



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA. ESTUDIO DE LA  
PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA  
INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA  
SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**

**Autores:**

Corcuera A., Paolo A.  
Rojas A., María C.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Máster) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA. ESTUDIO DE LA  
PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA  
INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA  
SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO CIVIL

**Autores:**

Corcuera A., Paolo A.  
C.I.: V- 26.162.255  
Rojas A., María Camila  
C.I.: V-23.409.829

**Tutor:**

Ing. Emerly Castillo

San Diego, octubre 2018



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

**FI-CV-048-2018-1**

Valencia, 25 de Enero de 2018.

Ciudadanos:

**Corcuera Paolo**

**C.I. 26.162.255**

**Rojas María**

**C.I. 23.409.829**

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 25.01.2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **"GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA. ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL."**

Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. Emerly Castillo C.I. 4.464.524 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente.

Prof. Zulay Salcedo

Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Emerly Castillo portador de la cédula de identidad N° 4.464.524 en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por los ciudadanos María Rojas, portadora de la cédula de identidad N° 23.409.829 y Paolo Corcuera, portador de la cédula de identidad N° 26.162.255, titulado **GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA. ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**; presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 12 días del mes de marzo del año 2018.

Ing. Emerly Castillo

C.I: 4.464.524



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

San Diego, octubre 2017

### ACTA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

Quiénes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA. ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**, realizado por Corcuera Agostinelli, Paolo Alessandro C.I. 26.162.255 y Rojas Amaya, María Camila C.I. 23.409.829, ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Emerly Castillo  
Tutor Académico

  
Firma

19/10/2017  
Fecha

Ing. Alicia Yanes de Pizzella  
Tutor Metodológico

  
Firma

17-10-2017  
Fecha

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado se lo dedicamos a **Dios** por guiarnos en el camino a lo largo de la carrera y brindarnos fuerzas para seguir adelante en los momentos difíciles los cuales han sido grandes enseñanzas de vida.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas, por su amor y cariño. Por ellos somos las personas que somos hoy en día. Porque a lo largo de este camino siempre han estado para nosotros, gracias por su apoyo.

A nuestras familias, por siempre creer en nosotros y apoyarnos cuando más lo necesitábamos, por haber sido nuestra motivación para siempre querer llegar más lejos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a **Dios** por iluminar nuestro camino y guiarnos por el sendero correcto, por estar con nosotros en todo momento y darnos la confianza para siempre seguir adelante.

A nuestros profesores de la universidad, por todas las enseñanzas y buenos momentos que nos brindaron a lo largo de toda la carrera. Por eso y muchas cosas más infinitas gracias.

A nuestro tutor Ing. Emerly Castillo, le agradecemos por su apoyo incondicional, paciencia, dedicación y motivación que nos brindó durante este trayecto para culminar nuestra tesis. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda.

A nuestros padres, por ayudarnos y estar para nosotros a lo largo de este trabajo, por su apoyo, comprensión y paciencia, por brindarnos la mejor educación y las mejores lecciones. Gracias.

A nuestros compañeros, unos están con nosotros desde el primer día de clase y otros que conocimos a lo largo de nuestra carrera, por permitirnos entrar en sus vidas durante estos 5 años y ayudarnos a hacer nuestros días en la universidad mucho mejores, por su compañerismo y por estar ahí en cualquier circunstancia, no hace falta nombrarlos, pero siempre estaremos agradecidos con todos ustedes.

## ÍNDICE

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación de la investigación.....	7
1.5 Alcance.....	8
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	9
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 Guía técnica.....	11
2.2.2 Hidrología.....	12
2.2.3 Ciclo Hidrológico.....	13
2.2.4 Esquema del Ciclo Hidrológico.....	13
2.2.5 La Precipitación.....	14
2.2.6 Origen de la Precipitación.....	14
2.2.7 Tipos de precipitaciones.....	15
2.2.8 Medición de la Precipitación.....	18
2.2.9 Instrumentos de precipitación.....	18
2.2.10 Precipitación media.....	27
2.2.11 Curvas IDF.....	27
2.2.12 Hietograma.....	29
2.2.13 Desarrollo sustentable.....	30
2.2.14 Tipos y criterios sustentables.....	30
2.3 Definición de Términos Básicos.....	31

<b>III</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	
	3.1 Tipo de Investigación.....	33
	3.2 Nivel de Investigación.....	33
	3.3 Diseño de Investigación.....	34
	3.4 Población .....	34
	3.5 Muestra.....	34
	3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	35
	3.7 Validez y confiabilidad del instrumento.....	35
	3.8 Fases de la Investigación.....	36
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	4.1 Diagnóstico de la Situación actual en la parte Didáctica de la Materia de Hidrología sobre la Precipitación.....	38
	4.2 Análisis general de los gráficos.....	48
	4.3 Información documental teórica, práctica y registros de datos.....	49
	4.4 Contenido de aplicación práctica en el tema de precipitación; Tipo de ejercicio, actualización de los mismos, aplicabilidad, uso de herramientas tecnológicas.....	49
	4.5 Ejercicios Aplicados en situaciones propias de la ingeniería civil.....	49
	4.6 Guía técnica.....	49
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
	5.1 Conclusiones.....	51
	5.2 Recomendaciones.....	52
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
	Impresas.....	53
	Digitales.....	54
<b>APÉNDICE</b>		
	Apéndice A.....	59
	Apéndice B.....	60
	Apéndice C.....	64
	Apéndice D.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		pp.
1	Esquema del Ciclo Hidrológico.....	13
2	Precipitación ciclónica.....	16
3	Precipitación convectiva.....	17
4	Precipitación Orográfica.....	18
5	Pluviómetros.....	19
6	Totalizadores.....	20
7	Pluviómetro RGR-122.....	21
8	Pluviógrafos.....	22
9	Pluviógrafos de Cubeta Basculante.....	23
10	Pluviógrafos de balanza.....	23
11	Pluviógrafos de Flotador Automático.....	24
12	Pluviógrafo RRG-1.....	25
13	Cinta de registro de un pluviógrafo: Pluviograma.....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		pp.
1	Criterios de intensidad.....	28
2	Resultado del ítem 1.....	39
3	Resultado del ítem 2.....	40
4	Resultado del ítem 3.....	41
5	Resultado del ítem 4.....	42
6	Resultado del ítem 5.....	43
7	Resultado del ítem 6.....	44
8	Resultado del ítem 7.....	45
9	Resultado del ítem 8.....	46
10	Resultado del ítem 9.....	47
11	Resultado del ítem 10.....	48

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO		pp.
1	Hietograma.....	32
2	Resultado del ítem 1.....	39
3	Resultado del ítem 2.....	40
4	Resultado del ítem 3.....	41
5	Resultado del ítem 4.....	42
6	Resultado del ítem 5.....	43
7	Resultado del ítem 6.....	44
8	Resultado del ítem 7.....	45
9	Resultado del ítem 8.....	46
10	Resultado del ítem 9.....	47
11	Resultado del ítem 10.....	48



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

**GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA. ESTUDIO DE LA  
PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA  
INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA  
SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**

**Autores:**

Corcuera A., Paolo A.  
Rojas A., María C.

**Tutor:**

Ing. Emerly Castillo  
Fecha: Abril, 2018

**RESUMEN**

En la actualidad existen varias materias que forman parte del pensum de estudio de la carrera de ingeniería civil, la cual no contienen una buena relación entre la teoría y la práctica, de manera que para que el estudiante tenga un mejor conocimiento de la misma es por ello que la presente investigación tuvo como objeto realizar una guía técnica sobre el estudio de precipitación y su aplicabilidad en la ingeniería civil en el marco de la sustentabilidad ambiental para conjugar el proceso teórico práctico en la materia de hidrología para los estudiante de ingeniería civil. La investigación fue un proyecto factible sustentado en una investigación de campo con un nivel descriptivo. Asimismo, se puede concluir que después de haber realizado el estudio estadístico se determinó la necesidad de poder contar con un material que sirva de apoyo para los estudiantes que deseen acceder a ella, de manera de aumentar sus conocimientos y poner en práctica ejercicios que contribuyan al dominio del mismo.

**Descriptor:** Guía Técnica, Sustentabilidad, Hidrología y Precipitación.

## INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que la hidrología es la ciencia que estudia el agua y sus manifestaciones en la atmósfera, sobre y debajo de la superficie terrestre; además de estudiar las propiedades de éstas y sus interrelaciones naturales. Es por eso, que la hidrología ha tenido un papel de suma importancia en el desarrollo sustentable en la ingeniería civil, y de manera de aprovechar al máximo este recurso, el hombre ha tenido que verse obligado a elaborar desde grandes hasta pequeñas obras civiles y reducir el deterioro del medio ambiente para llegar a sustentar el ámbito ecológico, económico y social.

De allí que, la importancia de esta ciencia en relación a la ingeniería civil, es que antes de la elaboración de cualquier obra civil se debe realizar un estudio hidrológico, tomando en cuentas ciertos métodos de estimación para saber si es factible el proceso constructivo, evitando daños al medio ambiente y protegiendo al agua por cuanto es un vital recurso de vida para el ser humano.

Teniendo en cuenta que el contenido programático de hidrología es muy amplio debido a que es una ciencia muy extensa, lo que ocasiona gran dificultad a los estudiantes de ingeniería civil su aprendizaje. Es por eso, que la existencia de una guía técnica permitirá contar con las diversas estrategias metodológicas que permitirán de manera más práctica y eficaz realizar todos los cálculos necesarios para efectuar un certero estudio hidrológico.

Es oportuno destacar, que las guías técnicas representan un apoyo fundamental para la ejecución del estudio en hidrología, por cuanto ésta cuenta con poca disponibilidad de material bibliográfico y con ejercicios aplicados, lo que genera una solución para el estudiante de ingeniería civil, por cuanto en la guía elaborada a través de este estudio, permitirá contar con un soporte para el desarrollo de temas que a lo largo de la práctica de hidrología se ejecutan, a su vez es un sustento para el cumplimiento de las expectativas establecidas en el pensum educativo, forjando así el conocimiento de manera práctica y teórica.

Otro detalle que vale la pena destacar, es la precipitación, la cual se conoce como productor del vapor que ocurre en la superficie de la tierra , de allí que este estudio contempla el desarrollo del siguiente contenido: Precipitación; Precipitación puntual; Precipitación extrema; Estaciones de medición, Datos y unidades de medida; Precipitación media e instrumentos en una cuenca. Análisis de consistencia. Análisis de altura – duración – área; Precipitación Máxima Probable; Características de la precipitación; Curvas IDF; Análisis de Histogramas, entre otros aspectos esenciales. Este estudio, se estructuró en cinco capítulos que se resumen a continuación:

En el **Capítulo I**, se presentaron todos los componentes del problema que detectaron los investigadores, de manera de plasmar cada interrogante que surgió en la fase preliminar del estudio. Luego se complementó con los objetivos, tanto general como los específicos, que son la guía para el estudio y se cerró esta etapa con la justificación y los alcances que se lograron.

A través del **Capítulo II**, se plantearon los diversos antecedentes investigativos, tanto internacionales como nacionales, que contribuyeron profundizar aún más en la problemática. Inmediatamente se establecieron las bases teóricas que son el sustento del estudio y para finalizar con la definición de términos básicos que pudieran ser aplicados en la investigación.

Asimismo, en el **Capítulo III**, se planteó con detenimiento qué tipo de investigación se trazó, qué metodología fue aplicada, la población y muestra que se tendrá a lo largo del estudio, aunado a las técnicas e instrumento para la recolección de la información, qué técnicas se aplicaron para el análisis de las preguntas realizadas al universo en estudio.

De igual forma, se contó con el **Capítulo IV**, en donde se presentaron los gráficos contentivos de los resultados que arrojó el instrumento aplicado, aunado a las diversas tendencias que se encontró a través de las preguntas efectuadas. Asimismo, se contó con el **Capítulo V**, en donde se presentaron las **Conclusiones** y

**Recomendaciones** que surgieron luego de terminado con todo el proceso del estudio y se cerró con las **Referencias** impresas y electrónicas, que fueron utilizadas en este estudio, así como los anexos y apéndices pertinentes.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

Reyna (2012) sostiene que los proyectos hidráulicos están íntimamente ligado a los usos que el hombre hace del agua, pudiendo ser éstos los que la utilizan con fines de aprovechamiento y los que suministran protección contra los posibles efectos dañinos de ésta.

De allí que, se acepta que la ingeniería hidráulica es la rama de la ingeniería civil que se ocupa de planificar, proyectar y construir las obras hidráulicas, entendiéndose que son éstas las que cumplirán la función de captar, conducir, regular y protegernos de las aguas. Cualquier obra civil, cuyas dimensiones y características hayan sido establecidas atendiendo principalmente a criterios y normas hidráulicas e hidrológicas, es una obra o proyecto hidráulico.

De esta forma, el uso de la hidrología en la ingeniería civil, es fundamental para el planeamiento, diseño y operación de los proyectos hidráulicos, pues es el que se dirige hacia los parámetros hidrológicos de diseño. Sin embargo, dada la dependencia de esta ciencia de los aspectos meteorológicos y ambientales, los resultados deberán ser considerados como estimados, en muchos casos y, por lo tanto será necesario complementar las incertidumbres con métodos probabilísticos.

Cabe destacar, que gran parte de los textos publicados de hidrología para estudiantes de ingeniería civil, no tienen en cuenta soluciones sustentables, cuando se refiere a modelo de desarrollo sustentable, se centra en el objetivo de satisfacer las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para compensar las propias. Además, que garantiza la armonía entre la actividad humana y el equilibrio natural. El desarrollo sustentable se encarga de minorar el deterioro del medio ambiente, basándose en tener un equilibrio ambiental, con la economía y la sociedad, en el momento de elaborar una obra civil se debe cumplir con estos parámetros para preservar el ecosistema y la humanidad.

Ahora bien, el modelo de desarrollo sustentable se basa en la economía, ecología y la sociedad cuando se establece este criterio se genera un equilibrio sustentable. En relación con la hidrología, el agua es la sustancia abiótica más importante en la tierra y uno de los principales constituyentes del medio que vivimos, en estado líquido un gran porcentaje de la superficie terrestre está cubierta por agua que se distribuye por cuencas saladas y dulce.

Por cuanto, sostiene Reyna (2012) que el “agua constituye lo que se llama hidrósfera y no tiene límites precisos con la atmosfera, generando así el ciclo hidrológico” (p. 12), teniendo una interacción constante con el ecosistema debido a que los seres vivos dependen de ésta para sobrevivir, y a su vez ayudan al funcionamiento del mismo. Este ciclo cuenta con diversas fases, en ellas se presenta un fenómeno hidrológico la cual lleva por nombre precipitación, la cual se refiere a la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre, que mantiene el equilibrio y sustento de todos los ecosistemas.

Por lo tanto, con los modelos de desarrollo sustentable, para lograr el aprovechamiento del agua siendo un recurso renovable, cuando se controla cuidadosamente su uso, tratamiento, liberación, circulación. De lo contrario es un recurso no renovable. Asimismo, la restauración hidrológica busca que el ciclo del agua se desarrolle de manera adecuada y con mayor facilidad en contextos urbanos y rurales, ante las afectaciones y desequilibrios hidrológicos que asentamientos humanos han provocado en las cuencas de ríos y arroyos, algunas afectaciones hidrológicas son consecuencia de la urbanización, tales como la remoción de vegetación, la compactación del suelo y menor infiltración de agua.

Esto propicia riesgos como inundaciones más severas y frecuentes, efectos negativos en la calidad del agua y en la salud de los habitantes, lo que ha producido desastres como deforestación y deterioro del suelo. Por lo tanto, debido al desarrollo sustentable, ayudará en el manejo adecuado este recurso.

Dentro de este orden de ideas, en el ámbito universitario se ha desarrollado a través de parámetros generalizados, subdividiendo las áreas en cátedras y haciendo de ellas las encargadas de la transmisión de conocimiento a los estudiantes. Ahora bien, el proceso del agua es estudiado en la cátedra de hidrología, debido a que es necesario un estudio profundo de sus causas, afectaciones, los parámetros que intervienen, métodos para su estimación y diseño de obras en base a los cálculos hidrológicos obtenidos.

Actualmente, en el contenido programático de la cátedra de hidrología, no cuenta con material suficiente que pueda ser usado académicamente, los estudiantes de ingeniería civil necesitan poder contar con fuentes de información que le permitan conocer de manera más profunda el tema de la precipitación para así poder entender dicho fenómeno y todas las posibles variables que intervienen en él, además de poder contar con data de previos estudios hidrológicos en cuencas reales y cálculos ya realizados previamente para poder tener un mejor aprendizaje con respecto a este tema.

Tomando en consideración este aspecto, se convierte en una necesidad el poder contar con toda la información al respecto, que permita conocer mejor este hecho fenomenológico, además de poder contar con ejercicios resueltos de manera explicativa, los cuales contribuirían a establecer y fijar mejor los conocimientos necesarios como ingenieros civiles, aunado a poder contar con los parámetros útiles y vitales para aplicar en otra zona del país o el mundo. Ahora bien, el contenido de la materia de hidrología es muy amplio, por ello el desarrollo completo y cabal de este estudio con los aspectos que nutren a la misma, provenientes de otras investigaciones conformarán un documento completo, veraz, práctico y útil para contar con un manual.

## **1.2 Formulación del Problema**

Una vez estructurado todos tópicos que tienen realización directa con la hidrología bajo la óptica del ingeniero civil, las debilidades detectadas, surge la siguiente interrogante:

¿De qué manera se puede contribuir a la formación pedagógica y profesional de los estudiantes de ingeniería civil, en materia de hidrología, específicamente en cuanto al tema de precipitación?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una guía técnica de hidrología que desarrolle el tema de precipitación, incluyendo ejercicios de aplicabilidad en la ingeniería civil en el marco de la sustentabilidad ambiental.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual en la parte didáctica en la materia de hidrología sobre la precipitación.
- Recopilar y procesar información documental teórica, práctica y registros de datos, sobre la precipitación.
- Evaluar el contenido de aplicación práctica en el tema de precipitación; Tipo de ejercicio, actualización de los mismos, aplicabilidad, uso de herramientas tecnológicas.
- Diseñar ejercicios aplicados a situaciones propias de la ingeniería civil.
- Redactar guía técnica.

### **1.4 Justificación de la Investigación**

La importancia del estudio de precipitación se sustenta en la necesidad de responder con rapidez y claridad los ejercicios presentados en la cátedra de hidrología. Es por ello, que la conveniencia del estudio radica en proporcionar a los estudiantes información que sirva para comprender, dominar el conocimiento y acertadamente aprobar las evaluaciones.

De allí que, la presente investigación busca analizar en cuanto a las soluciones implementadas, siendo éstas más didactas y explicativas, representando el desarrollo educacional y científico de manera enfática, nunca dejando por fuera lo indispensable que resultan los detalles tales como los pasos a seguir para los

estudiantes una guía esclarecida, práctica, para el desarrollo de temas de manera certera.

A nivel pedagógico, todo el contenido puede considerar los aspectos esenciales y vitales, en donde se enfatizarán en los puntos no desarrollados y aprendidos al momento de la culminación del período estudiantil. Por eso, la realización de una guía práctica basada en ejercicios sobre precipitación, brindará aporte sustancial de manera que el estudiante en sus inicios incurriere de manera segura al momento del estudio. De igual forma, facilitará además, el proceso de investigación, al mejorar la estandarización en la recolección de datos que permitirán de esta forma, retroalimentar los programas académicos y el desempeño de los estudiantes.

### **1.5 Alcances**

El siguiente trabajo de grado se fundamentará en la elaboración de una guía técnica de hidrología, sobre la precipitación en el marco de la sustentabilidad, aplicable para los estudiantes de ingeniería civil que deseen adquirir conocimiento práctico aplicable sobre el tema, esta será útil a lo largo del tiempo hasta que se elabore algo más novedoso.

Fue realizada por estudiantes de la Universidad José Antonio Páez, para cualquier estudiante de ingeniería civil y estará al alcance de toda persona que acceda a la biblioteca de esta casa de estudio. Dentro de este orden de ideas, el contenido de hidrología cuenta con información muy general, por lo cual en la guía técnica se plasmarán teorías además de ejercicios prácticos enfocados en la ingeniería civil, con ejemplos reales de manera que el estudiante pueda adquirir mejor aprendizaje, generando además en esta guía técnica conciencia sobre la sustentabilidad del ambiente.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico según afirma Tamayo y Tamayo (2012), se refiere a integrar el tema de la investigación con las teorías, enfoques teóricos, estudios y antecedentes en general que se refieren al problema de investigación, amplía la descripción del problema e integra la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas. En esta perspectiva, el marco teórico es fundamental en todo proceso de investigación, por cuanto permitirá definir y explicar los elementos conceptuales además de las teorías existentes sobre el argumento a estudiar. De manera de comprender la precipitación es importante tener en cuenta todas sus fases y el medio ambiente del área que está comprometido para entender realmente lo que es el ciclo hidrológico y su visión en las obras mediante la sustentabilidad.

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

El proceso de antecedentes de la investigación, lo define Arias (2012:39), como “los estudios previos y tesis de grado relacionado con el problema planteado; es decir, investigaciones relacionadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el problema en estudio”. Por lo cual, esta investigación cuenta con trabajos de grado y postgrado en materia de hidrología y precipitación.

En la investigación realizada por Cahuana (2009), en su trabajo de grado titulado “**Material de apoyo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura de Hidrología CIV-233**” realizado ante la Universidad Mayor de San Simón, en Perú, de forma general, trata de demostrar la importancia elaborar un material de apoyo para el estudio de la hidrología para estudiantes de ingeniería civil, realizando una clasificación de las principales características del país (Perú).

Esta investigación se considera un antecedente debido a que realizaron un material de apoyo didáctico para la cátedra de hidrología, estudian todos los factores de precipitación; de donde se pudo extraer material que contribuyó a ampliar

aspectos que se deben considerar de manera de realizar de forma eficaz los procesos necesarios para un ingeniero civil en la materia del agua.

Gómez (2016), en su trabajo de grado para optar al título de especialista en recursos hidráulicos y medio ambiente, el cual esta titulado “**Análisis de incertidumbre en modelos hidrológicos usando HEC-HMS, realizado en Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito, ubicada en el departamento Bogotá, D.C, Colombia**”. Esta investigación presenta la utilización del módulo de incertidumbre del HEC – HMS, para llegar a estos análisis se basaron en realizar una serie de pasos que permitan definir un modelo hidrológico lo más cercano posible a la realidad: recopilación y ajuste de información, determinar tormentas de diseño, métodos para estimar datos faltantes, creación del modelo hidrológico, simulación y análisis de incertidumbre.

El presente trabajo de grado tiene relación a esta investigación debido a que determinan los distintos métodos para completar la data de precipitación, además, del estudio de los métodos para estimación de datos englobados de las datas de precipitación, los cuales son una herramienta de interés para ampliar bases que presentar en la guía.

Pérez (2016), en su trabajo de grado titulado “**Estudio Hidrológico e Hidráulico en la zona baja de la cuenca del rio frio en el municipio de Chía**”. Tuvo como objetivo estudiar todos los aspectos hidrológicos e hidráulicos de la cuenca del Rio Frío, las precipitaciones medias de la cuenca, análisis del caudal.

Siendo de interés para este estudio, por cuanto profundizó en aspectos de interés para los cálculos de precipitación, además de presentar los distintos métodos de precipitación media, los cuales pueden ser aplicados en una cuenca específica.

Para finalizar con los antecedentes se contó con el trabajo de grado realizado por Borjas (2004), titulado “**Análisis hidrológico de la cuenca del rio Apón hasta la estación hacienda El Capitán**”, realizado ante la Universidad Rafael Urdaneta del estado Zulia, para optar por el título de Ingeniero Civil. Esta investigación tuvo como objetivo realizar el estudio hidrológico de la cuenca del Rio Apón. El tipo de

investigación fue descriptiva, los resultados arrojados en el estudio reflejan como resultado que la escorrentía está directamente relacionada por la precipitación.

Destacándose que el aporte para esta investigación fue en cuanto al análisis de la precipitación media, por cuanto plantearon y expusieron los distintos métodos que se encuentran para su estimación, además, el cálculo de las curvas IDF.

## **2.2 Bases Teóricas**

En este marco se abordan características del tema o problema en el estudio a través de las diferentes proposiciones y diversos conocimientos que permitirán estudiar el problema que se analiza en esta investigación. Por lo tanto, de acuerdo a lo expresado por Rojas (2015: 1), las bases teóricas comprenden un “compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la indagación por realizar”. En tal sentido, a continuación se muestran las bases teóricas que sirven de base para el presente estudio.

### **2.2.1 Guía Técnica**

En el presente trabajo de grado se llevará a cabo una guía técnica de hidrología, sobre el estudio de la precipitación en el marco de la sustentabilidad ambiental. En términos generales, se entiende por guía, el documento que contiene, en forma ordenada y sistemática, la información y las instrucciones sobre organización, o procedimientos de una institución, localidad o cátedra que se consideren necesarios para la mejor ejecución del trabajo.

#### **Componentes básicos de una Guía Técnica**

Los componentes básicos de una guía técnica se basan en los siguientes aspectos (Díaz, 2006).

- Una introducción en la que se propone una justificación del curso o área específica del saber que se pretende lograr.
- Una fundamentación y contextualización del curso, en la que se diseñan y esbozan los elementos de adecuación del saber a las características y filosofía de la Institución, a las particularidades de formación del respectivo programa,

a los avances del saber y a las realidades específicas del medio. En este punto se hace precisión en las relaciones existentes entre el objeto de formación, el objeto de conocimiento y los campos de acción y perfiles profesionales con los objetivos y los contenidos propuestos en el programa y con los principios institucionales.

- Unos objetivos del propósito que van a orientar el proceso de formación del futuro profesional y el desarrollo del curso. Los objetivos determinan, no propiamente los resultados sino el destino o el horizonte a donde se quiere llegar. Por lo tanto, iluminan las estrategias que se deben seguir.
- Textos complementarios para ampliación y profundización de los temas. Se presentan como orientación para que el estudiante amplíe los contenidos.
- Ejercicios de aplicación de los conceptos estudiados, pues las acciones de aprendizaje van más allá de la simple lectura o estudio de textos. Se deben proponer actividades que impulsen la búsqueda de más información, la síntesis, la investigación, la contextualización de las temáticas, la verificación de enfoques y opiniones y el cuestionamiento de la realidad.
- Criterios de auto-evaluación, co-evaluación y hetero-evaluación. Este aspecto se debe asumir como un proceso formativo, ético y responsable, centrado en el estudiante.
- Una bibliografía general de referencia, que permita ampliar los temas propuestos.

### **2.2.2 Hidrología**

Verdú Arnal (2013) expone que la hidrología se puede definir como el estudio de las propiedades físicas, químicas del agua. En tal sentido, en cuanto al estudio realizado es importante para cualquier obra civil y, en la actualidad debe estar presente para los estudios previos a la zona es importante identificar el punto de concentración, al igual que saber cuál es el largo del cauce principal y así conocer

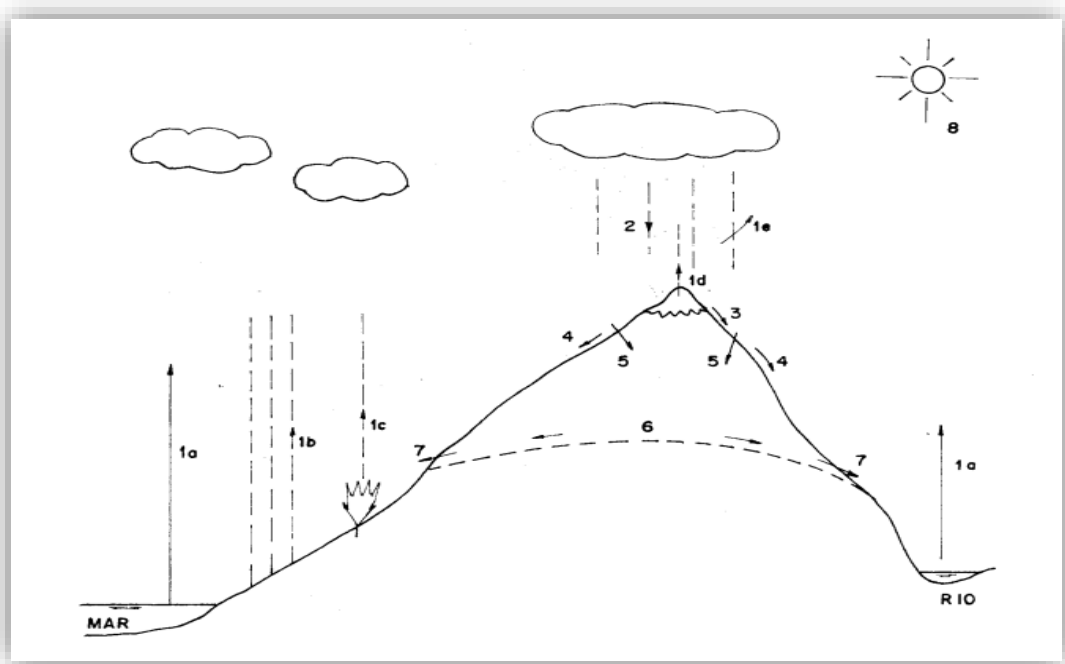
el suelo en el que se va a elaborar la obra y la distancia que tiene de los cauces y su ubicación.

### 2.2.3 Ciclo Hidrológico

En tal sentido, Chereque (1989) destaca que la hidrología cuenta con un ciclo, el cual se denomina como el conjunto de cambios que experimenta el agua en la Naturaleza, tanto en su estado sólido, líquido y gaseoso, como en su forma agua superficial, agua subterránea, entre otros.

### 2.2.4 Esquema del Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico no es nada regular, varía según los períodos de sequías y de inundaciones, se representa en diferentes fases afirmación realizada por Chereque (1989). A través de la siguiente esquemización se presente el ciclo hidrológico. (Ver figura 1).



**Figura 1. Esquema del Ciclo Hidrológico**

**Fuente:** Chereque (1989).

(1a) evaporación desde superficies de agua (mares, ríos, lagos, etc.).

(1b) evaporación desde superficies húmedas de suelo.

- (1c) evaporación desde las plantas (transpiración).
- (1d) evaporación desde la nieve.
- (1e) evaporación desde la precipitación misma.
- (2) precipitación, en forma de lluvia, nevada o granizada.
- (3) fusión.
- (4) escorrentía.
- (5) infiltración.
- (6) capas de agua subterránea.
- (7) manantiales.
- (8) rayos solares.

### **2.2.5 La Precipitación**

Chereque (1989), puntualiza que se considera como precipitación a toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las lloviznas o las garúas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación. Asimismo, el fenómeno de precipitación es de gran importancia debido a que, lleva agua dulce a la parte emergida de la corteza terrestre y, por ende, favoreciendo la vida en el planeta, tanto de animales como de vegetales, que requieren agua para vivir.

### **2.2.6 Origen de la Precipitación**

En esencia toda precipitación de agua en la atmósfera, sea cual sea su estado (sólido o líquido) se produce por la condensación del vapor de agua contenido en las masas de aire, que se origina cuando las mismas son forzadas a elevarse y enfriarse. Para que se produzca la condensación es preciso que el aire se encuentre saturado de humedad y que existan núcleos de condensación.

A medida en que el vapor de agua de mares, ríos y lagos va ascendiendo, para así formar las nubes, estas aguas se van enfriando y se condensa de un estado de vapor a un estado líquido, formando la niebla, las nubes o los cristales de hielo. Pero, para que esta formación se lleve a cabo, generalmente se requiere la presencia

de núcleos de condensación, alrededor de los cuales las moléculas del agua se pueden unir.

Existen diversas partículas que pueden actuar como núcleos de condensación, con tamaños que varían desde 0.1 (aerosoles) hasta 10 mm de diámetro; entre estas partículas tenemos: algunos productos de la combustión, como óxidos de nitrógeno y sulfuro, partículas de sal producto de la evaporación de la espuma marina y algunas partículas de polvo que flotan en el aire. Las gotas o cristales de hielo crecen rápidamente debido a la nucleación, pero el crecimiento después de esto es lento.

Mientras que las partículas que constituyen las nubes tienden a asentarse, los elementos promedio pesan tan poco que sólo un leve movimiento hacia arriba del aire es necesario para soportarlo. Constantemente hay gotas de agua que caen de las nubes, pero su velocidad de caída es tan pequeña, que no llegan a la tierra porque muchas veces vuelven a evaporarse antes de alcanzarla y ascienden de nuevo en forma de vapor.

Al aumentar el vapor, o si la velocidad de caída supera los 3 m/s, las gotas de agua incrementan su peso, provocando lluvia; cuando este peso se hace mayor, aumenta la velocidad de caída con lo que la lluvia se intensifica y puede transformarse en una tormenta. Cahuana (2009) señala que la precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, entre otros.

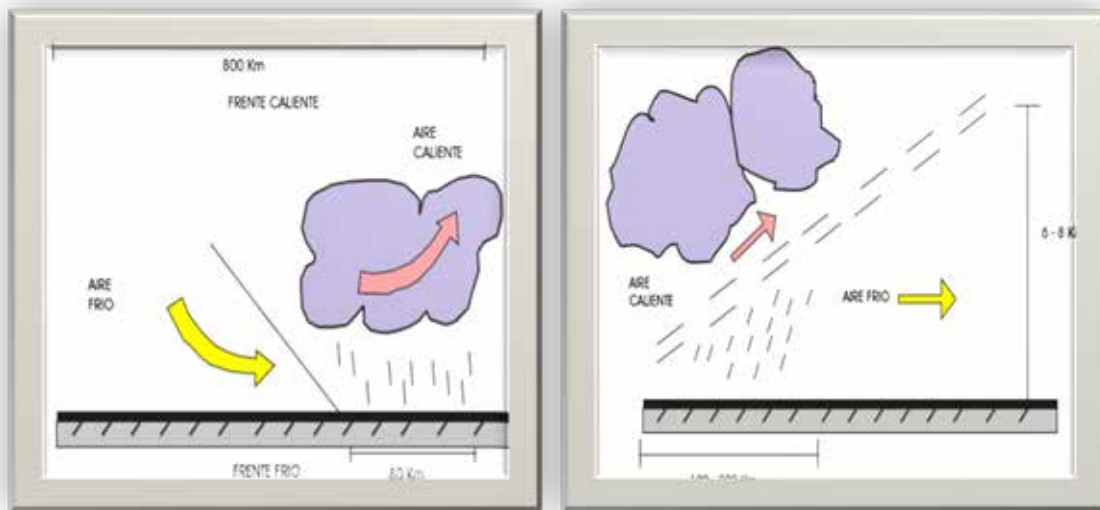
### **2.2.7 Tipos de Precipitaciones**

Los tipos de precipitación lleva el nombre del factor responsable del levantamiento del aire que genera el enfriamiento en gran escala y necesario para que se produzcan cantidades significativas de precipitación, en base a ello se distinguen tres tipos de precipitación:

#### **a) Precipitación Ciclónica:**

Se asocian con el ascenso ciclónico que se produce en un frente frío, (Ver figura 2), es decir, cuando una masa de aire frío empuja una masa de aire caliente. Las tormentas ciclónicas asociadas con frentes se originan en las regiones de baja

presión a 60° N y S donde se encuentran las masas de aire húmedo provenientes del sur con las masas de aire frías y secas provenientes del norte. Estas masas de aire se encuentran bien definidas; sus límites están delineados por el frente polar.

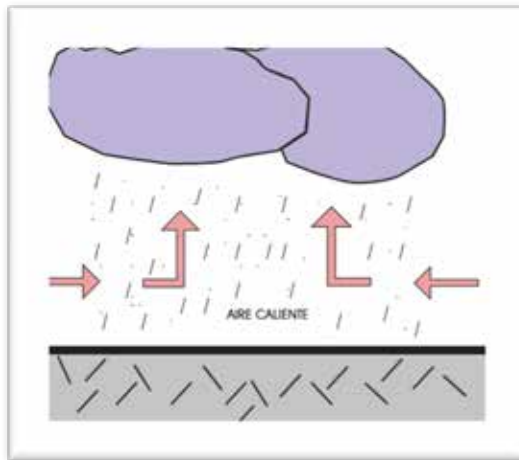


**Figura 2: Precipitación ciclónica**

**Fuente:** Bazao (2014).

### **b) Precipitación Convectiva:**

Se debe al calentamiento excesivo de las masas de aire en los estratos adyacentes a la superficie del suelo (Ver figura 3). Este aire calentado se hace más liviano, se expande y asciende absorbiendo una gran cantidad de vapor de agua. El aire húmedo caliente se hace más inestable y se desarrollan corrientes verticales muy pronunciadas. Se produce enfriamiento dinámico y cuando se alcanzan las condiciones necesarias el vapor de agua condensa y precipita. Esta clase de precipitación es típica de los trópicos y puede producirse como chaparrones suaves o tormentas de intensidad extremadamente altas, causantes de los grandes desastres e inundaciones, sobre todo en zonas urbanas.



**Figura 3 Precipitación convectiva**  
**Fuente:** Bazao (2014).

**c) Precipitación Orográfica:**

Se forma por el ascenso de los vientos cargados de humedad, provenientes de los océanos, ya sea cuando encuentran una barrera de montañas, o pasan de la zona de influencia de un más relativamente caliente a la superficie de un suelo más frío (Ver figura 4). Las condiciones más favorables para la formación de la precipitación orográfica se presentan cuando cadenas de montañas elevadas y relativamente continuas se ubican inmediatamente después de la costa y los vientos soplan en ángulo recto sobre la barrera montañosa.

La intensidad máxima de la lluvia orográfica depende de la intensidad del viento, ángulo de temperatura entre el agua y la tierra. La condensación orográfica da origen a nubes de tipo estratos, estrato-cúmulos y alto estratos, que producen generalmente lluvias de reducida intensidad y larga duración.



**Figura 4 Precipitación Orográfica**  
**Fuente:** Bazao (2014).

### **2.2.8 Medición de la Precipitación**

La precipitación se mide en términos de altura de lámina de agua, y se expresa comúnmente en milímetros. Esta altura de lámina de agua, indica la altura de agua que se acumulara en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó.

### **2.2.9 Instrumentos de precipitación:**

Los tipos de registros de precipitación se obtienen mediante los instrumentos de medición de precipitación se basan en la exposición de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior y de lados verticales, en el cual se recoge el agua producto de la lluvia, registrando su altura.

#### **a) Pluviómetros**

Consiste en un recipiente cilíndrico de lámina, como se muestra en la Figura 5, de aproximadamente 20 cm. de diámetro y de 60 cm. de alto. La tapa del cilindro es un embudo receptor, el cual se comunica con una probeta graduada de sección circular de 10 veces menor que el de la tapa. Esto permite medir la altura de agua en la probeta (hp), con una aproximación hasta décimas de milímetros, ya que cada

centímetro medido en la probeta corresponde a un milímetro de altura de lluvia, generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas. (Ver figura 5).



**Figura 5 Pluviómetros**  
**Fuente:** UNC (2006).

#### **b) Totalizadores**

Existen diferentes tipos de pluviómetros, entre ellos están los totalizadores, los cuales se instalan en lugares que sólo pueden visitarse con escasa frecuencia, (Ver figura 6), existen algunos pluviómetros totalizadores diseñados para operar durante una estación completa sin atención, normalmente una vez al año. Uno de los variados tipos de totalizadores consta de un depósito de zinc de aproximadamente 150 litros de capacidad.

En el interior se coloca aceite líquido de vaselina o parafina que al flotar sobre el agua evita la evaporación, y cloruro de calcio anhídrido para fundir la nieve. El aceite se puede recuperar por decantación y el cloruro de calcio por evaporación del agua.



**Figura 6 Totalizadores**  
**Fuente:** UNC (2006).

**c) Pluviómetros RGR-122**

Como se muestra en la siguiente figura, a través del pluviometro RGR-122 se pueden monitorear los datos de los niveles de lluvia con distancias no mayores a 90 m. (Ver figura 7). La transmisión de los datos se hace con ondas de radio, las cuales tienen la peculiaridad de que la información se envía del radio al recipiente sin tener una línea de vista o directa de comunicación. Dicho equipo guarda los datos de la lluvia diaria, anual y el total de nueve (9) días, y tiene una alarma programable para alertar cuando se alcanza el umbral de lluvia establecido. También tiene un recipiente que se vacía automáticamente cada vez que se llena, y un medidor interno de temperatura que guarda las lecturas extremas del día en una memoria.



**Figura 7 Pluviómetro RGR-122**  
**Fuente:** UNC (2006).

#### **d) Pluviógrafos**

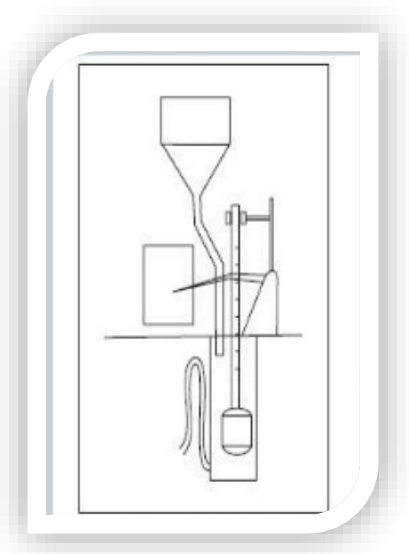
Los Pluviógrafos o medidores con registro, son aparatos que registran la precipitación automáticamente y de forma continua, en intervalos de tiempo pequeños. Su mecanismo está compuesto por un tambor que gira a velocidad constante sobre el que se coloca un papel graduado (Ver figura 8). En el recipiente se coloca un flotador que se une mediante un juego de varillas a una plumilla que marca las alturas de precipitación en el papel. El recipiente normalmente tiene una capacidad de 10 mm de lluvia y, al alcanzarse esta capacidad, se vacía automáticamente mediante un sifón.



**Figura 8 Pluviógrafos**  
**Fuente:** UNC (2006).

**e) Pluviógrafos de cubeta basculante**

Como se observa en la figura siguiente (Ver figura 9), este tipo de Pluviógrafo cuenta con un compartimiento bajo la boca del embudo, en el que hay dos cubetas, una de las cuales recibe el agua precipitada y al llenarse, se produce un desequilibrio que hace que la cubeta vuelque la cantidad de agua que contiene (equivalente a 0.1, 0.2 o 0.5 mm. de lluvia según los modelos), moviendo a la segunda cubeta al lugar de recolección del agua. En ese momento se acciona un circuito electrónico que marca o produce el registro correspondiente.

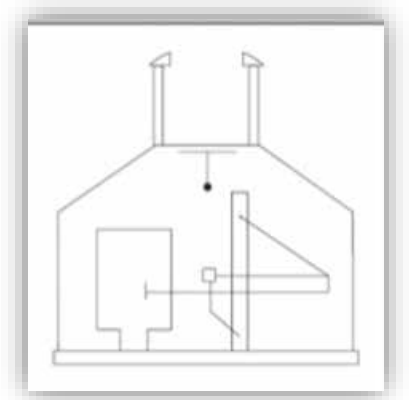


**Figura 9 Pluviógrafos de Cubeta Basculante**

**Fuente:** Bateman (2007).

**f) Pluviógrafos de Balanza**

Pesa el agua o la nieve que cae en una cubeta situada sobre una plataforma con resorte o báscula (Ver figura 10). El aumento en peso se registra en una carta. El registro muestra valores acumulados de precipitación.

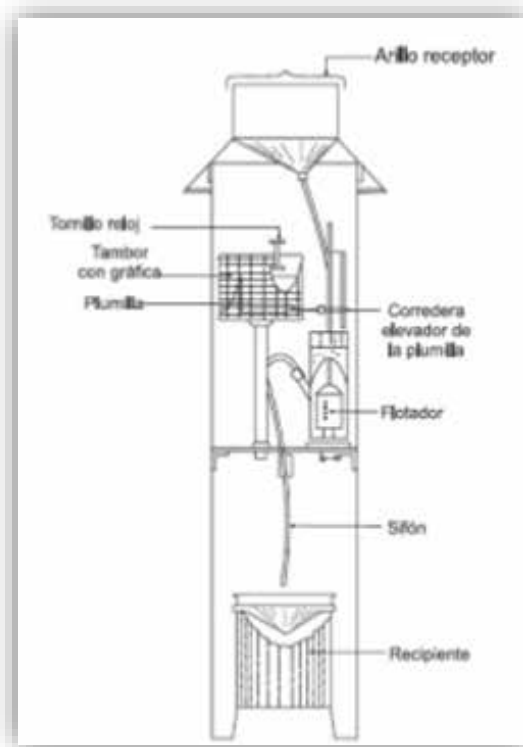


**Figura 10. Pluviógrafos de balanza**

**Fuente:** Bateman (2007).

### g) Pluviógrafos de flotador automático

El pluviógrafo de flotador automático, posee un compartimiento donde se aloja un flotador que sube verticalmente a medida que va acumulando lluvia. Al observar en la siguiente figura 11 (Ver figura 11), este medidor está dotado de un sifón que cada cierto tiempo desaloja el agua almacenada. Estos pluviógrafos trabajan porque tienen un papel de tambor, que rota por el accionar de una máquina de reloj, sobre el cual un lapicero registra en uno y otro sentido el movimiento basculante, la variación del pesaje, o los cambios en el flotador.



**Figura 11 Pluviógrafos de Flotador Automático**

**Fuente:** Bateman (2007).

### h) Pluviógrafo analógico digital (Pluviógrafo RRG-1)

Los datos de la lámina de lluvia pueden ser monitoreados desde el pluviómetro RRG- 1 con una computadora laptop, conectándola directamente a la tarjeta analógica digital o a control remoto por teléfono o radio módem. El pluviógrafo RRG-1 incluye una memoria de datos, un recipiente como medidor de

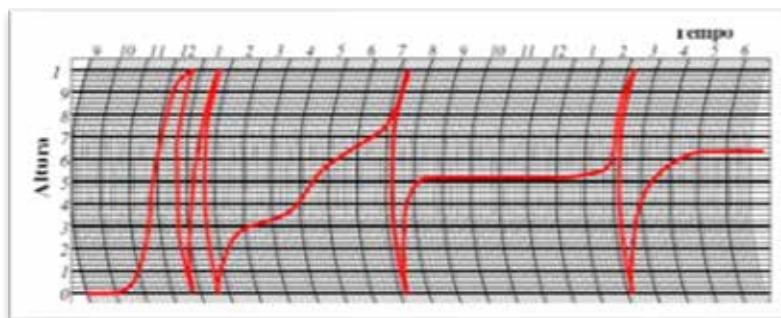
lluvia, soporte, caseta, base de aluminio y conexiones del hardware (Ver figura 12). La memoria de datos puede guardar registros de por lo menos 62 días de información de lluvia por horas. Los elementos electrónicos están en el interior de un vaso sellado, para cubrirlos y protegerlos contra relámpagos que inducen descargas de alto voltaje.



**Figura 12 Pluviógrafo RRG-1**  
Fuente: Bateman (2007).

### i) Pluviógrama

El registro que se obtiene de un pluviógrafo se llama pluviograma. Este registro se mide mediante la altura de la lámina de agua caída durante determinado tiempo, como se puede observar en la figura siguiente. (Ver figura 13).



**Figura 13 Cinta de registro de un pluviógrafo: Pluviógrama**  
Fuente: UNC (2006).

## **Radares**

Un radar transmite un pulso de energía electromagnética como un rayo en una dirección predeterminada por una antena móvil. El ancho y la forma del rayo se determinan por el tamaño y la configuración de la antena. La onda irradiada, que viaja a la velocidad de la luz, se refleja parcialmente por las nubes y por las partículas de precipitación y regresa al radar donde es recibida por la misma antena.

Asimismo, la energía retornada al radar se llama señal de blanco, la cantidad se denomina potencia de retorno y su aparición en la pantalla del radar se llama eco. La reflectividad de radar de los hidrometeoros depende de factores como, la distribución y el tamaño de las gotas, el número de partículas por unidad de volumen, el estado físico, es decir, sólido o líquido, la forma de los elementos individuales y el aspecto asimétrico de los elementos con respecto al radar.

## **Satélites**

La misión de los satélites meteorológicos generalmente es doble: recopilar datos de observaciones tales como imágenes infrarrojas y visibles y divulgar estos datos y otros productos que son subidos a enlaces desde el servicio meteorológico que controla el satélite. Adicionalmente, estos satélites juegan un papel de comunicación al retransmitir datos desde varias Plataformas de Recolección de Datos (PRD) tales como estaciones de aforo y pluviómetros.

Ahora bien, en cuanto a la estimación de la precipitación en muchas regiones sin suficiente cobertura de radar, los datos satelitales son el principal medio para hacer estimaciones de precipitación. Varios diferentes instrumentos satelitales son usados en este proceso. Los sensores infrarrojos son probablemente los más conocidos, con cobertura amplia y consistente por parte de satélites geoestacionarios.

No obstante, cuando hay nubes presentes, los sensores infrarrojos observan sólo la temperatura de las cimas de las nubes. En contraste, los sensores de microondas pasivos en satélites de órbita polar observan emisiones provenientes de agua y de hielo dentro de las nubes para producir estimaciones cuantitativas de

precipitación más confiables, pero lo hacen con menor frecuencia. Finalmente, los sensores de microondas (o radar) activos basados en el espacio tienen un rol en la misión general de monitorear la precipitación, produciendo la mayor precisión en las dimensiones tanto verticales como horizontales.

La combinación de datos de microondas de órbita polar y datos geoestacionarios visibles e infrarrojos dan oportunidad para maximizar las ventajas de cada sistema. Cada sensor satelital de órbita polar mira una ubicación en la tierra cada 12 horas. Sin embargo, múltiples satélites operados conjuntamente entre los Estados Unidos y Europa pueden brindar productos de intensidad de lluvia de microondas pasivos para un sitio dado cada 3 a 4 horas en promedio. (Firoz Verjee, 2012).

#### **2.2.10 Precipitación Media**

Es la altura de la lámina de agua que se forma sobre el área de la cuenca en estudio a consecuencia de las lluvias en ellas registradas, los valores son empíricos, la precipitación puede ser anual, diaria, mensual. En todos los casos lo que se calcula es la precipitación media y para ello se utilizan comúnmente tres métodos: Media Aritmética, Polígonos de Thiessen e Isoyetas.

- La media aritmética se usa cuando no tenemos conocimiento previo de la ubicación de la cuenca se recomienda en regiones planas.
- Los polígonos de Thiessen se usan cuando se necesitan resultados más exactos que la media y no es necesario que las estaciones se encuentren dentro de la cuenca en cuencas planas y de tamaño medio.
- El método de Isoyetas cuando tomamos en cuenta los efectos orográficos en el cálculo de la precipitación media es el más exacto de los otros métodos. (Sánchez, 2007).

#### **2.2.11 Curvas IDF**

El análisis IDF se debe procesar con una serie de valores máximos, los resultados se van a utilizar en el diseño de obras hidráulicas, drenaje urbano, rural y

diseño vial. La precipitación anual varía a lo largo del tiempo. La variación interanual puede enmascarar cualquier otra de largo plazo; la desviación estándar mide su variabilidad.

La precipitación también varía con el tiempo para una misma tormenta, y la duración (tiempo total durante el cual cae el agua) varía de una tormenta a otra. De allí que el análisis de la lluvia puntual debe incluir tanto la altura de precipitación (mm) como la duración (años). Esto es lo que se denomina el análisis Intensidad – Duración – Frecuencia (Guevara, 2004).

### **Intensidad de Precipitación**

Es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta es la intensidad máxima que se haya presentado. Es decir, la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo. La intensidad de lluvia se clasifica en ligera, moderada y fuerte según se observa en la tabla 1, criterios para determinar la intensidad de la lluvia.

**Tabla 1. Criterios de Intensidad**

<b>Intensidad</b>	<b>mm/h</b>	<b>Criterios</b>
Ligera	2.5 o menos	Las gotas son fácilmente identificables, unas de otras, las superficies expuestas secas tardan más de dos minutos en mojarse completamente.
Moderada	2.5-7.5	No se pueden identificar gotas individuales, los charcos se forman rápidamente. Las salpicaduras de la precipitación se observan hasta cierta altura del suelo o de otras superficies planas.
Fuerte	> 7.5	La visibilidad es bastante restringida y las salpicaduras que se producen sobre la superficie se levantan varias pulgadas.

**Fuente:** Castillo (2016).

### **Duración**

La duración de la lluvia es el tiempo transcurrido desde el momento que inicia, es decir, desde el momento que cae la primera gota, hasta el momento que deja de llover. Se expresa en minutos o en horas.

## Período de Retorno

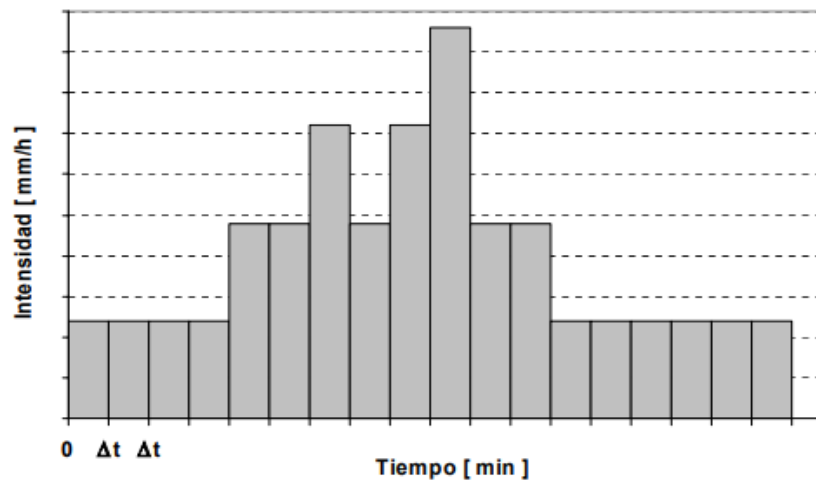
Representa el número de años, en promedio, que deberían transcurrir para que un evento de determinadas características sea igualado o excedido. Se define también como el inverso de la probabilidad de que el evento pueda ocurrir.

## Frecuencia de Ocurrencia

Es la probabilidad que tiene un evento de ser igualado o excedido en un año cualquiera.

### 2.2.12 Hietograma

Es el gráfico que representa un sistema tiempo e intensidades de precipitación, la cantidad de precipitación producida durante una tormenta dada. (Ver Gráfico 1).



**Gráfico 1 Hietograma**

**Fuente:** Hidrología 1 UNC (2006).

La configuración real de un hietograma tiene a una forma acampanada, a los fines de su utilización práctica, se considera la precipitación constante para intervalos de tiempo preestablecidos, de duración menor a la total del aguacero, por lo que los hietogramas adquieren una configuración escalonada. Los valores para su construcción se obtienen a partir de los registros pluviograficos. (Hidrología 1 UNC, 2006).

### **2.2.13 Desarrollo Sustentable**

Es el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983).

#### **Equilibrio de desarrollo sustentable**

- Económico y ecológico viene estableciendo un desarrollo sostenible.
- Económico y social viene estableciendo un desarrollo de equidad.
- Social y ecológico viene estableciendo un desarrollo de viabilidad.
- Económico, social y ecológico un desarrollo sustentable.

### **2.2.14 Tipos y Criterios Sustentables**

Se puede hablar de sustentabilidad ecológica, ambiental, social, política y económica (Guimaraes, 1987: 32-35), de la siguiente manera:

#### **a) Sustentabilidad Ecológica**

Se refiere a la base física del proceso de crecimiento y objetiva la manutención del stock de recursos naturales incorporado a las actividades productivas. Al respecto, se pueden identificar por lo menos dos criterios para su procedimiento:

- Para el caso de los recursos naturales renovables, la tasa de utilización debiera ser equivalente a la tasa de recomposición del recurso empleado en la producción.

Los recursos naturales son todos aquellos bienes obtenidos directamente de la naturaleza que no se agotan, como pueden ser el aire, el agua, los minerales o la luz, resultan esenciales para la vida en el planeta Tierra, esto es tanto para los animales, como para las plantas y los seres humanos.

- Para los recursos naturales no renovables, la tasa de utilización debe ser equivalente a la tasa de sustitución del recurso empleado en el proceso productivo.

Los recursos no renovables son aquellos bienes que ofrece la naturaleza, y que no pueden reponerse. Es decir, que se dispone de cierta dotación y que una vez agotados por el consumo, no habrá más disponible para su uso futuro. Se identifican como recursos naturales no renovables: el petróleo, gas natural, carbón, minerales, metales.

**b) Sustentabilidad Ambiental**

Se refiere a la capacidad de la naturaleza para absorber y recomponerse de las acciones y agresiones antrópicas.

**c) Sustentabilidad Social**

Se orienta al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Se basa en la implementación de criterios de justicia distributiva (distribución de bienes y servicios) y de la universalización de la cobertura de educación, salud, vivienda y seguridad social. Apunta especialmente a disminuir las enormes tasas de pobreza existentes en todas las partes del mundo.

**d) Sustentabilidad Política**

Se refiere a la necesidad de crear espacios democráticos que permitan el desarrollo de la ciudadanía y la participación de las personas en los asuntos propios de la sociedad. Aquí prevalece el criterio de fortalecer las organizaciones sociales y comunitarias y de democratizar la acción del Estado.

**e) Sustentabilidad Económica**

Centrada en la adecuada satisfacción de las necesidades humanas, bajo distintas modalidades a las diversas culturas. Esta debe garantizar, que el desarrollo sea económicamente eficiente, beneficiando todos los agentes del destino o región y que los recursos sean gestionados localmente garantizando su conservación para las generaciones presentes y futuras.

**2.3 Definición de Términos Básicos**

**Aguas subterráneas:** El agua subterránea es aquella que queda almacenada, o se desliza, cuando el agua de lluvia, o la que proviene de ríos o lagos, llega hasta las capas impermeables de la tierra, luego de atravesar las permeables.

**Cauce:** Concavidad del terreno, natural o artificial, por donde corre un río, un canal o cualquier corriente de agua.

**Caudal:** Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

**Cuenca:** Extensión de terreno más ancha y menos profunda que un valle, cuyas aguas se vierten en un río, en un lago o en el mar.

**Embalse:** Gran depósito artificial de agua, construido generalmente cerrando la boca de un valle mediante un dique o presa, que retiene las aguas de un río o de la lluvia para utilizarlas en el riego, abastecer poblaciones o producir energía.

**Escorrentía:** Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.

**Geología:** Ciencia que estudia el origen, formación y evolución de la Tierra, los materiales que la componen y su estructura.

**Hidráulica:** Parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos.

**Humedad:** Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.

**Infiltración:** Se denomina infiltración a la acción de pasar el agua u otra sustancia líquida ya sea en el suelo o en otro espacio.

**Meteorología:** Parte de la física que estudia los fenómenos de la atmósfera, la climatología, el viento, la lluvia, los rayos, etc.

**Período:** Espacio de tiempo durante el cual se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.

**Presión:** Fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

**Topografía:** Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

La siguiente investigación consiste en la elaboración de una guía técnica, sobre el estudio de la precipitación con aplicabilidad en la ingeniería civil enfocada en el marco de la sustentabilidad, el presente capítulo pretende explicar de qué manera se llevara a cabo lo antes expuesto y como se ha de concretar, entendiéndose que el marco metodológico representa según lo afirmado por Tamayo y Tamayo (2012: 36) en “cómo se realizará la investigación, determina el tipo y diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez, confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos”.

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Un proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos, necesidades de organizaciones o grupos sociales según lo expresa (Balestrini, 2002), en este sentido por cuanto el objetivo de esta investigación es desarrollar una guía técnica de hidrología, sobre el estudio de la precipitación y su aplicabilidad en la ingeniería civil en el marco de la sustentabilidad ambiental, se considera que la misma es del tipo de proyecto factible ofreciendo como resultado la elaboración de la guía técnica.

#### **3.2 Nivel de Investigación**

Toda línea de indagación comienza con el descubrimiento de un problema y busca la solución al mismo a través de los diferentes niveles de investigación, los cuales están en concordancia con los objetivos planteados determinando así la profundidad con que se aborda el objeto o fenómeno.

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2010), La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Arias (2012) puntualiza que la investigación es descriptiva por cuanto debe aplicar un instrumento para lograr

información sobre un evento o problemática. Aspecto éste considerado en este estudio, por cuanto es material de apoyo de la materia Hidrología en la UJAP.

### **3.3 Diseño de la Investigación**

Arias (2012) afirma que la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

### **3.4 Población**

Una población es aquella que está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que esta posea se le denominará población y universo. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de totalidad del área que se va a investigar poseen una característica común. Según el criterio de Arias (2012: 81), la población, “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”.

En relación a lo anterior, la población de estudio de la presente investigación está constituida por ciento noventa y cuatro (194) alumnos cursantes entre el séptimo y décimo semestre de la carrera Ingeniería Civil, de la UJAP, del Municipio San Diego, estado Carabobo.

### **3.5 Muestra**

La muestra, según Hernández, Fernández y Baptista (2010: 212), se concibe como: “Un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. Es por esto que se entiende como una agrupación de unidades de una porción total del universo. En otro sentido más específico, no es más que una parte del todo al que se le llama población y que esta porción antes mencionada sirve para ser representada como parte de la investigación.

En el presente trabajo de grado se estableció una muestra al azar y aleatoria, tomando en cuenta de que se trata de una población homogénea, del cuarenta y uno

por ciento (41%), suficientemente representativa para este tipo de estudio (Busot, 1991; Sierra, 2004 citado por Corral, 2015), la cual estuvo conformada por sesenta y nueve (79) estudiantes cursantes entre séptimo y décimo semestre de la UJAP, del Municipio San Diego, estado Carabobo.

### **3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario utilizar herramientas que permiten recolectar el mayor número de información, con el fin de obtener un conocimiento más amplio de la realidad de la problemática estudiada. La técnica que se utilizó en esta investigación fue la encuesta, Arias (2012:69) la define como “técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular”.

Enfocado en el objetivo de la investigación, el instrumento, se define como “el conjunto de preguntas, representadas en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se mide la reacción de los sujetos a los que se les administra” definido por Baptista (2002).

En la presente investigación las respuestas fueron medidas aplicando la escala actitudinal de Liker ante los cuales los sujetos debieron manifestarse, indicando su postura es una escala aditiva (totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni en acuerdo ni desacuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo). (Ver apéndice A).

### **3.7 Validez y Confiabilidad del Instrumento**

La validez del instrumento se llevó a cabo través de la validez de contenido definida por Sierra (2004: 81) “como el grado de dominio de lo que se mide, se refiere a la naturaleza del tema o contenido sobre el que versa el instrumento, se determina antes de la aplicación del instrumento sometiendo el mismo al juicio de experto”. El instrumento utilizado fue sometido a consideración y juicio de expertos con el fin de evaluar y determinar la validez del instrumento. (Ver apéndice B).

En cuanto a la confiabilidad, es definida por Hernández y Otros (2008: 313) como “al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados”. Es la capacidad que tiene el instrumento de registrar los mismos

resultados en repetidas ocasiones. En cuanto a la confiabilidad del instrumento con escala de Likert se hizo uso del coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach, aplicando una prueba piloto a setenta y nueve (79) individuos lo que permitió establecer su grado de confianza. (Ver apéndice C). El resultado de la escala de interpretación del coeficiente determina que el instrumento es altamente confiable.

### **3.8 Fases de la Investigación**

Con el fin de llevar a cabo una correcta metodología en la investigación, que permita al lector entender de manera secuencial y ordenada los pasos necesarios a seguir para la ejecución y consumación del objetivo principal del presente trabajo, se señalan a continuación, las fases en las que se desarrollara el tema en estudio:

#### **Fase I. Diagnosticar la situación actual, en la parte didáctica de la materia de hidrología sobre la precipitación.**

En la presente fase se procede a diagnosticar la relación teórico práctica de la materia, se utiliza el método de la encuesta a estudiantes de ingeniería civil para conocer si resulta factible una guía técnica sobre la precipitación con base en la sustentabilidad ambiental.

#### **Fase II. Recopilar y procesar información documental teórica, práctica y registros de datos, sobre la precipitación.**

En esta fase se procede a recopilar información documental sobre precipitación apoyándonos en registros de datos de intensidad de lluvia ya existentes en Venezuela y en el desarrollo sustentable para obtener un equilibrio ambiental en las obras civiles. Además, definir los conceptos básicos teóricos que fundamenten la investigación y diagnosticar la factibilidad de la guía técnica.

#### **Fase III. Evaluar el contenido de aplicación práctica en el tema de precipitación; Tipo de ejercicio, actualización de los mismos, aplicabilidad, uso de herramientas tecnológicas.**

Una vez que ya se haya obtenido toda la información necesaria se procede a evaluar el contenido, tomando en cuenta los criterios necesarios para el tipo de ejercicio, determinando casos reales de aplicabilidad para la precipitación, viendo

que contenido esta actualizado para su elaboración y manejando las herramientas tecnológicas necesarias.

**Fase IV. Diseñar ejercicios aplicados a situaciones propias de la ingeniería civil.**

- Definir la data de estaciones anuales mensuales, precipitación máxima para así diseñar ejercicios de datos faltantes, datos englobados, hietograma, curva de masa, curvas IDF.
- Resolver ejercicios aplicados a situaciones propias de la ingeniería civil.
- Plantear ejercicios propuestos utilizando las datas de estaciones reales

**Fase V. Redactar guía técnica**

En esta fase se procede a realizar la guía técnica con los ejercicios realizados dando a conocer paso a paso el proceso para el mejor estudio de la precipitación en la materia de hidrología para los estudiantes en la ingeniería civil. (Ver Apéndice D).

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Diagnóstico de la Situación actual en la parte Didáctica de la Materia de Hidrología sobre la Precipitación**

Se evaluó si es viable una guía técnica sobre la precipitación, el cual se realizó mediante el instrumento de la encuesta, la cual fue diseñada en función de los objetivos propuestos en la investigación. Por lo cual, se muestran los resultados obtenidos y el análisis de los datos del diagnóstico. Se realizó el análisis de los mismos, se procedió a ordenar la información, tabular y levantar los resultados mediante la aplicación de Google encuesta, con el objetivo de visualizar los resultados del instrumento.

La población de los estudiantes de Ingeniería civil de los semestres comprendidos entre el séptimo y décimo, es de ciento noventa y cuatro (194), en el presente instrumento se tomó una muestra del cuarenta y uno por ciento (41%) de la población de estudio, esto quiere decir que se tomaron en cuenta a setenta y nueve (79) individuos cursantes de la carrera.

Se elaboró el cuestionario siguiendo el modelo de escala tipo liker, se ofreció las posibilidades de respuesta quedando de la siguiente manera: **totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni desacuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo**, donde los resultados de la escala se sumaron para entender la necesidad del sujeto.

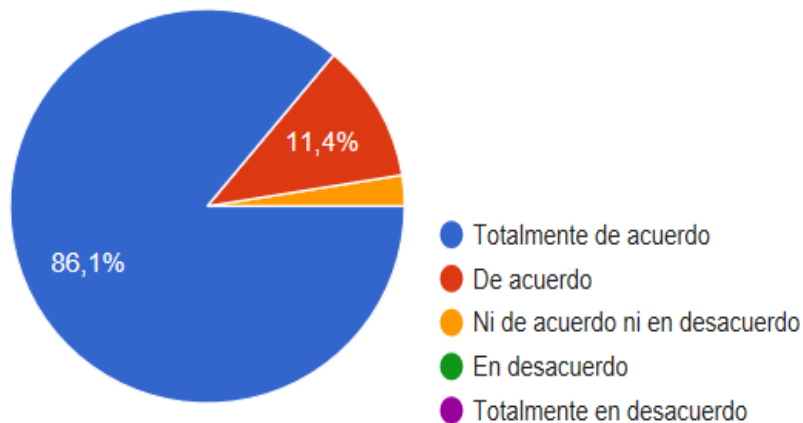
A continuación, se muestran los resultados de cada ítem, su análisis e interpretación:

**Ítems 1.** El estudiante de Ingeniería Civil de la UJAP necesita contar con fuentes de información que le permitan conocer de manera más profunda el tema de la precipitación.

**Tabla 2 Resultado del Ítem 1**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	68	86,1
<b>De acuerdo</b>	9	11,4
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	2	2,5
<b>En desacuerdo</b>	0	0
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).



**Gráfico 2 Resultado del Ítem 1**

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

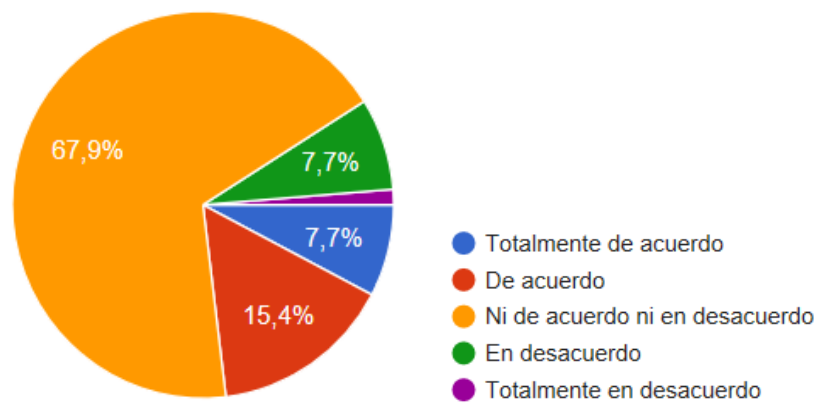
En el gráfico 2, se puede observar que 86,1 % de las personas a las cuales se le aplicó el cuestionario, consideran que el estudiante de Ingeniería Civil de la UJAP necesita contar con fuentes de información que le permitan conocer de manera más profunda el tema de la precipitación.

**Ítems 2.** El estudiante de Ingeniería Civil de la UJAP tiene conocimientos amplios sobre la sustentabilidad.

**Tabla 3 Resultado del ítem 2**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	6	7,7
<b>De acuerdo</b>	12	15,4
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	53	67,9
<b>En desacuerdo</b>	6	7,7
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	2	1,8

Fuente: Corcuera, Rojas (2018).



**Gráfico 3 Resultado del ítem 2**

Fuente: Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

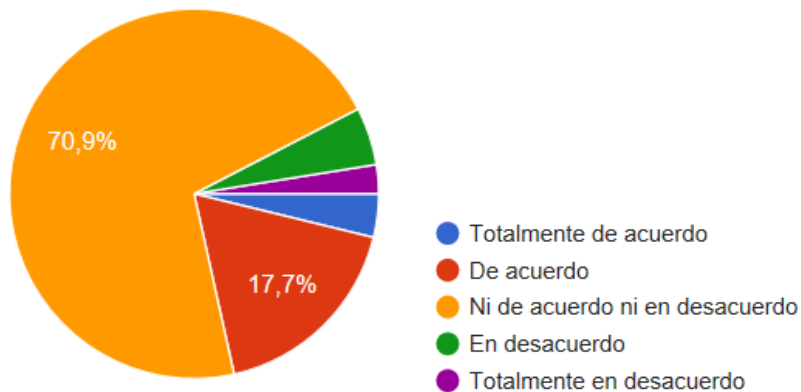
En el gráfico anterior se observa que el 67,9 % de los alumnos de Ingeniería civil conciertan en Ni de acuerdo ni en desacuerdo, tomando en consideración este resultado de manera detallada, se observa que existe un conocimiento intermedio del tema de sustentabilidad.

**Ítems 3.** Para el estudio aplicado de la materia de hidrología la UJAP cuenta con suficiente data actualizada de estaciones de precipitación.

**Tabla 4 Resultado del Ítem 3**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	3	3,8
<b>De acuerdo</b>	14	17,7
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	56	70,9
<b>En desacuerdo</b>	4	5,1
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	2	2,5

**Fuente:**Corcuera, Rojas (2018)



**Gráfico 4 Resultado del ítem 3**

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

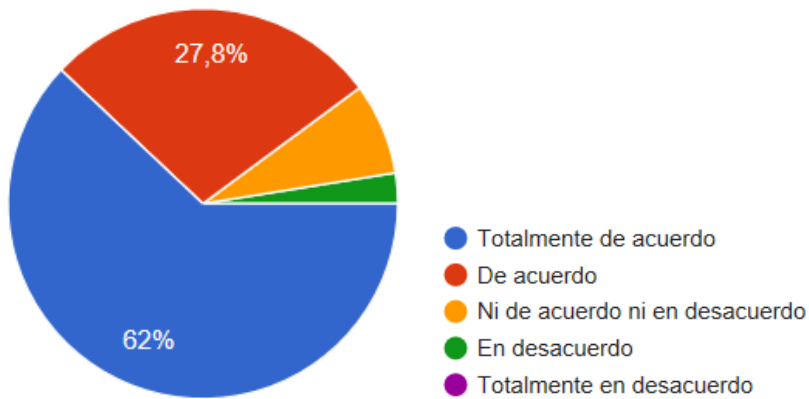
El resultado de este ítem, indica que más del 70,9 % ni está de acuerdo ni en desacuerdo, esto quiere decir que los estudiantes de Ingeniería Civil afirman que hay data de precipitación, pero no la suficiente para un estudio aplicado.

**Ítems 4.** La universidad cuenta con poco material de apoyo para cálculos teóricos y prácticos sobre Análisis de consistencia y Análisis de Intensidad – Duración - Frecuencia.

**Tabla 5 Resultado del Ítem 4**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	49	62
<b>De acuerdo</b>	22	27,8
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	6	7,6
<b>En desacuerdo</b>	2	2,5
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

Fuente: Corcuera, Rojas (2018).



**Gráfico 5 Resultado del ítem 4**

Fuente: Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

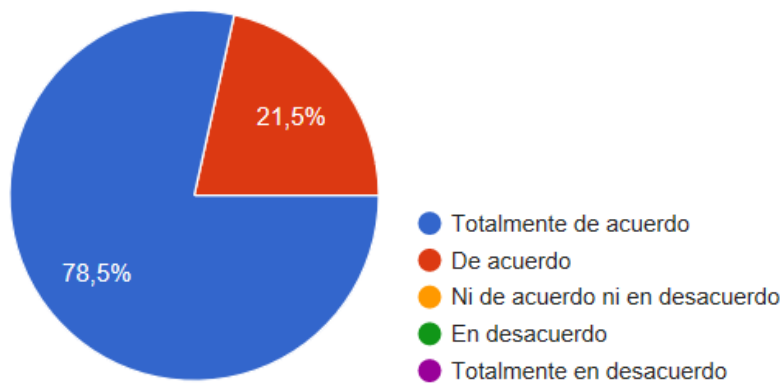
Esta respuesta es muy significativa y la gráfica indica, que un 62 % de los estudiantes de Ingeniería civil se encuentran totalmente de acuerdo que la universidad cuenta con poco material de apoyo para cálculos teóricos y prácticos sobre Análisis de consistencia y Análisis de Intensidad – Duración - Frecuencia.

**Ítems 5.** Un ingeniero civil debe conocer que la precipitación se refiere a la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre, que mantiene el equilibrio y sustento de todos los ecosistemas.

**Tabla 6 Resultado del Ítem 5**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	62	78,5
<b>De acuerdo</b>	17	21,5
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	0	0
<b>En desacuerdo</b>	0	0
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).



**Gráfico 6 Resultado del ítem 5**

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

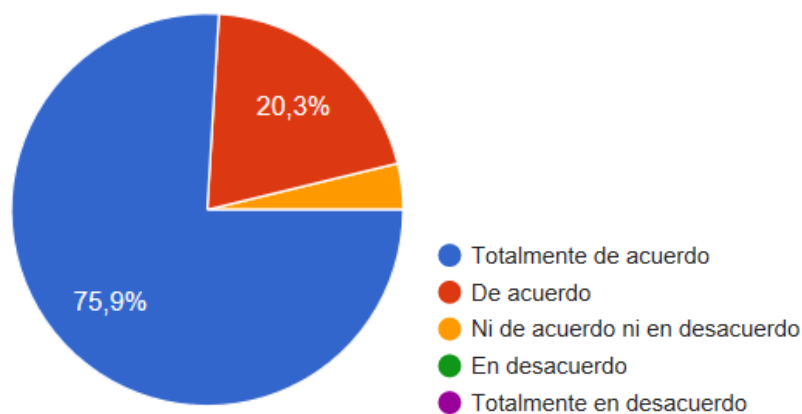
El resultado de la gráfica es muy claro; donde un 78,5 % de los estudiantes están totalmente de acuerdo con que un ingeniero civil debe tener conocimiento de los términos de precipitación.

**Ítems 6.** En el país no se tiene conciencia que, en el contexto urbano y rural, los asentamientos humanos han provocado desequilibrios hidrológicos en las cuencas de ríos y arroyos.

**Tabla 7 Resultado del Ítem 6**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	60	75,9
<b>De acuerdo</b>	16	20,3
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	3	3,8
<b>En desacuerdo</b>	0	0
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018)



**Gráfico 7 Resultado del Ítem 6**

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

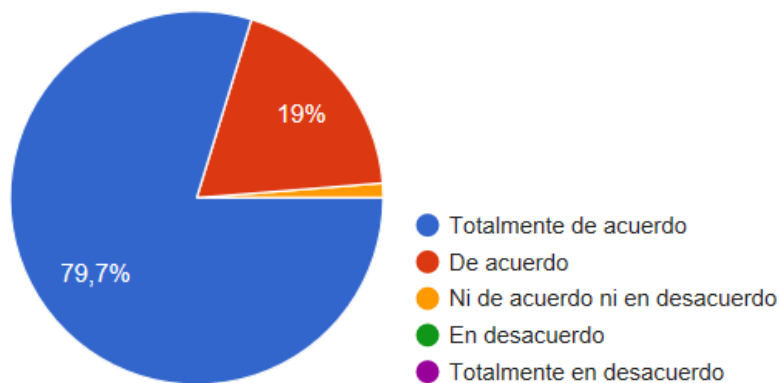
La grafica afirma que, un 75,9 % de la población de estudio, están totalmente de acuerdo de que el país no tiene conciencia que, los asentamientos humanos han provocado desequilibrios hidrológicos en las cuencas de ríos y arroyos.

**Ítems 7.** A nivel de ingeniería civil las precipitaciones influyen de manera directa en el diseño, construcción, conservación, funcionamiento y mantenimiento de las obras civiles debido a los efectos que dicho fenómeno pueda causar.

**Tabla 8 Resultado del ítem 7**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	63	79,7
<b>De acuerdo</b>	15	19
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	1	1,3
<b>En desacuerdo</b>	0	0
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

Fuente: Corcuera, Rojas (2018)



**Gráfico 8 Resultado del ítem 7**

Fuente: Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

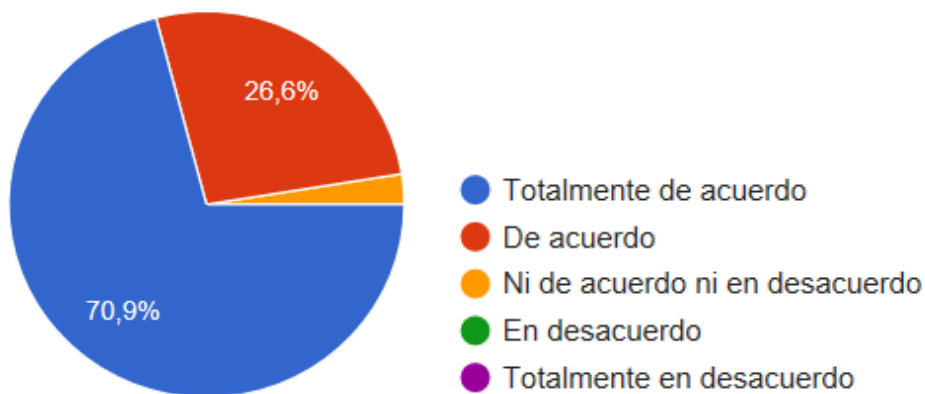
En relación a los resultados obtenidos en el ítem 7, el 79,7 % de los estudiantes, están totalmente de acuerdo que, a nivel de ingeniería civil la precipitación influye de manera directa en el diseño, construcción, conservación, funcionamiento y mantenimiento de las obras civiles debido a los efectos que dicho fenómeno pueda causar.

**Ítems 8.** La realización de una guía técnica de Hidrología basada en ejercicios sobre precipitación, brindará aporte sustancial para que el estudiante en sus inicios incursione de manera segura del estudio de la materia.

**Tabla 9 Resultado del Ítem 8**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	56	70,9
<b>De acuerdo</b>	21	26,6
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	2	2,5
<b>En desacuerdo</b>	0	0
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

Fuente: Corcuera, Rojas (2018)



**Gráfico 9 Resultado del ítem 8**

Fuente: Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

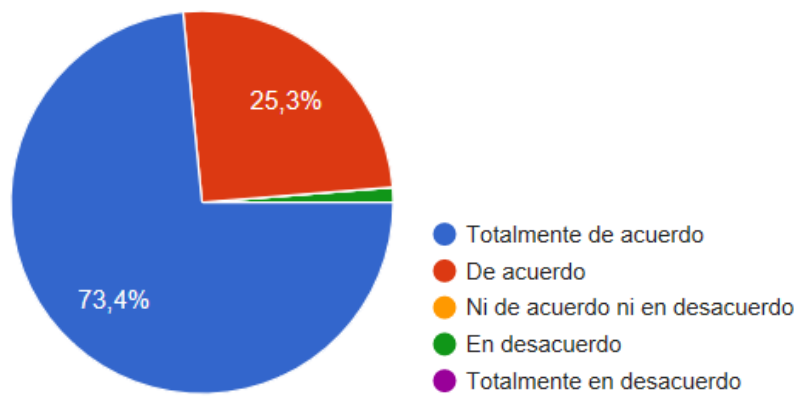
El ítem 8 arroja que, un 70,9 % de la población de estudio, están totalmente de acuerdo con la realización de una guía técnica de Hidrología basada en ejercicios sobre precipitación.

**Ítems 9.** Contar con información, además de ejercicios propuestos y resueltos de manera explicativa, basados en la sustentabilidad permitiría al estudiante de Ingeniería Civil disponer de mayor apoyo para entender el fenómeno de la precipitación.

**Tabla 10 Resultado del Ítem 9**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	58	73,4
<b>De acuerdo</b>	20	25,3
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	1	1,3
<b>En desacuerdo</b>	0	0
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).



**Gráfico 10 Resultado del Ítem 9**

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

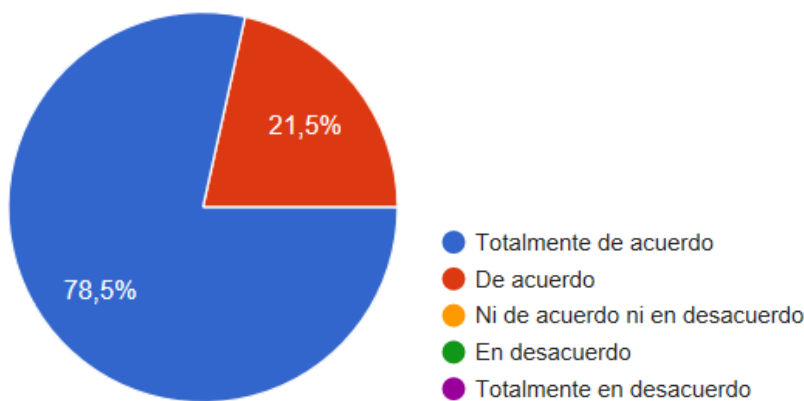
El resultado de la gráfica expresa que el 73,4% de los estudiantes de Ingeniería Civil están total acuerdo de que, si se tiene información, además de ejercicios propuestos y resueltos de manera explicativa, basados en la sustentabilidad permitiría tener mayor apoyo sobre la precipitación.

**Ítems 10.** El diseño de una Guía técnica para el estudio y cálculo hidrológico de la precipitación, contribuiría en forma efectiva y eficaz en la preparación profesional de los egresados de Ingeniería Civil de la UJAP.

**Tabla 11 Resultado del Ítem 10**

	#	%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	62	78,5
<b>De acuerdo</b>	17	21,5
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	0	0
<b>En desacuerdo</b>	0	0
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).



**Gráfico 11 Resultado del ítem 10**

**Fuente:** Corcuera, Rojas (2018).

**Análisis:**

Este ítem determinó que el 78,5 % de los estudiantes están en total acuerdo en el diseño de una Guía técnica para el estudio y cálculo hidrológico de la precipitación, contribuiría en forma efectiva y eficaz en la preparación profesional de los egresados de Ingeniería Civil de la UJAP.

**4.2 Análisis General de los Gráficos**

- Resaltó la factibilidad y necesidad de contar con una guía técnica basada en la precipitación aplicada para la ingeniería civil, bajo el marco de la sustentabilidad ambiental y la factibilidad nace en base a las respuestas obtenida de los estudiantes; por cuanto resaltaron vacíos cognitivos, quizás por el tiempo en el cual se explica en clase; además no es suficiente para comprender todos los métodos que se aplican debido a lo extenso del tema.

- Siendo esta guía un gran apoyo para los estudiantes al momento de cursar la materia.

#### **4.3 Información documental teórica, práctica y registros de datos**

Se recolectó información de textos impresos, documentos técnicos, trabajos de grado, textos digitales, el cual se usó para recopilar una base de información que inicia de las definiciones básicas sobre precipitación, los instrumentos utilizados, los registros de la data de las estaciones meteorológicas, los diferentes métodos de cálculo de precipitación y su relación con el desarrollo sustentable.

#### **4.4 Contenido de aplicación práctica en el tema de precipitación; Tipo de ejercicio, actualización de los mismos, aplicabilidad, uso de herramientas tecnológicas**

Se evaluó y se seleccionó la información más actualizada de la precipitación, se determinó las datas de las estaciones de Guataparo para desenglobar y completar los registros de altura de agua de la estación, mediante herramientas tecnológicas de Microsoft Excel, se analizó distintos ejercicios de los métodos de precipitación media, curvas IDF.

#### **4.5 Ejercicios Aplicados en situaciones propias de la ingeniería civil**

Se diseñó ejercicios de precipitación aplicados en situaciones propias de la ingeniería civil, basándonos en las estaciones de Guataparo, aplicando los métodos de datos faltantes, datos englobados, hietogramas y curva de masa, además se diseñó ejercicios sobre los distintos métodos de precipitación media, y por último distintas formas de elaboración de las curvas IDF.

#### **4.6 Guía Técnica**

En esta fase, una vez ya obtenida toda la información y el diseño de ejercicios de precipitación; se procedió a redactar la guía técnica, demostrando paso a paso como resolver ejercicios en cada contenido presentado y se elaboraron distintos ejercicios propuestos para las personas que deseen información del contenido. (Ver Apéndice D).

Siendo el núcleo de este proceso investigativo, de ahí que se diseñaron los puntos más importantes que debe dominar el profesional de ingeniería civil en

cuanto a hidrología, específicamente del tema de precipitación, aplicando y resolviendo ejercicios prácticos. Dejando otros propuestos para ser aplicados por los estudiantes, usando la data de la Estación Guataparó. La guía en cuestión, posee los siguientes capítulos con el contenido especificado, complementado todas las bases teóricas pertinentes, con figuras, gráficos y tablas que permiten ampliar el conocimiento que puede obtener el estudiante del material teórico. Siendo el contenido de la misma:

**Capítulo 1.** Definiciones básicas: se definieron los términos básicos usados en los demás capítulos.

**Capítulo 2.** Registros de datos de precipitación: Introducción, instrumentos utilizados para la captación de datos, las unidades de medición, las estaciones de medición, los análisis exploratorios de datos faltantes, análisis de consistencia, representación de la data de precipitación, ejercicios y ejercicios propuestos.

**Capítulo 3.** Métodos para la estimación media de la cuenca: introducción, métodos para la estimación media de la cuenca, ejercicios resueltos y ejercicios propuestos.

**Capítulo 4.** Curvas intensidad, duración y frecuencia: Introducción, procedimientos para calcular las curvas de intensidad, duración y frecuencia, los diferentes métodos que se pueden usar a preferencia del usuario, ejercicios y ejercicios propuestos.

**Capítulo 5.** Aplicación de la precipitación en el marco de la sustentabilidad: introducción, desarrollo sustentable, métodos de captación, aprovechamiento de la precipitación.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Una vez desarrollada la investigación, en cuanto a obtención de material teórico y mediante la herramienta de la encuesta, se puede afirmar que la propuesta de una guía técnica basada en el estudio de la precipitación aplicada en la ingeniería civil en el marco de sustentabilidad ambiental, es factible y necesaria. Esto, debido a la existencia de vacíos cognitivos en algunas áreas de la cátedra de Hidrología para los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, debido a que a pesar de que éstos cuentan con recursos proporcionados por la casa de estudio, surgen dudas o falsos criterios en la aplicabilidad de teorías al momento del estudio de la precipitación.

A tal efecto, se procedió a indagar sobre la hidrología, en específico el área de precipitación, para poder seleccionar el contenido utilizado como base para el sustento de la propuesta; en cuanto a la selección de la bibliografía correspondiente a la asignatura, para el desarrollo de la guía se tomó en consideración los libros más empleados, desarrollando así un contenido inequívoco.

Por otra parte, se procedió a investigar los requisitos teóricos y prácticos sobre los parámetros establecidos en el desarrollo de la asignatura, para así ejercer un buen funcionamiento de las instrucciones que serán presentadas en la guía con respecto a los temas encontrados. Una vez formulada toda la estructura se elabora el diseño de la guía con las exigencias necesarias para ser de tipo investigación.

La guía técnica será de apoyo para los estudiantes de ingeniería civil, que busquen información sobre el tema de precipitación y deseen conocimientos sobre el contenido, si se da un buen manejo a la guía podrá incrementar sus conocimientos.

Debido a la experiencia de la presente investigación, se tienen los parámetros de diversas guías, en próximas investigaciones. Todos los análisis de las variables estudiadas conllevan a cumplir con el objetivo general de la investigación el cual

fue diseñar una guía técnica de hidrología, que desarrolle el tema de precipitación incluyendo ejercicios de aplicabilidad de la ingeniería civil en el marco de la sustentabilidad ambiental.

## **5.2 Recomendaciones**

- En la presente guía no estarán abarcados todos los puntos que pueden desarrollarse diariamente en el área hidrológica, en precipitación, se recomienda leer otras literaturas.
- Se deberá realizar actualizaciones de métodos, basados en procedimientos innovadores, con el paso del tiempo, con respecto a la discontinuidad de los métodos en el futuro.
- El material queda sujeto a revisión, debido a que toda Guía técnica no sale en la primera edición.
- Que se finiquiten todas las guías técnicas de hidrología, y den una visión completa del contenido de la materia, como apoyo didáctico a la asignatura.
- Que la guía técnica se utilice para el dictado de la materia.

## BIBLIOGRAFÍA

### Impresas

Arias, F. (2012). **El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica**. Sexta edición. Caracas, Venezuela: Episteme

Balestrini, M. (2002). **Como se Elabora el Proyecto de Investigación, Para los Estudios Descriptivos, Diagnósticos, Evaluativos, Formulación de Hipótesis Causales, Experimentales y los Proyectos Factibles**. Sexta edición. Caracas, Venezuela: BL Consultores Asociados, Servicio Editorial.

Guevara Edilberto, Cartaya Humberto (1991). **Una Introducción a la Ciencia Hidrológica Aplicada**. Primera edición. Valencia, Venezuela: GUECA.

Bazao, Lorenzo (2014). **Hidrología I, Ciclo Hidrológico**. Ediciones La Castellana. España –Valencia.

Guevara Edilberto, Cartaya Humberto (2004). **Hidrología Ambiental**. Primera edición. Valencia, Venezuela

Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (1994). **Metodología de la Investigación**. México: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2003). **Metodología de la Investigación**. México: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2008). **Metodología de la Investigación**. México: McGraw-Hill Interamericana.

LinsleyRay, Kohler Max, Paul Joseph (1977). **Hidrología para Ingenieros**. Segunda Edición Estados Unidos.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2012). **El proceso de la investigación científica**. (5° Ed.). México, D.F., México: Limusa, S.A.

### **Digitales**

Bateman, Allen. (2007). **Hidrología Básica y aplicada**. Disponible en: <https://www.upct.es/~minaees/hidrologia.pdf>. Consultado: Diciembre 4, 2017.

Borjas Jaime, Luque María (2004). **Análisis hidrológico de la cuenca del río Apón hasta la estación hacienda El Capitán**. Realizado en la Universidad Rafael Urdaneta. Disponible en: <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-04-00592.pdf>. Consultado: Diciembre 4, 2017.

Cahuana Agustín, Yugar Weimar (2009). “**Material de apoyo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura de Hidrología CIV-233**”. Disponible en: <http://civil.fcyt.umss.edu.bo/index.php?r=proyecto%2Fpdf&id=148>. Consultado: Diciembre 4, 2017.

Castillo, Emerly. (2016). **Ficha Técnica Curvas IDF**. Disponible en: <file:///C:/Users/Camila/Desktop/TESIS/MATERIAL/FICHA%20TÉCNICA%201%20CURVA%20IDF%20ACTUALIZADO%20MARZO%202016.pdf>. Consultado: Diciembre 4, 2017.

Chereque, Wendor. (1989). **Hidrología para estudiantes de ingeniería civil.**

Disponible en: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28689/hidrologia.pdf>. Consultado: Diciembre 4, 2017.

Christopher D. Hill, Firoz Verjee. (2012). **Guía de referencia para sistemas**

**de alerta temprana en crecidas repentinas.** Disponible en: [www.met.ed.ucar.edu/communities/hazwarnsys/ffewsrg\\_es/FF\\_EWS.ppt](http://www.met.ed.ucar.edu/communities/hazwarnsys/ffewsrg_es/FF_EWS.ppt). Consultado: Noviembre 17, 2017.

*Díaz José, (2006).* **Orientaciones para la elaboración de guías de estudio y**

**trabajo.** Disponible en: [www.razonypalabra.org.mx/N/N75/varia\\_75/01\\_Diaz\\_V75.pdf](http://www.razonypalabra.org.mx/N/N75/varia_75/01_Diaz_V75.pdf). Consultado: Diciembre 4, 2017.

Gómez Holman (2016). **Análisis de incertidumbre en modelos hidrológicos**

**usando HEC-HMS.** Bogotá, D.C. Colombia. Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/366/1/CD-Especialización%20en%20Recursos%20Hidráulicos-1020744138.pdf>. Consultado: Diciembre 4, 2017.

Guimaraes, Ernesto (1987). **Desarrollo Sustentable.** Disponible en:

<http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/ecologia/guimaraes.pdf>. Consultado: Noviembre 17, 2017.

Pérez Assiel, Vanegas Lizeth (2016). **Estudio Hidrológico e Hidráulico en la**

**zona baja de la cuenca del río frío en el municipio de Chía.** Bogotá, D.C. Colombia. Disponible en: <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/handle/11362/11362/1/Estudio%20Hidrol%C3%B3gico%20e%20Hidr%C3%A1ulico%20en%20la%20zona%20baja%20de%20la%20cuenca%20del%20r%C3%ADo%20fr%C3%ADo%20en%20el%20municipio%20de%20Ch%C3%ADa.pdf>.

edu.co/bitstream/10983/6166/4/Documento%20Trabajo%20de%20Graduado.pdf. Consultado: Diciembre 4, 2017.

Pino, Durán (2010). **Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable.** Disponible en: <http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/CT%202010/41008.pdf>. Consultado: Noviembre 17, 2017.

Reyna, María. (2012). **Acoplamiento De Los Procesos De Escurrimiento Superficial E Infiltración.** Disponible en: [http://www.efn.uncor.edu/archivos/doctorado\\_cs\\_ing/reyna/](http://www.efn.uncor.edu/archivos/doctorado_cs_ing/reyna/). Consultado: Marzo 11, 2018.

Rojas Noel, Elizabeth Erica (2015). **Nivel de conocimiento y grado de cumplimiento de las medidas de bioseguridad en el uso de la protección personal aplicados por el personal de enfermería que labora en la estrategia nacional de control y prevención de la tuberculosis de una red de salud - Callao 2015.** Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4173>. Consultado: Marzo 11, 2018.

Rojas, Nazareth, (2011). **Curvas de intensidad, duración y frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas.** Disponible en: [www.mag.go.cr/informacion/curso\\_agua\\_pluvial/cidf\\_mecanicas.pdf](http://www.mag.go.cr/informacion/curso_agua_pluvial/cidf_mecanicas.pdf). Consultado: Noviembre 17, 2017.

Sánchez San Román, Francisco. (2007). **Hidrología superficial y subterránea.** Universidad Salamanca España. Disponible en: [https://www1.uah.es/estudios//asignaturas/descarga\\_fichero.asp?CodA](https://www1.uah.es/estudios//asignaturas/descarga_fichero.asp?CodA)

sig=670016&CodPlan=G670&Anno=2012-13. Consultado: Diciembre 4, 2017.

UNC. (2006). **Hidrología 1**. Disponible en: [www.cazadoresdecrecidas.unc.edu.ar/files/RevistaCETAfinal2-.pdf](http://www.cazadoresdecrecidas.unc.edu.ar/files/RevistaCETAfinal2-.pdf). Consultado: Noviembre 17, 2017.

Verdú Arnal, Joan M. (2013). **Análisis y modelización de la respuesta hidrológica y fluvial de una extensa cuenca de montaña mediterránea (río Isábena, Pre-Pirineo)**. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8233/Tjmvalde1.pdf?sequence=1>. Consultado: Marzo 11, 2018.

# APÉNDICE

## APÉNDICE A



### CUESTIONARIO

		1	2	3	4	5
1	El estudiante de Ingeniería Civil de la Ujap necesita contar con fuentes de información que le permitan conocer de manera más profunda el tema de la precipitación.					
2	El estudiante de Ingeniería Civil de la UJAP tiene conocimientos amplios sobre la sustentabilidad.					
3	Para el estudio aplicado de la materia de hidrología la UJAP cuenta con suficiente data actualizada de estaciones de precipitación.					
4	La universidad cuenta con poco material de apoyo para cálculos teóricos y prácticos sobre Análisis de consistencia y Análisis de Intensidad - Duración - Frecuencia.					
5	Un ingeniero civil debe conocer que la precipitación se refiere a la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre, que mantiene el equilibrio y sustento de todos los ecosistemas.					
6	En el país no se tiene conciencia que, en el contexto urbano y rural, los asentamientos humanos han provocado desequilibrios hidrológicos en las cuencas de ríos y arroyos.					
7	A nivel de ingeniería civil las precipitaciones influyen de manera directa en el diseño, construcción, conservación, funcionamiento y mantenimiento de las obras civiles debido a los efectos que dicho fenómeno pueda causar.					
8	La realización de una guía técnica de Hidrología basada en ejercicios sobre precipitación, brindará aporte sustancial para que el estudiante en sus inicios incurriera de manera segura del estudio de la materia.					
9	Contar con información, además de ejercicios propuestos y resueltos de manera explicativa, basados en la sustentabilidad permitiría al estudiante de Ingeniería Civil disponer de mayor apoyo para entender el fenómeno de la precipitación.					
10	El diseño de una Guía técnica para el estudio y cálculo hidrológico de la precipitación, contribuiría en forma efectiva y eficaz en la preparación profesional de los egresados de Ingeniería Civil de la UJAP.					



## APÉNDICE B



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**Profesora:**

Ing Alicia de Pizzella

Por medio de la presente nos dirigimos a usted con el fin de solicitar la evaluación del cuestionario que se anexa, para recabar información sobre la elaboración de la tesis titulada **GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA, ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**, realizada por los estudiantes Corcuera A. Paolo A. y Rojas A. María C.

La elaboración del cuestionario es tipo escala de likert, con las siguientes propuesta y calificación:

Totalmente de acuerdo	1
De acuerdo	2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	4
Totalmente en desacuerdo	5

En espera de su validación, o de sus observaciones.

*Alicia de Pizzella*  
459880

**HOJA DE VALIDACIÓN**

**Instrumento** Cuestionario dirigido a los estudiantes de Ing. Civil de la Ujap para recabar información sobre la realización de la tesis titulada **GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA, ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**, realizada por los estudiantes **Cervantes A. Paolo A. y Rojas A. María C.**

ÍTEM	1		2		3	
	si	no	si	no	si	no
Aspectos						
1-La redacción del ítem es clara	✓		✓		✓	
2-El ítem tiene coherencia interna	✓		✓		✓	
3-El ítem induce a la respuesta	✓		✓		✓	
4-El ítem mide lo que se pretende	✓		✓		✓	

ÍTEM	4		5		6	
	si	no	si	no	si	no
Aspectos						
1-La redacción del ítem es clara	✓		✓		✓	
2-El ítem tiene coherencia interna	✓		✓		✓	
3-El ítem induce a la respuesta	✓		✓		✓	
4-El ítem mide lo que se pretende	✓		✓		✓	

ÍTEM	7		8		9		10	
	si	no	si	no	si	no	si	no
Aspectos								
1-La redacción del ítem es clara	✓		✓		✓		✓	
2-El ítem tiene coherencia interna	✓		✓		✓		✓	
3-El ítem induce a la respuesta	✓		✓		✓		✓	
4-El ítem mide lo que se pretende	✓		✓		✓		✓	

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

*Hecho el 13 de octubre del 2018*



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**Profesora:**  
Ingl. gile Riera

Por medio de la presente nos dirigimos a usted con el fin de solicitar la evaluación del cuestionario que se anexa, para recabar información sobre la elaboración de la tesis titulada **GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA. ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**, realizada por los estudiantes Corcuera A. Paolo A. y Rojas A. Maria C.

La elaboración del cuestionario es tipo escala de likert, con las siguientes propuesta y calificación:

Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

En espera de su validación, o de sus observaciones.

*Gile Riera*  
1037643

**HOJA DE VALIDACIÓN**

**Instrumento** Cuestionario dirigido a los estudiantes de Ing. Civil de la Ujappara recabar información sobre la realización de la tesis titulada **GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA, ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**, realizada por los estudiantes Corcuera A. Paolo A. y Rojas A. María C.

ÍTEM	1		2		3			
	si	no	si	no	si	no		
Aspectos								
1 La redacción del ítem es clara	✓		✓		✓			
2-El ítem tiene coherencia interna	✓		✓		✓			
3-El ítem induce a la respuesta	✓		✓		✓			
4-El ítem mide lo que se pretende	✓		✓		✓			
ÍTEM	4		5		6			
Aspectos	si	no	si	no	si	no		
1 La redacción del ítem es clara	✓		✓		✓			
2-El ítem tiene coherencia interna	✓		✓		✓			
3-El ítem induce a la respuesta	✓		✓		✓			
4-El ítem mide lo que se pretende	✓		✓		✓			
ÍTEM	7		8		9		10	
Aspectos	si	no	si	no	si	no	si	no
1 La redacción del ítem es clara		✓	✓		✓		✓	
2-El ítem tiene coherencia interna	✓		✓		✓		✓	
3-El ítem induce a la respuesta	✓		✓		✓		✓	
4-El ítem mide lo que se pretende	✓		✓		✓		✓	

**CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

*E. Rojas*  
4037643

# APÉNDICE C

CUESTIONARIO APLICADO A 79 ESTUDIANTES  
COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH

ITEM	ITEM										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	40,0
2	4	4	4	4	3	4	4	4	3	5	39,0
3	4	5	4	4	3	4	4	4	3	5	40,0
4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	5	38,0
5	3	4	5	4	4	4	3	4	3	5	39,0
6	4	2	3	3	4	3	3	3	4	5	34,0
7	5	3	4	3	3	3	3	3	4	4	35,0
8	5	3	3	3	3	4	4	3	4	5	37,0
9	2	3	4	5	2	4	4	3	2	5	34,0
10	3	4	4	4	4	4	4	4	2	5	39,0
11	2	4	4	4	3	5	2	4	4	5	37,0
12	3	5	5	4	4	4	4	4	3	5	41,0
13	2	5	4	4	3	4	4	4	4	4	38,0
14	3	4	3	3	2	2	4	5	3	4	33,0
15	2	4	3	4	4	2	5	4	3	4	35,0
16	3	5	5	3	4	4	5	4	3	4	40,0
17	4	4	4	3	4	4	4	2	4	4	37,0
18	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	38,0
19	4	5	4	4	3	5	4	4	4	3	40,0
20	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	37,0
21	4	5	3	5	4	3	3	2	4	4	37,0
22	4	4	3	5	4	5	3	4	4	4	40,0
23	4	4	3	4	5	3	2	4	3	3	35,0
24	5	4	3	4	5	5	4	4	4	3	41,0
25	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	36,0
26	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	36,0
27	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	37,0
28	5	4	4	4	3	4	5	4	3	4	40,0
29	5	5	3	4	4	3	4	3	3	3	38,0
30	5	5	4	4	4	4	4	3	3	4	40,0
31	5	5	3	3	3	4	5	3	2	3	36,0
32	4	4	5	4	4	2	3	3	3	5	37,0
33	4	3	3	5	3	3	4	3	4	5	37,0
34	3	3	3	5	4	3	3	3	5	3	35,0
35	3	3	3	5	4	4	3	3	2	5	35,0
36	3	5	3	4	4	4	3	4	4	5	40,0
37	5	5	3	4	3	3	3	4	3	5	38,0
38	4	4	5	4	4	3	3	3	3	4	37,0
39	5	4	5	3	3	5	4	4	3	2	38,0
40	5	5	5	3	3	3	4	5	3	5	41,0
41	5	4	3	3	2	2	4	5	3	5	36,0
42	5	4	3	4	4	2	5	4	3	5	39,0
43	5	5	3	5	3	1	3	4	3	5	37,0
44	5	4	4	3	3	3	5	2	3	5	37,0
45	4	3	4	4	5	4	5	4	3	5	41,0
46	3	3	3	3	5	5	5	4	3	5	39,0
47	5	4	3	4	3	5	5	3	3	4	39,0
48	5	5	3	5	4	3	5	2	3	4	39,0
49	5	3	3	3	3	5	5	4	3	3	37,0
50	5	3	3	4	3	5	2	4	3	5	37,0
51	5	4	3	3	3	5	5	4	3	5	40,0
52	5	3	3	3	3	4	3	4	3	5	36,0
53	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	36,0
54	5	3	4	5	3	3	3	4	5	3	38,0
55	5	3	3	3	3	3	5	4	5	3	37,0
56	5	5	3	5	3	3	3	3	3	5	38,0
57	3	5	4	3	3	4	2	3	5	5	37,0
58	3	4	3	3	2	3	5	5	5	5	38,0
59	2	4	3	3	4	2	5	4	5	5	37,0
60	3	5	5	3	3	2	5	3	3	5	37,0
61	5	3	4	3	4	3	3	2	5	5	37,0
62	5	3	4	3	3	3	4	4	4	5	38,0
63	5	5	4	3	3	5	4	4	3	3	39,0
64	5	5	5	3	3	3	5	3	5	2	39,0
65	3	5	3	5	4	3	5	2	4	5	39,0
66	4	2	3	5	2	5	5	4	3	5	38,0
67	3	4	5	4	5	3	2	4	3	5	38,0
68	5	3	3	4	5	5	4	2	3	4	38,0
69	4	3	3	3	4	3	5	4	4	5	38,0
70	4	3	3	3	4	3	5	4	5	5	39,0
71	4	4	4	3	4	3	3	4	3	5	37,0
72	5	3	3	4	3	3	3	5	3	5	37,0
73	5	3	3	4	4	3	4	3	3	5	37,0
74	5	5	4	3	2	3	4	3	3	5	37,0
75	5	4	5	3	3	3	5	3	5	4	40,0
76	3	5	3	5	4	5	5	2	4	4	38,0
77	5	2	3	5	2	5	5	4	3	5	39,0
78	4	4	5	4	5	4	2	4	3	5	40,0
79	5	5	3	3	3	5	4	2	3	4	37,0
	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	

LEYENDA  
V = Varianza  
Vt = Varianza total

## APÉNDICE D



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
Facultad Ingeniería  
Escuela Ingeniería Civil



GUÍA TÉCNICA DE HIDROLOGÍA.  
ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN  
Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL  
EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD  
AMBIENTAL

**Autores:** María C. Rojas A.  
Paolo A. Corcuera A.  
**Tutor:** Ing.M.Sc. Emerly Castillo S

Abril 2018  
San Diego—Venezuela

**Observe guía aquí:**  
**Guía Precipitación.p**

---











---

---

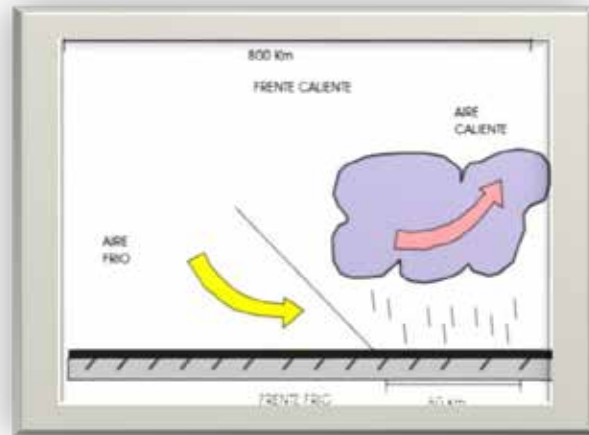
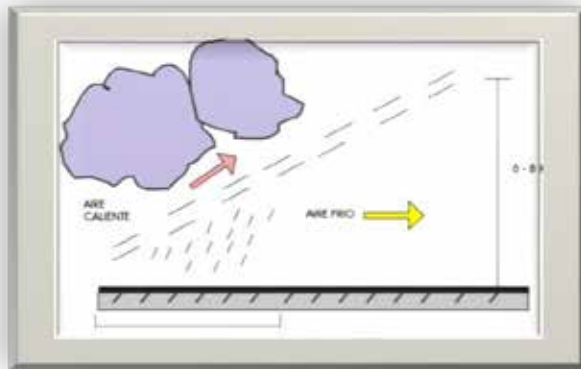
---

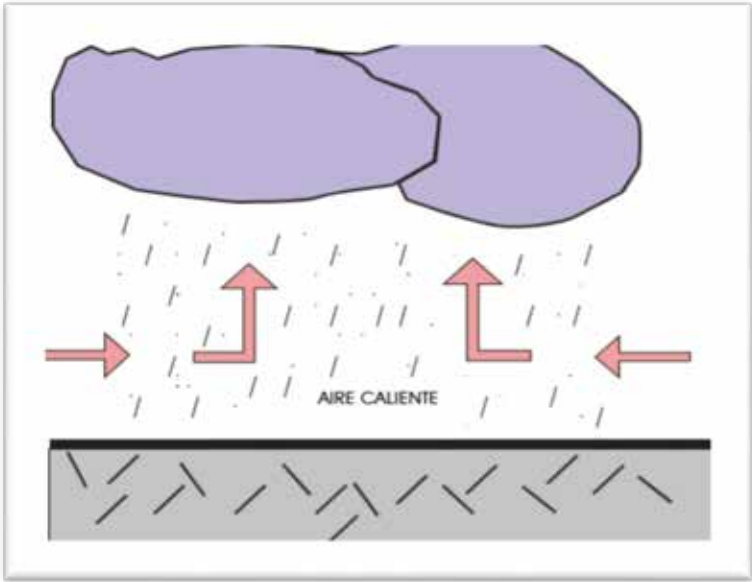
---

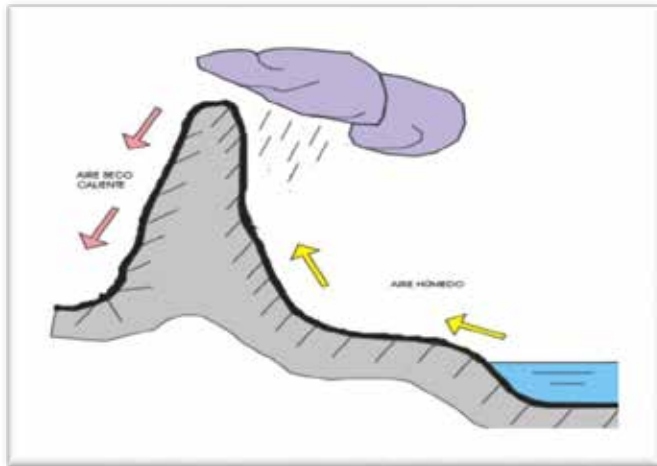


---

---







---

---

---

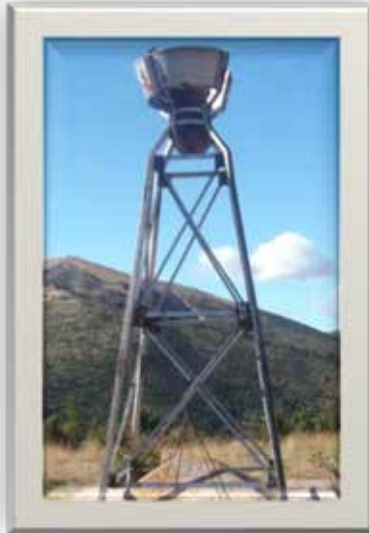
---

---

---



---



e:

s

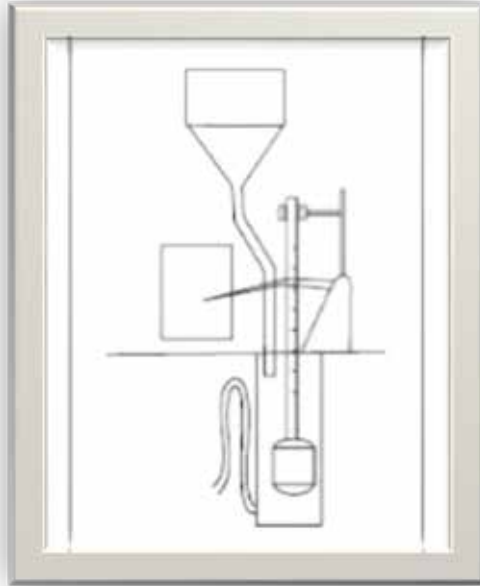
---



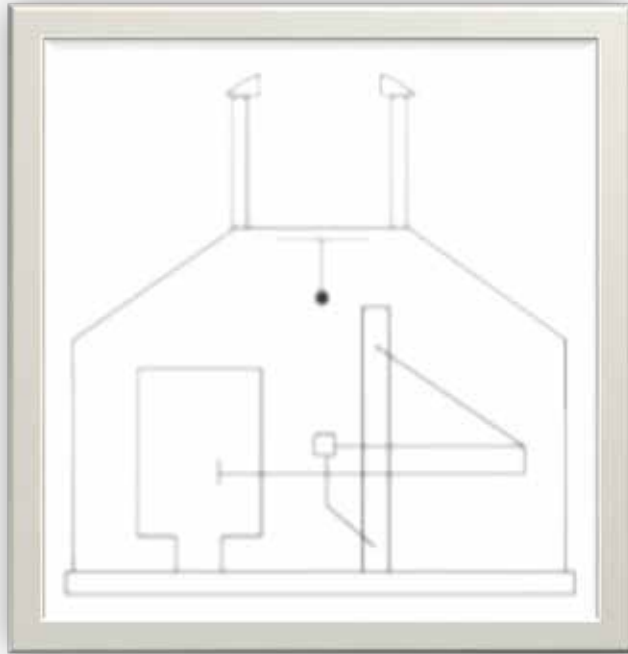
---



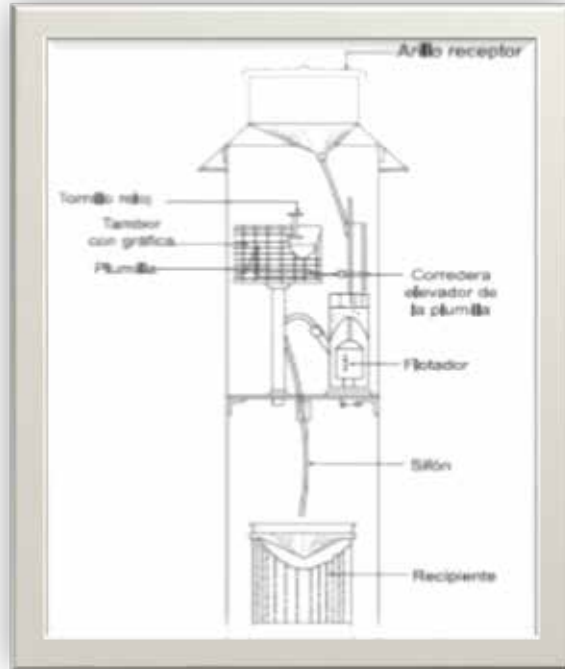
---



---



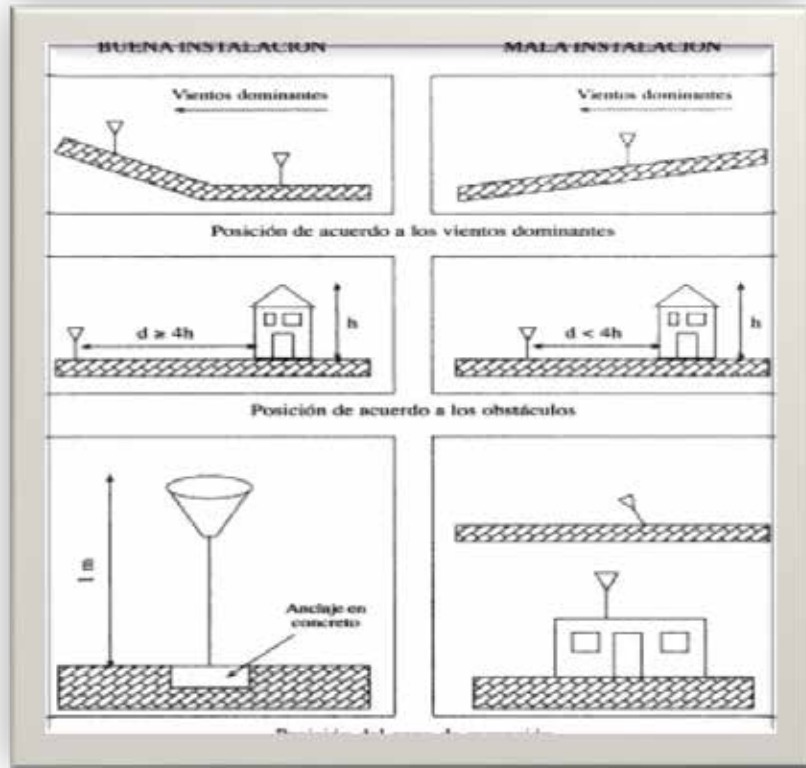
---

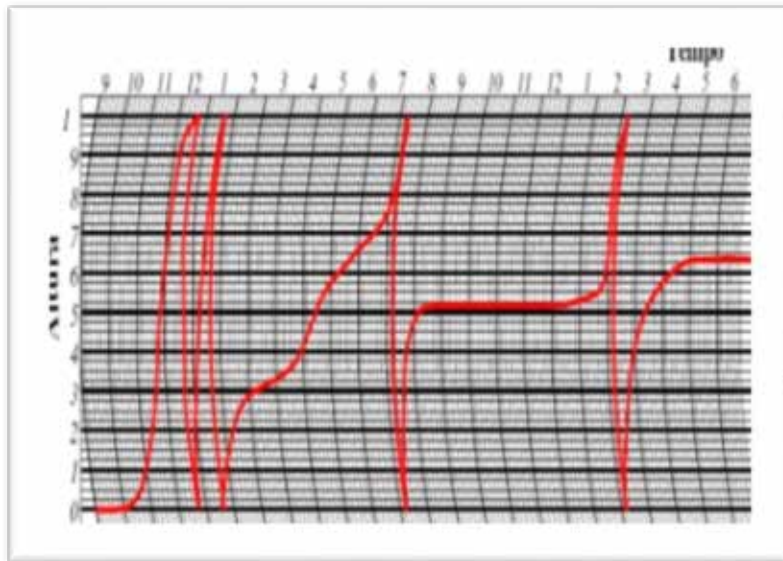




---

---





---

---

---

---

---

---

---

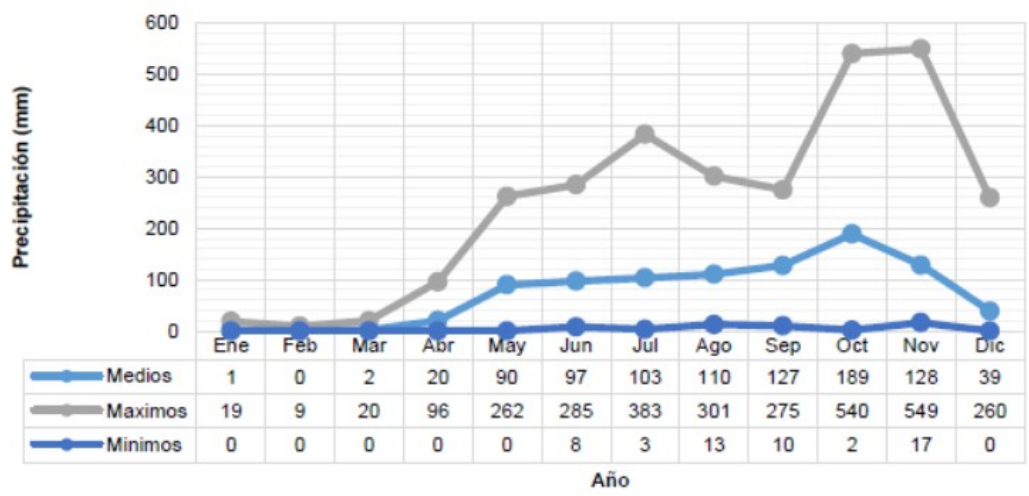
---

---

---

---

---



---

---

$$\frac{Xi}{Ni} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi + \sum_{j=1}^m Xj}{P} \quad (\text{ec.2})$$

$$\sum_{i=1}^n Xi$$

$$\sum_{j=1}^m Xj$$

---

---

$$\frac{Xi}{Ni} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi + \sum_{j=1}^m Xj}{P}$$

$$\frac{X1}{150,29} = \frac{(X1+X2)+699,30}{1066,60}$$

$$\frac{0,14X2+97,9}{0,86}$$

$$\frac{X2}{134,95} = \frac{(X1+X2)+699,30}{1066,60}$$

=====

=====

-----

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{Ai}$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{Ai}{Pi}$$

---

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{Ai}$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{Ai}{Pi}$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1} ; \frac{1066,60}{1102,5} = \frac{180,32}{A1}$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2} ; \frac{1066,60}{1102,5} = \frac{146,97}{A2}$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1} ; \frac{\sum 186,39+151,92}{225,20} = \frac{186,39}{P1} ; P1=124,07$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2} ; \frac{\sum 186,39+151,92}{225,20} = \frac{151,92}{P2} ; P2=101,13$$

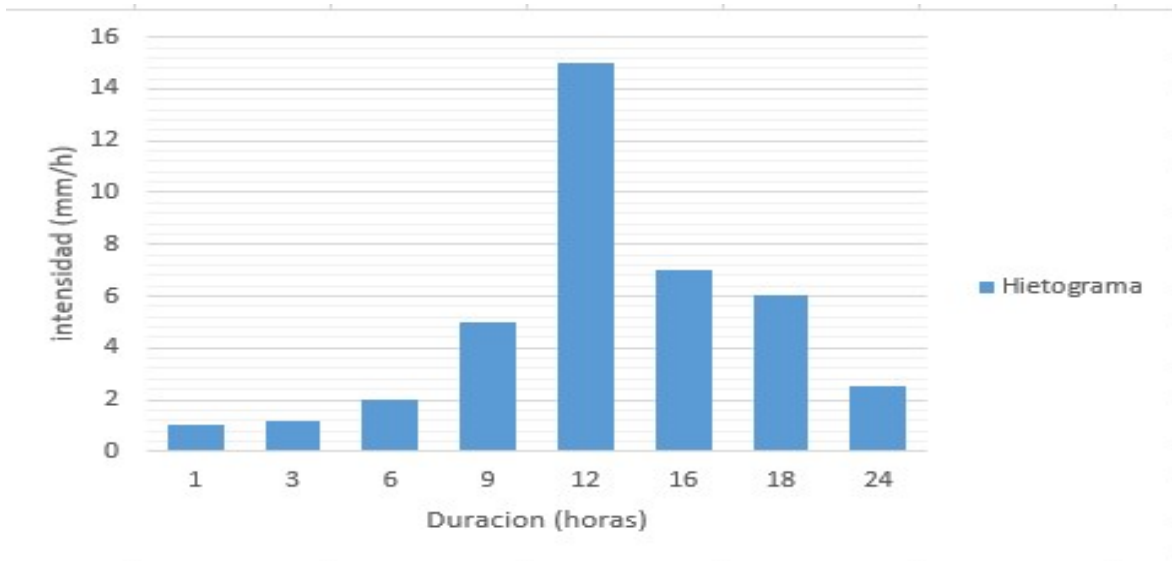
---

---

---

---

	1	1,2	2	5	15	7	6	2,5
	1	3	6	9	12	16	18	24



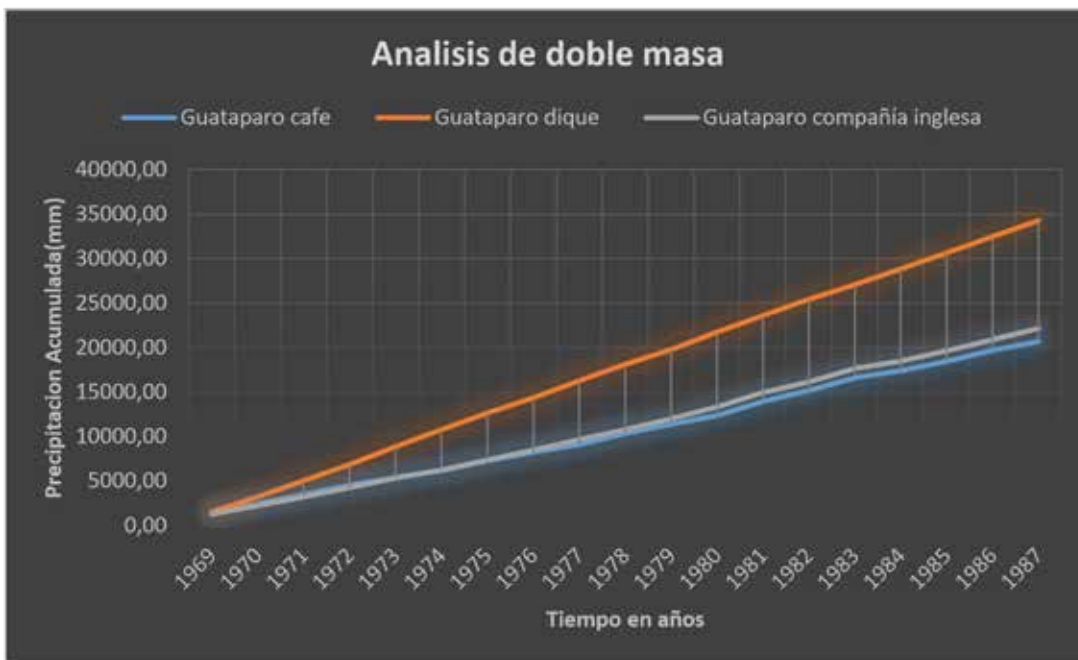
---




AÑO	Precipitación (mm)							
	est cafes	p acum	est dique	p acum	est ingles	p acum	promedio	prom acum
1969	1337,50	1337,50	1559,4	1559,4	1266,7	1266,7	1387,87	1387,87
1970	1102,50	2440,00	1624,2	3183,6	1000,4	2267,1	1242,37	2630,23
1971	1028,70	3468,70	1855,1	5038,7	940,2	3207,3	1274,67	3904,90
1972	1070,00	4538,70	1798,3	6837	1017,7	4225	1295,33	5200,23
1973	871,20	5409,90	2011,4	8848,4	1114,8	5339,8	1332,47	6532,70
1974	746,40	6156,30	1934,1	10782,5	882,7	6222,5	1187,73	7720,43
1975	1097,80	7254,10	1870,2	12652,7	1110,1	7332,6	1359,37	9079,80
1976	945,10	8199,20	1680,6	14333,3	1145,1	8477,7	1256,93	10336,73
1977	910,20	9109,40	1939,8	16273,1	1156,1	9633,8	1335,37	11672,10
1978	1214,30	10323,70	1841,1	18114,2	1149,2	10783	1401,53	13073,63
1979	1044,90	11368,60	1687,3	19801,5	1210	11993	1314,07	14387,70
1980	975,40	12344,00	1926,2	21727,7	1341,8	13334,8	1414,47	15802,17
1981	1613,50	13957,50	1864,2	23591,9	1612,8	14947,6	1696,83	17499,00
1982	1228,90	15186,40	1823,5	25415,4	1200,7	16148,3	1417,70	18916,70
1983	1426,70	16613,10	1658	27073,4	1523,3	17671,6	1536,00	20452,70
1984	775,50	17388,60	1768,15	28841,55	806,1	18477,7	1116,58	21569,28
1985	1051,10	18439,70	1806,55	30648,1	1164,2	19641,9	1340,62	22909,90
1986	1270,90	19710,60	1824,39	32472,49	1251,5	20893,4	1448,93	24358,83

1987	969,80	20680,40	1830,53	34303,02	1255,5	22148,9	1351,94	25710,77
------	--------	----------	---------	----------	--------	---------	---------	----------





---

---

---

---

$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

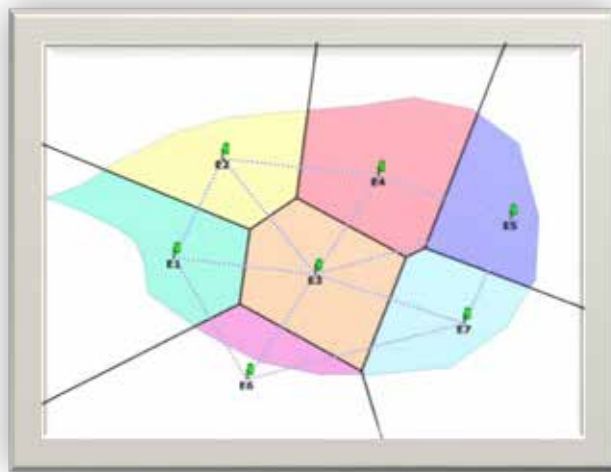
1165,73 mm

979,4 mm

1774,3 mm

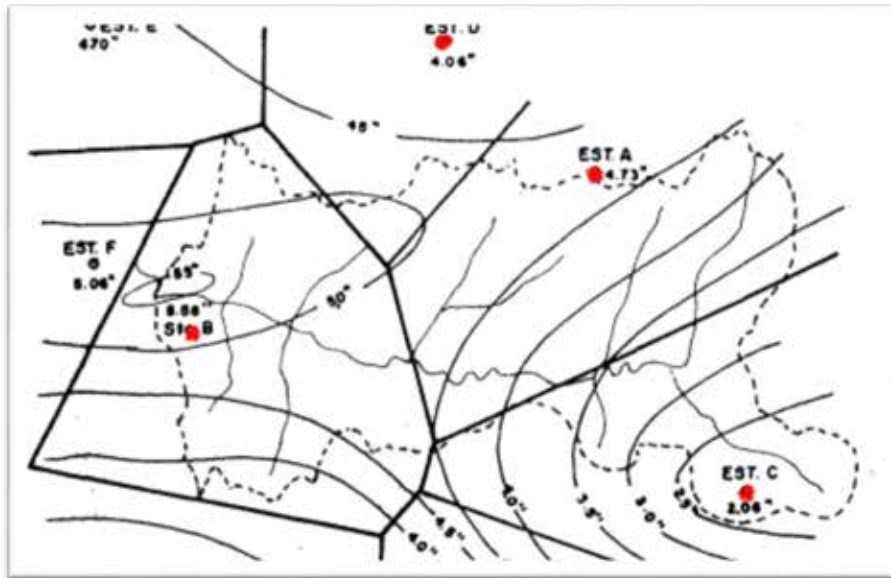
$$Pm = \frac{1165,73 + 979,4 + 1774,3}{3} = 1303,47$$

$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^n Pi}{n} = Pm = \frac{1165,73+979,4+1774,3}{3} = 1303,47$$



$$Pm = \sum_{i=1}^n \frac{P_i * A_i}{A} = \sum_{i=1}^n \left( P_i * \frac{A_i}{A} \right)$$

(1) <b>Estación</b> $E_i$	(2) <b>Precipitación</b> $P_i$ [mm]	(3) <b>Area de la Estación i</b> $A_i$ [km <sup>2</sup> ]	(2 x 3) <b><math>P_i \times A_i</math></b> [mm.km <sup>2</sup> ]

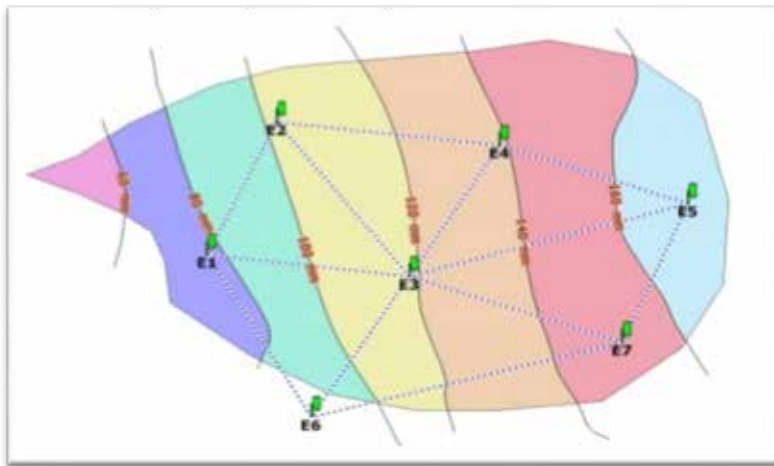



$$Pm = \sum_{i=1}^n \frac{P_i * A_i}{A} = \sum_{i=1}^n \left( P_i * \frac{A_i}{A} \right)$$

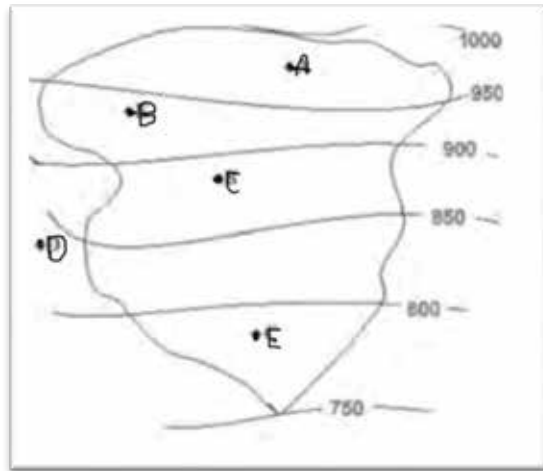
$$\sum_{i=1}^n \frac{1.840 + 2.057 + 0.435 + 0.122}{1}$$




---




$$P_m = \sum_{i=1}^n \frac{P_{n-1} + P_n}{2} * A_i = \sum_{i=1}^n \left( P_i * \frac{A_i}{A} \right)$$

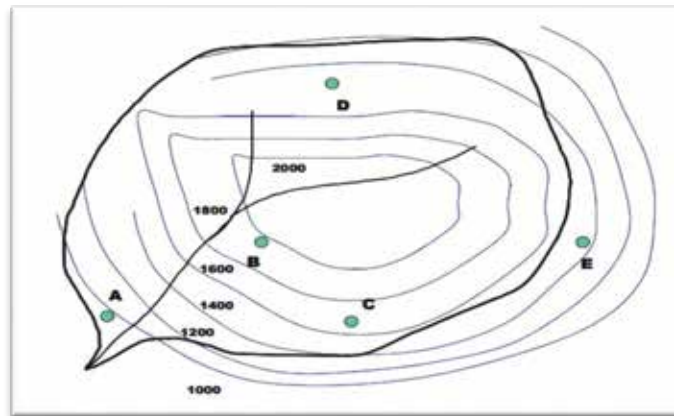


		$\frac{1000 + 950}{2}$	

		$\frac{950 + 900}{2}$	
		$\frac{900 + 850}{2}$	
		$\frac{850 + 800}{2}$	
		$\frac{800 + 750}{2}$	

$$P_m = \sum_{i=1}^n \frac{P_{n-1} + P_n}{2} * A_i = \sum_{i=1}^n \left( P_i * \frac{A_i}{A} \right)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{136500 + 74000 + 118125 + 82500 + 46500}{515}$$



		$\frac{1000}{2}$	

		$\frac{1000 + 1200}{2}$	
		$\frac{1200 + 1400}{2}$	
		$\frac{1400 + 1600}{2}$	
		$\frac{1600 + 1800}{2}$	
		$\frac{1800 + 2000}{2}$	
		$\frac{2000}{2}$	

---

---

$$Im = \frac{P}{t}$$

Intensidad	mm/h	Criterios
Ligera	2.5 o menos	Las gotas son fácilmente identificables, unas de otras, las superficies expuestas secas tardan más de dos minutos en mojarse completamente.
Moderada	2.5-7.5	No se pueden identificar gotas individuales, los charcos se forman rápidamente. Las salpicaduras de la precipitación se observan hasta cierta altura del suelo o de otras superficies planas.
Fuerte	> 7.5	La visibilidad es bastante restringida y las salpicaduras que se producen sobre la superficie se levantan varias pulgadas.

---

---

---



m	Tr (n+1)/m	Duración (horas)					
		1	3	6	9	12	24
1							
2							
3							
.							
.							
.							
n							

m: orden de ocurrencia  
n: número de años de extensión del registro  
Tr: Período de Retorno (años)



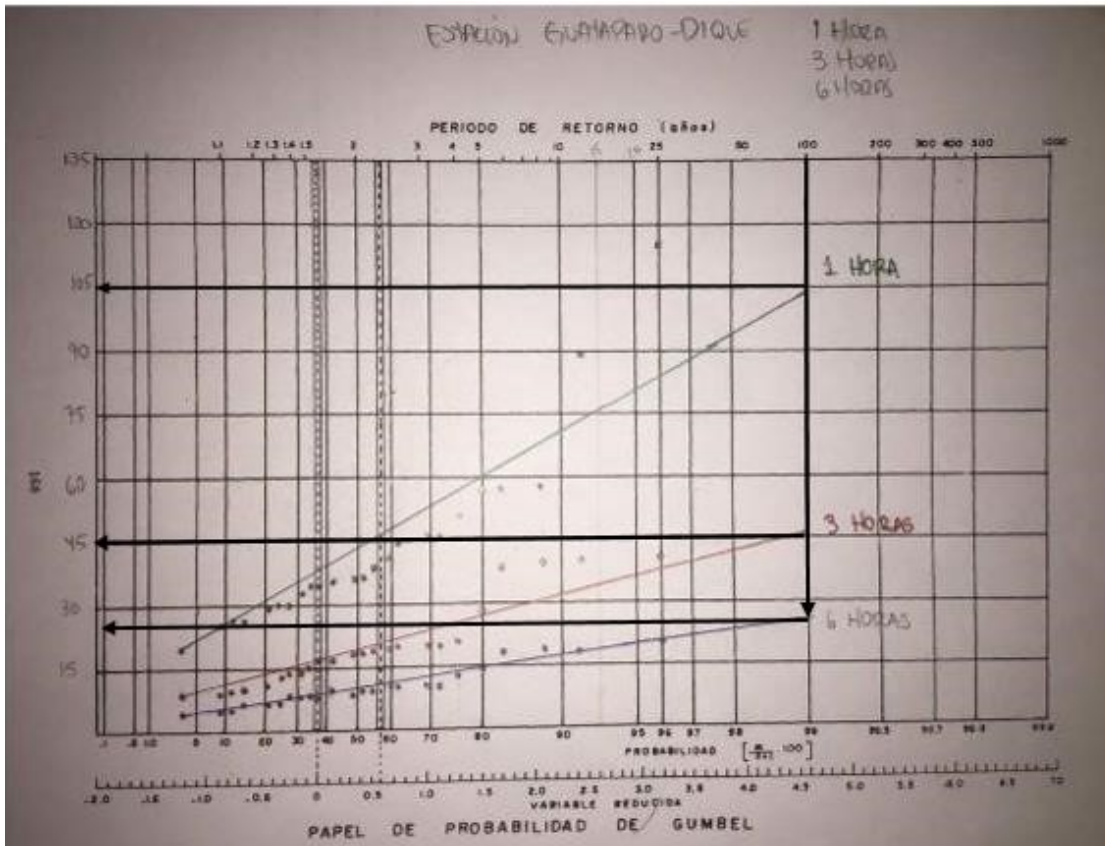
D (horas)	Tr (años)					
	5	10	15	25	50	100
1						
3						
6						
9						
12						
24						

---

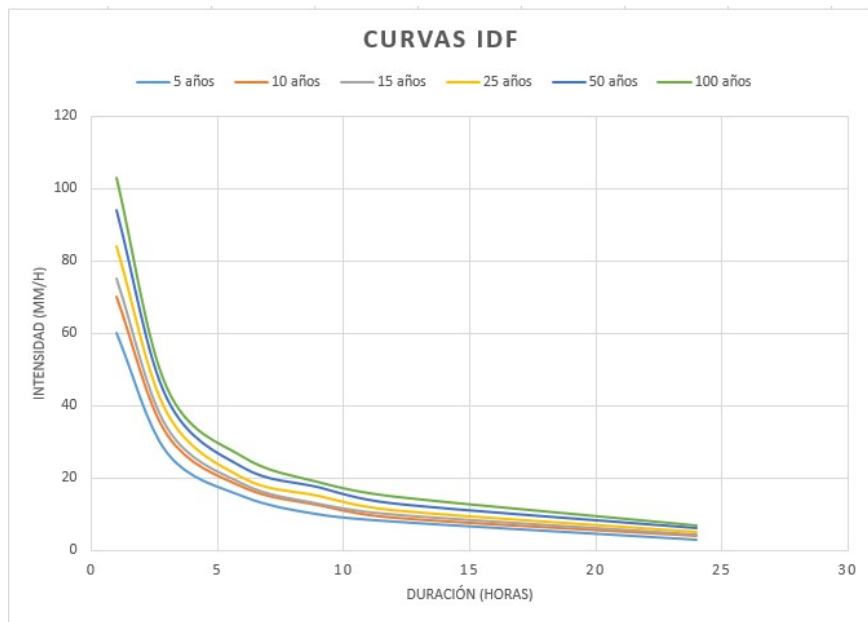
---

DURACIONES (HORAS)						
	1	3	6	9	12	24
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	26	29	29	32	32	32
2	89	109	109	109	109	109
3	40	64	68	68	68	73
4	24	28	44	47	47	47
5	30	31	71	99	99	104
6	29	50	50	50	53	53
7	34	60	69	70	71	71
8	57	82	86	86	86	97
9	46	55	55	57	67	85
10	26	26	27	31	31	31
11	36	43	44	51	63	63
12	35	61	70	73	106	112
13	44	65	70	77	87	94
14	36	40	40	40	40	62
15	34	38	74	74	74	87
16	20	27	29	30	30	50
17	30	45	49	49	49	49
18	33	50	70	83	83	83
19	51	59	67	67	61	83
20	46	51	57	61	61	66
21	114	121	121	121	121	121
22	37	53	56	70	73	73
23	56	106	110	111	111	121
24	56	103	110	111	111	121

	DURACIONES (HORAS)						
	TR	1	3	6	9	12	24
	(n+1)m	(mm/H)	(mm/H)	(mm/H)	(mm/H)	(mm/H)	(mm/H)
1	25,00	114	40,33	20,17	13,44	10,08	5,04
2	12,50	89	36,33	18,33	12,33	9,25	5,04
3	8,33	57	35,33	18,33	12,33	9,25	5,04
4	6,25	56	34,33	18,17	12,11	9,08	4,67
5	5,00	56	27,33	14,33	11,00	8,83	4,54
6	4,17	51	21,67	12,33	9,56	8,25	4,33
7	3,57	46	21,33	11,83	9,22	7,25	4,04
8	3,13	46	20,33	11,67	8,56	7,17	3,92
9	2,78	44	20,00	11,67	8,22	6,92	3,63
10	2,50	40	19,67	11,67	8,11	6,17	3,54
11	2,27	37	18,33	11,50	7,78	6,08	3,46
12	2,08	36	17,67	11,33	7,78	5,92	3,46
13	1,92	36	17,00	11,17	7,56	5,67	3,04
14	1,79	35	16,67	9,50	7,44	5,58	3,04
15	1,67	34	16,67	9,33	6,78	5,25	2,96
16	1,56	34	15,00	9,17	6,33	5,08	2,75
17	1,47	33	14,33	8,33	5,67	5,08	2,63
18	1,39	30	13,33	8,17	5,56	4,42	2,58
19	1,32	30	12,67	7,33	5,44	4,08	2,21
20	1,25	29	10,33	7,33	5,22	3,92	2,08
21	1,19	26	9,67	6,67	4,44	3,33	2,04
22	1,14	26	9,33	4,83	3,56	2,67	1,96
23	1,09	24	9,00	4,83	3,44	2,58	1,33
24	1,04	20	8,67	4,50	3,33	2,50	1,29



HORAS	Tr (años)					
	5	10	15	25	50	100
1	60	70	75	84	94	103
3	27	32	34	38	42	45
6	15	17,5	18,5	20	23	26
9	10	12,5	13	15	17,5	19
12	8	9	10	11	13	15
24	3	4	4,5	5	6,2	7



$$I = \frac{a * T^b}{(d+f)^c}$$

$$I = \frac{a * T^b}{(d + f)^c}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S$$

$$\mu = \bar{x} - 0,5772 * \alpha$$

$$YT = \frac{\text{Ln}(\text{Ln } Pr)}{Pr-}$$

$$XT = u + \alpha * YT$$

$$F(XT) = \exp(-e^{\frac{-(x-u)}{\alpha}})$$

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0,30	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,68	0,80	0,91	1,00

$$I = \frac{a \cdot T^b}{t^c}$$

$$\text{Ln}(d) = \frac{[(\text{Ln } x * \text{Ln } y) * (\text{Ln } x)] - [(\text{Ln } x)^2 * \text{Ln } y]}{\text{Ln } x^2 - [(\text{Ln } x)^2 * 10]}$$

$$\text{Ln}(K) = \frac{[(\text{Ln } x * \text{Ln } y) * (\text{Ln } x)] - [(\text{Ln } x)^2 * \text{Ln } y]}{\text{Ln } x^2 - [(\text{Ln } x)^2 * 7]}$$



Estación:	Guataparo - Dique												Latitud Sud:
Departamento:	Carabobo												Longitud Oeste:
Provincia:													Altura m/s/n/m:
DATOS DE : PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968	161,80	196,20	242,10	195,10	120,90	108,00	128,10	116,10	111,80	110,10	122,50	146,60	1759,30
1969	162,50	139,70	184,30	142,70	129,10	110,60	99,60	130,30	115,10	107,00	111,80	126,70	1959,40
1970	138,80	184,10	190,90	170,00	131,90	105,30	106,20	108,30	114,20	121,30	137,50	115,70	1624,20
1971	156,00	181,40	214,40	188,40	131,90	156,70	137,60	147,80	121,50	122,00	139,50	158,90	1856,10
1972	151,60	186,60	212,70	154,60	131,70	143,00	135,90	138,30	122,00	138,20	120,60	163,10	1798,30
1973	185,00	216,60	226,60	211,30	198,80	150,80	152,30	143,70	117,90	146,40	119,30	143,70	2011,40
1974	138,30	190,70	256,30	229,00	153,00	177,50	154,70	145,90	111,00	118,40	110,20	149,10	1934,10
1975	173,20	176,70	214,90	229,70	157,80	145,10	141,50	138,80	120,10	121,10	111,30	140,00	1870,20
1976	156,40	76,50	194,70	159,30	148,90	132,10	108,50	134,60	120,90	132,50	160,60	155,60	1680,60
1977	206,20	199,30	216,40	232,00	152,50	134,70	149,70	139,30	133,80	128,50	109,10	139,30	1939,80
1978	181,50	197,70	237,60	155,40	156,20	127,00	141,40	116,70	129,50	131,90	124,50	141,70	1841,10
<b>SUMA</b>	1071,30	982,70	485,20	117,40	52,70	8,60	43,10	40,50	69,60	131,10	323,30	879,90	4205,40
<b>MEDIA</b>	107,10	98,30	48,50	11,70	5,30	0,90	4,30	4,00	7,00	14,60	32,30	80,00	414,00
DATOS DE : PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968	0,00	6,00	1,00	<b>97,00</b>	56,00	95,00	17,00	46,00	35,00	20,00	25,00	5,00	97,00
1969	27,00	17,00	49,00	56,00	25,00	35,00	47,00	72,00	35,00	<b>85,00</b>	57,00	5,00	85,00
1970	4,00	0,00	1,00	26,00	30,00	24,00	<b>31,00</b>	27,00	29,00	17,00	26,00	23,00	31,00
1971	0,00	40,00	0,00	22,00	<b>63,00</b>	35,00	42,00	22,00	62,00	59,00	12,00	4,00	63,00
1972	13,00	14,00	40,00	15,00	68,00	25,00	28,00	20,00	<b>112,00</b>	30,00	17,00	1,00	112,00
1973	4,00	0,00	1,00	82,00	25,00	39,00	11,00	<b>94,00</b>	94,00	33,00	32,00	0,00	94,00
1974	1,00	0,00	0,00	3,00	25,00	12,00	21,00	<b>62,00</b>	35,00	33,00	22,00	5,00	62,00
1975	1,00	0,00	4,00	5,00	53,00	14,00	<b>87,00</b>	62,00	42,00	52,00	14,00	32,00	87,00
1976	0,00	0,00	2,00	<b>50,00</b>	22,00	35,20	29,00	29,00	30,00	24,00	26,00	3,00	50,00
1977	0,00	0,00	6,68	9,00	43,00	<b>49,00</b>	32,00	32,00	28,00	24,00	46,00	1,00	49,00
1978	6,00	0,00	1,00	21,00	<b>83,00</b>	40,00	31,00	26,00	30,00	33,00	35,00	6,00	83,00
<b>MAX</b>	27,00	40,00	49,00	97,00	83,00	95,00	87,00	94,00	112,00	85,00	57,00	32,00	112,00

Registros pluviométricos Estación Guataparo -				
No	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	$x_i$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1968	ABR	97,00	533,19
2	1969	OCT	85,00	123,01
3	1970	JUL	31,00	1841,19
4	1971	MAY	63,00	119,01
5	1972	SEP	112,00	1450,92
6	1973	AGO	94,00	403,64
7	1974	AGO	62,00	141,83
8	1975	JUL	87,00	171,37
9	1976	ABR	50,00	571,64
10	1977	JUN	49,00	620,46
11	1978	MAY	83,00	82,64
		<b>Suma</b>	<b>813,00</b>	<b>6058,91</b>

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 73,91 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 24,61 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 19,19 \text{ mm}$$

2	0,3665	69,8656	0,5000	78,9481
5	1,4999	91,6184	0,8000	103,5288
10	2,2504	106,0207	0,9000	119,8034
25	3,1985	124,2181	0,9600	140,3664
50	3,9019	137,7179	0,9800	155,6212
75	4,3108	145,5645	0,9867	164,4879
100	4,6001	151,1180	0,9900	170,7634
500	6,2136	182,0837	0,9980	205,7546

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0,30	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,68	0,80	0,91	1,00

Tiempo de Duración	Cociente	P.M.P. (mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de Retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	X24	78,9481	103,5288	119,8034	140,3664	155,6212	164,4879	170,7634	205,7546
18 hr	X18 = 91%	71,8428	94,2112	109,0211	127,7334	141,6153	149,6840	155,3947	187,2367
12 hr	X12 = 80%	63,1585	82,8231	95,8427	112,2931	124,4970	131,5903	136,6107	164,6037
8 hr	X8 = 68%	53,6847	70,3996	81,4663	95,4492	105,8224	111,8518	116,1191	139,9131
6 hr	X6 = 61%	48,1583	63,1526	73,0801	85,6235	94,9289	100,3376	104,1657	125,5103
5 hr	X5 = 57%	45,0004	59,0114	68,2879	80,0088	88,7041	93,7581	97,3351	117,2801
4 hr	X4 = 52%	41,0530	53,8350	62,2978	72,9905	80,9230	85,5337	88,7969	106,9924
3 hr	X3 = 46%	36,3161	47,6233	55,1096	64,5685	71,5858	75,6644	78,5511	94,6471
2 hr	X2 = 39%	30,7898	40,3762	46,7233	54,7429	60,6923	64,1503	66,5977	80,2443
1 hr	X1 = 30%	23,6844	31,0586	35,9410	42,1099	46,6864	49,3464	51,2290	61,7264

$$P.M.P. = XT * C$$

$$I = \frac{P}{t}$$

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Período de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24	1440	3,2895	4,3137	4,9918	5,8486	6,4842	6,8537	7,1151	8,5731
18	1080	3,9913	5,2340	6,0567	7,0963	7,8675	8,3158	8,6330	10,4020
12	720	5,2632	6,9019	7,9869	9,3578	10,3747	10,9659	11,3842	13,7170
8	480	6,7106	8,8000	10,1833	11,9311	13,2278	13,9815	14,5149	17,4891
6	360	8,0264	10,5254	12,1800	14,2706	15,8215	16,7229	17,3609	20,9184
5	300	9,0001	11,8023	13,6576	16,0018	17,7408	18,7516	19,4670	23,4560
4	240	10,2633	13,4587	15,5744	18,2476	20,2308	21,3834	22,1992	26,7481
3	180	12,1054	15,8744	18,3699	21,5228	23,8619	25,2215	26,1837	31,5490
2	120	15,3949	20,1881	23,3617	27,3714	30,3461	32,0751	33,2989	40,1221
1	60	23,6844	31,0586	35,9410	42,1099	46,6864	49,3464	51,2290	61,7264

$$I = \frac{a * T^b}{t^c}$$

$$d = a * T^b$$

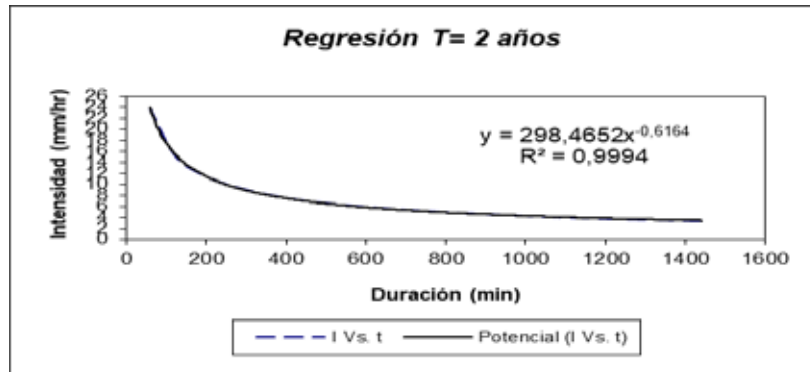
$$I = \frac{d}{t^c} = d * t^{-c}$$

$$\ln(A) = \frac{(v * t) - (w * u)}{(t^2) * (w * z)}$$

$$A = e^{\ln A}$$

$$B = \frac{(u - (z * \ln A))}{t}$$

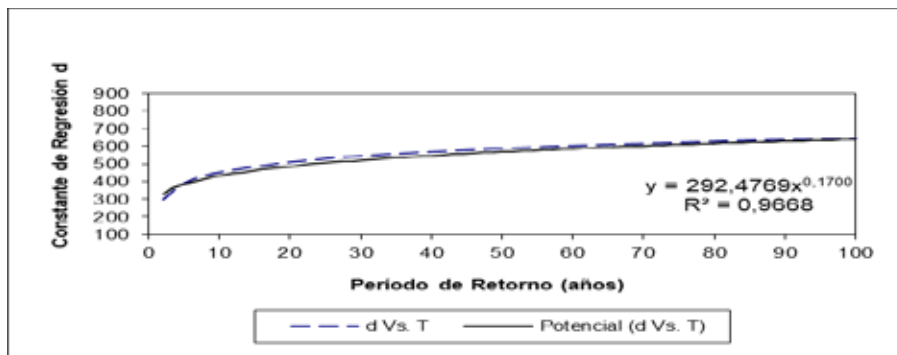
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3,2895	7,2724	1,1907	8,6595	52,8878
2	1080	3,9913	6,9847	1,3841	9,6676	48,7863
3	720	5,2632	6,5793	1,6607	10,9264	43,2865
4	480	6,7106	6,1738	1,9037	11,7530	38,1156
5	360	8,0264	5,8861	2,0827	12,2592	34,6462
6	300	9,0001	5,7038	2,1972	12,5325	32,5331
7	240	10,2633	5,4806	2,3286	12,7620	30,0374
8	180	12,1054	5,1930	2,4936	12,9494	26,9668
9	120	15,3949	4,7875	2,7340	13,0892	22,9201
10	60	23,6844	4,0943	3,1648	12,9579	16,7637
10	4980	97,7290	58,1555	21,1403	117,5567	346,9435
z	r	s	t	u	v	w
Ln (A) =	5,6987	A =	298,4652	B =	-0,6164	



Periodo de Retorno (años)	Término ccte. de regresión (d)	Coef. de regresión [ c ]
2	298,4652	-0,6164
5	391,3933	-0,6164
10	452,9198	-0,6164
25	530,6587	-0,6164
50	588,3299	-0,6164
75	621,8505	-0,6164
100	645,5752	-0,6164
500	777,8604	-0,6164
<b>Promedio =</b>	538,3816	-0,6164

$d a^*$

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	298,4652	0,6931	5,6987	3,9500	0,4805
2	5	391,3933	1,6094	5,9697	9,6079	2,5903
3	10	452,9198	2,3026	6,1157	14,0820	5,3019
4	25	530,6587	3,2189	6,2741	20,1956	10,3612
5	50	588,3299	3,9120	6,3773	24,9481	15,3039
6	75	621,8505	4,3175	6,4327	27,7731	18,6407
7	100	645,5752	4,6052	6,4701	29,7961	21,2076
8	500	777,8604	6,2146	6,6565	41,3678	38,6214
8	767	4307,0531	26,8733	49,9949	171,7206	112,5074
z	r	s	t	u	v	w
	5,6784		292,4769		0,1700	

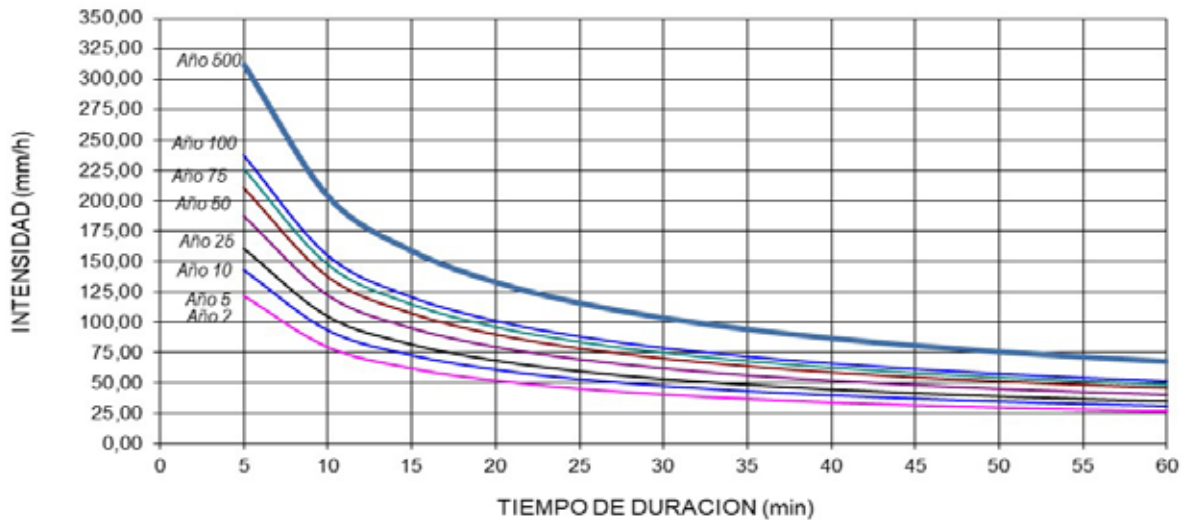


$$\frac{292,4769 * T^{0,169975}}{t^{0,81639}}$$

Frecuencia	Duración en minutos					
años	5	10	15	20	25	30
2	122,02	79,59	61,99	51,92	45,25	40,44
5	142,58	93,01	72,44	60,67	52,87	47,25
10	160,41	104,64	81,50	68,25	59,48	53,16
25	187,44	122,27	95,23	79,76	69,51	62,12
50	210,88	137,56	107,14	89,73		69,89
75	225,93	147,37	114,78	96,13	83,78	74,87
100	237,25	154,76	120,54	100,95	87,98	78,63
500	311,90	203,45	158,46	132,71	115,66	103,36

Frecuencia						
años	35	40	45	50	55	60
2	36,77	33,87	31,50	29,51	27,83	26,38
5	42,97	39,57	36,80	34,49	32,52	30,82
10	48,34	44,52	41,40	38,80	36,59	34,68
25	56,49	52,03	48,38	45,34	42,75	40,52
50	63,55	58,53	54,43	51,01	48,10	45,59
75	68,09	62,71	58,32	54,65	51,53	48,84
100	71,50	65,85	61,24	57,39	54,11	51,29
500	94,00	86,57	80,51	75,44	71,14	67,42



---

---

---



---

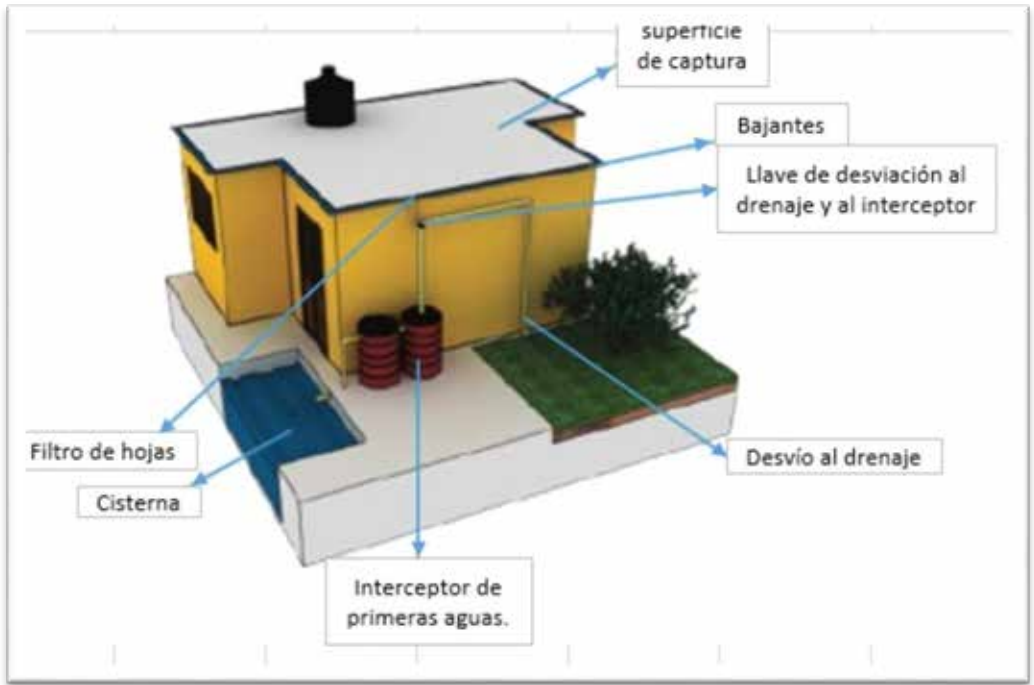




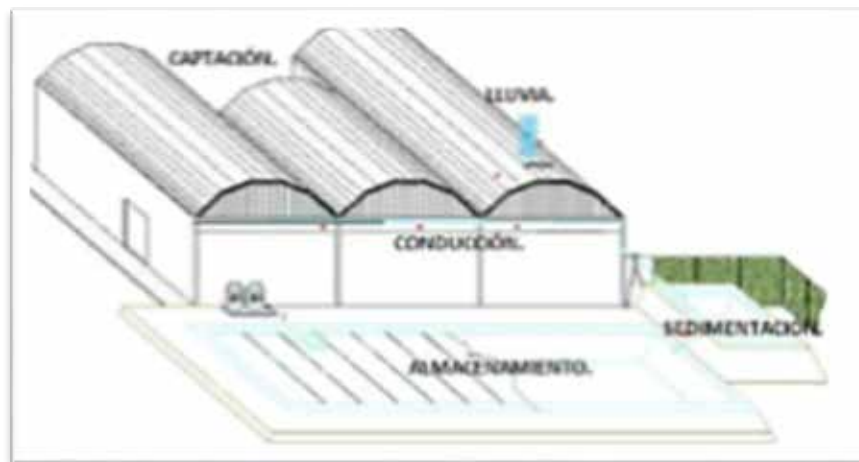
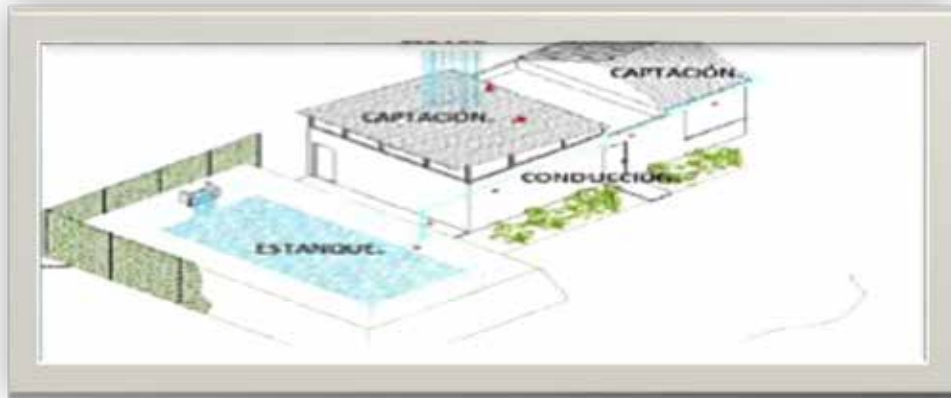
---

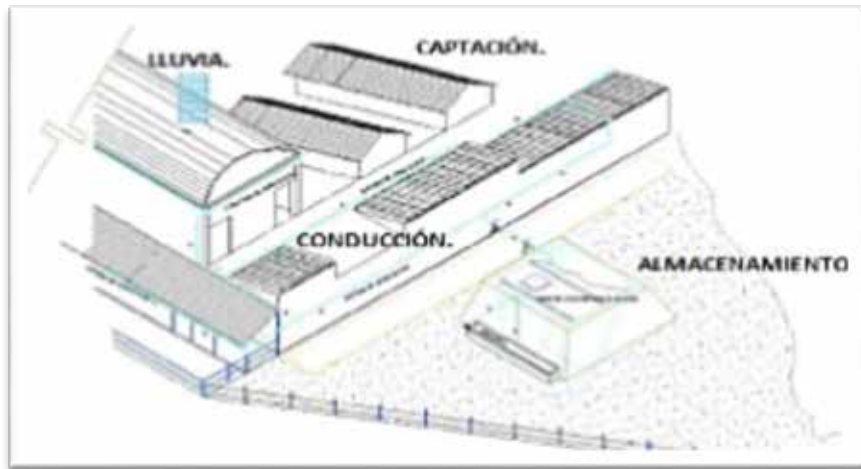
---

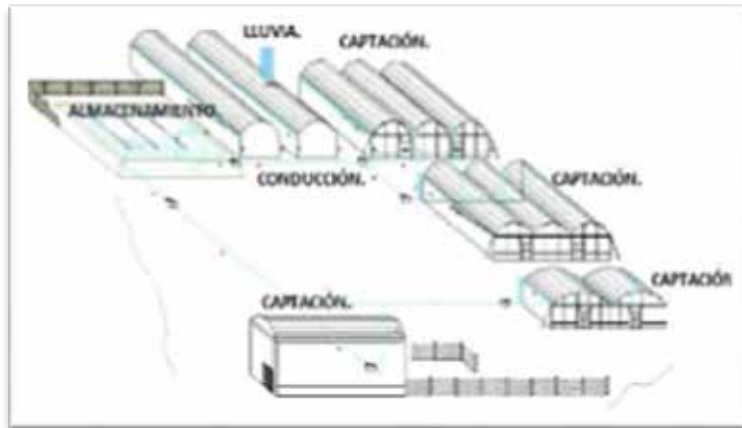












---

---

---

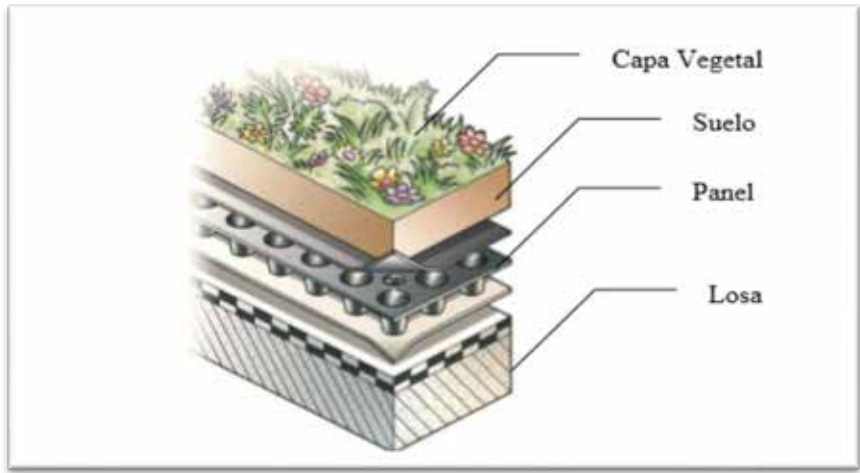
---

---

---

---





---

---

---

---

Capa vegeta	Retiene el polvo y crea hábitat para nueva fauna.
Sustrato	Es la responsable de aportar los nutrientes necesarios para el debido mantenimiento de la capa vegetal, cabe destacar que el suelo de un Techo Verde requiere de especificaciones fisicoquímicas adecuadas
Geotextil	Es una capa anti-raíz utilizada con ciertos tipos de vegetación que protege tanto el manto impermeable como la losa de techo.
Panel de irrigación y riego	Este elemento provee de agua al sustrato según las necesidades del Techo Verde , así mismo funciona como drenaje cuando el mismo está saturado
Manto impermeable	Protege a la losa de techo del agua y otros agentes químicos que pudiesen afectarla
Losa de techo	Además de ser el soporte estructural del sistema, contribuye al drenaje del agua.

—

—

—

—

—

—

—







M.A.R.N.R.														
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE														
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA														
SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA														
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA- ZONA 2-														
Estacion: GUATAPARO-EL CAFÉ			tipo:			Serial:			zona:					
Estado: CARABOBO			Latitud:			Longitud:			Altitud:					
Org.:			Instalada:			Eliminada:								
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL	
1969	62,30	63,30	6,80	108,60	65,70	202,10	165,90	216,10	94,60	169,20	97,50	85,40	1337,50 mm	
1970	4,90	5,30	13,50	138,30	122,10	156,80	126,30	208,60	*	225,20	65,30	36,20	1102,50 mm	
1971	8,90	13,70	0,20	46,70	198,20	88,20	195,80	112,90	157,90	133,40	58,70	14,10	1028,70 mm	
1972	10,90	44,80	43,10	62,60	218,70	57,20	182,80	132,30	200,30	71,90	27,00	18,40	1070,00 mm	
1973	2,60	0,00	13,50	121,60	54,30	112,30	68,60	234,20	158,60	43,70	58,90	2,90	871,20 mm	
1974	1,00	0,00	0,60	3,80	73,80	15,20	136,80	*	277,70	171,80	58,50	7,20	746,40 mm	
1975	3,60	0,00	0,50	2,30	170,60	75,50	134,20	277,90	163,20	153,30	78,40	38,30	1097,80 mm	
1976	0,20	2,00	3,50	127,80	98,60	*	302,70	*	230,60	147,30	23,10	9,30	945,10 mm	
1977	0,00	0,00	91,40	1,50	131,40	135,30	61,70	127,70	78,20	151,00	126,70	5,30	910,20 mm	
1978	25,30	0,00	9,50	63,30	198,90	222,80	105,80	92,70	128,40	200,80	143,60	23,20	1214,30 mm	
1979	12,20	0,00	32,60	79,00	158,70	0,00	254,40	152,40	142,90	99,00	100,80	12,90	1044,90 mm	
1980	2,30	0,00	3,30	58,00	207,20	142,10	114,20	205,90	112,90	67,60	57,10	4,80	975,40 mm	
1981	11,50	76,60	30,30	314,80	214,90	54,20	135,70	170,40	247,80	224,80	46,70	85,80	1613,50 mm	
1982	4,40	1,60	5,30	282,30	169,10	118,20	92,60	158,50	155,90	156,80	41,10	43,10	1228,90 mm	
1983	2,20	0,00	4,00	*	507,50	145,20	*	341,00	251,00	102,10	26,50	47,20	1426,70 mm	
1984	12,50	4,30	0,00	30,80	6,00	161,40	44,40	*	284,60	148,30	75,70	7,50	775,50 mm	
1985	1,40	6,80	15,50	78,90	182,80	162,00	172,10	128,10	*	*	*	303,50	1051,10 mm	
1986	1,60	0,00	4,30	25,40	0,00	579,10	199,10	0,00	246,00	158,90	48,40	8,10	1270,90 mm	
1987	0,00	0,00	32,30	30,90	163,70	*	*	374,60	*	275,20	66,70	26,40	969,80 mm	
1988	0,00	5,40	0,00	7,90	-	-	*	398,80	134,90	92,10	40,30	19,90	- mm	
1989	0,00	10,20	0,00	0,00	158,40	51,50	*	*	*	*	559,10	0,00	779,20 mm	
1990	17,70	0,00	1,50	*	*	*	366,80	113,90	*	*	435,60	3,50	939,00 mm	
1991	7,70	0,00	32,40	43,90	55,40	85,00	99,20	197,60	-	-	-	-	- mm	
													Media	1066,60 mm



ESTACION:	GUATAPAR		SERIAL:	1359												
	O-DIQUE			AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Parametro:	LLUVIA	MAXIMA	PARA	1	HORA			Edo: CARABOBO								
	1961	0	0	1	1	23	-	-	25	25	26	10	5	26		
	1962	5	0	3	1	42	18	15	12	30	89	30	5	89		
	1963	4	0	0	8	-	-	-	26	40	40	21	2	40		
	1964	0	0	1	11	17	24	22	24	18	23	8	23	24		
	1965	8	0	0	4	-	20	30	-	-	-	-	9	30		
	1966	6	2	1	29	-	-	-	28	29	21	-	-	29		
	1967	1	0	-	-	-	27	27	-	19	34	10	3	34		
	1968	0	6	1	57	21	45	9	29	30	15	21	4	57		
	1969	13	11	40	39	17	-	26	46	31	29	43	3	46		
	1970	3	0	1	20	23	21	22	19	15	16	26	17	26		
	1971	0	22	0	13	36	19	36	16	22	33	11	4	36		
	1972	9	10	31	8	32	14	23	14	35	26	7	1	35		
	1973	2	0	1	19	14	39	6	44	28	25	25	0	44		
	1974	1	0	0	3	25	8	-	36	33	12	21	3	36		
	1975	1	0	4	5	20	13	-	34	30	30	14	14	34		
	1976	0	0	2	14	19	-	19	-	19	20	-	1	20		
	1977	0	0	-	9	21	-	29	19	23	14	30	1	30		
	1978	5	0	1	20	27	29	28	21	20	16	33	3	33		
	1979	1	0	11	18	30	14	48	51	45	15	-	5	51		
	1980	1	0	3	38	33	29	46	41	24	29	19	1	46		
	1981	0	61	9	-	114	-	22	27	12	-	30	17	114		
	1982	1	1	2	36	37	31	19	20	23	22	4	18	37		
	1983	3	0	7	53	50	16	18	56	54	8	8	4	56		
	1984	3	0	7	53	50	16	18	56	54	8	8	4	56		

ESTACION:	GUATAPAR		SERIAL:	1359												
	O-DIQUE			AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Parametro:	LLUVIA	MAXIMA	PARA	3	HORAS			Edo: CARABOBO								
	1957	0	0	1	6	33	6	4	9	22	11	39	4	39		
	1958	0	2	0	10	40	36	22	41	26	30	12	1	41		
	1959	0	0	2	24	9	22	21	-	13	29	-	5	29		
	1960	11	5	0	19	27	33	21	25	33	24	16	4	33		
	1961	0	0	1	1	29	-	-	25	25	27	17	5	29		
	1962	5	0	7	1	43	22	15	19	34	109	32	9	109		
	1963	5	0	0	8	-	-	-	26	63	64	21	3	64		
	1964	0	0	2	21	25	24	28	27	22	27	8	23	28		
	1965	8	0	0	4	-	23	31	-	-	-	-	9	31		
	1966	6	3	1	31	-	50	-	37	33	25	-	-	50		
	1967	1	0	-	27	60	28	30	-	21	43	10	5	60		
	1968	0	6	1	62	33	82	9	34	33	15	21	4	82		
	1969	14	11	41	49	19	-	30	46	35	36	55	3	55		
	1970	3	0	1	21	23	23	26	20	21	17	26	18	26		
	1971	0	39	0	13	43	35	42	19	28	33	11	4	43		
	1972	13	13	39	8	60	22	26	18	61	26	13	1	61		
	1973	2	0	1	27	16	39	7	65	55	26	27	0	65		
	1974	1	0	0	3	25	0	24	40	34	22	21	3	40		
	1975	1	0	4	5	28	13	-	35	30	38	14	14	38		
	1976	0	0	2	24	19	-	23	27	21	20	-	2	27		
	1977	0	0	-	9	33	-	32	23	23	14	45	1	45		
	1978	6	0	1	20	50	29	28	22	21	20	33	5	50		
	1979	1	0	18	32	48	16	59	51	45	15	-	5	59		
	1980	1	0	3	51	44	39	49	51	24	29	20	1	51		
	1981	0	73	10	-	121	-	23	27	16	-	62	23	121		
	1982	1	1	2	53	37	42	20	20	24	35	4	18	53		
	1983	3	0	7	106	58	20	27	65	54	9	8	4	106		
	1984	3	0	7	103	58	20	27	65	54	9	8	4	103		

ESTACION:	GUATAPARO	DIQUE	SERIAL:	1359										
	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
Parametro:	LLUVIA	MAXIMA	PARA	6	HORAS	Edo:	CARABOBO							
1957	0	0	1	8	33	8	5	11	25	11	40	4	40	
1958	0	2	0	18	40	37	38	41	26	38	12	1	41	
1959	0	0	2	24	13	22	34	-	13	29	-	5	34	
1960	11	5	0	25	27	33	37	29	56	24	16	4	56	
1961	0	0	1	1	29	-	-	25	25	27	20	5	29	
1962	5	0	7	1	43	22	15	19	36	109	32	9	109	
1963	5	0	0	8	-	-	-	27	68	67	21	5	68	
1964	0	0	2	21	44	25	29	31	32	38	8	23	44	
1965	8	0	0	4	-	23	31	-	-	-	71	9	71	
1966	6	4	1	31	-	50	-	39	33	39	-	-	50	
1967	1	0	-	33	69	28	31	63	21	43	10	6	69	
1968	0	6	1	62	33	86	9	34	34	18	21	5	86	
1969	26	13	41	55	21	-	36	48	35	36	55	5	55	
1970	4	0	1	22	23	23	27	20	24	17	26	18	27	
1971	0	40	0	13	44	35	42	19	37	35	11	4	44	
1972	13	13	40	8	61	24	28	18	70	28	17	1	70	
1973	4	0	1	38	17	39	11	67	70	27	29	0	70	
1974	1	0	0	3	25	10	26	40	35	23	21	3	40	
1975	1	0	4	5	45	13	74	39	40	38	14	15	74	
1976	0	0	2	26	20	-	29	27	26	24	-	2	29	
1977	0	0	-	9	40	49	32	31	23	14	46	1	49	
1978	6	0	1	20	70	29	28	26	21	21	33	6	70	
1979	1	0	24	34	67	16	61	51	45	15	-	5	67	
1980	1	0	3	57	46	45	49	54	27	29	20	1	57	
1981	0	78	10	-	121	-	27	27	19	-	64	23	121	
1982	1	1	2	56	37	42	21	20	24	39	4	18	56	
1983	3	0	7	110	58	30	32	72	54	13	8	4	110	
1984	3	0	7	110	58	30	32	72	54	13	8	4	110	

ESTACION:	GUATAPARO	DIQUE	SERIAL:	1359											
	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX	
Parametro:	LLUVIA	MAXIMA	PARA	9	HORAS		Edo:	CARABOBO							
1957	0	0	1	8	33	9	5	11	25	11	40	4	40		
1958	0	2	0	18	40	47	47	41	26	38	12	1	47		
1959	0	0	2	24	15	22	36	-	13	29	-	5	36		
1960	11	5	0	26	27	33	38	29	56	24	16	4	56		
1961	0	0	1	1	32	-	-	25	26	27	20	5	32		
1962	5	0	7	1	43	22	27	19	36	109	32	9	109		
1963	6	0	0	9	-	-	-	28	68	67	21	5	68		
1964	0	0	2	21	44	25	29	35	32	47	8	23	47		
1965	8	0	0	4	74	23	35	99	-	-	71	9	99		
1966	6	6	1	31	-	50	-	39	33	40	-	-	50		
1967	1	0	-	41	70	29	31	70	24	43	10	6	70		
1968	0	6	1	62	33	86	12	34	34	18	21	5	86		
1969	27	13	41	55	21	31	36	52	35	57	55	5	57		
1970	4	0	1	22	30	23	31	20	24	17	26	21	31		
1971	0	40	0	13	51	35	42	19	37	35	11	4	51		
1972	13	13	40	8	61	24	28	18	73	28	17	1	73		
1973	4	0	1	39	17	39	11	71	77	27	30	0	77		
1974	1	0	0	3	25	10	26	40	35	23	21	4	40		
1975	1	0	4	5	48	14	74	39	40	38	14	15	74		
1976	0	0	2	26	21	-	29	27	30	24	-	2	30		
1977	0	0	-	9	40	49	32	31	23	14	46	1	49		
1978	6	0	1	20	83	29	28	26	21	21	33	6	83		
1979	1	0	25	40	67	16	61	51	45	15	-	5	67		
1980	1	0	3	61	46	45	49	54	29	29	20	1	61		
1981	0	78	10	-	121	-	39	27	20	-	64	23	121		
1982	1	1	2	70	37	42	22	20	28	39	4	18	70		
1983	3	0	7	111	58	30	33	72	54	13	8	4	111		
1984	3	0	7	111	58	30	33	72	54	13	8	4	111		

ESTACION:	GUATAPARO	DIQUE	SERIAL:	1359										
	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
Parametro:	LLUVIA	MAXIMA	PARA	12	HORAS		Edo:	CARABOBO						
1961	0	0	1	1	32	-	-	25	26	27	20	5	32	
1962	5	0	7	1	43	27	28	19	36	109	32	9	109	
1963	6	0	0	12	-	-	-	29	68	67	21	5	68	
1964	0	0	2	21	44	25	29	42	32	47	10	23	47	
1965	10	0	0	4	74	23	37	99	-	-	71	9	99	
1966	6	6	1	31	-	53	-	39	33	40	-	-	53	
1967	1	0	-	43	70	30	31	71	33	43	10	6	71	
1968	0	6	1	63	33	86	13	34	35	18	21	5	86	
1969	27	13	49	55	22	35	40	67	35	62	55	5	67	
1970	4	0	1	22	30	24	31	21	24	17	26	21	31	
1971	0	40	0	13	63	35	42	19	49	35	12	4	63	
1972	13	14	40	8	61	24	28	18	106	28	17	1	106	
1973	4	0	1	48	17	39	11	75	87	27	32	0	87	
1974	1	0	0	3	25	11	27	40	35	23	21	5	40	
1975	1	0	4	5	48	14	74	39	40	38	14	16	74	
1976	0	0	2	26	22	-	29	27	30	24	-	2	30	
1977	0	0	-	9	40	49	32	31	23	14	46	1	49	
1978	6	0	1	20	83	29	28	26	21	21	33	6	83	
1979	1	0	25	41	-	16	61	51	45	15	-	5	61	
1980	1	0	3	61	46	45	49	54	29	29	20	1	61	
1981	0	78	10	-	121	-	42	27	20	-	64	23	121	
1982	1	1	2	73	37	42	22	20	28	39	4	18	73	
1983	3	0	10	111	58	30	33	72	54	13	8	4	111	
1984	3	0	10	111	58	30	33	72	54	13	8	4	111	

ESTACION:	GUATAPARO	DIQUE	SERIAL:	1359										
	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
Parametro:	LLUVIA	MAXIMA	PARA	24	HORAS	6111	Edo:	CARABOBO						
	1961	0	0	1	1	32	-	-	25	26	27	20	5	32
	1962	5	0	9	1	43	33	28	19	36	109	32	9	109
	1963	6	0	0	17	-	-	-	31	73	73	21	5	73
	1964	0	0	2	21	44	28	32	44	32	47	11	23	47
	1965	12	0	0	4	74	29	37	104	-	-	73	9	104
	1966	6	6	1	32	45	53	-	42	33	44	-	-	53
	1967	1	0	-	44	70	35	32	71	33	50	10	6	71
	1968	0	6	1	97	56	95	17	46	35	20	25	5	97
	1969	27	17	49	56	25	35	47	72	35	85	57	5	85
	1970	4	0	1	26	30	24	31	27	29	17	26	23	31
	1971	0	40	0	22	63	35	42	22	62	59	12	4	63
	1972	13	14	40	15	68	25	28	20	112	30	17	1	112
	1973	4	0	1	82	25	39	11	94	94	33	32	0	94
	1974	1	0	0	3	25	12	31	62	35	33	22	5	62
	1975	1	0	4	5	53	14	87	62	42	52	14	32	87
	1976	0	0	2	50	22	-	29	29	30	24	-	3	50
	1977	0	0	-	9	43	49	32	32	28	24	46	1	49
	1978	6	0	1	21	83	40	31	26	30	33	35	6	83
	1979	1	0	25	42	-	17	83	51	64	30	-	5	83
	1980	1	0	3	66	56	45	51	59	29	37	20	1	66
	1981	0	79	10	-	121	27	48	35	31	51	64	24	121
	1982	2	1	2	73	40	43	22	20	28	54	4	18	73
	1983	3	0	10	121	58	42	33	73	54	13	8	4	121
	1984	3	0	10	121	58	42	33	73	54	13	8	4	121

$$\frac{X1}{180,32} = \frac{(X1+X2+X3+X4)+65,15}{1022,06}$$

$$\frac{X2}{146,97} = \frac{(X1+X2+X3+X4)+65,15}{1022,06}$$

$$\frac{X3}{106,46} = \frac{(X1+X2+X3+X4)+65,15}{1022,06}$$

$$\frac{X4}{36,50} = \frac{(X1+X2+X3+X4)+65,15}{1022,06}$$

	terminos independientes				-11,73				
					-9,12				
					-6,52				
					-2,61				
	X1	X2	X3	X4					
	-0,82	0,18	0,18	0,18	Det General	0,54		Calculo para la solucion	
	0,14	-0,86	0,14	0,14					
	0,10	0,10	-0,90	0,10				X1	21,72
	0,04	0,04	0,04	-0,96				X2	16,89
								X3	12,07
								X4	4,83
Nk1	-11,73	0,18	0,18	0,18	Det Nk1	11,73			
	-9,12	-0,86	0,14	0,14					
	-6,52	0,10	-0,90	0,10					
	-2,61	0,04	0,04	-0,96					
Nk2	-0,82	-11,73	0,18	0,18	Det Nk2	9,12			
	0,14	-9,12	0,14	0,14					
	0,10	-6,52	-0,90	0,10					
	0,04	-2,61	0,04	-0,96					
Nk3	-0,82	0,18	-11,73	0,18	Det Nk3	6,52			
	0,14	-0,86	-9,12	0,14					
	0,10	0,10	-6,52	0,10					
	0,04	0,04	-2,61	-0,96					
Nk4	-0,82	0,18	0,18	-11,73	Det Nk4	2,61			
	0,14	-0,86	0,14	-9,12					
	0,10	0,10	-0,90	-6,52					
	0,04	0,04	0,04	-2,61					

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1} ; \frac{1066,60}{746,40} = \frac{191,77}{A1} ; A1=134,20$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2} ; \frac{1066,60}{746,40} = \frac{180,32}{A2}$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1} ; \frac{\sum 134,20+126,19}{277,70} = \frac{134,20}{P1}$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2} ; \frac{\sum 134,20+126,19}{277,70} = \frac{126,19}{P2}$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1} ; \frac{1066,60}{945,10} = \frac{134,95}{A1} ; A1=119,58$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2} ; \frac{1066,60}{945,10} = \frac{155,74}{A2} ; A2=138,00$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1} ; \frac{\sum 119,58+138,00}{302,70} = \frac{119,58}{P1}$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2} ; \frac{\sum 119,58+138,00}{302,70} = \frac{138,00}{P2}$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1} ; \frac{1066,60}{945,10} = \frac{191,77}{A1} ; A1=169,92$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2} ; \frac{1066,60}{945,10} = \frac{180,32}{A2} ; A2=159,78$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1} ; \frac{\sum 169,92+159,78}{230,60} = \frac{169,92}{P1} ; P1=118,85$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2} ; \frac{\sum 169,92+159,78}{230,60} = \frac{159,78}{P2} ; P2=111,75$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1}, \quad \frac{1066,60}{1426,70} = \frac{77,54}{A1}$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2}, \quad \frac{1066,60}{1426,70} = \frac{150,29}{A2}; \quad A2=201,03$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1}, \quad \frac{\sum 103,72+201,03}{507,50} = \frac{103,72}{P1}; \quad P1=172,72$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2}, \quad \frac{\sum 103,72+201,03}{507,50} = \frac{201,03}{P2}; \quad P2=334,78$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1}, \quad \frac{1066,60}{1426,70} = \frac{155,74}{A1}, \quad A1=208,32$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2}, \quad \frac{1066,60}{1426,70} = \frac{191,77}{A2}; \quad A2=256,51$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1}, \quad \frac{\sum 208,32+256,51}{341,00} = \frac{208,32}{P1}; \quad P1=152,82$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2}, \quad \frac{\sum 208,32+256,51}{341,00} = \frac{256,51}{P2}; \quad P2=188,18$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1}, \quad \frac{1066,60}{775,50} = \frac{191,77}{A1}, \quad A1=139,43$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2}, \quad \frac{1066,60}{775,50} = \frac{180,32}{A2}; \quad A2=131,11$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1}, \quad \frac{\sum 139,43+131,11}{284,60} = \frac{139,43}{P1}$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2}, \quad \frac{\sum 139,43+131,11}{284,60} = \frac{131,11}{P2}; \quad P2=137,92$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A1}, \quad \frac{1066,60}{1051,10} = \frac{180,32}{A1}; \quad A1=177,70$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A2}; \quad \frac{1066,60}{1051,10} = \frac{146,97}{A2}; \quad A2=144,83$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A3}, \quad \frac{1066,60}{1051,10} = \frac{106,46}{A3}; \quad A3=104,91$$

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{A4}; \quad \frac{1066,60}{1051,10} = \frac{36,50}{A4}; \quad A4=35,97$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A1}{P1}, \quad \frac{\sum 177,70+144,83+104,91+35,97}{303,50} = \frac{177,70}{P1}; \quad P1=116,38$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A2}{P2}, \quad \frac{\sum 177,70+144,83+104,91+35,97}{303,50} = \frac{144,83}{P2}; \quad P2=94,85$$

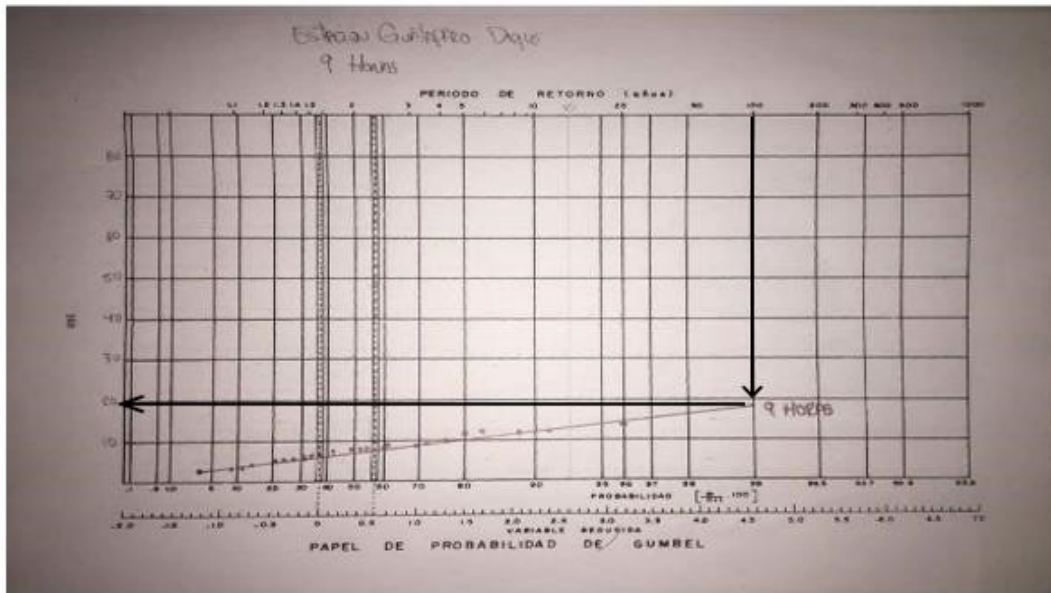
$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A3}{P3}, \quad \frac{\sum 177,70+144,83+104,91+35,97}{303,50} = \frac{104,91}{P3}; \quad P3=68,71$$

$$\frac{\sum Ai}{Pacumulada} = \frac{A4}{P4}, \quad \frac{\sum 177,70+144,83+104,91+35,97}{303,50} = \frac{35,97}{P4}$$

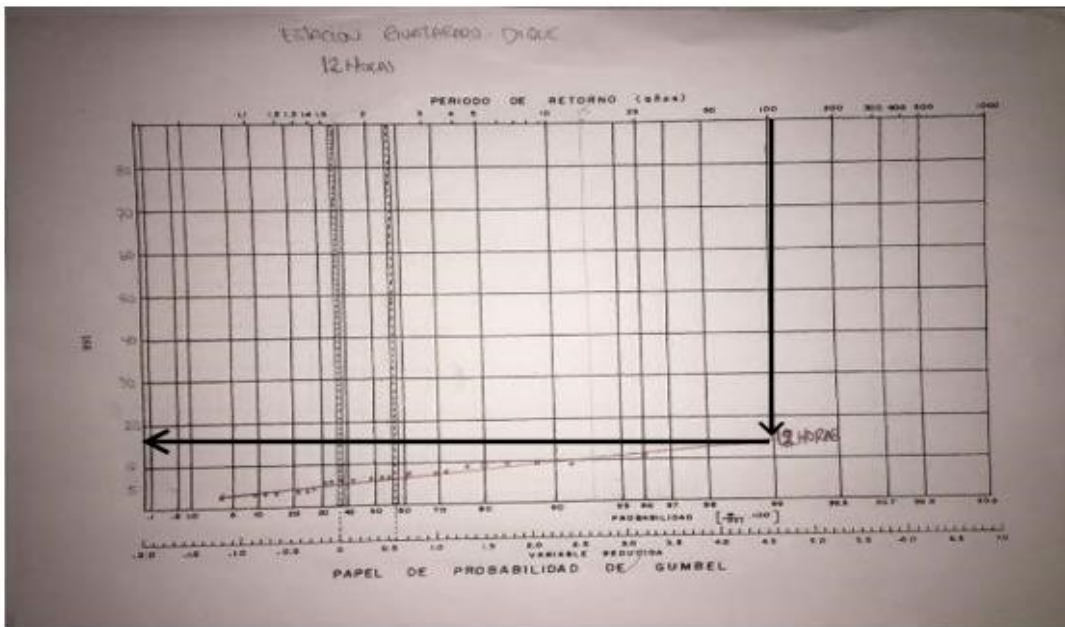
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL		
1969	62,30	63,30	6,80	108,60	65,70	202,10	165,90	216,10	94,60	169,20	97,50	85,40	1337,50	mm	
1970	4,90	5,30	13,50	138,30	122,10	155,80	126,30	208,60	124,07	101,13	65,30	36,20	1102,50	mm	
1971	8,90	13,70	0,20	46,70	198,20	88,20	195,80	112,90	157,90	133,40	58,70	14,10	1028,70	mm	
1972	10,90	44,80	43,10	62,60	218,70	57,20	182,80	132,30	200,30	71,90	27,00	18,40	1070,00	mm	
1973	2,60	0,00	13,50	121,60	54,30	112,30	68,60	234,20	158,60	43,70	58,90	2,90	871,20	mm	
1974	1,00	0,00	0,60	3,80	73,80	15,20	136,80	143,12	134,58	171,80	58,50	7,20	746,40	mm	
1975	3,60	0,00	0,50	2,30	170,60	75,50	134,20	277,90	163,20	153,30	78,40	38,30	1097,80	mm	
1976	0,20	2,00	3,50	127,80	98,60	140,53	162,17	118,85	111,75	147,30	23,10	9,30	945,10	mm	
1977	0,00	0,00	91,40	1,50	131,40	135,30	61,70	127,70	78,20	151,00	126,70	5,30	910,20	mm	
1978	25,30	0,00	9,50	63,30	198,90	222,80	105,80	92,70	128,40	200,80	143,60	23,20	1214,30	mm	
1979	12,20	0,00	32,60	79,00	158,70	0,00	254,40	152,40	142,90	99,00	100,80	12,90	1044,90	mm	
1980	2,30	0,00	3,30	58,00	207,20	142,10	114,20	205,90	112,90	67,60	57,10	4,80	975,40	mm	
1981	11,50	75,60	30,30	314,80	214,90	54,20	135,70	170,40	247,80	224,80	46,70	85,80	1613,50	mm	
1982	4,40	1,60	5,30	282,30	169,10	118,20	92,60	158,50	155,90	156,80	41,10	43,10	1228,90	mm	
1983	2,20	0,00	4,00	172,72	334,78	145,20	152,82	188,18	251,00	102,10	26,50	47,20	1426,70	mm	
1984	12,50	4,30	0,00	30,80	6,00	161,40	44,40	146,68	137,92	148,30	75,70	7,50	775,50	mm	
1985	1,40	6,80	15,50	78,90	182,80	162,00	172,10	128,10	116,38	94,85	68,71	23,56	1051,10	mm	
1986	1,60	0,00	4,30	25,40	0,00	579,10	199,10	0,00	246,00	158,90	48,40	8,10	1270,90	mm	
1987	0,00	0,00	32,30	30,90	163,70	104,78	120,92	148,90	151,62	123,58	66,70	26,40	969,80	mm	
1988	0,00	5,40	0,00	7,90	131,74	124,07	178,77	220,03	134,90	92,10	40,30	19,90	79,59	mm	
1989	0,00	10,20	0,00	0,00	158,40	51,50	111,45	137,24	129,04	105,18	76,18	0,00	779,20	mm	
1990	17,70	0,00	1,50	54,85	106,31	95,47	110,17	113,90	181,09	147,60	106,91	3,50	989,00	mm	
1991	7,70	0,00	32,40	43,90	55,40	85,00	99,20	197,60	21,72	16,89	12,07	4,83	48,06	mm	
													Media	979,40	mm

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	ANUAL
1969	162,50	139,70	184,30	142,70	129,10	110,60	99,60	130,30	115,10	107,00	111,80	126,70	1559,40
1970	138,80	184,10	190,90	170,00	131,90	105,30	106,20	108,30	114,20	121,30	137,50	115,70	1624,20
1971	156,00	181,40	214,40	188,40	131,90	155,70	137,60	147,80	121,50	122,00	139,50	158,90	1855,10
1972	151,60	186,60	212,70	154,60	131,70	143,00	135,90	138,30	122,00	138,20	120,60	163,10	1798,30
1973	185,00	215,60	226,60	211,30	198,80	150,80	152,30	143,70	117,90	146,40	119,30	143,70	2011,40
1974	138,30	190,70	256,30	229,00	153,00	177,50	154,70	145,90	111,00	118,40	110,20	149,10	1934,10
1975	173,20	176,70	214,90	229,70	157,80	145,10	141,50	138,80	120,10	121,10	111,30	140,00	1870,20
1976	156,40	76,50	194,70	159,30	148,90	132,10	108,50	134,60	120,90	132,50	160,60	155,60	1680,60
1977	206,20	199,30	215,40	232,00	152,50	134,70	149,70	139,30	133,80	128,50	109,10	139,30	1939,80
1978	181,50	197,70	237,60	155,40	156,20	127,00	141,40	116,70	129,50	131,90	124,50	141,70	1841,10
1979	170,70	177,60	206,00	140,80	118,70	104,20	119,70	123,90	144,20	125,90	115,10	140,50	1687,30
1980	164,80	197,50	254,60	220,60	154,20	122,30	118,80	135,40	114,40	147,50	140,00	156,10	1926,20
1981	193,70	168,20	262,30	177,60	118,40	144,10	124,30	145,20	167,60	117,60	125,40	119,80	1864,20
1982	182,50	150,20	242,50	137,30	133,30	144,40	164,10	128,90	110,20	138,60	127,40	164,10	1823,50
1983	158,00	158,50	211,10	138,60	100,20	105,20	129,00	140,80	129,90	124,30	126,70	135,70	1658,00
1984	170,20	154,40	228,30	158,10	116,80	137,05	146,50	134,90	125,00	120,90	126,10	149,90	1768,15
1985	164,10	156,40	219,70	148,40	142,25	168,90	137,80	145,95	120,10	125,35	120,50	157,00	1806,55
1986	167,20	155,40	224,00	153,30	167,70	137,10	142,20	157,00	125,00	129,80	119,29	146,40	1824,39
1987	165,60	160,50	221,90	150,80	193,20	153,00	140,00	145,90	115,30	125,33	117,90	141,10	1830,53
													1805,42

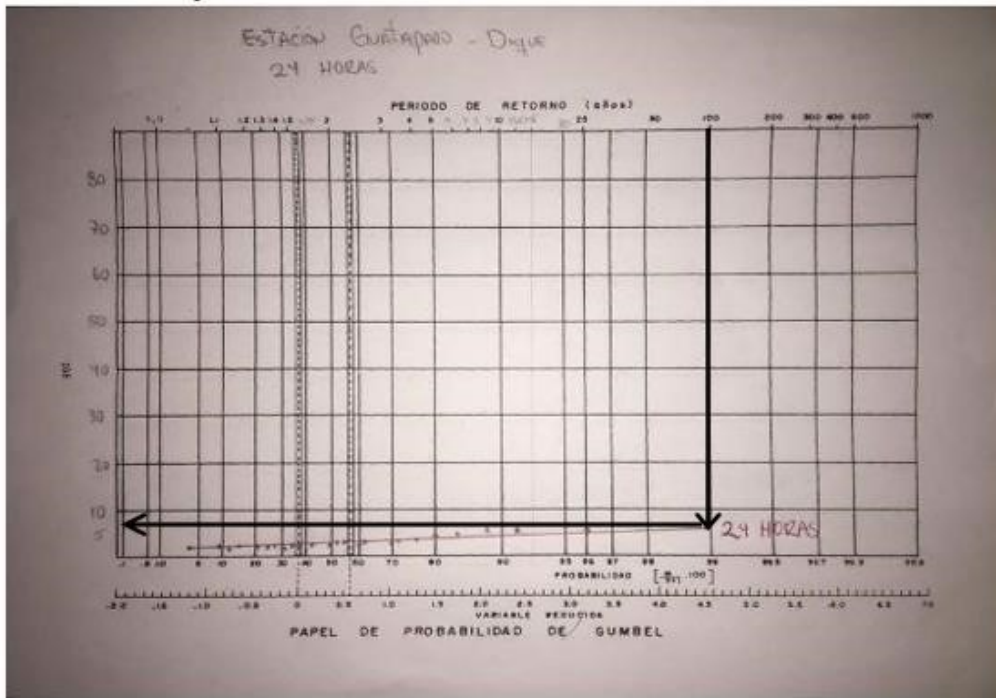
Totales Mensuales y Anuales de Evaporación (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1969	37,10	36,60	49,60	81,60	69,10	159,60	156,50	176,40	95,60	198,80	156,70	49,10	1266,70
1970	6,90	1,30	2,90	26,40	97,40	157,30	157,00	199,20	164,30	76,30	65,60	51,80	1000,40
1971	3,90	16,60	0,00	48,20	173,20	97,70	172,80	123,50	134,80	95,30	62,50	11,70	940,20
1972	7,90	38,60	52,50	52,60	166,30	76,40	181,20	110,60	189,70	99,70	36,90	5,30	1017,70
1973	0,00	0,00	2,90	136,60	71,10	110,50	86,90	279,20	225,20	83,70	109,20	9,50	1114,80
1974	0,80	0,00	0,00	6,00	130,10	35,70	219,40	153,16	141,44	162,10	30,30	3,70	882,70
1975	0,60	0,20	0,00	1,80	159,20	38,30	100,50	326,20	138,70	179,10	113,20	52,30	1110,10
1976	0,20	0,00	20,60	86,30	78,30	156,60	233,50	174,80	144,20	170,10	70,20	10,30	1145,10
1977	0,00	0,00	48,50	2,00	158,20	140,70	137,70	191,80	196,50	184,30	87,40	9,00	1156,10
1978	3,90	0,00	1,20	101,00	166,60	223,90	120,80	117,30	175,40	111,60	96,40	11,10	1149,20
1979	0,60	0,00	19,20	43,60	227,20	209,90	146,20	162,60	128,82	102,88	98,90	70,10	1210,00
1980	0,20	0,00	3,50	107,90	204,90	144,40	218,90	351,20	148,01	118,19	33,50	11,10	1341,80
1981	0,00	189,50	5,30	95,40	127,61	147,59	218,30	221,74	204,76	237,50	96,70	68,40	1612,80
1982	3,10	2,10	0,20	288,90	147,30	135,20	142,70	167,60	108,50	145,30	29,40	30,40	1200,70
1983	7,30	0,00	1,20	209,00	377,10	142,10	203,20	244,70	194,40	76,80	44,00	23,50	1523,30
1984	29,70	2,30	0,00	34,20	1,10	153,20	150,19	166,41	115,40	116,10	33,00	4,50	806,10
1985	0,00	5,10	21,90	139,40	111,60	209,25	204,35	114,10	159,70	128,30	40,70	29,80	1164,20
1986	1,00	0,00	1,50	40,40	248,02	286,88	148,77	164,83	146,20	169,80	24,80	19,30	1251,50
1987	0,00	0,00	48,50	47,10	309,20	203,20	154,90	168,40	153,50	60,90	86,90	22,90	1255,50
													1165,73



Gráfica 7 Papel de Probabilidad Gumbel tipo 1 para 9 horas  
 Fuente: Corcuera, Rojas (2018)

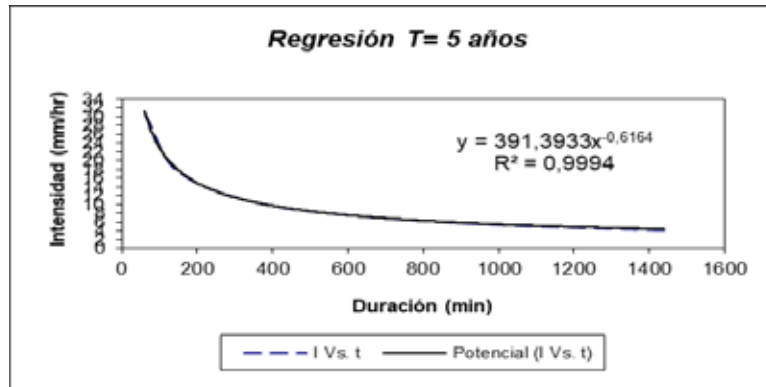


Gráfica 8 Papel de Probabilidad Gumbel tipo 1 para 12 horas  
 Fuente: Corcuera, Rojas (2018).

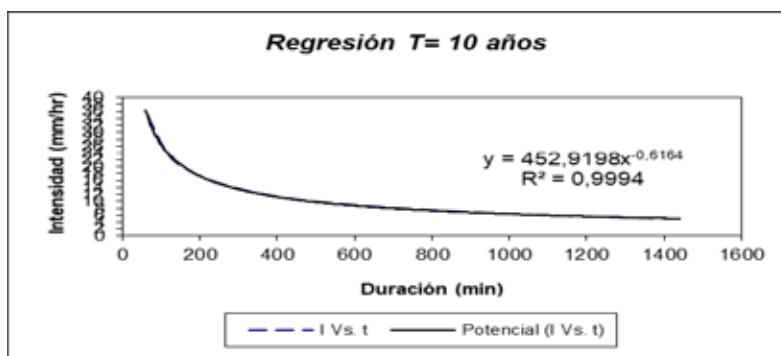


Gráfica 9 Papel de Probabilidad Gumbel tipo 1 para 24 horas  
 Fuente: Corcuera, Rojas (2018).

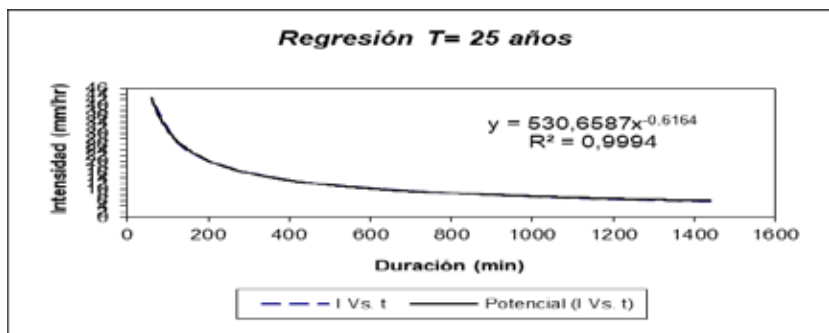
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4,3137	7,2724	1,4618	10,6308	52,8878
2	1080	5,2340	6,9847	1,6552	11,5609	48,7863
3	720	6,9019	6,5793	1,9318	12,7098	43,2865
4	480	8,8000	6,1738	2,1747	13,4264	38,1156
5	360	10,5254	5,8861	2,3538	13,8547	34,6462
6	300	11,8023	5,7038	2,4683	14,0786	32,5331
7	240	13,4587	5,4806	2,5996	14,2476	30,0374
8	180	15,8744	5,1930	2,7647	14,3570	26,9668
9	120	20,1881	4,7875	3,0051	14,3869	22,9201
10	60	31,0586	4,0943	3,4359	14,0677	16,7637
10	4980	128,1572	58,1555	23,8509	133,3203	346,9435
	5,9697		391,3933		-0,6164	



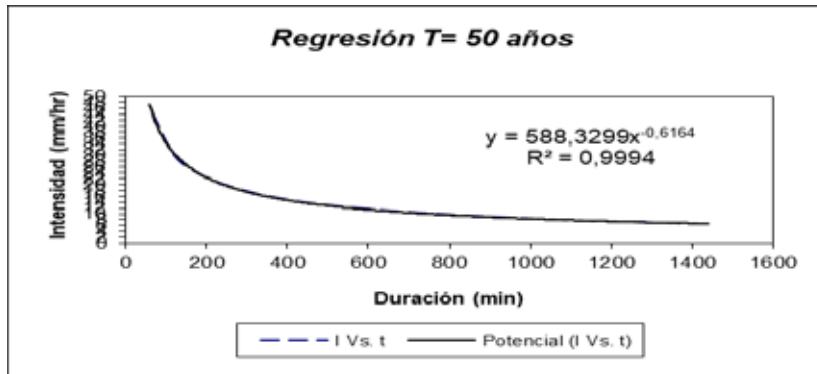
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4,9918	7,2724	1,6078	11,6926	52,8878
2	1080	6,0567	6,9847	1,8012	12,5807	48,7863
3	720	7,9869	6,5793	2,0778	13,6704	43,2865
4	480	10,1833	6,1738	2,3207	14,3278	38,1156
5	360	12,1800	5,8861	2,4998	14,7141	34,6462
6	300	13,6576	5,7038	2,6143	14,9114	32,5331
7	240	15,5744	5,4806	2,7456	15,0478	30,0374
8	180	18,3699	5,1930	2,9107	15,1152	26,9668
9	120	23,3617	4,7875	3,1511	15,0858	22,9201
10	60	35,9410	4,0943	3,5819	14,6654	16,7637
10	4980	148,3033	58,1555	25,3109	141,8111	346,9435
	6,1157		452,9198		-0,6164	



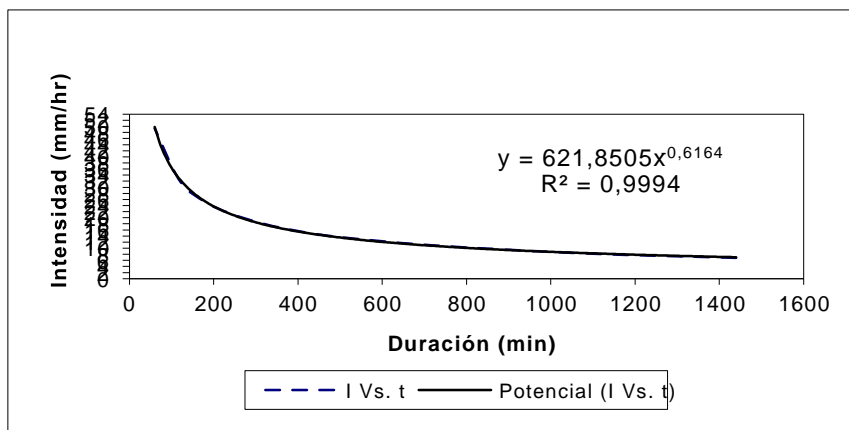
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5,8486	7,2724	1,7662	12,8445	52,8878
2	1080	7,0963	6,9847	1,9596	13,6871	48,7863
3	720	9,3578	6,5793	2,2362	14,7126	43,2865
4	480	11,9311	6,1738	2,4792	15,3058	38,1156
5	360	14,2706	5,8861	2,6582	15,6464	34,6462
6	300	16,0018	5,7038	2,7727	15,8149	32,5331
7	240	18,2476	5,4806	2,9040	15,9160	30,0374
8	180	21,5228	5,1930	3,0691	15,9378	26,9668
9	120	27,3714	4,7875	3,3095	15,8442	22,9201
10	60	42,1099	4,0943	3,7403	15,3140	16,7637
10	4980	173,7580	58,1555	26,8950	151,0232	346,9435
	6,2741		530,6587		-0,6164	



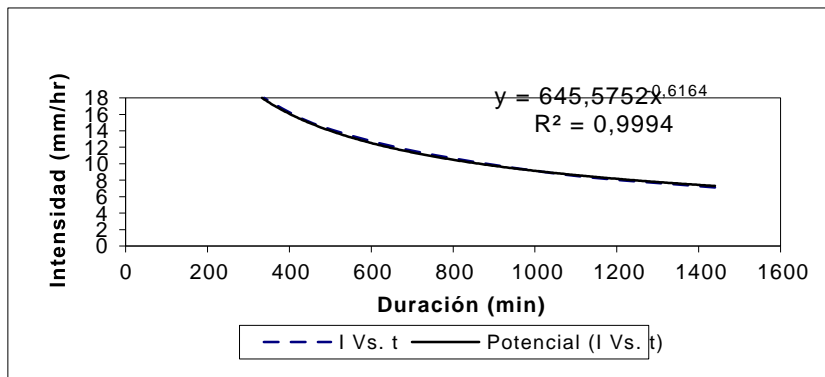
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	6,4842	7,2724	1,8694	13,5948	52,8878
2	1080	7,8675	6,9847	2,0627	14,4077	48,7863
3	720	10,3747	6,5793	2,3394	15,3913	43,2865
4	480	13,2278	6,1738	2,5823	15,9427	38,1156
5	360	15,8215	5,8861	2,7614	16,2537	34,6462
6	300	17,7408	5,7038	2,8759	16,4033	32,5331
7	240	20,2308	5,4806	3,0072	16,4814	30,0374
8	180	23,8619	5,1930	3,1723	16,4735	26,9668
9	120	30,3461	4,7875	3,4127	16,3381	22,9201
10	60	46,6864	4,0943	3,8435	15,7364	16,7637
10	4980	192,6418	58,1555	27,9267	157,0230	346,9435
	6,3773		588,3299		-0,6164	



Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	6,8537	7,2724	1,9248	13,9978	52,8878
2	1080	8,3158	6,9847	2,1182	14,7947	48,7863
3	720	10,9659	6,5793	2,3948	15,7559	43,2865
4	480	13,9815	6,1738	2,6377	16,2848	38,1156
5	360	16,7229	5,8861	2,8168	16,5799	34,6462
6	300	18,7516	5,7038	2,9313	16,7194	32,5331
7	240	21,3834	5,4806	3,0626	16,7851	30,0374
8	180	25,2215	5,1930	3,2277	16,7613	26,9668
9	120	32,0751	4,7875	3,4681	16,6034	22,9201
10	60	49,3464	4,0943	3,8989	15,9633	16,7637
10	4980	203,6177	58,1555	28,4808	160,2455	346,9435
	6,4327		621,8505		-0,6164	



Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	7,1151	7,2724	1,9622	14,2701	52,8878
2	1080	8,6330	6,9847	2,1556	15,0562	48,7863
3	720	11,3842	6,5793	2,4322	16,0022	43,2865
4	480	14,5149	6,1738	2,6752	16,5160	38,1156
5	360	17,3609	5,8861	2,8542	16,8003	34,6462
6	300	19,4670	5,7038	2,9687	16,9329	32,5331
7	240	22,1992	5,4806	3,1001	16,9903	30,0374
8	180	26,1837	5,1930	3,2651	16,9557	26,9668
9	120	33,2989	4,7875	3,5055	16,7827	22,9201
10	60	51,2290	4,0943	3,9363	16,1166	16,7637
10	4980	211,3861	58,1555	28,8552	162,4230	346,9435
	6,4701		645,5752		-0,6164	



Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	8,5731	7,2724	2,1486	15,6257	52,8878
2	1080	10,4020	6,9847	2,3420	16,3582	48,7863
3	720	13,7170	6,5793	2,6186	17,2287	43,2865
4	480	17,4891	6,1738	2,8616	17,6668	38,1156
5	360	20,9184	5,8861	3,0406	17,8975	34,6462
6	300	23,4560	5,7038	3,1551	17,9962	32,5331
7	240	26,7481	5,4806	3,2865	18,0119	30,0374
8	180	31,5490	5,1930	3,4515	17,9237	26,9668
9	120	40,1221	4,7875	3,6919	17,6751	22,9201
10	60	61,7264	4,0943	4,1227	16,8798	16,7637
10	4980	254,7013	58,1555	30,7192	173,2635	346,9435
	6,6565		777,8604		-0,6164	

