YI	ET (mm)	F(x)	ET (mm)																																									
2		0.3665	91.6088	0.5000	103.5179																																									
5		1.4999	114.7431	0.8000	129.6597																																									
10	2.2504	130.0600	0.9000	146.9678																																										
25	3.1985	149.4130	0.9600	168.8367																																										
50	3.9019	163.7702	0.9800	185.0603																																										
70	4.2413	170.6970	0.9857	192.8877																																										
100	4.6001	178.0213	0.9900	201.1641																																										
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 26.18$ mm																																														
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 20.41$ mm																																														
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 84.13$ mm																																														
	$F_{(x)} = e^{-e^{-\frac{x-u}{\alpha}}}$																																													

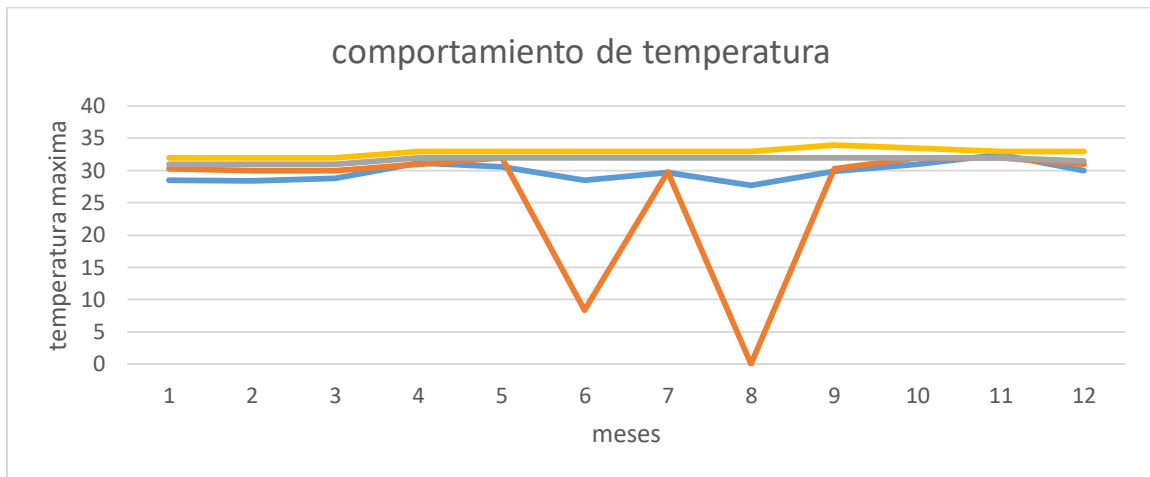
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	103.5179	129.6597	146.9678	168.8367	185.0603	192.8877	201.1641
18 hr	X18 = 91%	94.2013	117.9903	133.7407	135.0694	168.4049	175.5278	183.0593
12 hr	X12 = 80%	82.8143	103.7278	117.5743	135.0694	148.0482	154.3101	160.9313
8 hr	X8 = 68%	70.3922	88.1686	99.9381	114.8090	125.8410	131.1636	136.7916
6 hr	X6 = 61%	63.1459	79.0924	89.6504	102.9904	112.8868	117.6615	122.7101
5 hr	X5 = 57%	59.0052	73.9060	83.7717	96.2369	105.4844	109.9460	114.6635
4 hr	X4 = 52%	53.8293	67.4230	76.4233	87.7951	96.2314	100.3016	104.6053
3 hr	X3 = 46%	47.6182	59.6435	67.6052	77.6649	85.1277	88.7283	92.5355
2 hr	X2 = 39%	40.3720	50.5673	57.3175	65.8463	72.1735	75.2262	78.4540
1 hr	X1 = 30%	31.0554	38.8979	44.0903	50.6510	55.5181	57.8663	60.3492

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	153.07	99.68	77.56	64.91	56.54	50.50	45.91	42.27	39.30	36.82	34.71	32.89
5	178.28	116.09	90.33	75.60	65.85	58.82	53.47	49.23	45.77	42.88	40.42	38.30
10	200.08	130.29	101.38	84.84	73.90	66.01	60.01	55.25	51.37	48.12	45.37	42.99
25	233.04	151.75	118.08	98.82	86.07	76.89	69.89	64.35	59.83	56.05	52.84	50.07
50	261.53	170.31	132.51	110.90	96.60	86.29	78.44	72.22	67.14	62.90	59.30	56.19
70	276.59	180.11	140.14	117.29	102.16	91.26	82.96	76.38	71.01	66.53	62.72	59.43
100	293.51	191.13	148.71	124.46	108.41	96.84	88.03	81.05	75.35	70.59	66.55	63.06

Curvas IDF de la cuenca



media	28.4516	28.419	28.84	31.13	30.61	28.48	29.68	27.71	29.87	30.97	32.45	30.032
mediana	31	31	32	32	33	32	33	33	33	33	32	32
moda	31	32	32	32	33	32	33	33	34	33	32	32
varianza	90.2559	90.185	93.01	34.52	67.31	124.8	98.83	153.1	100.1	69.03	0.389	64.899
desviacion estanda	9.50031	9.4966	9.644	5.875	8.204	11.17	9.941	12.37	10.01	8.309	0.624	8.056
coofisiciente de var	33.3911	33.416	33.44	18.87	26.8	39.22	33.5	44.65	33.5	26.83	1.923	26.824
minimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
maximo	33	34	34	34	34	34	36	35	35	35	34	33
rango	33	34	34	34	34	34	36	35	35	35	2	33
percentil 10	30.27	30	30	31	32	8.37	29.81	0	30.27	32	32	31
percentil 25 o prime	31	31	31	32	32	32	32	32	32	32	32	31.5
percentil 50 o medi	31	31	32	32	33	32	33	33	33	33	32	32
percentil 75	32	32	32	33	33	33	33	33	34	33.5	33	33
precentil 90	33	32	33	33	34	34	34	34	34	34	33	33



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	33.5625	34.2
Varianza	0.52916667	0.45714286
Observaciones	16	15
Varianza agrupada	0.49439655	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	-2.52270952	
P(T<=t) una cola	0.00869333	
Valor crítico de t (una cola)	1.69912703	
P(T<=t) dos colas	0.01738666	
Valor crítico de t (dos colas)	2.04522964	
sp	0.70313338	
sd	0.30136588	
FC	3.25637276	

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2002	abril	13.00	857.653061
2	2003	julio	40.00	5.2244898
3	2004	junio	25.00	298.795918
4	2005	octubre	47.00	22.2244898
5	2007	diciembre	81.00	1498.79592
6	2008	octubre	68.00	661.22449
7	2009	mayo	22.00	411.510204
7		Suma	296.0	3755.4

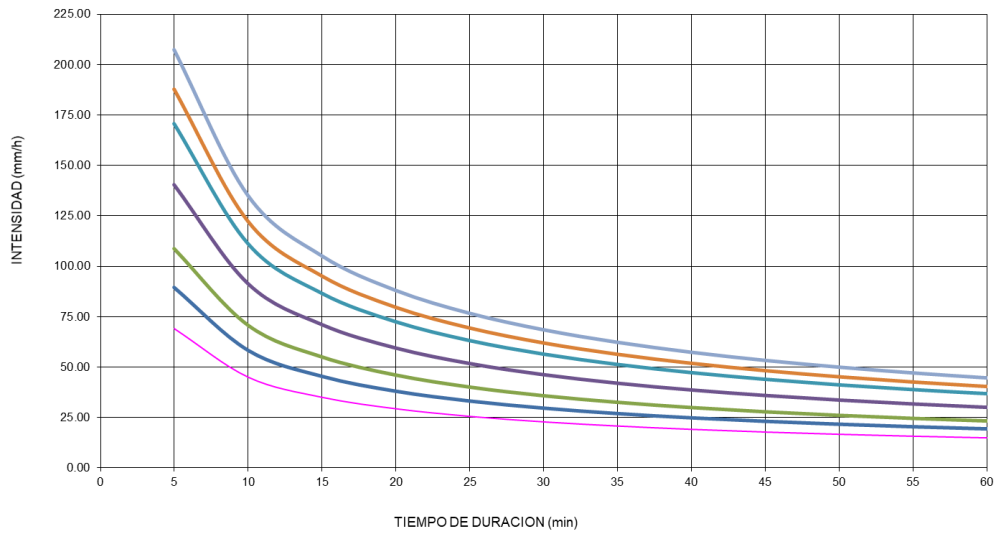
Cálculo variables probabilísticas		Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias				
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 42.29$	mm					
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 25.02$	mm					
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 19.51$	mm					
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 31.03$	mm					
						$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$

Período Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección Intervalo fijo
Años	FT	FT (mm)	F(xT)	FT (mm)
2	0.3665	38.1759	0.5000	43.1388
5	1.4999	60.2852	0.8000	68.1222
10	2.2504	74.9234	0.9000	84.6634
25	3.1985	93.4188	0.9600	105.5633
50	3.9019	107.1398	0.9800	121.0680
70	4.2413	113.7598	0.9857	128.5485
100	4.6001	120.7595	0.9900	136.4582

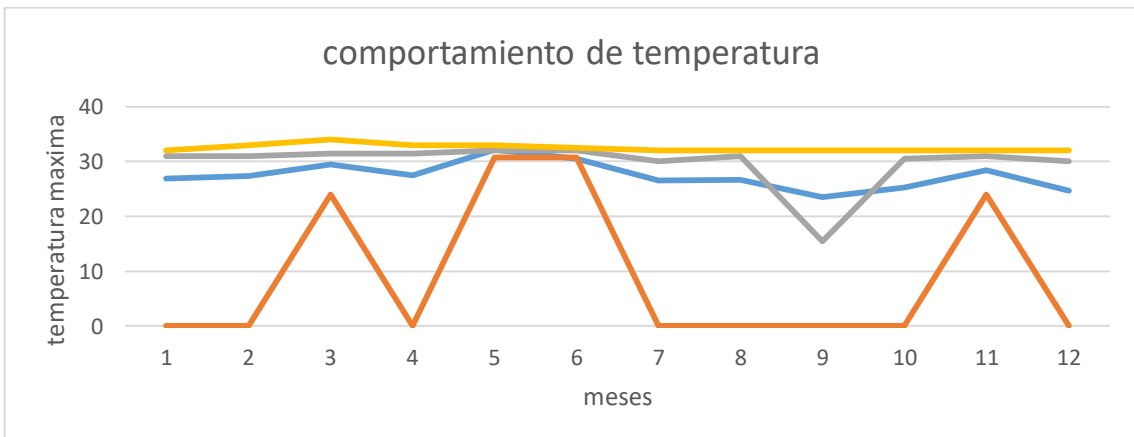
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	70 años	100 años
24 hr	X24	43.1388	68.1222	84.6634	105.5633	121.0680	128.5485	136.4582
18 hr	X18 = 91%	39.2563	61.9912	77.0437	84.4506	110.1719	116.9792	124.1770
12 hr	X12 = 80%	34.5111	54.4978	67.7307	84.4506	96.8544	102.8388	109.1666
8 hr	X8 = 68%	29.3344	46.3231	57.5711	71.7830	82.3262	87.4130	92.7916
6 hr	X6 = 61%	26.3147	41.5546	51.6447	64.3936	73.8515	78.4146	83.2395
5 hr	X5 = 57%	24.5891	38.8297	48.2582	60.1711	69.0088	73.2727	77.7812
4 hr	X4 = 52%	22.4322	35.4236	44.0250	54.8929	62.9554	66.8452	70.9583
3 hr	X3 = 46%	19.8439	31.3362	38.9452	48.5591	55.6913	59.1323	62.7708
2 hr	X2 = 39%	16.8241	26.5677	33.0187	41.1697	47.2165	50.1339	53.2187
1 hr	X1 = 30%	12.9416	20.4367	25.3990	31.6690	36.3204	38.5646	40.9375

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	69.15	45.03	35.04	29.32	25.54	22.82	20.74	19.10	17.75	16.63	15.68	14.86
5	89.46	58.26	45.33	37.94	33.04	29.52	26.83	24.70	22.97	21.52	20.28	19.22
10	108.70	70.78	55.08	46.09	40.15	35.87	32.60	30.02	27.91	26.14	24.65	23.36
25	140.62	91.57	71.25	59.63	51.94	46.40	42.18	38.83	36.10	33.82	31.89	30.21
50	170.87	111.27	86.57	72.46	63.11	56.38	51.25	47.18	43.87	41.10	38.74	36.71
70	187.81	122.30	95.16	79.64	69.37	61.97	56.33	51.86	48.22	45.17	42.59	40.35
100	207.61	135.20	105.19	88.04	76.68	68.50	62.27	57.33	53.30	49.94	47.07	44.61

Curvas IDF de la cuenca



media	27	27	29	27	32	31	27	27	23	25	28	25
mediana	32	32	33	32	32	32	31	31	31	32	32	31
moda	32	31	34	32	32	32	32	31	32	32	32	32
varianza	144	149	110	150	1	56	140	141	208	179	100	171
desviación estándar	12	12	11	12	1	7	12	12	14	13	10	13
coeficiente de variación	45	45	36	45	4	24	45	45	61	53	35	53
mínimo	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0
máximo	35	35	36	35	35	35	34	33	33	33	33	32
rango	35	35	36	35	5	35	34	33	33	33	33	32
percentil 10	0	0	24	0	31	31	0	0	0	0	24	0
percentil 25 o primer cuartil	31	31	32	32	32	32	30	31	16	31	31	30
percentil 50 o mediana	32	32	33	32	32	32	31	31	31	32	32	31
percentil 75	32	33	34	33	33	33	32	32	32	32	32	32
percentil 90	33	34	34	34	33	33	32	33	33	33	32	32



Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Variable 1	Variable 2
Media	33.6666667	33.4
Varianza	1.5	1.15555556
Observaciones	9	10
Varianza agrupada	1.31764706	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	17	
Estadístico t	0.50560765	
P(T<=t) una cola	0.30981237	
Valor crítico de t (una cola)	1.73960673	
P(T<=t) dos colas	0.61962475	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10981558	
sp	1.14788809	
sd	0.49227221	
TC	2.04761514	

C. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	2020																Total semanas				
	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Análisis y verificación de información climática: Estaciones meteorológicas y Salidas modelo WRF.	■	■	■	■	■	■	■	■													16
Preparación propuesta "IV ENCUENTRO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA EN TEMAS URBANO REGIONALES"	■	■																			
Colaboración propuesta Artículo congreso HIC 2020 (Hidroinformatics - Ciudad de México)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Proyección de series de tiempo lluvia y temperatura, (Período de retorno).							■	■	■	■	■	■									
Generación de información espacial de proyecciones climáticas									■	■	■	■	■								
Regionalización de proyecciones climáticas en Colombia													■	■	■	■	■	■	■	■	
Asociación de datos al diseño de estructuras ingenieriles													■	■	■	■	■	■	■	■	
Horas semanales	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	27	27					460