



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA  
UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS –  
HUÁNUCO - 2018”**

**PRESENTADA POR LA BACHILLER**

**JULISSA JASMITH RAMOS TRUJILLO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2018**

**DEDICATORIA:**

A mi querido hijo:  
Leonardo John Williams

**AUTORA:**

JULISSA JASMITH

**AGRADECIMIENTO:**

En primera instancia agradezco a dios por la vida que me da y la fortaleza para seguir adelante pese a los obstáculos que se presenta en el trayecto de la vida, agradecer de la misma manera a los profesionales involucrados que me han permitido culminar la investigación mediante sus conocimientos, metodología y observaciones sobre el tema de la hidrologia. Gracias a todo esos me han permitido enfocarme e inclinarme más sobre la ciencia de la hidrología que es muy importante para el diseño de estructuras hidráulicas.

**AUTORA:**

JULISSA JASMITH

**RESUMEN**

En la actualidad se realiza estudios hidrológicos por métodos estadísticos, por la falta de información hidrológica en toda la zona de Huánuco. Este es el motivo por el cual puedo presentar mediante este trabajo la determinación del caudal pico utilizando el hidrograma de salida total para la cuenca del río Higuerras.

La presente tesis es de tipo explicativo, Además por no tener acceso a datos pluviométricos actuales y otros datos hidrológicos de la zona en estudio los cuales no existen o son muy costosos.

El presente trabajo desarrollado tiene como objeto discernir los conceptos básicos para el cálculo del hidrograma unitario en la cuenca del río Higuerras, mediante el método de S.C.S. (sistema de conservación de suelos) en el programa de HEC – HMS, mediante el cual proporcionare caudales máximos (picos) para diseños de obras hidráulicas, en cualquier parte de la cuenca. Como también analizar cómo influye sus parámetros geomorfológicos dentro de la conversión precipitación - caudal, demostrando que, si se puede hacer estudios de hidrología sin tener que usar demasiado la estadística probabilística, porque a veces no es muy seguro debido a su sobredimensionamiento en las obras hidráulicas.

Así mismo cabe indicar que este método no consideró pérdidas por evapotranspiración o factor de olvido debido a que no influye directamente al desarrollo de este método.

## SUMMARY

At present, hydrological studies are carried out by statistical methods, due to the lack of hydrological information in the entire Huánuco area. This is the reason why I can present, through this work, the determination of the peak flow using the total output hydrograph for the Higueras river basin.

The present thesis is of addition type for not having access to current rainfall data and other hydrological data of the study area which do not exist or are very expensive.

The purpose of this present work is to discern the basic concepts for the calculation of the unit hydrograph in the Higueras river basin, using the S.C.S. (soil conservation system) in the HEC - HMS program, through which it will provide maximum flows (peaks) for hydraulic works designs, in any part of the basin. How to also analyze how its geomorphological parameters influence the precipitation - flow conversion, demonstrating that, if you can do hydrology studies without having to use too much probabilistic statistics, because sometimes it is not very safe due to its oversized hydraulic works .

It should also be noted that this method does not consider losses due to evapotranspiration or forgetting factor because it does not directly influence the development of this method.

**SINTESIS**

La presente tesis tiene por finalidad elaborar una metodología mediante el uso de nuevos softwares que se usan para el cálculo del caudal pico mediante los datos pluviométricos, como también datos hidrológicos sobre las variables necesarias para la utilización del HIDROGRAMA UNITARIO.

Así mismo desarrollar formas de cálculo de caudales picos según los periodos de retorno necesarios de acuerdo a la norma peruana para todas las obras hidráulicas.

Demostrando que, si se puede hacer estudios de hidrología sin tener que usar demasiado la estadística probabilística, porque a veces no es muy seguro debido a su sobredimensionamiento en las obras hidráulicas.

**INDICE**

CARÁTULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
SINTESIS	VI
INDICE	VII
INTRODUCCIÓN	XII
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b>	
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.2.1. Espacial	16
1.2.2. Temporal	16
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.3.1 Problema General	17
1.3.2 Problemas Específicos	17
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1 Objetivo General	17
1.4.2 Objetivos Específicos	18
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.5.1 Hipótesis General	18
1.5.2 Hipótesis Específicas	18
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.1. Variable independiente	19
1.6.2. Variables dependientes	19
1.6.3. Operacionalización de Variables.	20
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.7.1. Tipo de Investigación	21
1.7.2. Nivel de Investigación	21
1.7.3. Métodos de Investigación	21
1.7.4. Diseño de investigación	22
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.8.1. Población	23
1.8.2. Muestra	23

1.9.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	24
1.9.1.	Técnicas	24
1.9.2.	Instrumentos	25
1.10.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.10.1.	Justificación	25
1.10.2.	Importancia	26
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>		
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.2	BASES TEÓRICAS	31
2.4.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	46
<b>CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>		<b>48</b>
3.1.	CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	48
<b>CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS</b>		<b>64</b>
4.1.	PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	68
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>		<b>78</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>85</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>		<b>86</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>89</b>
1.	Anexo n°01 matriz de consistencia	
2.	Anexo n°02 Resultado de los instrumentos de investigación	
3.	Anexo n°03 Instrumento de evaluación por expertos	
4.	Anexo n°04 plano de ubicación	
5.	Anexo n°05 panel fotográfico	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1:</b> Operacionalización de variables	20
<b>Tabla 1.2:</b> Estaciones Pluviométricas	24
<b>Tabla 1.3:</b> tamaño de muestra de los docentes de Ing. civil.	24
Tabla 3.1: Resultado del cálculo del HEC – HMS	50
<b>Tabla 3.2:</b> Datos de hietograma de tormenta	57
<b>Tabla 3.3:</b> Datos de hietograma de tormenta	58
<b>Tabla 3.4:</b> Datos de hietograma de tormenta	59
<b>Tabla 3.5:</b> Datos de hietograma de tormenta	60
<b>Tabla 3.6:</b> tormentas para el proyecto con un Pr de 100 años	61
<b>Tabla 3.7:</b> Precipitaciones divididas en pesos según las sub cuencas	62
<b>Tabla 3.8:</b> Datos de las subcuencas para ingresar al HEC - HMS	62
<b>Tabla 3.9:</b> Datos de los cauces donde se realizara la propagación en el HEC - HMS	63
<b>Tabla 4.1:</b> Datos para el cálculo del alfa de Cronbach	65
<b>Tabla 4.2</b> Detalle de los tipos de errores en una investigación.	66
<b>Tabla 4.3</b> Datos para la prueba de la Hipótesis General.	69
<b>Tabla 4.4</b> Datos para la prueba de la Hipótesis Específica N°1	71
<b>Tabla 4.5</b> Datos para la prueba de la Hipótesis Específica N°2	73
<b>Tabla 4.6</b> Datos para la prueba de la Hipótesis Específica N°3.	74
<b>Tabla 4.7</b> Datos para la prueba de la Hipótesis Específica N°4.	76
<b>Tabla N° 5.1:</b> Guía de orientación para la Validación de las hipótesis	81
<b>Tabla 5.2:</b> Datos completados de estación pluviométrica Huánuco	95
<b>Tabla 5.3:</b> Datos completados de la estación pluviométrica Ambo	96
<b>Tabla 5.4:</b> Datos completados de la estación pluviométrica Jacas chico	97
<b>Tabla 5.5:</b> Datos completados de la estación pluviométrica Yanahuanca	98
<b>Tabla 5.6:</b> Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Huánuco	99
<b>Tabla 5.7:</b> Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Ambo	99
<b>Tabla 5.8:</b> Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Jacas chico	99
<b>Tabla 5.9:</b> Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Yanahuanca	100
<b>Tabla 5.10:</b> Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Huánuco	100
<b>Tabla 5.11:</b> Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Ambo	101
<b>Tabla 5.12:</b> Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Jacas Chico	102
<b>Tabla 5.13:</b> Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Yanahuanca	103
<b>Tabla 5.14:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Huánuco	104

<b>Tabla 5.15:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Ambo	104
<b>Tabla 5.16:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Jacas Chico	105
<b>Tabla 5.17:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Yanahuanca	105
<b>Tabla 5.18:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Huánuco	106
<b>Tabla 5.19:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Ambo	107
<b>Tabla 5.20:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Jacas Chico	108
<b>Tabla 5.21:</b> Análisis estadístico de la estación pluviométrica Yanahuanca	109
<b>Tabla 5.22:</b> Precipitación de la estación pluviométrica Huánuco	111
<b>Tabla 5.23:</b> Precipitación de la estación pluviométrica Ambo	112
<b>Tabla 5.24:</b> Precipitación de la estación pluviométrica Jacas Chico	113
<b>Tabla 5.25:</b> Precipitación de la estación pluviométrica Yanahuanca	114
<b>Tabla 5.26:</b> Estadística de la estación pluviométrica Huánuco	115
<b>Tabla 5.27:</b> Estadística de la estación pluviométrica Ambo	116
<b>Tabla 5.28:</b> Estadística de la estación pluviométrica Jacas chico	117
<b>Tabla 5.29:</b> Estadística de la estación pluviométrica Yanahuanca	118
<b>Tabla 5.30:</b> Resultados según Gumbel de la estación pluviométrica Huánuco	119
<b>Tabla 5.31:</b> Resultados según Gumbel de la estación pluviométrica Ambo	119
<b>Tabla 5.32:</b> Resultados según Gumbel de la estación pluviométrica Jacas Chico	119
<b>Tabla 5.33:</b> Resultados según Gumbel de la estación pluviométrica Yanahuanca	120
<b>Tabla 5.34:</b> Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 01	122
<b>Tabla 5.35:</b> Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 02	123
<b>Tabla 5.36:</b> Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 03	124
<b>Tabla 5.37:</b> Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 04	125
<b>Tabla 5.38:</b> Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 05	126
<b>Tabla 5.39:</b> Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras sub cuenca N° 06	127

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 2.1:</b> Demostración de una cuenca hidrográfica esquematizado	32
<b>Figura 2.2:</b> Tipos de cuenca	33
<b>Figura 2.3:</b> Demostración de una cuenca hidrográfica esquematizado	35
<b>Figura 2.4:</b> Demostración grafica del cálculo de pendiente de la cuenca	36
<b>Figura 2.5:</b> demostración de la precipitación sobre la superficie	37
<b>Figura 2.6:</b> Formación de la precipitación en las nubes	38
<b>Figura 2.7:</b> descripción de la fase del HEC - HMS	45
<b>Figura 3.1:</b> Imagen satelital del cauce principal del rio higueras	63
<b>Figura 4.1</b> Resultado Promedio de las Encuestas de Campo.	71
<b>Figura 4.2</b> Prueba Estadística de la Hipótesis General.	75
<b>Figura 4.3</b> Prueba Estadística de la Hipótesis Específica N°01	72
<b>Figura. 4.4</b> Prueba Estadística de la Hipótesis Específica N° 02.	74
<b>Figura. 4.5</b> Prueba Estadística de la Hipótesis Específica N° 03.	75
<b>Figura 4.6</b> Prueba Estadística de la Hipótesis Específica N° 04.	77
Figura 5.1: Imagen satelital del cauce principal del rio higueras	142
Figura 5.2: Plano de polígono de Thiessen	143
Figura 5.3: forma de drenaje del rio Higueras	144
Figura 5.4: Plano de vertientes de rio Higueras	145

**INDICE DE GRAFICOS**

<b>Gráfico 2.1:</b> Distribución espacial de la lluvia	41
<b>Gráfico 2.2:</b> Gráfico escurrimiento - lluvia	44
<b>Gráfico 2.3:</b> Gráfico de hidrograma unitario	47
<b>Gráfico 3.1:</b> Resultado del cálculo del caudal pico mediante el cálculo HEC - HMS	50
Gráfico 3.2: Hietograma unitario por periodo calculado	51
Gráfico 3.3: Hietograma unitario por periodo calculado	52
Gráfico 3.4: Hietograma unitario por periodo calculado	52
Gráfico 3.5: Hietograma unitario por periodo calculado	53
Gráfico 3.6: Hietograma unitario por periodo calculado	53
Gráfico 3.7: Hietograma unitario por periodo calculado	54

Gráfico 3.8: Hietograma unitario por periodo calculado	54
Gráfico 3.9: Hietograma unitario por periodo calculado	55
Gráfico 3.10: Hietograma unitario por periodo calculado	55
Gráfico 3.11: Hietograma unitario por periodo calculado	56
Gráfico 3.12: Hietograma unitario por periodo calculado	56

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 01:</b> matriz de consistencia	90
<b>Anexo 02:</b> Resultado de los instrumentos de investigación	93
<b>Anexo 03:</b> Instrumento de evaluación por expertos	131
<b>Anexo n°03.1</b> Instrumento a evaluar por expertos	132
<b>Anexo n°03.2</b> Instrumento de validación por el profesional experto	134
<b>Anexo n°03.3</b> Evaluación de la bondad del instrumento	135
<b>Anexo n° 03.4:</b> cuadro de resumen, t estándar e hipótesis	136
<b>Anexo N° 03.5</b> resumen del informe de tesis	137
<b>anexo n°03.6</b> encuesta mediante el formato Likert a los profesionales de ingeniería civil	138
<b>Anexo 04:</b> Plano de Ubicación	141
<b>Anexo 05:</b> Panel fotográfico	146

## **INTRODUCCION**

En la actualidad se realizan estudios hidrológicos mediante la estadística probabilística, los cuales mediante suposiciones se extrapolan los datos para calcular el caudal pico según periodo de retorno, los cuales nos llevan a sobre dimensionar las obras hidráulicas, como también nos llevan a calcular con probabilidades la ubicación de estas estructuras. Debido al alto costo de los datos pluviométricos, imágenes satelitales, cartas nacionales, y georreferenciación; los cuales son necesarios para una buena delimitación del estudio hidrológico y calcular el caudal pico.

Así mismo en la ciudad de Huanuco solo se cuenta con algunas estaciones pluviométricas los cuales hacen reducida la información para desarrollar un buen estudio hidrológico.

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado con el objeto de discernir los conceptos básicos para el cálculo del hidrograma unitario total en la cuenca del río Higuerras, mediante el método de S.C.S. (sistema de conservación de suelos) en el programa de HEC – HMS, mediante el cual proporciona caudales máximos (picos) para diseños de obras hidráulicas en cualquier parte de la cuenca. Como también analizar cómo influye sus parámetros geomorfológicos dentro de la conversión precipitación - caudal, demostrando que, si se puede hacer estudios de hidrología sin tener que usar demasiado la estadística probabilística, porque a veces no es muy seguro debido a su sobredimensionamiento en las obras hidráulicas.

Así mismo cabe indicar que este método no ha considerado pérdidas por evapotranspiración o factor de olvido debido a que no influye directamente al desarrollo de este método.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El Método Hidrograma Unitario dentro de la Hidrología es muy impórtate porque permite calcular el Caudal máximo del agua que contiene una cuenta, mediante el cual está relacionado con el análisis de tormentas, debido que se genera por la variación de PRECIPITACIÓN en toda el área de la cuenca; sin embargo, es un problema que se presenta en nuestro país para los diseños de obras hidráulicas por el método indirecto, debido a que no contamos con la cantidad necesaria de pluviómetros, pluviógrafos para poder determinar con exactitud flujos torrenciales y caudales máximos.

Sin embargo, la estimación de caudales máximos o caudales picos son asociados a la determinación según periodos de retorno de diseño para poder desarrollar una obra hidráulica dependiendo del tipo de método a calcular el caudal pico (directo o indirecto). Estando en la determinación de valores extremos que normalmente asumimos que la cuenca a calcular tenga información de registros de caudales o caso contrario no lo tenga información.

Esta situación genera un peligro potencial, en el desarrollo de obras hidráulicas a nivel nacional e internacional y en las diferentes estaciones del año, en nuestro caso para el Rio Higueras, ya que en la estación de verano se genera sequías y el caudal de agua no abastece lo suficiente a la población de Huánuco, y en la estación de invierno el caudal

aumenta ocasionando desborde del rio higueras que genera desastres en el área de influencia directa como indirecta con respecto al agua que se consume diariamente.

El método del Hidrograma Unitario es el resultado de la conducta de una tormenta lo cual permite mitigar mediante un diseño cualquier impacto que puede suceder en temporada de lluvias y estos son distribuidos en base a los datos de las precipitaciones que se da en cada área.

El objetivo de esta información consiste en dar los datos exactos para una solución diseño de una cuenca para la futura tomas de decisiones en el campo de la hidrología.

Para ello se desarrolló una metodología en base al método del hidrograma unitario y mediante su aplicación del software HEC – HMS para obtener el caudal pico ,lo cual se le proporciona al software los datos del SCS ,el valor promedio de número de curva (CN) para los distintos tipos de suelo de donde se tomó los datos para desarrollar este proyecto, las lluvias máximas de 12 horas procesadas para un periodo de retorno de diseño, el software por medio del SCS convertirá la precipitación neta en escorrentía, mediante este procedimiento se calculó el caudal máximo. Este resultado permitirá desarrollar una obra hidráulica dentro de Huánuco.

## 1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1. Espacial

La presente investigación se ha desarrollado en la cuenca del río Higuera a la altura del puente Tingo que se encuentra dentro de Huánuco, dentro de esta investigación se ha calculado el caudal máximo mediante métodos, software, datos geográficos, mediante lo cual este caudal máximo permitirá a los interesados a diseñar la estructura hidráulica en base al caudal calculado:

- Departamento: Huánuco
- Provincia: Huánuco
- Distrito: Huánuco
- Latitud: -9.93968
- Longitud: -76.2482

### 1.2.2. Temporal

Para la presente investigación se usó los datos de INTENDENCIA DE RECURSO HÍDRICOS-INRENA que me ha permitido tener la información de las precipitaciones de los años anteriores en base a su registro que tienen ellos, gracias a la tecnología e informaciones existentes se puede obtener el resumen de precipitaciones para la determinación del periodo de retorno usando métodos estadísticos de Gumbel. También se usó datos de SENAMHI que me dio datos de precipitación máxima de lluvias de las 24 horas debido a que ellos realizan el monitoreo y predicción hidrológica en diferentes escalas de tiempo y por último de la misma manera se usó datos georreferenciales como el GPS.

De tal modo que me permitió calcular el caudal máximo mediante el Hidrograma Unitaria tomando como lluvias máximas de 12 horas.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 Problema General**

) ¿Cómo determinas el caudal pico utilizando el hidrograma unitario de salida total para la cuenca del río de Higueras – Huánuco - 2018?

#### **1.3.2 Problemas Específicos**

) ¿Cómo determinar la escorrentía directa de lluvia que desemboca en la cuenca hidrográfica del río Higueras?

) ¿Determinar el tiempo de lluvias para calcular el caudal máximo en el río Higueras?

) ¿Cuál es la necesidad de calcular el caudal máximo en el río Higueras?

) ¿Cuál son los métodos estadísticos usados para calcular el caudal máximo?

### **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1 Objetivo general**

) Determinar el caudal pico utilizando el Hidrograma Unitaria, mediante el método de SCS.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

) Determinar mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas o directa.

- ) determinar el tiempo de lluvia con los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.
- ) Determinar el caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca
- ) aplicar los métodos estadísticos para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

## **1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Hipótesis General**

Hi: El Hidrograma Unitario usando el método de SCS es importante para calcular el Caudal Pico.

Ho: El Hidrograma Unitario usando el método de SCS no es importante para calcular el Caudal Pico.

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

Hi<sub>1</sub>: Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas.

Ho<sub>1</sub>: Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que no está relacionado con las precipitaciones efectivas.

Hi<sub>2</sub>: Para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.

Ho<sub>2</sub>: Para determinar el tiempo de lluvia no es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.

Hi<sub>3</sub>: El caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

Ho<sub>3</sub>: El caudal máximo no servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

Hi<sub>4</sub>: Los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

Ho<sub>4</sub>: los métodos estadísticos no son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

## **1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. Variable independiente**

- Hidrograma unitario

### **1.6.2. Variables dependientes**

- Caudal pico

### 1.6.3. Operacionalización de Variables.

**Tabla 1.1:** Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad de Medida	Instrumento Valor Final	Tipo de Variable
Variable independiente • Hidrograma unitario	El "Hidrograma Unitario" es el hidrograma de escorrentía directa causado por una lluvia efectiva unitaria, de intensidad constante a lo largo de la duración efectiva (de) y distribuida uniformemente sobre el área de drenaje. El Hidrograma Unitaria (HU) es aplicado a cuencas pequeñas a medianas para obtener el Hidrograma real (HR) correspondiente a cualquier Tormenta recibida por la cuenca.	precipitación directa o efectiva	distribución uniforme	1cm ó 1mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel</li> <li>• GPS</li> <li>• HEC-HMS</li> <li>• SIG</li> <li>• Libros de los métodos estadísticos</li> <li>• Libros de Cálculo de Caudales</li> <li>• Escala De Rickert</li> <li>• Alfa de Cronbach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo: se da mediante un registro a través de una medición numérica</li> </ul>
		Hidrograma Generado	intensidad uniforme	1 horas		
		Ordenadas de todos los Hidrogramas de escurrimiento que se calcula el escurrimiento directo	tiempo base constante	1 horas		
Variables dependientes • Caudal pico	El Caudal Pico es el Caudal Máximo que pasa por una cuenca en un determinado tiempo, mediante el cual es la suma de todos los hidrogramas unitarios que se forma en una cuenca si se conoce la señal del nivel máximo del agua en las márgenes, rugosidad del tramo y la topografía de la cuenca	estructura morfológica de la cuenta	área de la cuenca	km <sup>2</sup> y m <sup>2</sup>		) continua: los valores tomados son fraccionados o decimales dentro de la escala de valores.
		Altura de la Precipitación promediada sobre la cuenca	Cota mayor y cota menor	mm		
		periodo a lo largo del caudal que ocurrió la precipitación efectiva	tiempo pico	h		

## 1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.7.1. Tipo de Investigación

La investigación realizada es **EXPLICATIVA** porque según (BERNAL TORRES, 2010) afirma: "La investigación explicativa tiene como fundamento la prueba de hipótesis y busca que las conclusiones lleven a la formulación o al contraste de leyes o principios científicos" (p90).

Dentro de esta investigación el investigador tiene como objetivo principal estudiar, analizar y explicar la causa y el efecto del problema que existe entre las variables.

### 1.7.2. Nivel de Investigación

Es de nivel **EXPLICATIVO**, permitió explicar el origen, tiempo real y el área geográfica para determinar el caudal pico utilizando el hidrograma unitario de salida total para la cuenca del río Higuera – Huánuco.

La explicación permite conocer el problema a profundidad que te permite explicar el porqué de las cosas, fenómenos y hechos que pasan, el ámbito donde se crea, como se muestra y se relacionan las variables del estudio

### 1.7.3. Métodos de Investigación

El método de investigación es muy importante durante la investigación porque te permite lograr un objetivo mediante un conjunto de procedimientos científicos, herramientas donde se ponen

a experimento las hipótesis y los instrumentos de trabajo para demostrar si un argumento es válido.

Este método utilizado es **MÉTODO INDUCTIVO**.

Esto significa que, el razonamiento permite obtener conclusiones que parten de hechos particulares como válido, para llegar a conclusiones cuya aplicación sea de carácter generales. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría. (BERNAL TORRES, 2010,p.59)

#### **1.7.4. Diseño de investigación**

El DISEÑO de investigación es la técnica general del investigador para obtener respuestas a sus problemas planteados y demostrar la hipótesis de investigación. De la misma manera permite aplicar las estrategias básicas de la investigación permitiendo esto al investigador obtener información puntual e interpretable en base al diseño aplicado.

Este DISEÑO es **PRE EXPERIMENTAL**.

esto significa, que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Dentro de esta investigación no hay manipulación de las variables independientes. Es decir, que se administra un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variable para observar cual es el nivel del grupo en esta variable. (Hernández Sampieri, Fernádes Collado, & Baptista Lucio, 2015)

G X O

Donde:

“G” Tratamiento o muestra

“X” tratamiento o estímulo

“O” Observación. (PROPUESTA)

Al grupo que viene a ser la muestra se le aplica un tratamiento o muestra experimental, después se establece el tratamiento y últimamente se le aplica una prueba posterior al estímulo.

## **1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.8.1. Población**

La población en esta investigación es todas las precipitaciones obtenido dentro de la cuenca del rio higueras registrados por las estaciones pluviométricas de SENAMHI, durante el periodo del año 1964-2010.

Además, cabe detallar que viene a ser registros de precipitación máxima en 24h para la presente investigación.

### **1.8.2. Muestra**

Viene a ser todas las estaciones pluviométricas con registros de datos en precipitación máxima en 24h con un periodo de 10 años encontradas dentro del área de estudio (cuenca del rio Higueras) y fuera de ella según las características fisiomorfológicas similares a la cuenca en investigación tenemos a Ambo y Yanahuanca que se detalla en la siguiente tabla 1.2:

Así mismo se detalla que se ha desarrollado los datos obtenidos mediante cálculos estadísticos para obtener los datos mostrados en la presente tabla, ver anexo 01

**Tabla 1.2:** Estaciones pluviométricas

ESTACION	PRECIPITACIÓN (mm)
HUÁNUCO	49.33
AMBO	157.85
JACAS CHICO	62.82
YANAHUANCA	143.41

Así mismo, para el resultado de la hipótesis se ha tomado como muestra a 15 profesionales docentes en la especialidad de la ing. Civil. Como se indica en la tabla 1.3.

**Tabla 1.3:** tamaño de muestra de los profesionales de Ing. civil.

Tamaño de Muestra		
<b>Entradas:</b>		
N=	15	Tamaño de Población de Docentes en Ingeniería Civil - Sede Huánuco
p=	0.5	Probabilidad de Ocurrencia de los Casos
E=D=	0.05	Error de muestreo
$\alpha=$	0.05	
<b>Salidas</b>		
q=(1-p)=	0.5	$n = \frac{N (Z)^2 P Q}{(D)^2 (N-1) + (Z)^2 P Q}$
n=	15	
Z_(1-		
$\alpha/2)=$	1.959963985	

## 1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 1.9.1. Técnicas

Las técnicas aplicadas en la siguiente investigación se realizó mediante cálculo y métodos estadísticos respaldándose a estudios desarrollados por expertos del tema como libros de hidrología y digitales, tesis, revistas, artículos, internet, etc.

### **1.9.2. Instrumentos**

Los instrumentos utilizados son los instrumentos documentales como los cuestionarios, escala de tipo Likert, registros de datos pluviométricos, mapas cartográficos, fotografías aéreas, mediante Google earth, AutoCAD, programa HEC – HMS, etc.

## **1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.10.1. Justificación**

La investigación tiene como finalidad determinar el caudal pico utilizando el hidrograma unitario de salida total de la cuenca del río Higueras dentro de Huánuco, para un determinado tiempo de duración que escurre en toda la cuenca del río Higueras, de la misma manera proponer a los interesados en diseñar la estructura hidráulica mediante el caudal calculado.

En los cuales los aportes brindados a los profesionales interesados serán los siguientes:

- ) Determinación del caudal pico mediante el hidrograma unitario de la cuenca del río Higueras del departamento de Huánuco, que servirá como referencia a los futuros estudios hidrológicos en diferentes periodos de retorno para elaboración de proyectos de riego, saneamiento, represas, estructuras hidráulicas.
- ) Mejorar los cálculos de caudales de diseño utilizando software actualizado y práctico.

) Además, nuestra investigación redonda significativamente en el acrecimiento de los conocimientos en la rama de la hidrología puesto que en nuestro país la información es muy escasa.

### **1.10.2. Importancia**

La presente investigación es importante porque permite conocer el caudal pico mediante el hidrograma unitario y que tan importante es para los estudios de diseños hidráulicos y de la misma manera que tanto afectaría si no se toma en cuenta el caudal pico dentro para una obra hidráulica especialmente en una zona urbana, dentro de esta investigación se verificó la realidad de los estudios hidrológicos de la cuenca del río Higueras que me permitió proponer nuevas metodologías según software actualizados para el cálculo de caudales máximos o picos medidos con exactitud para la cuenca hidrográfica del río Higueras.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1 A nivel internacional:

- a) **SOLÍS MONTERO, (2003), investigó el: *paquete interactivo para análisis hidrológico*, en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de las Américas Puebla. La investigación realizada se hizo con fines de elaborar su Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil en el departamento de Ingeniería Civil que consta de de 109pp.**

##### **El investigador arribo a las siguientes conclusiones:**

El investigador Analiza cuatro problemas hidrológicos que, en cada uno de ellos, se requieren datos medidos con exactitud; para que los modelos aquí planteados den buenos resultados. Se recomienda aplicarlos en cuencas aforadas donde el ajuste se realice con datos de precipitación y escurrimiento de las mismas tormentas, y después se aplique a otro evento hidrológico.

Los modelos fueron planteados para que funcionen independientemente, dado que pueden ser utilizados tanto para el diseño o como para el análisis de eventos de menor dimensión. Se recomienda utilizarlo en serie porque los resultados de cada uno de ellos se aplican como datos de ingreso del siguiente. (SOLIS MONTERO, 2003)

En el tipo de infiltración se requiere el hietograma de una tormenta, donde previamente se ha estimado el número de curva, y como

resultado se obtiene el hietograma de precipitación efectiva de la tormenta.

- b) **Migue Ignacio y Esther Julia Olaya (2007) Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.** publicaron el siguiente artículo profesional ***“Cálculo y análisis de hidrogramas para el flujo torrencial del 22 de junio de 2006 ocurrido en la microcuenca "el salto", Ibagué – Colombia”.*** (2007). Los investigadores arriban en las siguientes conclusiones: El hidrograma analítico calculado para el flujo torrencial ocurrido el 22 de junio de 2006 en la microcuenca la variación del gráfico permite determinar el comportamiento del agua, que esto puede ser empleado para diseñar medidas de mitigación del riesgo de desastre en el centro poblado de Villa Restrepo. El perfil elaborado con respecto al flujo torrencial del 22 de junio de 2006 ocurrido en la microcuenca la variación que permitió constatar que el hidrograma sintético del SCS no captura el verdadero comportamiento hidrológico en la zona de estudio, y no debe utilizarse para calcular hidrogramas en el diseño de estructuras hidráulicas ni en la elaboración de mapas de amenaza, con el tipo de flujo analizado.

**Guerra Cobián y Víctor Hugo (2013) Universidad autónoma del estado de México - facultad de ingeniería, centro interamericano de recursos del agua - Doctor en Ingeniería con Énfasis en Ciencias del Agua publicaron el artículo *“Efecto de la discretización espacial sobre las simulaciones de***

*caudal con el modelo distribuido CEQUEAU*". (2013). **El investigador explicó las siguientes conclusiones:**

- ) De acuerdo con la revisión de la literatura se tiene que, actualmente la modelación hidrológica forma parte de la evaluación de los recursos hídricos en una cuenca, y el uso de modelos matemáticos que simulan los procesos del ciclo hidrológico (especialmente los distribuidos), así como los avances en la computación, han demostrado a través de los últimos cincuenta años ser una herramienta útil e indispensable. En particular, el uso de los modelos hidrológicos distribuidos ha ayudado en el análisis y comprensión de problemas tales como: el cambio climático, los efectos en el cambio y uso del suelo, el incremento en los flujos debido a la baja cubierta vegetal, la cuantificación del arrastre y transporte de sedimentos, etc.
- ) Se logró aplicar el modelo hidrológico *CEQUEAU* en dieciséis cuencas localizadas en regiones climatológicas diferentes, con lo que se cumplió con el objetivo inicialmente propuesto en la investigación. Con base en la modelación hidrológica, se pudo conocer y reproducir la distribución de caudales de las cuencas analizadas, lo cual permitió llevar a cabo el análisis de discretización espacial.
- ) Con respecto al Sistemas de Información Geográfica (SIG), se obtuvo un incremento en la disponibilidad de información espacialmente distribuida en formato digital, la información cartográfica digital e hidrometeorológica, así como la ventaja de contar con Modelos Numéricos de Altitud generados por radar

(MNA-SRTM), ayudó a generar las bases de geodatos requeridas en la modelación. Esto hizo posible el desarrollo y aplicación del nuevo módulo hidrogeomático Idrisi-*CEQUEAU*, lo cual colaboró en calcular de manera precisa, rápida y eficiente, evitando errores de tipo humano en la extracción de la información. Esto fue esencial, ya que el ahorro de tiempo en horas-hombre que se logró, se invirtió a base de esfuerzo de medición y validación.

) En la modelación de las cuencas analizadas, no se consideró la influencia de embalses que controlan el escurrimiento natural de los ríos, debido a que dicha información no está disponible. Además, de acuerdo con la literatura consultada, el proceso de calibración del modelo en una cuenca es una tarea ardua. Sin embargo, los resultados obtenidos en las simulaciones fueron ampliamente satisfactorios.

### 2.1.2 A nivel nacional:

- a) **CHÁVEZ AGULAR, (2006), investigó: “*Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano*”. En la Pontificia universidad católica del Perú. La investigación se realizó con fines de elaborar su tesis para optar el Título de Ingeniero Civil que cuenta con 233pp.**

#### **El ponente arribo a las siguientes conclusiones:**

La optimización te permite conseguir a partir de un trazo realizado dimensiones exactas para cualquier diseño de una obra hidráulica que desean hacer, permitiendo esto a los interesados llevar acabo la ejecución de una obra de alcantarillado ya sea pluvial o sanitario

de diferentes dimensiones. De la misma manera es una solución práctica, factible y sobre todo previene cualquier desastre natural que pueda pasar cuando se genera un aumento del caudal.

El cálculo del tiempo de concentración de la lluvia influye en la intensidad de lluvia, quiere decir que a menor tiempo de concentración mayor es la intensidad de lluvia, estas concentraciones influyen en las dimensiones que se tiene que usar en la red de tubería

### **2.1.3 A nivel Local:**

Dentro de la investigación a nivel local no se ha encontrado estudios realizados mediante el método del Hidrograma unitario por t al motivo no se ha considerado.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.1.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

“Los SIG constituyen una herramienta valiosa que permite agilizar la obtención y ampliación del conocimiento científico por parte de los investigadores y posibilita la consulta inmediata y actualizada de ese mismo conocimiento” (ALVARES Q., 1993).

Para la topografía se utilizó el Sistema de Información Geográfica, que es el resultado de composición de hardware, software y datos geográficos que permiten capturar, almacenar y manipular y gestionar la información.

El SIG permite analizar, modelar, describir todas las características físicas y espaciales de la cuenca dentro de este estudio realizado, permitiendo esto diferenciar como es la relación y como están

relacionados el nivel espacial entre el lugar de estudio (cuenca del río Higueras).

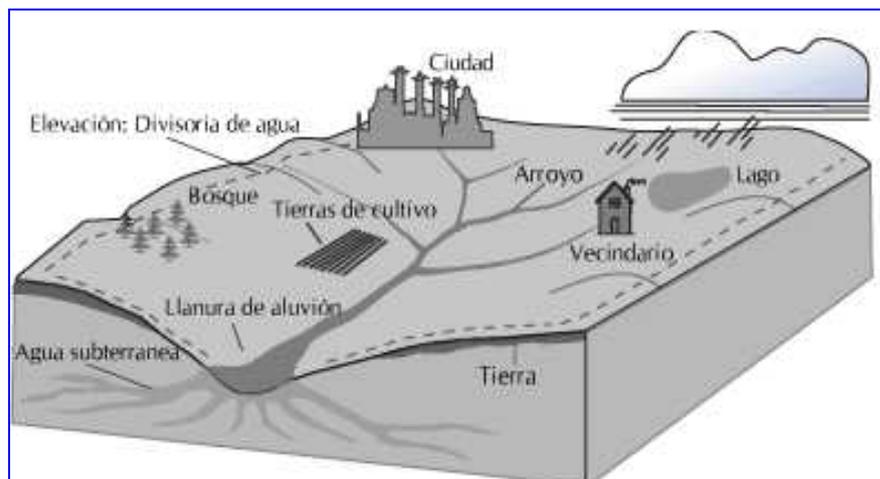
Además, gracias a su capacidad de almacenar cartas nacionales podemos utilizar para la delimitación de cuencas en función de salida y elevación, así obtener el caudal máximo o pico que ha sido el objetivo de la investigación.

### 2.1.2 CUENCA HIDROGRÁFICA

**Geomorfología**, estudia las formas superficiales del relieve terrestre (geo=tierra, morfo=forma; logia=estudio o tratado).

**Cuenca:** Es una superficie terrestre donde las gotas de lluvia que caen sobre el área son drenadas como una corriente hacia un punto de salida donde puedan desembocar de acuerdo con la forma del terreno y de acuerdo a la pendiente que predomine.

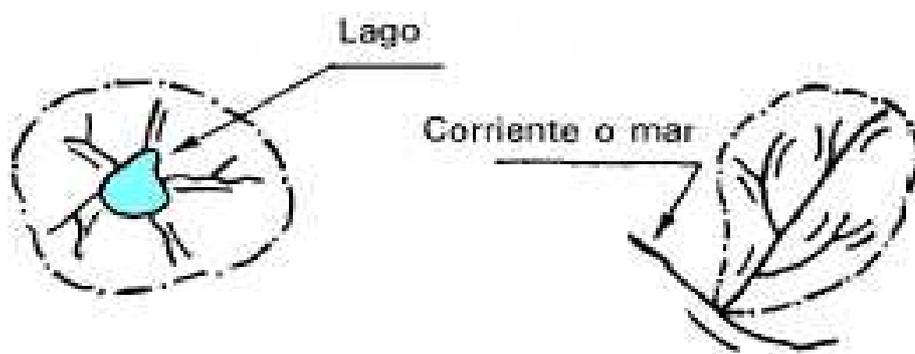
**Cuenca Hidrográfica:** “Es el espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y cuyos excedentes en agua o en materias sólidas transportadas por el agua forman, en un punto espacial único, una desembocadura” (Cahuana Andia & Yugar Morales, 2009).



**Figura 2.1:** Demostración de una cuenca hidrográfica esquematizado

### 2.1.3 CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA

Según su tamaño para cuencas grandes predomina las características fisiográficas (pendiente, elevación, área y cause) y para cuencas menores la forma y cantidad de escurrimiento están relacionados por las características físicas de suelo (tipo de suelo y vegetación) y en función al escurrimiento de salida existe dos tipos de cuencas: cuencas endorreicas (el agua que desemboca queda dentro de los límites de la cuenca, por ejemplo un lago) y exorreicas (el agua desemboca en sus límites de la cuenca, por ejemplo corriente de agua o mar).(Cahuana Andia & Yugar Morales, 2009,p.13)



a). -Cuenca Endorreica

b). - Cuenca Exorreica

**Figura 2.2:** Tipos de cuenca

#### 2.1.3.1 En función a la elevación

Dentro de la clasificación de las cuencas son: alta, media y baja.

##### ➤ Cuenca alta

Llamado como cuenca cabecera o de recepción de la cuenca; por su posición, capta y almacena en los nevados y glaciares de sus cumbres, y en las lagunas y represamientos de las altiplanicies, la mayor parte de los aportes de la precipitación; además, tiene una cobertura vegetal típica de pastos o bosques, y una menor presión

demográfica. (Cahuana Andia & Yugar Morales, 2009,p.14)

➤ **Cuenca media**

Es de una pendiente relativa que cuenta con un caudal que se asemeja a un torrente turbulento que transporta los materiales sedimentados en forma de escurrimiento.

➤ **Cuenca Baja**

Es de menor pendiente relativa, que tiene un caudal de flujo continuo y un cauce definido con amplia planicie de inundación, que prácticamente son llamados zona de depósito.

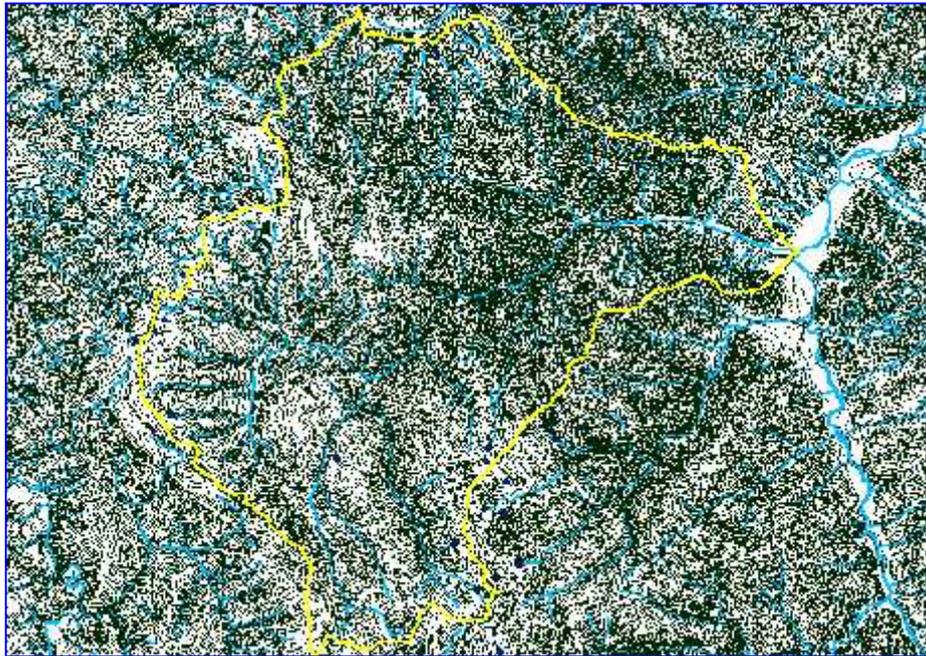
Durante la investigación desarrollado en base a las informaciones obtenidos la cuenca del rio Higueras es una cuenca analizada que tiene una extensión de 696km<sup>2</sup>, en función a la salida es cuenca exorreica y en función a elevación es una cuenca baja

#### **2.1.4 PARÁMETROS GEMORFOLOGICOS DE LA CUENCA**

el ciclo hidrológico es la parte más importante debido a que gracias a este fenómeno se puede determinar el tipo de terreno con sus respectivos pendientes que se da en el campo y poder estudiarlo en base a sus parámetros que están relacionado tanto con los aspectos físicos y morfológicos donde intervienen el suelo, urbanización y por último la flora y fauna que se relacionan con la cobertura vegetal, todo eso permite dar origen a la estructura de la cuenca.

### a) ÁREA DE LA CUENCA

Es la superficie horizontal del terreno que esta englobada por los perímetros de la divisoria. El área de una cuenca se determina mediante una medición con diferentes tipos de instrumentos, sin embargo, hoy en día con los avances que se tiene en software y hardware para el análisis topográfico resulta fácil digitalizar o escanear una cuenca y determinar su área.



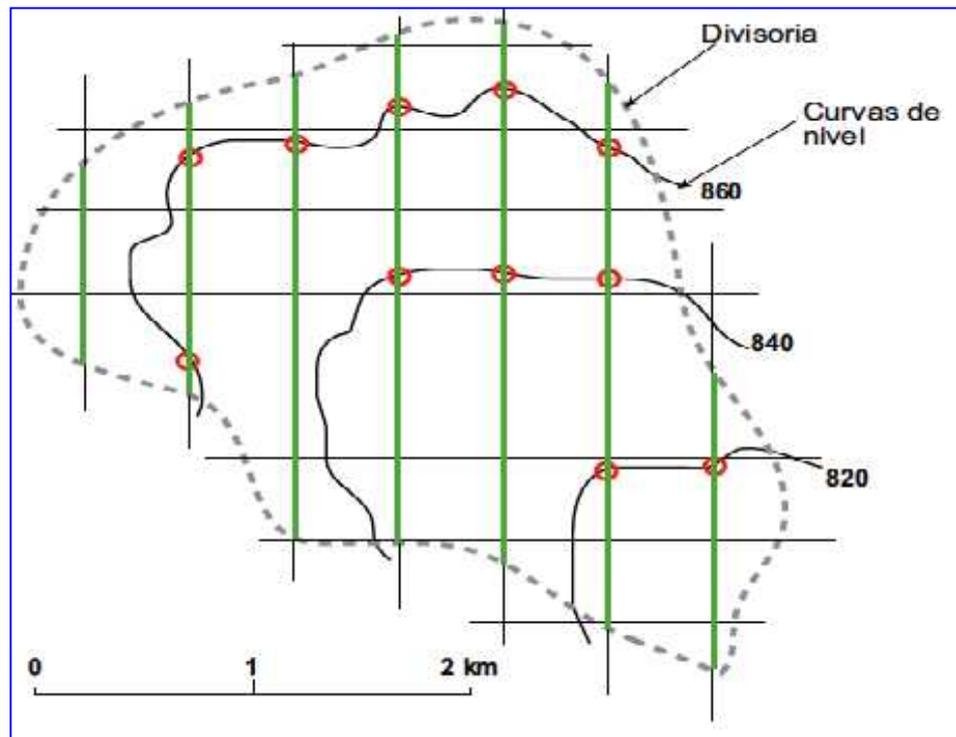
**Figura 2.3:** Demostración de una cuenca hidrográfica esquematizado

Según (Chow, Maidment, & Mays, 1994) afirma:

una cuenca pequeña puede ser definida como aquella que es sensible a lluvias de alta intensidad y corta duración y en la cual predominan las características físicas del suelo sobre el cauce principal. Dentro de ello cita que puede bordear entre 25 a 250 km<sup>2</sup>. (p.584)

## b) PENDIENTE DE LA CUENCA

Es muy importante en el estudio, porque te permite relacionar y estudiar el curso de la infiltración, el agua que fluye en la superficial, humedad del suelo y el agua subterránea que transcurre y se direcciona hacia la escorrentía. Para nuestro caso usaremos el criterio de Alvord que trabaja mediante curvas de nivel (Figura 2.4).



**Figura 2.4:** Demostración grafica del cálculo de pendiente de la cuenca

## c) PERÍMETRO DE LA CUENCA

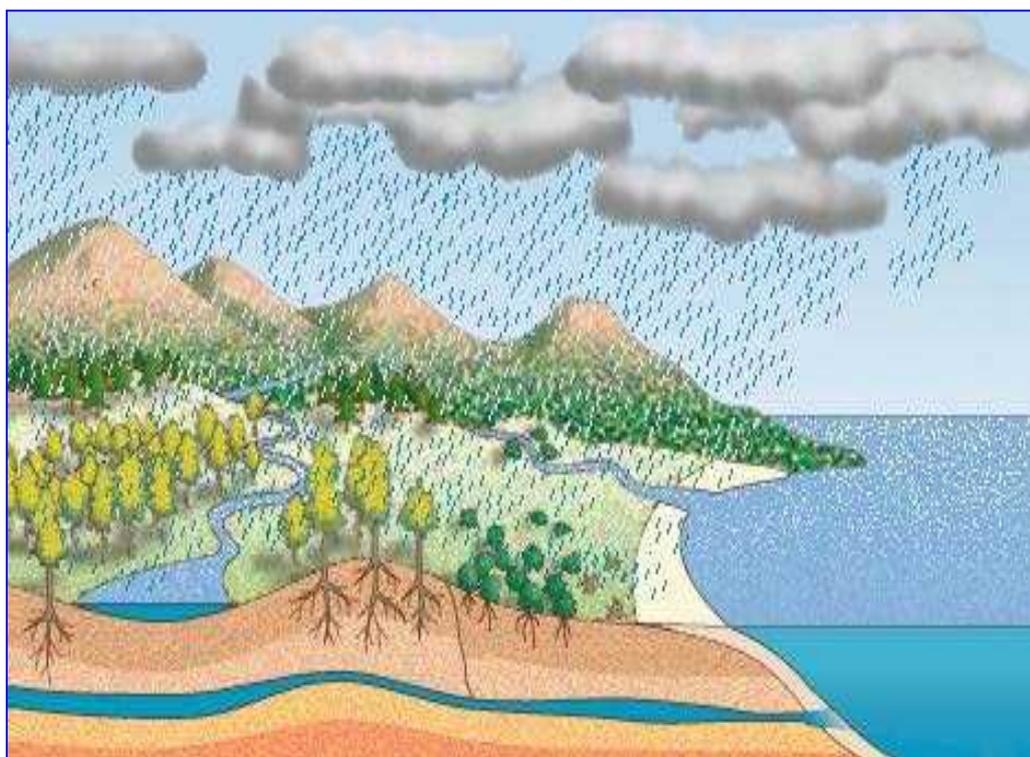
Es la parte exterior que lo rodea a la cuenca para poder limitarlo dentro del área de estudio y analizarlo, para el estudio realizado las dimensiones del perímetro han realizado mediante el AutoCAD.

## d) LONGITUD DE CAUCES

Viene a ser la longitud más largas de las que une las subcuencas dentro de la cuenca de estudio que se dio en esta investigación.

### 2.1.5 PRECIPITACIÓN

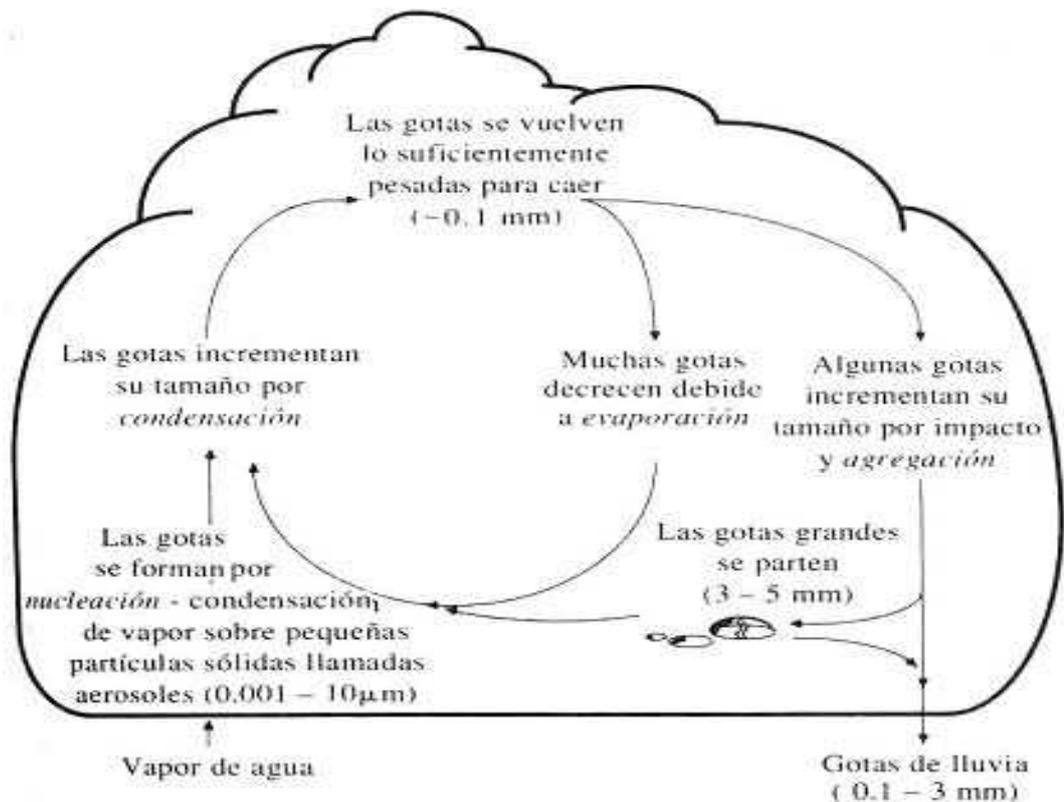
La principal fuente de humedad para la precipitación la constituye la evaporación desde la superficie de los océanos. Sin embargo, la cercanía a los océanos no conlleva una precipitación proporcional, como lo demuestran muchas islas desérticas. Son los factores del clima ya estudiados (latitud, altitud, continentalidad, corrientes marinas, vientos dominantes) y las barreras orográficas, las que determinan la humedad atmosférica sobre una región. (CHEREQUE MORAN W. , 1989,p.15)



**Figura 2.5:** demostración de la precipitación sobre la superficie

### PROCESO DE FORMACION DE LA PRECIPITACION

Es un fenómeno que está relacionado con el ciclo del agua en sus diversos estados (sólido, líquido y gaseoso), donde el agua sufre cambios bruscos a causa de las variaciones de temperatura hasta formar grandes, medianos o pequeñas gotas de lluvias que dan origen a las precipitaciones y se puede observar en la siguiente imagen.



**Figura 2.6:** procesos de precipitación en las nubes (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

## FORMAS DE PRECIPITACION

“Es el resultado de la condensación del vapor de agua que se da en la atmosfera, dando luego como resultado diferentes características como (lluvia, llovizna, escarcha, nieve y granizo) que pueden ser” (Cahuana Andia & Yugar Morales, 2009).

## MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Se mide en termino de altura de láminas de agua, y se enumera en milímetro y en función al tiempo.

En Perú, los registros de precipitación son registrados por **(SENAMHI)**, mediante su red de estaciones meteorológicas que están distribuidas a nivel nacional. Estos datos registrados y procesados se han usado dentro de esta

investigación para poder determinar las precipitaciones que se dieron en cada área de la cuenca mencionada dentro de esta investigación.

### a) ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA O PROMEDIO SOBRE UN ÁREA

Básicamente se tienen tres métodos para la estimación de la precipitación promedio sobre un área, los cuales son aplicables a intervalos muy diferentes como son: la duración de la tormenta en días, meses o años. Para nuestro caso usaremos en Método de los Polígonos de Thiessen.

#### ) MÉTODO DE LOS POLÍGONOS DE THIESSEN

Consiste en ubicar los pluviómetros dentro un área establecido de estudio con fines de trazar líneas entre los pluviómetros que formen 90 grados (perpendicular) dando como resultado triangulaciones, entre esas triangulaciones se formarán mediatrices y al final se trazar un polígono que encierre el área. Por tanto, este método permitirá determinar el promedio de la precipitación que se desea estudiar y evaluar con la siguiente ecuación:

$$P = \sum \frac{A_i P_i}{A} \quad \dots\dots\dots(01)$$

Datos:

P: Precipitación promedio en la cuenca (mm).

A<sub>i</sub>: Área del polígono de cada estación i dentro del lugar donde fluye en agua de la cuenca (km<sup>2</sup>)

A: Área total de la cuenca(km<sup>2</sup>)

P<sub>i</sub>: Precipitación registrada en la estación i durante la tormenta analizada o durante el periodo de estudio, en mm.

Una vez que se ha analizado las precipitaciones y haber estimado la lluvia neta o efectiva que se produjo, el siguiente paso es transformarlo en caudal; todo este proceso se dio gracias al método del HU.

### **2.1.5 HIDROGRAMA UNITARIO**

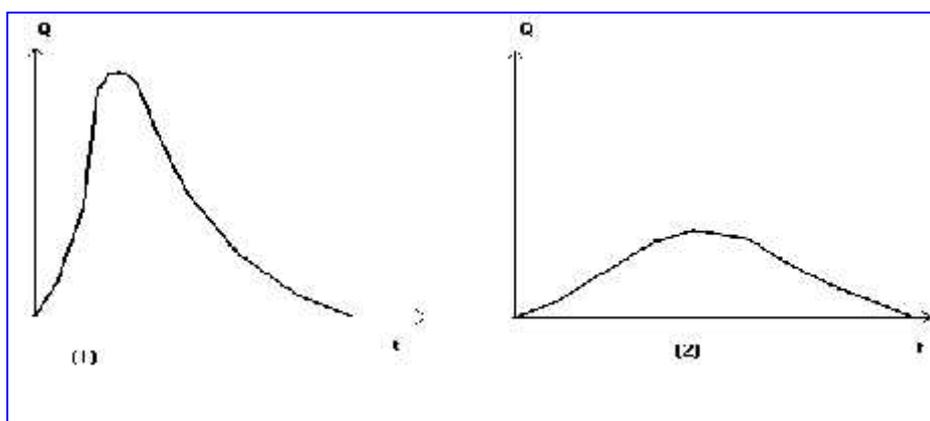
El hidrograma de salida se da prácticamente en las cuencas pequeña que son resultado de la sumatoria de todos lo hidrogramas que se produce dentro del área de una cuenca. Estos hidrogramas formar un cause principal del agua, originado de las lluvias que dieron lugar a la forma de la superficie, dando como resultado el hidrograma final constante para todo tipo de estudio que es muy importante y esto es lo que se considera la esencia del hidrograma unitario de Sherman.

El hidrograma unitario es un hidrograma propio de la cuenca y es unitario porque el volumen de escorrentía del hidrograma es 1 cm, 1 mm, 1 pulgada.

Las características de las tormentas van a a menudo que varían los hidrogramas unitarios dentro de la cuenca, pese a que es constante la morfología de la superficie terrestre.

## a) ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE UNA TORMENTA:

- **Duración de la lluvia:** Consiste en la permanencia de lluvia corta motivo por el cual es el resultado de las fracciones de espacios iguales de las precipitaciones abundantes. Estas divisiones o fracciones permiten distribuir infinitos números de HU para cada tiempo dado, las diferencias son mínimas entre estos HU permitiendo una tolerancia de  $\pm 25\%$  de la duración, por lo que se necesitan pocos HU para la cuenca.
- **Patrón de intensidad – tiempo:** nos hace referencia que durante la práctica es uniforme, pero observando la realidad se ve que tienen bastantes variaciones de intensidad de lluvia. La relación que existe entre el tiempo y la intensidad es bastante crítico porque está en función al área de la cuenca, tanto así que el tiempo de duración se aproxima a un cuarto del tiempo de retardo de manera satisfactoria.
- **Distribución espacial de la lluvia:** La distribución del hidrograma varía en el transcurso del tiempo y es más resaltante en la salida de la cuenca como se observa en la imagen.



**Gráfico 2.1:** Distribución espacial de la lluvia

- **Cantidad de escurrimiento:** La determinación del HU lineal está relacionado con el principio de proporcionalidad, quiere decir que los caudales son proporcionales al volumen de precipitación que se plasman en las ordenadas debido a que la escorrentía está en función a todas las tormentas, tiempo base iguales y duración.

Otro punto muy importante sobre las curvas consiste: Las lluvias que tienen eventos cortos van a generar curvas pequeñas a diferencia de las lluvias con periodo de tiempo largo van a general curvas pronunciadas debido al escurrimiento ya sea superficial o subsuperficial y de base. Podríamos decir ejemplo los superficiales son los que van a tener lluvias con periodo largo y el subsuperficial va a tener lluvias cortas.

#### **b) HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO**

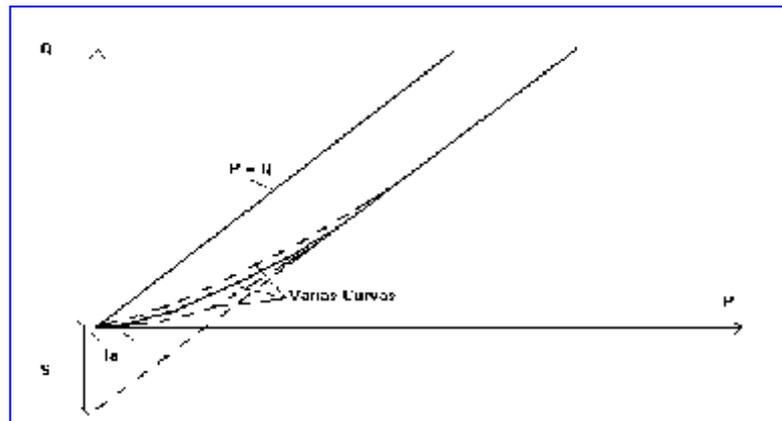
Se utilizan para cuencas que son similares. Se relacionan en función a las características del hidrograma ( $q_p, t_b$ ) con las características físicas de la cuenca (Zinder), HU adimensionales (SCS, Commons) que trabajan con la forma del hidrograma.

- **MÉTODO DEL SERVICIO CONSERVACIÓN SUELOS SCS DE EEUU**

Es citado como hidrograma triangular y lo primero que hace es definir el número de curvas para poder determinar el volumen de escorrentía luego dar como resultado el HU.

A) Número de Curva: para determinar es muy importante obtener los datos de precipitación diario en función al tiempo. Permitiendo esto analizar la relación que existe entre el escurrimiento y precipitación como se observa a continuación.

relación escurrimiento – precipitación =  $Q - P$  (Ver Fig. 2.2).



**Gráfico 2.2:** Grafico escurrimiento - lluvia

El CN se obtiene se la siguiente manera:

) Para las Condiciones de humedad: se analizaba en base a la humedad que genera la lluvia:

Condición 1: Son para suelo seco. No es ajustable a crecida de proyecto y son para caudales chicos.

Condición 2: Son para suelo medio. Están relacionado a crecidas anuales o promedios.

Condición 3: Son para suelo húmedo. Que genera un pico de cresta máximo de caudal ya que son caudales grandes.

) Usos del suelo: es muy importante porque va a permitir a las personar poder brindarle diferentes tipos de beneficios con su uso ya sea para sembrar y generar alimentos que se pueda sustentar el ser humano, siempre en cuando sepamos darle un buen uso

para las diferentes actividades y de la misma manera sea sustentable para el desarrollo del país. Todo esto va a determinar las condiciones físicas, ya sea buenos, malos o regulares con respecto a la hidrología que van a estar relacionado con la infiltración, retención de las precipitaciones que se dan en la cuenca

) Condiciones hidrológicas de los suelos: las condiciones van a depender del tipo del suelo, vegetación y de la infiltración de las lluvias que se da dentro de la tierra.

Poca densidad de vegetación	Condición deficiente	$> CN > Q$
Alta densidad de vegetación	Condición buena	$< CN < Q$

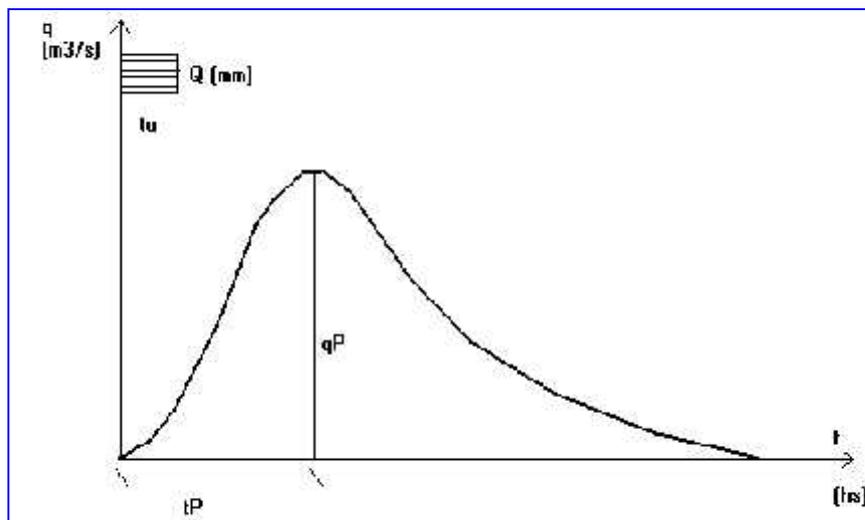
Condiciones hidrológicas de los suelos:

A Infiltración alta  $\ll CN \ll Q$  Arena

B Infiltración moderada  $< CN < Q$  + arena – arcilla

C Infiltración lenta  $> CN > Q$  + arcilla – arena

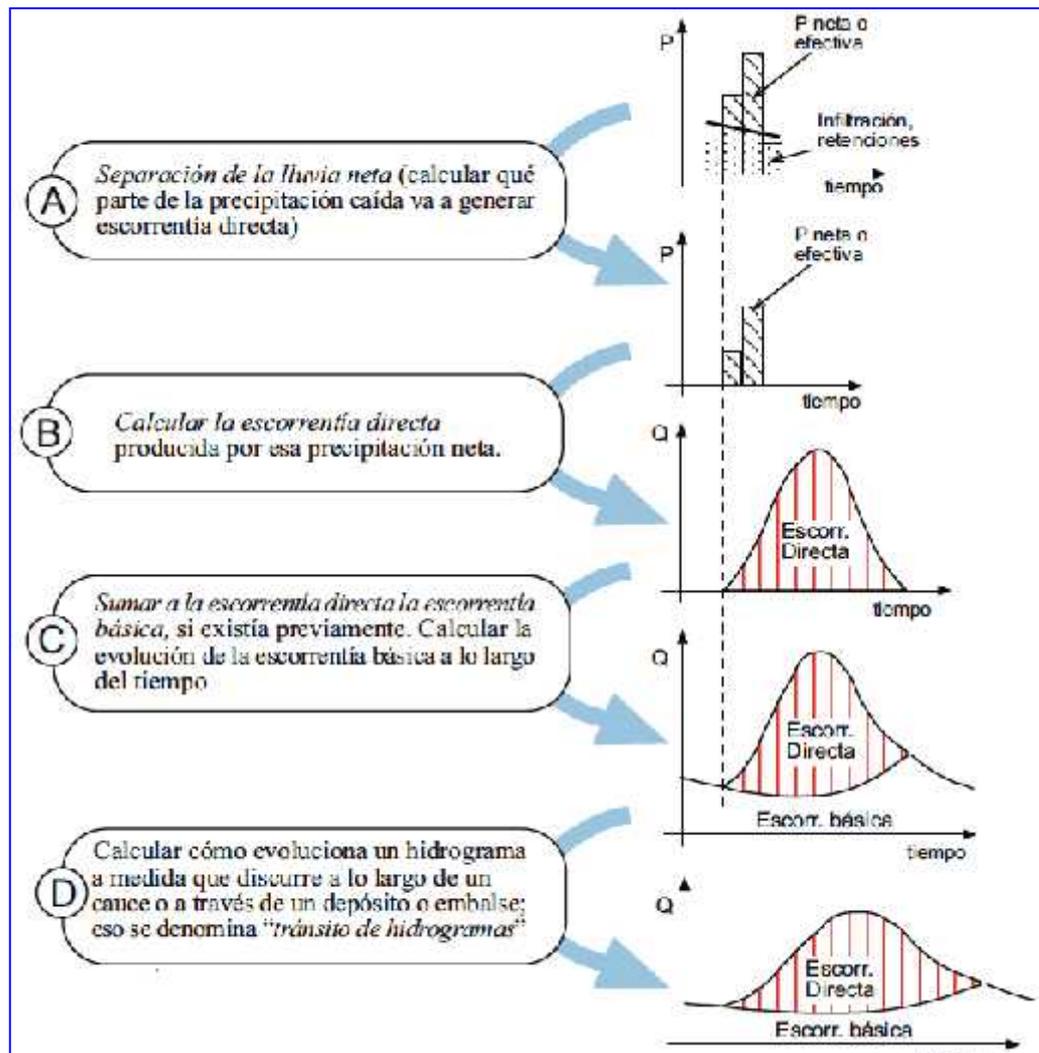
D Infiltración muy lenta  $\gg CN \gg Q$  Arcilla



**Gráfico 2.3:** Grafico de hidrograma unitario

### 2.1.6 HEC-HMS.

Es un programa complejo que te permite calcular los hidrogramas producidos que se producen dentro de una cuenca siempre en cuando se ingresa los datos de precipitación y geomorfológicos de la superficie terrestre y se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 2.7:** descripción de las fases del HEC - HMS (SÁNCHEZ SAN ROMAN, 2015)

El programa del software cuantifica los valores de las 3 primeras fases para cada subcuenca y la cuarta fase es para determinar el transito del caudal en toda su trayectoria por donde transcurre. Finalizando todo este proceso nos

permite observar los resultados analizados del hidrograma que se produce en la salida de la cuenca mediante gráficas y tablas.

## **2.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

### **2.3.1 HIDROLOGIA**

Es la ciencia que estudia el comportamiento físico, químico y mecánicos en sus diferentes estados y sistemas como por ejemplo en los océanos, continentes, ríos, lagos, etc. tanto a nivel de su circulación que se origina en la superficie terrestre como también en el espacio y los seres vivos dentro del planeta tierra.

### **2.3.2 PRECIPITACIÓN**

Es el resultado de las fuerzas internas que sufre la nube condensada que al final genera como resultado la lluvia, granizo y entre otras partículas amorfos que caen a la superficie de la tierra generando esto escurrimientos, nevados, bloques de hielo entre otras partículas.

### **2.3.3 ESCORRENTIA SUPERFICIAL**

Es un fenómeno causado por las precipitaciones, donde el agua transcurre por la parte superior de la superficie terrestre y estos se depositan en las subcuencas; luego estas son transcurridas que van a ser desembocados a una cuenca principal o cause principal que no se origina una filtración dentro de esta escorrentía continua.

### **2.3.4 HIDROGRAMA**

Es la representación gráfica del caudal que está en función al tiempo. El intervalo del tiempo puede variar entre horas o años.

### **2.3.5 INFILTRACIÓN**

Es un fenómeno intersticial donde el agua se filtra por los diferentes tipos de capas del suelo hasta el punto de acercarse o llegar a un punto de saturación, en algunos casos llega hasta el nivel freático y luego vuelven a salir para continuar su trayectoria en el cauce del río.

## CAPÍTULO III

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

##### **Confiabilidad**

La confiabilidad es la seguridad de los resultados que demuestran los instrumentos mediante sus cálculos, permitiendo a la vez que los resultados que fueron medidos con otros instrumentos al momento de comparar demuestran el mismo resultado. Esto indica que tiene el mismo grado de confiabilidad y en base a eso podemos decir que es confiable en instrumento.

##### **Validación del Instrumento**

La validación del instrumento es muy importante porque te permite medir con exactitud todas las variables de estudio dentro de una investigación y demostrando como valido los resultados obtenidos mediante el instrumento.

##### **Validez y Confiabilidad del Instrumento.**

La validación y confiabilidad del instrumento es muy importante porque te permite demostrar y obtener los resultados precisos durante el estudio de las variables, la valides del instrumento mide de forma significativa, cuantitativa, exacto y adecuado por el cual fue elaborado.

### **3.2. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DEL CÁLCULO DE CAUDAL PICO**

el análisis de esta investigación cuantitativa tiene como objetivo determinar el caudal pico mediante los métodos estadísticos, precipitaciones de las cuencas del río higueras.

La cuenca se ha subdividido en 11 ramales por donde se lleva acabo el escurrimiento con fines de determinar las precipitaciones. De la misma manera se ha determinado el área mediante el AutoCAD los datos de la subcuenca de los 11 ramales que se ha subdividido y que se detalla en la tabla siguiente: ver anexos-planos en el capítulo V

#### **3.2.1 GRAFICOS**

Para nuestra cuenca el análisis realizado con el programa HEC – HMS, nos muestra gráficamente la suma de los hidrogramas unitarios dando como resultado del caudal de 250.6 m<sup>3</sup>/s y una precipitación de 9.62mm en toda el área de la cuenca y para un Pr de 100 años. (Ver gráfico 3.1 y tabla 3.1)

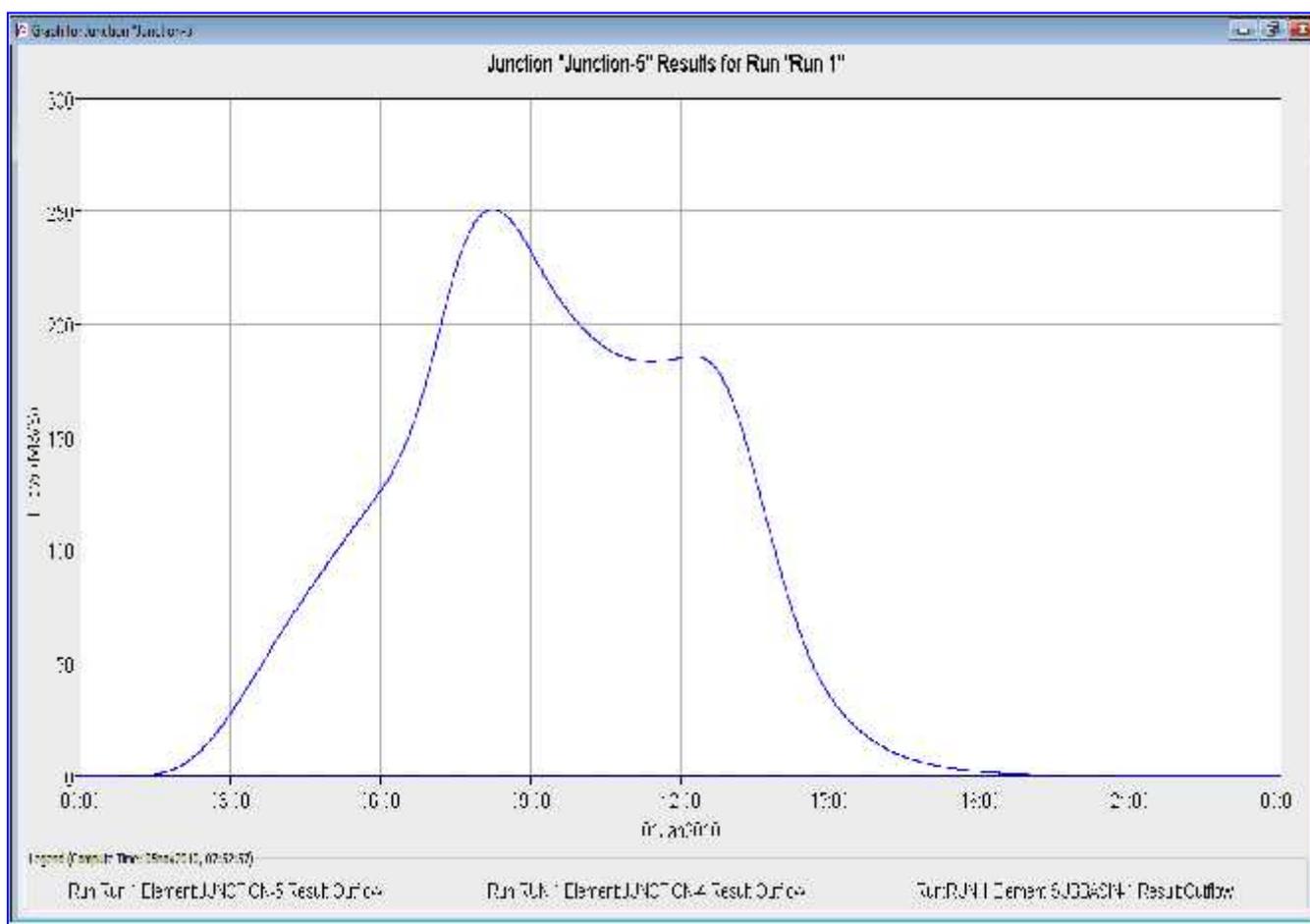
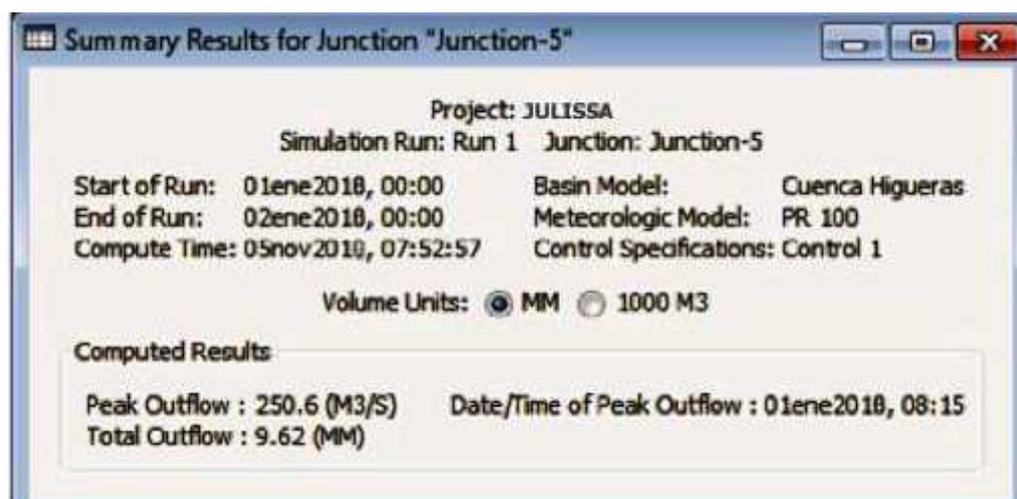


Gráfico 3.1: Resultado del cálculo del caudal pico mediante el cálculo HEC - HMS

Tabla 3.1: Resultado del cálculo del HEC – HMS



Además, apreciamos los hidrogramas unitarios para cada subcuenca desarrollada dentro de la cuenca del río Higuera; en el cual algunos de estos resultados no muestran el hidrograma porque su influencia debido a las estaciones es mínima.

(Ver gráficos 3.02 – 3.012)

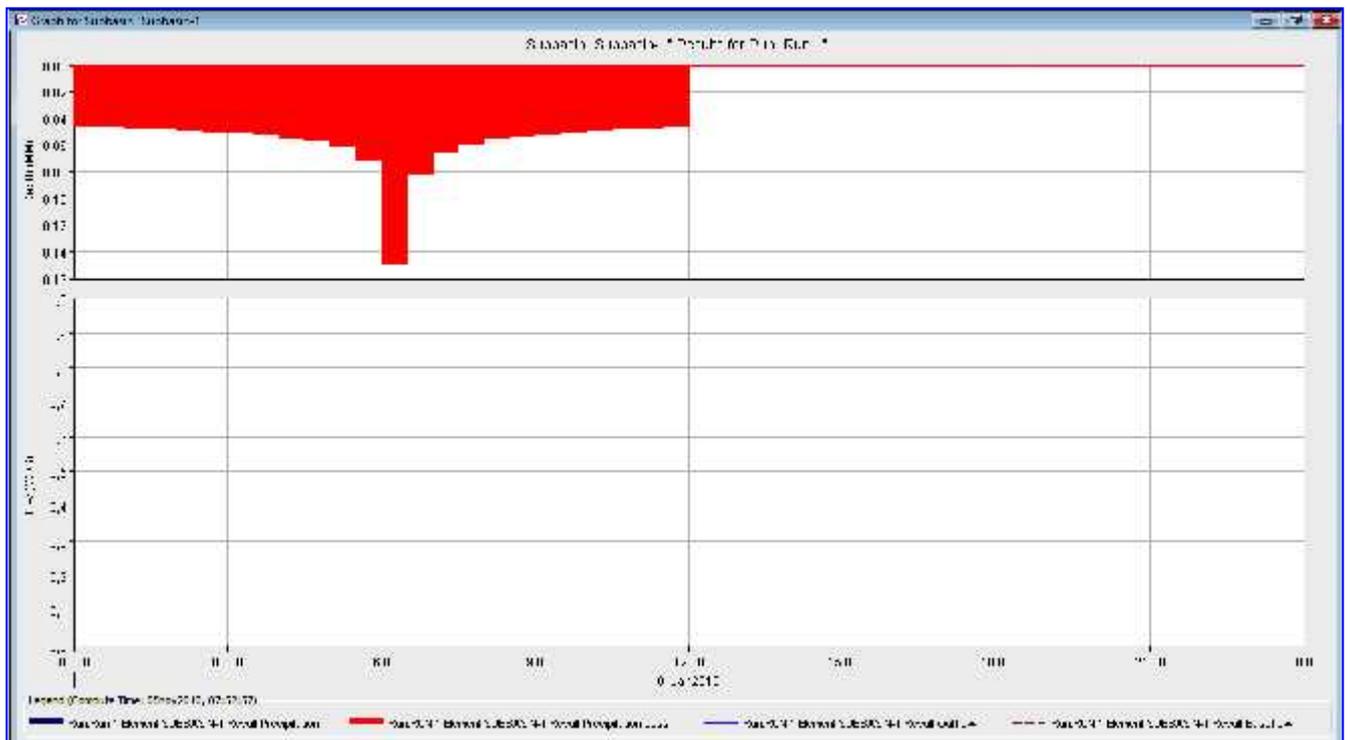


Gráfico 3.2: Hietograma unitario por periodo calculado

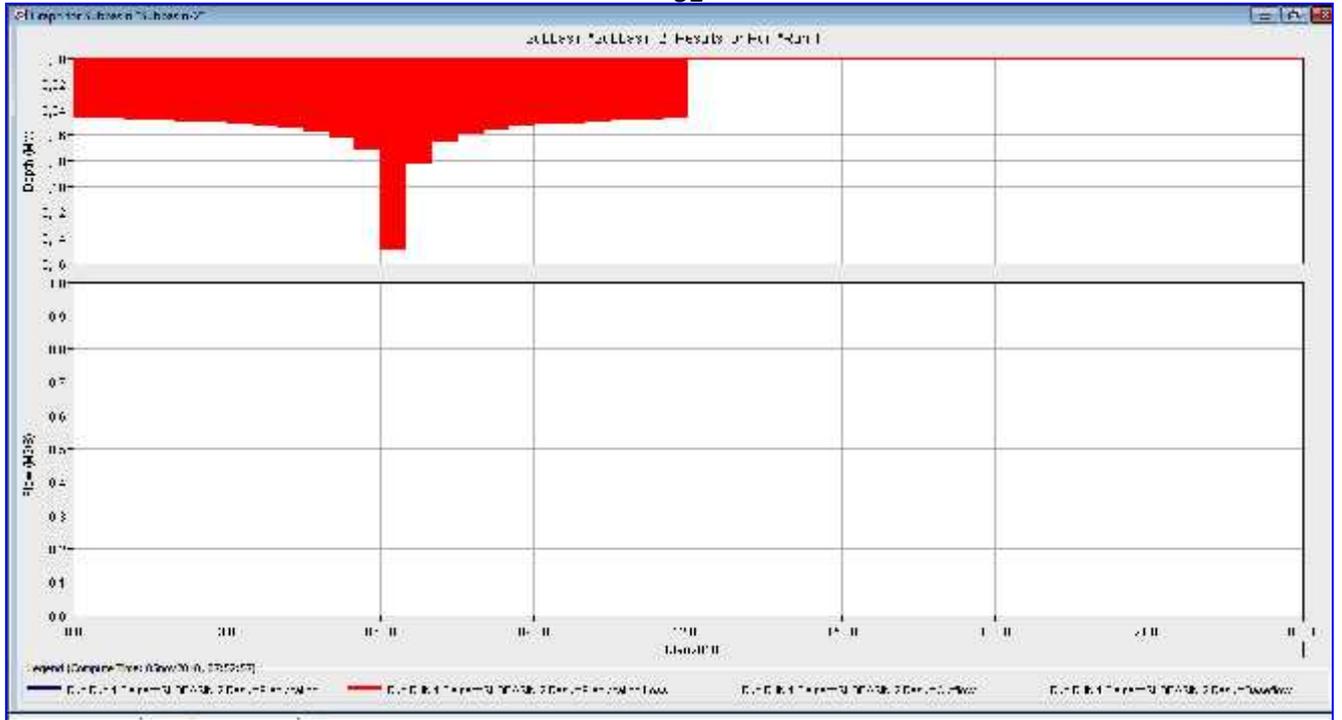


Gráfico 3.3: Histograma unitario por periodo calculado

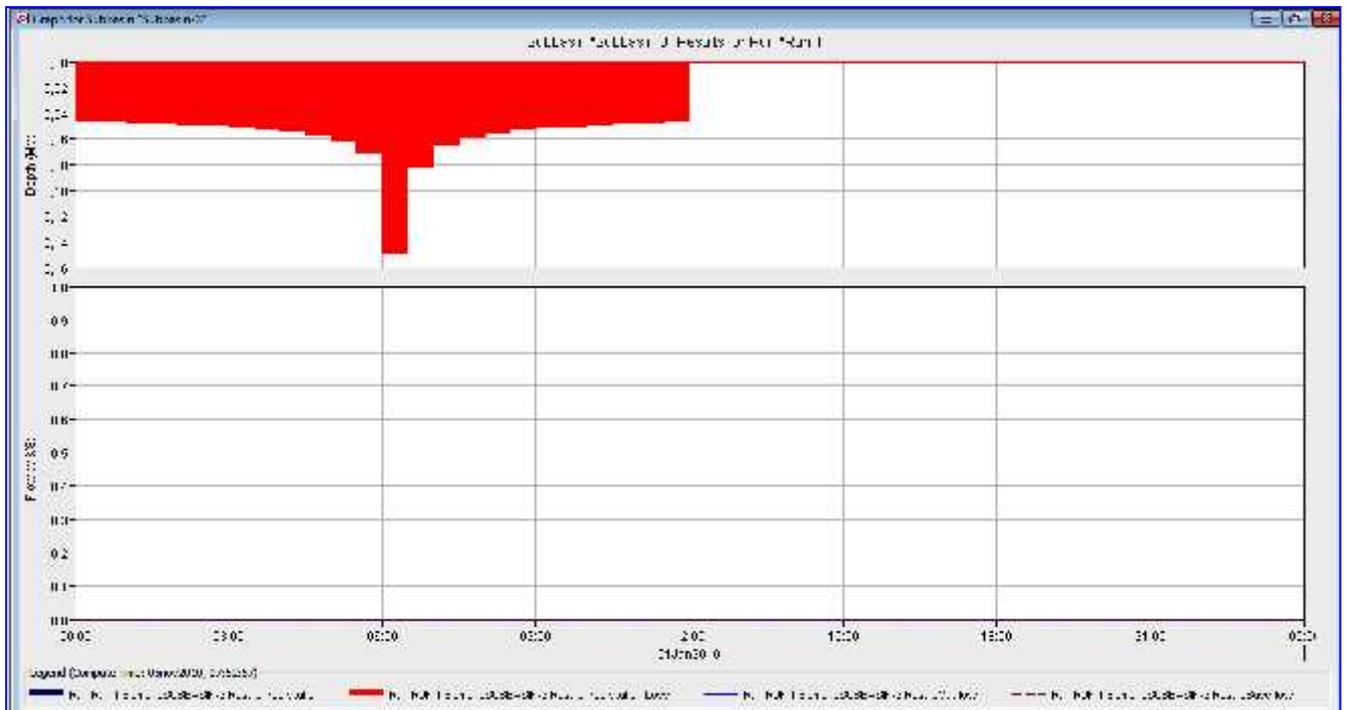


Gráfico 3.4: Histograma unitario por periodo calculado

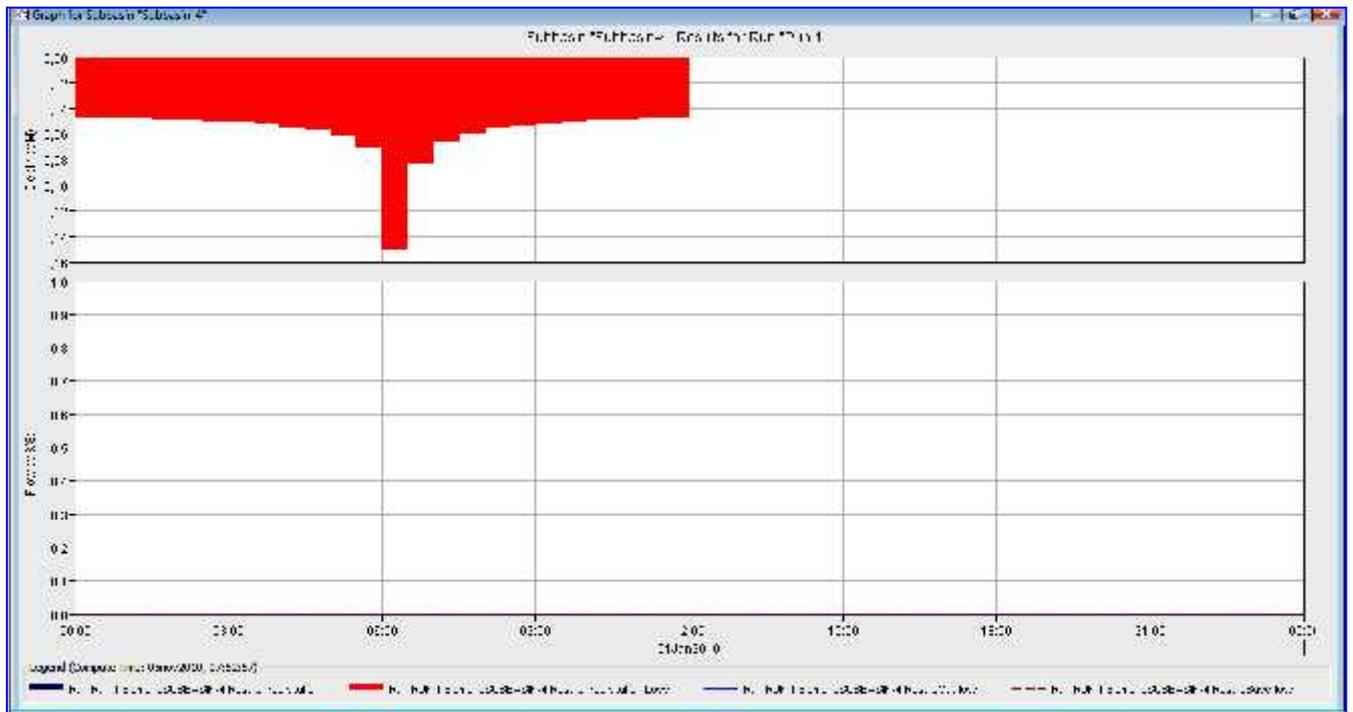


Gráfico 3.5: Hietograma unitario por periodo calculado

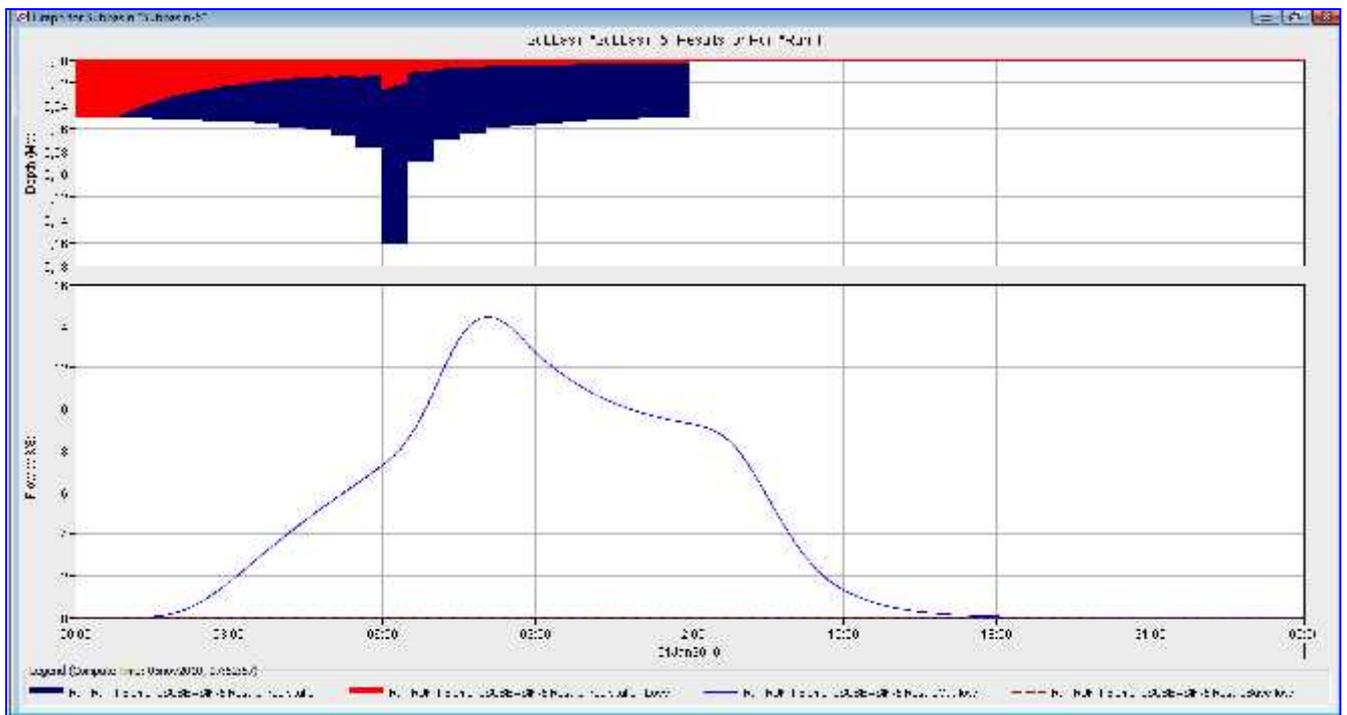


Gráfico 3.6: Hietograma unitario por periodo calculado

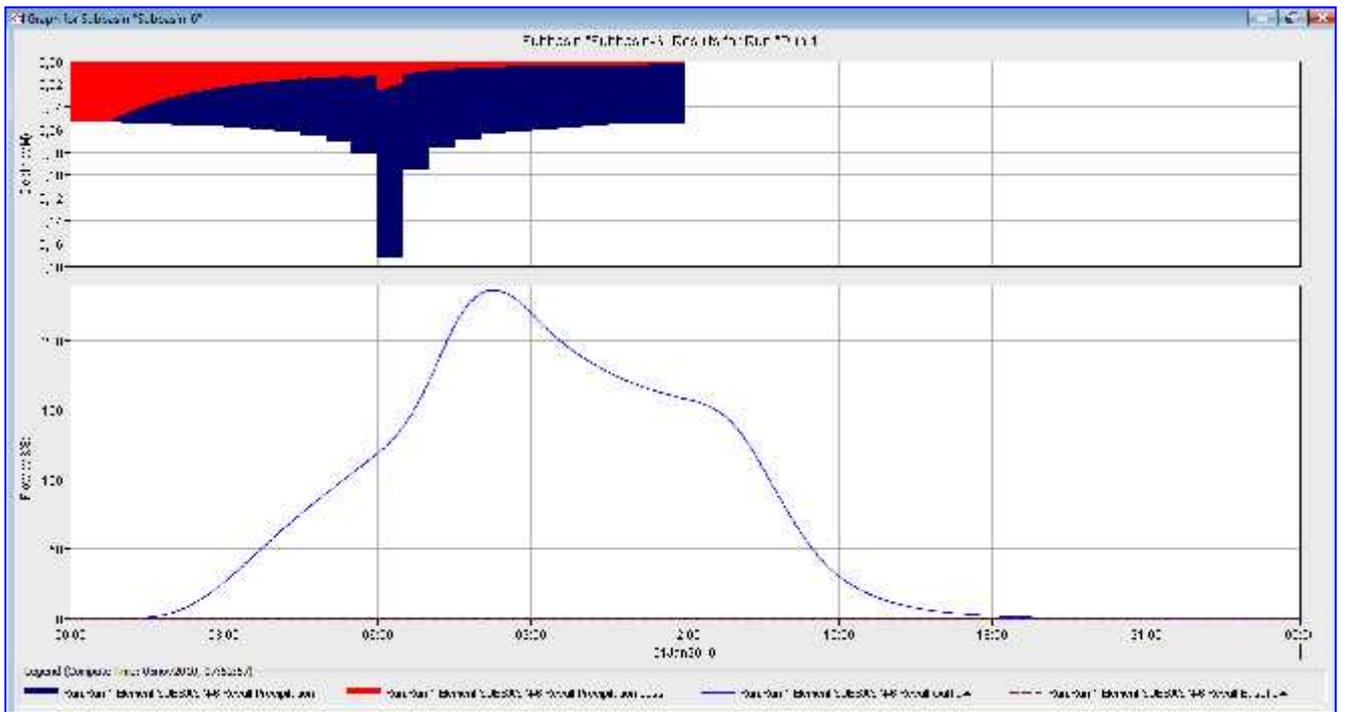


Gráfico 3.7: Hietograma unitario por periodo calculado

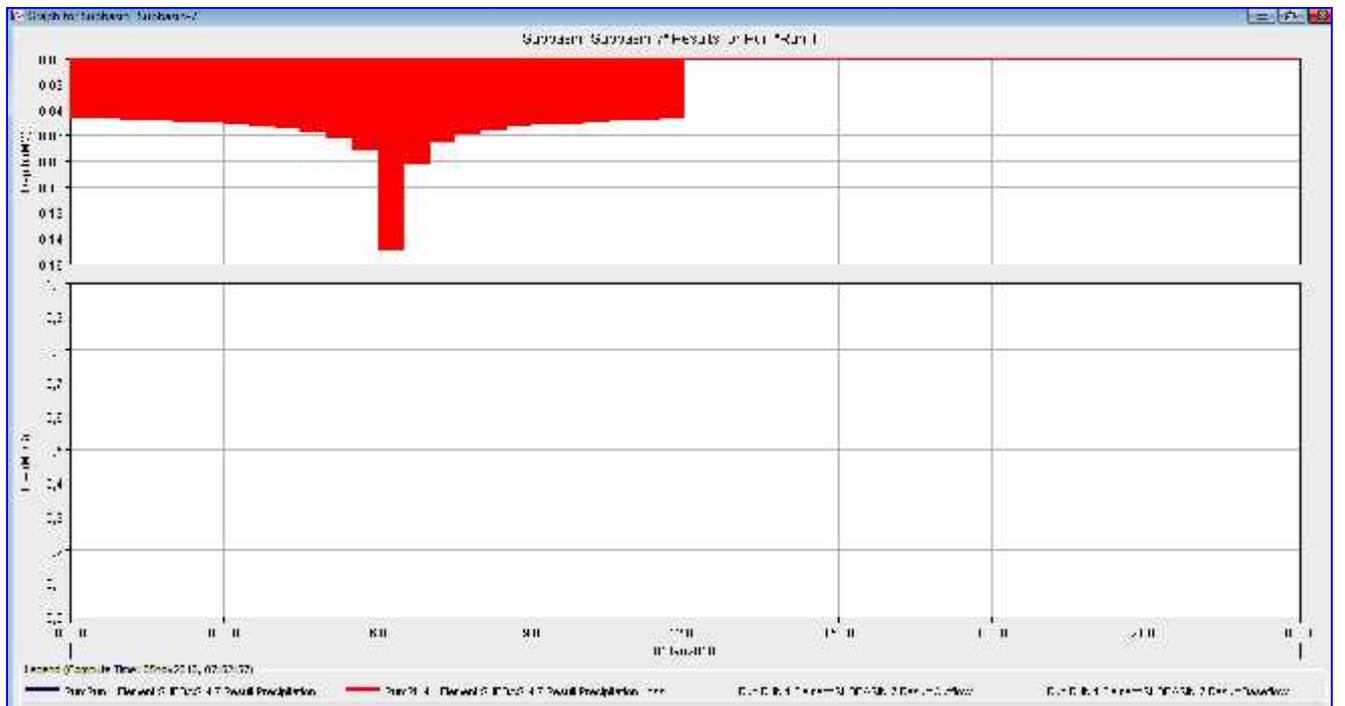


Gráfico 3.8: Hietograma unitario por periodo calculado

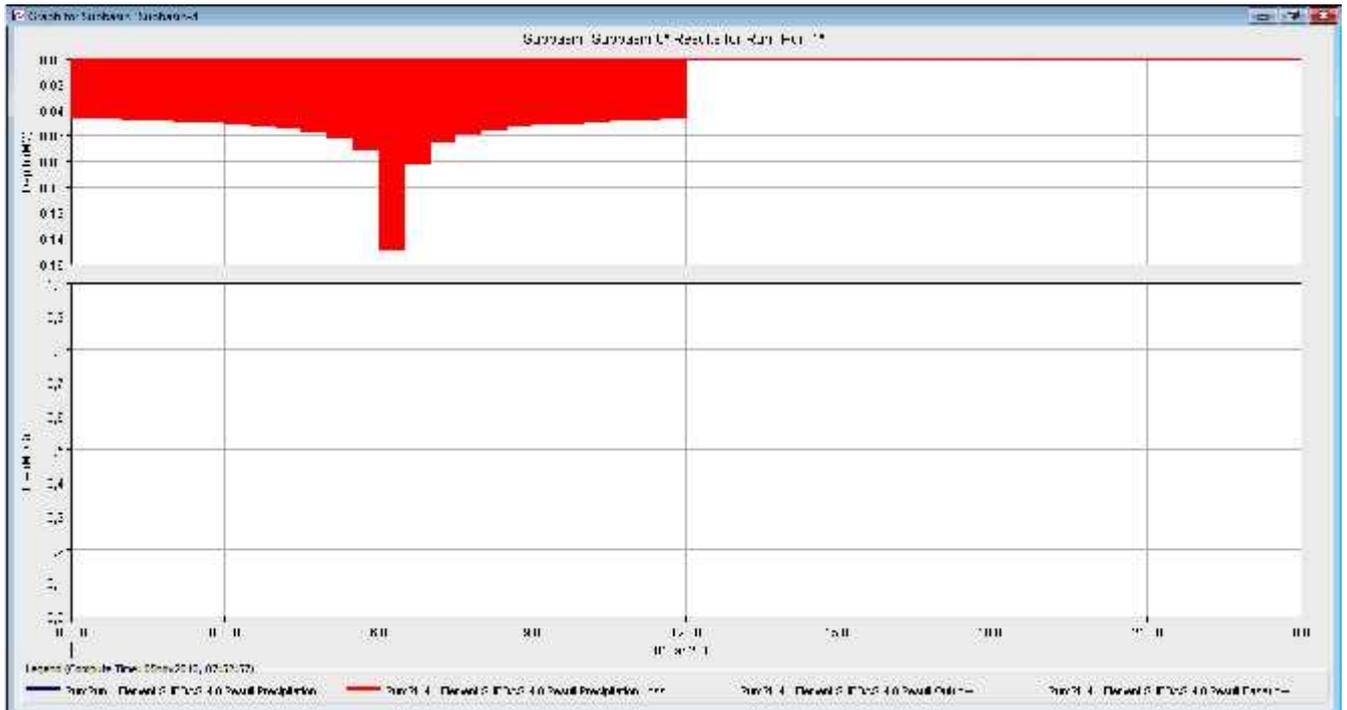


Gráfico 3.9: Hietograma unitario por periodo calculado

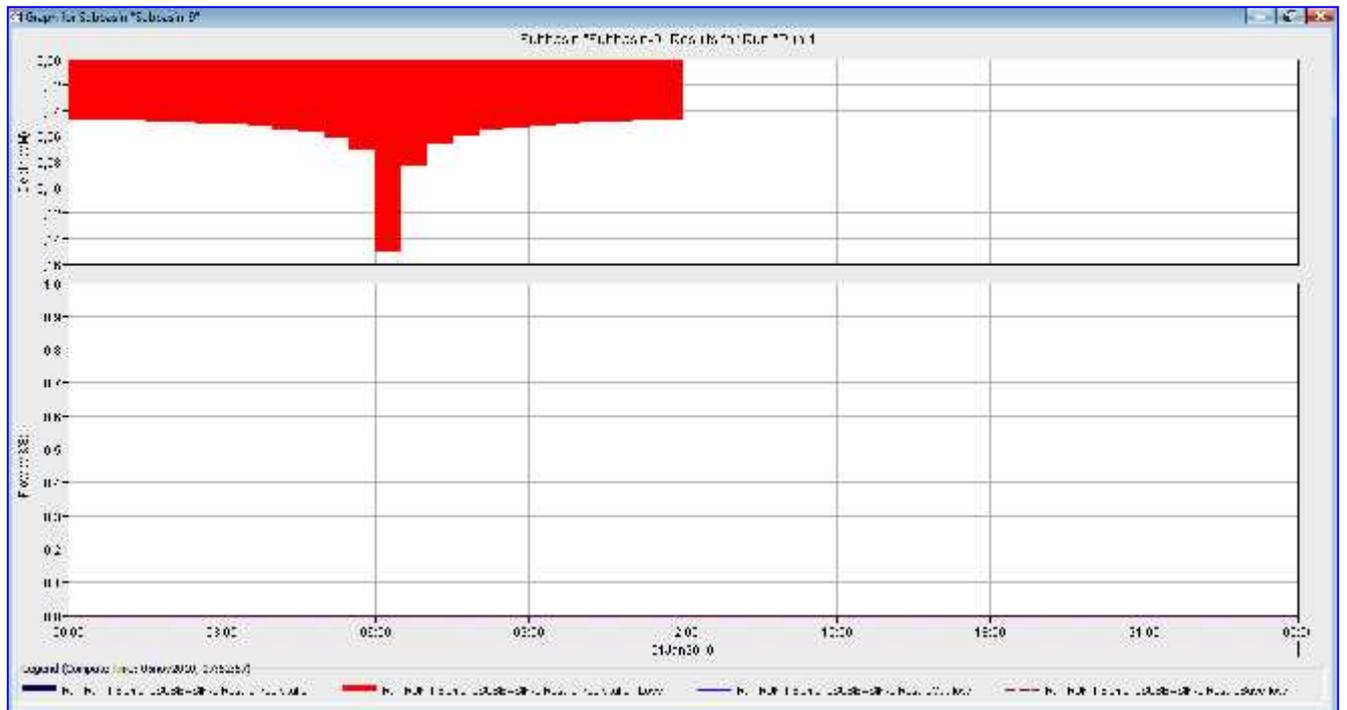


Gráfico 3.10: Hietograma unitario por periodo calculado

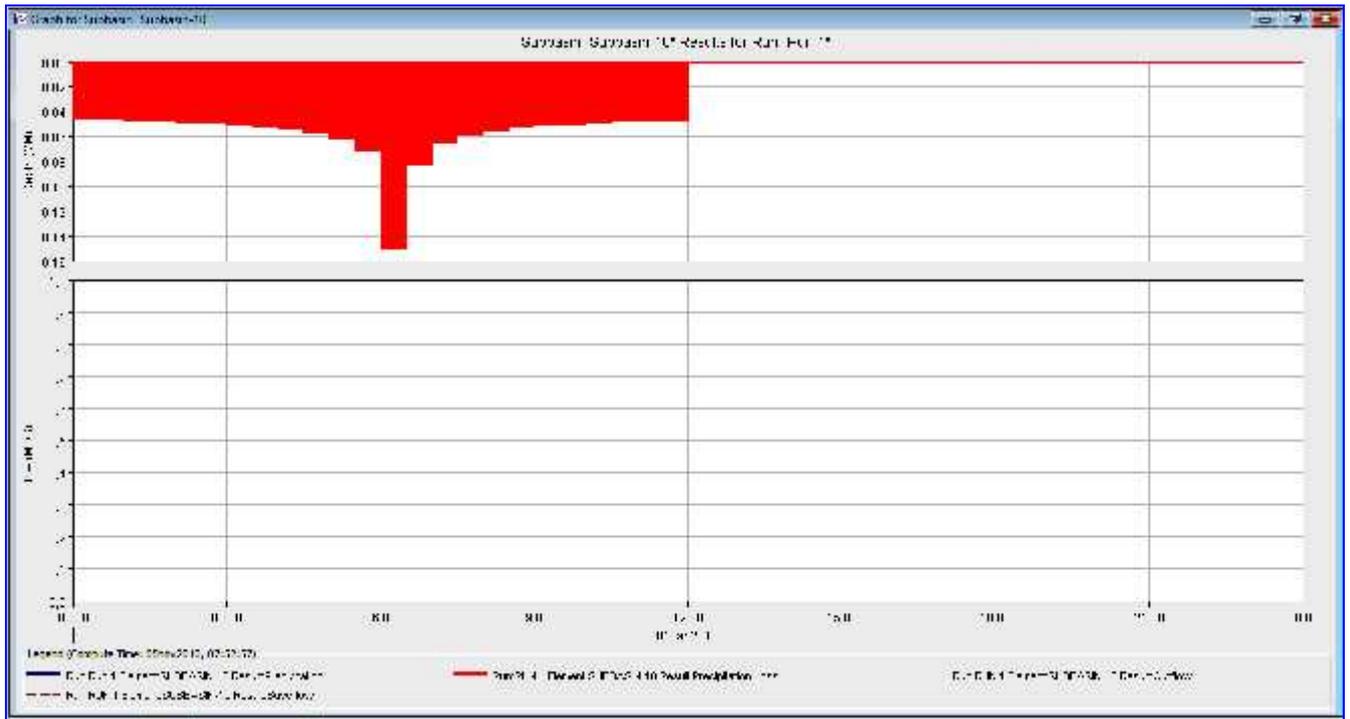


Gráfico 3.11: Hietograma unitario por periodo calculado

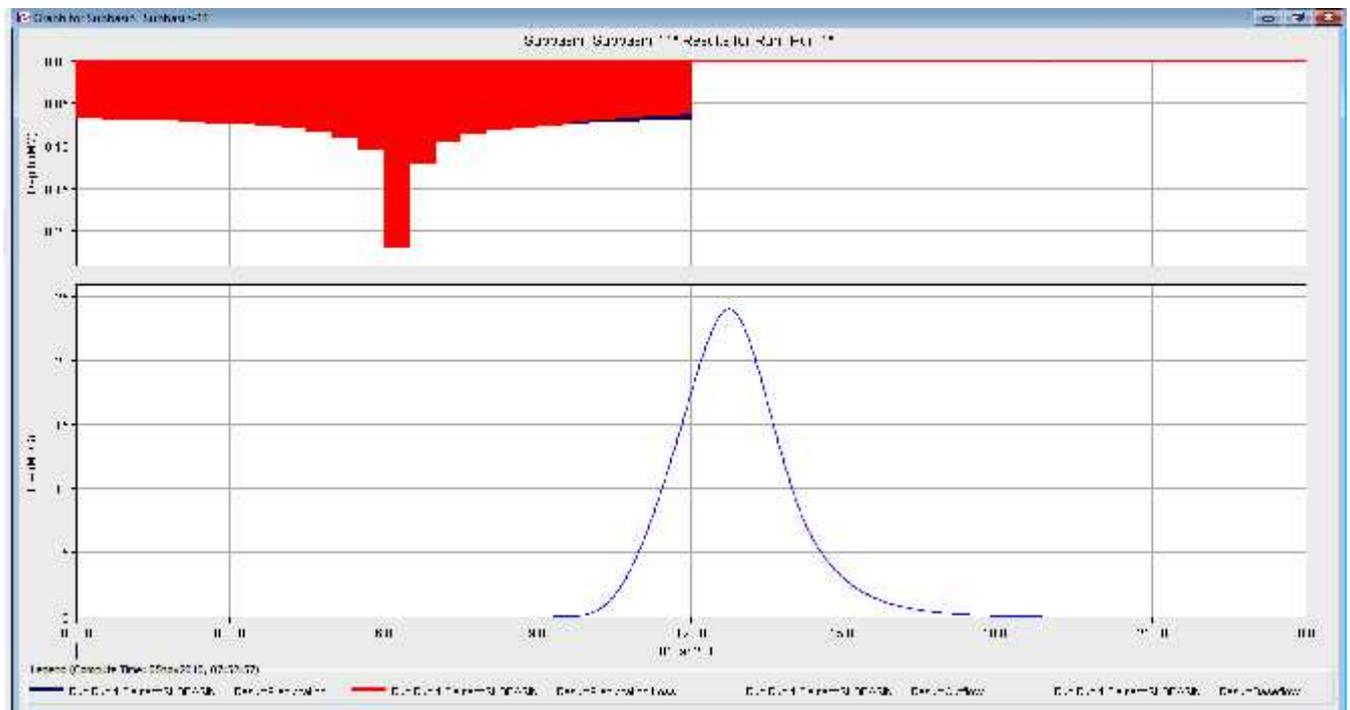


Gráfico 3.12: Hietograma unitario por periodo calculado

Para el caso de desarrollar los hidrogramas unitarios S.C.S. en el programa HEC – HMS fue necesario tener los siguientes datos que muestran a continuación:

**Tabla 3.2: Datos para hietograma de tormenta**

**DATOS PARA HIETOGRAMA DE TORMENTA**

**PRECIPITACIÓN Est.**

**Huánuco**

P (mm)

49.33

**Para un Periodo de Retono de 100 años**

**HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN**

DURACION (hora)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)
0.5	8.984	4.492	4.492	1.385
1	6.954	6.954	2.463	1.393
1.5	6.055	9.083	2.129	1.410
2	5.519	11.039	1.956	1.430
2.5	5.154	12.884	1.845	1.454
3	4.884	14.651	1.767	1.483
3.5	4.674	16.359	1.708	1.518
4	4.505	18.019	1.660	1.562
4.5	4.365	19.641	1.622	1.622
5	4.246	21.231	1.590	1.708
5.5	4.144	22.793	1.562	1.845
6	4.055	24.332	1.539	2.129
6.5	3.977	25.850	1.518	4.492
7	3.907	27.349	1.499	2.463
7.5	3.844	28.831	1.483	1.956
8	3.787	30.299	1.468	1.767
8.5	3.736	31.753	1.454	1.660
9	3.688	33.195	1.442	1.590
9.5	3.645	34.625	1.430	1.539
10	3.605	36.045	1.420	1.499
10.5	3.567	37.455	1.410	1.468
11	3.532	38.857	1.401	1.442
11.5	3.500	40.249	1.393	1.420
12	3.470	41.634	1.385	1.401

**PRECIPITACIÓN Est.**

**Ambo**

P (mm)

157.85

**Para un Pr de 100 años**

**Tabla 3.3:** Datos para hietograma de tormenta**HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN**

<b>DURACION (hora)</b>	<b>INTENSIDAD (mm/hr)</b>	<b>PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm)</b>
0.5	13.505	6.753	6.753	3.646
1	11.476	11.476	4.723	3.654
1.5	10.577	15.866	4.390	3.671
2	10.041	20.082	4.217	3.691
2.5	9.675	24.189	4.106	3.715
3	9.405	28.216	4.028	3.743
3.5	9.196	32.185	3.968	3.779
4	9.027	36.106	3.921	3.823
4.5	8.886	39.989	3.883	3.883
5	8.768	43.840	3.851	3.968
5.5	8.666	47.663	3.823	4.106
6	8.577	51.462	3.799	4.390
6.5	8.499	55.241	3.779	4.492
7	8.429	59.001	3.760	4.723
7.5	8.366	62.744	3.743	4.217
8	8.309	66.473	3.729	4.028
8.5	8.257	70.188	3.715	3.921
9	8.210	73.890	3.703	3.851
9.5	8.166	77.582	3.691	3.799
10	8.126	81.262	3.681	3.760
10.5	8.089	84.933	3.671	3.729
11	8.054	88.595	3.662	3.703
11.5	8.022	92.249	3.654	3.681
12	7.991	95.895	3.646	3.662

**Precipitation Est. Jacas  
Chico  
Para un Pr de 100 años**

P (mm) 62.82

**Tabla 3.4:** Datos de hietograma de tormenta**HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN**

<b>DURACION (hora)</b>	<b>INTENSIDAD (mm/hr)</b>	<b>PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm)</b>
0.5	9.546	4.773	4.773	1.666
1	7.517	7.517	2.744	1.674
1.5	6.618	9.927	2.410	1.691
2	6.082	12.164	2.237	1.712
2.5	5.716	14.290	2.127	1.735
3	5.446	16.338	2.048	1.764
3.5	5.236	18.327	1.989	1.799
4	5.067	20.269	1.942	1.844
4.5	4.927	22.172	1.903	1.903
5	4.809	24.043	1.871	1.989
5.5	4.707	25.886	1.844	2.127
6	4.618	27.706	1.820	2.410
6.5	4.539	29.505	1.799	4.492
7	4.469	31.285	1.780	2.744
7.5	4.407	33.049	1.764	2.237
8	4.350	34.798	1.749	2.048
8.5	4.298	36.533	1.735	1.942
9	4.251	38.256	1.723	1.871
9.5	4.207	39.968	1.712	1.820
10	4.167	41.669	1.701	1.780
10.5	4.130	43.360	1.691	1.749
11	4.095	45.043	1.682	1.723
11.5	4.062	46.717	1.674	1.701
12	4.032	48.383	1.666	1.682

**Precipitación Est.****Yanahuanca****Para un Pr de 100 años**

P (mm)

143.41

**Tabla 3.5:** Datos de hietograma de tormenta**HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN**

<b>DURACION (hora)</b>	<b>INTENSIDAD (mm/hr)</b>	<b>PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm)</b>
<b>0.5</b>	12.904	6.452	6.452	3.345
<b>1</b>	10.875	10.875	4.423	3.353
<b>1.5</b>	9.976	14.963	4.089	3.370
<b>2</b>	9.440	18.879	3.916	3.391
<b>2.5</b>	9.074	22.685	3.806	3.414
<b>3</b>	8.804	26.412	3.727	3.443
<b>3.5</b>	8.594	30.080	3.668	3.478
<b>4</b>	8.425	33.700	3.621	3.522
<b>4.5</b>	8.285	37.282	3.582	3.582
<b>5</b>	8.166	40.832	3.550	3.668
<b>5.5</b>	8.065	44.355	3.522	3.806
<b>6</b>	7.976	47.853	3.499	4.089
<b>6.5</b>	7.897	51.331	3.478	4.492
<b>7</b>	7.827	54.791	3.459	4.423
<b>7.5</b>	7.764	58.233	3.443	3.916
<b>8</b>	7.708	61.661	3.428	3.727
<b>8.5</b>	7.656	65.075	3.414	3.621
<b>9</b>	7.609	68.477	3.402	3.550
<b>9.5</b>	7.565	71.868	3.391	3.499
<b>10</b>	7.525	75.248	3.380	3.459
<b>10.5</b>	7.487	78.618	3.370	3.428
<b>11</b>	7.453	81.979	3.361	3.402
<b>11.5</b>	7.420	85.332	3.353	3.380
<b>12</b>	7.390	88.677	3.345	3.361

**Tabla 3.6:** tormentas para el proyecto con un Pr de 100 años**TORMENTAS DE PROYECTO DE TR= 100 AÑOS**

tiempo (hrs)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)
0.5	1.4	3.6	1.7	3.3
1	1.4	3.7	1.7	3.4
1.5	1.4	3.7	1.7	3.4
2	1.4	3.7	1.7	3.4
2.5	1.5	3.7	1.7	3.4
3	1.5	3.7	1.8	3.4
3.5	1.5	3.8	1.8	3.5
4	1.6	3.8	1.8	3.5
4.5	1.6	3.9	1.9	3.6
5	1.7	4.0	2.0	3.7
5.5	1.8	4.1	2.1	3.8
6	2.1	4.4	2.4	4.1
6.5	4.5	4.5	4.5	4.5
7	2.5	4.7	2.7	4.4
7.5	2.0	4.2	2.2	3.9
8	1.8	4.0	2.0	3.7
8.5	1.7	3.9	1.9	3.6
9	1.6	3.9	1.9	3.5
9.5	1.5	3.8	1.8	3.5
10	1.5	3.8	1.8	3.5
10.5	1.5	3.7	1.7	3.4
11	1.4	3.7	1.7	3.4
11.5	1.4	3.7	1.7	3.4
12	1.4	3.7	1.7	3.4

Area de la Cuenca

**696km<sup>2</sup>**

Se ha de calcular como una función de la superficie de la cuenca, adoptando el criterio propuesto por el Ing. Sherman - creador del método - en base a las siguientes relaciones:

para áreas mayores a los 2600 Km<sup>2</sup>,  
 para áreas entre 2600 y 260 Km<sup>2</sup>,  
 para áreas entre 260 y 50 Km<sup>2</sup>,

$t_u = 12$  a 24 horas  
 $t_u = 6$  a 12 horas  
 $t_u = 2$  a 6 horas

Siempre se trata de elegir, en procura de una mayor precisión, el límite de tiempo inferior de cada intervalo.

**Tabla 3.7:** Precipitaciones divididas en pesos según las subcuencas

SUBCUENCA	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)
1	1.05%			
2				
3				
4	0.84%			
5	0.74%		0.69%	
6	0.93%		18.88%	
7	0.15%			
8	0.90%			
9	1.95%			
10	0.04%			
11	19.60%	4.94%	7.51%	23.24%

**Tabla 3.8:** Datos de las subcuencas para ingresar al HEC - HMS**DATOS DE LA SUBCUENCAS**

SUBCUENCA	Cota media (m)	Pendiente (m/m)	L. cauce más largo (m)	Area (km2)	CN	TC (hs)	Tlag (min)
1	2242.23	0.022	6,805.57	20.25	50.73	1.262	289
2	2388.98	0.093	1,611.53	7.18	50.73	0.239	72
3	2341.04	0.084	1,776.77	7.54	50.73	0.2676	80
4	2583.75	0.060	2,508.82	14.31	50.73	0.3985	111
5	2830.90	0.071	2,126.57	10.96	95.44	0.3293	94
6	2735.73	0.064	2,339.80	170.93	95.44	0.3677	104
7	2194.29	0.187	1,605.65	10.81	50.73	0.1823	58
8	2632.61	0.062	2,407.07	6.28	50.73	0.3799	106
9	2947.51	0.118	1,272.80	13.57	50.73	0.182	58
10	2695.38	0.084	1,781.85	2.64	50.73	0.2684	80
11	3633.54	0.129	2,325.08	431.52	50.50	0.2795	82

**Tabla 3.9:** Datos de los cauces donde se realiza la propagación en el HEC

- HMS

**DATOS DE LOS TRAMOS DE CAUCES DONDE SE HA REALIZADO LA PROPAGACION**

TRAMO	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Cota Superior (m)	Cota inferior (m)	K (hs)	X
1	6.805	0.0220	2250	2100	0.89	0.4
2	1.611	0.0931	2350	2200	0.55	0.4
3	2.407	0.0844	2350	2200	1.11	0.4
4	1.776	0.0598	2500	2350	0.42	0.4

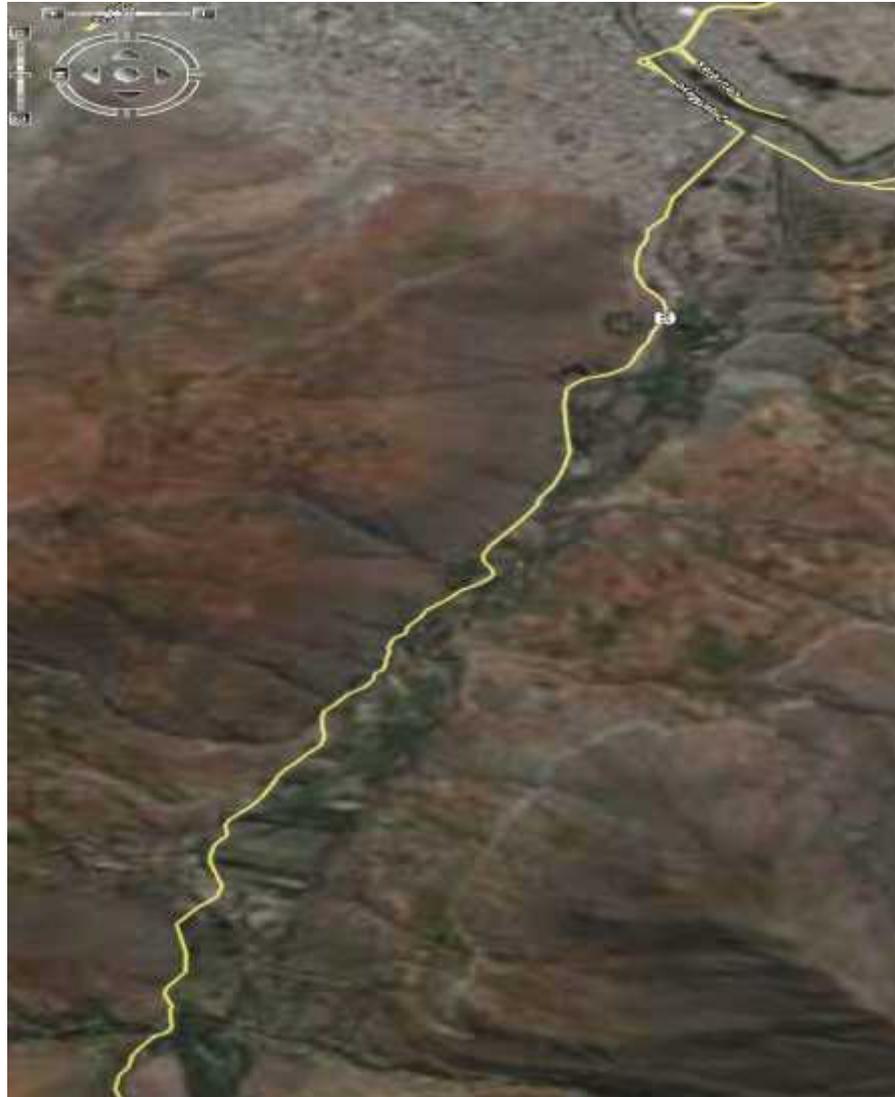


Figura 3.1: Imagen satelital del cauce principal del rio higuera

## CAPÍTULO IV

### PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

#### 4.1.1 Validez y Confiabilidad del Instrumento.

Dentro del estudio realizado para poder ver los resultados confiables se ha usado los siguientes instrumentos como las encuestas realizadas a los profesionales de la carrera de ingeniería civil y esto me permitió cuantificar y determinar las variables que más resaltan y asimismo determinar mis hipótesis generales y específicas mediante el coeficiente de CRONBACH.

#### 4.1.2 Coeficiente de Alfa de CRONBACH.

Este método me permitió determinar el grado de confiabilidad y validez de las variables que fueron medidos por el **alfa de CRONBACH**, en esta investigación se ha realizado 15 encuestas a los ingenieros civiles de Huánuco y dentro de esto de elaboró la encuesta de Likert donde se formuló 14 preguntas con fines de conocer las variables que predominan dentro de la investigación del problema. El puntaje de las preguntas se cuantificó internamente para poder sacar el promedio y la desviación estándar y en base a esos datos obtenidos se determinó el grado de validez y confiabilidad que tiene el instrumento y asimismo determinar cuán óptimo son las variables.

La validez del instrumento aplicado dentro de este estudio mide las variables que nos muestran resultados óptimo de la encuesta y la fiabilidad nos muestra el Alfa de Cronbach, dándonos como resultado 0.85 que viene a ser bueno según los rangos del Alfa de Cronbach que se detallan a continuación:

Según George y Mallery (2003) sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:

- “-Coeficiente alfa >.9 es excelente
- Coeficiente alfa >.8 es bueno
- Coeficiente alfa >.7 es aceptable
- Coeficiente alfa >.6 es cuestionable
- Coeficiente alfa >.5 es pobre
- Coeficiente alfa <.5 es inaceptable “(p. 231).

La Tabla N°4.1 muestra la información realizada mediante el alfa de Cronbach en base a los rangos de coeficientes alfa.

Tabla N.º 4.1: Datos para el cálculo del alfa de Cronbach

Encuesta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
E1	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
E2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	4	4
E3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4
E4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	2	3	3	4
E5	4	3	3	4	4	4	4	4	3	2	2	3	4	4
E6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4
E7	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4
E8	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3
E9	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E10	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
E11	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
E12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
E13	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
E14	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E15	4	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3
Promedio	3.933	3.467	3.533	3.867	3.8	3.667	3.867	3.66667	3.53333	3.6	3.2	3.6	3.8	3.8
Desv. Est.	0.258	0.64	0.516	0.352	0.414	0.617	0.352	0.61721	0.5164	0.737	0.862	0.632	0.414	0.41404

ALFA DE CRONBACH		
$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$		
K=		14
Sum Vi=		4
Vt=		20
K:	El número de ítems	14
$\sum S_i^2$ :	Sumatoria de las Varianzas de los ítems	4
$S_T^2$ :	La Varianza de la suma de los ítems	20
$\alpha$ :	Coefficiente de Alfa de Cronbach	0.85
	$\alpha =$	0.852

Coeficiente del Alfa de Cronbach es de 0.85 cuyo valor es considerado como bueno y la valides de las preguntas son óptimos.

### 4.1.3 Proceso de contraste de hipótesis

#### a) Presentación de los resultados del trabajo de campo

En la siguiente tabla se muestra el valor de significancia de las preguntas que están en las encuestas de Likert con una puntuación de 0 a 4, donde han estado dirigido a los profesionales expertos para su valoración sobre la **“DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”**.

Tabla N° 4.2: nivel de significancia de la escala

ESCALA DE MEDICIÓN					
No es Bueno	Es Algo Bueno	Es Bueno	Es muy Bueno	Es totalmente Bueno	
0	1	2	3	4	
Objetivo General de la Prueba :		VALIDAR EL INSTRUMENTO DE MEDIDA DE LA “DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”, USANDO EL MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO, POLÍGONO DE THIESEN. EL METODO DIRECTO DE ESCORRENTIA.			

En la Tabla N° 4.1, se presenta los resultados de los 14 preguntas realizados sobre el tema de estudio, dentro de ello fue importante la valoración que dieron para poder determinar los resultados que vienen a ser el promedio y la desviación estándar de la **“DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”**.



Fig. 4.1 Promedio de los resultados obtenidos de la encuesta de Campo.

De la encuesta realizada a los 14 profesionales podemos observar que están por debajo de la escala usado dentro de esta investigación, donde se puede observar los promedios de la encuesta, esto equivale a una puntuación que es muy bueno y que está entre las preguntas 01 (3.93) y 14(3.80) con una aproximación a 4. En conclusión el puntaje del promedio ha sido optimo y para poder ver las preguntas de la encuesta de manera detallada se puede observar en el **Anexo 3B**.

## **b) Presentación de la contrastación de la Hipótesis Secundaria**

dentro de la proposición para el contraste de hipótesis están los parámetros que pueden determinar las zonas de rechazo que es representado por ( $H_0$ ) y zona de aceptación que es representado por ( $H_a$ ).

La  $H_a$  es una proposición hipotética donde afirma o acepta una investigación que tiene como finalidad de probar, pero la  $H_0$  niega cualquier tipo de estudio dando como resultado una aceptación de error. En la tabla siguiente se puede apreciar la magnitud del error por parte de la  $H_0$ .

**Tabla 4.2** Detalle de los tipos de errores en una investigación.

Condición real	Rechazamos $H_0$	Aceptamos $H_0$
$H_0$ es verdadera	Error del tipo I	No hay error
$H_0$ es falsa	No hay error	Error del tipo II

Dentro de las hipótesis podemos apreciar que existen hipótesis direccionales que tienen una sola cola y que esto viene a ser la zona de Rechazo dentro de la distribución de la zona de estudio, por otro lado, también existen hipótesis no direccionales que tiene dos colas de distribución, pero que son zonas de rechazos. Para llevar acabo el estudio se ha considerado la hipótesis direccional que fue importante para METODO DE POLÍGONO DE THIESSEN Y SCS, tanto como para poder “DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS-HUÁNUCO-2018”.

Dentro de los estudios estadísticos la probabilidad de cometer un error tipo I se simboliza por alfa (  $\alpha$  ) que viene a ser el nivel de significancia y para el tipo II es beta (  $\beta$  ), para esta investigación realizada se usó el alfa con un valor de significancia que es igual a 5% y una muestra de estudio donde  $n=15$

#### **4.1.4 Prueba de hipótesis general**

Utilizar dentro de la investigación el método del Diagrama Unitaria se ha llevado a cabo la “**DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS-HUÁNUCO-2018**”, dando como resultado el promedio y Desviación Estándar en la tabla 4.3. lo cual fue una alternativa que me permitió calcular para poder determinar la hipótesis General con fines de calcular el caudal pico mediante las precipitaciones.

## Hipótesis General

**Tabla 4.3** resultado de la prueba de Hipótesis General.

HIPOTESIS GENERAL		
Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
Para Estructuras de Obras Hidráulicas ¿Considera importante la determinación de las precipitaciones para el cálculo de caudal pico?	3.93	0.26
¿Considera Importante el caudal pico utilizando el hidrograma unitario de salida total de la cuenca del rio Higueras?	3.47	0.64
¿Considera Importante usar el método de conservación de suelo para el escurrimiento directo?	3.53	0.52
<b>Promedio</b>	<b>3.64</b>	<b>0.47</b>

a) Dentro de la Hipótesis general se forma mediante la hipótesis  $H_a$  y la hipótesis  $H_o$ :

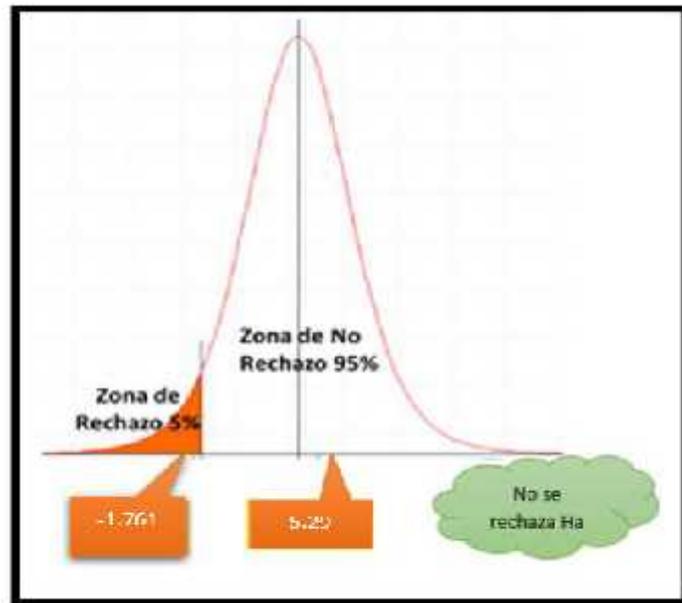
$H_a: \mu > 3$  El Hidrograma Unitario usando el método de SCS es importante para calcular el caudal pico.

$H_o: \mu \leq 3$  El Hidrograma Unitario usando el método de SCS no es importante para calcular el caudal pico.

b) El nivel o grado de significancia es 0.05, donde la probabilidad es un error tipo 1. esto quiere decir que es la probabilidad que se contradiga una hipótesis nula cuando en realidad es auténtica.

c) Prueba estadística:  $t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{3.64 - 3}{\frac{0.47}{\sqrt{15}}} = 5.29$

d) Regla de decisión: El valor obtenido para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.761, de manera que  $t=5.29$  dando como resultado que se encuentra en la dentro de la zona de aceptación.



**Fig. 4.2** Prueba Estadística de la Hipótesis General.

- e) Dentro del análisis realizado se opta por **aceptar la**  $H_a$ . Esto quiere decir que el Hidrograma Unitario usando el método de SCS es importante para calcular el caudal pico.

#### 4.1.5 Prueba de hipótesis específicas

Estas respuestas de Hipótesis específicas se han dado en base a las validaciones de hipótesis donde son los siguientes:

- $H_{i1}$ : Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas.
- $H_{o1}$ : Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que no está relacionado con las precipitaciones efectivas.
- $H_{i2}$ : Para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.

Ho<sub>2</sub>: Para determinar el tiempo de lluvia no es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.

Hi<sub>3</sub>: El caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

Ho<sub>3</sub>: El caudal máximo no servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

Hi<sub>4</sub>: Los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

Ho<sub>4</sub>: los métodos estadísticos no son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

### Hipótesis Específica N° 1

**Tabla 4.4** resultado de la Hipótesis Específica N° 1.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1		
Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
¿Considera importante contar con profesionales que dominen en tema?	3.87	0.35
¿Considera importante la precipitación efectiva para desarrollarlo mediante el hidrograma unitario?	3.8	0.41
¿El HEC-HMS? ¿Es importante para calcular el HU causado por las precipitaciones efectivas en una cuenca?	3.67	0.62
<b>Promedio</b>	<b>3.78</b>	<b>0.46</b>

a) Dentro de la Hipótesis Especifico se ha forma mediante la Ha y la Ho:

Ha:  $\mu > 3$  Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas

Ha:  $\mu \leq 3$  Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas

b) El nivel o grado de significancia es 0.05, donde la probabilidad es un error tipo 1. esto quiere decir que es la probabilidad que se contradiga una hipótesis nula cuando en realidad es auténtica.

c) Prueba estadística:  $t = \frac{X-\mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{3,78-3}{\frac{0,484}{\sqrt{13}}} = 6,53$

d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.761, de modo que  $t=6.53$  dando como resultado que se encuentra en la dentro de la zona de aceptación.

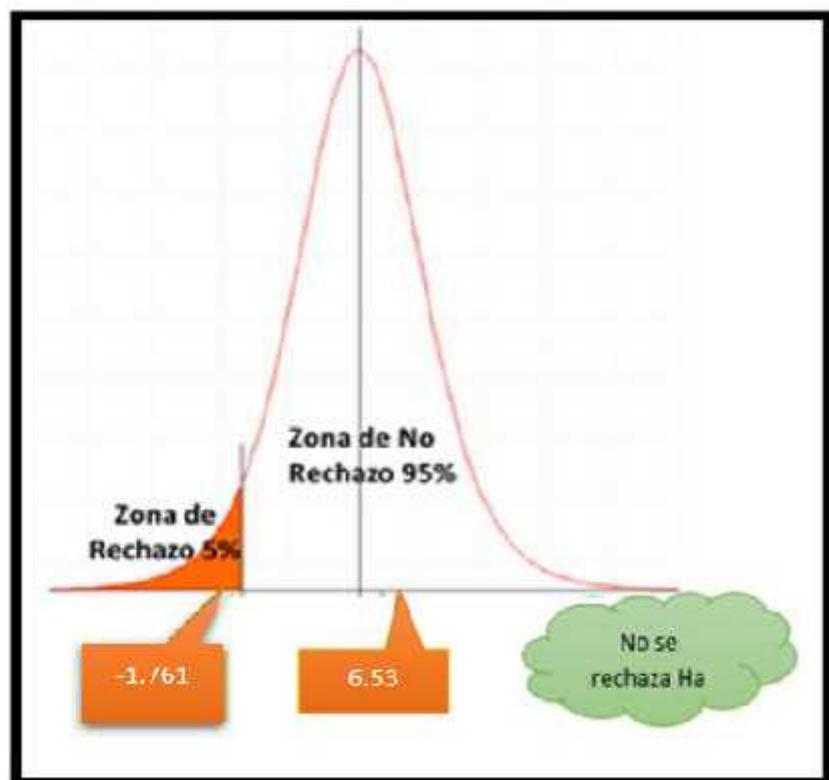


Figura 4.3 Prueba Estadística de la Hipótesis Especifica N°1

- e) Dentro de este estudio se toma la  $H_a$ . Esto representa que se ha aplicado mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas

## Hipótesis Específica N° 2

**Tabla 4.5** Datos para la prueba de la Hipótesis Específica N° 2.

PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2		
Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
¿Considera importante el tiempo de la lluvia en la cuenca?	3.87	0.35
¿Considera importante los registros de datos de precipitaciones de lluvia mediante los pluviómetros?	3.67	0.62
¿Considera importante utilizar un Sistema de Información Geográfica?	3.53	0.52
<b>Promedio</b>	3.69	0.50

- a) Dentro de la Hipótesis Especifico se ha forma mediante la  $H_a$  y la  $H_o$ :

$H_a: \mu > 3$  Para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento

$H_o: \mu \leq 3$  Para determinar el tiempo de lluvia no es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento

- b) El nivel o grado de significancia es 0.05, donde la probabilidad es un error tipo 1. esto quiere decir que es la probabilidad que se contradiga una hipótesis nula cuando en realidad es auténtica.

c) Prueba estadística: 
$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{3.69 - 3}{\frac{0.495}{\sqrt{15}}} = 5.39$$

- d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.761, de modo que  $t=5.39$  dando como resultado que se encuentra en la dentro de la zona de aceptación.



. Figura. 4.4 Prueba Estadística de la Hipótesis Específica N° 2.

- e) Se toma la decisión de aceptar la hipótesis de trabajo  $H_a$ . Esto significa para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.

### Hipótesis Específica N° 3

**Tabla 4.6** Datos para la prueba de la Hipótesis Específica N° 3.

PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3		
Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
¿Considera importante facilitar los datos físicos de la cuenca y las precipitaciones para diseñar la estructura hidráulica en el HEC-HMS??	3.6	0.74
¿Considera importante utilizar un Sistema de Información Geográfica para determinar la dimensión del área de la cuenca?	3.2	0.86
¿Considera Importante los parámetros geomorfológicos para el diseño de la cuenca en base al caudal máximo y mínimo?	3.6	0.63
<b>Promedio</b>	<b>3.47</b>	<b>0.74</b>

a) Dentro de esta hipótesis se establece la  $H_a$  y la  $H_0$ :

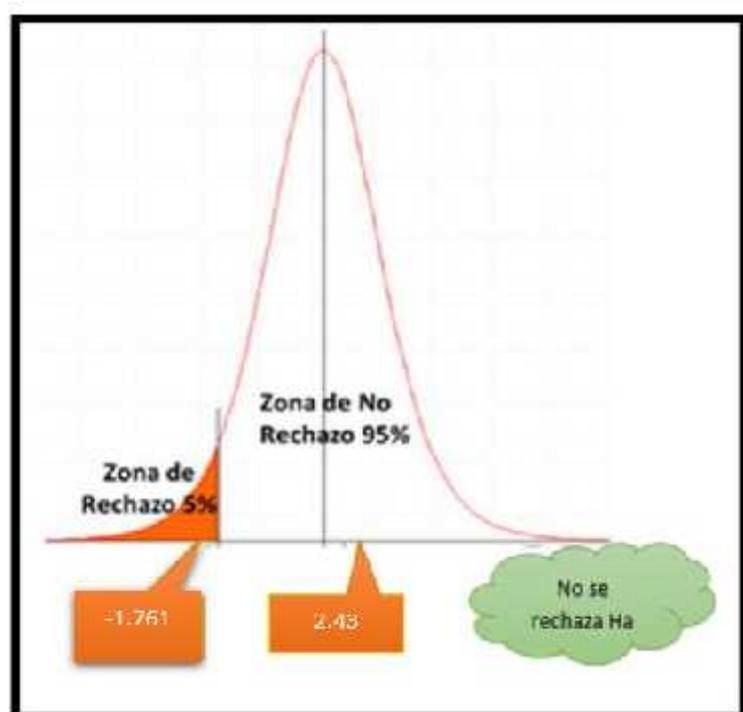
$H_a: \mu > 3$  El caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

$H_0: \mu \leq 3$  El caudal máximo no servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

b) El nivel o grado de significancia es 0.05, donde la probabilidad es un error tipo 1. esto quiere decir que es la probabilidad que se contradiga una hipótesis nula cuando en realidad es auténtica.

c) Prueba estadística:  $t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{3.47 - 3}{\frac{0.74}{\sqrt{13}}} = 2.43$

d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.761, de modo que  $t=2.43$  dando como resultado que se encuentra en la dentro de la zona de aceptación.



. **Figura. 4.5** Prueba Estadística de la Hipótesis Específica N° 3.

- e) Se toma la decisión de aceptar la hipótesis de trabajo  $H_a$ . Esto significa que el caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

#### Hipótesis Específica N° 4

**Tabla 4.7** Datos para la prueba de la Hipótesis Específica N° 4.

PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 4		
Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
¿considera importante el método del Polígono de Thiessen para calcular la precipitación media sobre el área de la cuenca hidrográfica?	3.8	0.41
¿Considera Importante los métodos estadísticos para calcular el caudal pico?	3.8	0.41
<b>Promedio</b>	<b>3.80</b>	<b>0.41</b>

- a) Dentro del análisis de  $H_a$  tomado  $H_a$  y la  $H_0$ :

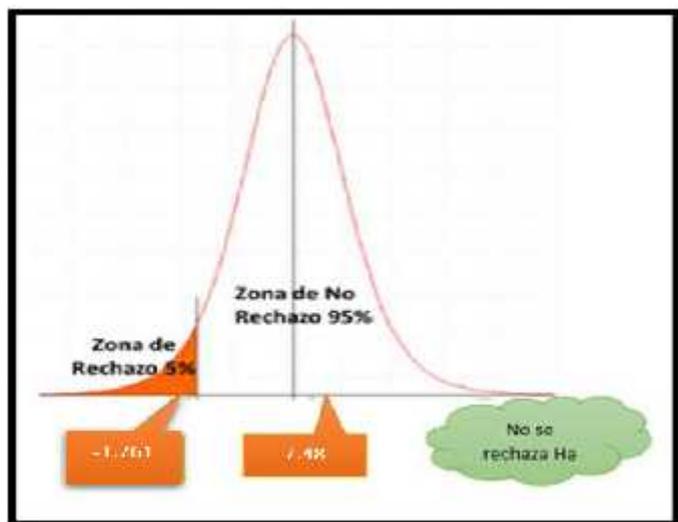
$H_a: \mu > 3$  Los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

$H_a: \mu \leq 3$  Los métodos estadísticos no son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

b) El nivel o grado de significancia es 0.05, donde la probabilidad es un error tipo 1. esto quiere decir que es la probabilidad que se contradiga una hipótesis nula cuando en realidad es auténtica.

c) Prueba estadística:  $t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{3.80 - 3}{\frac{0.414}{\sqrt{15}}} = 5.11$

d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.761, de modo que  $t=5.11$  dando como resultado que se encuentra en la dentro de la zona de aceptación.



**Figura 4.6** Prueba Estadística de la Hipótesis Específica N° 4.

e) Se toma la decisión de aceptar la hipótesis de trabajo  $H_a$ . Esto significa que los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Las respuestas de los resultados analizados y obtenidos dentro de esta investigación en determinar el caudal pico mediante el hidrograma unitario se realizaron mediante el HEC HSM, además en esta investigación se han tomado como referencia a las variables del problema que han sido obteniendo como resultados las variables más resaltantes que se detalla a continuación:

#### **Hidrograma unitario**

La determinación del hidrograma unitario se ha dado mediante los escurrimientos directos por efecto de las precipitaciones captados y registrados por los pluviómetros que han sido obtenidos por SENAMHI, dando como resultados una precipitación de 49.33 mm mediante el análisis de tormenta.

Para el análisis de tormenta después de aplicar los métodos estadísticos se ha calculado los hidrogramas Unitarios de acuerdo de las estaciones del año, estos hidrogramas unitarios generados demuestran los gráficos de las precipitaciones como se observa en las tablas del capítulo III.

#### **Caudal pico**

Utilizando la teoría del HU, se logra conseguir el hidrograma correspondiente a cualquier tormenta, en base a eso se afirma que si se puede determinar el caudal pico total de la cuenca del río Higueras que es de 250.6 m<sup>3</sup>/s para un Pr de 100 años.

### **Estructura morfológica**

El límite del área de la cuenca del río Higueras dentro de esta investigación es de 527.726 Km<sup>2</sup>.

### **Altura de precipitación promediada sobre la cuenca**

Las precipitaciones promediadas sobre la cuenca se han dado mediante la cota de la curva hipsométrica de la cuenca que tiene como cota mayor de 4050 y cota menor de 1950m. La cuenca del río Higueras donde desemboca al río Huallaga es el punto de estudio donde se ha determinado el caudal pico de esta investigación, ver figura en anexos-planos.

### **Periodo de retorno**

La longitud del periodo de retorno es de 100 años, que dio como resultado después de haber realizado el análisis de las precipitaciones del año 1964 hasta 2010 mediante el método estadístico de Gumbel.

El Hidrograma Unitaria o “patrón” juega un papel muy importante, te permite deducir el hidrograma que nace a partir de una tormenta, esto a la vez son originados de varias hipótesis evaluadas y planteadas.

Esta teoría fue propuesta por Sherman en 1932 para todas las cuencas medianas y desde entonces es el procedimiento más frecuentemente utilizado para calcular los hidrogramas de avenidas, viene a ser el HU

Por eso que en esta investigación se desarrolló este método que más se asemeja a la cuenca del Río Higueras.

### **5.1 Evaluaciones y puesta en prueba de la hipótesis general**

las hipótesis planeadas han sido verificadas por los especialistas del tema y programas específicas que no todos los programas pueden medir de la misma manera, ya que existe diferentes formas de medir y validar los resultados de la investigación.

Las hipótesis que se tomó en consideración después de haber realizado la encuesta que constan por 14 preguntas. Así mismo se ha determinado las hipótesis generales como las hipótesis específicas tendiendo presente las características de la cuenca.

Según los resultados estadísticos de la hipótesis general (Anexo 03.2), se rechaza la hipótesis nula ( $t=5.29 > -1.761$ ) y se acepta la  $H_a$ , donde es posible determinar el caudal pico mediante el hidrograma unitario.

Dentro de las hipótesis de la investigación realizada se puede decir que los hidrogramas dependen exclusivamente de la continuación de la tormenta. Los hidrogramas producidos van a variar en su escala vertical, a cuál es proporcional a su altura de esorrentía de cada tormenta dada y la cuenca vertiente responde como un sistema independiente del tiempo.

Por tanto, los resultados obtenidos son verificables y contrastados por los estudios hidrológicos de nuestra localidad.

En la evaluación de las hipótesis específicas por tratarse de una investigación aplicada, se ha considerado una guía de orientación de encuesta que se muestra en la tabla N° 5.1 a fin de demostrar su validez, mediante el cual han sido evaluado por expertos del tema las hipótesis en base a sus variables.

Tabla N° 5.1: Guía de orientación para la Validación de las hipótesis

HIPOTESIS ESPECIFICAS		GUIA DE ORIENTACIÓN DE ENCUESTA
Hi1:	Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas.	Indicador 1 de la Variable (Anexo N°03.1)
Hi2:	Para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.	Indicador 2 de la Variable (Anexo N°03.1) Indicador 3 de la Variable (Anexo N°03.1)
Hi3:	El caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.	Indicador 9 de la Variable (Anexo N°03.1) Indicador 12 de la Variable (Anexo N°03.1) Indicador 13 de la Variable (Anexo N°03.1)
Hi4:	Los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.	Indicador 3 de la Variable (Anexo N°03.1) Indicador 4 de la Variable (Anexo N°03.1) Indicador 9 de la Variable (Anexo N°03.1) Indicador 6 de la Variable (Anexo N°03.1)

## 5.2 Evaluaciones y puesta en prueba de la hipótesis específica 1

Para la evaluación y puesta a prueba la hipótesis específica nula N°1, se ha empleado el instrumento de la ficha documental, mediante los datos obtenidos del SENAMHI se ha formulado la hipótesis con fines de ver que tan importante son las precipitaciones máximos y mínimos en la cuenca (rio Higueras). Se ha tomado como referencia los datos de precipitaciones que se han dado del año 1964-2010 y de los 12 meses de cada año y con un Pr de 100 años.

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas, donde se obtiene una precipitación máxima de 59.17mm y la precipitación mínima que es de 49.33mm.

Según la prueba estadística de la hipótesis específica N° 1 (Anexo N° 03.4) (Ver tabla N° 5.01: Registro de Precipitaciones), se rechaza la hipótesis nula ( $t=6.53 > -1.761$ ) por lo que aceptamos las hipótesis y aceptamos la importancia de determinar las precipitaciones dentro de esta investigación.

### **5.3 Evaluaciones y puesta en prueba de la hipótesis específica 2**

Para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento, los registros de los pluviómetros son registros de las 24 horas que han sido obtenidos mediante los datos del SENAMHI, que luego se analizó en base a 12 horas para poder determinar el caudal dentro de esta investigación.

Según la prueba estadística de la hipótesis específica N° 2 (Anexo N° 03.4) (Ver tabla N° 5.01), se rechaza la hipótesis nula ( $t=5.39 > -1.761$ ) por lo que aceptamos las hipótesis y aceptamos la importancia del tiempo de lluvias que se ha dado dentro de las 24 horas del día de cada estación del año.

### **5.4 Evaluaciones y puesta en prueba de la hipótesis específica 3**

El caudal máximo servirá a los profesionales interesados para que puedan diseñar la estructura hidráulica de la cuenca del río Higuera, siendo esto muy importante dentro de esta investigación el caudal pico permitirá diseñar con un  $P_r$  de 100 años

Según la prueba estadística de la hipótesis específica N° 3 (Anexo N° 03.4) (Ver tabla N° 5.01), se rechaza la hipótesis nula ( $t=2.43 > -1.761$ ) por lo que aceptamos las hipótesis y aceptamos la importancia del caudal para los profesionales interesados en diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.

### **5.5 Evaluaciones y puesta en prueba de la hipótesis específica 4**

Los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach, porque ha permitido determinar los cálculos de las precipitaciones, hietogramas, parámetros geomorfológicos, periodo de retorno.

Según la prueba estadística de la hipótesis específica N° 4 (Anexo N° 03.4) (Ver tabla N° 5.01), se rechaza la hipótesis nula ( $t=7.48 > -1.761$ ) por lo que aceptamos las hipótesis y aceptamos la importancia de los métodos estadísticos dentro de esta investigación.

## CONCLUSIONES

- ) De acuerdo a la conclusión de la tesis de ingeniería de Solís Montero, Jadir se demuestra que el modelo de infiltración que se requiere en el hietograma de una tormenta, se estima el número de curva; así mismo se ha desarrollado en la presente investigación.
  
- ) Según la conclusión de la tesis de los señores (BARRIOS P. & OLAYA M., 2017) afirma. "El hidrograma sintético del SCS no captura el verdadero comportamiento hidrológico en la zona de estudio, cabe mencionar que según los requisitos para desarrollar esta metodología del SCS es importante el tamaño de la cuenca".
  
- ) La aplicación del modelo HEC-HMS en su diagramación permitió obtener una caracterización hidrológica de cada subcuenca, lo cual nos permitió operar de alguna manera más detallada en un área de menor extensión y no generalizar la información.
  
- ) Las precipitaciones obtenidas dentro de investigación se han dado en base a los datos obtenidos del SENAMHI, con un tiempo de 24 horas, lo cual fue analizado en base a 12 horas dentro de este proyecto de investigación; tomando en cuenta la estructura morfológica y del rio Higueras.
  
- ) El caudal pico con un Pr de 100 años alcanzó una cantidad promedio de 250.6m<sup>3</sup>/s este valor puede ser utilizado para diseñar obras dependiendo del tamaño de las subcuencas.

## **RECOMENDACIONES**

En base a la aplicación de todos los instrumentos desarrollados en esta investigación para determinar el caudal pico mediante el Hidrograma Unitario, se propone un plan global en el cual se sugiere estrategias, técnicas predominantes propuestas para medir cada variable. Hay que aclarar que una estrategia que se propone para un mejor aprovechamiento y aprendizaje de la materia de Hidrología es que la materia cuente con informaciones prácticos para determinar el caudal pico. Pero no hay que olvidar que todos estos recursos deben verse como medios y no como fines, por lo que el investigador debe ser libre desde el punto de vista metodológico, a fin de observar, comparar e investigar de modo más consciente, para lograr que la investigación sea más adecuada y de la misma manera que el investigador pueda lograr sus objetivos de manera eficiente en sus resultados.

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

- J ALVARES Q., V. J. (Noviembre de 1993). Dialnet. Obtenido de [https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTAL\\_TODO=SIG](https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTAL_TODO=SIG)
- J BARRIOS P, Miguel Ignacio. & OLAYA M, Esther Julia. CALCULO Y ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS PARA EL FLUJO TORRENCIAL DEL 22 DE JUNIO DE 2006 OCURRIDO EN LA MICROCUENCA "EL SALTO", IBAGUÉ – COLOMBIA - Departamento de Ingeniería, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia 9pp.
- J Cahuana Andia, A., & Yugar Morales, W. (2009). MATERIAL DE APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE HIDROLOGIA CIV-233: DIPLOMADO ACADEMICO DE LICENCIATURA EN INGENIERIA CIVIL. COCHABAMBA-BOLIVIA.
- J CHÁVEZ AGUILAR, Fernando, Javier. SIMULACION Y OPTIMIZACION DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO URBANO - Tesis para optar el Título de INGENIERO CIVIL: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. 106pp.
- J CHEREQUE MORAN, W. (s.f.). HIDROLOGÍA. Lima-Perú: CONCYTEC.
- J Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). HIDROLOGIA APLICADA. Santa Fé de Bogota,colombia: Martha Edna Suárez R.
- J Comer, j., & Welch, S. (s.f.). Quantitative Methods for Public Administration: Techniques And Applications. 1988.
- J Cordova, M. (2016). Parámetros geomorfológicos de cuencas hidrográficas. Prontubeam.

- ) ESTEBAN DOMINGUEZ, F. (s.f.). bibliocad. Obtenido de bibliocad.com:  
[https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/plano-catastral-de-la-ciudad-de-huanuco\\_15942/](https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/plano-catastral-de-la-ciudad-de-huanuco_15942/)
- ) H, V., & Velasquez Chavez, A. A. (2015). "MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL RIO SANTA, TRAMO ASENTAMIENTO HUMANO LAS FLORES, DISTRITO DE CARHUAZ, ANCHASH". ANCHASH.
- ) Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2015). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN QUINTA EDICIÓN. MEXICO: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736.
- ) MONSALVE, German, Hidrología en la Ingeniería, 2da Edición, Colombia, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. 31-116pp.
- ) REYES, LUIS, Hidrología Básica, 1era Edición, Lima - Perú, CONCYTEC, 1992.
- ) SÁNCHEZ SAN ROMAN, J. (Marzo de 2015). <http://hidrologia.usal.es>.  
Obtenido de <http://hidrologia.usal.es/Complementos/Hec-hms-4.pdf>
- ) SOLÍS MONTERO, Jadir. PAQUETE INTERACTIVO PARA ANÁLISIS HIDROLÓGICO - Tesis Licenciatura Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Mayo. 79-112pp.
- ) VILLON, Máximo, Hidrología, 2da Edición, Lima - Perú, Editorial Villon, Febrero 2002. 21-133pp.

- ) Welch, S. Comer, j. 1988. Quantitative Methods for Public Administration: Techniques And Applications.

# **ANEXOS**

**ANEXO N°01 MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**MATRIZ DE  
CONSISTENCIA**

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TITULO:	“DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>1.3.2 Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo determinar la escorrentía directa de lluvia que desemboca en la cuenca hidrográfica del río Higueras?</li> <li>• ¿Determinar el tiempo de lluvias para calcular el caudal máximo en el río Higueras?</li> <li>• ¿Cuál es la necesidad de calcular el caudal máximo en el río Higueras?</li> <li>• ¿Cuál son los métodos estadísticos usados para calcular el caudal máximo?</li> </ul>	<p>1.4.2 Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas o directa.</li> <li>• determinar el tiempo de lluvia con los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.</li> <li>• Determinar el caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca</li> </ul>	<p>1.5.1 Hipótesis General</p> <p>Hi: El Hidrograma Unitario usando el método de SCS es importante para calcular el Caudal Pico.</p> <p>Ho: El Hidrograma Unitario usando el método de SCS no es importante para calcular el Caudal Pico.</p> <p>1.5.2 Hipótesis Específicas</p> <p>Hi1: Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas.</p> <p>Ho1: Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que no está relacionado con las precipitaciones efectivas.</p> <p>Hi2: Para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.</p> <p>Ho2: Para determinar el tiempo de lluvia no es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el</p>	<p>Variable independiente</p> <p>∅ Hidrograma unitario</p> <p>Variable dependiente</p> <p>∅ Cauda Pico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distribución uniforme</li> <li>• intensidad uniforme</li> <li>• tiempo base constante</li> <li>• área de la cuenca</li> <li>• Cota mayor y cota menor</li> <li>• tiempo pico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel</li> <li>• GPS</li> <li>• HEC-HMS</li> <li>• SIG</li> <li>• Libros de los métodos estadísticos</li> <li>• Libros de Cálculo de Caudales</li> <li>• Escala De Rickert</li> <li>• Alfa de Cronbach</li> </ul>	<p>1. tipo, nivel y método de investigación</p> <p>a) Tipo de Investigación</p> <p>Se enmarco en nivel explicativo, porque explica la causa y efecto</p> <p>b) Nivel de Investigación</p> <p>Se enmarcó en el nivel EXPLICATIVO</p> <p>- Según el tipo de variable es CUANTITATIVO CONTINUO.</p> <p>c) Métodos de Investigación</p> <p>es INDUCTIVO porque utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares.</p> <p>2. Diseño de investigación</p> <p>El diseño de investigación dentro de esta investigación realizada es un tipo de diseño preexperimental donde se administra un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variable para observar cual es el nivel del grupo en esta variable.</p> <p>3. Población y muestra</p> <p>a) Población</p> <p>La población de esta investigación viene a ser</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aplicar los métodos estadísticos para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.</li> </ul>	<p>instrumento.</p> <p>Hi3: El caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.</p> <p>Ho3: El caudal máximo no servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.</p> <p>Hi4: Los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.</p> <p>Ho4: los métodos estadísticos no son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.</p>				<p>toda la precipitación obtenido dentro de la cuenca del rio higueras registrados por las estaciones pluviométricas de SEHANMI . Además, cabe detallar que viene a ser registros de precipitación máxima en 24 horas para la presente investigación.</p> <p>b) Muestra</p> <p>Son las estaciones pluviométricas con registros de datos en precipitación máxima en 24 horas con un periodo de 100 años encontradas dentro del área de la cuenca del rio Higueras, que incluye dentro de esta cuenca a Jacas Chico y fuera de ella según las características fisiomorfológicas similares a la cuenca en investigación tenemos a Ambo y Yanahuanca.</p>
--	---	---	--	--	--	---

**ANEXO N°02 RESULTADO DE LOS INSTRUMENTOS  
DE INVESTIGACIÓN**

**RESULTADO DE LOS  
INSTRUMENTOS DE  
INVESTIGACIÓN**

**ANEXO N° 2.1: DATOS PLUVIOMÉTRICOS**

Durante la investigación realizado se ha tomado datos de precipitaciones pluviométricos de los años anteriores y estaciones correspondientes del año (primavera, verano, otoño e invierno) que inicia del año 1964-2010, estos datos proporcionados me han permitido lograr en determinar la precipitación de las cuencas como se observa en las siguientes tablas 13,14,15 y16.dentro de esas tablas se observa los registros mensuales.

Tabla 5.2: Datos completados de estación pluviométrica Huanuco

Estación Huanuco, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	V4KOGT	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 57'	Máx (mm)	49.00	Periodo				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1859.00	Longitud	76° 14'	Min (mm)	0.00	(1960- 2010)				
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1960	14.00	10.00	11.00	6.00	8.00	5.00	9.00	5.00	4.00	2.00	8.00	17.00
1961	9.00	17.00	21.00	18.00	12.00	0.00	2.00	7.00	17.00	10.00	7.00	20.00
1962	14.00	9.00	22.00	1.00	13.00	1.00	0.00	2.00	7.00	5.00	31.00	13.00
1963	8.00	17.00	32.00	10.00	6.00	1.00	1.00	0.00	24.00	23.00	10.00	12.00
1964	8.00	35.00	31.00	5.00	6.00	1.00	1.00	4.00	5.00	27.00	10.00	10.00
1965	10.00	13.00	19.00	6.00	3.00	2.00	2.00	1.00	5.00	6.00	18.00	5.00
1966	20.00	13.00	17.00	1.00	6.00	1.00	1.00	3.00	4.00	8.00	10.00	25.00
1967	11.00	40.00	31.00	7.00	17.00	3.00	10.00	3.00	7.00	8.00	17.00	26.00
1968	16.00	17.00	12.00	5.00	1.00	3.00	1.00	4.00	20.00	14.00	5.00	16.00
1969	16.00	10.00	25.00	8.00	3.00	4.00	1.00	4.00	8.00	4.00	27.00	18.00
1970	9.00	9.00	12.00	12.00	5.00	9.00	9.00	0.00	11.00	8.00	12.00	20.00
1971	15.00	6.00	15.00	9.00	5.00	2.00	4.00	10.00	3.00	9.00	15.00	10.00
1972	8.00	10.00	15.00	13.00	3.00	0.00	0.00	3.00	9.00	11.00	16.00	8.00
1973	15.00	18.00	25.00	12.00	5.00	7.00	3.00	25.00	1.00	24.00	21.00	21.00
1974	11.00	9.00	20.00	26.00	2.00	4.00	1.00	6.00	2.00	6.00	3.00	7.00
1975	10.00	10.00	14.00	4.00	15.00	4.00	3.00	3.00	6.00	29.00	11.00	14.00
1976	13.00	16.00	3.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.00	14.00	7.00	4.00
1977	10.00	13.00	14.00	31.00	16.00	1.00	1.00	6.00	14.00	11.00	29.00	27.00
1978	9.00	9.00	17.00	8.00	11.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	7.00	16.00
1979	10.00	8.00	40.00	27.00	0.00	0.00	3.00	0.00	4.00	31.00	10.00	5.00
1980	13.00	6.00	14.00	8.00	5.00	2.00	1.00	3.00	3.00	33.00	16.00	31.00
1981	7.00	22.00	18.00	2.00	13.00	26.00	8.00	0.00	3.00	14.00	4.00	13.00
1982	10.00	13.00	8.00	18.00	3.00	7.00	17.00	3.00	6.00	12.00	20.00	21.00
1983	10.00	14.00	8.00	24.00	10.00	2.00	1.00	5.00	5.00	17.00	28.00	12.00
1984	8.00	13.00	19.00	14.00	2.00	9.00	10.00	4.00	3.00	17.00	2.00	36.00
1985	5.00	12.00	14.00	20.00	18.00	1.00	13.00	13.00	1.00	13.00	4.00	22.00
1986	6.00	18.00	18.00	7.00	10.00	13.00	2.00	9.00	5.00	4.00	8.00	16.00
1987	5.00	12.00	19.00	14.00	3.00	5.00	4.00	2.00	5.00	6.00	18.00	12.00
1988	14.00	20.00	9.00	19.00	4.00	0.00	4.00	1.00	7.00	4.00	11.00	7.00
1989	16.00	8.00	12.00	6.00	6.00	3.00	0.00	1.00	6.00	21.00	11.00	27.00
1990	11.00	6.00	15.00	20.00	13.00	5.00	1.00	4.00	3.00	21.00	18.00	12.00
1991	5.00	15.00	29.00	8.00	2.00	5.00	5.00	0.00	2.00	11.00	15.00	20.00
1992	8.00	30.00	16.00	5.00	0.00	4.00	0.00	25.00	2.00	38.00	25.00	10.00
1993	12.00	18.00	14.00	14.00	6.00	5.00	3.00	4.00	6.00	8.00	16.00	12.00
1994	5.00	9.00	11.00	24.00	15.00	0.00	0.00	0.00	21.00	19.00	7.00	21.00
1995	8.00	19.00	18.00	9.00	2.00	1.00	1.00	0.00	3.00	9.00	14.00	12.00
1996	14.00	9.00	16.00	17.00	10.00	0.00	0.00	4.00	1.00	9.00	15.00	8.00
1997	10.00	7.00	11.00	11.00	4.00	2.00	0.00	4.00	5.00	8.00	1.00	6.00
1998	18.00	16.00	28.00	1.00	3.00	2.00	0.00	1.00	3.00	13.00	26.00	7.00
1999	13.00	28.00	15.00	5.00	9.00	8.00	5.00	1.00	33.00	6.00	11.00	14.00
2000	11.00	14.00	15.00	8.00	5.00	7.00	2.00	12.00	4.00	3.00	20.00	19.00
2001	11.00	9.00	11.00	26.00	7.00	1.00	3.00	5.00	2.00	10.00	49.00	11.00
2002	13.00	19.00	15.00	27.00	10.00	2.00	5.00	1.00	3.00	23.00	8.00	5.00
2003	12.00	6.00	9.00	15.00	3.00	0.00	0.00	7.00	4.00	13.00	23.00	18.00
2004	8.00	8.00	12.00	11.00	12.00	1.00	2.00	5.00	11.00	6.00	13.00	18.00
2005	6.00	17.00	25.00	2.00	1.00	0.00	1.00	6.00	4.00	11.00	9.00	20.00
2006	12.00	7.00	6.00	7.00	5.00	6.00	4.00	0.00	19.00	10.00	5.00	5.00
2007	17.00	14.00	7.00	15.00	12.00	11.00	6.00	6.00	3.00	18.00	16.00	7.00
2008	17.00	18.00	9.00	11.00	8.00	8.00	0.00	21.00	1.00	7.00	22.00	6.00
2009	12.00	20.00	32.00	7.00	11.00	2.00	1.00	1.00	2.00	19.00	23.00	18.00
2010	12.00	13.00	17.00	23.00	6.00	6.00	0.00	3.00	3.00	13.00	23.00	0.00

Tabla 5.3: Datos completados de la estación pluviométrica Ambo

Estación Ambo, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	H4MOWW	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 58'	Máx (mm)	201.00	Período				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1947.00	Longitud	76° 15'	Mín (mm)	0.00	(1960-2010)				
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1960	29.00	92.00	56.00	40.00	17.00	8.00	9.00	3.00	12.00	34.00	36.00	50.00
1961	34.00	136.00	54.00	22.00	3.00	6.00	1.00	3.00	5.00	25.00	24.00	39.00
1962	37.00	18.00	38.00	18.00	3.00	5.00	6.00	6.00	21.00	12.00	52.00	28.00
1963	41.00	106.00	87.00	17.00	8.00	4.00	7.00	1.00	6.00	37.00	41.00	37.00
1964	55.00	38.00	51.00	25.00	8.00	8.00	1.00	6.00	3.00	11.00	24.00	43.00
1965	42.00	30.00	8.00	10.00	8.00	8.00	0.00	3.00	12.00	24.00	43.00	19.00
1966	37.00	26.00	59.00	7.00	13.00	5.00	4.00	1.00	13.00	24.00	22.00	28.00
1967	36.00	201.00	164.00	6.00	8.00	10.00	8.00	8.00	8.00	13.00	26.00	38.00
1968	35.00	38.00	49.00	25.00	4.00	7.00	6.00	6.00	29.00	24.00	16.00	43.00
1969	26.00	50.00	27.00	14.00	2.00	6.00	4.00	2.00	12.00	20.00	126.00	13.00
1970	31.00	34.00	23.00	2.00	2.00	4.00	5.00	2.00	9.00	7.00	28.00	26.00
1971	50.00	21.00	45.00	16.00	2.00	3.00	12.00	2.00	9.00	16.00	16.00	28.00
1972	25.00	21.00	65.00	19.00	3.00	7.00	3.00	1.00	18.00	7.00	24.00	33.00
1973	40.00	61.00	36.00	20.00	3.00	1.00	7.00	8.00	10.00	7.00	40.00	56.00
1974	40.00	39.00	53.00	8.00	2.00	4.00	2.00	4.00	22.00	40.00	7.00	40.00
1975	48.00	96.00	83.00	5.00	4.00	7.00	3.00	7.00	13.00	7.00	29.00	53.00
1976	29.00	83.00	49.00	5.00	4.00	5.00	9.00	4.00	9.00	1.00	2.00	29.00
1977	34.00	43.00	24.00	20.00	14.00	8.00	0.00	4.00	24.00	12.00	37.00	37.00
1978	45.00	13.00	33.00	28.00	8.00	4.00	6.00	4.00	16.00	6.00	33.00	42.00
1979	18.00	50.00	39.00	13.00	0.00	4.00	19.00	4.00	13.00	12.00	85.00	19.00
1980	29.00	49.00	5.00	7.00	0.00	3.00	2.00	1.00	3.00	50.00	20.00	35.00
1981	32.00	80.00	46.00	6.00	3.00	2.00	5.00	3.00	3.00	26.00	31.00	75.00
1982	37.00	53.00	38.00	13.00	4.00	4.00	5.00	4.00	1.00	9.00	23.00	31.00
1983	51.00	36.00	46.00	15.00	8.00	5.00	6.00	3.00	14.00	40.00	26.00	39.00
1984	36.00	50.00	34.00	22.00	25.00	7.00	11.00	6.00	45.00	25.00	30.00	36.00
1985	58.00	34.00	41.00	20.00	16.00	10.00	5.00	4.00	16.00	19.00	35.00	43.00
1986	49.00	36.00	33.00	13.00	8.00	5.00	7.00	5.00	15.00	29.00	40.00	33.00
1987	44.00	39.00	41.00	26.00	14.00	4.00	0.00	3.00	19.00	22.00	22.00	43.00
1988	24.00	32.00	38.00	35.00	22.00	7.00	3.00	4.00	20.00	32.00	40.00	35.00
1989	31.00	51.00	45.00	26.00	18.00	3.00	4.00	3.00	13.00	28.00	26.00	26.00
1990	39.00	35.00	45.00	36.00	15.00	3.00	3.00	5.00	22.00	29.00	22.00	35.00
1991	42.00	33.00	35.00	22.00	19.00	7.00	3.00	5.00	22.00	29.00	22.00	35.00
1992	36.00	35.00	45.00	38.00	14.00	4.00	6.00	5.00	10.00	43.00	26.00	37.00
1993	35.00	62.00	63.00	45.00	13.00	5.00	4.00	5.00	19.00	21.00	29.00	38.00
1994	51.00	75.00	85.00	45.00	14.00	4.00	4.00	5.00	19.00	17.00	25.00	38.00
1995	52.00	75.00	65.00	25.00	13.00	5.00	3.00	3.00	14.00	19.00	26.00	39.00
1996	51.00	65.00	65.00	41.00	25.00	8.00	6.00	4.00	13.00	16.00	25.00	36.00
1997	53.00	65.00	65.00	48.00	13.00	8.00	4.00	5.00	18.00	31.00	35.00	43.00
1998	51.00	75.00	79.00	38.00	4.00	7.00	4.00	5.00	19.00	17.00	28.00	46.00
1999	48.00	126.00	79.00	10.00	2.00	2.00	9.00	3.00	9.00	42.00	34.00	31.00
2000	39.00	101.00	57.00	16.00	8.00	6.00	6.00	4.00	12.00	10.00	22.00	28.00
2001	45.00	29.00	21.00	44.00	25.00	9.00	6.00	6.00	16.00	44.00	21.00	30.00
2002	30.00	76.00	36.00	10.00	8.00	8.00	7.00	4.00	14.00	13.00	25.00	33.00
2003	31.00	24.00	41.00	30.00	6.00	5.00	0.00	2.00	15.00	21.00	18.00	46.00
2004	46.00	14.00	49.00	12.00	5.00	8.00	0.00	6.00	24.00	6.00	7.00	45.00
2005	41.00	36.00	48.00	20.00	3.00	8.00	8.00	3.00	19.00	58.00	20.00	57.00
2006	32.00	30.00	36.00	38.00	6.00	7.00	1.00	6.00	21.00	19.00	26.00	34.00
2007	39.00	121.00	32.00	34.00	6.00	5.00	9.00	8.00	11.00	9.00	31.00	27.00
2008	31.00	52.00	11.00	36.00	5.00	5.00	2.00	4.00	22.00	12.00	46.00	29.00
2009	36.00	42.00	51.00	22.00	20.00	5.00	6.00	2.00	7.00	28.00	39.00	42.00
2010	53.00	29.00	47.00	13.00	7.00	7.00	0.00	3.00	14.00	12.00	27.00	43.00

Tabla 5.4: Datos completados de la estación pluviométrica Jacas chico

Estación Jacas Chico, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	K4NPKC	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 31'	Máx (mm)	65.00	Período				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3538.00	Longitud	76° 18'	Mín (mm)	0.00	(1960-2010)				
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1960	17.00	30.00	27.00	35.00	20.00	2.00	3.00	7.00	12.00	17.00	24.00	24.00
1961	22.00	25.00	20.00	17.00	22.00	1.00	1.00	37.00	4.00	15.00	25.00	16.00
1962	15.00	6.00	14.00	10.00	9.00	6.00	0.00	5.00	14.00	16.00	30.00	23.00
1963	18.00	33.00	35.00	24.00	16.00	5.00	2.00	20.00	6.00	10.00	15.00	14.00
1964	17.00	18.00	17.00	10.00	13.00	5.00	5.00	33.00	12.00	19.00	16.00	16.00
1965	14.00	6.00	10.00	13.00	21.00	0.00	3.00	16.00	10.00	15.00	18.00	27.00
1966	22.00	20.00	24.00	12.00	6.00	9.00	4.00	10.00	12.00	10.00	15.00	13.00
1967	21.00	32.00	38.00	16.00	22.00	2.00	0.00	0.00	14.00	16.00	12.00	6.00
1968	17.00	18.00	20.00	14.00	11.00	0.00	8.00	15.00	9.00	18.00	17.00	13.00
1969	19.00	30.00	31.00	35.00	18.00	12.00	7.00	4.00	15.00	31.00	34.00	47.00
1970	21.00	4.00	14.00	34.00	21.00	14.00	10.00	0.00	13.00	17.00	20.00	18.00
1971	13.00	20.00	22.00	10.00	3.00	2.00	14.00	25.00	11.00	16.00	20.00	38.00
1972	23.00	18.00	23.00	13.00	8.00	13.00	0.00	15.00	11.00	19.00	18.00	9.00
1973	21.00	3.00	10.00	12.00	17.00	8.00	0.00	14.00	15.00	25.00	21.00	34.00
1974	23.00	34.00	32.00	65.00	21.00	12.00	0.00	2.00	9.00	17.00	11.00	22.00
1975	20.00	26.00	23.00	12.00	14.00	12.00	8.00	27.00	12.00	16.00	12.00	11.00
1976	17.00	26.00	29.00	12.00	2.00	13.00	12.00	0.00	12.00	24.00	9.00	16.00
1977	13.00	22.00	21.00	60.00	22.00	5.00	1.00	37.00	7.00	15.00	25.00	6.00
1978	22.00	18.00	24.00	10.00	20.00	10.00	1.00	0.00	16.00	15.00	18.00	29.00
1979	24.00	22.00	15.00	17.00	21.00	2.00	62.00	0.00	9.00	25.00	31.00	6.00
1980	14.00	26.00	19.00	19.00	15.00	0.00	1.00	15.00	5.00	15.00	18.00	14.00
1981	14.00	20.00	23.00	31.00	21.00	1.00	3.00	8.00	15.00	25.00	15.00	7.00
1982	17.00	26.00	20.00	15.00	22.00	0.00	0.00	11.00	11.00	22.00	18.00	14.00
1983	21.00	22.00	26.00	34.00	22.00	1.00	2.00	9.00	11.00	24.00	19.00	36.00
1984	23.00	13.00	13.00	15.00	17.00	0.00	34.00	5.00	9.00	22.00	15.00	9.00
1985	19.00	16.00	24.00	27.00	9.00	14.00	1.00	19.00	14.00	17.00	14.00	17.00
1986	23.00	12.00	10.00	14.00	10.00	2.00	7.00	14.00	14.00	17.00	18.00	10.00
1987	19.00	16.00	16.00	15.00	21.00	0.00	0.00	9.00	11.00	12.00	23.00	20.00
1988	16.00	20.00	20.00	13.00	13.00	15.00	0.00	12.00	9.00	14.00	23.00	22.00
1989	14.00	12.00	15.00	11.00	7.00	5.00	0.00	8.00	12.00	21.00	10.00	7.00
1990	14.00	7.00	18.00	11.00	14.00	12.00	3.00	6.00	10.00	22.00	13.00	16.00
1991	18.00	15.00	26.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	24.00	15.00	19.00
1992	21.00	20.00	22.00	17.00	12.00	8.00	5.00	22.00	9.00	16.00	15.00	13.00
1993	22.00	24.00	22.00	25.00	13.00	10.00	0.00	17.00	10.00	28.00	24.00	27.00
1994	26.00	22.00	12.00	14.00	4.00	3.00	1.00	11.00	3.00	15.00	20.00	23.00
1995	25.00	24.00	23.00	17.00	23.00	8.00	0.00	0.00	14.00	10.00	18.00	15.00
1996	15.00	27.00	27.00	33.00	18.00	7.00	6.00	9.00	15.00	16.00	24.00	11.00
1997	23.00	17.00	29.00	10.00	12.00	6.00	3.00	11.00	12.00	11.00	13.00	25.00
1998	24.00	36.00	26.00	12.00	11.00	7.00	2.00	4.00	9.00	19.00	13.00	19.00
1999	16.00	24.00	29.00	15.00	11.00	7.00	12.00	36.00	8.00	14.00	19.00	22.00
2000	22.00	30.00	14.00	26.00	15.00	6.00	9.00	8.00	12.00	14.00	22.00	26.00
2001	21.00	23.00	22.00	17.00	11.00	7.00	4.00	11.00	12.00	18.00	18.00	19.00
2002	15.00	16.00	13.00	10.00	25.00	0.00	7.00	5.00	15.00	23.00	31.00	12.00
2003	15.00	20.00	14.00	13.00	0.00	14.00	0.00	12.00	7.00	15.00	18.00	7.00
2004	18.00	11.00	13.00	12.00	19.00	2.00	0.00	5.00	9.00	21.00	11.00	19.00
2005	21.00	16.00	13.00	12.00	6.00	11.00	7.00	7.00	8.00	17.00	20.00	19.00
2006	26.00	36.00	30.00	13.00	6.00	6.00	1.00	15.00	6.00	21.00	19.00	26.00
2007	24.00	17.00	16.00	12.00	19.00	2.00	6.00	1.00	12.00	13.00	20.00	16.00
2008	16.00	12.00	10.00	10.00	6.00	1.00	1.00	13.00	16.00	24.00	20.00	26.00
2009	18.00	11.00	13.00	8.00	6.00	2.00	4.00	9.00	11.00	22.00	21.00	6.00
2010	17.00	7.00	13.00	23.00	14.00	6.00	1.00	27.00	7.00	21.00	16.00	21.00

Estación Yanahuanca, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	S4NRJI	Area Km'		Latitud	10° 29'	Máx (mm)	145.00	Periodo				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3184.00	Longitud	76° 31'	Min (mm)	0.00	(1960- 2010)				
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1960	52.00	80.00	102.00	32.00	29.00	1.00	15.00	2.00	21.00	17.00	25.00	27.00
1961	32.00	80.00	82.00	23.00	11.00	2.00	5.00	5.00	8.00	20.00	23.00	18.00
1962	30.00	93.00	99.00	28.00	16.00	5.00	15.00	2.00	22.00	33.00	28.00	22.00
1963	40.00	50.00	87.00	30.00	1.00	4.00	3.00	16.00	8.00	22.00	20.00	16.00
1964	23.00	90.00	86.00	10.00	62.00	2.00	1.00	7.00	15.00	21.00	23.00	16.00
1965	15.00	93.00	80.00	29.00	60.00	0.00	1.00	10.00	12.00	23.00	26.00	25.00
1966	43.00	81.00	77.00	32.00	36.00	10.00	9.00	9.00	14.00	28.00	22.00	20.00
1967	28.00	39.00	100.00	31.00	27.00	1.00	14.00	15.00	20.00	19.00	21.00	16.00
1968	22.00	86.00	124.00	32.00	16.00	0.00	4.00	8.00	15.00	26.00	22.00	20.00
1969	54.00	42.00	76.00	28.00	18.00	6.00	11.00	7.00	24.00	11.00	45.00	32.00
1970	27.00	94.00	80.00	18.00	19.00	13.00	8.00	2.00	20.00	25.00	27.00	21.00
1971	23.00	82.00	133.00	27.00	8.00	1.00	11.00	17.00	10.00	26.00	24.00	30.00
1972	34.00	91.00	110.00	30.00	21.00	12.00	11.00	21.00	15.00	18.00	22.00	16.00
1973	61.00	98.00	86.00	22.00	11.00	5.00	18.00	8.00	21.00	25.00	26.00	29.00
1974	32.00	36.00	82.00	19.00	14.00	12.00	13.00	16.00	12.00	26.00	15.00	23.00
1975	27.00	79.00	83.00	25.00	20.00	8.00	7.00	9.00	19.00	15.00	21.00	18.00
1976	25.00	77.00	82.00	12.00	7.00	7.00	4.00	14.00	18.00	7.00	14.00	18.00
1977	18.00	82.00	78.00	25.00	29.00	4.00	4.00	7.00	17.00	33.00	30.00	17.00
1978	25.00	81.00	81.00	14.00	7.00	4.00	11.00	7.00	31.00	13.00	24.00	27.00
1979	58.00	84.00	74.00	19.00	7.00	2.00	13.00	5.00	8.00	26.00	36.00	10.00
1980	23.00	70.00	83.00	20.00	0.00	0.00	4.00	3.00	7.00	37.00	24.00	19.00
1981	16.00	83.00	76.00	13.00	0.00	0.00	0.00	29.00	17.00	18.00	22.00	25.00
1982	30.00	68.00	81.00	0.00	8.00	0.00	4.00	11.00	11.00	14.00	20.00	17.00
1983	31.00	83.00	85.00	13.00	39.00	1.00	6.00	3.00	12.00	33.00	23.00	27.00
1984	40.00	92.00	86.00	4.00	64.00	0.00	8.00	5.00	33.00	35.00	26.00	17.00
1985	21.00	89.00	84.00	31.00	9.00	16.00	14.00	20.00	13.00	26.00	24.00	17.00
1986	22.00	93.00	74.00	6.00	16.00	1.00	2.00	5.00	15.00	40.00	26.00	18.00
1987	21.00	90.00	86.00	15.00	6.00	0.00	3.00	29.00	12.00	28.00	24.00	21.00
1988	26.00	83.00	145.00	12.00	53.00	34.00	15.00	3.00	17.00	33.00	28.00	21.00
1989	23.00	93.00	132.00	32.00	16.00	3.00	12.00	15.00	14.00	40.00	20.00	13.00
1990	17.00	93.00	125.00	24.00	37.00	8.00	10.00	30.00	11.00	24.00	21.00	21.00
1991	18.00	91.00	80.00	24.00	23.00	0.00	11.00	7.00	58.00	22.00	20.00	19.00
1992	21.00	84.00	74.00	16.00	37.00	8.00	1.00	6.00	10.00	38.00	24.00	21.00
1993	37.00	77.00	74.00	30.00	37.00	6.00	14.00	6.00	19.00	10.00	24.00	30.00
1994	26.00	88.00	81.00	1.00	3.00	3.00	11.00	4.00	10.00	20.00	24.00	24.00
1995	25.00	82.00	106.00	32.00	11.00	5.00	7.00	9.00	23.00	21.00	26.00	19.00
1996	32.00	73.00	96.00	31.00	55.00	10.00	7.00	4.00	24.00	31.00	24.00	15.00
1997	25.00	91.00	113.00	22.00	45.00	6.00	4.00	5.00	17.00	22.00	17.00	22.00
1998	33.00	20.00	74.00	25.00	18.00	4.00	3.00	7.00	9.00	11.00	22.00	22.00
1999	27.00	85.00	87.00	29.00	5.00	2.00	13.00	13.00	10.00	34.00	23.00	23.00
2000	33.00	54.00	76.00	20.00	55.00	2.00	7.00	36.00	14.00	21.00	26.00	23.00
2001	29.00	82.00	86.00	21.00	60.00	6.00	11.00	11.00	15.00	27.00	27.00	20.00
2002	25.00	92.00	77.00	20.00	42.00	0.00	1.00	12.00	23.00	25.00	28.00	17.00
2003	22.00	83.00	88.00	26.00	17.00	18.00	12.00	3.00	14.00	21.00	20.00	16.00
2004	16.00	92.00	92.00	10.00	30.00	1.00	10.00	16.00	14.00	10.00	18.00	21.00
2005	16.00	9.00	77.00	22.00	41.00	1.00	7.00	13.00	10.00	20.00	22.00	31.00
2006	71.00	34.00	75.00	8.00	46.00	4.00	9.00	15.00	10.00	6.00	21.00	23.00
2007	43.00	31.00	83.00	12.00	26.00	5.00	14.00	3.00	17.00	29.00	25.00	18.00
2008	27.00	82.00	87.00	3.00	16.00	6.00	8.00	18.00	24.00	27.00	26.00	2.00
2009	25.00	93.00	97.00	29.00	49.00	0.00	5.00	4.00	13.00	33.00	28.00	11.00
2010	16.00	83.00	73.00	13.00	33.00	6.00	3.00	11.00	17.00	19.00	21.00	26.00

**Tabla 5.5:** Datos completados de la estación pluviométrica Yanahuanca

**Tabla 5.6:** Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Huanuco

Estación Huanuco, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	V4KOGT	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 57'	Máx (mm)	49.00	Periodo				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1859.00	Longitud	76° 14'	Mín (mm)	0.00		(1960- 2010)			
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Número	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Sumatoria	557.00	726.00	866.00	608.00	356.00	179.00	152.00	235.00	528.00	665.00	752.00	781.00
Media	10.92	14.24	16.98	11.92	6.98	3.51	2.98	4.61	6.43	13.04	14.75	15.31
Máximo	20.00	40.00	40.00	31.00	18.00	26.00	17.00	26.00	33.00	38.00	49.00	36.00
Mínimo	5.00	6.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	1.00	4.00
Mediana	11.00	13.00	15.00	10.00	6.00	2.00	1.00	3.00	4.00	11.00	14.00	15.00
Desviación	3.45	7.19	7.71	7.90	4.80	4.48	3.70	5.82	6.41	8.33	9.01	7.03
Varianza	11.91	51.82	59.58	62.52	23.05	20.09	13.69	33.88	41.12	69.52	81.19	49.48

**Tabla 5.7:** Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Ambo

Estación Ambo, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	H4MOWW	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 58'	Máx (mm)	201.00	Periodo				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1947.00	Longitud	76° 15'	Mín (mm)	0.00		(1960- 2010)			
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Número	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Sumatoria	1993.00	2876.00	2468.00	1125.00	498.00	291.00	253.00	205.00	751.00	1094.00	1561.00	1865.00
Media	39.08	56.39	48.39	22.06	9.78	5.71	4.98	4.02	14.73	21.45	30.61	36.57
Máximo	58.00	201.00	164.00	48.00	25.00	10.00	19.00	8.00	45.00	50.00	126.00	75.00
Mínimo	18.00	13.00	5.00	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	13.00
Mediana	39.00	49.00	45.00	20.00	8.00	5.00	5.00	4.00	14.00	20.00	28.00	37.00
Desviación	8.94	35.47	24.87	12.45	6.93	2.12	3.61	1.70	7.50	11.86	18.56	10.24
Varianza	80.03	1258.54	608.70	155.02	48.02	4.33	13.03	2.90	56.33	140.77	344.51	105.00

**Tabla 5.8:** Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Jacas chico

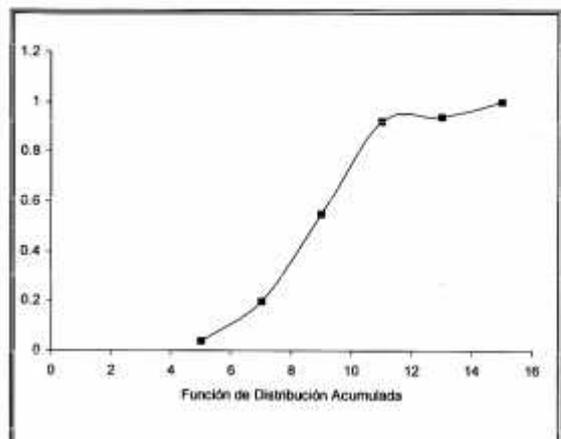
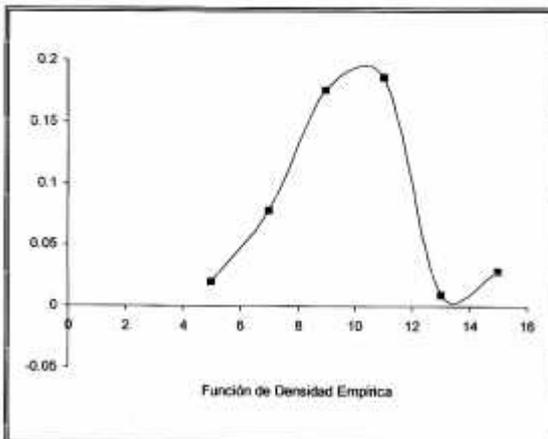
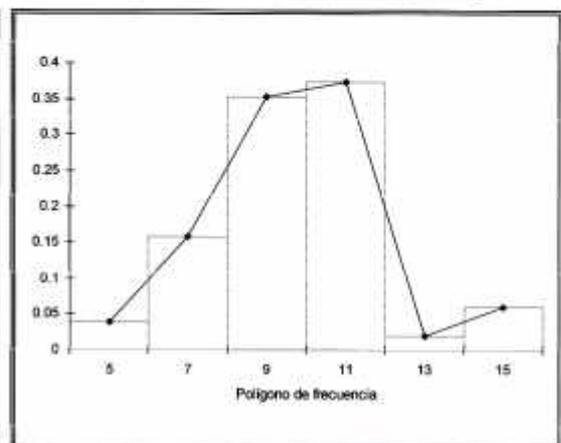
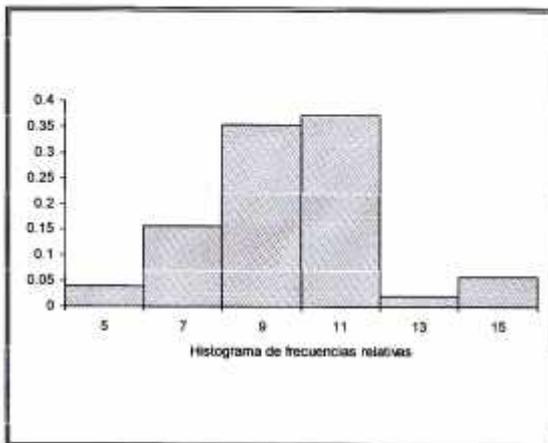
Estación Jacas Chico, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	K4NPKC	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 31'	Máx (mm)	65.00	Periodo				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3538.00	Longitud	76° 18'	Mín (mm)	0.00		(1960- 2010)			
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Número	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Sumatoria	977.00	1007.00	1044.00	955.00	710.00	298.00	262.00	593.00	555.00	942.00	964.00	952.00
Media	19.16	19.75	20.47	18.73	13.92	5.84	5.14	11.63	10.88	18.47	18.71	18.67
Máximo	28.00	36.00	38.00	65.00	25.00	15.00	62.00	37.00	17.00	31.00	34.00	47.00
Mínimo	13.00	3.00	10.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	10.00	9.00	6.00
Mediana	19.00	20.00	20.00	14.00	14.00	6.00	2.00	10.00	11.00	18.00	18.00	16.00
Desviación	3.67	8.23	7.00	11.80	6.72	4.70	9.88	9.85	3.21	4.68	5.47	9.33
Varianza	13.53	67.74	49.09	139.33	45.15	22.17	97.76	97.20	10.30	21.97	29.97	87.14

**Tabla 5.9:** Cálculos estadísticos de la estación pluviométrica Yanahuanca

Estación Yanahuanca, Precipitación Mensual (mm), Registros Completados												
Código	S4NRJI	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	10° 29'	Máx (mm)	145.00	Periodo				
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3184.00	Longitud	76° 31'	Mín (mm)	0.00	(1960- 2010)				
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Número	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Sumatoria	1505.00	4063.00	4554.00	1050.00	1320.00	285.00	414.00	538.00	837.00	1211.00	1220.00	1055.00
Media	29.51	79.67	89.29	20.59	25.88	5.20	8.12	10.55	16.41	23.75	23.92	20.69
Máximo	71.00	98.00	145.00	32.00	64.00	34.00	18.00	36.00	58.00	40.00	45.00	32.00
Mínimo	15.00	20.00	74.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	7.00	7.00	14.00	10.00
Mediana	25.00	84.00	83.00	22.00	20.00	4.00	8.00	8.00	15.00	24.00	24.00	21.00
Desviación	12.14	17.90	17.09	9.18	18.46	6.21	4.66	7.63	8.27	8.35	4.83	5.02
Varianza	147.57	320.69	292.00	84.36	340.91	38.60	21.79	61.41	68.49	69.83	23.39	25.22

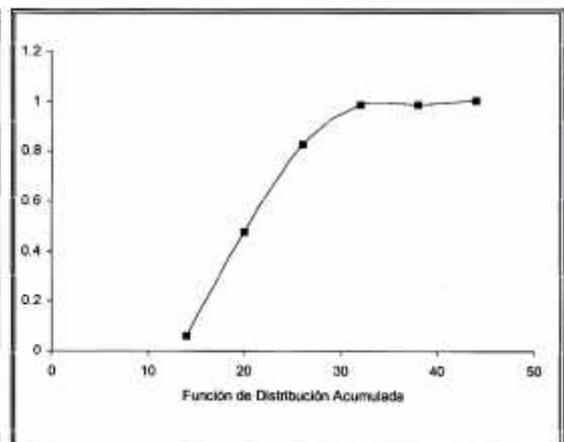
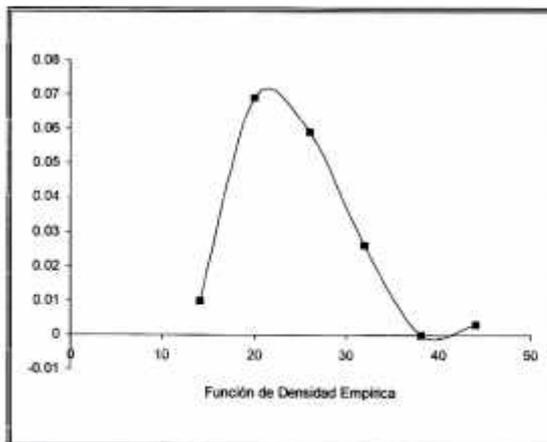
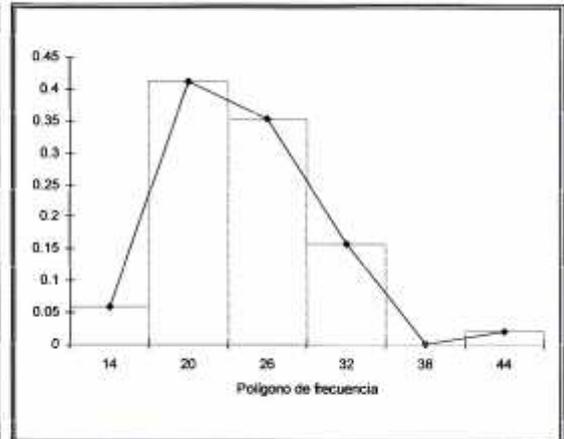
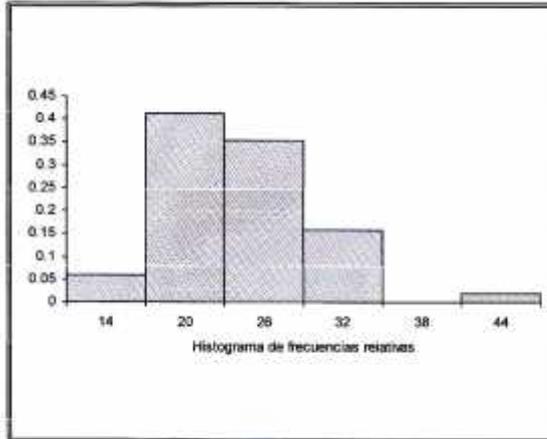
**Tabla 5.10:** Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Huánuco

Estación Huanuco, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)									
Código	V4KOGT	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 57'	Máx mm	0.00	Periodo	
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1859.00	Longitud	76° 14'	Mín mm	0.00	(1960- 2010)	



**Tabla 5.11:** Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Ambo

Estación Ambo, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	H4MOWW	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 58'	Máx mm	0.00	
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1947.00	Longitud	76° 15'	Mín mm	0.00	
							Período	(1960-2010)

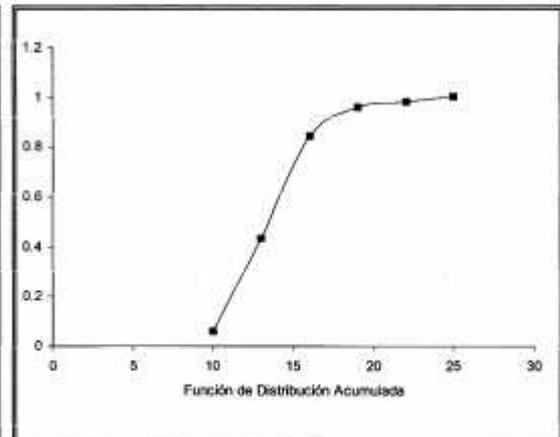
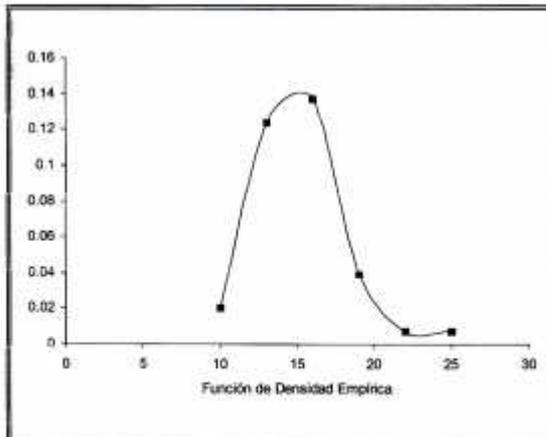
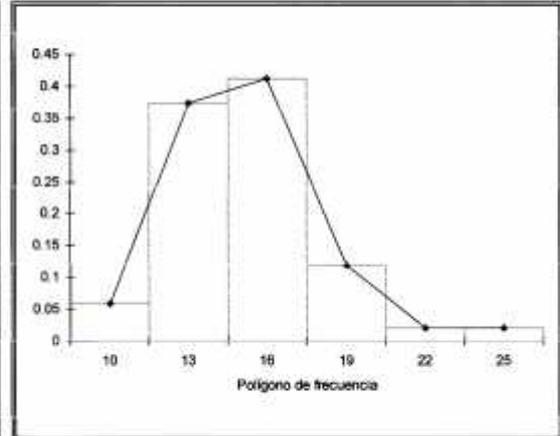
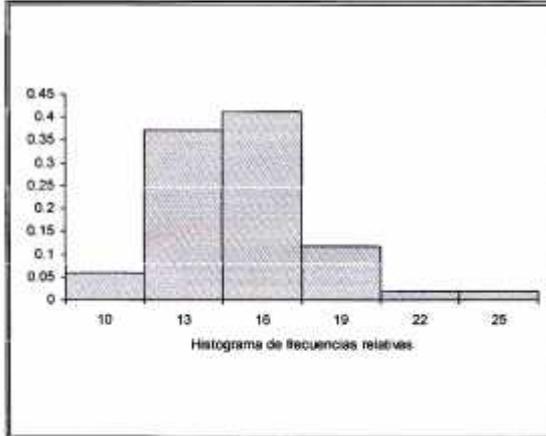


**Tabla 5.12:** Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Jacas Chico

INTENDENCIA DE RECURSOS HÍDRICOS - INRENA  
SISTEMA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA "SIH"

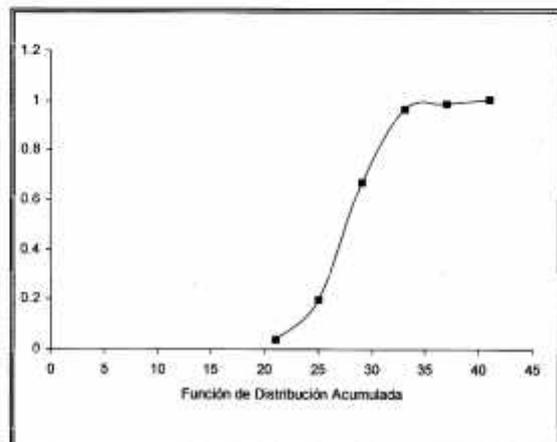
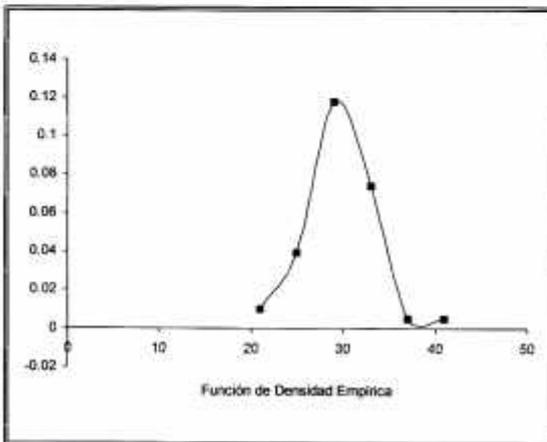
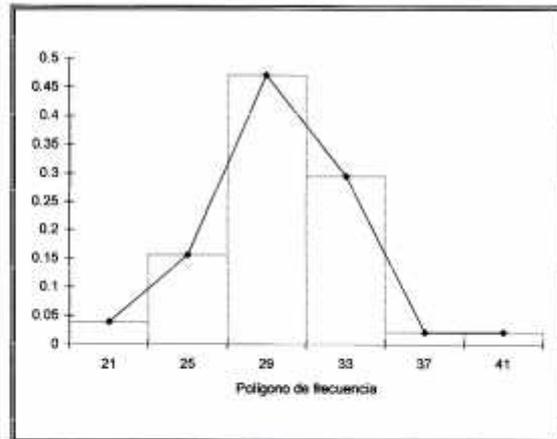
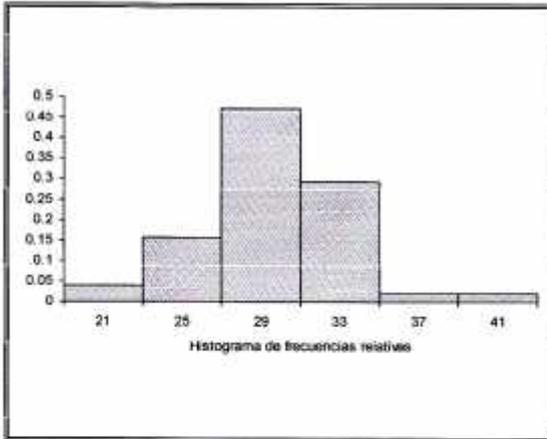


Estación Jacas Chico, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	K4NPKC	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 31'	Máx mm	0.00	Periodo (1960- 2010)
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3538.00	Longitud	76° 18'	Mín mm	0.00	



**Tabla 5.13:** Gráficos estadísticos de la estación pluviométrica Yanahuanca

Estación Yanahuanca, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	S4NRJI	Area Km²		Latitud	10° 29'	Más mm	0.00	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3184.00	Longitud	76° 31'	Mín mm	0.00	(1960- 2010)



**Tabla 5.14:** Análisis estadístico de la estación pluviométrica Huánuco

Estación Huanuco, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	V4KOGT	Area Km²		Latitud	9° 57'	Máx mm	0.00	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1859.00	Longitud	76° 14'	Mín mm	0.00	(1960-2010)

ANALISIS ESTADISTICO CHI - CUADRADO					
Chi Calculada	Chi Tabul.	Rango	Número de Intervalos	Amplitud de Intervalo	Número de Datos
8.5089	7.81	9.67	6	2	51

Los Datos no se Ajustan a la Distribución Normal

Intervalo de Clase	Marca Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Función Acumulada	Limite de Clase	Valor de Z	Area Baj. Cur. Normal Z	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta
					4.3330	-2.8130	0.4955		
4.3330 - 6.3330	6.3330	2	0.0390	0.0390	6.3330	-1.6670	0.4554	0.0401	2.0451
6.3330 - 8.3330	7.3330	8	0.1570	0.1960	8.3330	-0.7810	0.2873	0.1731	8.8281
8.3330 - 10.3330	9.3330	18	0.3520	0.5480	10.3330	0.1300	0.0557	0.3380	17.2360
10.3330 - 12.3330	11.3330	19	0.3730	0.9220	12.3330	1.0900	0.2531	0.2874	15.1674
12.3330 - 14.3330	13.3330	1	0.0200	0.9420	14.3330	1.9660	0.4756	0.1225	6.2475
14.3330 - 16.3330	15.3330	3	0.0580	1.0010	16.3330	2.8820	0.4680	0.0224	1.1424

**Tabla 5.15:** Análisis estadístico de la estación pluviométrica Ambo

Estación Ambo, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	H4MOWW	Area Km²		Latitud	9° 58'	Máx mm	0.00	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1947.00	Longitud	76° 15'	Mín mm	0.00	(1960-2010)

ANALISIS ESTADISTICO CHI - CUADRADO					
Chi Calculada	Chi Tabul.	Rango	Número de Intervalos	Amplitud de Intervalo	Número de Datos
2.5136	7.81	29.42	6	6	51

Los Datos se Ajustan a la Distribución Normal con un nivel de significancia del 5% ó 95% de Probabilidad

Intervalo de Clase	Marca Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Función Acumulada	Limite de Clase	Valor de Z	Area Baj. Cur. Normal Z	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta
					11.4170	-2.3050	0.4896		
11.4170 - 17.4170	14.4170	3	0.0590	0.0590	17.4170	-1.2510	0.3944	0.0652	4.8552
17.4170 - 23.4170	20.4170	21	0.4120	0.4710	23.4170	-0.1960	0.0793	0.3151	16.0701
23.4170 - 29.4170	26.4170	18	0.3530	0.8240	29.4170	0.8580	0.3051	0.3844	19.6044
29.4170 - 35.4170	32.4170	8	0.1570	0.9810	35.4170	1.9120	0.4719	0.1668	8.5068
35.4170 - 41.4170	38.4170	1	0.0200	1.0010	41.4170	3.0210	0.9900	0.0281	1.4331

Tabla 5.16: Análisis estadístico de la estación pluviométrica Jacas Chico

Estación Jacas Chico, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	K4NPKC	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 31'	Máx mm	0.00	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3538.00	Longitud	76° 18'	Mín mm	0.00	(1960- 2010)

ANALISIS ESTADISTICO CHI - CUADRADO					
Chi Calculada	Chi Tabul.	Rango	Número de Intervalos	Amplitud de Intervalo	Número de Datos
11.0269	7.81	13.58	6	3	51

Los Datos no se Ajustan a la Distribución Normal

Intervalo de Clase	Marca Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Función Acumulada	Limite de Clase	Valor de Z	Area Baj. Cur. Normal Z	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta
					8.5000	-2.3160	0.4866		
8.5000- 11.5000	10.0000	3	0.0590	0.0590	11.5000	-1.2760	0.2997	0.0801	4.8861 ± 5
11.5000- 14.5000	13.0000	19	0.3730	0.4320	14.5000	-0.2350	0.0948	0.3049	15.5499 ± 16
14.5000- 17.5000	16.0000	21	0.4120	0.6440	17.5000	0.8050	0.2910	0.3858	19.6758 ± 20
17.5000- 20.5000	18.0000	6	0.1180	0.9620	20.5000	1.8470	0.4678	0.1768	9.0168 ± 9
20.5000- 23.5000	22.0000	1	0.0200	0.9820	23.5000	2.8890	0.4961	0.0303	1.5453 ± 2
23.5000- 26.5000	25.0000	1	0.0200	1.0020	26.5000	3.9310	0.5000	0.0019	0.0263 ± 0

Tabla 5.17: Análisis estadístico de la estación pluviométrica Yanahuanca


**INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS - INRENA**  
**SISTEMA DE INFORMACION HIDROLOGICA "SIH"**


Estación Yanahuanca, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	S4NRJI	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	10° 29'	Máx mm	0.00	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3184.00	Longitud	76° 31'	Mín mm	0.00	(1960- 2010)

ANALISIS ESTADISTICO CHI - CUADRADO					
Chi Calculada	Chi Tabul.	Rango	Número de Intervalos	Amplitud de Intervalo	Número de Datos
4.7691	7.81	18.50	6	4	51

Los Datos se Ajustan a la Distribución Normal con un nivel de significancia del 5% ó 95% de Probabilidad

Intervalo de Clase	Marca Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Función Acumulada	Limite de Clase	Valor de Z	Area Baj. Cur. Normal Z	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta
					18.6670	-2.8740	0.4979		
18.6670- 22.6670	20.6670	2	0.0390	0.0390	22.6670	-1.7920	0.4633	0.0346	1.7648 ± 2
22.6670- 26.6670	24.6670	8	0.1570	0.1960	26.6670	-0.7100	0.2612	0.2021	10.3071 ± 10
26.6670- 30.6670	28.6670	24	0.4710	0.6670	30.6670	0.3710	0.1443	0.4065	20.6005 ± 21
30.6670- 34.6670	32.6670	15	0.2940	0.9610	34.6670	1.4530	0.4265	0.2922	14.3922 ± 14
34.6670- 38.6670	36.6670	1	0.0200	0.9810	38.6670	2.5350	0.4945	0.0680	3.4680 ± 3
38.6670- 42.6670	40.6670	1	0.0200	1.0010	42.6670	3.6170	0.4999	0.0054	0.2754 ± 1

Tabla 5.18: Análisis estadístico de la estación pluviométrica Huanuco

Estación Huanuco, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	V4KOGT	Area Km²		Latitud	9° 57'	Máx mm	0	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1859	Longitud	76° 14'	Mín mm	0	(1960-2010)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO SMIRNOV KOLMOGOROV				
Val. Calculada	Val. Tabulada	Media	Desviación Standar	Número de Datos
0.05	0.1904	10,1389	2.03	51
Los Datos se Ajustan a la Distribución Normal con un nivel de significancia del 5% ó 95% de Probabilidad				

m	Caudales	$P(X) = \frac{m}{n+1}$	$Z = \frac{x - \bar{X}}{S}$	F(z)	F(z)-P(x)
1	5.333	0.0192	-2.3700	0.0089	0.0103
2	5.917	0.0385	-2.0800	0.0188	0.0197
3	7.000	0.0577	-1.5500	0.0606	0.0029
4	7.250	0.0769	-1.4200	0.0778	0.0009
5	7.500	0.0962	-1.3000	0.0968	0.0006
6	8.000	0.1154	-1.0500	0.1469	0.0315
7	8.000	0.1346	-1.0500	0.1469	0.0122
8	8.083	0.1538	-1.0100	0.1563	0.0024
9	8.250	0.1731	-0.9300	0.1782	0.0031
10	8.333	0.1923	-0.8900	0.1867	0.0066
11	8.583	0.2115	-0.7700	0.2207	0.0091
12	8.583	0.2308	-0.7700	0.2207	0.0101
13	8.583	0.2500	-0.7700	0.2207	0.0284
14	8.667	0.2692	-0.7300	0.2327	0.0365
15	8.917	0.2885	-0.6000	0.2743	0.0142
16	9.083	0.3077	-0.5200	0.3015	0.0082
17	9.167	0.3269	-0.4800	0.3156	0.0113
18	9.500	0.3462	-0.3100	0.3783	0.0321
19	9.667	0.3654	-0.2300	0.4091	0.0437
20	9.667	0.3846	-0.2300	0.4091	0.0244
21	9.750	0.4038	-0.1900	0.4247	0.0208
22	9.750	0.4231	-0.1000	0.4247	0.0016
23	9.833	0.4423	-0.1500	0.4404	0.0019
24	9.833	0.4615	-0.1500	0.4404	0.0212
25	9.833	0.4808	-0.1500	0.4404	0.0404
26	10.000	0.5000	-0.0700	0.4721	0.0279
27	10.167	0.5192	0.0100	0.5040	0.0152
28	10.250	0.5385	0.0500	0.5189	0.0185
29	10.583	0.5577	0.2200	0.5871	0.0284
30	10.667	0.5769	0.2600	0.6028	0.0258
31	10.667	0.5962	0.2600	0.6028	0.0064
32	10.750	0.6154	0.3000	0.6179	0.0025
33	10.833	0.6346	0.3400	0.6331	0.0015
34	10.917	0.6538	0.3800	0.6480	0.0058
35	11.000	0.6731	0.4200	0.6628	0.0103
36	11.250	0.6923	0.5500	0.7088	0.0165
37	11.333	0.7115	0.5900	0.7224	0.0109
38	11.333	0.7308	0.5900	0.7224	0.0084
39	11.417	0.7500	0.6300	0.7357	0.0144
40	11.500	0.7692	0.6700	0.7486	0.0207
41	11.500	0.7885	0.6700	0.7486	0.0369
42	11.667	0.8077	0.7500	0.7734	0.0343
43	11.917	0.8269	0.8800	0.8106	0.0164
44	12.000	0.8462	0.9200	0.8212	0.0249
45	12.000	0.8654	0.9200	0.8212	0.0442
46	12.083	0.8846	0.9600	0.8315	0.0531
47	12.333	0.9038	1.0800	0.8599	0.0439
48	13.668	0.9231	1.7000	0.9664	0.0324
49	14.417	0.9423	2.1100	0.9828	0.0405
50	14.833	0.9615	2.3100	0.9886	0.0280
51	15.000	0.9808	2.4000	0.9918	0.0110

Tabla 5.19: Análisis estadístico de la estación pluviométrica Ambo

Estación Ambo, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	H4MOWW	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	9° 58'	Máx mm	0	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	1947	Longitud	76° 15'	Mín mm	0	(1960- 2010)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO SMIRNOV KOLMOGOROV				
Val. Calculada	Val. Tabulada	Media	Desviación Standar	Número de Datos
0.12	0.1904	24.4770	5.19	51
Los Datos se Ajustan a la Distribución Normal con un nivel de significancia del 5% ó 95% de Probabilidad				

m	Caudales	$P(x) = \frac{m}{n+1}$	$Z = \frac{x - \bar{X}}{S}$	F(z)	F(z)-P(x)
1	14.417	0.0192	-1.9400	0.0262	0.0070
2	17.000	0.0385	-1.4400	0.0749	0.0365
3	17.250	0.0677	-1.3900	0.0823	0.0246
4	18.333	0.0799	-1.1800	0.1190	0.0421
5	18.500	0.0982	-1.1500	0.1251	0.0289
6	18.500	0.1154	-1.1500	0.1251	0.0097
7	18.833	0.1346	-1.0900	0.1379	0.0032
8	19.083	0.1538	-1.0400	0.1492	0.0047
9	19.833	0.1731	-0.8900	0.1957	0.0137
10	19.917	0.1923	-0.8800	0.1994	0.0029
11	20.083	0.2115	-0.8500	0.1977	0.0139
12	20.333	0.2308	-0.8000	0.2119	0.0189
13	21.083	0.2500	-0.6500	0.2579	0.0079
14	21.417	0.2692	-0.5900	0.2776	0.0084
15	21.750	0.2885	-0.5300	0.2981	0.0096
16	21.833	0.3077	-0.5100	0.3050	0.0027
17	22.000	0.3269	-0.4800	0.3156	0.0113
18	22.750	0.3462	-0.3300	0.3707	0.0245
19	22.750	0.3654	-0.3300	0.3707	0.0053
20	22.750	0.3846	-0.3300	0.3707	0.0139
21	22.833	0.4038	-0.3200	0.3745	0.0294
22	22.833	0.4231	-0.3200	0.3745	0.0488
23	23.000	0.4423	-0.2800	0.3897	0.0526
24	23.083	0.4615	-0.2700	0.3936	0.0680
25	23.500	0.4808	-0.1900	0.4247	0.0561
26	24.083	0.5000	-0.0800	0.4681	0.0319
27	24.083	0.5192	-0.0800	0.4681	0.0511
28	24.250	0.5385	-0.0400	0.4841	0.0544
29	24.333	0.5577	-0.0300	0.4880	0.0697
30	24.667	0.5769	0.0400	0.5160	0.0610
31	24.917	0.5962	0.0800	0.5319	0.0643
32	25.083	0.6154	0.1200	0.5478	0.0676
33	25.167	0.6346	0.1300	0.5517	0.0829
34	25.333	0.6538	0.1600	0.5636	0.0903
35	25.750	0.6731	0.2500	0.5987	0.0744
36	25.917	0.6923	0.2800	0.6103	0.0820
37	26.000	0.7115	0.2900	0.6141	0.0974
38	26.000	0.7308	0.2900	0.6141	0.1167
39	27.250	0.7500	0.5300	0.7019	0.0481
40	28.250	0.7692	0.7300	0.7673	0.0019
41	28.250	0.7885	0.7300	0.7673	0.0212
42	29.333	0.8077	0.9400	0.8264	0.0187
43	29.583	0.8269	0.9800	0.8365	0.0095
44	29.583	0.8462	0.9800	0.8365	0.0097
45	31.083	0.8654	1.2700	0.8980	0.0326
46	31.833	0.8846	1.4200	0.9222	0.0379
47	32.167	0.9038	1.4800	0.9306	0.0267
48	32.333	0.9231	1.5100	0.9345	0.0114
49	32.667	0.9423	1.5000	0.9430	0.0095
50	32.817	0.9615	1.6300	0.9485	0.0131
51	49.893	0.9808	3.7300	0.9999	0.0181

Tabla 5.20: Análisis estadístico de la estación pluviométrica Jacas Chico

Estación Jacas Chico, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	K4NPKC	Area Km²		Latitud	9° 31'	Máx mm	0	Período
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3538	Longitud	76° 18'	Mín mm	0	(1960- 2010)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO SMIRNOV KOLMOGOROV				
Val. Calculada	Val. Tabulada	Media	Desviación Standar	Número de Datos
0.13	0.1904	15.1128	2.58	51
Los Datos se Ajustan a la Distribución Normal con un nivel de significancia del 5% ó 95% de Probabilidad				

m	Caudales	$P(X) = \frac{m}{n+1}$	$Z = \frac{x - \bar{X}}{S}$	F(z)	F(z)-P(x)
1	10.000	0.0182	-1.8800	0.0299	0.0046
2	11.167	0.0365	-1.5300	0.0630	0.0245
3	11.250	0.0547	-1.5000	0.0668	0.0091
4	11.887	0.0729	-1.3400	0.0901	0.0132
5	12.167	0.0912	-1.1400	0.1272	0.0310
6	12.167	0.1154	-1.1400	0.1272	0.0118
7	12.333	0.1346	-1.0800	0.1401	0.0055
8	12.583	0.1538	-0.9800	0.1635	0.0097
9	12.750	0.1731	-0.9200	0.1788	0.0057
10	12.833	0.1923	-0.8800	0.1884	0.0029
11	13.083	0.2115	-0.7900	0.2148	0.0032
12	13.333	0.2308	-0.6900	0.2451	0.0143
13	13.417	0.2500	-0.6800	0.2548	0.0046
14	13.500	0.2692	-0.6300	0.2644	0.0049
15	13.667	0.2885	-0.5600	0.2877	0.0007
16	13.750	0.3077	-0.5300	0.2981	0.0096
17	13.750	0.3269	-0.5300	0.2981	0.0289
18	14.167	0.3462	-0.3700	0.3557	0.0085
19	14.333	0.3654	-0.3000	0.3821	0.0167
20	14.333	0.3846	-0.3000	0.3821	0.0025
21	14.333	0.4038	-0.3000	0.3821	0.0218
22	14.417	0.4231	-0.2700	0.3938	0.0295
23	14.667	0.4423	-0.1700	0.4325	0.0096
24	14.667	0.4615	-0.1700	0.4325	0.0290
25	14.750	0.4808	-0.1400	0.4443	0.0364
26	14.750	0.5000	-0.1400	0.4443	0.0557
27	15.000	0.5192	-0.0400	0.4841	0.0352
28	15.083	0.5385	-0.0100	0.4980	0.0425
29	15.167	0.5577	0.0200	0.5080	0.0497
30	15.167	0.5769	0.0200	0.5080	0.0689
31	15.167	0.5962	0.0200	0.5080	0.0882
32	15.250	0.6154	0.0500	0.5199	0.0954
33	15.250	0.6346	0.0500	0.5199	0.1147
34	15.250	0.6538	0.0500	0.5199	0.1339
35	15.500	0.6731	0.1500	0.5596	0.1135
36	15.917	0.6923	0.3100	0.6217	0.0708
37	16.167	0.7115	0.4100	0.6591	0.0524
38	16.250	0.7308	0.4400	0.6700	0.0607
39	16.500	0.7500	0.5400	0.7054	0.0446
40	16.917	0.7692	0.7000	0.7580	0.0112
41	17.000	0.7885	0.7300	0.7673	0.0212
42	17.083	0.8077	0.7600	0.7764	0.0313
43	17.500	0.8269	0.9300	0.8238	0.0031
44	17.750	0.8462	1.0200	0.8461	0.0000
45	18.167	0.8654	1.1800	0.8810	0.0156
46	18.500	0.8846	1.3100	0.9099	0.0253
47	19.083	0.9038	1.5400	0.9382	0.0344
48	19.500	0.9231	1.7000	0.9554	0.0284
49	19.500	0.9423	1.7000	0.9554	0.0531
50	20.667	0.9615	2.1500	0.9842	0.0227
51	23.583	0.9808	3.2000	0.9995	0.0187

Tabla 5.21: Análisis estadístico de la estación pluviométrica Yanahuanca

Estación Yanahuanca, Homogeneidad de Datos, Precipitación (mm)								
Código	S4NRJI	Area Km <sup>2</sup>		Latitud	10° 29'	Máx mm	0	Periodo
Cuenca	HIGUERAS	Altitud msnm	3184	Longitud	76° 31'	Mín mm	0	(1960-2010)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO SMIRNOV KOLMOGOROV				
Val. Calculada	Val. Tabulada	Media	Desviación Standar	Número de Datos
0.05	0.1904	29.4641	3.56	51
Los Datos se Ajustan a la Distribución Normal con un nivel de significancia del 5% ó 95% de Probabilidad				

m	Caudales	$P(X) = \frac{m}{n+1}$	$Z = \frac{x - \bar{X}}{S}$	F(z)	F(z)-P(x)
1	20.667	0.0192	-2.4700	0.0068	0.0125
2	22.000	0.0385	-2.1000	0.0179	0.0206
3	23.750	0.0577	-1.6100	0.0537	0.0040
4	24.167	0.0769	-1.4900	0.0681	0.0088
5	24.583	0.0962	-1.3700	0.0854	0.0108
6	24.750	0.1154	-1.3300	0.0918	0.0238
7	24.917	0.1346	-1.2800	0.1003	0.0343
8	25.000	0.1538	-1.2600	0.1038	0.0500
9	25.750	0.1731	-1.0400	0.1482	0.0238
10	26.500	0.1923	-0.8300	0.2033	0.0110
11	26.917	0.2115	-0.7200	0.2358	0.0242
12	27.083	0.2308	-0.6700	0.2514	0.0207
13	27.500	0.2500	-0.5800	0.2912	0.0412
14	27.583	0.2692	-0.5300	0.2981	0.0288
15	27.583	0.2885	-0.5300	0.2981	0.0098
16	27.917	0.3077	-0.4300	0.3336	0.0259
17	28.250	0.3269	-0.3400	0.3669	0.0400
18	28.333	0.3462	-0.3200	0.3745	0.0283
19	28.333	0.3654	-0.3200	0.3745	0.0091
20	28.500	0.3846	-0.2700	0.3996	0.0090
21	28.667	0.4038	-0.2200	0.4129	0.0091
22	29.167	0.4231	-0.0800	0.4681	0.0450
23	29.250	0.4423	-0.0600	0.4761	0.0338
24	29.500	0.4615	0.0100	0.5040	0.0425
25	29.500	0.4808	0.0100	0.5040	0.0232
26	29.500	0.5000	0.0100	0.5040	0.0040
27	29.667	0.5192	0.0600	0.5238	0.0047
28	29.667	0.5385	0.0600	0.5238	0.0145
29	29.917	0.5577	0.1300	0.5517	0.0060
30	30.167	0.5769	0.2000	0.5793	0.0023
31	30.333	0.5962	0.2400	0.5948	0.0013
32	30.500	0.6154	0.2900	0.6141	0.0013
33	30.500	0.6346	0.2900	0.6141	0.0205
34	30.583	0.6538	0.3100	0.6217	0.0321
35	31.083	0.6731	0.4600	0.6772	0.0042
36	31.167	0.6923	0.4800	0.6844	0.0079
37	31.250	0.7115	0.5000	0.6915	0.0201
38	31.750	0.7308	0.6400	0.7389	0.0081
39	32.250	0.7500	0.7800	0.7823	0.0323
40	32.417	0.7692	0.8300	0.7967	0.0275
41	32.667	0.7885	0.9000	0.8159	0.0275
42	32.750	0.8077	0.8200	0.8212	0.0135
43	32.917	0.8269	0.9700	0.8340	0.0070
44	33.417	0.8462	1.1100	0.8665	0.0203
45	33.500	0.8654	1.1300	0.8708	0.0054
46	33.583	0.8846	1.1600	0.8770	0.0079
47	34.083	0.9038	1.3000	0.9032	0.0006
48	34.167	0.9231	1.3200	0.9088	0.0165
49	34.417	0.9423	1.3000	0.9177	0.0246
50	36.083	0.9615	1.5800	0.9430	0.0106
51	35.167	0.9808	2.7300	0.9968	0.0101

DETERMINACION DEL PERIODO  
DE RETORNO USANDO METODO  
ESTADISTICO DE GUMBEL

Tabla 5.22: Precipitación de la estación pluviométrica Huanuco

PRECIPITACIONES PARA LA CUENCA EST. HUANUCO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC
1964	8.00	35.00	31.00	4.80	6.00	0.80	0.60	4.30	5.40	27.30	10.30	9.90
1965	10.10	13.40	19.50	6.30	2.60	2.00	2.40	1.50	5.00	5.80	18.50	4.70
1966	20.10	13.50	17.30	0.90	5.90	1.00	0.70	3.30	4.00	8.30	9.60	25.20
1967	11.30	40.00	31.00	6.70	17.00	2.60	10.00	3.00	7.20	7.60	17.20	25.80
1968	16.00	17.00	11.60	5.30	0.80	2.70	1.00	4.30	20.40	13.80	4.80	15.60
1969	16.20	9.70	25.00	8.40	2.70	3.70	0.90	3.80	7.80	4.50	27.40	17.80
1970	8.60	8.90	12.00	11.70	4.70	5.40	8.60	0.20	10.60	8.40	11.70	20.00
1971	14.60	6.30	14.60	9.20	5.20	2.30	3.80	10.20	2.90	9.20	15.10	10.40
1972	8.20	9.70	14.60	12.80	3.30	0.00	0.00	3.30	9.50	10.60	16.50	8.50
1973	15.20	17.60	25.20	12.40	5.20	6.80	2.80	26.10	0.90	24.20	21.00	20.80
1974	10.60	8.60	19.90	25.60	2.00	3.50	1.20	5.90	1.80	5.70	3.40	7.50
1975	9.90	10.10	13.60	4.10	15.20	4.00	2.70	3.10	5.80	29.20	10.80	14.30
1976	12.80	16.00	3.10	2.60	1.50	0.00	0.00	0.00	2.70	14.00	7.00	4.10
1977	10.30	13.50	13.70	31.40	15.70	0.50	0.70	5.50	14.20	11.00	28.50	26.50
1978	9.10	8.70	16.80	7.80	10.90	1.00	0.70	1.50	0.80	3.20	6.50	15.80
1979	10.00	8.00	40.00	26.80	0.00	0.00	3.20	0.00	3.50	30.70	10.40	5.40
1980	13.00	6.00	14.00	8.00	5.00	2.00	1.00	3.00	3.00	33.00	16.00	31.00
1981	7.00	22.00	18.00	2.00	13.00	26.00	6.00	0.00	3.00	14.00	4.00	13.00
1982	10.00	13.00	8.00	18.00	3.00	7.00	17.00	3.00	6.00	12.00	20.00	21.00
1983	10.00	14.00	8.00	24.00	10.00	2.00	1.00	5.00	5.00	17.00	28.00	12.00
1984	8.00	13.00	19.00	14.00	2.00	9.00	10.00	4.00	3.00	17.00	2.00	36.00
1985	5.00	12.00	14.00	20.00	18.00	1.00	13.00	13.00	1.00	13.00	4.00	22.00
1986	6.10	17.60	18.50	7.40	10.00	12.90	2.10	9.10	5.20	4.50	8.10	15.60
1987	4.90	12.20	18.60	13.50	2.90	4.80	4.20	2.40	4.50	5.70	15.80	12.00
1988	13.80	20.10	8.70	18.60	4.20	0.00	4.20	1.50	7.40	3.60	10.70	7.00
1989	15.70	8.00	11.90	6.50	6.30	3.40	0.00	1.40	5.70	20.60	11.10	27.40
1990	11.50	6.10	15.10	20.10	13.00	4.70	1.30	4.50	2.80	21.30	18.00	12.00
1991	4.70	15.00	28.80	8.30	2.00	5.00	4.80	0.00	2.20	11.40	15.00	20.40
1992	8.50	29.60	15.60	5.40	0.00	3.60	0.00	25.00	2.00	38.40	24.90	9.80
1993	12.50	18.00	13.70	13.50	6.20	4.70	3.40	3.70	6.00	7.60	16.40	12.30
1994	5.00	8.70	10.90	24.00	15.00	0.00	0.00	0.00	20.50	19.00	7.20	20.60
1995	8.00	18.90	17.50	8.90	1.80	0.70	1.20	0.40	3.00	8.90	13.90	12.30
1996	13.50	9.10	15.90	17.10	10.40	0.00	0.10	3.50	1.40	9.30	15.10	8.10
1997	10.50	6.60	11.40	10.60	4.20	2.90	0.00	4.10	5.30	8.50	1.20	7.80
1998	17.90	16.50	27.50	1.00	2.70	1.80	0.00	1.50	3.20	13.40	26.00	7.20
1999	13.10	28.00	15.20	5.40	9.20	8.10	4.70	0.60	33.00	5.60	10.70	11.70
2000	10.80	14.20	14.60	7.70	5.30	7.30	2.40	12.10	4.00	2.80	20.30	19.30
2001	11.30	8.90	10.60	25.70	7.40	0.80	3.70	5.00	2.00	10.00	48.70	10.80
2002	13.00	19.40	14.90	27.20	9.70	2.10	5.20	1.30	2.80	22.90	7.80	5.20
2003	12.30	6.40	9.40	14.90	3.00	0.10	0.10	6.90	4.40	12.50	23.00	18.10
2004	7.60	8.10	11.90	10.50	11.70	1.40	2.10	4.60	11.30	6.40	13.00	17.60
2005	5.90	16.60	25.50	2.40	0.60	0.00	0.80	7.50	3.50	11.00	8.70	20.10
2006	12.00	7.00	6.00	7.00	5.00	6.00	4.00	0.00	10.00	10.00	5.00	15.00
2007	12.00	14.00	7.00	13.00	12.00	11.00	8.00	0.00	3.00	18.00	15.00	17.00
2008	14.00	18.00	9.00	11.00	8.00	0.00	0.00	21.00	1.00	7.00	22.00	16.00
2009	12.00	20.00	32.00	7.00	11.00	2.00	1.00	1.00	2.00	15.00	23.00	18.00
2010	12.00	10.00	17.00	23.00	6.00	0.00	0.00	3.00	6.00	13.00	23.00	9.00

Año de lectura inicial = 1964

Año de lectura final = 2010

N = 47

Tabla 5.23: Precipitación de la estación pluviométrica Ambo

PRECIPITACIONES PARA LA CUENCA EST. AMBO												
AÑO	JAN.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1964	55.00	38.00	51.00	25.00	8.00	8.00	1.00	6.00	3.00	11.00	24.00	43.00
1965	42.00	30.00	8.00	10.00	8.00	8.00	0.00	3.00	12.00	24.00	43.00	19.00
1966	37.10	26.30	58.96	7.49	13.13	4.86	3.74	1.23	12.70	23.50	21.60	27.69
1967	35.60	200.56	163.50	6.45	7.50	9.86	8.25	7.49	8.26	13.54	26.52	38.15
1968	34.56	37.85	48.96	25.23	3.74	6.85	5.86	5.62	28.60	23.56	16.25	42.69
1969	26.35	50.23	26.85	14.23	2.23	6.11	3.85	1.99	22.36	19.86	126.06	12.63
1970	31.26	33.61	22.63	2.11	2.03	0.26	4.68	2.30	8.59	6.75	27.63	25.86
1971	50.52	20.56	45.20	16.23	1.86	2.63	12.30	1.68	8.74	15.63	16.23	27.63
1972	24.56	20.53	65.23	18.56	2.63	7.26	2.53	1.20	17.63	6.85	23.85	32.63
1973	40.26	81.23	35.62	20.36	2.86	1.08	7.26	7.56	9.85	7.26	40.23	59.23
1974	40.20	38.63	52.96	8.01	1.56	4.12	1.85	4.52	21.63	40.02	7.52	40.23
1975	48.26	95.63	82.56	5.23	4.02	7.23	2.63	7.26	13.26	6.89	28.56	52.85
1976	28.60	82.56	48.96	4.56	3.86	4.56	8.49	4.28	9.12	1.23	1.86	28.63
1977	33.63	42.53	23.56	19.86	13.56	8.26	0.00	3.56	23.61	12.36	37.52	36.52
1978	45.26	12.63	32.56	28.47	7.52	4.26	6.26	3.56	15.61	5.86	32.56	41.56
1979	17.56	50.23	38.96	12.63	0.00	4.26	18.72	3.56	12.56	11.56	85.23	18.63
1980	28.63	48.96	4.56	6.85	0.00	2.85	1.86	1.26	3.26	50.23	20.13	35.02
1981	31.56	80.26	46.23	6.53	2.86	1.98	4.56	2.86	2.88	25.63	31.26	74.56
1982	36.52	52.61	38.26	12.63	3.56	3.85	4.56	3.56	1.26	8.96	22.85	30.85
1983	51.23	36.52	45.63	14.85	8.26	4.52	6.23	3.52	14.26	40.12	25.63	38.92
1984	35.63	50.26	33.89	21.63	24.56	7.26	10.63	6.52	45.23	24.56	30.25	35.62
1985	58.23	33.56	40.56	19.56	16.52	9.86	5.26	3.85	16.52	18.56	35.26	42.56
1986	48.56	35.56	32.56	13.26	8.26	4.56	6.85	5.26	15.26	28.56	40.25	32.56
1987	43.56	38.56	41.26	25.69	14.23	4.25	0.00	2.45	18.56	21.56	22.36	42.56
1988	23.56	32.12	38.52	34.50	21.63	6.85	2.63	4.52	20.15	31.52	40.25	34.56
1989	31.25	51.26	45.26	25.63	18.29	3.52	4.26	3.25	13.45	27.63	25.63	25.63
1990	38.56	35.16	45.23	36.26	14.52	3.26	2.86	4.56	10.23	23.52	28.63	32.56
1991	42.36	32.56	34.56	21.50	18.56	6.85	2.86	4.56	21.56	28.56	21.56	34.56
1992	36.25	35.26	45.23	38.26	14.25	3.89	6.26	5.26	10.25	42.53	26.53	36.52
1993	35.26	62.53	62.53	45.26	12.56	4.56	3.74	4.86	18.56	20.85	28.56	38.25
1994	51.26	74.56	84.56	44.56	14.26	4.21	3.85	5.23	18.56	16.54	24.56	37.56
1995	52.13	74.56	64.52	25.16	13.25	4.56	3.12	3.52	14.26	18.56	26.51	38.52
1996	51.23	65.23	64.85	40.58	24.59	7.45	5.46	3.98	13.25	15.86	24.85	35.82
1997	53.26	64.52	64.85	47.58	12.85	8.26	4.25	4.85	27.56	30.56	34.56	42.85
1998	51.23	74.56	78.56	37.96	4.02	6.89	3.85	4.86	18.56	16.52	27.58	46.25
1999	48.00	126.00	79.00	10.00	2.00	2.00	9.00	3.00	9.00	42.00	34.00	31.00
2000	39.00	101.00	57.00	16.00	8.00	6.00	8.00	4.00	12.00	10.00	22.00	26.00
2001	45.00	29.00	21.00	44.00	25.00	9.00	6.00	6.00	16.00	44.00	21.00	30.00
2002	30.00	79.00	36.00	10.00	8.00	8.00	7.00	4.00	14.00	13.00	25.00	33.00
2003	31.00	24.00	41.00	30.00	6.00	5.00	0.00	7.00	15.00	21.00	18.00	48.00
2004	46.00	14.00	49.00	12.00	5.00	8.00	0.00	6.00	24.00	6.00	7.00	45.00
2005	41.00	36.00	49.00	20.00	13.00	9.00	8.00	3.00	19.00	36.00	20.00	37.00
2006	32.00	50.00	38.00	38.00	5.00	7.00	1.00	6.00	21.00	19.00	26.00	30.00
2007	39.00	101.00	32.00	34.00	10.00	5.00	9.00	3.00	11.00	9.00	31.00	27.00
2008	31.00	52.00	11.00	35.00	15.00	5.00	2.00	4.00	20.00	12.00	49.00	26.00
2009	39.00	42.00	51.00	22.00	20.00	5.00	6.00	2.00	7.00	29.00	39.00	42.00
2010	39.00	29.00	47.00	13.00	17.00	7.00	0.00	5.00	14.00	12.00	27.00	43.00

Año de lectura inicial = 1964

Año de lectura final = 2010

N = 47

Tabla 5.24: Precipitación de la estación pluviométrica Jacas Chico

PRECIPITACIONES PARA LA CUENCA EST. JACAS CHICO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC
1964	17.00	18.00	17.00	10.00	13.00	5.00	6.00	33.00	12.00	19.00	16.00	16.00
1965	14.00	6.00	10.00	13.00	21.00	0.00	3.00	16.00	10.00	15.00	18.00	27.00
1966	22.00	20.00	24.00	12.00	6.00	9.00	4.00	10.00	12.00	16.00	15.00	13.00
1967	21.00	32.00	38.00	18.00	22.00	2.00	0.00	0.00	14.00	16.00	12.00	6.00
1968	17.00	18.00	20.00	14.00	11.00	0.00	8.00	15.00	9.00	18.00	17.00	13.00
1969	19.00	30.00	31.00	35.00	18.00	12.00	7.00	4.00	15.00	31.00	34.00	47.00
1970	21.00	4.00	14.00	34.00	21.00	14.00	10.00	0.00	13.00	17.00	20.00	18.00
1971	13.00	20.00	22.00	10.00	3.00	7.00	14.00	25.00	11.00	16.00	20.00	38.00
1972	23.00	18.00	23.00	13.00	8.00	13.00	0.00	15.00	11.00	19.00	18.00	9.00
1973	21.00	3.00	10.00	12.00	17.00	8.00	0.00	14.00	15.00	25.00	21.00	34.00
1974	23.00	34.00	32.00	65.00	21.00	12.00	0.00	2.00	9.00	17.00	11.00	22.00
1975	20.00	26.00	23.00	12.00	14.00	12.00	8.00	27.00	12.00	18.00	12.00	11.00
1976	17.00	26.00	29.00	12.00	7.00	13.00	12.00	0.00	12.00	24.00	9.00	16.00
1977	13.00	22.00	21.00	60.00	22.00	5.00	1.00	37.00	7.00	15.00	25.00	6.00
1978	22.00	18.00	24.00	10.00	20.00	10.00	1.00	0.00	16.00	15.00	18.00	29.00
1979	24.00	22.00	15.00	17.00	21.00	2.00	62.00	0.00	9.00	25.00	31.00	6.00
1980	14.00	26.00	19.00	19.00	15.00	0.00	1.00	15.00	5.00	15.00	18.00	14.00
1981	14.00	20.00	21.00	31.00	21.00	1.00	3.00	8.00	15.00	25.00	15.00	7.00
1982	17.00	26.00	20.00	15.00	22.00	0.00	0.00	11.00	11.00	22.00	18.00	14.00
1983	21.00	22.00	28.00	34.00	22.00	1.00	2.00	9.00	11.00	24.00	19.00	36.00
1984	23.00	13.00	13.00	15.00	17.00	0.00	34.00	5.00	9.00	22.00	16.00	9.00
1985	19.00	16.00	24.00	27.00	9.00	14.00	1.00	19.00	14.00	17.00	14.00	17.00
1986	23.00	12.00	10.00	14.00	10.00	7.00	7.00	14.00	14.00	17.00	18.00	10.00
1987	19.00	16.00	16.00	15.00	21.00	0.00	0.00	9.00	11.00	12.00	23.00	20.00
1988	16.00	20.00	20.00	13.00	13.00	15.00	0.00	12.00	9.00	14.00	23.00	22.00
1989	14.10	12.10	14.80	11.00	7.30	5.30	0.00	5.80	12.20	21.30	9.90	6.80
1990	14.00	6.70	18.30	10.90	14.00	11.60	3.20	5.50	9.80	22.40	12.70	16.40
1991	18.00	15.10	26.10	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	23.60	14.80	18.70
1992	20.60	19.80	21.80	16.90	12.00	8.30	4.50	22.40	8.90	17.90	14.90	13.20
1993	21.60	24.40	22.30	25.30	12.80	10.00	0.00	16.80	9.90	28.00	23.80	26.90
1994	26.00	22.30	12.10	13.60	4.10	3.20	1.30	10.80	3.40	15.40	19.70	23.30
1995	25.10	23.80	22.90	17.30	23.20	7.60	0.00	0.00	14.40	9.90	16.00	15.30
1996	15.30	26.90	27.00	33.00	18.50	6.90	6.30	8.50	15.00	18.30	24.00	11.20
1997	23.30	17.10	28.80	10.00	12.00	5.70	2.50	11.20	12.50	11.20	13.00	24.50
1998	23.90	35.50	26.00	12.50	11.00	7.20	2.00	3.90	8.80	19.00	13.50	19.30
1999	18.40	24.00	29.00	14.80	11.00	7.20	12.40	36.40	8.00	14.30	19.20	22.00
2000	22.00	30.10	14.40	26.00	15.00	5.60	8.70	7.60	12.00	14.00	22.40	26.50
2001	21.00	22.50	22.00	17.00	11.50	7.00	3.60	11.00	11.50	18.00	16.30	19.40
2002	15.40	15.70	12.70	10.30	24.80	0.00	7.00	5.00	15.10	22.50	30.70	12.40
2003	15.00	20.00	14.00	13.00	0.00	14.00	0.00	12.00	7.00	15.00	18.00	7.00
2004	18.00	11.00	13.00	12.00	19.00	2.00	0.00	5.00	9.00	21.00	11.00	19.00
2005	21.00	15.00	13.00	12.00	8.00	3.00	7.00	2.00	8.00	17.00	20.00	39.00
2006	26.00	35.00	30.00	13.00	5.00	6.00	1.00	15.00	6.00	21.00	19.00	26.00
2007	24.00	17.00	16.00	12.00	19.00	2.00	6.00	1.00	12.00	18.00	20.00	16.00
2008	16.00	12.00	10.00	10.00	6.00	11.00	1.00	13.00	15.00	24.00	20.00	26.00
2009	19.00	11.00	15.00	8.90	6.00	2.00	4.00	9.00	11.00	22.00	21.00	6.00
2010	17.00	7.00	13.00	29.00	14.00	6.00	1.00	21.00	7.00	23.00	15.00	20.00

Año de lectura inicial =

1964

Año de lectura final =

2010

N = 47

Tabla 5.25: Precipitación de la estación pluviométrica Yanahuanca

PRECIPITACIONES PARA LA CUENCA EST. YANAHUANCA												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1964	23.00	90.00	86.00	10.00	62.00	2.00	1.00	7.00	15.00	21.00	23.00	16.00
1965	15.00	93.00	80.00	29.00	60.00	0.00	1.00	10.00	12.00	23.00	26.00	25.00
1966	43.00	81.00	77.00	32.00	36.00	10.00	9.00	9.00	14.00	28.00	22.00	20.00
1967	28.00	39.00	100.00	31.00	27.00	1.00	14.00	15.00	20.00	19.00	21.00	16.00
1968	22.00	86.00	124.00	32.00	16.00	0.00	4.00	8.00	15.00	26.00	22.00	20.00
1969	54.00	42.00	76.00	28.00	18.00	6.00	11.00	7.00	24.00	11.00	45.00	32.00
1970	27.00	94.40	80.00	18.00	19.00	13.00	8.00	2.00	20.00	25.00	27.00	21.00
1971	23.00	81.60	133.30	27.00	8.00	1.00	11.00	17.00	10.00	26.00	24.00	30.00
1972	34.00	90.70	109.90	S/D	21.00	12.00	11.00	21.00	15.00	18.00	22.00	16.00
1973	81.00	97.60	85.70	22.00	11.00	5.00	18.00	8.00	21.00	25.00	25.00	29.00
1974	32.00	36.00	82.10	19.00	14.00	12.00	13.00	16.00	12.00	26.00	15.00	23.00
1975	27.00	79.40	83.30	25.00	20.00	8.00	7.00	9.00	19.00	15.00	21.00	18.00
1976	25.00	77.00	82.20	12.00	7.00	7.00	4.00	14.00	18.00	7.00	14.00	18.00
1977	18.00	82.20	77.70	24.60	29.00	4.00	4.00	7.00	17.00	33.00	30.00	17.00
1978	25.00	80.70	80.90	14.00	7.00	4.00	11.00	7.00	31.00	13.00	24.00	27.00
1979	58.00	84.20	74.30	19.00	7.00	2.00	13.00	5.00	8.00	26.00	36.00	10.00
1980	23.00	70.40	83.50	20.00	0.00	0.00	4.00	3.00	7.00	37.00	24.00	19.00
1981	16.00	83.30	75.50	13.00	0.00	0.00	0.00	29.00	17.00	18.00	22.00	25.00
1982	30.00	67.80	81.10	S/D	8.00	S/D	4.00	11.00	11.00	14.00	20.00	17.00
1983	31.00	83.00	85.00	13.00	39.00	1.00	6.00	3.00	12.00	33.00	23.00	27.00
1984	40.00	92.00	86.00	4.00	64.00	0.00	8.00	5.00	33.00	35.00	26.00	17.00
1985	21.00	89.00	84.00	31.00	9.00	16.00	14.00	20.00	13.00	26.00	24.00	17.00
1986	22.00	93.00	74.00	6.00	16.00	1.00	2.00	5.00	15.00	40.00	26.00	18.00
1987	21.00	90.00	86.00	15.00	6.00	0.00	3.00	29.00	12.00	28.00	24.00	21.00
1988	26.00	83.00	145.00	12.00	53.00	34.00	15.00	3.00	17.00	33.00	28.00	21.00
1989	23.00	93.00	132.00	32.00	16.00	3.00	12.00	15.00	14.00	40.00	20.00	13.00
1990	17.00	93.00	125.00	24.00	37.00	8.00	10.00	30.00	11.00	24.00	21.00	21.00
1991	18.00	91.00	80.00	24.00	23.00	0.00	11.00	7.00	58.00	22.00	20.00	19.00
1992	21.00	84.00	74.00	16.00	37.00	8.00	1.00	6.00	10.00	38.00	24.00	21.00
1993	37.00	77.00	74.00	30.00	37.00	8.00	14.00	6.00	19.00	10.00	24.00	30.00
1994	26.00	88.00	81.00	1.00	3.00	3.00	11.00	4.00	10.00	20.00	24.00	24.00
1995	25.00	82.00	106.00	32.00	11.00	5.00	7.00	9.00	23.00	21.00	26.00	19.00
1996	32.00	73.00	96.00	31.00	55.00	10.00	7.00	4.00	24.00	31.00	24.00	15.00
1997	25.00	91.00	113.00	22.00	45.00	6.00	4.00	5.00	17.00	22.00	17.00	22.00
1998	33.00	20.00	74.00	25.00	18.00	4.00	3.00	7.00	9.00	11.00	22.00	22.00
1999	27.00	85.00	87.00	29.00	5.00	2.00	13.00	13.00	10.00	34.00	23.00	23.00
2000	33.00	57.00	76.00	20.00	55.00	2.00	7.00	36.00	14.00	21.00	26.00	23.00
2001	29.00	82.00	86.00	21.00	60.00	6.00	11.00	11.00	15.00	27.00	27.00	20.00
2002	25.00	92.00	77.00	20.00	42.00	0.00	1.00	12.00	23.00	25.00	28.00	17.00
2003	22.00	83.00	88.00	26.00	17.00	18.00	12.00	3.00	14.00	21.00	20.00	16.00
2004	16.00	92.00	92.00	10.00	30.00	1.00	10.00	16.00	14.00	10.00	18.00	21.00
2005	18.00	91.00	77.00	22.00	41.00	1.00	7.00	10.00	10.00	20.00	22.00	31.00
2006	71.00	34.00	75.00	8.00	45.00	4.00	9.00	15.00	10.00	8.00	21.00	23.00
2007	43.00	91.00	83.00	12.00	25.00	3.00	14.00	3.00	17.00	29.00	25.00	14.00
2008	22.00	92.00	80.00	3.00	16.00	16.00	8.00	16.00	24.00	28.00	29.00	21.00
2009	25.00	93.00	97.00	29.00	49.00	0.00	5.00	4.00	13.00	33.00	28.00	11.00
2010	18.00	93.00	79.00	13.00	39.00	6.00	3.00	11.00	11.00	19.00	21.00	26.00

Año de lectura inicial =

1964

Año de lectura final =

2010

N =

47

Tabla 5.26: Estadística de la estación pluviométrica Huánuco

01	02	03	04	05	06
ANO	PRECIPITACION MAXIMO	PRECIPITACION MINIMO	PRECIPITACION MAXIMO	PRECIPITACION MINIMO	PRECIPITACION MAXIMO
1964	35.0	48.7	1	48.00	97.92
1965	19.5	40.0	2	24.00	95.83
1966	25.2	40.0	3	16.00	93.75
1967	40.0	38.4	4	12.00	91.67
1968	20.4	36.0	5	9.60	89.58
1969	27.4	35.0	6	8.00	87.50
1970	20.0	33.0	7	6.86	85.42
1971	15.1	33.0	8	6.00	83.33
1972	16.5	32.0	9	5.33	81.25
1975	26.1	31.4	10	4.80	79.17
1974	25.6	29.2	11	4.36	77.08
1975	29.2	28.8	12	4.00	75.00
1976	16.0	28.0	13	3.69	72.92
1977	31.4	27.5	14	3.43	70.83
1978	16.8	27.4	15	3.20	68.75
1979	40.0	27.4	16	3.00	66.67
1980	33.0	27.2	17	2.82	64.58
1981	26.0	26.1	18	2.67	62.50
1982	21.0	26.0	19	2.53	60.42
1983	28.0	25.6	20	2.40	58.33
1984	36.0	25.5	21	2.29	56.25
1985	22.0	25.2	22	2.18	54.17
1986	18.5	24.0	23	2.09	52.08
1987	18.5	23.0	24	2.00	50.00
1988	20.1	23.0	25	1.92	47.92
1989	27.4	22.0	26	1.85	45.83
1990	21.3	22.0	27	1.78	43.75
1991	28.8	21.3	28	1.71	41.67
1992	38.4	21.0	29	1.66	39.58
1993	18.0	20.4	30	1.60	37.50
1994	24.0	20.3	31	1.55	35.42
1995	18.9	20.1	32	1.50	33.33
1996	17.1	20.0	33	1.45	31.25
1997	11.4	19.5	34	1.41	29.17
1998	27.5	18.9	35	1.37	27.08
1999	33.0	18.6	36	1.33	25.00
2000	20.3	18.5	37	1.30	22.92
2001	48.7	18.0	38	1.26	20.83
2002	27.2	18.0	39	1.23	18.75
2003	23.0	17.6	40	1.20	16.67
2004	17.6	17.1	41	1.17	14.58
2005	25.5	16.8	42	1.14	12.50
2006	15.0	16.5	43	1.12	10.42
2007	18.0	16.0	44	1.09	8.33
2008	22.0	15.1	45	1.07	6.25
2009	32.0	15.0	46	1.04	4.17
2010	23.0	11.4	47	1.02	2.08

$$\sum_{i=1}^{n-1} P_i = \boxed{1165.5}$$

$$W(\text{mm}) = \boxed{24.80}$$

$$\sigma = \boxed{7.82}$$

Tabla 5.27: Estadística de la estación pluviométrica Ambo

01	02	03	04	05	06
AÑO	CAÍDA MÁXIMA	CAÍDA DESCUENSA	N.º DE CAÍDA	CAÍDA MÍNIMA	CAÍDA PROM. DÍA
1964	55.0	200.6	1	48.00	97.92
1965	43.0	126.1	2	24.00	95.83
1966	59.0	126.0	3	16.00	93.75
1967	200.6	101.0	4	12.00	91.67
1968	49.0	101.0	5	9.60	89.58
1969	126.1	95.6	6	8.00	87.50
1970	33.6	85.2	7	6.86	85.42
1971	50.5	84.6	8	6.00	83.33
1972	65.2	82.6	9	5.33	81.25
1973	81.2	81.2	10	4.80	79.17
1974	53.0	80.3	11	4.36	77.08
1975	95.6	79.0	12	4.00	75.00
1976	82.6	78.6	13	3.69	72.92
1977	42.5	74.6	14	3.43	70.83
1978	45.3	65.2	15	3.20	68.75
1979	85.2	65.2	16	3.00	66.67
1980	50.2	64.9	17	2.82	64.58
1981	80.3	62.5	18	2.67	62.50
1982	52.6	59.0	19	2.53	60.42
1983	51.2	58.2	20	2.40	58.33
1984	50.3	55.0	21	2.29	56.25
1985	58.2	53.0	22	2.18	54.17
1986	48.6	52.6	23	2.09	52.08
1987	43.6	52.0	24	2.00	50.00
1988	40.3	51.3	25	1.92	47.92
1989	51.3	51.2	26	1.85	45.83
1990	45.2	51.0	27	1.78	43.75
1991	42.4	50.5	28	1.71	41.67
1992	45.2	50.3	29	1.66	39.58
1993	62.5	50.2	30	1.60	37.50
1994	84.6	50.0	31	1.55	35.42
1995	74.6	49.0	32	1.50	33.33
1996	65.2	49.0	33	1.45	31.25
1997	64.9	49.0	34	1.41	29.17
1998	78.6	48.6	35	1.37	27.08
1999	126.0	48.0	36	1.33	25.00
2000	101.0	47.0	37	1.30	22.92
2001	45.0	45.3	38	1.26	20.83
2002	79.0	45.2	39	1.23	18.75
2003	48.0	45.2	40	1.20	16.67
2004	49.0	45.0	41	1.17	14.58
2005	49.0	43.6	42	1.14	12.50
2006	50.0	43.0	43	1.12	10.42
2007	101.0	42.5	44	1.09	8.33
2008	52.0	42.4	45	1.07	6.25
2009	51.0	40.3	46	1.04	4.17
2010	47.0	33.6	47	1.02	2.08

$$\sum_{i=1}^{n-1} P_i = \boxed{3054.9}$$

$$P(\text{mm}) = \boxed{66.00}$$

$$\sigma = \boxed{29.60}$$

Tabla 5.28: Estadística de la estación pluviométrica Jacas chico

01	02	03	04	05	06
AÑO	PRECIPITACION (mm)				
1964	33.0	65.0	1	48.00	97.92
1965	27.0	62.0	2	24.00	95.83
1966	24.0	60.0	3	16.00	93.75
1967	38.0	47.0	4	12.00	91.67
1968	20.0	39.0	5	9.60	89.58
1969	47.0	38.0	6	8.00	87.50
1970	34.0	38.0	7	6.86	85.42
1971	38.0	36.4	8	6.00	83.33
1972	23.0	36.0	9	5.33	81.25
1973	34.0	35.5	10	4.80	79.17
1974	65.0	35.0	11	4.36	77.08
1975	27.0	34.0	12	4.00	75.00
1976	29.0	34.0	13	3.69	72.92
1977	60.0	34.0	14	3.43	70.83
1978	29.0	33.0	15	3.20	68.75
1979	62.0	33.0	16	3.00	66.67
1980	26.0	31.0	17	2.82	64.58
1981	31.0	30.7	18	2.67	62.50
1982	26.0	30.1	19	2.53	60.42
1983	36.0	29.0	20	2.40	58.33
1984	34.0	29.0	21	2.29	56.25
1985	27.0	29.0	22	2.18	54.17
1986	23.0	28.8	23	2.09	52.08
1987	23.0	28.0	24	2.00	50.00
1988	23.0	27.0	25	1.92	47.92
1989	21.3	27.0	26	1.85	45.83
1990	22.4	27.0	27	1.78	43.75
1991	26.1	26.1	28	1.71	41.67
1992	22.4	26.0	29	1.66	39.58
1993	28.0	26.0	30	1.60	37.50
1994	26.0	26.0	31	1.55	35.42
1995	25.1	26.0	32	1.50	33.33
1996	33.0	25.1	33	1.45	31.25
1997	28.8	24.0	34	1.41	29.17
1998	35.5	24.0	35	1.37	27.08
1999	36.4	23.0	36	1.33	25.00
2000	30.1	23.0	37	1.30	22.92
2001	22.5	23.0	38	1.26	20.83
2002	30.7	23.0	39	1.23	18.75
2003	20.0	22.5	40	1.20	16.67
2004	21.0	22.4	41	1.17	14.58
2005	39.0	22.4	42	1.14	12.50
2006	35.0	22.0	43	1.12	10.42
2007	24.0	21.3	44	1.09	8.33
2008	26.0	21.0	45	1.07	6.25
2009	22.0	20.0	46	1.04	4.17
2010	29.0	20.0	47	1.02	2.08

$$\sum_{i=1}^{n-1} P_i = \boxed{1443.3}$$

$$P(\text{mm}) = \boxed{30.71}$$

$$\sigma = \boxed{10.24}$$

Tabla 5.29: Estadística de la estación pluviométrica Yanahuanca

01	02	03	04	05	06
AÑO	TEMPERATURA MAYO	TEMPERATURA SEPTIEMBRE	N. DE DÍAS	PRECIPITACION MAYO	PRECIPITACION SEPTIEMBRE
1964	90.0	145.0	1	48.00	97.92
1965	93.0	133.3	2	24.00	95.83
1966	81.0	132.0	3	16.00	93.75
1967	100.0	125.0	4	12.00	91.67
1968	124.0	124.0	5	9.60	89.58
1969	76.0	113.0	6	8.00	87.50
1970	94.4	109.9	7	6.86	85.42
1971	133.3	106.0	8	6.00	83.33
1972	109.9	100.0	9	5.33	81.25
1973	97.6	97.6	10	4.80	79.17
1974	82.1	97.0	11	4.36	77.08
1975	83.3	96.0	12	4.00	75.00
1976	82.2	94.4	13	3.69	72.92
1977	82.2	93.0	14	3.43	70.83
1978	80.9	93.0	15	3.20	68.75
1979	84.2	93.0	16	3.00	66.67
1980	83.5	92.0	17	2.82	64.58
1981	83.3	92.0	18	2.67	62.50
1982	81.1	92.0	19	2.53	60.42
1983	85.0	92.0	20	2.40	58.33
1984	92.0	91.0	21	2.29	56.25
1985	89.0	91.0	22	2.18	54.17
1986	93.0	91.0	23	2.09	52.08
1987	90.0	90.0	24	2.00	50.00
1988	145.0	90.0	25	1.92	47.92
1989	132.0	89.0	26	1.85	45.83
1990	125.0	88.0	27	1.78	43.75
1991	91.0	88.0	28	1.71	41.67
1992	84.0	87.0	29	1.66	39.58
1993	77.0	86.0	30	1.60	37.50
1994	88.0	85.0	31	1.55	35.42
1995	106.0	84.2	32	1.50	33.33
1996	96.0	84.0	33	1.45	31.25
1997	113.0	83.5	34	1.41	29.17
1998	74.0	83.3	35	1.37	27.08
1999	87.0	83.3	36	1.33	25.00
2000	76.0	82.2	37	1.30	22.92
2001	86.0	82.2	38	1.26	20.83
2002	92.0	82.1	39	1.23	18.75
2003	88.0	81.1	40	1.20	16.67
2004	92.0	81.0	41	1.17	14.58
2005	91.0	80.9	42	1.14	12.50
2006	75.0	77.0	43	1.12	10.42
2007	91.0	76.0	44	1.09	8.33
2008	92.0	76.0	45	1.07	6.25
2009	97.0	75.0	46	1.04	4.17
2010	93.0	74.0	47	1.02	2.08

$$\sum_{i=1}^{n-16} P_i = \boxed{4382.0}$$

$$P(\text{mm}) = \boxed{93.23}$$

$$\sigma = \boxed{16.00}$$

**Tabla 5.30:** Resultados según Gumbel de la estación

El cálculo de los caudales para un periodo de retorno T años se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$P_t = P_m - \sigma \{0.45 + 0.7797 \text{Ln}[\text{Ln}T - \text{Ln}(T-1)]\}$$

OBRAS CLASE	PERIODO T (años)		PRECIPITACIONES Pt (mm)	
	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo
A	5000	1000	73.21	63.39
B	500	100	59.17	49.33
C	50	10	45.07	35.00
D	9	5	34.32	30.42

PERIODO T (años)	PRECIPITACIONES Pt (mm)
2	23.51
5	30.42
10	35.00
25	40.78
50	45.07
100	49.33
200	53.57
500	59.17

pluviométrica Huánuco

**Tabla 5.31:** Resultados según Gumbel de la estación

El cálculo de los caudales para un periodo de retorno T años se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$P_t = P_m - \sigma \{0.45 + 0.7797 \text{Ln}[\text{Ln}T - \text{Ln}(T-1)]\}$$

OBRAS CLASE	PERIODO T (años)		PRECIPITACIONES Pt (mm)	
	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo
A	5000	1000	248.25	211.10
B	500	100	195.09	157.85
C	50	10	141.73	103.62
D	9	5	101.04	86.30

PERIODO T (años)	PRECIPITACIONES Pt (mm)
2	60.14
5	86.30
10	103.62
25	125.50
50	141.73
100	157.85
200	173.90
500	195.09

pluviométrica Ambo

**Tabla 5.32:** Resultados según Gumbel de la estación pluviométrica Jacas Chico

El cálculo de los caudales para un periodo de retorno T años se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$P_t = P_m - \sigma \{0.45 + 0.7797 \text{Ln}[\text{Ln}T - \text{Ln}(T-1)]\}$$

OBRAS CLASE	PERIODO T (años)		PRECIPITACIONES Pt (mm)	
	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo
A	5000	1000	94.09	81.24
B	500	100	75.71	62.82
C	50	10	57.25	44.07
D	9	5	43.18	38.08

PERIODO T (años)	PRECIPITACIONES Pt (mm)
2	29.03
5	38.08
10	44.07
25	51.64
50	57.25
100	62.82
200	68.38
500	75.71

**Tabla 5.33:** Resultados según Gumbel de la estación pluviométrica Yanahuanca

El cálculo de los caudales para un periodo de retorno T años se determina aplicando la siguiente fórmula:

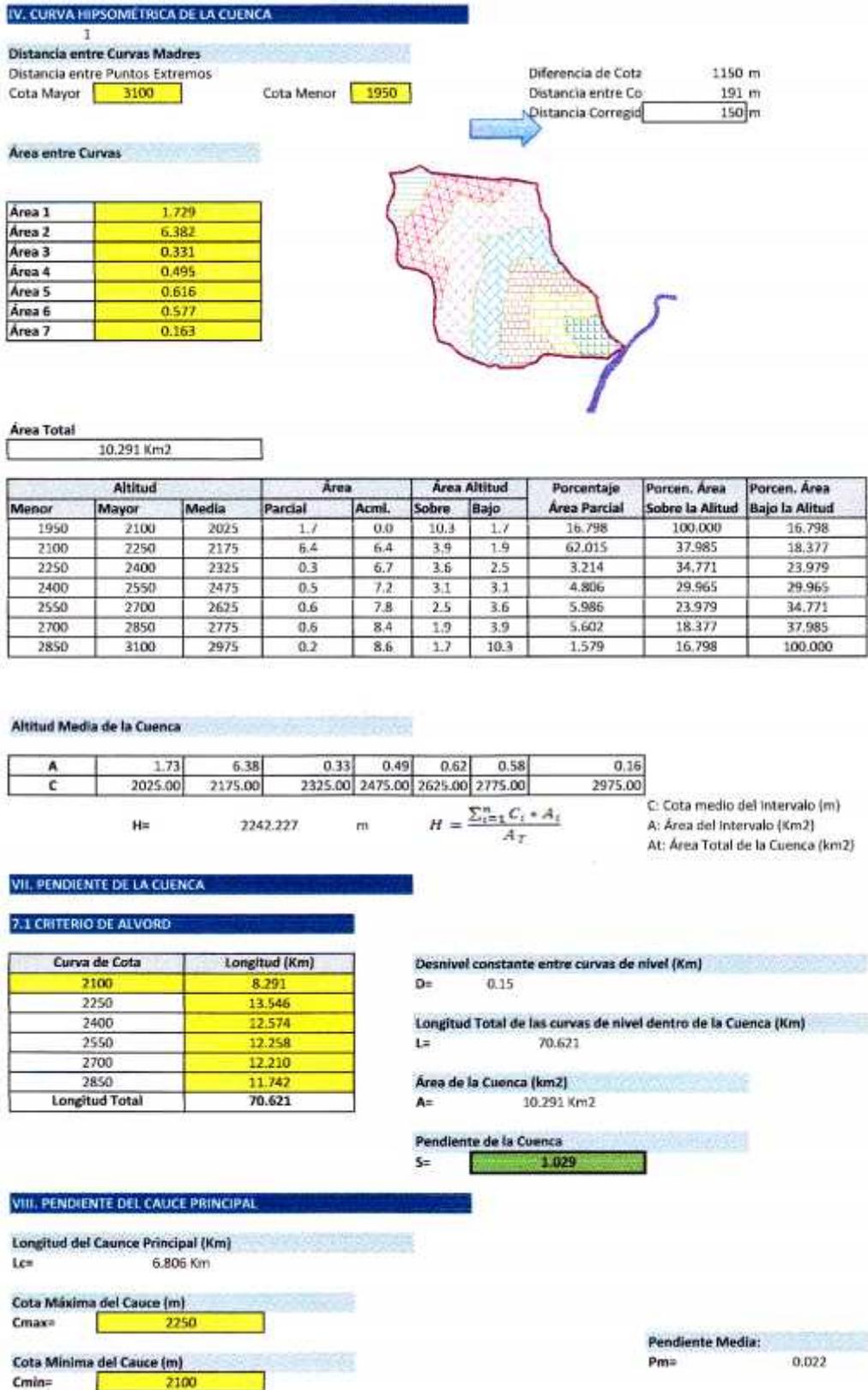
$$P_t = P_m - c \{0.45 + 0.7797 \text{Ln}[\text{Ln}T - \text{Ln}(T - 1)]\}$$

DRIAS CLASE	PERIODO T (años)		PRECIPITACIONES Pt (mm)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
<b>A</b>	5000	1000	192.27	172.19
<b>B</b>	500	100	163.54	143.41
<b>C</b>	50	10	134.70	114.10
<b>D</b>	9	5	112.71	104.74

PERIODO T (años)	PRECIPITACIONES Pt (mm)
2	90.61
5	104.74
10	114.10
25	125.93
50	134.70
100	143.41
200	152.09
500	163.54

CALCULO DE LOS PARAMETROS  
GEOMORFOLOGICOS

**Tabla 5.34:** Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del rio Higueras – sub cuenca N° 01



**Tabla 5.35:** Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 02

**IV. CURVA HIPSONÉTICA DE LA CUENCA**

2

**Distancia entre Curvas Madres**

Distancia entre Puntos Extremos

Cota Mayor **3450**

Cota Menor **2000**

Diferencia de Cotas = 1450 m

Distancia entre Puntos Extremos = 241 m

Distancia Correcta = **200** m

**Área entre Curvas**

Área 1	1.729
Área 2	6.382
Área 3	0.331
Área 4	0.495
Área 5	0.616
Área 6	0.577
Área 7	0.163



**Área Total**

10.291 Km<sup>2</sup>

Altitud			Área		Área Altitud		Porcentaje Área Parcial	Porcen. Área Sobre la Altitud	Porcen. Área Bajo la Altitud
Menor	Mayor	Media	Parcial	Acml.	Sobre	Bajo			
2000	2200	2100	1.7	0.0	10.3	1.7	16.798	100.000	16.798
2200	2400	2300	6.4	6.4	3.9	1.9	62.015	37.985	18.377
2400	2600	2500	0.3	6.7	3.6	2.5	3.214	34.771	23.979
2600	2800	2700	0.5	7.2	3.1	3.1	4.806	29.965	29.965
2800	3000	2900	0.6	7.8	2.5	3.6	5.986	23.979	34.771
3000	3200	3100	0.6	8.4	1.9	3.9	5.602	18.377	37.985
3200	3450	3325	0.2	8.6	1.7	10.3	1.579	16.798	100.000

**Altitud Media de la Cuenca**

A	1.73	6.38	0.33	0.49	0.62	0.58	0.16
C	2100.00	2300.00	2500.00	2700.00	2900.00	3100.00	3325.00

H = 2388.977 m

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{A_T}$$

C: Cota medio del intervalo (m)

A: Área del Intervalo (Km<sup>2</sup>)

A<sub>T</sub>: Área Total de la Cuenca (km<sup>2</sup>)

**VII. PENDIENTE DE LA CUENCA**

**7.1 CRITERIO DE ALVORD**

Curva de Cota	Longitud (Km)
2200	0.989
2350	2.094
2500	2.245
2650	3.022
2800	3.303
2950	3.110
<b>Longitud Total</b>	<b>14.763</b>

**Desnivel constante entre curvas de nivel (Km)**

D = 0.15

**Longitud Total de las curvas de nivel dentro de la Cuenca (Km)**

L = 14.763

**Área de la Cuenca (km<sup>2</sup>)**

A = 10.291 Km<sup>2</sup>

**Pendiente de la Cuenca**

S = 0.215

**VIII. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL**

**Longitud del Cauce Principal (Km)**

L<sub>ca</sub> = 1.612 Km

**Cota Máxima del Cauce (m)**

C<sub>max</sub> = 2350

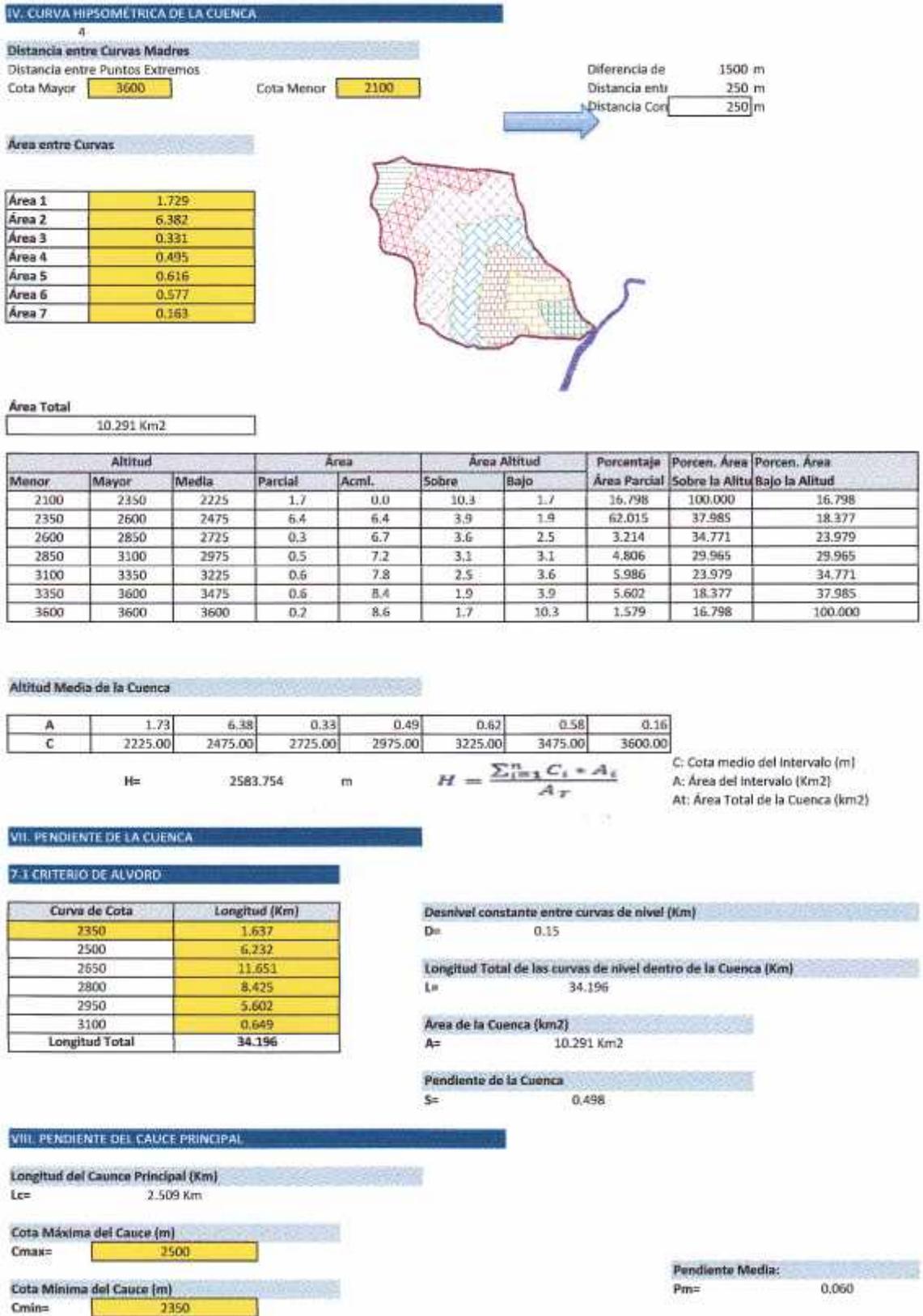
**Cota Mínima del Cauce (m)**

C<sub>min</sub> = 2200

**Pendiente Media:**

P<sub>m</sub> = 0.093

**Tabla 5.36:** Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 03



**Tabla 5.37:** Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 04

#### IV. CURVA HIPSONOMETRICA DE LA CUENCA

##### Distancia entre Curvas Madres

Distancia entre Puntos Extremos

Cota Mayor **4100**

Cota Menor **2250**

Diferencia de Cota = 1850 m

Distancia entre Puntos Extremos = 308 m

Distancia Corregida = 300 m

##### Área entre Curvas

Área 1	1.729
Área 2	6.382
Área 3	0.331
Área 4	0.495
Área 5	0.616
Área 6	0.577
Área 7	0.163



##### Área Total

10.291 Km<sup>2</sup>

Altitud			Área		Área Altitud		Porcentaje Área Parcial	Porcen. Área Sobre la Altitud	Porcen. Área Bajo la Altitud
Menor	Mayor	Media	Parcial	Acml.	Sobre	Bajo			
2250	2550	2400	1.7	0.0	10.3	1.7	16.798	100.000	16.798
2550	2850	2700	6.4	6.4	3.9	1.9	62.015	37.985	18.377
2850	3150	3000	0.3	6.7	3.6	2.5	3.214	34.771	23.979
3150	3450	3300	0.5	7.2	3.1	3.1	4.806	29.965	29.965
3450	3750	3600	0.6	7.8	2.5	3.6	5.986	23.979	34.771
3750	4050	3900	0.6	8.4	1.9	3.9	5.602	18.377	37.985
4050	4100	4075	0.2	8.6	1.7	10.3	1.579	16.798	100.000

##### Altitud Media de la Cuenca

A	1.73	6.38	0.33	0.49	0.62	0.58	0.16
C	2400.00	2700.00	3000.00	3300.00	3600.00	3900.00	4075.00

H= 2830.899 m

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{A_T}$$

C: Cota medio del intervalo (m)

A: Área del intervalo (Km<sup>2</sup>)

A<sub>T</sub>: Área Total de la Cuenca (km<sup>2</sup>)

#### VII. PENDIENTE DE LA CUENCA

##### 7.1 CRITERIO DE ALVORD

Curva de Cota	Longitud (Km)
2550	1.739
2700	1.895
2850	6.859
3000	6.828
3150	4.329
3300	2.160
<b>Longitud Total</b>	<b>23.810</b>

##### Desnivel constante entre curvas de nivel (Km)

D= 0.15

##### Longitud Total de las curvas de nivel dentro de la Cuenca (Km)

L= 23.810

##### Área de la Cuenca (km<sup>2</sup>)

A= 10.291 Km<sup>2</sup>

##### Pendiente de la Cuenca

S= 0.347

#### VIII. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL

##### Longitud del Cauce Principal (Km)

Lc= 2.127 Km

##### Cota Máxima del Cauce (m)

Cmax= 2700

##### Cota Mínima del Cauce (m)

Cmin= 2550

##### Pendiente Media:

Pm= 0.071

**Tabla 5.38:** Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras – sub cuenca N° 05

**IV. CURVA HIPSONÉTICA DE LA CUENCA**

6

**Distancia entre Curvas Madres**

Distancia entre Puntos Extremos

Cota Mayor **4000**

Cota Menor **2250**

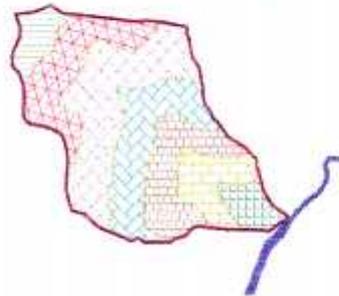
Diferencia de 1750 m

Distancia entre 291 m

Distancia Cor 250 m

**Área entre Curvas**

Área 1	1.729
Área 2	6.382
Área 3	0.331
Área 4	0.495
Área 5	0.616
Área 6	0.577
Área 7	0.163



**Área Total**

10.291 Km<sup>2</sup>

Altitud			Área		Área Altitud		Porcentaje	Porcen. Área	Porcen. Área
Menor	Mayor	Media	Parcial	Acml.	Sobre	Bajo	Área Parcial	Sobre la Alitu	Bajo la Alitud
2250	2500	2375	1.7	0.0	10.3	1.7	16.798	100.000	16.798
2500	2750	2625	6.4	6.4	3.9	1.9	62.015	37.985	18.377
2750	3000	2875	0.3	6.7	3.6	2.5	3.214	34.771	23.979
3000	3250	3125	0.5	7.2	3.1	3.1	4.806	29.965	29.965
3250	3500	3375	0.6	7.8	2.5	3.6	5.986	23.979	34.771
3500	3750	3625	0.6	8.4	1.9	3.9	5.602	18.377	37.985
3750	4000	3875	0.2	8.6	1.7	10.3	1.579	16.798	100.000

**Altitud Media de la Cuenca**

A	1.73	6.38	0.33	0.49	0.62	0.58	0.16
C	2375.00	2625.00	2875.00	3125.00	3375.00	3625.00	3875.00

H= 2735.728 m

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{A_T}$$

C: Cota medio del intervalo (m)

A: Área del intervalo (Km<sup>2</sup>)

At: Área Total de la Cuenca (km<sup>2</sup>)

**VII. PENDIENTE DE LA CUENCA**

**7.1 CRITERIO DE ALVORD**

Curva de Cota	Longitud (Km)
2500	15.567
2650	22.605
2800	39.602
2950	49.185
3100	56.570
3250	60.800
Longitud Total	244.329

**Desnivel constante entre curvas de nivel (Km)**

D= 0.15

**Longitud Total de las curvas de nivel dentro de la Cuenca (Km)**

L= 244.329

**Área de la Cuenca (km<sup>2</sup>)**

A= 10.291 Km<sup>2</sup>

**Pendiente de la Cuenca**

S= 3.561

**VIII. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL**

**Longitud del Cauce Principal (Km)**

Lc= 2.340 Km

**Cota Máxima del Cauce (m)**

Cmax= 2650

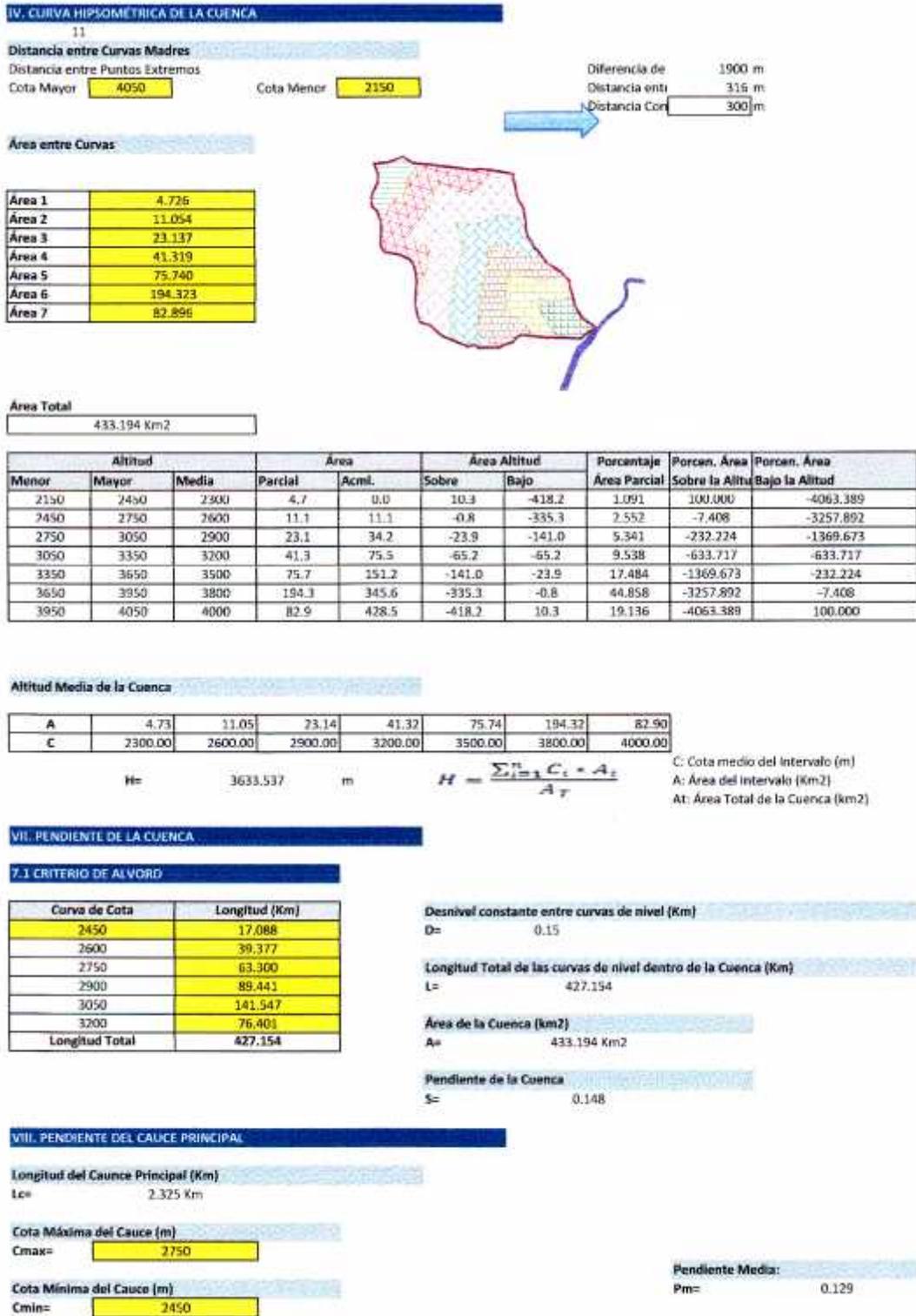
**Cota Mínima del Cauce (m)**

Cmin= 2500

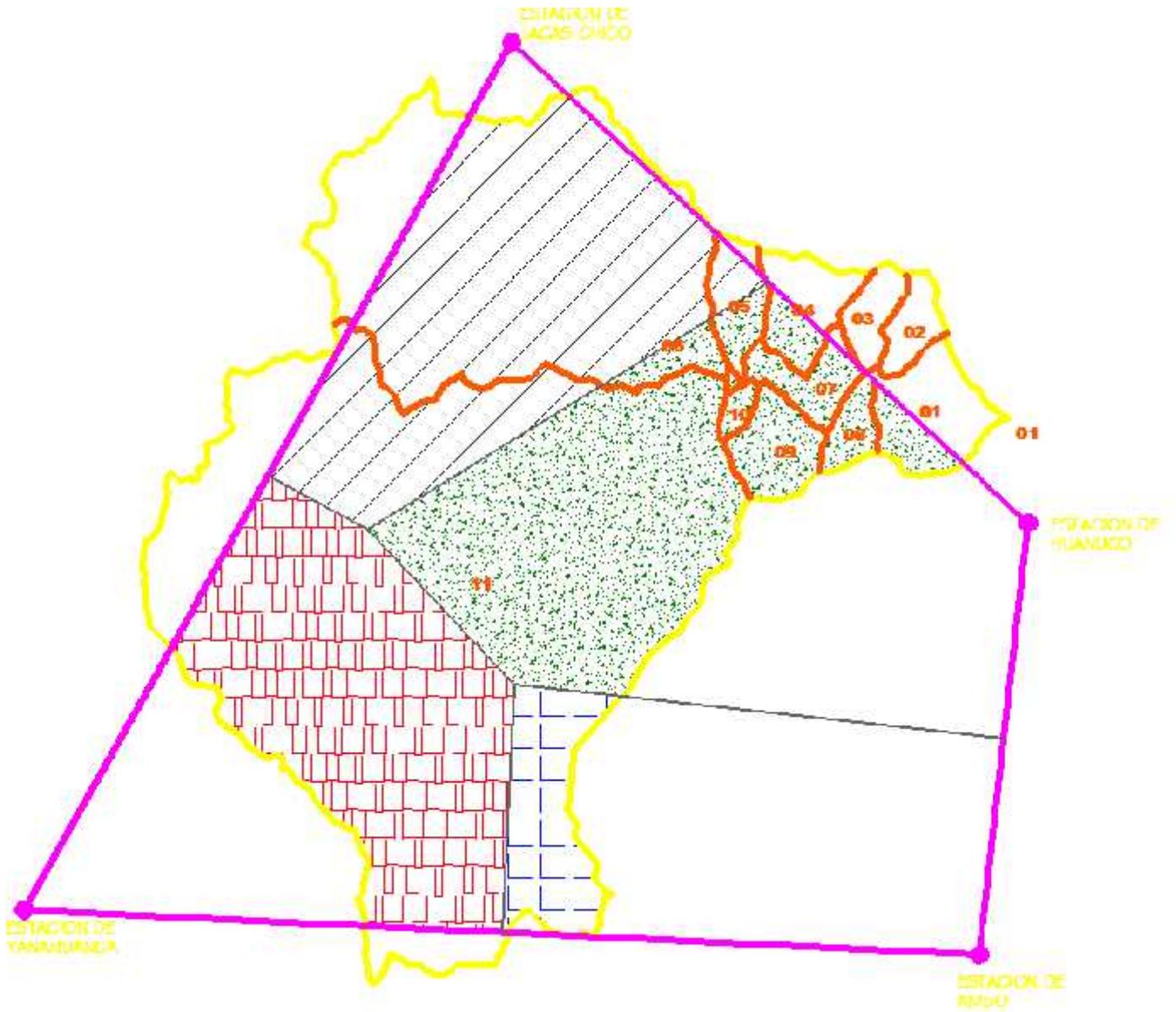
**Pendiente Media:**

Pm= 0.064

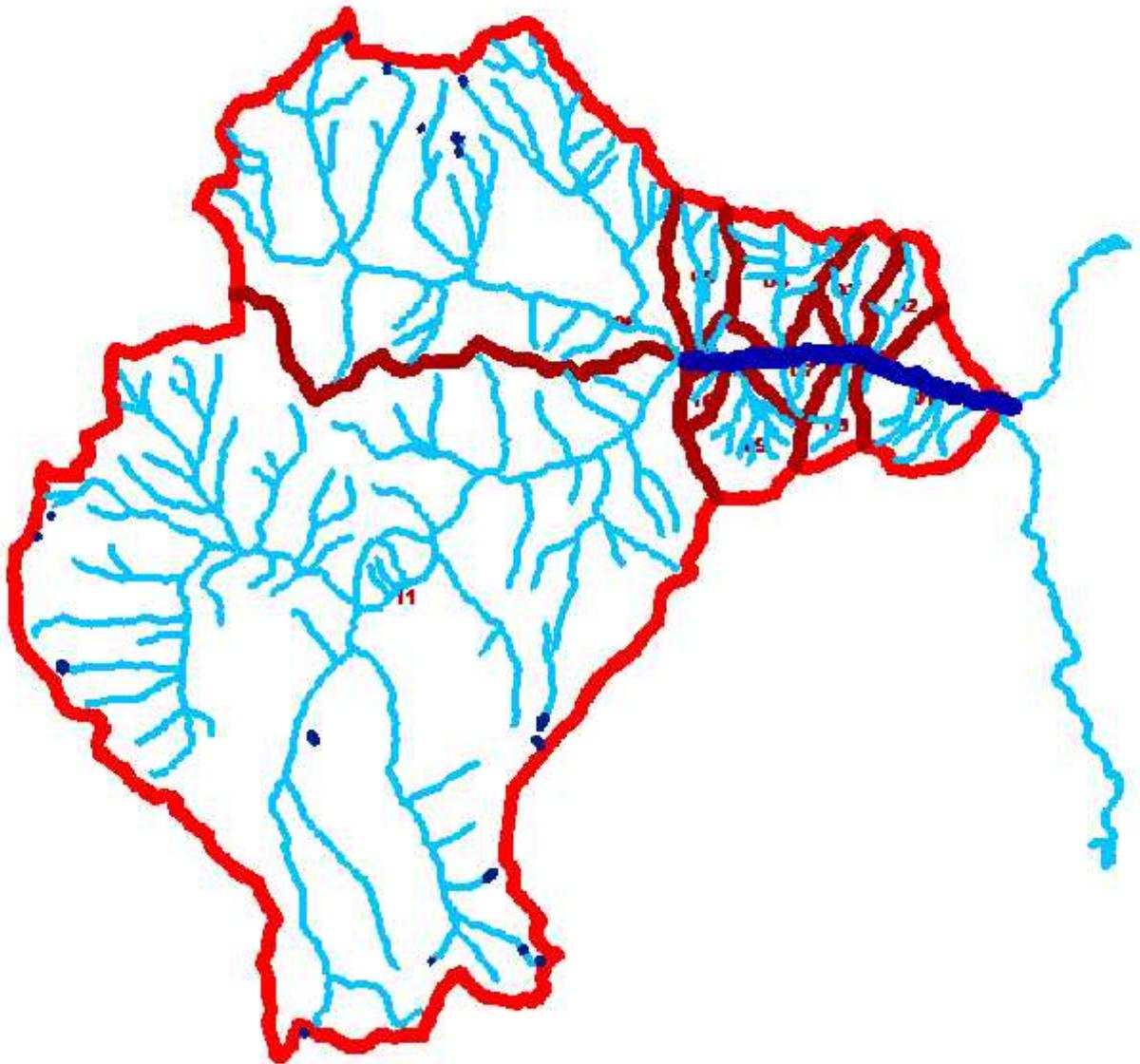
**Tabla 5.39:** Cálculos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del rio Higueras sub cuenca N° 06



# PLANOS



**Plano 02.1:** Datos completados de la estación pluviométrica



**Plano 02.2:** Datos completados de la estación pluviométrica

**ANEXO N°03 INSTRUMENTO DE  
EVALUACIÓN POR EXPERTOS**

**INSTRUMENTO DE  
EVALUACIÓN POR  
EXPERTOS**

**ANEXO N°03.1 INSTRUMENTO A EVALUAR POR EXPERTOS**

Es grato dirigirme a Usted para manifestarle mis saludos de manera cordial, en base a su experiencia profesional y dedicación académicos que ha tenido en el trayecto de su carrera como profesional, solicito mediante este instrumento su colaboración como experto del tema para la validación bajo reserva, que serán aplicados a una muestra escogida de manera particular y que puedan darme datos precisos, para obtener el grado académico como ing. Civil.

**OBJETO:**

“DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUÁNUCO - 2018”

**INDICACIONES:**

Para la validación del instrumento, usted deberá leer y marcar de manera profesional el instrumento de validación, respaldándose en los conocimientos que tiene de manera personal. Por tanto, se le agradece anticipadamente por tu tiempo y valoración que se llevará a cabo dentro de este instrumento ya que es muy importante contar con los resultados que se efectuará por su persona, con fines de mejorar el trabajo de investigación.

INSTRUMENTO A EVALUAR POR EXPERTOS				
VARIABLES	INDICADORES	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE DEL USO DE LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y EL PROGRAMA HEC-HSM
Caudal Max.	1. caudal pico	250.6	m3/s	caudal determinado mediante el programa HEC-HSM
Hidrograma Unitario	2. precipitación máxima	59.17	mm	precipitaciones que se da en base a clases de cuenca
	3. precipitación mínima	49.33	mm	
	4. total, de profundidad incremental	157.85	mm	que es el resultado de las diferencias que existe entre la profundidad acumulada
	5. periodo de retorno máximo	500	años	que es de acuerdo con la dimensión del tipo de clase de cuenca
	6. periodo de retorno mínimo	100	años	
Área Meteorológica	7. cota Max.	4050	m	son las cotas que abarcan entre curvas hipsométricas de la cuenca
	8. cota min.	1950	m	
	9. área total de la cuenca	527.726	Km2	
	10. área entre curvas	7	Áreas	cada área de las 11 subcuencas se a dividido en 7 curvas para su análisis
	11. cantidad de subcuencas	11	Und.	La cuenca del rio Higueras de ha subdividido en 11 áreas de estudio
	12. tramo de cauce donde se realizará la propagación	4		son los 4 primeros tramos, ver plano en anexos N° 04 planos
	13. longitud del tramo de cause donde se realizará propagación	18,768	m	cause del rio por donde transcurre el caudal del rio

## ANEXO N°03.2 INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR EL PROFESIONAL

### EXPERTO

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO A LOS EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO Y METODOS APLICADOS DENTRO DE LA INVESTIGACIÓN QUE CONSISTE EN “DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”	
<b>I: DATOS DEL INFORMANTE</b>	
Apellido y Nombre	
Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Civil
Cargo e Institución donde Labora	
Instrumento Para Validar	Instrumentos y métodos para calcular el caudal pico mediante el Hidrograma Unitario
Tesista	RAMOS TRUJILLO, Julissa Jasmith
Tesis	“DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”

### II: ASPECTOS DE VALIDACIÓN

I	II	III	IV	V
DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%

### III: PARAMETROS DE DISEÑO DEL CAUDAL PICO MEDIANTE EL METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO

INDICADORES	CRITERIOS	I	II	III	IV	V
INTENSIONALIDAD	los instrumentos y métodos permiten que se determine la cauda					
OBJETIVIDAD	consiste en demostrar mediante los métodos y programas aplicados el caudal pico mediante sus unidades de medida					
ORGANIZACIÓN	el orden y los procedimientos adecuados son adecuados que abarca desde el inicio hasta el final					
CLARIDAD	el vocabulario empleado es adecuado y claro					
SUFICIENCIA	los datos empleados son suficiente para medir las variables de la investigación.					
CONSISTENCIA	consta de informaciones necesarios y una base teórica que sustente la investigación.					
COHERENCIA	entre los objetivos, hipótesis, problemas, cálculos, operacionalización de variables son coherentes					
APLICABILIDAD	los métodos y programas aplicados son prácticos y sencillos.					

### IV: OPINION DEL EXPERTO

La “DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS permitirá a los profesionales interesados en diseñar la cuenca del rio Higuerras en base al caudal pico con un Pr de 100 años.

### V: PROMEDIO DE VALORACIÓN DE (0 A 100%)

FIRMA DEL EXPERTO

NOMBRE:

DNI N°:

LUGAR Y FECHA:

HUÁNUCO 20 DE JULIO DEL 2018

## ANEXO N°03.3 EVALUACIÓN DE LA BONDAD DEL INSTRUMENTO

### EVALUACIÓN DE LA BONDAD DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA

CON ESTE INSTRUMENTO NOS REFERIMOS AL GRADO DE SEGURIDAD QUE NOS DEBE DE DAR MEDIANTE LA “DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”, USANDO EL MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIA”, Y SU RESULTADO DE ACUERDO A SUS CONOCIMIENTO SE PUEDE MARCAR MEDIANTE UNA EQUIS (X) DE ACUERDO AL SIGUIENTE CUADRO.

No es Bueno	Es Algo Bueno	Es Bueno	Es muy Bueno	Es totalmente Bueno
0	1	2	3	4

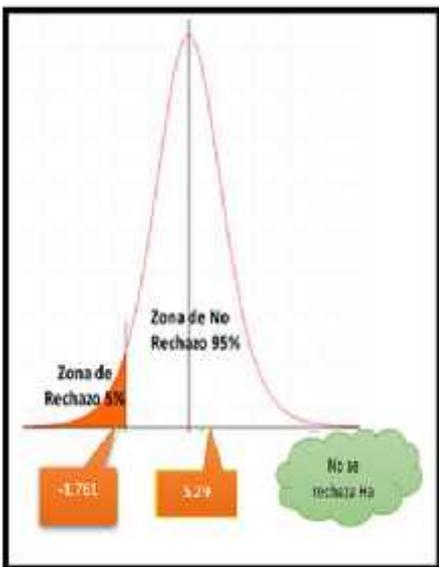
- Objetivo General de la Prueba** : VALIDAR EL INSTRUMENTO DE MEDIDA DE LA “DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”, USANDO EL MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO, POLÍGONO DE THIESSEN, EL METODO DIRECTO DE ESCORRENTIA.
- Concepto** : ESCALA DE INFLUENCIA DE EFECTIVIDAD DE LA “DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018”, USANDO EL MÉTODO DE POLÍGONO DE THIESSEN.

N°	DESCRIPCIÓN	APROBADO		GRADO DE EFECTIVIDAD				
		SI	NO	0	1	2	3	4
1	Para Estructuras de Obras Hidráulicas ¿Considera importante la determinación de las precipitaciones para el cálculo de caudal pico?							
2	¿Considera Importante el caudal pico utilizando el hidrograma unitario de salida total de la cuenca del rio Higuerras?							
3	¿Considera Importante usar el método de conservación de suelo para el escurrimiento directo?							
4	¿Considera importante contar con profesionales que dominen en tema?							
5	¿Considera importante la precipitación efectiva para desarrollarlo mediante el hidrograma unitario?							
6	¿El HEC-HMS? ¿Es importante para calcular el Hidrograma Unitario producido por las precipitaciones efectivas en una cuenca?							
7	¿Considera importante el tiempo de la lluvia en la cuenca?							
8	¿Considera importante los registros de datos de precipitaciones de lluvia mediante los pluviómetros?							
9	¿Considera importante utilizar un Sistema de Información Geográfica?							
10	¿Considera importante facilitar los datos físicos de la cuenca y las precipitaciones para diseñar la estructura hidráulica en el HEC-HMS??							
11	¿Considera importante utilizar un Sistema de Información Geográfica para determinar la dimensión del área de la cuenca?							
12	¿Considera Importante los parámetros geomorfológicos para el diseño de la cuenca en base al caudal máximo y mínimo?							
13	¿considera importante el método del Polígono de Thiessen para calcular la precipitación media sobre el área de la cuenca hidrográfica?							
14	¿Considera Importante los métodos estadísticos para calcular el caudal pico?							

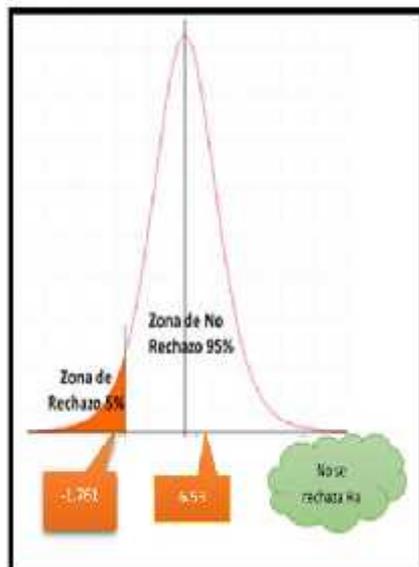
### ANEXO Nº 03.4: CUADRO DE RESUMEN, T ESTÁNDAR DE HIPOTESIS

CUADRO DE RESUMEN DE HIPOTESIS					
	X	$\mu$	$\sigma$	n	t
HIPOTESIS GENERAL	3.644	3	0.472	15	5.29
HIPOTESIS ESPECIFICA 1	3.778	3	0.461	15	6.53
HIPOTESIS ESPECIFICA 2	3.689	3	0.495	15	5.39
HIPOTESIS ESPECIFICA 3	3.467	3	0.744	15	2.43
HIPOTESIS ESPECIFICA 4	3.800	3	0.414	15	7.48

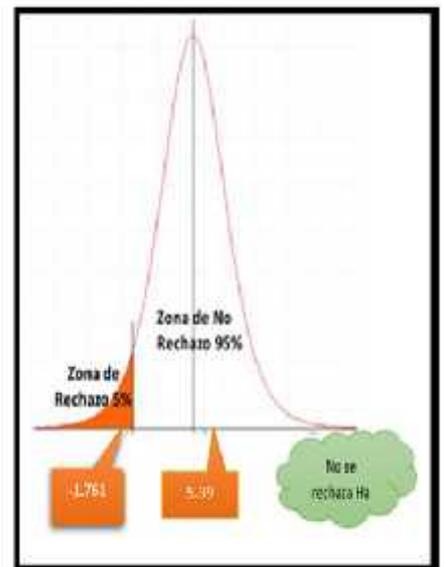
#### HIPOTESIS GENERAL



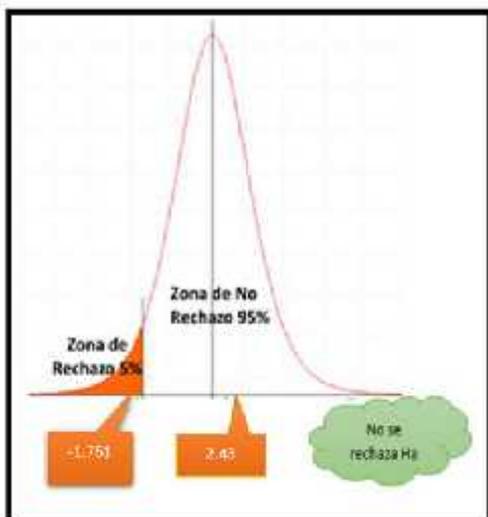
#### HIPOTESIS ESPECIFICO (1)



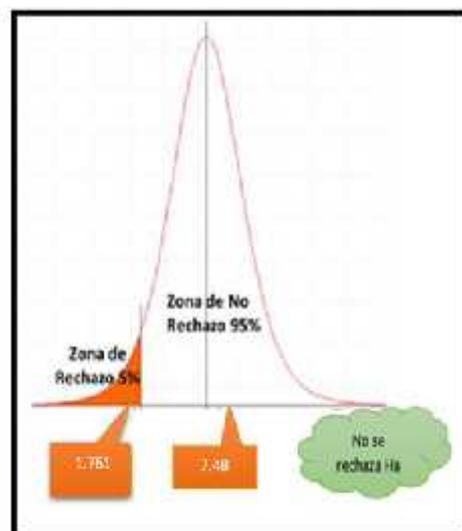
#### HIPOTESIS ESPECIFICO (2)



#### HIPOTESIS ESPECIFICO (3)



#### HIPOTESIS ESPECIFICO (4)



## ANEXO N° 03.5: RESUMEN DEL INFORME DE TESIS

OBJETIVOS	"DETERMINACION DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUANUCO - 2018"
HIPOTESIS	<p>Hi1: Se aplicará mediante el Hidrograma Unitario que está relacionado con las precipitaciones efectivas.</p> <p>Hi2: Para determinar el tiempo de lluvia es importante el uso de los pluviómetros en base a las precipitaciones registradas en el instrumento.</p> <p>Hi3: El caudal máximo servirá a los profesionales interesados para diseñar la estructura hidráulica de la cuenca.</p> <p>Hi4: Los métodos estadísticos son importantes para calcular el caudal máximo, mediante método de Gumbel para determinar el periodo de retorno, análisis estadísticos del Chi Cuadrado y el Alfa de Cronbach.</p>
METODOLOGIA	<p>1. tipo, nivel y método de investigación</p> <p>a) Tipo de Investigación</p> <p>a) Se enmarco en nivel exhaustiva porque no se manipula y se clasifica en las cuatro categorías:</p> <p>∅ Según su interacción es observacional</p> <p>∅ Según la toma de datos es retrospectivo</p> <p>∅ Según el número de ocasiones en que mide a variable es longitudinal</p> <p>∅ Según el número de variables es descriptivo, univariado porque solo estima o describe.</p> <p>b) Nivel de Investigación</p> <p>Se enmarcó en el nivel EXPLICATIVO</p> <p>c) Métodos de Investigación</p> <p>La investigación es método deductivo porque abarca de lo general a lo particular para centrarse en lo específico.</p> <p>2. Diseño de investigación</p> <p>El diseño de investigación dentro de esta investigación realizada es un tipo de diseño preexperimental que de aplica un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición y observar cual es nivel de del grupo.</p> <p>3. Población y muestra</p> <p>a) Población</p> <p>La población de esta investigación viene a ser toda la precipitación obtenido dentro de la cuenca del rio higueras registrados por las estaciones pluviométricas de SEHANMI .</p> <p>Además, cabe detallar que viene a ser registros de precipitación máxima en 24 horas para la presente investigación.</p> <p>b) Muestra</p> <p>Son las estaciones pluviométricas con registros de datos en precipitación máxima en 24 horas con un periodo de 10 años encontradas dentro del área de la cuenca del rio Higueras, que incluye dentro de esta cuenca a Jacas Chico y fuera de ella según las características fisio morfológicas similares a la cuenca en investigación tenemos a Ambo y Yanahuanca.</p>

DESCRIPCIÓN DE LOS SUCEOS DENTRO DE LA INVESTIGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentro de la investigación realizada se ha obtenido los datos registrados del SENAMHI, que son datos de precipitación del año 1964-2010, de las 24 horas de día de cada mes y de todos los años mencionados.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se llevó a cabo la validación de hipótesis mediante las encuestas realizadas a los profesionales expertos del tema.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tomo datos de la cuenca hidrográfica mediante el SIG, lo cual fue procesados mediante programas y la determinación de las áreas correspondientes de la cuenca se determinó con AutoCAD.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante los métodos estadísticos se determinó los datos de precipitación en base a 12 horas, dando como resultado dentro de la investigación la precipitación de 49.33mm.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El resultado de la precipitación obtenido se usó para determinar el hietograma de precipitaciones y poder sacar la profundidad incremental de 157.85mm.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para determinar los parámetros geomorfológicos de ha usado los datos la cuenca que esto a su vez se ha subdividido en 11 subcuencas con sus respectivas cotas y así se determinaron las Curvas Hipsométricas de la cuenca, pendiente de la cuenca, pendiente del cauce principal.</li> </ul>
RESULTADOS MAS IMPORTANTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los datos obtenidos se introdujeron al programa HEC-HSM para poder determinar el caudal pico que ha dado como resultado de 205.6m<sup>3</sup>/s.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitación: 49.33mm</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de la cuenca:527.726km<sup>2</sup></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal pico: 205.6m<sup>3</sup>/s</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cotas Max. 4050</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cota Min. 1950</li> </ul>
CONCLUSIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de precipitación que se estudió es: 12 horas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo de retorno :100 años</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación del modelo HEC-HMS en su diagramación permitió obtener una caracterización hidrológica de cada subcuenca, lo cual nos permitió operar de alguna manera más detallada en un área de menor extensión y no generalizar la información.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las precipitaciones obtenidas dentro de investigación se han dado en base a los datos obtenidos del SENAMHI, con un tiempo de 24 horas, lo cual fue analizado en base a 12 horas dentro de este proyecto de investigación; tomando en cuenta la estructura morfológica y del rio Higueras.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caudal pico con un periodo de retorno de100 años alcanzó un valor promedio de 250.6m<sup>3</sup>/s este valor puede ser utilizado para diseñar obras dependiendo del tamaño de las subcuencas.</li> </ul>

**ANEXO N°03.6 ENCUESTA MEDIANTE EL FORMATO LICKERT A LOS  
PROFESIONALES DE INGENIERÍA CIVIL**

Es grato dirigirme a Usted para manifestarle mis saludos de manera cordial, dada su experiencia profesional y méritos académicos en el trayecto de su carrera como profesional, solicito su colaboración con la finalidad de obtener los resultados que voy a contar dentro de esta investigación que estoy desarrollando.

**OBJETO:**

*“DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PICO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SALIDA TOTAL PARA LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS – HUÁNUCO - 2018”*

**INDICACIONES:**

Para efectuar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente:

CUESTIONARIO							
MODELO DE ENCUESTA ESCALA TIPO LICKER							
MUY EN DESACUERDO	EN DESACUERDO		INDECISO	DE ACUERDO		MUY DE ACUERDO	
1	2		3	4		5	
	PREGUNTAS		MUY EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDECISO	DE ACUERDO	MUY EN ACUERDO
1	Para Estructuras de Obras Hidráulicas ¿Considera importante la determinación de las precipitaciones para el cálculo de caudal pico ?						
2	¿Considera Importante el caudal pico utilizando el hidrograma unitario de salida total de la cuenca del rio Higueras?						
3	¿Considera Importante usar el método de conservación de suelo para el escurrimiento directo?						
4	¿Considera importante contar con profesionales que dominen en tema?						
5	¿Considera importante la precipitación efectiva para desarrollarlo mediante el hidrograma unitario?						
6	¿El HEC-HMS. Es importante para calcular el Hidrograma Unitario producido por las precipitaciones efectivas en una cuenca?						
7	¿Considera importante el tiempo de la lluvia en la cuenca?						
8	¿Considera importante los registros de datos de precipitaciones de lluvia mediante los pluviómetros?						
9	¿Considera importante utilizar un Sistema de Información Geográfica?						
10	¿Considera importante facilitar los datos físicos de la cuenca y las precipitaciones para diseñar la estructura hidráulica en el HEC-HMS??						
11	¿Considera importante utilizar un Sistema de Información Geográfica para determinar la dimensión del área de la cuenca?						
12	¿Considera Importante los parámetros geomorfológicos para el diseño de la cuenca en base al caudal máximo y mínimo?						
13	¿considera importante el método del Polígono de Thiessen para calcular la precipitación media sobre el área de la cuenca hidrográfica?						
14	¿Considera Importante los métodos estadísticos para calcular el caudal pico?						

**ANEXO N°04 PLANO DE UBICACIÓN**

**PLANO DE  
UBICACIÓN**

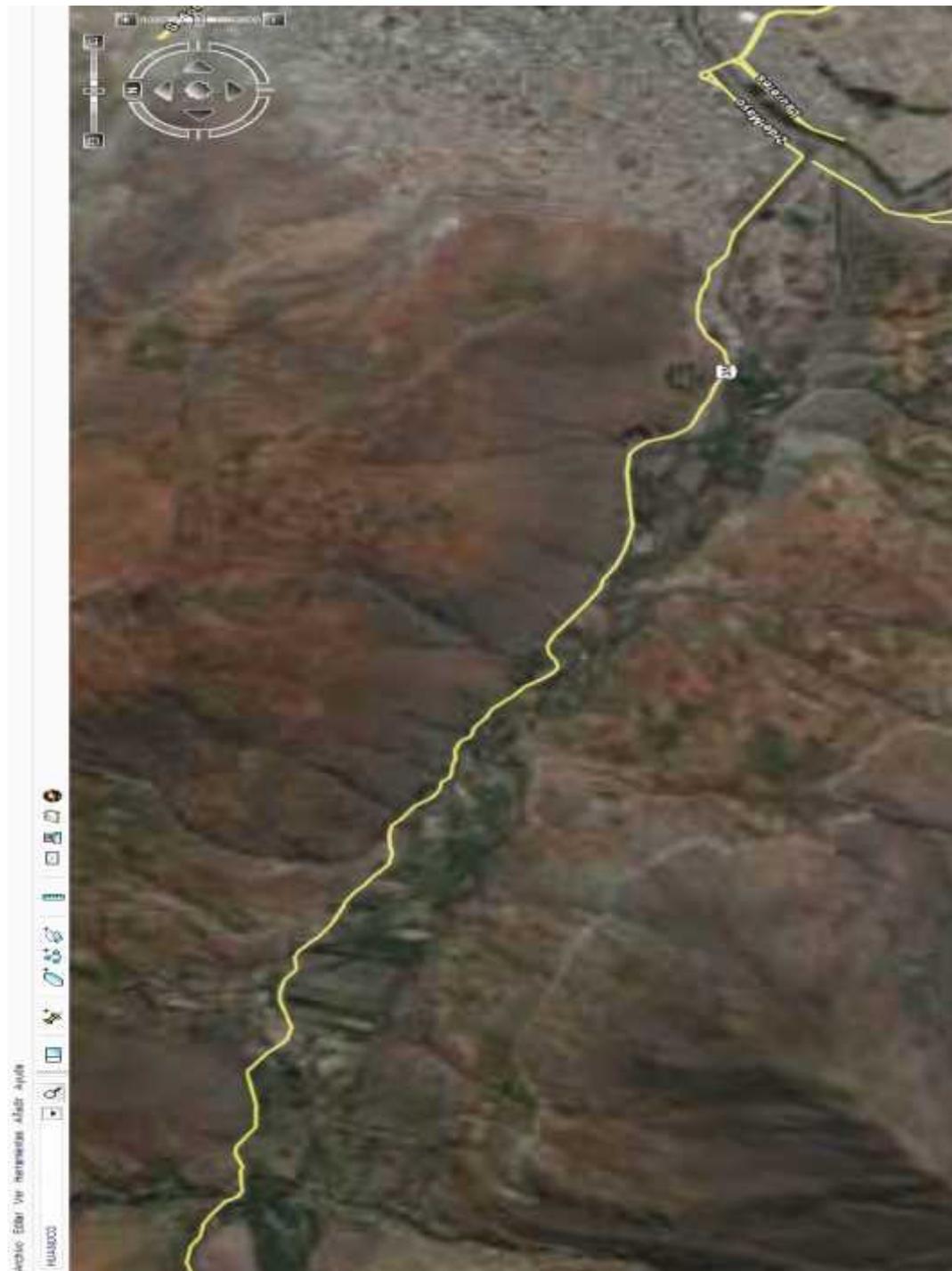


Figura 5.1: Imagen satelital del cauce principal del rio higueras

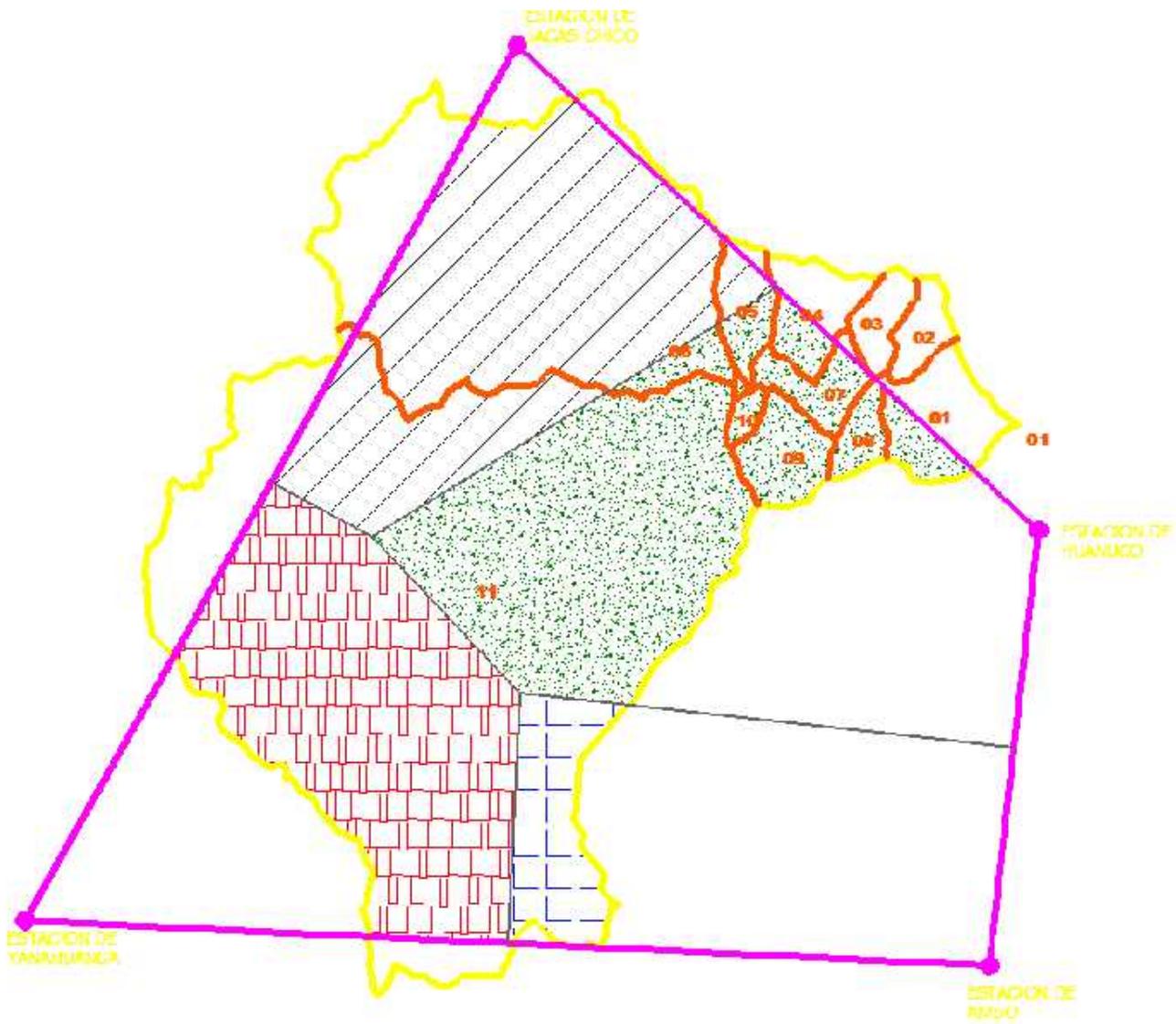


Figura 5.2: Plano de polígono de Thiessen



Figura 5.3: forma de drenaje del río Higuera

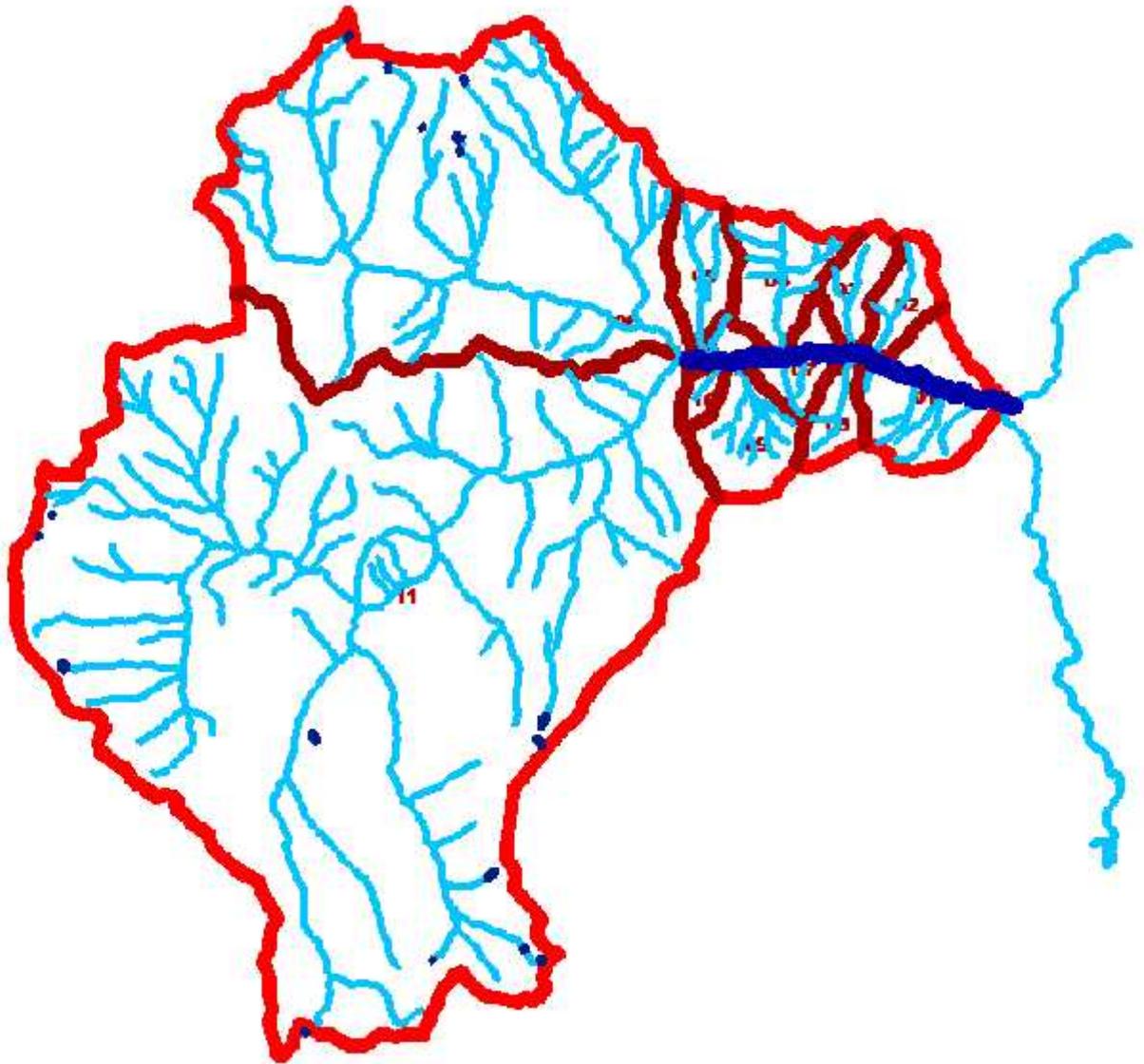


Figura 5.4: Plano de vertientes de río Higueras

**ANEXO N°05 PANEL FOTOGRÁFICO**

**PANEL  
FOTOGRÁFICO**



Foto N° 01: forma de drenaje del río Higuéras



Foto N° 02: se observa cal cantidad del agua en épocas de verano



Foto N° 03: se observa el inicio del tramo donde se ha determinado el caudal pico



Foto N° 04: se observa el área donde se inunda cuando aumenta el caudal del río Higueras ocasionando daños estructurales de las viviendas



Foto N° 05: se observa el nivel de agua con respecto a la estructura del puente



Foto N° 06 se observa el punto donde se unen los dos ríos (Higueras y Huallaga)



Foto N° 07: se observa tomando dado georreferenciales con GPS



Foto N° 08: se observa el caudal máximo en tiempo de invierno, donde la luz del diseño del puente se satura de agua ocasionando un peligro para las personas que transitan y viven en Huánuco.



Foto N° 09: Estructura de la cuenca donde desembocan las demás subcuencas.