

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES POR MÁXIMAS  
AVENIDAS DEL RIO QUÍNUAS EN EL CENTRO POBLADO LA  
QUISPA”**

**Para optar el título profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

**BACH. CÉSAR HUGO JUNIOR APARICIO VÁSQUEZ**

**Asesor:**

**Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz**

**CAJAMARCA-PERÚ**

**-2021-**

## **DEDICATORIA**

A mi padre, César Hugo Aparicio Zapata.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor Dr. Ing. Gaspar Méndez Cruz por convertirse en un modelo de superación profesional.

A los miembros del jurado al Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre, Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez y al Dr. Ing. José Antonio Coronel Delgado.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, alma mater que me dio la oportunidad de ser mejor.

A toda la familia de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca por ser parte de mi desarrollo profesional.

A mi madre por su motivación día a día para la culminación de mi carrera profesional.

A mis hermanos André y Alessandro por su incondicional apoyo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE.....	iii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. CONTEXTO.....	1
1.2. PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO II.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	5
2.2.2. CARTOGRAFÍA.....	6
2.2.3. TOPOGRAFÍA.....	8
2.2.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	9
2.2.5. GENERALIZACIÓN Y ESCALA.....	10
2.2.6. SOFTWARE PARA SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	12
2.2.7. PELIGROSIDAD.....	14
2.2.8. CLASIFICACIÓN NATURAL DE SUELOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	14

2.2.9.	CLASIFICACIÓN POR GRUPO HÍDRICO DE SUELOS .....	16
2.2.10.	ASIGNACIÓN DE GRUPO HIDROLÓGICO A CLASIFICACIÓN NATURA DE SUELOS. ....	17
2.2.11.	HIDROLOGÍA .....	18
2.2.12.	INUNDACIÓN.....	18
2.2.13.	CUENCA HIDROGRÁFICA.....	18
2.2.14.	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS.....	19
2.2.15.	PRECIPITACIÓN .....	20
2.2.16.	DETERMINACIÓN DE CAUDAL MÁXIMO.....	20
2.2.17.	SIMILITUD DE SISTEMAS HIDROLÓGICOS .....	25
2.2.18.	PERIODO DE RETORNO Y RIESGO DE FALLA .....	27
2.2.19.	PRUEBA DE DATOS DUDOSOS – OUTLIERS.....	29
2.2.20.	DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD PARA VARIABLES HIDROLÓGICAS .....	30
2.2.21.	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGÓROV-SMIRNOV 35	
2.2.22.	INUNDACIÓN FLUVIAL.....	37
2.2.23.	MORFOLOGÍA FLUVIAL .....	37
2.2.24.	HIDROLOGÍA FLUVIAL.....	37
2.2.25.	MODELAMIENTO HIDROLÓGICO.....	45
2.2.26.	SOFTWARE DE MODELAMIENTO HIDROLÓGICO.....	45
2.2.27.	SOFTWARE DE MODELAMIENTO HIDRÁULICO.....	47
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	51
CAPÍTULO III .....		52
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	52
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	52
3.2.	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	54
3.3.	MATERIALES .....	54

3.4. PROCEDIMIENTO .....	58
Geometría Hidráulica del río Quinuas .....	58
Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca: .....	59
CAPÍTULO IV .....	82
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	82
4.1. TOPOGRAFÍA .....	82
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL RÍO QUINUAS .....	82
4.3. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO .....	84
4.4. MODELAMIENTO HIDRÁULICO .....	85
4.5. TENDENCIAS DE ZONAS INUNDABLES .....	94
4.6. EVENTO DE INUNDACIÓN DEL DÍA 23-11-18 .....	94
4.6.2. CAUDAL DE INUNDACIÓN .....	97
CAPÍTULO V.....	98
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	98
5.1. CONCLUSIONES:.....	98
5.2. RECOMENDACIONES:.....	100
BIBLIOGRAFÍA .....	101
ANEXOS .....	104
ANEXO 1: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	104
ANEXO 2: PARÁMETROS DE LA CUENCA .....	130
ANEXO 3: ANÁLISIS DE LAS INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN .....	133
ANEXO 4: CAUDAL MÁXIMO .....	151
ANEXO 5: VISITA LA QUISPA .....	156

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Escalas utilizadas en cartografía topográfica. ....	11
Tabla N° 2: Escalas utilizadas en cartografía topográfica. ....	14
Tabla N° 3: Grupo Hidrológico para tipos de suelo según su clasificación natural. ....	17
Tabla N° 4: Número de curva según grupo hidrológico de suelo y su uso. ....	23
Tabla N° 5: Periodo de retorno para distintos riesgos de falla y años de vida útil. ....	28
Tabla N° 6: Valores críticos de $\Delta_0$ del estadístico Kolmogoróv-Smirnov para varios valores N y niveles de significancia $\alpha$ . ....	36
Tabla N° 7: Grado de sinuosidad de rios. ....	42
Tabla N° 8: Coeficiente de rugosidad de Manning en cauces naturales. ....	44
Tabla N° 9: Tramos del rio en coordenadas UTM-DATUM-WGS84- ZONA 17S ....	52
Tabla N° 10: Equipos necesarios para la elaboración de tesis ....	57
Tabla N° 11: Precipitación máxima de 24 horas anual de la estación “La Encañada”. .	61
Tabla N° 12: Valores de máximos y mínimos para prueba de datos dudosos. ....	62
Tabla N° 13: Valores de máximos y mínimos de precipitación para prueba de datos dudosos. ....	62
Tabla N° 14: Valores de delta para distribución normal. ....	63
Tabla N° 15: Valores de delta para distribución Log Normal-2 parámetros. ....	64
Tabla N° 16: Valores de delta para la distribución log normal de 3 parámetros. ....	65
Tabla N° 17: Valores de delta para la distribución Gamma de 2 parámetros. ....	66
Tabla N° 18: Valores de delta para la distribución Gamma de 3 parámetros. ....	67
Tabla N° 19: Valores de delta para la distribución Log Pearson Tipo III. ....	68
Tabla N° 20: Valores de delta para la distribución Gumbel. ....	69
Tabla N° 21: Valores de delta para la distribución Log Gumbel. ....	70
Tabla N° 22: Valores de delta para la distribución seleccionada. ....	71
Tabla N° 23: Precipitación máximas para distintos periodos de retorno. ....	71
Tabla N° 24: Precipitación transpuesta a la cuenca del Rio Quinuas. ....	72
Tabla N° 25: Precipitaciones corregidas para distintos periodos de retorno. ....	73
Tabla N° 26: Número de curva para la cuenca de estudio. ....	74
Tabla N° 27: Intensidad de precipitación para distintos periodos de retorno. ....	74
Tabla N° 28: Valor del coeficiente de escorrentía para distintos tiempos de retorno. ...	75
Tabla N° 29: Caudales de diseño determinados por el método racional modificado. ....	76

Tabla N° 30: Rugosidades asignadas en programa IBER .....	80
Tabla N° 31: Geometría Hidráulica del río Quinuas-Tramo de estudio.....	82
Tabla N° 32: Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Quinuas .....	84
Tabla N° 33: Caudales de diseño para periodos elegidos para la modelación hidráulica.. .....	84
Tabla N° 34: Resultados de investigación.....	99
Tabla N° 35: Puntos obtenidos en el levantamiento topográfico de la zona de estudio	104
Tabla N° 36: Tabla de áreas y alturas de la cuenca del río Quinuas. ....	130
Tabla N° 37: Cálculo para el índice de pendiente de la cuenca del río Quinuas.....	131
Tabla N° 38: Precipitación máxima anual mensual de la estación La Encañada en mm. .....	133
Tabla N° 39: Valores logarítmicos de precipitación máxima de 24 horas anual. ....	134
Tabla N° 40: Validación de datos de precipitación para la cuenca LA ENCAÑADA.	135
Tabla N° 41: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Normal. ....	135
Tabla N° 42: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Normal 2 parámetros. ....	137
Tabla N° 43: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Normal 3 parámetros. ....	138
Tabla N° 44: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Gamma de 2 parámetros. ....	140
Tabla N° 45: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Gamma de 3 parámetros. ....	141
Tabla N° 46: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Pearson Tipo III. ....	142
Tabla N° 47: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Gumbel. ....	144
Tabla N° 48: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Gumbel.	145
Tabla N° 49: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para las distintas distribuciones teóricas. .....	146
Tabla N° 50: Uso de suelo según grupo hidrológico en la cuenca del río Quinuas. ....	150
Tabla N° 51: Caudal de inundación y calado. ....	155



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Desborde del río Quinuas en el centro poblado la Quispa. ....	2
Figura N° 2: Casa destruida por desborde del rio Quinuas en el centro poblado La Quispa .....	3
Figura N° 3: Carta Topográfica.....	7
Figura N° 4: Carta Náutica.....	7
Figura N° 5: Carta Aeronáutica.....	8
Figura N° 6: Sistema de coordenadas geográficas .....	9
Figura N° 7: Husos de proyecciones UTM .....	10
Figura N° 8: Efecto de generalización en el grado de detalle del mapa.....	11
Figura N° 9: Interfaz de programa ArcGIS .....	13
Figura N° 10: Cuenca Hidrográfica.....	19
Figura N° 11: Comparación de las relaciones de forma de un río grande y pequeño. ...	38
Figura N° 12: Formas de sección transversal. ....	39
Figura N° 13: Formas de sección transversal. ....	42
Figura N° 14: Interfaz de programa HidroEsta 2 .....	46
Figura N° 15: Interfaz de programa Iber .....	47
Figura N° 16: Ejemplo de modelación en IBER. ....	48
Figura N° 17: Imagen Satelital del área de estudio .....	52
Figura N° 18: Ubicación geográfica del área de estudio .....	53
Figura N° 19: Área de estudio, río Quinuas y alrededores.....	54
Figura N° 20: Cuenca de la zona de estudio.....	55
Figura N° 21: Primera visita, centro poblado La Quispa .....	55
Figura N° 22: Segunda visita, levantamiento topográfico del área de estudio.....	56
Figura N° 23: Río Quinuas, tramo de la zona de estudio .....	58
Figura N° 24: Río Quinuas .....	59
Figura N° 25: Pendiente de la cuenca-método Horton .....	60
Figura N° 26: Delimitación de la zona de estudio en Civil 3D.....	77
Figura N° 27; Obtención de imagen satelital en SAS.PLANET .....	77
Figura N° 28: Creación de mapa cobertura en QGIS .....	78
Figura N° 29: Importación de geometría a IBER .....	79

Figura N° 30: Asignación de rugosidades en IBER .....	79
Figura N° 31: Asignación de caudales en IBER .....	80
Figura N° 32: Creación de malla no estructurada.....	81
Figura N° 33: Proceso de cálculo en IBER .....	81
Figura N° 34: Calado en la zona de Estudio- TR=15 años.....	85
Figura N° 35: Velocidad de flujo en la zona de estudio-TR=15 años.....	86
Figura N° 36: Peligrosidad en la zona de Estudio- TR=15 años.....	87
Figura N° 37: Calado en la zona de estudio-TR=25 años. ....	88
Figura N° 38: Velocidad de flujo en la zona de estudio-TR=25 años.....	89
Figura N° 39: Peligrosidad en la zona de estudio-TR=25 años.....	90
Figura N° 40: Calado en la zona de estudio-TR=40 años. ....	91
Figura N° 41: Velocidad de flujo en la zona de estudio- TR=40 años.....	92
Figura N° 42: Peligrosidad en la zona de Estudio-TR=40 años.....	93
Figura N° 43: Fotografía de bodega en el centro poblado La Quispa. ....	95
Figura N° 44: Fotografía de posada en el centro poblado La Quispa.....	96
Figura N° 45: Inundación en zona agrícola, en el centro poblado la Quispa .....	96
Figura N° 46: Pintado de BM1 para el levantamiento topográfico en un punto fijo....	126
Figura N° 47: BM1 pintado en un puente canal que será nuestro punto base para el levantamiento topográfico. ....	127
Figura N° 48: Uso de la estación TS02 para el levantamiento topográfico. ....	127
Figura N° 49: Uso de la estación TS02 para el levantamiento topográfico. ....	128
Figura N° 50: BM 4 dejado encampo para el cambio de estación en nuestro levantamiento topográfico.....	128
Figura N° 51: Jalones y primas para el levantamiento topográfico.....	129
Figura N° 52: Curva hipsométrica de la cuenca del río Quinuas. ....	131
Figura N° 53: Área de la cuenca del rio Quinuas .....	132
Figura N° 54 : Precipitación máxima de 24 horas anual. ....	134
Figura N° 55: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Normal. ....	136
Figura N° 56: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Normal de 2 parámetros. ....	138
Figura N° 57: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Normal de 3 parámetros. ....	139

Figura N° 58: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Gamma de 2 parámetros. .....	141
Figura N° 59: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Gamma de 3 parámetros. .....	142
Figura N° 60: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Pearson Tipo III. .....	143
Figura N° 61: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Gumbel.....	145
Figura N° 62: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Gumbel .....	146
Figura N° 63: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 25 años.....	147
Figura N° 64: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 30 años.....	148
Figura N° 65: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 35 años.....	149
Figura N° 66: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 40 años.....	150
Figura N° 67: Uso de suelo de la cuenca de estudio. ....	151
Figura N° 68: Mapa de pendientes en la cuenca del río Quinuas.....	152
Figura N° 69: Suelo de la cuenca del río Quinuas.....	153
Figura N° 70: Caldo de inundación-Caudal 69.9 m <sup>3</sup> /s .....	154
Figura N° 71: Calado de inundación-Caudal 74.6 m <sup>3</sup> /s.....	154
Figura N° 72: Calado de inundación-Caudal 84.4 m <sup>3</sup> /s.....	155
Figura N° 73: Caudal vs calado.....	156
Figura N° 74: Alcance de calado en inundación en el centro poblado La Quispa. ....	156
Figura N° 75: Casa deteriorada por inundación en el centro poblado La Quispa. ....	157
Figura N° 76: Zona de desborde de inundación del centro poblado La Quispa. ....	157

## RESUMEN

La tesis “IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES POR MÁXIMAS AVENIDAS DEL RIO QUÍNUAS EN EL CENTRO POBLADO LA QUISPA” tuvo como objetivo principal la identificación de zonas inundables del Río Quinuas en el centro poblado La Quispa, para lo cual se realizó el modelamiento hidrológico e hidráulico del río Quinuas, de tal modo se determinó las áreas inundables por máximas avenidas.

Para la determinación de áreas inundables, se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio en el centro poblado La Quispa, además se recopiló información cartográfica de la zona para lo cual también resultó necesario las imágenes satelitales del área de estudio para lo que fue necesario el uso del software ArcGis 10.6 y SASPlanet, de tal modo para el modelamiento hidrológico necesario para el estudio se obtuvo información de la estación meteorológica “La Encañada” ubicada en el caserío de Polloc a una altura de 2980 m.s.n.m ; en el modelamiento hidrológico resultó necesario la caracterización geomorfológica de la cuenca del río Quinuas con un área de 45.225 km<sup>2</sup> y una altura media , tomando como punto de concentración el puente del centro poblado La Quispa.

Para el modelamiento hidrológico se usó el software HidroEsta 2 en la determinación del caudal máximo fue necesario la aplicación del Método Racional Modificado especificado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, para lo cual se determinó los valores necesarios requeridos en la aplicación del mismo, realizando la prueba de datos dudosos de los valores de precipitación obtenidos de la estación meteorológica “La Encañada”, ajustándolos posteriormente a una distribución Log Gumbel para la determinación de las precipitaciones en distintos periodos de retorno; resultó necesario la transferencia de las precipitaciones a una altura media de la cuenca de estudio y la aplicación de un factor reductor de 0.89, además de la determinación del número de curva resultando 92.1 para un tiempo de concentración de 152 minutos así pudiéndose determinar los caudales máximos para el modelamiento hidráulico.

Para el modelamiento hidrológico se usó el software Iber en su versión 2.5.1 y se simularon 3 escenarios posibles de 110.7 m<sup>3</sup>/s, 123.9 m<sup>3</sup>/s 136.84 m<sup>3</sup>/s; para 15, 25 y 40 años de periodo de retorno considerándolo de tal forma por obras hidráulicas de defensas ribereñas, puentes y alcantarillas.

En la conclusión de la investigación se tomaron tendencias de inundaciones deducidas de los 3 escenarios anteriores modelados, de tal modo se estableció un solo mapa de inundación.

**Palabras clave:** Zonas inundables, inundación, máximas avenidas, La Quispa.

## ABSTRACT

The thesis "IDENTIFICATION OF FLOODABLE AREAS BY MAXIMUM AVENUES OF THE QUÍNUAS RIVER IN THE LA QUISPA POPULATION CENTER" had as its main objective the identification of floodplain areas of the Quinuas River in the La Quispa populated center, for which the hydrological and hydraulic modeling of the Quinuas river, in such a way the floodplain areas were determined by maximum avenues.

To determine floodplain areas, a topographic survey of the study area was carried out in the La Quispa town center, in addition, cartographic information of the area was collected, for which it was also necessary to use satellite images of the study area for what was necessary. the use of the ArcGis 10.6 and SASPlanet software, in such a way for the hydrological modeling necessary for the study, information was obtained from the "La Encañada" meteorological station located in the Polloc village at an altitude of 2980 meters above sea level; In the hydrological modeling, the geomorphological characterization of the Quinuas river basin with an area of 45,225 km<sup>2</sup> and an average height was necessary, taking as a point of concentration the bridge of the La Quispa town center.

For the hydrological modeling, the HidroEsta 2 software was used to determine the maximum flow, it was necessary to apply the Modified Rational Method specified by the Ministry of Transport and Communications, for which the necessary values required in its application were determined, performing the test of doubtful data of the precipitation values obtained from the "La Encañada" meteorological station, later adjusting them to a Log Gumbel distribution to determine the precipitation in different return periods; It was necessary to transfer the rainfall to an average height of the study basin and the application of a reducing factor of 0.89, in addition to the determination of the curve number, resulting in 92.1 for a concentration time of 152 minutes, thus being able to determine the maximum flows for hydraulic modeling.

For the hydrological modeling, Iber software was used in its version 2.5.1 and 3 possible scenarios of 110.7 m<sup>3</sup> / s, 123.9 m<sup>3</sup> / s 136.84 m<sup>3</sup> / s were simulated; for 15, 25 and 40 years of return period considering it in such a way for hydraulic works of river defenses, bridges and sewers.

At the conclusion of the investigation, flood trends deduced from the 3 previous scenarios modeled were taken, thus establishing a single flood map.

**Keywords:** hydraulic modeling, flooding, flood areas, La Quispa.

# CAPÍTULO I

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1.CONTEXTO

Resulta evidente que las inundaciones se han convertido en una de las amenazas más peligrosas y frecuentes en el Perú, y por tanto de interés general para todos los pobladores peruanos.

Tal es el caso del fenómeno del niño en el año 2017, el que registro según INDECI (2019) se tuvo un total de 283 137 personas damnificadas, 1 644 879 personas afectadas, 381 076 viviendas afectadas, 1 159 establecimientos de salud afectados y 1 269 establecimientos comerciales afectados lo que generó grandes daños económicos que según la nota de prensa N° 136 2018-INDECI-OGCE del 10 de abril de 2018: “El Fenómeno El Niño Costero 2017 dejó como consecuencia 1.7 millones de personas afectadas y los daños superan los 4 000 millones de dólares” y además tan solo para zonas del norte tales como Tumbes, Piura, Lambayeque y la Libertad según las estadísticas de emergencias y daños de INDECI (2012) el daño económico por inundaciones entre los años 1994 – 2012 el costo total fue de S/. 1 007 353.38 y en el distrito de San Juan Bautista se registró una lluvia extrema nivel V acumulando en total de precipitación de 125.5 mm de en la estación Puerto Almendra por lo que a nivel nacional las inundaciones el tratamiento de los temas de inundación resulta importante en todo aspecto económico, humano e inclusive ambiental.

La región de Cajamarca no es ajena a las inundaciones para GRC en el 2019 las lluvias torrenciales en Cajabamba dejaron afectadas a 19 viviendas y 200 metros de carreteras además de daños en las calles y avenidas de la misma ciudad, además en el 2013 fueron dañados 90 ha de maíz y otras 60 ha de plantaciones

En la ciudad de Cajamarca según INDECI (2017) en diciembre la Dirección de Agricultura se inundó en su totalidad al 100% además de dejar afectadas a 500 personas, en febrero de 2021 la intensa lluvia afectó a las zonas de la urbanización La Alameda y la zona el cruce a Santa Bárbara, además de que en enero del 2015 según



el Comercio la lluvia producida llego a inundar las zonas de la Plazuela Bolognesi y la parte baja de la misma, así como también la zona del complejo del Cápac Ñan. El centro poblado La Quispa sufrió el desborde del río Quinuas en diciembre de 2018 dejando perdidas económicas en la zona.

Al ser un tema de suma importancia en el desarrollo regional y nacional de nuestro territorio, la Universidad Nacional de Cajamarca conjuntamente con sus profesionales en el tema llevan a cabo un conjunto de investigaciones en tanto a las inundaciones producidas y a los aspectos necesarios para su tratamiento y prevención.

## **1.2.PROBLEMA**

¿Cuáles son las áreas inundables por máximas avenidas del río Quinuas en el Centro Poblado La Quispa, La Encañada-Cajamarca?

## **1.3.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En el centro poblado La Quispa ya ha tenido inundaciones por desborde de río tal y como se muestran en las imágenes el 23 de noviembre del 2018.



**Figura N° 1: Desborde del río Quinuas en el centro poblado la Quispa.  
Fuente: Diario el Clarín (24 de noviembre de 2018)**



**Figura N° 2: Casa destruida por desborde del río Quinuas en el centro poblado La Quispa**  
**Fuente: Propia**

Por lo que existe alto riesgo de inundación debido a máximas avenidas del río Quinuas; por lo que para prevenir y debido a que no podemos evitar dichos eventos naturales nuestro fin es determinar las zonas de inundación por máximas avenidas del río Quinuas en el centro poblado La Quispa.

#### **1.4.ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

Se busca realizar el modelamiento hidráulico del río Quinuas en el centro poblado La Quispa, la longitud del río tomada será de 434.2 m y se ha considerado un área de 10.46 ha de tal modo se puedan identificar las zonas de inundación ante las máximas avenidas del río Quinuas en el centro poblado La Quispa usando el software para modelamiento hidráulico bidimensional IBER, de tal modo sirvió como herramienta principal para la investigación.

## **1.5.OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Identificar las áreas inundables por máximas avenidas del río Quinuas en el centro poblado La Quispa, La Encañada-Cajamarca.

### **Objetivo Específico**

- Recopilar y sistematizar la información cartográfica e hidrológica del río Quinuas sobre el Centro Poblado La Quispa.
- Realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico de máximas avenidas del río Quinuas en centro poblado La Quispa.
- Realizar mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación.

## **CAPÍTULO II**

### **II. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

En la Universidad Nacional de Cajamarca, en el año 2018 se desarrolló la tesis de grado para título profesional en ingeniería civil “Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico del río Chonta en el tramo Huayrapongo – urbanización condominio El Sausalito” realizada por el bachiller Edison Ramírez Huamán; en la tesis se identifica las áreas inundables en el condómino el Sausalito para máximas avenidas el río Chonta, para ello se modeló con tres posibles escenarios con caudales obtenidos mediante el método racional del orden de 515.32 m<sup>3</sup>/s, 459.20 m<sup>3</sup>/s y 433.75 m<sup>3</sup>/s para riesgos de falla de 5%, 15% y de 25% respectivamente, tomando como punto de concentración el definido por las coordenadas E: 0779674 y N: 9206439.

En el año 2018 en la Universidad Nacional de Cajamarca, se desarrolló la tesis de grado para título profesional en ingeniería civil “Identificación de áreas inundables

mediante modelamiento hidráulico del río Chonta tramo de la Alameda la Chonta Distrito de Los Baños del Inca” realizada por el bachiller Kevin Joel Villena Idrogo; en la tesis se identifica las áreas inundables en el condómino en la alameda la Chonta para máximas avenidas el río Chonta, para ello se modelo con Iber tres posibles escenarios con caudales obtenidos mediante el método racional del orden de 369.62 m<sup>3</sup>/s, 387.64 m<sup>3</sup>/s y 396.53 m<sup>3</sup>/s para los tiempos de retorno de 87.4 años, 139.5 años y 174.3 años respectivamente, tomando como punto de concentración el puente Atahualpa.

En la Universidad Nacional de Jaén, en el año 2020 se desarrolló la tesis de grado para título profesional en ingeniería civil “Áreas De Inundación De La Quebrada Pindo, Al Centro Poblado Perico, Distrito Chirinos, Provincia San Ignacio-Cajamarca” realizada por los bachilleres Juan Peña Villegas y Dilmer Núñez Guevara; en la tesis se determina el área de inundación en la zona urbana del C.P Perico ante una avenida máxima de la quebrada Pindo, para ello se modelo con Iber tres posibles escenarios con caudales obtenidos mediante el método racional modificado del orden de 56.061 m<sup>3</sup>/s, 69.877 m<sup>3</sup>/s, 85.059 m<sup>3</sup>/s y 101.648 m<sup>3</sup>/s para tiempos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años respectivamente.

## **2.2.BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. ÁREA DE ESTUDIO**

Consideraremos para el caso las áreas de estudio como aquellas áreas de interés para los municipios, en las cuales existe zonas pobladas o hay posibilidades de desarrollo poblacional de alguna actividad económica. Además de considerar que el área de estudio hidrológico deberá extenderse a toda el área de aporte de los cauces de los ríos, o sea a toda la cuenca hidrográfica. (INDECI, 2011)

### **2.2.2. CARTOGRAFÍA**

La cartografía es la ciencia que estudia los distintos sistemas o métodos para representar sobre un plano una parte o totalidad de la superficie terrestre, de forma que las deformaciones que se producen sean conocidas y se mantengan dentro de ciertos límites o condiciones, que dependen de las características que en cada caso se pidan a la representación. (Peña, 2011)

#### **Carta**

Es una herramienta cartográfica utilizada para representar superficies de mediana extensión o gran extensión, además se usan para representar elementos naturales y elementos artificiales existentes en el espacio destacando principalmente la altimetría dada por el relieve. (Ernestina & García, 2021)

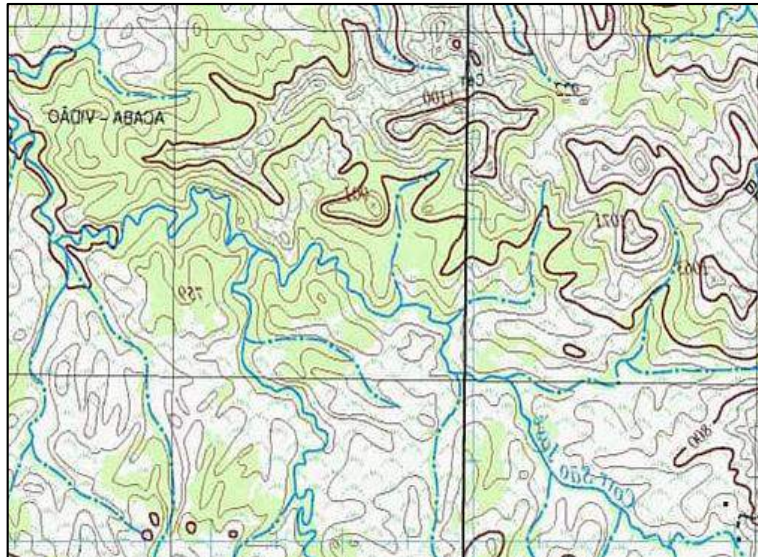
Podemos clasificar las cartas de tal forma:

#### **Según su uso**

Para Ángeles y Gentili (2011), las cartas según su uso se clasifican en:

- **Carta Topográfica**

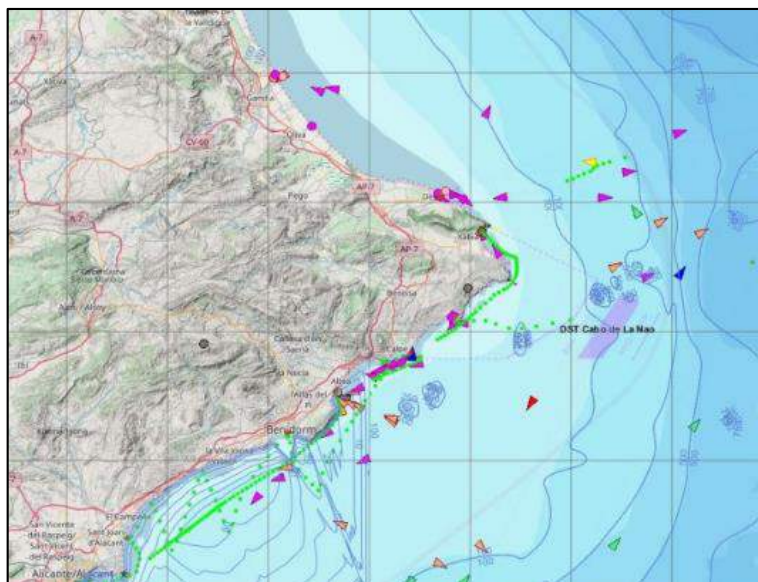
Una carta topográfica es una representación exacta y también detallada de una parte de la superficie terrestre de tal modo identifica los accidentes del terreno y objetos permanentes en él en tanto a su posición, forma y dimensiones. (Ángeles & Gentili, 2011)



**Figura N° 3: Carta Topográfica**  
**Fuente: Teodolito.top**

- **Carta Náutica**

También conocida como carta de navegación, es una representación gráfica de una parte del mar y su línea costera, de forma precisa para permitir una navegación correcta marítima, fluvial y lacustre de forma segura. (CIOH, 2012)



**Figura N° 4: Carta Náutica**  
**Fuente: Nautical News Today**

- **Carta aeronáutica**

Dichas cartas son utilizadas para la navegación aeronáutica de tal modo se seleccionan características reconocibles tales como ciudades, carreteras, líneas férreas; además de



elementos significativos como aeropuertos, aeródromos, balizas y antenas. (Ángeles & Gentili, 2011)



**Figura N° 5: Carta Aeronáutica**  
**Fuente: Nautical News Today**

### **Cartas según su escala**

Para Sánchez (2012), las cartas según su escala se clasifican en:

- **De escalas grandes**  
El valor de su escala está comprendido entre 1:100 a 1:25 000.
- **De escalas medianas**  
El valor de su escala varía entre 1:25 000 a 1: 500 000.
- **De escalas pequeñas**  
El valor de su escala varía entre 1:500 000 y 1: 1 000 000.

### **2.2.3. TOPOGRAFÍA**

Es una ciencia aplicada la cual se encarga de determinar la relativa o absoluta posiciones de puntos en la Tierra, que la representación en un plano de una parte de la superficie de la Tierra; es decir que él estudia los métodos y procedimientos de las mediciones de suelo y su representación gráfica o analítica a un datum. (Alcántara, 2014)

- **Levantamiento topográfico con estación total**

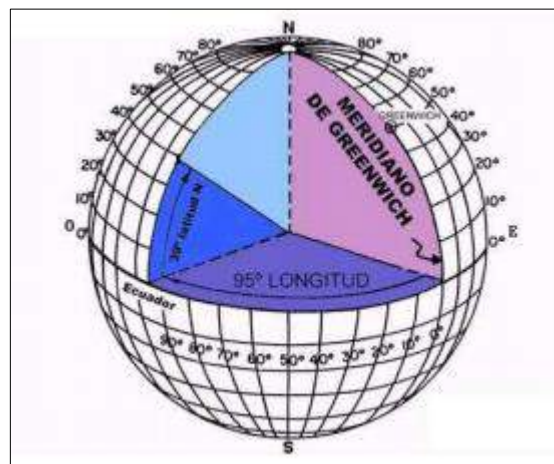
Consta en un estudio descriptivo de la superficie de una porción de terreno de tal modo se realice un estudio técnico de las características tanto físicas, geológicas y geográficas de dicha porción de terreno; haciendo uso de un dispositivo automático como lo es la estación total.

#### 2.2.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un Sistema de Información Geográfica o conocida por sus siglas SIG es una herramienta interactiva que permite la integración de bases de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas, de tal modo permita su almacenamiento, visualización, consulta y análisis de datos espaciales. Por tanto, cualquier actividad relacionada con el espacio, puede beneficiarse del trabajo con SIG. (Alonso, 2013)

#### Coordenadas Geográficas

Las coordenadas Geográficas son una forma de designar un punto sobre la superficie terrestre, para el sistema de coordenadas natural de un esferoide, es el de coordenadas angulares, denominados latitud y longitud, para definir la latitud y la longitud. (Alonso, 2013)

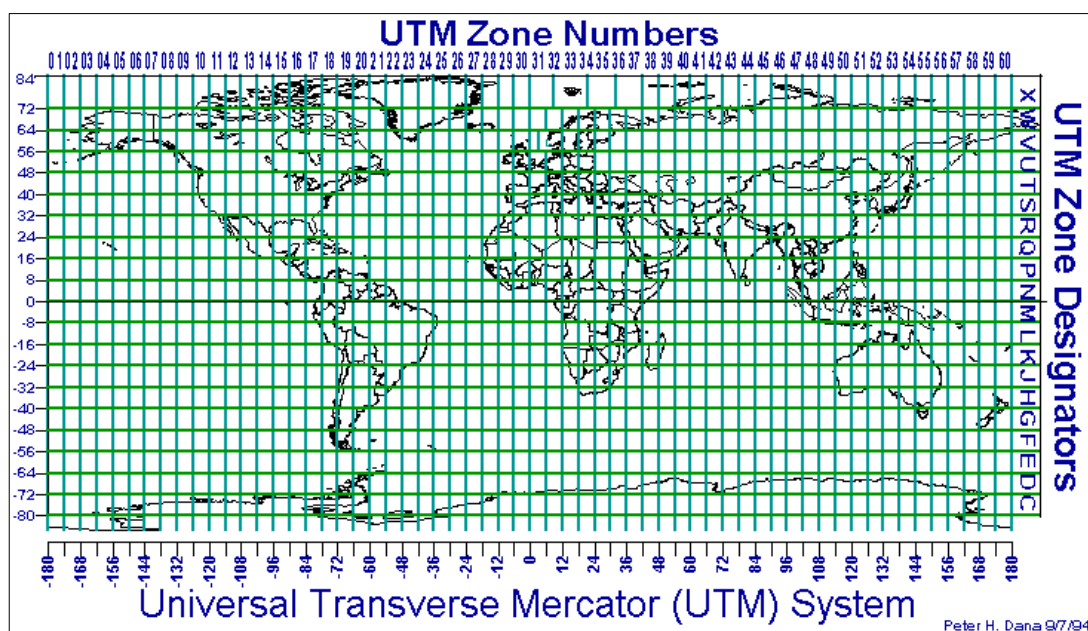


**Figura N° 6: Sistema de coordenadas geográficas**  
**Fuente: GeoGraf**



## Proyección Universal Transversal

La proyección UTM es una de las más conocidas y utilizadas, entre otras, y ampliamente utilizadas en el Perú. Se trata de una proyección cilíndrica transversa en la que la Tierra está dividida en 60 zonas horarias, con un ancho de 6 grados de longitud, comenzando desde el meridiano de y las posiciones geográficas que ocupan los dos puntos meridianos se consideran como zona horaria.



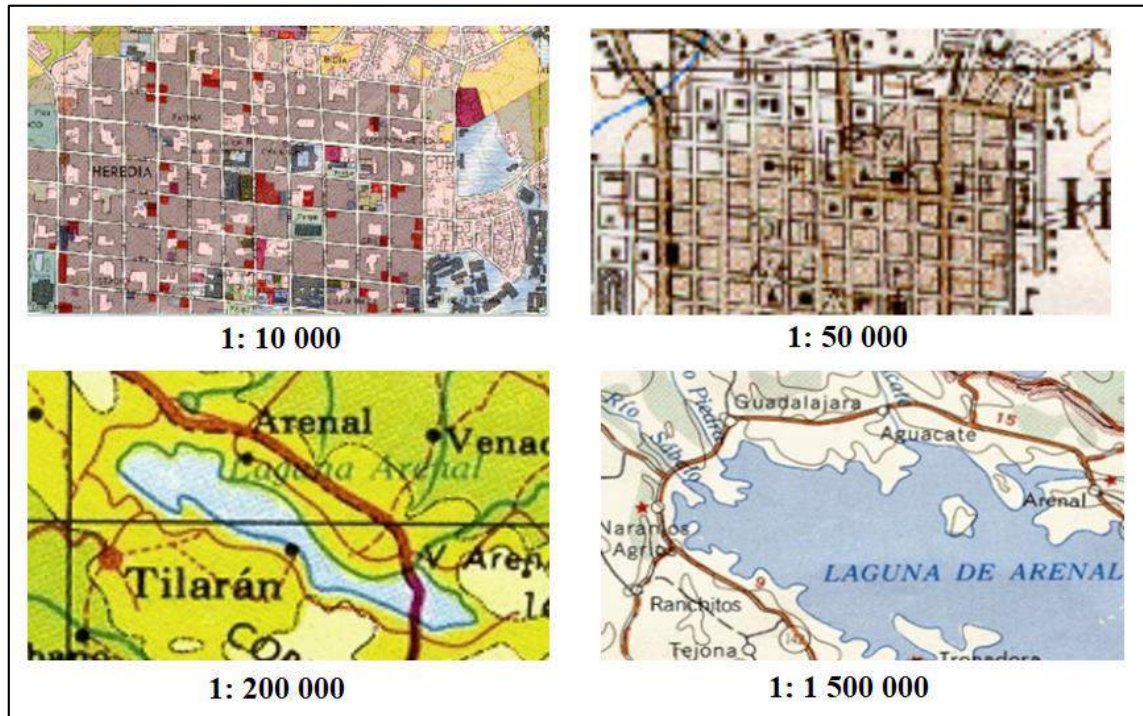
**Figura N° 7: Husos de proyecciones UTM**  
Fuente: ElGps

### 2.2.5. GENERALIZACIÓN Y ESCALA

Para Alonso (2013) el grado de generalización suele depender de la escala del mapa. A grandes rasgos pueden establecerse los siguientes umbrales:

- A escala 1:10 000 y superior la generalización es muy escasa o inexistente.
- A escala 1: 20 000 empieza a aparecer la generalización. Las calles y carreteras aparecen ensanchadas, los edificios se agrupan simplifican, se desplazan y las parcelas de cultivo se agrupan en grandes polígonos de uso de suelo.

- Entre 1: 20 000 y 1: 200 000, los bordes de los polígonos y los objetos lineales, se simplifican, las carreteras se simbolizan, desciende considerablemente el número de objetos representados, pero aumenta la densidad de objetos del mapa.
- A partir de 1: 500 000 el mapa es una representación completamente simbolizada inútil para su integración en un Sistema de Información geográfica.



**Figura N° 8: Efecto de generalización en el grado de detalle del mapa.**  
**Fuente: Instituto Geográfico Nacional**

**Tabla N° 1: Escalas utilizadas en cartografía topográfica.**

ESCALA	1 cm representa	Cubrimiento por carta	Sistema de proyección	1 km se representa por	Nivel de información	Aplicaciones
1:5 000 000	50 km	Territorio Nacional	CCL	0.2 mm	Nacional	-Inventario Nacional de Recursos. -Planeación de obras a nivel Nacional.
1:4 000 000	40 km	Territorio Nacional	CCL	0.25 mm	Nacional	-Planeación interestatal
1:2 000 000	20 km	1 000 000 km <sup>2</sup> aprox	CCL	0.5 mm	Nacional	-Estudios socio demo- -gráficos

1:1 000 000	10 km	250 000 km <sup>2</sup> aprox	CCL	1 mm	Grandes Regiones, Nacional	-Coordinación de gobierno
1:250 000	2.5 km	23 000 km <sup>2</sup> aprox	UTM	4 mm	Regional	-Planeación estatal -Evaluación de recursos estatales -Delimitar municipales -Estudio de anteproyecto
1:50 000	500 m	960 km <sup>2</sup> aprox	UTM	2 cm	Micro Regional Local	-Análisis de desarrollo urbano-

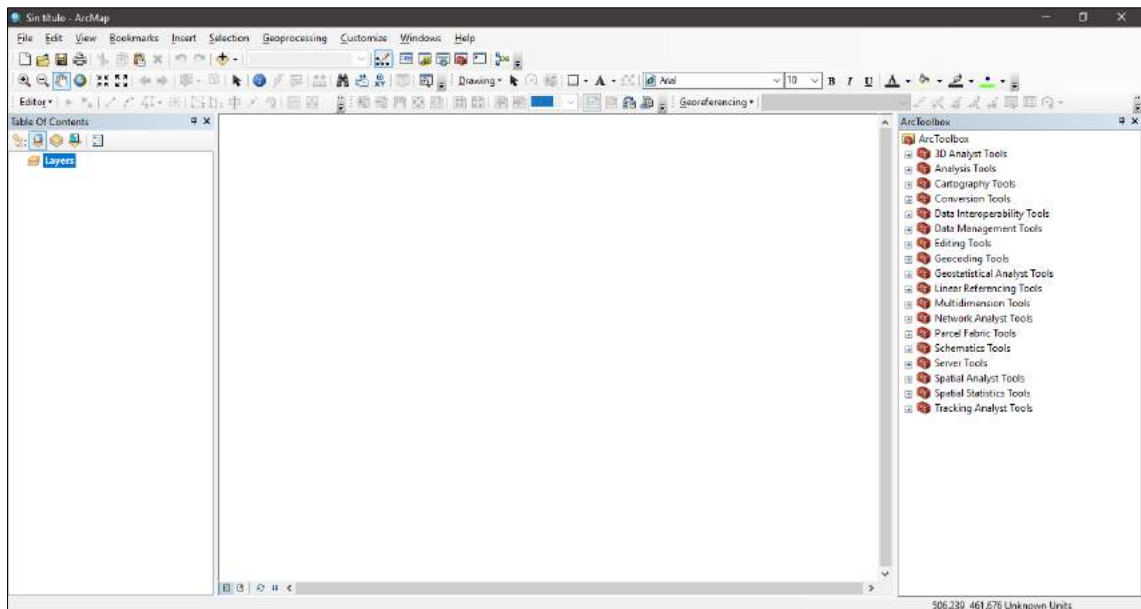
**Fuente: INEGI, México 2008**

## 2.2.6. SOFTWARE PARA SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

### 2.2.6.1. SOFTWARE ARCGIS

Para ESRI (2002), ArcGIS es un sistema de información geográfica (SIG) integrado que consiste en tres partes claves:

- El software ArcGIS Desktop es una suite GIS avanzada integrada.
- ArcSDE Gateway es una interfaz de administración para un sistema de administración de bases de datos.
- El software ArcIMS es un sistema de información geográfica orientado a servidores de red para compartir datos y ayuda.



**Figura N° 9: Interfaz de programa ArcGIS**  
**Fuente: ArcGIS**

Según Geo-innova (2014) las funcionalidades que nos permite ArcGIS son:

- Crear datos geográficos con digitalización asistida.
- Dibujar y editar entidades en un mapa.
- Trabajar con dispositivos móviles actualizando los datos en tiempo real.
- Sintetizar datos de diferentes fuentes.
- Guardar la información en un SIG.
- Realizar operaciones de análisis espacial.
- Diseñar y calcular redes.
- Automatizar geo procesos.
- Crear visualizaciones de propiedades espaciales en 2D y 3D.
- Maquetar mapas y controlar la salida de datos.
  
- Publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario.

### 2.2.7. PELIGROSIDAD

Para el INDECI (2006), la peligrosidad es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. La peligrosidad es identificable, en su mayoría con el apoyo de las nuevas tecnologías.

#### Niveles de Peligrosidad

Para el CENEPRED (2014), la peligrosidad se encuentra dividida en los siguientes niveles:

**Tabla N° 2: Escalas utilizadas en cartografía topográfica.**

NVEL	RANGO
MUY ALTO	$1.04 \leq R \leq 2.515$
ALTO	$0.402 \leq R < 1.04$
MEDIO	$0.136 \leq R < 0.402$
BAJO	$0.035 \leq R < 0.136$

**Fuente: CENEPRED**

### 2.2.8. CLASIFICACIÓN NATURAL DE SUELOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

#### Vertisol

Dichos suelos los podemos encontrar profundos o muy profundos, generalmente los encontramos en planicies y laderas suaves con texturas pesadas, drenaje bueno a imperfecto, en las zonas cercanas a los ríos, alta capacidad de retención de humedad, con una permeabilidad muy lenta, de reacción neutra a moderadamente alcalina, pendiente plana a ligeramente inclinada, sin piedras y erosión nula. La fertilidad natural de estos suelos es promedio en con contenidos medios de materia orgánica,

contenidos de nitrógeno total, contenidos medios de fósforo disponible, alto contenido de potasio disponible y alta saturación. (Poma & Alcántara, 2011)

### **Paramosol**

Los suelos clasificados como paramosol son usualmente moderadamente profundos a profundos, pero también pueden existir suelos superficiales, dichos se localizan en laderas de colina y montañas, son de textura media, drenaje bueno, suelos con alta capacidad de retención de humedad, de reacción fuertemente a ligeramente ácida; presentan una permeabilidad moderada, pendientes empinadas a muy empinadas, pedregosos a muy pedregosos y erosión moderada a severa.

La fertilidad natural de estos suelos es baja; con niveles altos en materia orgánica, niveles medios a altos en nitrógeno total, bajos a medios en fósforo disponible, medios en potasio disponible y saturación de bases baja a media. Su aptitud se orienta a tierras de protección como una zona de recarga hídrica, así como para el pastoreo controlado. (Poma & Alcántara, 2011)

### **Fluvisol-Phaeozem**

Dichos suelos son profundos a muy profundos, con una permeabilidad moderada a moderadamente lenta, de textura media a pesada, drenaje bueno a imperfecto, de reacción neutra a moderadamente alcalino, con pendientes ligeramente inclinada a inclinada.

La fertilidad natural es de media a alta, con contenido medio de materia orgánica, en la composición de los phaeozem son potencialmente ricos en nitrógeno; sin embargo, en ambos casos, la pedregosidad puede impedir las labores de labranza. Son apropiados para una agricultura intensiva, teniendo en cuenta algunos factores limitantes. (Poma & Alcántara, 2011)

### **Paramosol Leptosol**

Son suelos que los podemos encontrar ya sea muy superficiales a moderadamente profundos, de textura media a moderadamente gruesa, drenaje bueno a excesivo, de

reacción fuertemente ácido, por estar asociado a un leptosol se ubica en una pendiente moderadamente empinada a fuertemente empinada.

La fertilidad natural es de media a baja, pero debido a que la actividad microbiana es baja, presenta un alto contenido de materia orgánica tipo turba. La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es nula debido a las condiciones climáticas muy rigurosas, quedando relegadas a sustentar pastos naturales que permiten una actividad pecuaria extensiva. (Poma & Alcántara, 2011)

### **2.2.9. CLASIFICACIÓN POR GRUPO HÍDRICO DE SUELOS**

Para Gómez y Roldan (2013) la clasificación por grupo hídrico de suelos consta en:

#### **Grupo A**

Los suelos del grupo A son suelos con un potencial muy bajo para generar escorrentía. Derivado de la alta profundidad por lo que no hay limitaciones físicas para la percolación del agua, además que cuenta con buenas tasas de infiltración.

#### **Grupo B**

Los suelos del grupo B cuentan con potencial generador de escorrentía bajo. Su capacidad de infiltración es moderada, al presentar una profundidad “efectiva” superior a 1 m, con buena porosidad estructural (resultante de un elevado contenido en materia orgánica de los horizontes superficiales).

#### **Grupo C**

Son suelos con potencial medio para provocar escorrentía. Cuentan con un reducido contenido en materia orgánica o la presencia de materiales litológicos de texturas finas por lo que llevan a unas tasas de infiltración bajas, con independencia de la concurrencia o no de limitaciones físicas para la percolación a partir de los 25 cm.

## Grupo D

Los suelos del grupo D son suelos con alto potencial para provocar escorrentía. La infiltración está muy dificultada por la reducida macro porosidad que presenta el horizonte superficial o por el escaso valor de profundidad “efectiva” (inferior a 25 cm).

### 2.2.10. ASIGNACIÓN DE GRUPO HIDROLÓGICO A CLASIFICACIÓN NATURA DE SUELOS.

Para Gómez y Roldan (2013) la clasificación natural de suelos podemos clasificarla según su grupo hidrológico de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla N° 3: Grupo Hidrológico para tipos de suelo según su clasificación natural.**

GSR (FAO-UNESCO, 2006)		GRUPO HIDROLÓGICO
Histosol	Suelos orgánicos o turbosos. HD hístico	D
Gleysol	Suelos con patrón de color gleyco dentro de los 50 cm superficiales	
Leptosol	Roca continua a una profundidad inferior o igual a 25 cm.	
Calcisol pétrico / Gipsisol pétrico / Durisol pétrico / Solonchack petrosálico	Suelos con horizonte superficial o subsuperficial fuertemente cementados por precipitación química	
Vertisol	Suelos con propiedades vérticas	
Andosol	Suelos desarrollados sobre material tétrico	C
Calcisol/Gipsisol	Suelos con HD cálcico / gípsico. Textura frecuentemente limosas y arcillosas por disolución	
Alisol/Luvisol/Acrisol Licrisol/Solonetz	Suelos con HD árgico	
Planosol	Suelos con HD árgico y/o cambio textural abrupto	
Solonchack	Suelos con HD sálico	B
Podzol	Suelos con HD espódico	
Kastanozem / Phaeozem	Suelos con HD superficial móllico (rico en MO)	



Umbrisol	Suelos con HD superficial úmbrico (rico en MO)	
Cambisol	Suelos con HD cámbico (estructural)	
Fluvisol/Regosol	Suelos sin HD intermedio y de texturas francas dominantes	
Arenosol	Suelos sin HD intermedio y de textura arenosa dominante	A

**Fuente: 6<sup>o</sup> Congreso Forestal Español, 2013.**

### 2.2.11. HIDROLOGÍA

Definimos a la hidrología como la ciencia que estudia la distribución y movimientos de agua en el medio natural por lo que también estudio todos los procesos que implican en él, sobre los continentes. (Giai, 2008)

### 2.2.12. INUNDACIÓN

Una inundación es el desborde lateral de las aguas de los ríos, lagos y mares que cubre temporalmente los terrenos bajos adyacentes. Suele ocurrir en épocas de lluvias intensas, marejadas y en caso de tsunami. (INDECI, 2018)

### 2.2.13. CUENCA HIDROGRÁFICA

Para el caso se define que una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. (Aparicio, 1992)



**Figura N° 10: Cuenca Hidrográfica**  
**Fuente: Gobierno de México**

Por otra parte, para otra definición de cuenca hidrográfica, considera que es un sistema que presenta la lluvia su principal insumo y el flujo, evapotranspiración, flujo superficial y percolación de agua como salidas.

#### **2.2.14. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS**

Consideramos como parámetros geomorfológicos a los datos esenciales de conocer de tal modo que el mismo nos permite evaluar y valorar las características del entorno terrestre. Los principales parámetros geomorfológicos son:

Para (Fatorelli & Fernández, 2011) los parámetros geomorfológicos básicos para establecer una afinidad hidrológica entre cuencas comparables son: área, perímetro, altura máxima, mínima y desnivel, índice de compacidad, radio de elongación, curva hipsométrica, curva de frecuencias altimétricas, altitud media, longitud del cauce principal, pendiente media del cauce principal, pendiente ponderada del cauce principal, rectángulo equivalente, índice de pendiente, pendiente, pendiente media total o pendiente neta total, coeficiente de masividad o de Martonne, coeficiente orográfico.

##### **Área de la cuenca**

Se refiere al área proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular y se obtiene después de delimitar la cuenca. (Villón, 2002)

##### **Perímetro de la cuenca**

Se refiere al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular y se obtiene después de delimitar la cuenca. (Villón, 2002)

##### **Longitud del cauce principal**

Se determina por medición directa de la longitud del cauce más importante de cada cuenca. En la elección de dicho cauce, se tiene en cuenta en cada caso, tanto la longitud del mismo, como su desnivel, buscando siempre el curso que presenta en lo posible, el máximo para ambos valores. (Fatorelli & Fernández, 2011)

### **Curva hipsométrica**

Es la curva que, puesta en coordenadas rectangulares, representa la relación entre la altitud y la superficie de la cuenca que queda sobre la altitud. (Villón, 2002)

### **Altitud media**

Es la ordenada media de la curva hipsométrica, en ella, el 50% del área de la cuenca, está situado por encima de esa altitud u el 50% está situado por debajo de ella. (Villón, 2002)

Numéricamente la altitud media según Villón (2012), podemos determinarla usando la siguiente ecuación:

$$E_m = \frac{\sum a \cdot e}{A} \quad (1)$$

Donde:

$E_m$ : Elevación media

a: Área entre dos contornos

e: Elevación media entre dos contornos.

A: Área total de la cuenca.

## **2.2.15. PRECIPITACIÓN**

Definimos a la precipitación como un fenómeno, la cual incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

## **2.2.16. DETERMINACIÓN DE CAUDAL MÁXIMO**

### **2.2.16.1. Método Racional Modificado**

El método racional modificado consta del método racional considerando la formulación propuesta por Témez. El cual permite estimar de forma sencilla caudales

punta o máximos en cuencas de drenaje naturales con áreas menores de 770 km<sup>2</sup> y con tiempos de concentración (T<sub>c</sub>) de entre 0.25 y 24 horas. (MTC, 2008)

Para el MTC (2008) considera la siguiente ecuación para el método racional modificado:

$$Q = 0.278 CIAK \quad (2)$$

Donde:

Q: Caudal máximo generado en m<sup>3</sup>/s

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad máxima de precipitación en mm/h

A: Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

K: Coeficiente de uniformidad

Cada uno de los valores anteriores pueden ser también determinados para la aplicación del método racional modificado.

#### **2.2.16.1.1. Determinación del tiempo de concentración**

##### **Tiempo de concentración para método racional modificado**

Consideramos como tiempo de concentración al tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca. (MTC, 2008)

Para el MTC (2008) considera la siguiente ecuación para la determinación del tiempo de concentración:

$$T_c = 0.3 \times \left( \frac{L}{i^{0.25}} \right)^{0.76} \quad (3)$$

L: Longitud del cauce principal en km

i: Pendiente media de la cuenca

T<sub>c</sub>: Tiempo de concentración en la cuenca

### 2.2.16.2. Determinación del coeficiente de escorrentía

#### Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía o escurrimiento, es la variable que presenta mayor incertidumbre en su determinación, y representa una relación adimensional entre la lámina de escorrentía superficial generada por una determinada cuenca y la lámina de la precipitación. (Chiarito, Zimmermann, & Méndez, 2018)

Para el MTC (2008) considera la siguiente ecuación para la determinación del tiempo de concentración:

$$C = \frac{(P_d - P_o) \times (P_d + 23P_o)}{(P_d + 11P_o)^2} \quad (4)$$

C: Coeficiente de escorrentía

P<sub>d</sub>: Precipitación máxima diaria (mm)

P<sub>o</sub>: Umbral de escorrentía

#### Umbral de escorrentía

Para el MTC (2008) considera la siguiente ecuación para la determinación del tiempo de concentración:

$$P_o = \left( \frac{5000}{CN} \right) - 50 \quad (5)$$

P<sub>o</sub>: Umbral de escorrentía

CN: Número de curva

#### Número de Curva

Son números que han sido determinados y tabulados por el Soil Conservation Service, con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra. (MTC, 2008)

Según Chow, Maidment, & Mays (1994) los valores de CN para el número de curva han sido tabulados por el Soil Conservation Service con base en el tipo de suelo y el uso de tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

**Tabla N° 4: Número de curva según grupo hidrológico de suelo y su uso.**

Descripción del uso de la tierra		Grupo Hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierra cultivada:					
Sin tratamientos de conservación		72	81	88	91
Con tratamientos de conservación		62	71	78	81
Pastizales:					
Condiciones pobres		68	79	86	89
Condiciones óptimas		39	61	74	80
Vegas de ríos:					
Condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques:					
Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas		45	66	77	83
Cubierta buena		25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf , cementerios, etc.					
Óptimas condiciones: Cubierta de pasto 75% o más.		39	61	74	80
Condiciones aceptables: Cubierta de pasto en el 50% a 75%.		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial					
Tamaño promedio del Lote	Porcentaje promedio impermeable	77	85	90	92
1/8 de acre	65	61	75	83	87
1/4 de acre	38	57	72	81	86
1/3 de acre	30	54	70	80	85
1/2 de acre	25	51	68	79	84
1 acre	20				
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados.		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

**Fuente: Soul Conservation Services, 1969**

### **2.2.16.3. Determinación de la intensidad máxima de precipitación**

#### **Coefficiente de simultaneidad o factor reductor**

Para el MTC (2008) considera la siguiente ecuación para la determinación del tiempo de concentración:

$$K_A = 1 - \text{Log}_{10} \frac{A}{15} \quad (6)$$

Donde:

$K_A$ : Coeficiente de simultaneidad o factor reductor

A: Área de la cuenca ( $\text{km}^2$ )

#### **Precipitación máxima corregida sobre la cuenca**

Para el MTC (2008) considera la siguiente ecuación para la determinación del tiempo de concentración:

$$P = K_A P_d \quad (7)$$

Donde:

$K_A$ : Factor Reductor

$P_d$ : Precipitación máxima diaria (mm)

#### **Intensidad de precipitación**

Para la aplicación del método racional modificado, se determina una intensidad de precipitación, para el cual el MTC (2018) considera la siguiente ecuación para su determinación:

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) \times (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}} \quad (8)$$

Donde:

I: Intensidad de precipitación

P: Precipitación máxima corregida (mm)

Tc: Tiempo de concentración (horas)

#### 2.2.16.4. Determinación del coeficiente de uniformidad

La hipótesis de lluvia neta constante se va alejando de la realidad e infravalorando caudales al incrementarse el Tc. Por ello se aplica el Coeficiente de Uniformidad, que refleja la variación de la lluvia neta durante la duración del aguacero. (Surichaqui, 2016)

Para el MTC (2008) considera la siguiente ecuación para la determinación del tiempo de concentración:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} \quad (9)$$

K: Coeficiente de uniformidad

Tc: Tiempo de concentración en la cuenca (horas)

#### 2.2.17. SIMILITUD DE SISTEMAS HIDROLÓGICOS

Existen algunas reglas que nos permiten buscar la semejanza entre distintos sistemas hidrológicos, como se especifica Ortiz en el estudio “Similitud Hidráulica de sistemas hidrológicos alto andinos y transferencia de información hidrometeorológica”: (...) Los parámetros obtenidos mediante análisis dimensional, unidos a las condiciones de semejanza, permite intercambiar información entre sistemas hidrológicos similares (...).

- **Transferencia de precipitaciones**



Para ello se debe considerar una cuenca de origen, de la misma que se conozca sus datos de precipitación y una de cuenca de destino de la que se desee conocer sus datos de precipitación.

Según Ortiz (2015), las leyes físicas que rigen los sistemas hidrológicos alto andinos, presentadas por los parámetros adimensionales, son las ecuaciones.

$$\pi_1 = \frac{Q}{AP} \quad (10)$$

$$\pi_2 = \frac{H}{\sqrt{A}} \quad (11)$$

$$\pi_3 = \frac{I * t}{H} \quad (12)$$

$$\pi_4 = \frac{Q}{IP} \quad (13)$$

$$\pi_5 = \frac{p}{\sqrt{A}} \quad (14)$$

$\pi$ : Parámetro adimensional.

Q: Caudal de escurrimiento.

A: Proyección de área receptora-colectora sobre un plano horizontal.

P: Precipitación pluviométrica

H: Altitud media sobre el nivel del mar

I: Intensidad de precipitación

p: Precipitación de la cuenca

Haciendo uso de las ecuaciones N° 10 y la ecuación N° 13 tenemos:

$$\pi_6 = \frac{I}{P} \quad (15)$$

Así mismo reduciendo las ecuaciones N° 15 y la ecuación N° 12 tenemos

$$\pi_7 = \frac{P * t}{H} \quad (16)$$

De lo anterior, si usamos la ecuación N° 16 podemos concluir que:

$$P_d = \left(\frac{H_d}{H_o}\right) \left(\frac{t_o}{t_d}\right) P_o = H_e t_e^{-1} P_o \quad (17)$$

$P_o$ : Precipitación en la cuenca de origen

$I_d$ : Precipitación en la cuenca de destino

$H_e$ : Escala de altitudes

$t_e$ : Escala de periodos de duración

### 2.2.18. PERIODO DE RETORNO Y RIESGO DE FALLA

- **Periodo de retorno**

El Periodo de Retorno puede ser cualquier evento extremo como lo son las lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, entre otros, con lo cual, el intervalo, duración o número de años que, en promedio, se cree que será igual o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento. El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia de ocurrencia (periodicidad), las precipitaciones muy intensas ocurren con una frecuencia menor que las moderadas o débiles. (GUTIERREZ LOZANO, y otros, 2011)

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros. (MTC, 2008)

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/N}} \quad (18)$$

T: Periodo de Retorno en años

R: Riesgo de Falla Admisible

- **Riesgo de falla**

El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra. (MTC, 2008)

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N \quad (19)$$

Donde:

R: Riesgo de Falla Admisible

T: Periodo de Retorno en años

N: Vida útil de la obra

**Tabla N° 5: Periodo de retorno para distintos riesgos de falla y años de vida útil**

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900

0.1	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.2	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Fuente: Monsalve, 1999

### 2.2.19. PRUEBA DE DATOS DUDOSOS – OUTLIERS

Este método fue propuesto por primera vez por la Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos y se utilizó para eliminar valores atípicos. En este método, se obtiene la curtosis de datos; si la curtosis excede +0,4, la prueba se realiza para valores atípicos y viceversa. Si la curtosis se encuentra entre los dos rangos, las pruebas para valores atípicos altos y bajos son realizado. (Mirzaei, y otros, 2014)

Para Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos (1981) el rango alto y bajo de datos dudosos en escala logarítmica puede ser encontrado de la forma:

$$Y_H = \bar{y} + K_n \times S_y \quad (20)$$

$$Y_L = \bar{y} - K_n \times S_y \quad (21)$$

Donde:

$Y_H$ : Límite de datos altos dudosos en escala logarítmica

$Y_L$ : Límite de datos altos dudosos en escala logarítmica

$y$ : Valores de precipitación en escala logarítmica  $y = \text{Log } x$

$\bar{y}$ : Media de los valores  $y$

$S_y$ : Desviación Estándar de los valores  $y$

Para la determinación de los valores máximos de la precipitación, la Asociación Estadounidense de Recursos Hídricos (1981) considera:

$$P_H = 10^{Y_H} \quad (22)$$

$$P_L = 10^{Y_L} \quad (23)$$

Donde:

$P_H$ : Límite de datos altos dudosos para la precipitación.

$P_L$ : Límite de datos altos dudosos para la precipitación.

## 2.2.20. DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD PARA VARIABLES HIDROLÓGICAS

### 2.2.20.1. DISTRIBUCIÓN NORMAL

Para Chow, Maidment, & Mays (1994) la distribución normal surge del teorema del límite central, el cual establece que si una secuencia de variables aleatorias  $X_i$  son independientes y están idénticamente distribuidas con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ , entonces la distribución de la suma de  $n$  de estas variables aleatorias,  $Y = \sum_i^n x_i$ , tiende hacia la distribución normal con medida, además la distribución normal tiene una función de probabilidad:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (24)$$

$f(x)$ : Función de densidad de probabilidad

$e$ : Número de Euler

$\sigma$ : Desviación típica

$\sigma^2$ : Varianza

$\mu$ : Media

### 2.2.20.2. DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL:

Chow (1994) llegó a la conclusión de que esta distribución se aplica a variables hidrológicas formadas como productos de otras variables debido a que si:  $X = X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 \dots X_n$ , entonces  $Y = \log X = \sum_{i=1}^n \log X_i = \sum_{i=1}^n \log Y_i$  la cual tiende a la distribución normal para valores grandes de n siempre y cuando los  $X_i$  sean independientes y estén idénticamente distribuidos.

La distribución log normal tiene las ventajas sobre la distribución normal de que es limitada y el log tiende a reducir la asimetría positiva que se encuentra comúnmente en la información hidrológica, porque tomar logaritmos reduce grandes números más que números pequeños.

Para Chow, Maidment, & Mays (1994) la función de densidad de la probabilidad está dada por:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}} \quad (25)$$

$$y = \log x$$

f(x): Función de densidad de probabilidad

e: Número de Euler

$\sigma$ : Desviación típica

$\sigma^2$ : Varianza

$\mu$ : Media

### 2.2.20.3. DISTRIBUCIÓN GAMMA 2 PARÁMETROS

La distribución gamma tiene una forma que varía suavemente similar a la función de densidad de probabilidad típica y es muy útil para la descripción de variables hidrológicas asimétricas de profundidades de precipitación en tormentas. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Para Chow (1954) la distribución gamma incluye la función gamma  $\Gamma(\beta)$ , la cual está dada por  $\Gamma(\beta) = (\beta - 1)! = (\beta - 1)(\beta - 2) \dots 3 \times 2 \times 1$  para un entero positivo  $\beta$ , y en general por:

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} u^{\beta-1} e^{-u} du \quad (26)$$

Para Chow, Maidment, & Mays (1994) la función de densidad de la probabilidad está dada por:

$$f(x) = \frac{\lambda^{\beta} x^{\beta-1} e^{-\lambda x}}{\Gamma(\beta)} \quad (27)$$

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{s_x^2} \quad (28)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{s_x^2} = \frac{1}{CV^2} \quad (29)$$

f(x): Función de densidad de probabilidad

$\Gamma$ : Función gamma

e: Número de Euler

$\sigma$ : Desviación típica

$\sigma^2$ : Varianza

CV: Coeficiente de varianza

#### 2.2.20.4. DISTRIBUCIÓN GAMMA 3 PARÁMETROS

La distribución gamma de tres parámetros o Pearson tipo III introduce un tercer parámetro el límite inferior  $\varepsilon$ , de tal manera que por el método de los momentos, los tres momentos de la muestra (la media, la desviación estándar y el coeficiente de asimetría) pueden transformarse en los tres parámetros  $\lambda, \beta$  y  $\varepsilon$  de la distribución de la probabilidad. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Para Chow, Maidment, & Mays (1994) la función de densidad de la probabilidad está dada por:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (x - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(x-\varepsilon)}}{\Gamma(\beta)} \quad (30)$$

$$\lambda = \frac{S_x}{\sqrt{\beta}} \quad (31)$$

$$\beta = \left(\frac{2}{C_s}\right)^2 \quad (32)$$

$$\varepsilon = \bar{x} - s_x \sqrt{\beta} \quad (33)$$

$f(x)$ : Función de densidad de probabilidad

$\lambda, \beta$  y  $\varepsilon$  : Parámetros para distribución de probabilidad

$\Gamma$ : Función gamma

$e$ : Número de Euler

$\sigma$ : Desviación típica

$\sigma^2$ : Varianza

$C_s$ : Coeficiente de asimetría

#### 2.2.20.5. DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON TIPO III

Si  $\log X$  sigue una distribución Pearson tipo III, se desarrolló como un método para ajustar una curva a cierta información. Su uso está justificado por que se ha encontrado



que arroja buenos resultados en muchas aplicaciones, particularmente para la información de picos crecientes. El ajuste de la distribución de información puede probarse utilizando la prueba  $X^2$ , o utilizando la distribución de probabilidad.

Para Chow, Maidment, & Mays (1994) la función de densidad de la probabilidad está dada por:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (x - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\varepsilon)}}{\Gamma(\beta)}$$

$$y = \log x$$
(34)

$$\lambda = \frac{S_x}{\sqrt{\beta}}$$
(35)

$$\beta = \left(\frac{2}{C_s}\right)^2$$
(36)

$$\varepsilon = \bar{x} - s_x \sqrt{\beta}$$
(37)

$f(x)$ : Función de densidad de probabilidad

$\lambda, \beta$  y  $\varepsilon$ : Parámetros para distribución de probabilidad

$\Gamma$ : Función gamma

e: Número de Euler

$\sigma$ : Desviación típica

$\sigma^2$ : Varianza

$C_s$ : Coeficiente de asimetría

#### 2.2.20.6. DISTRIBUCIÓN GUMBEL

La distribución de Gumbel o distribución de valores extremos utilizada con frecuencia para definir determinadas variables meteorológicas, porque para su estudio toma en

cuenta los valores extremos y ajustados de una manera apropiada para la determinación de los valores máximos como extremos.

Para el MTC (2008) la función de densidad de la probabilidad Gumbel está dada por:

$$F(x) = P(x < X) = e^{-e^{-b}} \quad (38)$$

Siendo:

$$b = \alpha(x - \mu) \quad (39)$$

$$\alpha = \frac{1.28255}{s_x} \quad (40)$$

$$\mu = \bar{x} - 0.45005s_x \quad (41)$$

e: Número de neper

$\bar{x}$ : Media aritmética de la muestra

$s_x$ : Desviación típica de la muestra

### **2.2.21. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGÓROV-SMIRNOV**

La prueba de bondad de ajuste de Kologórov-Smirnov es el método por el cual se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, asimismo permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste. Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada  $F_o(x_m)$  y la estimada  $F(x_m)$ . (MTC, 2008)

El estadístico de prueba es la diferencia máxima entre la probabilidad teórica de distribución determinada y la probabilidad experimental empírica de los datos. Por lo que habrá que oponerse a dos hipótesis.

- $H_o$ : Los datos analizados siguen una distribución M.

- H1: Los datos analizados no siguen una distribución M.

El estadístico de prueba considerado por el MTC (2008) es:

$$\Delta = \text{máx}|F(x < X) - P(x < X)| \quad (42)$$

Donde:

$\Delta$ : Estadístico de Kolmogoróv-Smirnov

$F(x < X)$ : Probabilidad de distribución teórica

$P(x < X)$ : Probabilidad experimental o empírica de los datos

Para el estadístico de prueba ( $\Delta_0$ ) de Kolmogoróv-Smirnov se tomará de la siguiente tabla

**Tabla N° 6: Valores críticos de  $\Delta_0$  del estadístico Kolmogoróv-Smirnov para varios valores N y niveles de significancia  $\alpha$ .**

Tamaño muestral N	Nivel de significancia				
	0.2	0.15	0.1	0.05	0.01
1	0.9	0.925	0.95	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.828
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.733
5	0.446	0.474	0.51	0.565	0.669
6	0.41	0.436	0.47	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.36	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.41	0.49
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.45
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.392
17	0.25	0.266	0.286	0.318	0.381
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.371
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.363
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.356
25	0.021	0.22	0.24	0.27	0.32

<b>30</b>	0.19	0.2	0.22	0.24	0.29
<b>35</b>	0.18	0.19	0.21	0.23	0.27

**Fuente: M. Villón, 2002**

Para Villón (2002):

- $\Delta \leq \Delta_0$ : Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )
- $\Delta > \Delta_0$ : Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ )

Para el caso que la hipótesis nula se rechace se deberá ajustar la distribución a alguna otra distribución.

### **2.2.22. INUNDACIÓN FLUVIAL**

Las inundaciones fluviales son aquellas que se producen debido a las precipitaciones de tal modo que puedan llenar de agua zonas que usualmente no deberían estarla.

### **2.2.23. MORFOLOGÍA FLUVIAL**

La morfología fluvial, consta del estudio de la forma geométrica y configuración de los ríos tanto, lo cual incluye en las estructuras geográficas creadas por los mismos.

### **2.2.24. HIDROLOGÍA FLUVIAL**

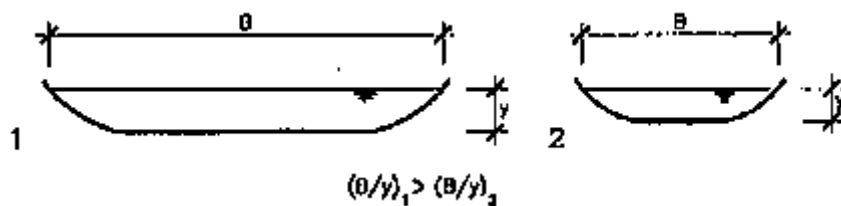
Podemos entender por hidrología fluvial el estudio de la secuencia en que se presentan los caudales de un río y hablamos de un régimen hidrológico para referirnos a explicaciones causales de las regularidades (Martín, 2003)

#### **Geometría hidráulica de un río**

Si se le permiten todos sus grados de libertad, un río es una corriente de agua que forma su cauce ajustando libremente la anchura, el calado y la planta figura 2. Se cuenta con observaciones relativamente sencillas de las características geométricas de los ríos que

sugieren relaciones empíricas entre ellas. Dando un paso más, la pregunta de por qué adoptan el río tales formas permanece todavía sin contestación completa. Este es el caso del porqué de los meandros (Martín, 2003)

Para J. Vide (2002) Examinando las dimensiones de secciones transversales de los ríos se ha encontrado que la anchura  $B$  es proporcional a la raíz cuadrada del caudal ( $B \leftrightarrow Q^{0.5}$ ), es decir, que un río cuatro veces más caudaloso que otro tendrá una anchura aproximadamente el doble (...) el movimiento del agua en lámina libre es que la velocidad media es mayor cuanto mayor es el tamaño de la sección, más concretamente cuando mayor es su dimensión vertical, profundidad, tirante o calado y (debe recordarse la fórmula de Manning, (...) en la que  $v \leftrightarrow y^{2/3}$  en un cauce ancho). Como el producto  $B \cdot y \cdot v$  es el caudal  $Q$  y como  $B \leftrightarrow Q^{0.5}$ , se desprende que el calado y crecerá con el caudal más suavemente que la anchura  $B$ , al igual que la velocidad. Por lo tanto, el cociente  $B/y$ , llamado relación de forma de la sección, crecerá, aunque suavemente, con el caudal. Es decir, un río más caudaloso de un cauce más ancho y profundo, pero es aún más ancho, proporcionalmente a su profundidad, que un río menos caudaloso.



**Figura N° 11: Comparación de las relaciones de forma de un río grande y pequeño.**

**Fuente: J. Vide, 2002**

Para J. Vide (2002) Otra relación empírica indica que el cociente  $B/y$  es mayor cuanto menor es el contenido de material fino en el cauce, es decir, con material más grueso se cauces más anchos (Fig. 4). El mismo efecto de aumentar  $B/y$  ocurre cuanto mayor es el transporte sólido del río (el tamaño del material aluvial y el caudal de dicho material transportado tienen el mismo efecto morfológico en la sección transversal). Otra consecuencia observada del aumento de transporte sólido es la disminución de la sinuosidad, es decir el cauce se hace más recto (Martín, 2003).



**Figura N° 12: Formas de sección transversal.**  
**Fuente: J. Vide, 2002**

La imagen muestra las distintas formas de sección transversal para distintos materiales, grueso (1), medio (2) y para fino (3) si se conservan todas las demás condiciones restantes iguales para todos los casos.

### **Clasificación de Ríos**

#### **- Según su edad:**

##### **Ríos jóvenes:**

Son aquellos que se encuentran en cauces de montaña con pendientes altas y sección transversal de tipo "V". Suelen ser muy irregulares y se encuentran en un proceso de degradación (Jimenez, 2016)

##### **Ríos maduros:**

Cuando el río se convierte en maduro, se amplía su sección transversal. El valle es más ancho. Disminuye la pendiente. El río está en estado de equilibrio o próximo a él. La pendiente y la energía del río son suficientes para transportar el aporte sólido que llega a él ("graded condition"). En el río maduro hay pequeñas planicies de inundación y algunos meandros. Hay desarrollos agrícolas y urbanos en las planicies aledañas. Hay obras de encauzamiento que impiden o limitan los desplazamientos laterales del río. (Rocha, 1998)

##### **Ríos viejos:**

Se encuentran en valles amplios y planicie. Las pendientes son muy bajas y forman depósitos naturales de sedimentos en las márgenes. Frecuentemente se encuentran zonas de pantanos y/o lagos con formas de herradura que son restos de meandros abandonados que fueron cortados en forma natural. (Jimenez, 2016)

- **Según su periodo de actividad:**

**Ríos Perennes:**

Estos ríos están formados por cursos de agua localizados en regiones de lluvias abundantes con escasas fluctuaciones a lo largo del año. Sin embargo, incluso en las áreas donde llueve muy poco pueden existir ríos con caudal permanente si existe una alimentación freática (es decir, de aguas subterráneas) suficiente. (Geocaching, 2018)

**Ríos Estacionales:**

Los ríos estacionales son propios de las zonas con clima tipo mediterráneo, en donde existen estaciones muy diferenciadas entre sí, yendo de inviernos húmedos hasta veranos secos o viceversa. En su mayoría aparecen y se dan en zonas de montaña más que en las zonas de llanura. (Geocaching, 2018)

**Ríos Transitorios:**

Los ríos transitorios son los ríos usualmente de zonas con clima desértico o seco, que no cuentan con caudal constante en todo el tiempo e incluso casi a desaparecer, en los cuales se puede estar sin precipitaciones durante años. Esto se debe a la poca frecuencia de las tormentas en zonas de clima de desierto. Pero cuando existen descargas de tormenta en la zona, que muchas veces son torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad volviendo a retomar su curso natural. (Geocaching, 2018)

**Ríos Alóctonos:**

Los ríos alóctonos son ríos que generalmente están en zonas áridas pero sus aguas proceden de otras regiones más lluviosas que lo alimentan. (Geocaching, 2018)

- **Según el tipo de fondo:**

### **Ríos con lechos aluviales:**

Estos ríos con lecho ya sea de gravas o arenas, se caracterizan por poseer elevadas tasas de transporte de sedimentos y presentar evoluciones morfológicas rápidas (semanas, años). (GARCÍA FLORES & MAZA ÁLVAREZ, 1997)

### **Ríos con lechos rocosos:**

En estos ríos el transporte de sedimentos es muy reducido y su evolución morfológica es mucho más lenta (decenas años, siglos) debido a la dureza del material de su cauce. (GARCÍA FLORES & MAZA ÁLVAREZ, 1997)

## - **Según su forma en planta**

### **Ríos Rectos:**

Un río recto podría definirse como aquel cuya sinuosidad es tan pequeña que puede despreciarse. En un tramo rectilíneo el Índice de Sinuosidad es teóricamente igual a 1. Referencialmente, se puede señalar que usualmente se llama “río recto” a aquel cuyo Índice de Sinuosidad es menor que 1,05. (Rocha, 1998)

### **Ríos Meandros**

Estos ríos tienen tendencia natural a no seguir un curso rectilíneo, lo que constituye una expresión de su inestabilidad, generalmente son ríos aluviales.

Para Rocha (1998) su clasificación según su forma en planta utiliza su grado de sinuosidad, el mismo que calcularemos:

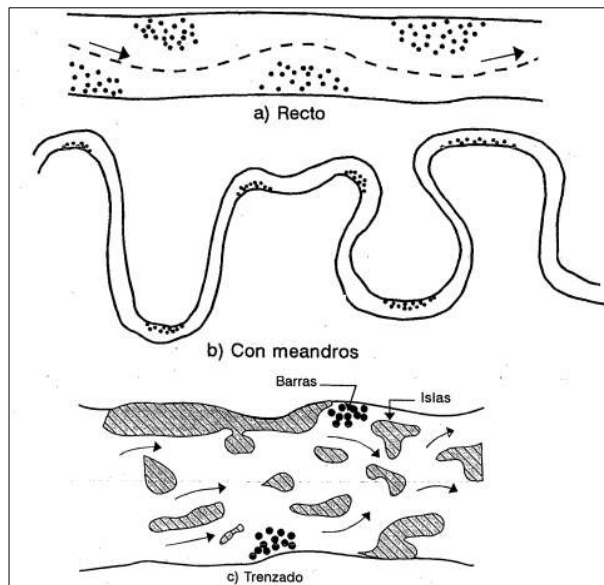
$$S = \frac{L_{c.a}}{L_v} \quad (43)$$

$L_{c.a}$ : Longitud del curso de agua

$L_v$ : Longitud del valle

S: Grado de sinuosidad





**Figura N° 13: Formas de sección transversal.**  
**Fuente: Maza y García, Manual de Ingeniería de Ríos**

**Tabla N° 7: Grado de sinuosidad de ríos.**

Tipo de río	Grado de sinuosidad (S)
Baja Sinuosidad (Recto)	<1.5
Alta Sinuosidad ( Meándrico)	>1.5

**Fuente: Rocha, 1998**

- **Según sus grados de libertad:**

**Un grado de libertad:**

Se dice que un cauce tiene un grado de libertad cuando al hacer pasar un determinado Q líquido lo único que puede variar es el tirante. En este caso no existe transporte de sedimentos. (Pérez, Rodríguez, & Molina, 2018)

**Dos grados de libertad:**

Se dice que un cauce tiene 2 grados de libertad cuando transporta en forma constante un determinado gasto sólido, por lo que pueden variar tanto el tirante como la pendiente hasta que el gasto líquido sea capaz de transportar todo el gasto sólido. (Pérez, Rodríguez, & Molina, 2018)

**Tres grados de libertad:**

Cuando se alimenta un canal con un determinado gasto tanto líquido como sólido en terreno aluvial, se ajustarán la pendiente, el tirante y el ancho de la sección hasta que el líquido  $Q$  líquido sea capaz de transportar en forma uniforme y continua el gasto sólido, por lo que se puede decir que se tiene 3 grados de libertad. (Pérez, Rodríguez, & Molina, 2018)

**Coefficiente de rugosidad de Manning en cursos naturales**

La  $n$  de Manning es una de las formas de expresar la cantidad de resistencia al movimiento del agua en cauces, naturales o artificiales. Este coeficiente de resistencia al flujo es muy variable porque depende de una serie factores como la vegetación, irregularidad, obstrucciones, nivel, caudal, régimen de circulación, entre otros. (Fernández, León, & Martínez, 2018)

**Tabla N° 8: Coeficiente de rugosidad de Manning en cauces naturales.**

<b>Descripción de la corriente</b>			
<b>A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie de crecida &lt; 30m)</b>			
<b>A.1.1 Cursos en planicies</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0.025	0.03	0.033
Rectos con algunas piedras y pastos	0.03	0.035	0.04
Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0.033	0.04	0.045
Meandros con algunas piedras y pastos	0.035	0.045	0.05
Meandros con muchas piedras	0.045	0.05	0.06
Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0.05	0.07	0.08
Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0.075	0.1	0.15
<b>A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0.03	0.04	0.05
Cauce de cantos rodados , con grandes rocas	0.04	0.05	0.07
<b>A.2 Cursos en planicies inundadas</b>			
<b>A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Pasto corto	0.025	0.03	0.035
Pasto alto	0.03	0.035	0.05
<b>A.2.2 Zonas cultivadas</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Sin cultivo	0.02	0.03	0.03
Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0.025	0.035	0.045
Cultivos sembrados a volco en fase de madurez fisiológica	0.03	0.04	0.05
<b>A.2.3 Zonas Arbustivas</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Escasos arbustos y pastos abundantes	0.035	0.05	0.07
Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0.035	0.05	0.06
Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0.04	0.06	0.08
Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0.045	0.07	0.11
Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0.07	0.1	0.16
<b>A.2.4 Zonas arbóreas</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Sauces densos, temporada invernal	0.11	0.15	0.2
Terreno claro con ramas sin brotes	0.03	0.04	0.05
Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0.05	0.06	0.08
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0.08	0.1	0.12
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza las ramas	0.1	0.12	0.16
<b>A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida &gt; 30)</b>			
En este caso los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundario análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor.			
Sección regular sin rocas ni arbustos	0.025		0.06
Sección irregular y rugosa	0.035		0.1

**Fuente: HidrojIng**

### **2.2.25. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO**

La modelización hidrológica es una herramienta muy importante para las inundaciones que se han extendido por todo el mundo, en países desarrollados. En la actualidad, con el uso de estos modelos, se realizan análisis de prevención de inundaciones.

Además, es posible tratar con suposiciones realistas o predecibles que proporcionan un cierto grado de toma de decisiones, ya sea en el desarrollo de ríos alrededor, o para requerir criterios para la construcción e infraestructura capaz de soportar y funcionar en situaciones de emergencia. Incluso alertar a los servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones peligrosas por lluvias torrenciales. (Dueñas, 1997)

### **2.2.26. SOFTWARE DE MODELAMIENTO HIDROLÓGICO**

Son programas informáticos los mismos que son aplicativos, cuya función principal consta en facilitar y simplificar los cálculos laboriosos y para el caso los cálculos hidrológicos.

#### **2.2.26.1. HIDROESTA**

El software HidroEsta es una herramienta que permite el cálculo de los parámetros estadísticos, cálculos de regresión lineal, no lineal, simple y múltiple así como regresión polinomial, evaluar si una serie de datos se ajustan a una serie de distribuciones, calcular a partir de la curva de variación estacional o la curva de duración, eventos de diseño con determinada probabilidad de ocurrencia, realizar el análisis de una tormenta y calcular intensidades máximas, a partir de datos de pluviogramas, los cálculos de aforos realizados con molinetes o correntómetros, el cálculo de caudales máximos, con métodos empíricos y estadísticos, cálculos de la evapotranspiración y cálculo del balance hídrico. (Villón, 2012)

## Fundamentos teóricos:

El software HidroEsta trabaja internamente con los fundamentos teóricos de las distribuciones de probabilidad ya detalladas con anterioridad, las que son:

- Distribución Normal.
- Distribución Log Normal 2 parámetros.
- Distribución Log Normal 3 parámetros.
- Distribución gamma 2 parámetros.
- Distribución gamma 3 parámetros.
- Distribución log Pearson tipo III.
- Distribución Gumbel.
- Distribución Log Gumbel.



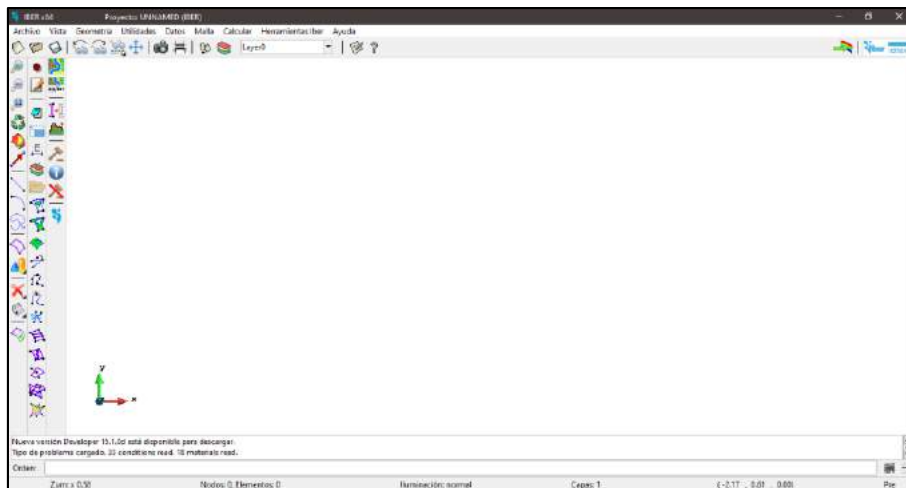
**Figura N° 14: Interfaz de programa HidroEsta 2**  
**Fuente: HidroEsta 2**

## 2.2.27. SOFTWARE DE MODELAMIENTO HIDRÁULICO

Un modelo hidráulico es una representación sintética de un sistema más complejo de tal manera que nos permite los análisis necesarios y para el caso describirá el caudal en ríos , canales abiertos, zonas lacustres y zonas costeras.

### 2.2.27.1. IBER

Desde el punto de la aplicabilidad, IBER es una herramienta muy potente en la modelización de zonas de inundables para las que el flujo no tenga un carácter unidimensional y en las que se deba considerar y analizar la presencia de puentes existentes o proyectados.



**Figura N° 15: Interfaz de programa Iber**  
**Fuente: Software Iber**

Iber es un modelo hidráulico bidimensional para la simulación del flujo de superficie libre en ríos y estuarios. Iber resuelve hidrodinámica, turbulencia, transporte de sedimentos, procesos de calidad del agua y hábitat (IBER, s.f.)



**Figura N° 16: Ejemplo de modelación en IBER.**  
**Fuente: [www.ibercursos.com](http://www.ibercursos.com)**

**Fundamentos teóricos:**

El módulo hidrodinámico de Iber resuelve las ecuaciones de St. Venant bidimensionales, incorporando los efectos de turbulencia y rozamiento superficial por viento:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hU_x}{\partial x} + \frac{\partial hU_y}{\partial y} = 0 \quad (44)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hU_x)}{\partial t} + \frac{\partial\left(hU_x + g\frac{h^2}{2}\right)}{\partial x} + \frac{\partial(hU_xU_y)}{\partial y} \\ = -gh\frac{\partial Z_b}{\partial x} + \frac{\tau_{s,x}}{\rho} - \frac{\tau_{b,y}}{\rho} + \frac{\partial\left(v_t h \frac{\partial U_x}{2}\right)}{\partial x} + \frac{\partial\left(v_t h \frac{\partial U_y}{2}\right)}{\partial y} \end{aligned} \quad (45)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hU_x)}{\partial t} + \frac{\partial\left(hU_y + g\frac{h^2}{2}\right)}{\partial y} + \frac{\partial(hU_xU_y)}{\partial x} \\ = -gh\frac{\partial Z_b}{\partial y} + \frac{\tau_{s,y}}{\rho} - \frac{\tau_{b,x}}{\rho} + \frac{\partial\left(v_t h \frac{\partial U_y}{2}\right)}{\partial y} + \frac{\partial\left(v_t h \frac{\partial U_x}{2}\right)}{\partial x} \end{aligned} \quad (46)$$

Donde:

$$S = \frac{L_{c.a}}{L_v} \quad (47)$$

h: Calado de agua .

$U_x, U_y$ : Velocidades horizontales promedias en profundidad.

g: Aceleración de la gravedad.

$\rho$ : Densidad del agua.

$Z_b$ : Cota del fondo.

$\tau_b$ : Fricción debida al rozamiento del fondo.

$\nu_t$ : Viscosidad turbulenta.

La fricción de fondo se evalúa mediante la fórmula de Manning como:

$$\tau_{b,x} = \rho g h \frac{n^2 U_x |U|^2}{h^{4/3}} \quad (48)$$

$$\tau_{b,y} = \rho g h \frac{n^2 U_y |U|^2}{h^{4/3}} \quad (49)$$

La fuerza de rozamiento realizada por el viento sobre la superficie libre se calcula a partir de la velocidad del viento a 10 m de altura, utilizando para ello la ecuación de Van Dorn.

$$\tau_{s,x} = \rho C_{VD} |V_{10}|^2 V_{x,10} \quad (50)$$

$$\tau_{s,y} = \rho C_{VD} |V_{10}|^2 V_{y,10} \quad (51)$$

Donde:

$V_{x,10}, V_{y,10}$ : Componentes de la velocidad del viento a 10m de altura.



$V_{10}$ : Módulo de la velocidad del viento a 10m de altura.

$C_{VD}$ : Coeficiente de arrastre superficial.

Para el coeficiente de arrastre superficial se calculará de la siguiente manera:

$$|V_{10}| < 5.6 \frac{m}{s} \rightarrow C_{VD} = 1.2 \times 10^{-6} \quad (52)$$

$$|V_{10}| \geq 5.6 \frac{m}{s} \rightarrow C_{VD} = 1.2 \times 10^{-6} + 2.25 \times 10^{-6} \left(1 - \frac{5.6}{|V_{10}|}\right)^2 \quad (53)$$

Utilizando la fórmula de Manning para calcular la fricción de fondo se obtiene de la siguiente expresión para la viscosidad turbulenta:

$$v_t = 0.068 u_f h, \quad u_f = \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho}} \quad (54)$$

### **Solución numérica:**

El uso del método de volúmenes finitos para el cálculo del flujo de agua, sedimentos y turbulencia se ha mostrado adecuado para el desarrollo de una herramienta de aplicación en la resolución de problemas ingenieriles. Iber resuelve las ecuaciones de la hidrodinámica, la turbulencia y el transporte de sedimentos con esquemas explícitos descentrados, lo que lo hace particularmente eficaz para el cálculo de flujos discontinuos (resaltos hidráulicos, frentes de onda), pero sin quitarle capacidad ni precisión en zonas con soluciones más suaves como es el flujo en un estuario. (Blade, y otros, 2014)

### 2.3.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Identificación de zonas inundables:** Consta de la debida zonificación de los principales espacios que serán susceptibles a inundarse.
- **Inundación:** Fenómeno en el cual las zonas en las que no existían agua se ven ahora temporalmente contenidas de agua.
- **Riesgo de falla:** Indica la probabilidad de que cierto evento se produzca en un determinado periodo de retorno.
- **Intensidad máxima:** La consideramos a la cantidad máxima de precipitación para un caso de estudio.
- **Avenida extraordinaria:** Consta de la máxima elevación del nivel de agua en un flujo, la consideramos también como máximas crecidas.
- **Caudal de agua:** Cantidad de agua que discurre por unidad de tiempo.
- **Cuenca hidrográfica:** Superficie geográfica en la que discurre el agua de precipitación hacia un único punto de salida.
- **Modelo hidráulico:** Es una representación simplificada de un sistema real y más complejo para nuestro caso del evento físico en el que intervenga el agua, que nos permitirá predecir un resultado final de un fenómeno estudiado.
- **Flujo:** Indicará el movimiento de un fluido.
- **Tirante de agua:** Es la altura total medida desde el fondo del lecho hasta el nivel que alcanza el flujo de agua.

## CAPÍTULO III

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La tesis: “IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES POR MÁXIMAS AVENIDAS DEL RIO QUÍNUAS EN EL CENTRO POBLADO LA QUISPA” se ubicará en:

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Cajamarca
- Distrito: La Encañada
- Caserío: Polloc
- Anexo: Centro Poblado la Quispa

El tramo del río a estudiar se encuentra comprendidos entre los puntos:

**Tabla N° 9: Tramos del río en coordenadas UTM-DATUM-WGS84- ZONA 17S**

Vértices	Este	Norte
Punto inicial	796967	9213255
Punto final	797399	9213261

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura N° 17: Imagen Satelital del área de estudio**  
**Fuente: Elaboración Propia**

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

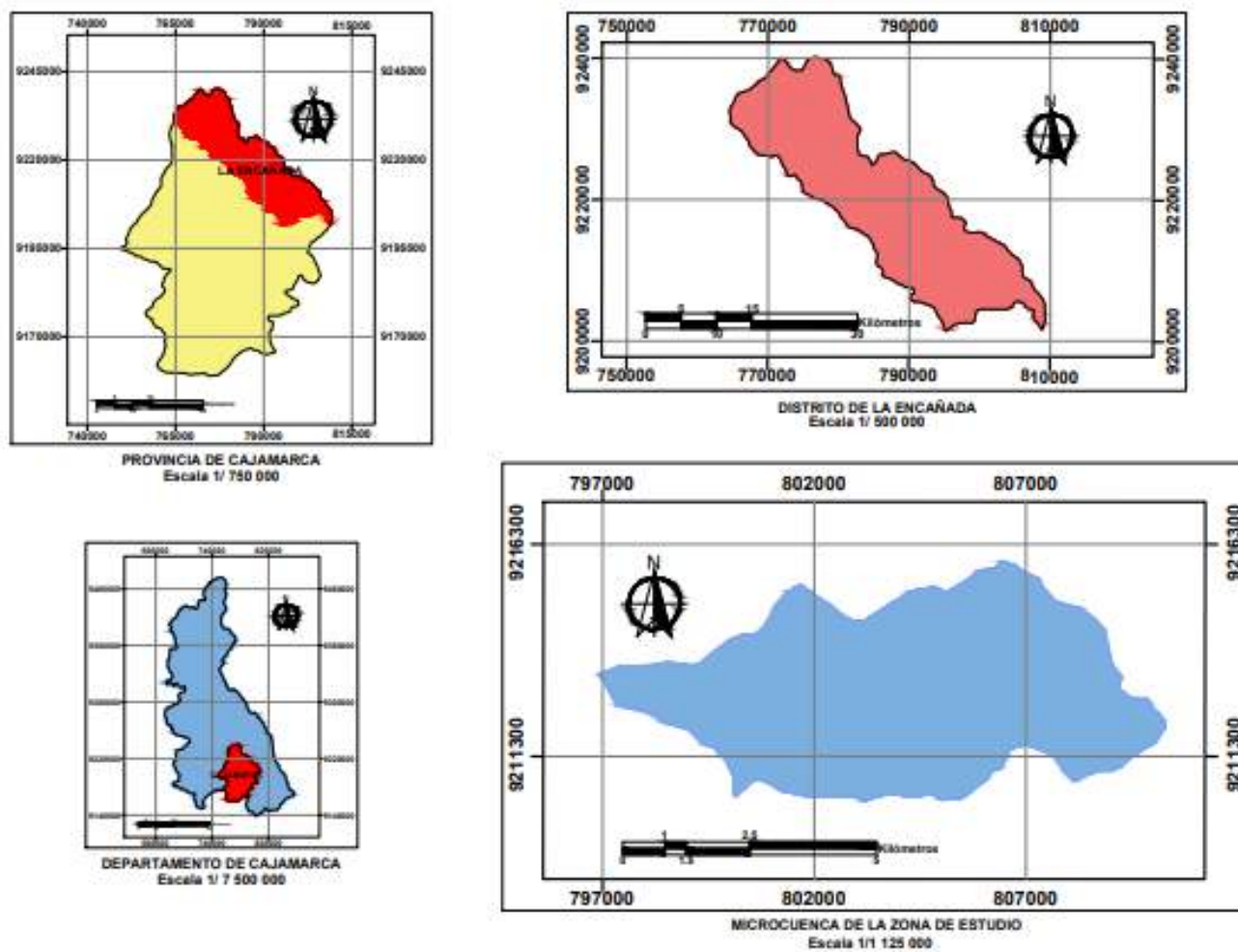


Figura N° 18: Ubicación geográfica del área de estudio  
Fuente: Elaboración Propia

### **3.2.DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El tramo del río Quinuas a estudiar abarca una longitud de 434.2 m y el área es de 10.46 ha el cual es un tramo que pasa por la Quispa, el mismo que ya ha tenido inundaciones considerables.



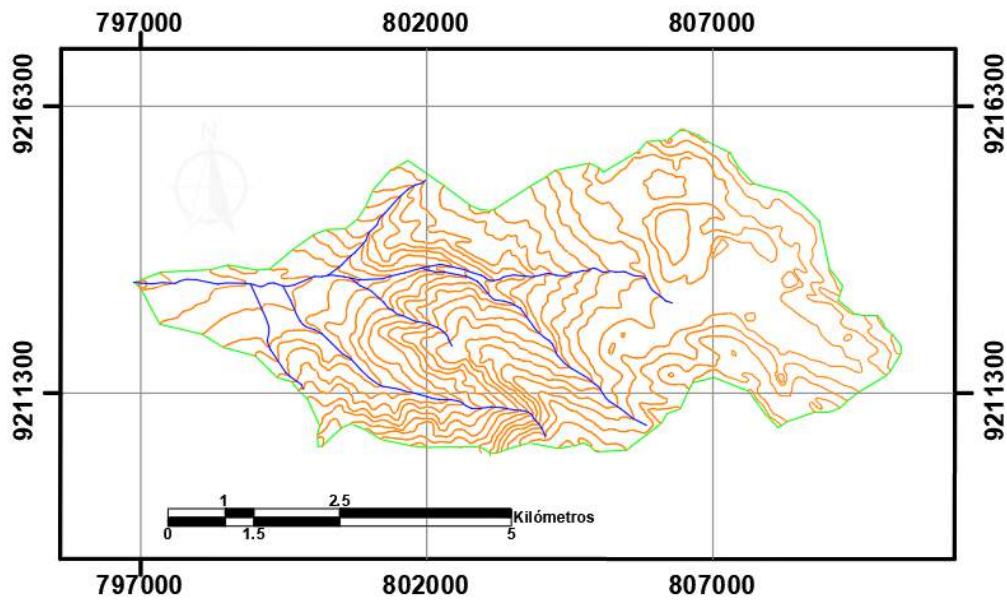
**Figura N° 19: Área de estudio, río Quinuas y alrededores**  
**Fuente: Fotografía propia**

### **3.3.MATERIALES**

#### **Información cartográfica y topográfica**

De tal modo de pueda obtener la información cartográfica de la cuenca y poder obtener todos los datos hidrológicos se tuvo que descargar primeramente los planos de curvas de nivel, para posteriormente a partir de ellos obtener los necesarios para nuestra investigación, los que descargamos de la página (<https://www.geogpsperu.com>) ya con este archivo descargado, utilizando como ayuda el software ArcGIS.





**Figura N° 20: Cuenca de la zona de estudio**  
**Fuente: Elaboración propia**

### **Trabajo de Campo**

Para ello se realizaron 2 visitas de campo de tal modo:

La primera visita se realizó para recopilar información acerca del lugar exacto del desborde del río Quinuas y tener los testimonios de los pobladores e inspección, además de corroborar los datos obtenidos de las noticias y tomar todas las fotografías correspondientes tal y como se muestran en el ANEXO N° 5 de la presente investigación.



**Figura N° 21: Primera visita, centro poblado La Quispa**  
**Fuente: Fotografía Propia**

La segunda visita a campo se hizo para realizar el levantamiento topográfico usando una estación total TS02 del área de estudio, colocando en el mismo los BM correspondientes para su identificación posterior de tal modo que tengamos vestigios del levantamiento además de tomar todas las fotografías correspondientes.



**Figura N° 22: Segunda visita, levantamiento topográfico del área de estudio.  
Fuente: Fotografía Propia**






### **Trabajo de gabinete**

Para ello realizamos el procesamiento de datos obtenidos del levantamiento topográfico además se transfirió los datos de la Estación Total al programa AutoCAD Civil 3D, para obtener el plano a curvas de nivel de nuestra zona de estudio. Luego ya teniendo las curvas de elevación se procedió a obtener el Modelo TIN mediante el programa ArcGIS, de tal modo luego convertirlo a un formato Raster y finalmente llevarlo a un formato ASCII, que permitió la asignación de elevaciones a la malla no estructurada que es necesario en el programa Iber.

### **Equipos**

Los equipos que fueron utilizados para la elaboración de la tesis:

**Tabla N° 10: Equipos necesarios para la elaboración de tesis**

EQUIPO	IMAGEN
<p><b>Estación total Leica TS02</b></p>	
<p><b>Prisma y trípode</b></p>	
<p><b>GPS</b></p>	
<p><b>Laptop</b></p>	
<p><b>Cámara fotográfica</b></p>	

**Fuente: Elaboración Propia**

**Software**

- Software AutoCAD Civil 3D 2019
- Software AutoCAD 2019
- Software ArcGIS 10.6
- Software Microsoft Excel 2016
- Software Microsoft Word 2016
- Software HIDROESTA



- Software IBER

### 3.4.PROCEDIMIENTO

#### 3.4.1. CARACTERIZACIÓN DEL RIO QUINUAS

##### **Geometría Hidráulica del río Quinuas**

Luego del levantamiento topográfico realizado en nuestra zona de estudio que comprende al centro poblado La Quispa, se procesa toda la información de tal modo podamos conocer la geometría del río, resulta importante recalcar que para el tramo de estudio:

- Consta en su mayoría del tramo en forma natural.
- Consta de un azud, el mismo que deriva a un canal de regadío.
- Cruza el centro poblado de La Quispa y por encima suyo un puente canal y un puente carretero.



**Figura N° 23: Río Quinuas, tramo de la zona de estudio**  
**Fuente: Fotografía Propia**

### 3.4.2. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

Para la realización del modelamiento hidrológico, nos es necesario conocer distintos parámetros y factores de la cuenca en la que se encuentra nuestra zona de estudio, es decir; la que engloba al Río Quinuas.



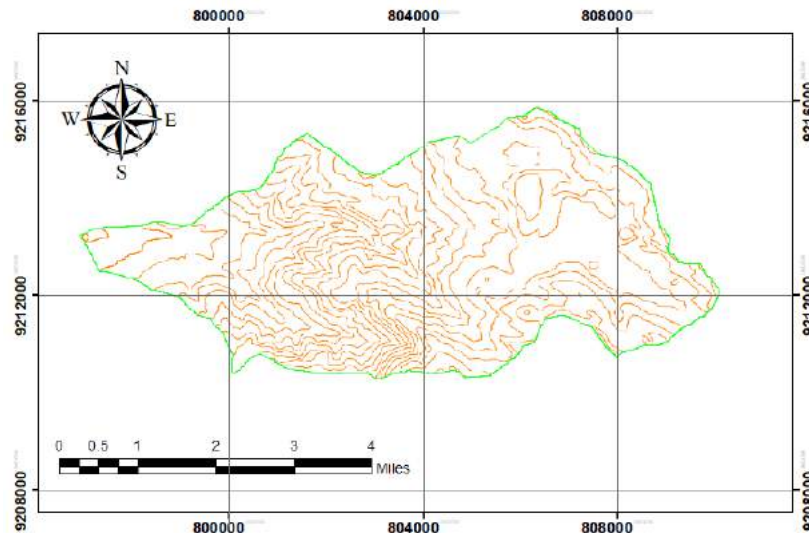
**Figura N° 24: Río Quinuas**  
**Fuente: Fotografía Propia**

#### **Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca:**

Para la determinación de los parámetros de la cuenca que la delimitación de la cuenca se realizó de forma tradicional puesto que nuestro sector de estudio en el software ArcGIS no es detectado como tal, por lo cual nos ayudamos de algunas delimitaciones de cuencas más grandes y laterales a la nuestra de estudio y así poder realizar la delimitación de la forma tradicional, ayudándonos del software AutoCAD y posteriormente:

- Área de la cuenca (A): Luego de haber realizado la delimitación de la cuenca con la carta geográfica obtenida, procedemos a calcular el área, ayudándonos del software AutoCAD para lo cual obtenemos un área de 45.22 km<sup>2</sup> para la cuenca de estudio.

- Perímetro de la cuenca (P): Ya teniendo la delimitación de la cuenca y el borde de la misma en el software AutoCAD, usando sus comandos determinamos el perímetro de la cuenca y tenemos un valor de 33.893 km.
- Pendiente de la cuenca (S): Para ello se tomó en cuenta el método HORTON, el mismo que posteriormente realizamos los cálculos apoyándonos en el software Excel, de cual obtenemos un valor promedio de 14.40%.



**Figura N° 25: Pendiente de la cuenca-método Horton**  
**Fuente: Elaboración propia**

- Tiempo de concentración de la cuenca ( $T_c$ ): Para hallar el tiempo de concentración de la cuenca, se realizó usando la ecuación N° 3, el cual nos dio un tiempo de concentración de 152 minutos.
- Longitud del máximo recorrido: Para ello hemos tomado la longitud del cauce más largo de nuestra cuenca, y determinando su longitud en el programa Civil 3D, el que nos dio como resultado de 10.206 km.
- Cota máxima: Para la determinación de la misma, se lo realizó usando el programa Civil 3D, de tal modo tengamos la cota más alta de nuestra cuenca la que es de 3886.9 msnm.
- Cota mínima: Para la determinación de la misma, se lo realizó usando el programa Civil 3D, de tal modo tengamos la cota más alta de nuestra cuenca la que es de 3886.9 msnm.
- Altitud media: Para hallar este parámetro se aplicó la ecuación N° 1 de tal modo tenemos como resultado 3737.3 msnm.

### 3.4.3. ANÁLISIS HIDROLÓGICO – MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

#### Precipitaciones máximas

Para ello tomaremos los datos de precipitación máxima anual mensual para los años de 1997 a 2020, de la estación “LA ENCAÑADA” las mismas que son mostradas en el Anexo N°3 Tabla N° 14, la estación a considerar se encuentra ubicada en el distrito de la Encañada en el centro poblado de “El Rosario de Polloc” de las cuales elegiremos el valor máximo de los valores mostrados en donde tendríamos la precipitación máxima de 24 horas anual, las que son:

**Tabla N° 11: Precipitación máxima de 24 horas anual de la estación “La Encañada”.**

<b>AÑO</b>	<b>P máx. -24 horas (mm)</b>
1998	33.4
1999	26
2000	21.7
2001	43.8
2002	33.5
2003	28.1
2004	34.9
2005	28.6
2006	41.5
2007	40.6
2008	32.3
2009	42.3
2010	28.8
2011	23.2
2012	24.7
2013	29.3
2014	30
2015	29.3
2016	31.8
2017	26.8
2018	27
2019	30.6
2020	36.1

**Fuente: Elaboración Propia.**

Además de su hidrograma unitario mostrado en el Anexo N° 3 Figura N° 48 para cada año.

### **Prueba de datos dudosos**

Para tomar la validez de cada uno de los datos de precipitación mostrados en la Tabla N° 11 realizamos la prueba de datos dudosos por lo que se llevó los valores de precipitación a valores logarítmicos tal y como se muestra en el Anexo N° 03 en la tabla N° 39, hallamos los valores de la precipitación en escala logarítmica, para determinar los valores máximos y mínimos haciendo uso de las ecuaciones N° 20 y N° 21 del que obtuvimos:

**Tabla N° 12: Valores de máximos y mínimos para prueba de datos dudosos.**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
$Y_H$	1.6919
$Y_L$	1.2894

**Fuente: Elaboración propia.**

Posteriormente se determinó el valor mínimo y máximo para los valores de precipitación haciendo uso de la ecuación N° 22 y N°23 de tal modo se obtuvo.

**Tabla N° 13: Valores de máximos y mínimos de precipitación para prueba de datos dudosos.**

<b>Precipitación</b>	<b>Valor</b>
$P_H$	49.1933 mm
$P_L$	19.4726 mm

**Fuente: Elaboración propia.**

Se realizó la comparación de todos los datos obtenidos de la precipitación en la estación LA ENCAÑADA, encontrándose todos los valores válidos tal y como se muestra en la comparación de datos en el Anexo N° 03 en la Tabla N° 40.

### **Selección de distribución teórica**

Para poder determinar la distribución a la que más se ajusta al presente estudio, se determinó el valor de delta para cada una de las distribuciones teóricas primero ordenado de mayor a menor el valor de las precipitaciones, de tal modo dichos valores serán usados para la prueba de Kolmogoróv-Smirnov.

Los valores de delta fueron determinados en el software HidroEsta, para cada una de las distribuciones:

- **Distribución Normal:**

Los datos de entrada para la distribución Normal, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 41 y en la figura N° 52 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución normal son:

**Tabla N° 14: Valores de delta para distribución normal.**

<b>m</b>	<b>Delta</b>
1	0.0122
2	0.0033
3	0.0073
4	0.0169
5	0.0122
6	0.0196
7	0.0029
8	0.0159
9	0.0458
10	0.0572
11	0.0989
12	0.0967
13	0.0999
14	0.0631
15	0.0722
16	0.0436
17	0.0791
18	0.0378
19	0.0162
20	0.0993
21	0.0749
22	0.0454
23	0.0201

**Fuente: HidroEsta**

- **Distribución Log Normal- 2 parámetros:**

Los datos de entrada para la distribución Normal de 2 parámetros, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 42 y en la figura N° 53 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución normal de 2 parámetros son:

**Tabla N° 15: Valores de delta para distribución Log Normal-2 parámetros.**

<b>m</b>	<b>Delta teórico</b>
1	0.0113
2	0.0194
3	0.0083
4	0.0119
5	0.0151
6	0.0147
7	0.0132
8	0.0049
9	0.0232
10	0.0306
11	0.0722
12	0.0654
13	0.0656
14	0.0264
15	0.0358
16	0.0104
17	0.0462
18	0.0129
19	0.0003
20	0.0908
21	0.0644
22	0.0339
23	0.0084

**Fuente: HidroEsta**

- **Distribución Log Normal- 3 parámetros:**

Los datos de entrada para la distribución Normal de 3 parámetros, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 43 y en la figura N° 54 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución normal de 3 parámetros son:

**Tabla N° 16: Valores de delta para la distribución log normal de 3 parámetros.**

<b>m</b>	<b>Delta teórico</b>
1	0.0217
2	0.0314
3	0.0179
4	0.0076
5	0.0148
6	0.0139
7	0.0197
8	0.0137
9	0.0135
10	0.019
11	0.0606
12	0.0516
13	0.0505
14	0.0103
15	0.0198
16	0.0044
17	0.0317
18	0.0013
19	0.0087
20	0.09
21	0.0626
22	0.0315
23	0.0054

**Fuente: HidroEsta**



- **Distribución Gamma -2 parámetros:**

Los datos de entrada para la distribución Gamma de 2 parámetros, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 44 y en la figura N° 55 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución Gamma de 2 parámetros son:

**Tabla N° 17: Valores de delta para la distribución Gamma de 2 parámetros.**

<b>m</b>	<b>Delta teórico</b>
1	0.0077
2	0.0169
3	0.0089
4	0.0076
5	0.0083
6	0.022
7	0.003
8	0.0063
9	0.0348
10	0.0428
11	0.0845
12	0.0781
13	0.0783
14	0.0377
15	0.0461
16	0.018
17	0.0536
18	0.0161
19	0.0006
20	0.0985
21	0.0723
22	0.0417
23	0.0155

**Fuente: HidroEsta**

- **Distribución Gamma-3 parámetros:**

Los datos de entrada para la distribución Gamma de 3 parámetros, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 45 y en la figura N° 56 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución Gamma de 3 parámetros son:

**Tabla N° 18: Valores de delta para la distribución Gamma de 3 parámetros.**

<b>m</b>	<b>Delta teórico</b>
1	0.0115
2	0.0176
3	0.0039
4	0.0183
5	0.0223
6	0.0074
7	0.0207
8	0.0123
9	0.016
10	0.0237
11	0.0654
12	0.0594
13	0.0604
14	0.0231
15	0.0332
16	0.0096
17	0.0456
18	0.014
19	0.002
20	0.0879
21	0.0617
22	0.0315
23	0.0065

**Fuente: HidroEsta**

- **Distribución Log Pearson-Tipo III:**

Los datos de entrada para la distribución Log Pearson Tipo III, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 46 y en la figura N° 57 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución Log Pearson Tipo III son:

**Tabla N° 19: Valores de delta para la distribución Log Pearson Tipo III.**

<b>m</b>	<b>Delta teórico</b>
1	0.0183
2	0.0265
3	0.0122
4	0.013
5	0.0196
6	0.0093
7	0.023
8	0.0164
9	0.0111
10	0.0172
11	0.0589
12	0.0509
13	0.0506
14	0.0119
15	0.0219
16	0.0012
17	0.0349
18	0.0054
19	0.0042
20	0.0859
21	0.0588
22	0.0279
23	0.0023

**Fuente: HidroEsta**

- **Distribución Gumbel:**

Los datos de entrada para la distribución Gumbel, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 47 y en la figura N° 58 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución Gumbel son:

**Tabla N° 20: Valores de delta para la distribución Gumbel.**

<b>m</b>	<b>Delta</b>
1	0.0296
2	0.0434
3	0.0294
4	0.0011
5	0.0129
6	0.0145
7	0.0259
8	0.0228
9	0.0033
10	0.0063
11	0.048
12	0.0364
13	0.0337
14	0.0076
15	0.0022
16	0.0202
17	0.016
18	0.0105
19	0.0168
20	0.0876
21	0.0591
22	0.0274
23	0.0005

**Fuente: HidroEsta**

- **Distribución Log Gumbel:**

Los datos de entrada para la distribución Log Gumbel, fueron los de precipitación mostrados en la tabla N° 11, obteniendo como resultados los datos mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 48 y en la figura N° 59 y los datos obtenidos para el valor delta de la distribución Log Gumbel son:

**Tabla N° 21: Valores de delta para la distribución Log Gumbel.**

<b>m</b>	<b>Delta teórico</b>
1	0.0397
2	0.0642
3	0.0499
4	0.0061
5	0.0172
6	0.0074
7	0.0478
8	0.05
9	0.0257
10	0.0265
11	0.0152
12	0.0002
13	0.0036
14	0.0433
15	0.0318
16	0.0486
17	0.0118
18	0.0297
19	0.0288
20	0.0813
21	0.0509
22	0.018
23	0.0103

**Fuente: HidroEsta**

**Prueba de bondad de ajuste Kolmogoróv-Smirnov**

Para comprobar la bondad de ajuste de cada una de las distribuciones se realizó la prueba de Kolmogoróv-Smirnov tal y como se muestra en el Anexo N° 03 en la tabla N° 49 de tal modo se eligió la distribución más representativa y la que más se adecuó para nuestro estudio, por lo que se seleccionó el menor valor de delta de cada una de

las distribuciones que fueron tomadas con anterioridad, obteniéndose como valor mínimo la distribución Log Gumbel la que más se ajusta para nuestro caso.

**Tabla N° 22: Valores de delta para la distribución seleccionada.**

<b>Δ Distribución de Gumbel</b>	0.0813
<b>Δ Tabular</b>	0.28358

**Fuente: Elaboración Propia**

### **Precipitación máxima**

Posteriormente se seleccionó la distribución tipo Log Gumbel como la más adecuada para nuestro estudio, para lo cual se cargó nuestros datos de precipitación máxima mostrados en la tabla N° 11, obteniéndose las precipitaciones máximas para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 40, 50, 100 y 200 años haciendo uso del software HidroEsta tal y como se muestra en el Anexo N° 03, en las figuras N° 58, N° 59, N° 60, N° 61 y se obtuvo como resultado:

**Tabla N° 23: Precipitación máximas para distintos periodos de retorno.**

<b>T</b>	<b>Prob(Pmax≤x)</b>	<b>Precipitación 24 horas (mm)</b>
2	0.4998	30
5	0.8001	35.47
10	0.9	39.62
15	0.9333	42.17
20	0.95	44.06
25	0.96	45.57
40	0.975	48.9
50	0.98	50.56
100	0.99	56.04
200	0.995	62.1
500	0.998	71.11
1000	0.999	78.78

**Fuente: Elaboración Propia**

## Precipitación transpuesta

Para las precipitaciones en la altura media de nuestra cuenca de estudios, hallaremos las precipitaciones transpuestas, considerando un factor de altitud para una cuenca de destino del Rio Quinuas con una altitud de 3437 m.s.n.m la cuenca de destino para la estación La Encañada con una altitud de 2980 m.s.n.m se determinó y se determinó con la ecuación N° 17 la precipitación para nuestra zona de estudio.

**Tabla N° 24: Precipitación transpuesta a la cuenca del Rio Quinuas.**

T	Prob( $P_{max} \leq x$ )	Precipitación ( La Encañada) 24 horas (mm)	Precipitación (Cuenca de estudio) 24 horas (mm)
2	0.4998	30	34.601
5	0.8001	35.47	40.910
10	0.9	39.62	45.696
15	0.9333	42.17	48.637
20	0.95	44.06	50.817
25	0.96	45.57	52.558
40	0.975	48.9	56.399
50	0.98	50.56	58.314
100	0.99	56.04	64.634
200	0.995	62.1	71.623
500	0.998	71.11	82.015
1000	0.999	78.78	90.861

**Fuente: Elaboración Propia**

## Coefficiente de Simultaneidad o factor reductor

En la determinación de la precipitación máxima, fue necesario la determinación del coeficiente de simultaneidad, el cual lo obtuvimos usando la ecuación N° 6; de tal usando el valor del área de la cuenca de 45.225, se obtuvo un valor del coeficiente de simultaneidad de 0.8896

## Precipitación máxima corregidas

Una vez se obtuvo ya las precipitaciones máximas para distintos periodos de retorno, tal y como se muestran en la tabla N° 24 con la que se realizó la corrección de las precipitaciones obtenidas usando el factor reductor determinado por la ecuación N° 6 obteniendo un valor de  $k_A=0.89896$ , por lo que las precipitaciones máximas corregidas son:

**Tabla N° 25: Precipitaciones corregidas para distintos periodos de retorno.**

T	Prob( $P_{max} \leq x$ )	Precipitación (Cuenca de estudio corregida) 24 horas (mm)
2	0.4998	30.782
5	0.8001	36.395
10	0.9	40.653
15	0.9333	43.269
20	0.95	45.209
25	0.96	46.758
40	0.975	50.175
50	0.98	51.878
100	0.99	57.501
200	0.995	63.719
500	0.998	72.964
1000	0.999	80.834

**Fuente: Elaboración Propia.**

## Número de curva

Para la determinación del número de curva, se realizó el mapa de uso de suelos de la cuenca de estudio, tal y como se muestra en el Anexo N° 03 en la figura N° 64 para la determinación y la delimitación de las áreas correspondientes, además se consideró también el tipo de suelo según el grupo hidrológico del suelo especificado en la tabla N° 3 tomando en cuenta la clasificación de suelos naturales tal como se muestra en la



figura N° 64 del Anexo N° 3; para la clasificación del suelo según su grupo hidrológico obteniendo los resultados mostrados en el Anexo N° 03 en la tabla N° 50 para las áreas totales según su grupo hidrológico en la cuenca de estudio y para el uso de suelos mostrado en el Anexo N° 3 en la figura N° 64, de tal modo se obtuvo un valor de CN de 83.52 ,por lo que se determinó un valor máximo de CN (III) de 92.098 de tal forma:

**Tabla N° 26: Número de curva para la cuenca de estudio.**

CN	83.5299
CN (III)	92.0987

**Fuente: Elaboración propia.**

### **Tiempo de concentración**

Para la determinación de nuestra intensidad máxima y posteriormente la aplicación del método racional modificado fue necesario el tiempo de concentración de nuestra cuenca de estudio, de tal modo usando la ecuación N° 3 se obtuvo un valor del tiempo de concentración de 152 minutos.

### **Coefficiente de Uniformidad**

Para la aplicación del método racional modificado, fue necesario la determinación del coeficiente de uniformidad, el cual lo obtuvimos usando la ecuación N° 9; de tal modo se obtuvo un valor del coeficiente de uniformidad de 1.18586

### **Intensidad de precipitación**

Para la determinación de la intensidad de precipitación se hizo uso de la ecuación N° 8 de tal modo se pudo obtener las intensidades para cada periodo de retorno, los que se muestran en la tabla:

**Tabla N° 27: Intensidad de precipitación para distintos periodos de retorno.**

TR	Precipitación (mm)	I (mm/h)
2	30.782	7.816

5	36.395	9.241
10	40.653	10.322
15	43.269	10.986
20	45.209	11.478
25	46.758	11.872
40	50.175	12.739
50	51.878	13.172
100	57.501	14.599
200	63.719	16.178
500	72.964	18.525
1000	80.834	20.524

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **Coefficiente de Escorrentía**

Para el uso del método racional modificado fue necesario la determinación del coeficiente de escorrentía en nuestra zona de estudio para lo que usaremos la ecuación N° 4 y el número de curva para la obtención del coeficiente de escorrentía, para lo que se obtuvo:

**Tabla N° 28: Valor del coeficiente de escorrentía para distintos tiempos de retorno.**

<b>TR</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>C Coeficiente de Escorrentía</b>
2	30.782	0.564
5	36.395	0.621
10	40.653	0.657
15	43.269	0.676
20	45.209	0.690
25	46.758	0.700
40	50.175	0.720
50	51.878	0.730
100	57.501	0.758
200	63.719	0.785
500	72.964	0.816
1000	80.834	0.838

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **Generación de caudales máximos**

Se realizó la generación de los caudales máximos por el método racional modificado para nuestra cuenca de estudio, para lo cual se utilizó la ecuación N° 2, usando los valores previamente determinados, de tal modo se obtuvo los siguientes valores:

**Tabla N° 29: Caudales de diseño determinados por el método racional modificado.**

TR (años)	C	I (mm)	A (km <sup>2</sup> )	K	Q (m <sup>3</sup> /s)
2	0.5641	7.8155	45.225	1.186	65.735
5	0.6207	9.2406	45.225	1.186	85.515
10	0.6566	10.3217	45.225	1.186	101.042
15	0.6762	10.9860	45.225	1.186	110.753
20	0.6896	11.4784	45.225	1.186	118.019
25	0.6998	11.8718	45.225	1.186	123.860
40	0.7205	12.7393	45.225	1.186	136.844
50	0.7300	13.1718	45.225	1.186	143.361
100	0.7582	14.5994	45.225	1.186	165.043
200	0.7846	16.1782	45.225	1.186	189.246
500	0.8165	18.5254	45.225	1.186	225.508
1000	0.8383	20.5236	45.225	1.186	256.524

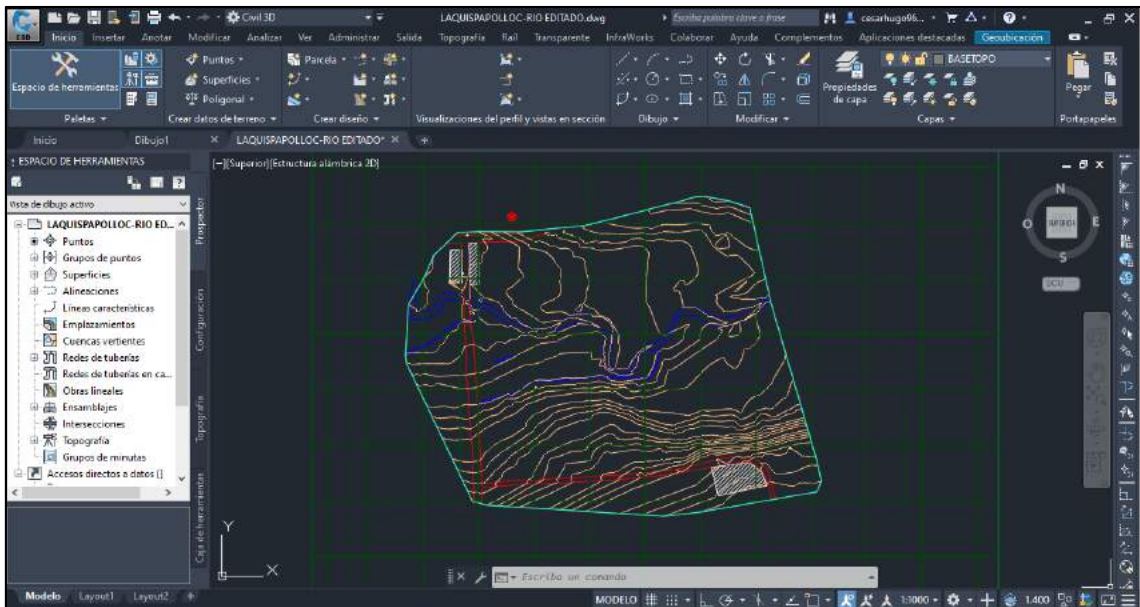
**Fuente: Elaboración propia.**

#### **3.4.4. MODELAMIENTO HIDRÁULICO**

#### **3.4.5. Generación de base**

#### **Delimitación de la zona de simulación-Civil 3D**

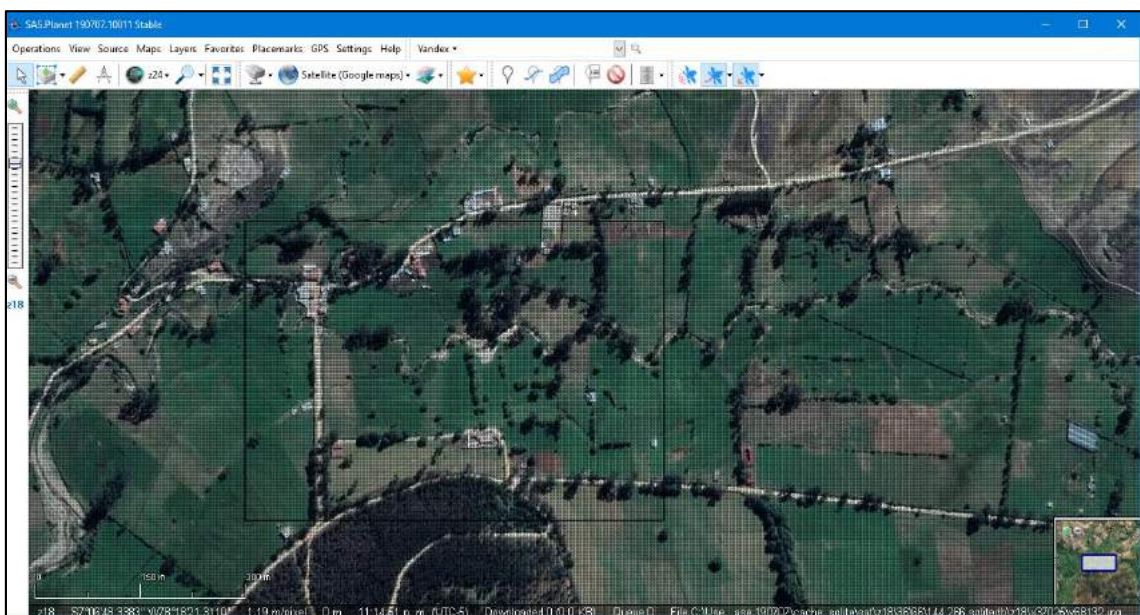
Teniendo la delimitación de la zona de estudio, trabajada en Civil 3D teniendo ya procesados los datos de la zona en el programa realizaremos la delimitación para nuestra zona de estudio, dicha consideración se realizó, teniendo en cuenta una bocatoma existente en el río del tramo de estudio.



**Figura N° 26: Delimitación de la zona de estudio en Civil 3D**  
Fuente: Propia

### **Obtención de imagen satelital-SASPlanet**

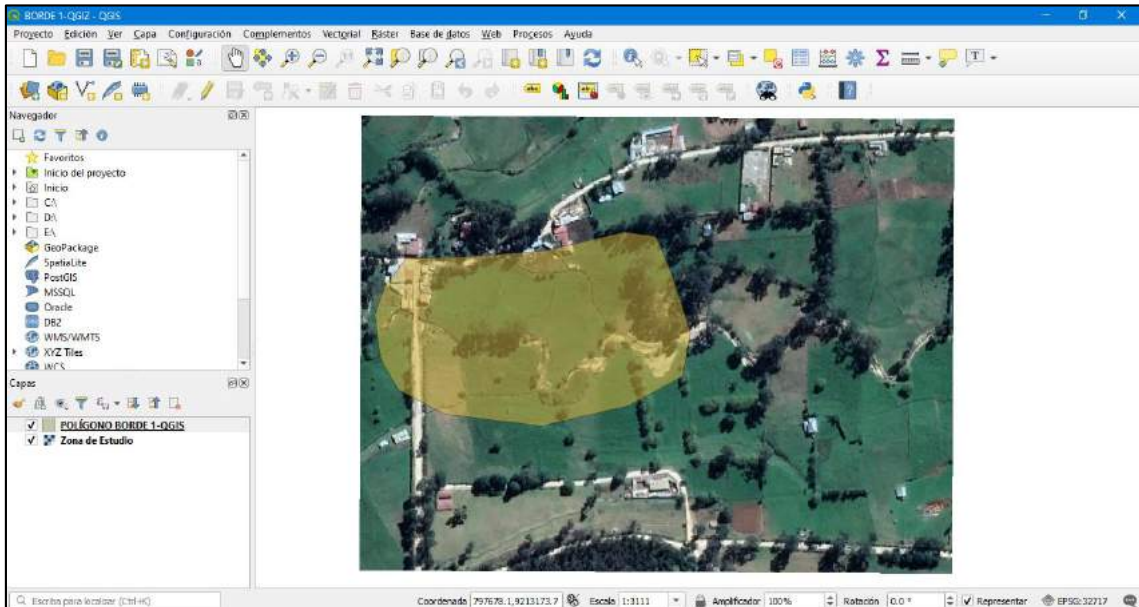
Para la colocación de coberturas en la zona de estudio es necesario contar con una imagen referencial satelital de tal modo podamos identificar cada uno de los tipos de coberturas presentes en el terreno, para lo cual usaremos el programa SASPlanet el que nos brindará una imagen satelital georreferenciada.



**Figura N° 27; Obtención de imagen satelital en SAS.PLANET**  
Fuente: Propia

## Creación de mapa base coberturas-QGIS

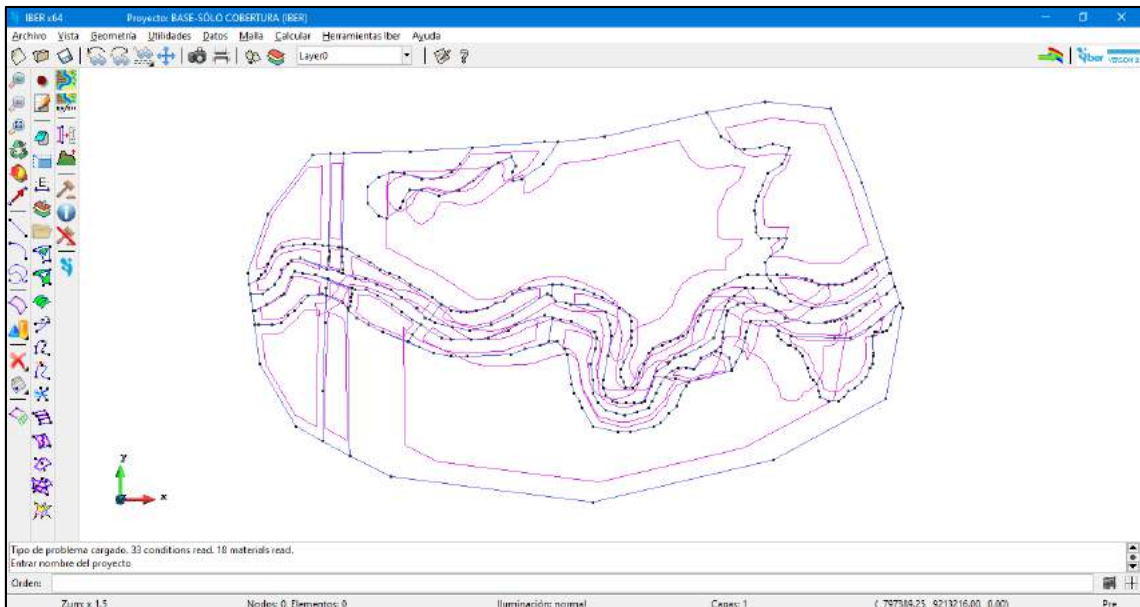
Ya teniendo la delimitación de nuestra zona de estudio, es necesario para la realización del proceso en Iber, delimitar todas las coberturas de la zona, para lo cual lo realizaremos usando el programa QGIS, que nos permitirá generar el polígono de la delimitación e ir dividiéndolo sin superposición de áreas, dicha división la realizaremos teniendo la imagen satelital georreferenciada obtenida.



**Figura N° 28: Creación de mapa cobertura en QGIS**  
**Fuente: Propia**

### 3.4.6. Pre-proceso Iber Importación de geometría

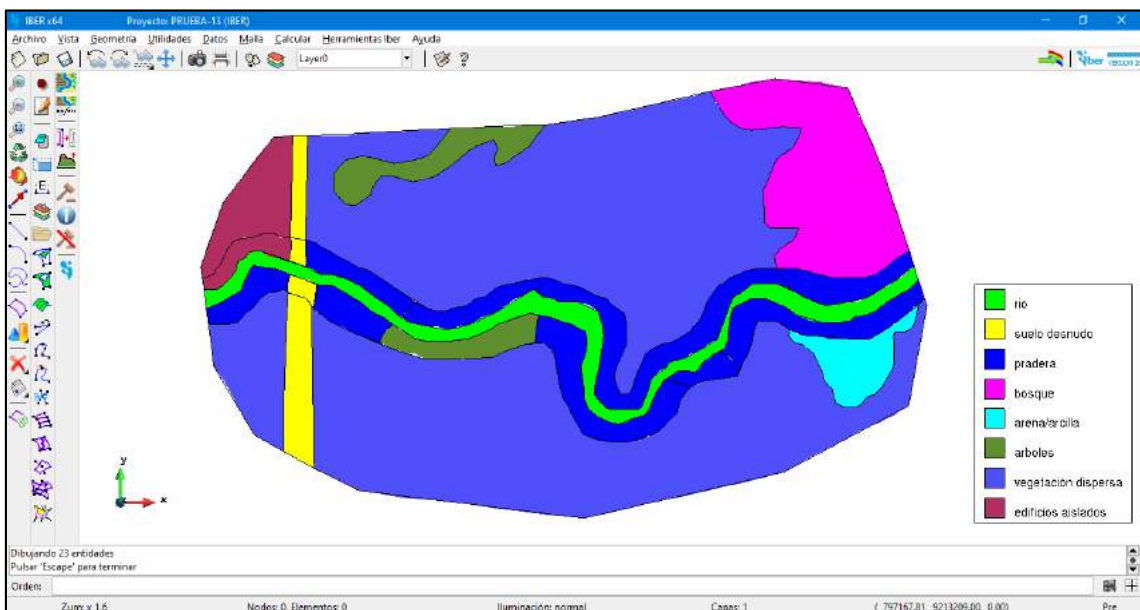
Ya teniendo la base, trabajada en el programa QGIS y guardado en formato .shp realizamos la importación de la superficie al programa IBER, de tal modo tengamos ya definidas todas las coberturas de nuestra zona de estudio para la realización de la simulación.



**Figura N° 29: Importación de geometría a IBER**  
Fuente: Propia

### Asignación de rugosidades

Para poder realizar la simulación, colocaremos las rugosidades por defecto del programa Iber en cada una de las superficies, de tal modo los valores asignados para cada una de ellas son:



**Figura N° 30: Asignación de rugosidades en IBER**  
Fuente: Propia



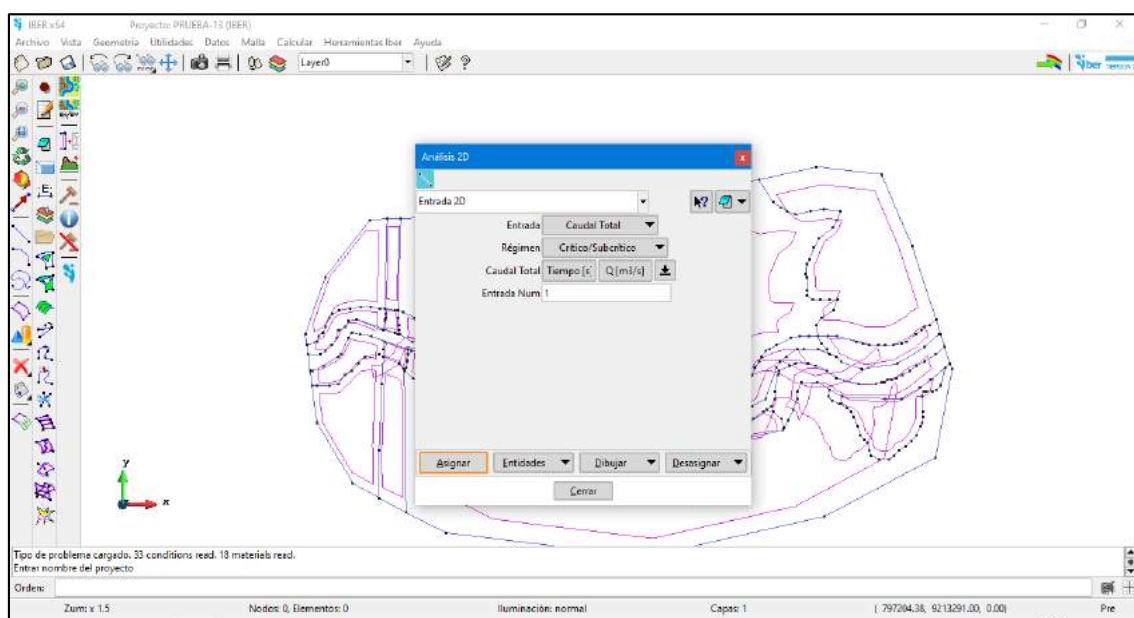
**Tabla N° 30: Rugosidades asignadas en programa IBER**

Superficie	Rugosidad "n"-Manning
Rio	0.025
Suelo desnudo	0.023
Pradera	0.05
Bosque	0.12
Arena/Arcilla	0.023
Árboles	0.12
Vegetación dispersa	0.08
Edificios aislados	0

**Fuente: Iber**

### Asignación de caudal

Luego de haber identificado cada una de las coberturas de nuestra zona de estudio realizaremos la asignación de caudales, para lo cual lo realizaremos en el programa Iber en el lado de inicio del rio, se asignarán para cada uno de los caudales indicados anteriormente.

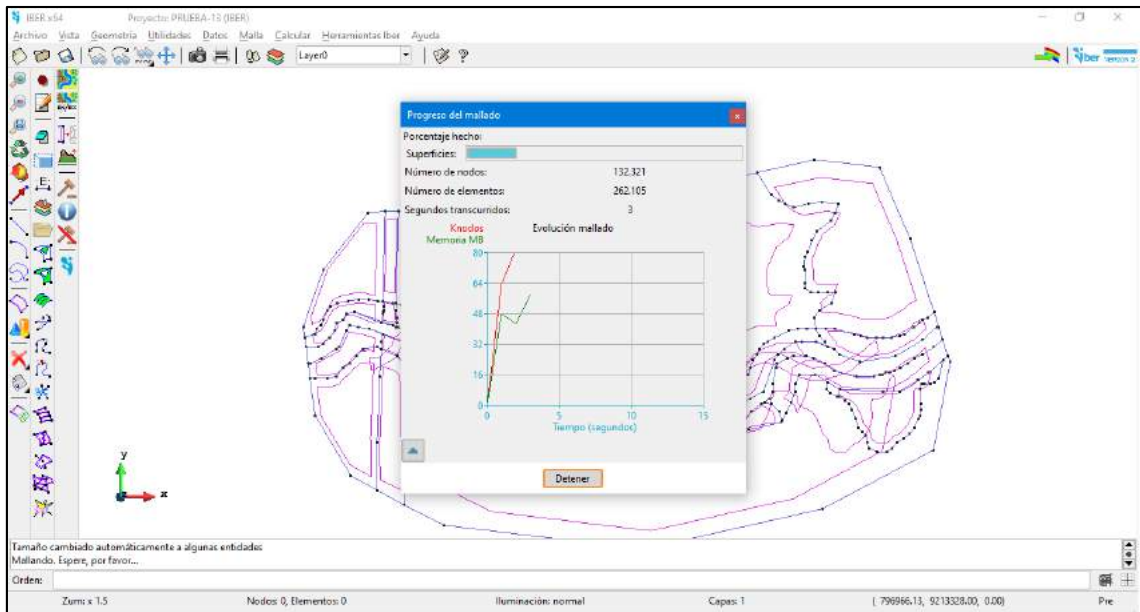


**Figura N° 31: Asignación de caudales en IBER**

**Fuente: IBER**

### Creación de malla no estructurada

Para realizar la simulación es necesario realizar antes el proceso de mallado de nuestra zona de estudio, para lo cual lo realizaremos en el programa Iber.

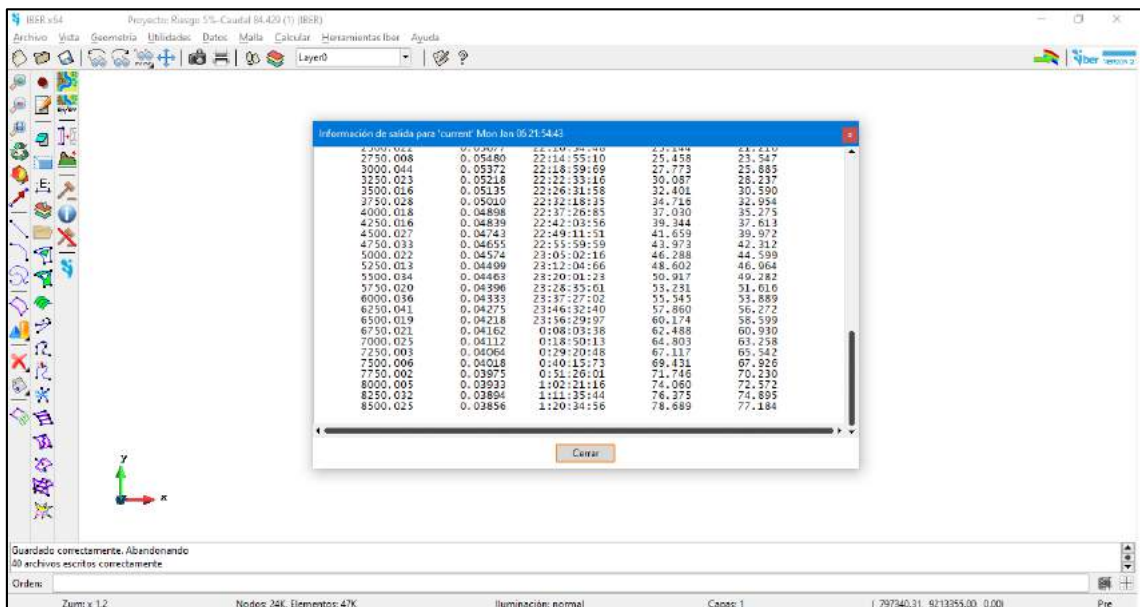


**Figura N° 32: Creación de malla no estructurada**

**Fuente: Propia**

### Realización de cálculo

Ya habiendo configurado todo lo anterior para nuestro modelo en el programa Iber, procederemos a la realización del cálculo, para lo cual seleccionamos calcular en el programa y nos aparecerá una ventana de carga, la misma que nos indica si el proceso va de manera correcta.



**Figura N° 33: Proceso de cálculo en IBER**

**Fuente: Propia**



## CAPÍTULO IV

### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. TOPOGRAFÍA

Se trabajó con la carta geográfica obtenida con una precisión de 12.5 m de tal modo se nos permitió definir los parámetros trabajados en la cuenca de estudio usando el programa ArcGIS y Civil 3D para ello. Además de la Zonificación Ecológica y Económica del Ministerio del Ambiente se obtuvieron las cartas para distintos tipos de suelo y cobertura vegetal de tal modo podamos realizar nuestro proceso de modelamiento.

Para la zona de estudio en la determinación de las zonas de identificación se realizó el levantamiento topográfico a detalle de tal modo que la curva de nivel obtenidas en este levantamiento topográfico fue de 0.5m de tal modo se consideró un trabajo óptimo para el levantamiento de la topografía tota.

#### 4.2. CARACTERIZACIÓN DEL RÍO QUINUAS

##### 4.2.1. Geometría Hidráulica del río Quinuas.

Es importante tener en cuenta la consideración de que la inundación dependerá directamente de la forma y dimensiones que tenga el tramo del río a estudiar, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla N° 31: Geometría Hidráulica del río Quinuas-Tramo de estudio**

Tramo estudiado	
Ancho promedio	6.1 m
Altura promedio de la sección transversal	0.9 m
Relación de forma (B/y)	6.76
Pendiente media	2.30%

**Fuente: Elaboración Propia**

#### **4.2.2. Clasificación del río Quinuas.**

##### **Por su Edad**

Podemos determinarlo como un río maduro puesto que:

- Tiene una pendiente media.
- Existen planicies de inundación y algunos meandros.
- Existen desarrollos agrícolas y urbanos.

##### **Según su Pendiente**

Del tramo de estudio del río Quinuas con una pendiente de 2.3% podemos decir que es un río con pendiente media.

##### **Según tu tipo de fondo**

De acuerdo al tipo de material que es arrastrado por el río y teniendo en cuenta el que se encuentra en el lecho del río Quinuas, y específicamente en el tramo de estudio se pudo determinar que las características del material es de tipo guijarros pequeños oscilando entre (125-64 mm)

##### **Según su forma en planta**

Para lo cual se calculó el grado de sinuosidad, dando como resultado 1.38 y de acuerdo a la Tabla N° 7 la clasificación morfológica de ríos ya antes especificada, se determinó que es un río recto debido a que su grado de sinuosidad es menor que 1.5

##### **Según el grado de libertad**

En el tramo estudiado se evidenció que el río Quinuas cuenta con tres grados de libertad, debido a que simultáneamente puede alterarse el tirante, la pendiente y también puede alterarse las márgenes del río, debido a que en dicho tramo existe material susceptible de ser movido y transportado por la corriente.

### 4.3. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

#### 4.3.1. Parámetros Geomorfológicos de la cuenca

Los datos obtenidos de la cuenca de estudio, los parámetros geomorfológicos de la misma se encuentran detallados en la tabla N° 10 ya antes detalladas la forma de cálculo de cada uno de dichos parámetros.

**Tabla N° 32: Parámetros geomorfológicos de la cuenca del rio Quinuas**

PARÁMETRO		UNIDAD	VALOR
Área de la cuenca		km <sup>2</sup>	45.225
Perímetro		km	33.893
Tiempo de concentración		min	152.0
Parámetros de forma	Longitud del máximo recorrido	km	10.206
Parámetros de relieve	Cota máxima	msnm	3886.9
	Cota mínima	msnm	2987.7
	Altitud media	Msnm	3437.3
	Pendiente de la cuenca	%	14.4
	Pendiente del cauce principal	%	8.811

**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.3.2. Caudal máximo

De tal modo podemos realizar el modelamiento hidrológico y debido a que resulto necesario la determinación de los caudales para distintos tiempos de retorno, se determinó los mismos caudales por el método racional modificado, luego de realizar todo el proceso ya detallado con anterioridad se obtiene los valores de caudales:

**Tabla N° 33: Caudales de diseño para periodos elegidos para la modelación hidráulica..**

TR (años)	Q (m <sup>3</sup> /s)
15	110.753
25	123.860
40	136.844

**Fuente: Elaboración Propia**

## 4.4. MODELAMIENTO HIDRÁULICO

### 4.4.1. Modelamiento: Tiempo de retorno de 15 años, caudal de diseño de 110.753 m<sup>3</sup>/s

#### Tirante de Agua

Para un tiempo de retorno de 15 años y un caudal de 110.753 m<sup>3</sup>/s según la figura N° 34 de calado en la zona de estudio, tenemos en cuenta que el tirante va incrementándose conforme el tiempo, para lo cual ya hay zonas aledañas al río, con un tirante de agua de hasta incluso 2.5 m en el cauce del río, en el pequeño puente contamos con un tirante de agua de 0.2 m por sobre el puente y en la zona del pueblo del caserío La Quispa, contamos con tirantes de agua de hasta 1.85 m lo que ya nos indica un alto grado de inundación

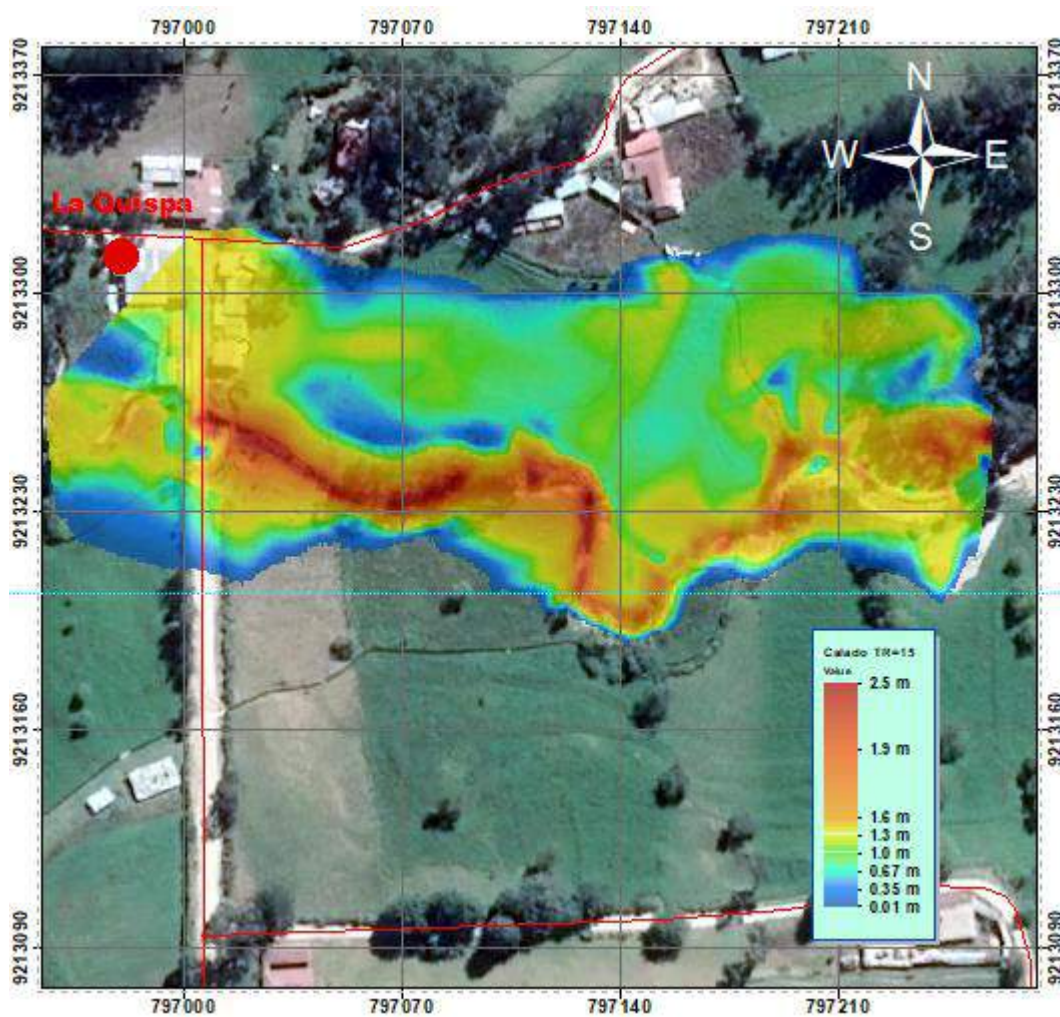
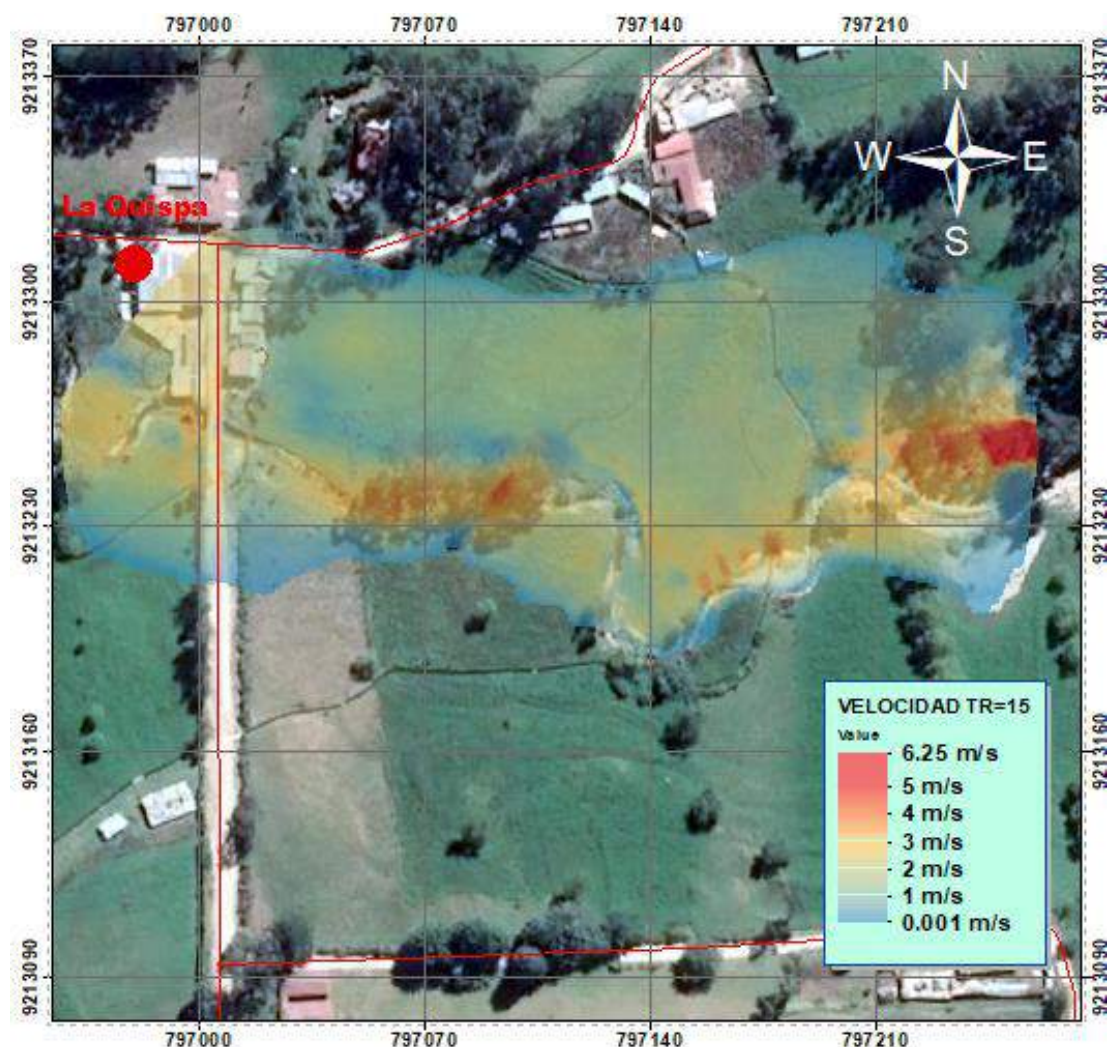


Figura N° 34: Calado en la zona de Estudio- TR=15 años.  
Fuente: Procesamiento en Iber.

## Velocidades

Para un periodo de retorno de 15 años y un caudal de  $110.753 \text{ m}^3/\text{s}$  según la figura N° 35 de velocidad de flujo en la zona de estudio, tenemos ahora velocidades en aumento, con velocidades en el lecho del río de hasta  $6.25 \text{ m/s}$  lo cual es una velocidad erosionable en dicha zona, con velocidades en los alrededores del río de  $3 \text{ m/s}$  y en el pueblo del caserío La Quispa, con velocidades de hasta  $2.3 \text{ m/s}$  que ya es una velocidad considerable en una inundación.

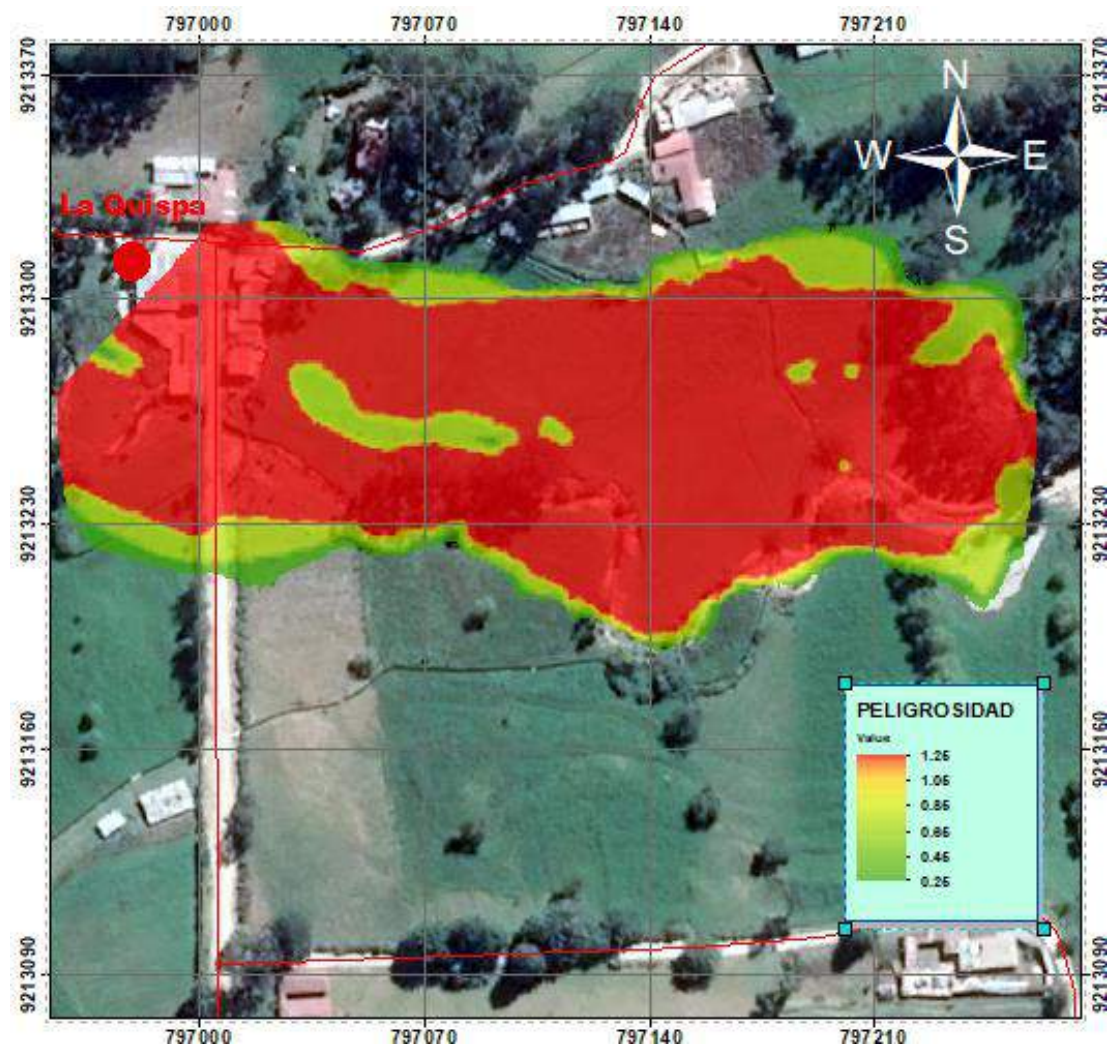


**Figura N° 35: Velocidad de flujo en la zona de estudio-TR=15 años.  
Fuente: Procesamiento en Iber**



## Peligrosidad

Para un periodo de retorno de 15 años y un caudal de  $110.753 \text{ m}^3/\text{s}$  según la figura N° 36 de peligrosidad en la zona de estudio, tenemos una peligrosidad según ACA en el lecho del río y sus alrededores MUY ALTA, y en el pueblo del caserío La Quispa también tiene una peligrosidad con clasificación de MUY ALTA la cual se ve disminuida en zonas donde existen árboles en el área de estudio-



**Figura N° 36: Peligrosidad en la zona de Estudio- TR=15 años.  
Fuente: Procesamiento en Iber.**

#### 4.4.2. Modelamiento: Tiempo de retorno de 25 años, caudal de diseño de 123.86 m<sup>3</sup>/s

##### Tirante de Agua

Para un tiempo de retorno de 25 años y un caudal de 123.86 m<sup>3</sup>/s según la figura N° 34 de calado en la zona de estudio, tenemos en cuenta que el tirante va incrementándose conforme el tiempo, en donde en el lecho del río se llegan a alcanzar calados de 2.6m en la zona del río para lo cual ya hay zonas aledañas al río, con un tirante de agua de 1.5 m , en el pequeño puente contamos con un tirante de agua de 0.1m y en la zona del pueblo del caserío La Quispa, contamos con tirantes de agua de hasta 1.5m a 2m lo que ya nos indica un alto grado de inundación.

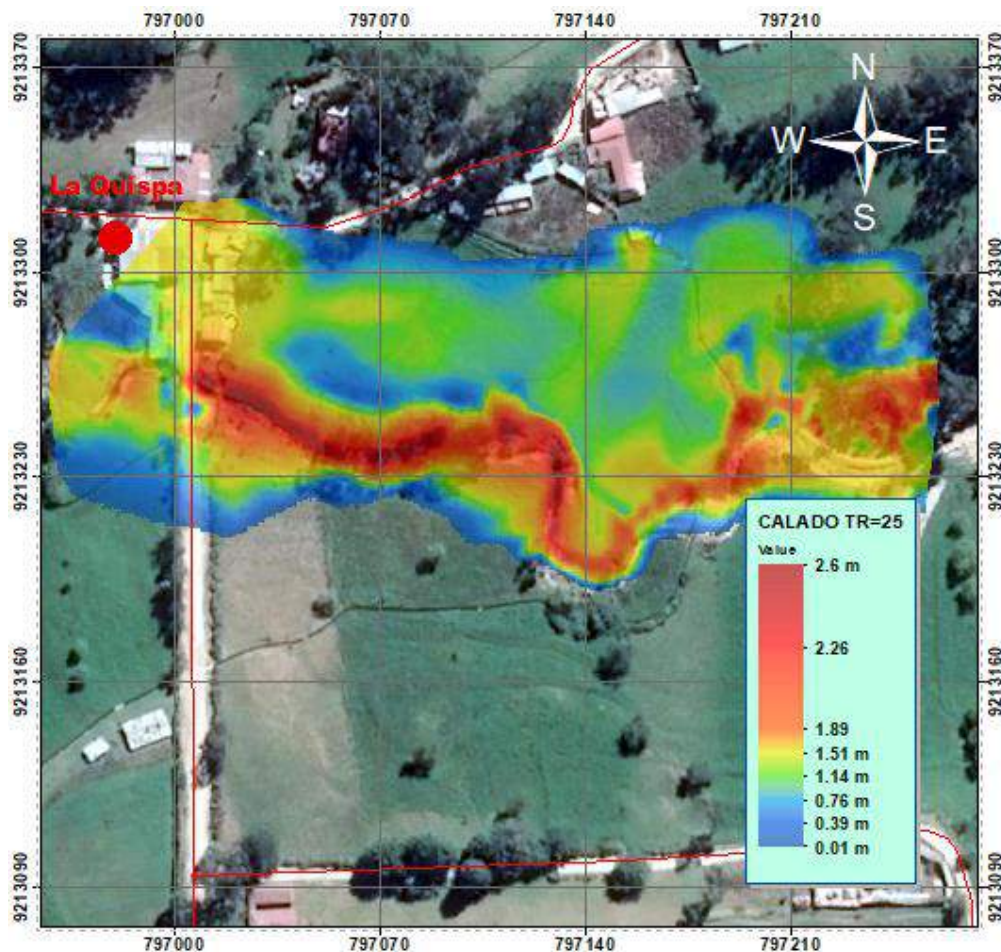


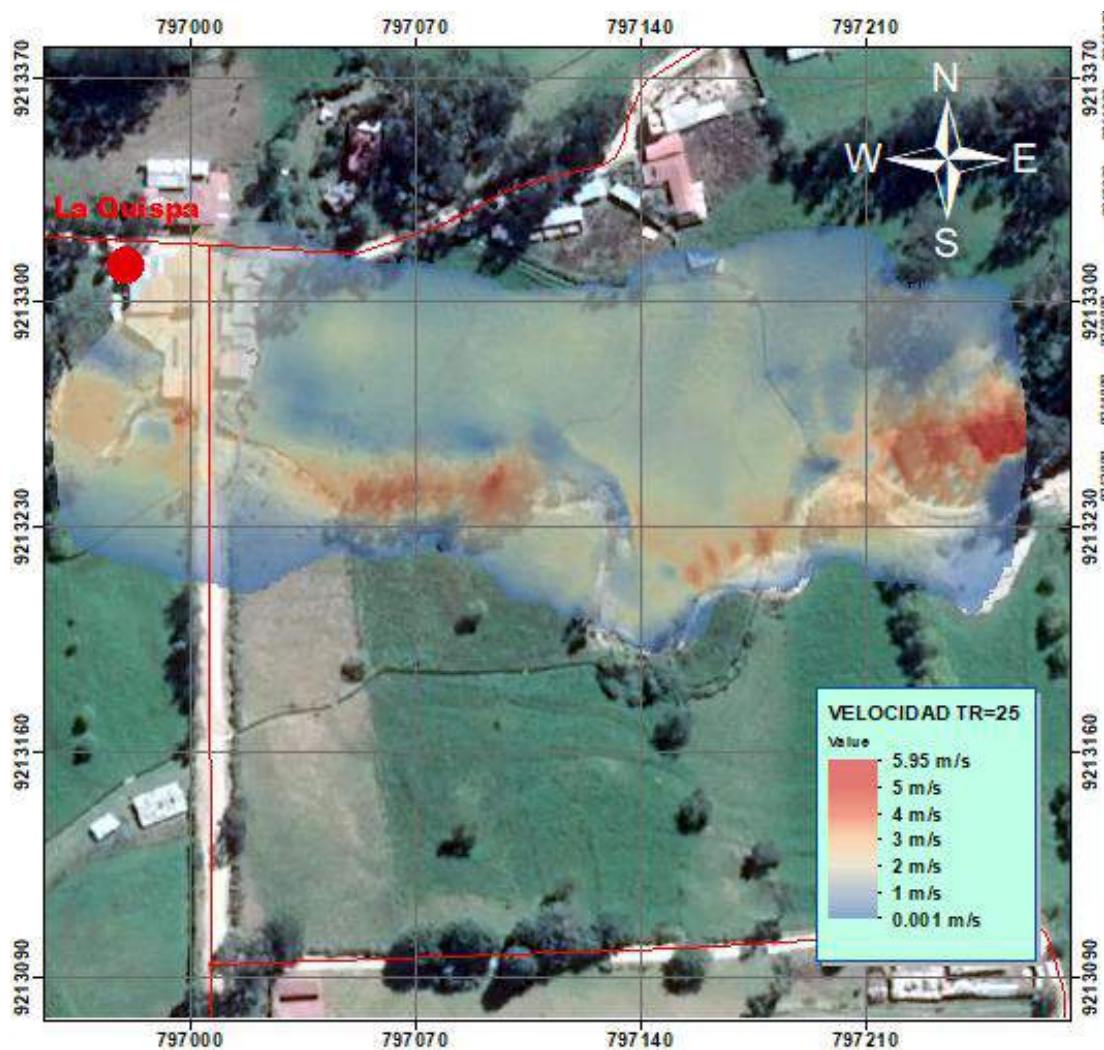
Figura N° 37: Calado en la zona de estudio-TR=25 años.

Fuente: Procesamiento en Iber.



## Velocidades

Para un tiempo de retorno de 25 años y un caudal de  $123.86 \text{ m}^3/\text{s}$  según la figura N° 38 de velocidad en la zona de estudio, con velocidades en el lecho del río de hasta  $5.95 \text{ m/s}$  lo cual es una velocidad erosionable en dicha zona, con velocidades en los alrededores del río de  $3.5 \text{ m/s}$  y en el pueblo del caserío La Quispa, con velocidades de hasta  $2.1 \text{ m/s}$  que representa una velocidad muy lenta de flujo, pero sin embargo la zona ya se inundó.



**Figura N° 38: Velocidad de flujo en la zona de estudio-TR=25 años.  
Fuente: Procesamiento en Iber.**



## Peligrosidad

Para un tiempo de retorno de 25 años y un caudal de  $123.86 \text{ m}^3/\text{s}$  según la figura N° 39 de peligrosidad en la zona de estudio, tenemos una peligrosidad según ACA en el lecho del río MUY ALTA, al igual que en toda la zona de inundación.

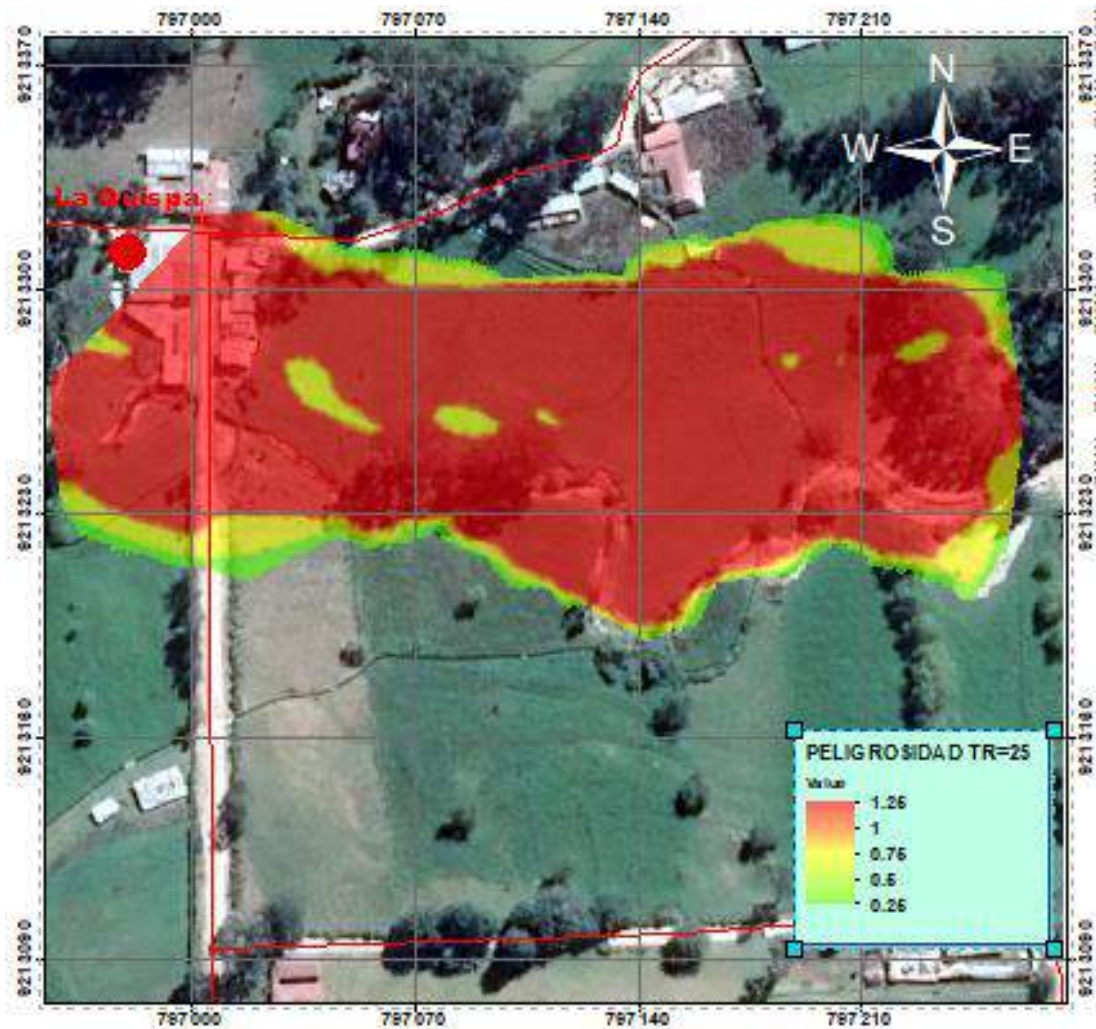


Figura N° 39: Peligrosidad en la zona de estudio-TR=25 años.

Fuente: Procesamiento en Iber.

#### 4.4.3. Modelamiento: Tiempo de retorno de 40 años, caudal de diseño de 136.844 m<sup>3</sup>/s

##### Tirante de Agua

Para un tiempo de retorno de 40 años y un caudal de 136.844 m<sup>3</sup>/s según la figura N° 40 de calado en la zona de estudio, tenemos en cuenta que el tirante va incrementándose conforme el tiempo, para lo cual en el lecho del río tenemos un calado de 2.6 m ya hay zonas aledañas al río, con un tirante de agua de 1.0 m , en el pequeño puente contamos con un tirante de agua de 0.2 y en la zona del pueblo del caserío La Quispa, contamos con tirantes de agua de hasta 1.7 a 2.1m lo que ya nos indica un alto grado de inundación.

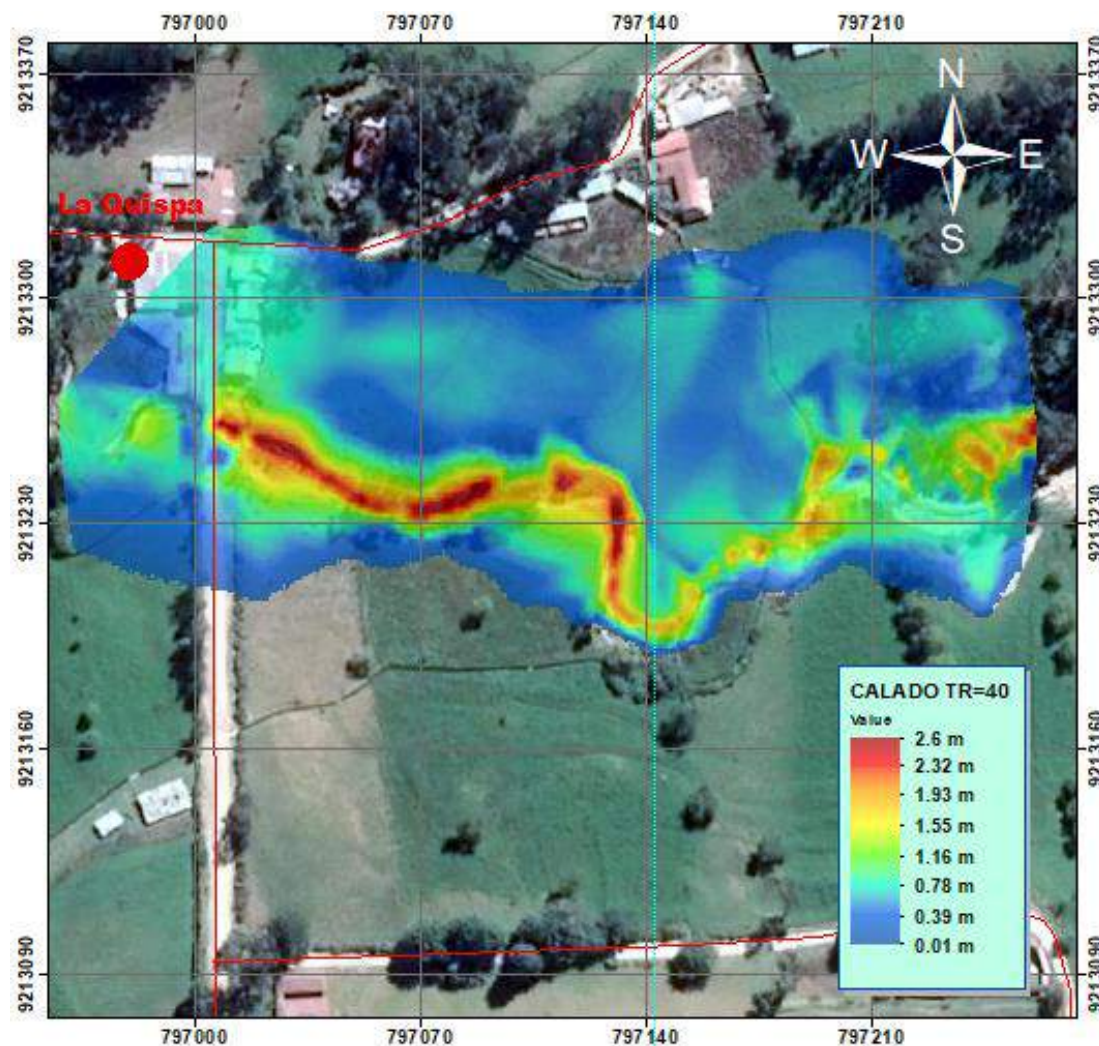
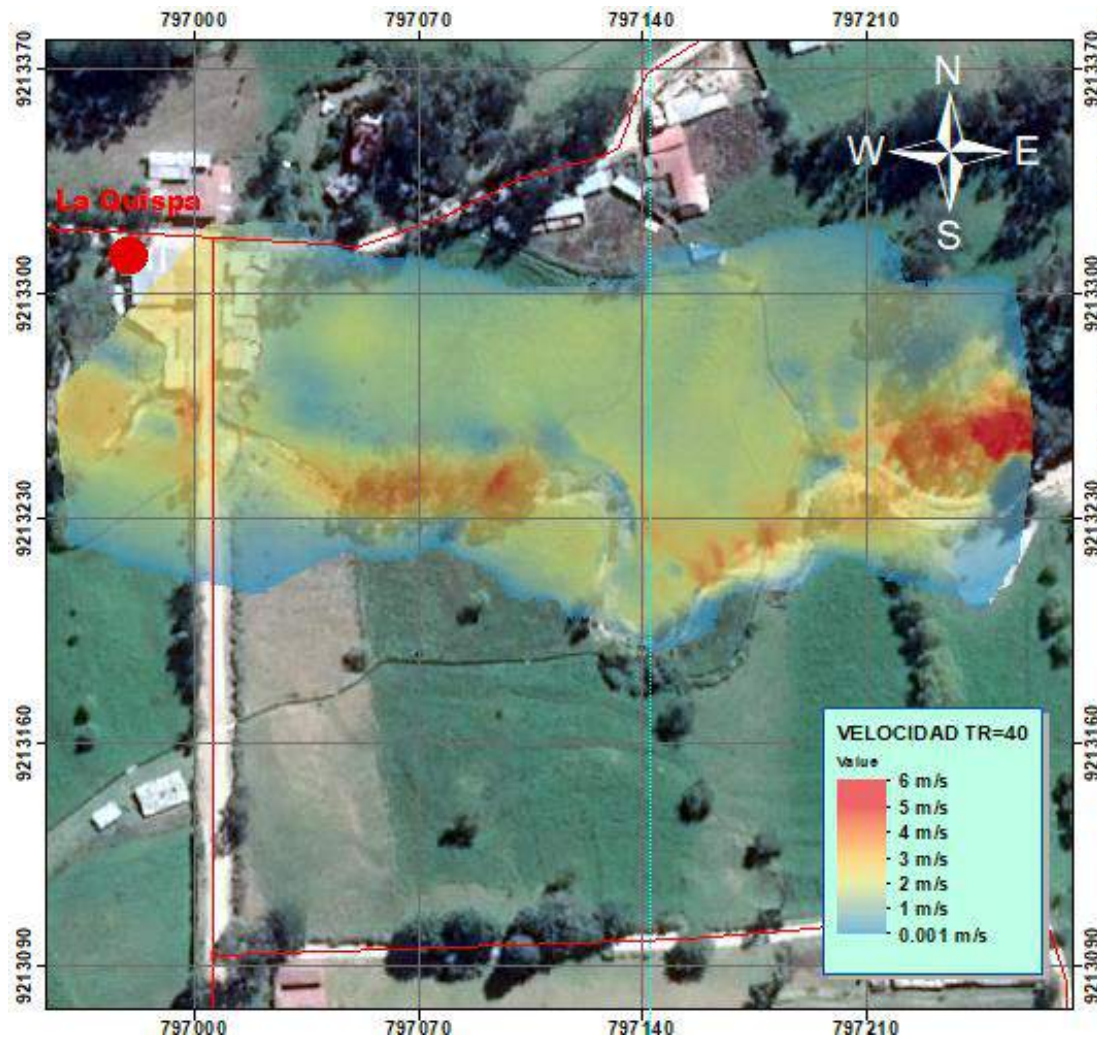


Figura N° 40: Calado en la zona de estudio-TR=40 años.  
Fuente: Procesamiento en IBER



## Velocidades

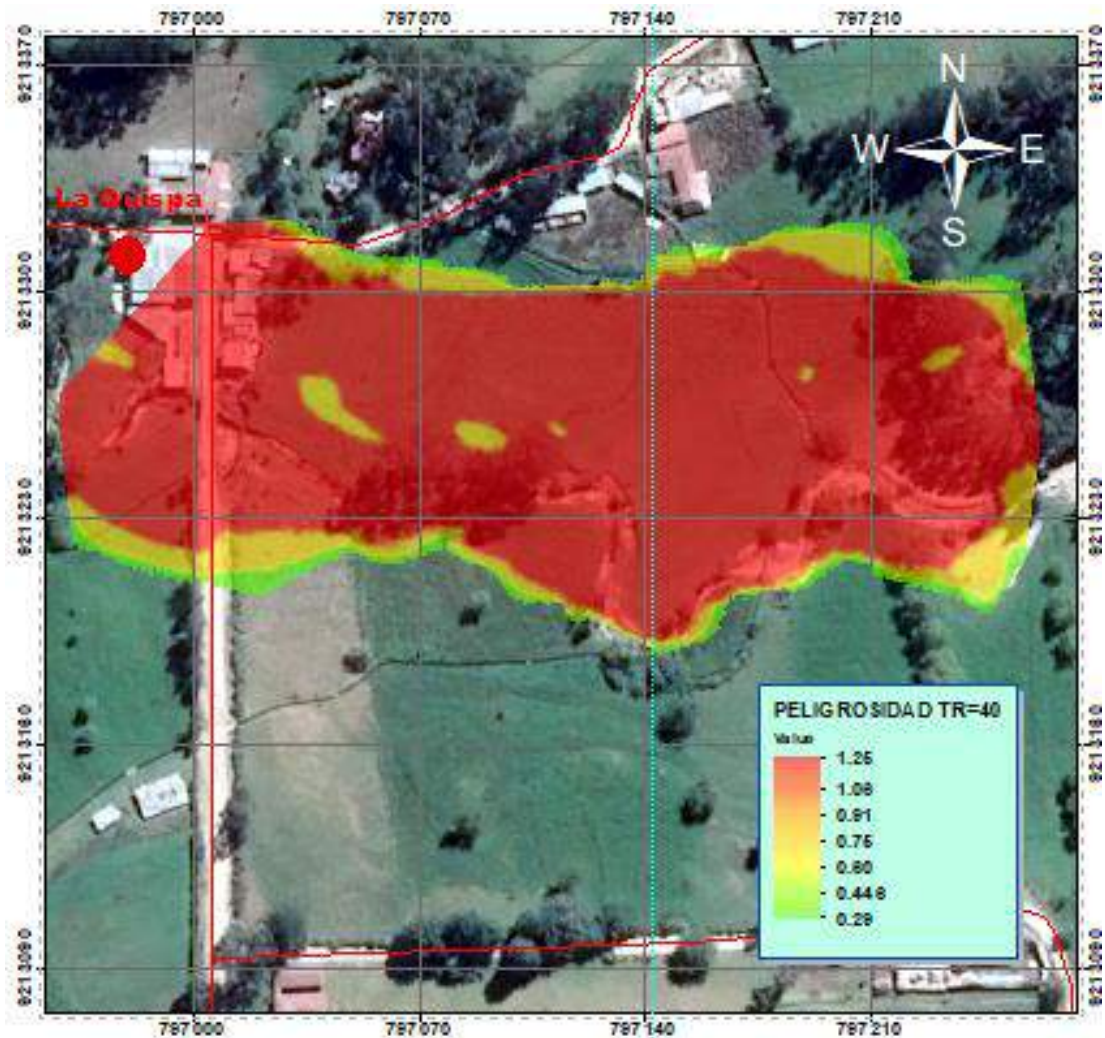
Para un tiempo de retorno de 40 años y un caudal de  $136.844 \text{ m}^3/\text{s}$  según la figura N° 41 de velocidad de flujo en la zona de estudio, tenemos ahora velocidades en aumento, con velocidades en el lecho del río de  $6.0 \text{ m/s}$  lo cual es ya una velocidad erosionable, con velocidades en los alrededores del río de  $1.2 \text{ m/s}$  y en el pueblo del caserío La Quispa, y en el puente donde se produce el desborde con velocidades de hasta  $2 \text{ m/s}$ .



**Figura N° 41: Velocidad de flujo en la zona de estudio- TR=40 años.  
Fuente: Procesamiento Iber.**

## Peligrosidad

Para un tiempo de retorno de 40 años y un caudal de  $136.844 \text{ m}^3/\text{s}$  según en la figura N° 42 de peligrosidad en la zona de estudio, tenemos una peligrosidad según ACA en el lecho del río de MUY ALTO, en el caserío incluso se sigue conservando la peligrosidad de MUY ALTO, en la parte más alta la peligrosidad es nula.



**Figura N° 42: Peligrosidad en la zona de Estudio-TR=40 años.**  
Fuente: Propia

#### **4.5.TENDENCIAS DE ZONAS INUNDABLES**

Para cada uno de los modelamientos son visibles ciertas tendencias a zonas de inundación tal es el caso de la margen izquierda del río Quinuas que su tendencia a inundarse es muy alta y en todos los casos analizados es verificable que es más susceptible a inundación con un calado promedio de 0.4 m, además de la zona del centro poblado la Quispa pues el río se ve desbordado en la zona del puente que cruza por lo que existe un calado promedio en el puente de 0.2 m y en el centro poblado la Quispa de 0.8m y en el río Quinuas 2.5m llegando en el eje del río a calados de 2.6m por lo mismo que se desborda afectando a una gran cantidad de zona de cultivo, vías de comunicación y al mismo centro poblado de la Quispa.

#### **4.6. EVENTO DE INUNDACIÓN DEL DÍA 23-11-18**

De tal modo se justificó el tema de investigación de la presente tesis de grado con la inundación producida el día 23 de noviembre del año 2018 en horas de la tarde el centro poblado La Quispa, el cual sufrió una inundación debido al desborde del río Quinuas, dejando daños económicos en dicha población; de tal modo los vestigios de dicho fenómeno tenemos:

##### **4.6.1. Zonas Inundadas**

- **Centro Poblado la Quispa (Zona Urbana)**

La inundación debido al desborde del río Quinuas tuvo mayor concentración de agua en el centro poblado debido a las edificaciones presentes en la zona, según vestigios existentes en la zona, por videos y fotografías el agua alcanzó un calado de 1.2 metros tal y como se muestran en la figura N° 43 de la fotografía tomada el 17 de febrero de 2019.





**Figura N° 43: Fotografía de bodega en el centro poblado La Quispa.  
Fuente: Fotografía Propia**

En la zona central del centro poblado, frente al lugar de desborde del río Quinuas, encontramos calados elevados de 1.6 m de agua de inundación, por tal y como se muestra en la figura N° 44 del centro poblado La Quispa de la fotografía tomada el 17 de febrero de 2019.



**Figura N° 44: Fotografía de posada en el centro poblado La Quispa.  
Fuente: Fotografía Propia**

- **Centro Poblado la Quispa (Zona Agrícola)**

En la zona agrícola del centro poblado la Quispa, se vio más afectada la zona con menor pendiente de dicho lugar, correspondiente a la del margen derecho del centro poblado, alcanzando en sus alrededores calados según los pobladores de hasta 15 cm de agua debido a la inundación arrasando con los cultivos presentes en la zona, según la figura N° 45 del centro poblado la Quispa.



**Figura N° 45: Inundación en zona agrícola, en el centro poblado la Quispa  
Fuente: Diario el Clarín (24 de noviembre de 2018)**

- **Zonas inundadas**

Haciendo uso de las fotografías y tomando como referencias los testimonios de los pobladores en las visitas del centro poblado la Quispa, se logró determinar aproximadamente el área de inundación del día 23 de noviembre del 2018, resultados que se muestran en el Mapa N° 02 del anexo N° 6 de mapas.

#### **4.6.2. CAUDAL DE INUNDACIÓN**

Para la determinación del caudal del día 23-11-18 se realizó iteraciones en Iber de tal modo se pudo aproximar el caudal de inundación según las áreas inundadas del centro poblado la Quispa para lo cual tenemos se realizó el modelamiento para 3 escenarios que engloben al calado del pueblo en donde su reconocimiento es más certero, para lo cual tenemos los calados y caudales detallado en la figura N° 70, 71 y 72 para los caudales de 84.4 m<sup>3</sup>/s, 74.6 m<sup>3</sup>/s y 70 m<sup>3</sup>/s respectivamente, de tal modo se realizó una gráfica de caudal vs calado de la tabla N° 51 para así poder aproximar el caudal de inundación del día 23-11-18 tal y como se muestra en la figura N° 73; por lo que se obtuvo un caudal de 73 m<sup>3</sup>/s.



## **CAPÍTULO V**

### **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1.CONCLUSIONES:**

- Se identificó las áreas inundables por máximas avenidas del Río Quinuas en el centro poblado la Quispa, de tal modo se realizó las simulaciones para tiempos de retorno de 15 años, 25 años y 40 años obteniéndose planos de calado, velocidad y peligrosidad par todos los tiempos de retorno planteados.
- Se recopiló la información cartográfica correspondiente para la zona de la cuenca de estudio, y posteriormente se procesó para la determinación de los datos necesarios para nuestra investigación, además se recopiló la información hidrológica necesaria para el estudio del río Quinuas.
- Se recopiló la información hidrológica de la estación meteorológica La Encañada, ubicada en el distrito de la Encañada en el caserío de Pollo, teniendo una cota de 2980 msnm, la cual estudia la cuenca baja del río; ajustando los datos a una distribución de probabilidad Log Gumbel. Posteriormente se aplicó la ecuación de transferencia de precipitaciones máximas para nuestra cuenca de estudio.
- Se realizó el modelamiento hidrológico para la determinación de caudales máximos para distintos periodos de retorno y para un tiempo de concentración de 152 minutos, para lo cual se aplicó el método racional modificado obteniéndose un número de curva  $CN = 92.1$  para nuestra cuenca de estudio, de tal modo se determinó los caudales de diseño para los tiempos de retorno de 15, 25 y 40 años con valores de  $110.753 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $123.860 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $136.844 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Se modeló hidráulicamente la zona de estudio del río Quinuas, aguas arriba del centro poblado la Quispa de tal modo las áreas de inundación obtenidas para el máximo periodo de retorno considerado tenemos:

**Tabla N° 34: Resultados de investigación**

<b>Q Max</b>	<b>TR</b>	<b>Zona</b>	<b>Calado promedio</b>	<b>Velocidad máxima</b>	<b>Área inundada</b>
136.844 m <sup>3</sup> /s	40	Pueblo	0.7 m	0.5 m/s	479 m <sup>2</sup>
136.844 m <sup>3</sup> /s	40	Trocha	0.15 m	3.0 m/s	412 m <sup>2</sup>
136.844 m <sup>3</sup> /s	40	Bosques	0.1 m	1.5 m/s	2404 m <sup>2</sup>
136.844 m <sup>3</sup> /s	40	Cultivos	0.3 m	2.5 m/s	7537 m <sup>2</sup>
136.844 m <sup>3</sup> /s	40	Lecho de rio	2.6 m	4.5 m/s	3217 m <sup>2</sup>

**Fuente: Elaboración propia.**

- Se realizó el mapa de inundación de la zona de estudio del centro poblado la Quispa tal y como se muestra en el mapa N° 01.

## **5.2. RECOMENDACIONES:**

- Es recomendable que la autoridad de la Encañada, tome precauciones en tanto a inundaciones en el centro poblado La Quispa y pueda así colocar las señalizaciones respectivas de tal modo para así poder evitar futuros daños económicos e incluso pérdida de vidas.
- Se recomienda a la población de la zona de estudio tomar las medidas necesarias preventivas para evitar daños futuros.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA FERDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS. (1999). *FEMA*. Recuperado el 25 de Setiembre de 2019, de Tipos de Inundaciones: <https://www.fema.gov/es/tipos-de-inundaciones>
- Alcántara, G. D. (2014). *TOPOGRAFÍA Y SUS APLICACIONES*. México: PATRIA.
- Alonso, S. F. (2013). *Sistema de Información Geográfica*.
- Aparicio, M. (1992). *Fundamentos de la hidrología de superficie*. México: LIMUSA S.A.
- Bermejo, E. (5 de Mayo de 2014). *¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA ARCGIS?* Obtenido de [https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-la-tecnologia-arcgis/?gclid=CjwKCAiAjeSABhAPEiwAqfxURX9FonTP1N4WeqHQBzBul2C3JPcDBnytq0KJA\\_hFfCKHosqeyAFGlxC9B4QAvD\\_BwE](https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-la-tecnologia-arcgis/?gclid=CjwKCAiAjeSABhAPEiwAqfxURX9FonTP1N4WeqHQBzBul2C3JPcDBnytq0KJA_hFfCKHosqeyAFGlxC9B4QAvD_BwE)
- Blade, L., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vásquez, E., . . . Coll, A. (2014). *Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos*. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*.
- Casanova, L. (2002). *Topografía Plana*. Mérida: Taller de Publicaciones de Ingeniería, ULA.
- Chiarito, E., Zimmermann, E., & Méndez, S. (Diciembre de 2018). *METODOLOGÍAS PARA LA ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA EN ÁREAS URBANIZADAS MEDIANTE TELEDETECCIÓN*. 24. Rosario, Argentina: CURIHAM.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *HIDROLOGÍA APLICADA*. Santa Fe, Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A.
- Fatorelli, S., & Fernández, P. (2011). *Diseño Hidrológico*. España.
- Franco, A. (Noviembre de 9 de 1999). *Características e las coordenadas UTM y descripción de este tipo de coordenadas*. Obtenido de ElGps: [http://www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas\\_utm.html](http://www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas_utm.html)
- GARCÍA FLORES, M., & MAZA ÁLVAREZ, J. (1997). *Morfología de Ríos*. México: UNAM.
- Geocaching. (2018). *GEOCACHING*. Obtenido de LOS RÍOS SEGÚN SU PERIODO DE ACTIVIDAD: [https://www.geocaching.com/geocache/GC7X89D\\_gtsn-paleocauces](https://www.geocaching.com/geocache/GC7X89D_gtsn-paleocauces)
- Giai, S. (2008). *Introducción a la Hidrología*. Santa Rosa, Argentina: UNLPam.
- Gómez, V., & Roldan, M. (junio de 2013). 6º Congreso Forestal Español. *Asignación de grupo hidrológico del suelo a partir de clasificaciones edáficas de base morfométrica.*, 11. (S. E. Forestales, Ed.) Madrid, España.
- GUTIERREZ LOZANO, J., VARGAS, V., ROMERO, M., PLÁCIDO, J., AGUIRRE, M., & SILVA, H. (2011). *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía,

- UNAM. *Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México*, 22-33.
- IBER. (s.f.). *IBERAULA*. Recuperado el noviembre de 2019, de <http://www.iberaula.es>
- INDECI. (2006). *MANUAL BÁSICO PARA LA ESTIMACIÓN DE RIESGO*. Lima, Perú.
- INDECI. (2011). *MANUAL DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO ANTE INUNDACIONES FLUVIALES*. Lima, Perú: INDECI.
- INDECI. (2018). *Inundación*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2019, de <https://www.indeci.gob.pe/recomendaciones/inundacion/>:  
<https://www.indeci.gob.pe/recomendaciones/inundacion/>
- INEGI. (2008). *Guía para la información cartográfica*. México: INEGI.
- Jimenez, S. (27 de Noviembre de 2016). <https://www.hidraulicafacil.com/2016/11/clasificacion-de-rios-segun-su-edad.html>. Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de <https://www.hidraulicafacil.com/2016/11/clasificacion-de-rios-segun-su-edad.html>
- Martín, V. (2003). *Ingeniería de Ríos*. Mexico: Alfaomega.
- Mirzaei, S., Raoof, M., Ghasemi, A., Esmali, A., Etaati, H., Moradnezehadi, M., & Mirzaei, Y. (Febrero de 2014). *Determination of A Some Simple Methods for Outlier Detection in Maximum Daily Rainfall (Case Study: Baliglichay Watershed Basin – Ardebil Province – Iran)*, 3, 110-117. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. Obtenido de [http://www.beppls.com/feb\\_2014/17.pdf](http://www.beppls.com/feb_2014/17.pdf)
- MTC. (2008). *Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje*. Perú.
- ORTIZ VERA, O. (2015). *Similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos y transferencia de información hidrometeorológica*. Cajamarca, Perú.
- Peña, J. S. (2011). *LA CARTOGRAFÍA Y LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS*. Rioja, España: UNIVERSIDAD DE LA RIOJA.
- Pérez, G., Rodríguez, J., & Molina, J. (Agosto de 2018). *Ingeniería de Ríos*. (U. M. Hidalgo, Ed.) México. Obtenido de <http://hidraulica.umich.mx/bperez/APUNTES%20INGENIER%20C3%8DA%20DE%20R%20C3%8DOS-AGO-2018%20V-3.pdf>
- Poma, W., & Alcántara, G. (2011). *Estudio de suelos y capacidad de uso mayor del departamento de Cajamarca*. Cajamarca, Perú. Obtenido de [http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Cajamarca/Memoria\\_Descriptiva\\_Suelos\\_CUM.pdf](http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Cajamarca/Memoria_Descriptiva_Suelos_CUM.pdf)
- Rocha, A. (1998). *Introducción a la hidráulica fluvial*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Surichaqui, D. (marzo de 2016). *ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS MÁS EFICAZ PARA INSTALACIONES ABANDONADAS DE RESIDUOS MINEROS*. Madrid, España.

Villón, B. M. (2002). *Hidrología*. Lima: Villón.

Villón, B. M. (Agosto de 2012). HidroEsta, software para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la Hidrología. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 12(2).  
Obtenido de <http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/>

## ANEXOS

### ANEXO 1: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

**Tabla N° 35: Puntos obtenidos en el levantamiento topográfico de la zona de estudio**

Punto	Norte	Este	Cota	Descripción
1	9213283.858	797001.043	2996	BM2
2	9213255.467	797015.3965	2996.2296	BM1
3	9213307.636	797000.4957	2995.3056	TROCHA1
4	9213295.312	797000.9943	2995.5379	TROCHA2
5	9213304.832	797007.373	2995.7683	TROCHA3
6	9213279.208	797001.3582	2995.8324	TROCHA4
7	9213295.178	797007.3536	2995.9533	TROCHA5
8	9213268.411	797001.6813	2996.1668	TROCHA6
9	9213280.122	797007.9681	2996.1208	TROCHA7
10	9213256.07	797003.0641	2996.5345	TROCHA8
11	9213254.999	797007.2093	2996.3813	TROCHA9
12	9213240.063	797003.3505	2996.6207	TROCHA10
13	9213239.402	797009.0942	2996.6304	TROCHA11
14	9213223.757	797004.2298	2996.9395	TROCHA12
15	9213225.19	797011.3611	2996.9174	TROCHA13
16	9213209.756	797005.2288	2997.3416	TROCHA14
17	9213212.398	797012.084	2997.2848	TROCHA15
18	9213196.192	797004.9029	2997.9351	TROCHA16
19	9213197.481	797012.9667	2997.9147	TROCHA17
20	9213179.862	797006.3563	2999.2621	TROCHA18
21	9213183.684	797014.0119	2999.0095	TROCHA19
22	9213166.534	797006.9936	3001.2433	TROCHA20
23	9213167.095	797015.294	3001.2115	TROCHA21
24	9213152.769	797008.1393	3002.2508	TROCHA22
25	9213139.068	797009.0048	3003.8687	TROCHA23
26	9213134.527	797017.007	3004.5276	TROCHA24
27	9213128.803	797010.6407	3004.9217	TROCHA25
28	9213112.354	797010.6258	3006.4553	TROCHA26
29	9213117.411	797017.8556	3006.1077	TROCHA27
30	9213094.359	797011.4449	3008.3931	TROCHA28
31	9213097.104	797018.1854	3008.0968	TROCHA29
32	9213079.254	797011.4664	3010.2466	TROCHA30
33	9213080.028	797017.9927	3010.2699	TROCHA31
34	9213060.807	797012.1735	3013.2006	TROCHA32
35	9213065.323	797017.8721	3012.6928	TROCHA33
36	9213043.44	797012.9596	3015.9068	TROCHA34

37	9213048.688	797018.4943	3015.6115	TROCHA35
38	9213027.458	797014.1118	3018.1163	TROCHA36
39	9212993.116	797017.0887	3023.6922	TROCHA37
40	9212982.317	797016.0326	3025.7103	TROCHA38
41	9212972.323	797016.1214	3026.9776	TROCHA39
42	9212969.529	797017.7282	3027.0523	TROCHA40
43	9213094.063	797019.4013	3008.1871	TROCHA41
44	9213100.541	797018.5097	3007.7013	TROCHA42
45	9213095.722	797044.3042	3009.7346	TROCHA43
46	9213099.916	797043.0521	3009.8774	TROCHA44
47	9213096.592	797050.2424	3010.2653	TROCHA45
48	9213099.885	797053.6079	3010.5642	TROCHA46
49	9213102.132	797084.6356	3012.8647	TROCHA47
50	9213100.721	797072.3499	3011.866	TROCHA48
51	9213098.213	797091.9122	3013.3866	TROCHA49
52	9213101.856	797084.5423	3012.8781	TROCHA50
53	9213099.449	797115.5272	3015.0952	TROCHA51
54	9213102.801	797103.3374	3014.3612	TROCHA52
55	9213099.98	797129.2343	3016.251	TROCHA53
56	9213104.219	797126.4697	3016.0633	TROCHA54
57	9213102.849	797166.0371	3018.2788	TROCHA55
58	9213106.46	797161.6804	3018.1885	TROCHA56
59	9213107.081	797197.3322	3019.1238	TROCHA57
60	9213109.957	797193.9138	3019.04	TROCHA58
61	9213114.309	797237.9183	3021.245	TROCHA59
62	9213118.91	797230.8803	3021.0426	TROCHA60
63	9213121.211	797226.0122	3020.3464	TN
64	9213119.877	797219.6296	3019.8714	TN1
65	9213125.19	797225.2782	3018.3169	TN2
66	9213123.319	797217.1737	3018.223	TN3
67	9213126.416	797220.8303	3017.477	TN4
68	9213112.835	797199.068	3018.3439	TN5
69	9213113.423	797193.4898	3017.9978	TN6
70	9213112.847	797189.7562	3017.9183	TN7
71	9213129.414	797216.0814	3015.4219	TN8
72	9213112.54	797185.4788	3017.7347	TN9
73	9213131.548	797214.398	3013.9415	TN10
74	9213111.477	797172.3942	3017.2682	TN11
75	9213133.261	797210.0682	3012.8911	TN12
76	9213111.846	797164.5069	3016.811	TN13
77	9213118.757	797164.2069	3015.6759	TN14
78	9213135.013	797205.6893	3011.8948	TN15
79	9213122.777	797163.9689	3014.5979	TN16
80	9213135.918	797199.7146	3011.2593	TN17
81	9213121.976	797170.0346	3015.0247	TN18



82	9213121.178	797178.2094	3015.3143	TN19
83	9213135.74	797192.7144	3011.3256	TN20
84	9213138.692	797190.4775	3010.7686	TN21
85	9213124.79	797182.4252	3014.2105	TN22
86	9213142.474	797191.4903	3008.7745	TN23
87	9213128.249	797179.0562	3014.2068	TN24
88	9213132.133	797174.0908	3012.8992	TN25
89	9213142.026	797198.5986	3009.4079	TN26
90	9213132.098	797174.1645	3012.8618	TN27
91	9213140.121	797167.0757	3011.24	TN28
92	9213147.982	797190.2166	3007.2134	TN29
93	9213144.757	797162.0227	3010.5993	TN30
94	9213160.169	797161.7512	3006.312	TN31
95	9213165.795	797156.0819	3005.8268	TN32
96	9213167.875	797147.7696	3005.6348	TN33
97	9213170.127	797137.9294	3006.1442	TN34
98	9213170.244	797128.4281	3006.6974	TN35
99	9213171.285	797116.0413	3006.1887	TN36
100	9213171.683	797104.8328	3005.9603	TN37
101	9213160.263	797106.9283	3008.1301	TN38
102	9213164.968	797149.557	3006.6033	TN39
103	9213159.791	797117.7315	3008.5903	TN40
104	9213157.323	797124.4903	3010.0798	TN41
105	9213168.025	797149.7592	3005.4715	TN42
106	9213154.712	797136.7903	3010.5341	TN44
107	9213172.001	797146.4476	3004.3967	TN45
108	9213152.485	797150.6058	3009.7776	TN46
109	9213178.558	797135.8864	3004.4076	TN47
110	9213180.05	797127.5734	3004.0324	TN48
111	9213145.05	797158.2467	3010.6619	TN49
112	9213184.582	797127.6614	3003.0253	TN50
113	9213123.518	797158.9639	3014.907	TN52
114	9213180.334	797122.0998	3003.8119	TN53
115	9213113.81	797155.03	3016.4973	TN54
116	9213173.625	797109.6464	3005.5556	TN55
117	9213110.391	797142.9403	3015.9183	TN56
118	9213121.143	797131.0605	3014.5788	TN57
119	9213172.021	797101.6575	3005.8401	TN58
120	9213116.078	797119.6042	3013.5571	TN59
121	9213177.373	797100.0797	3004.2842	TN60
122	9213116.086	797119.6184	3013.5494	TN61
123	9213183.764	797097.9601	3002.595	TN62
124	9213119.826	797115.2702	3012.7772	TN63
125	9213191.48	797095.5296	3001.1054	TN64
126	9213136.8	797109.8905	3011.0895	TN65

127	9213196.312	797093.1992	3000.6284	TN66
128	9213137.261	797101.6184	3010.8607	TN67
129	9213130.356	797089.3325	3011.0762	TN68
130	9213202.268	797090.5868	2999.7867	TN69
131	9213116.007	797093.5885	3012.8835	TN70
132	9213108.479	797079.636	3012.301	TN71
133	9213207.083	797085.1213	2999.2732	TN72
134	9213120.004	797078.4929	3011.8411	TN73
135	9213213.293	797082.9429	2998.8932	TN74
136	9213134.518	797073.7139	3009.3155	TN75
137	9213219.536	797083.4269	2998.5322	TN76
138	9213143.656	797071.1011	3007.6071	TN77
139	9213223.446	797086.9991	2998.3637	TN78
140	9213158.478	797068.881	3006.3979	TN79
141	9213163.747	797082.8744	3006.6057	TN80
142	9213223.24	797080.4466	2998.2167	TN81
143	9213172.526	797079.9406	3004.7343	TN82
144	9213223.748	797068.4099	2997.9029	TN83
145	9213181.143	797070.9476	3002.4026	TN84
146	9213228.735	797062.1435	2997.5532	TN85
147	9213187.587	797077.0756	3001.5344	TN86
148	9213230.21	797054.9518	2997.1524	TN87
149	9213187.821	797063.6585	3001.665	TN88
150	9213234.744	797049.4333	2996.3821	TN89
151	9213193.969	797061.1016	3000.375	TN90
152	9213235.219	797042.9291	2996.3778	TN91
153	9213198.94	797068.1962	2999.7638	TN92
154	9213234.108	797037.0618	2996.4842	TN93
155	9213206.051	797074.3825	2999.1149	TN94
156	9213233.34	797032.3419	2996.5207	TN95
157	9213208.942	797056.6891	2998.3652	TN96
158	9213232.262	797025.1799	2996.5396	TN97
159	9213216.837	797054.5602	2997.9083	TN98
160	9213231.298	797018.3862	2996.4978	TN99
161	9213217.306	797049.9968	2997.7669	TN100
162	9213236.96	797014.1479	2996.8062	TN101
163	9213215.202	797037.3198	2997.4692	TN102
164	9213210.41	797023.9122	2997.2368	TN103
165	9213194.009	797024.722	2998.3514	TN104
166	9213178.293	797042.5863	3000.9883	TN105
167	9213173.457	797042.3055	3002.1895	TN106
168	9213168.863	797059.089	3003.943	TN107
169	9213153.295	797061.2908	3006.2321	TN108
170	9213151.192	797052.299	3005.1966	TN109
171	9213148.727	797037.5446	3004.7751	TN110

172	9213142.973	797026.0022	3004.7429	TN111
173	9213125.053	797026.1559	3006.3329	TN112
174	9213123.879	797040.5591	3007.4072	TN113
175	9213128.112	797058.3262	3008.3979	TN114
176	9213128.832	797067.988	3009.4759	TN115
177	9213112.159	797069.8834	3011.1946	TN116
178	9213110.408	797058.7521	3009.9597	TN117
179	9213119.843	797053.4152	3009.1097	TN118
180	9213115.049	797043.1563	3008.4653	TN119
181	9213125.822	797038.6775	3007.1113	TN120
182	9213126.742	797027.4591	3006.2526	TN121
183	9213109.445	797028.097	3007.6882	TN122
184	9213104.909	797044.223	3009.8763	TN123
185	9213104.195	797060.1914	3010.5674	TN124
186	9213242.37	797011.019	2996.0231	CANAL
187	9213172.214	797026.907	3000.8546	CANAL1
188	9213243.348	797012.4467	2995.9342	CANAL2
189	9213174.773	797030.4616	3000.8693	CANAL3
190	9213176.187	797036.038	3000.88	CANAL4
191	9213243.925	797014.0259	2996.0826	CANAL5
192	9213175.5	797036.377	3000.891	CANAL6
193	9213177.725	797044.8682	3000.907	CANAL7
194	9213177.114	797045.146	3000.9035	CANAL8
195	9213245.203	797014.4469	2996.1823	CANAL9
196	9213182.446	797055.6685	3000.951	CANAL10
197	9213183.009	797055.2273	3000.9421	CANAL11
198	9213247.069	797014.8375	2996.1298	CANAL12
199	9213248.638	797015.4044	2995.9362	CANAL13
200	9213188.947	797063.9945	3000.9629	CANAL14
201	9213189.8	797064.6841	3000.9617	CANAL15
202	9213251.287	797015.7376	2995.9241	CANAL16
203	9213253.742	797016.0472	2995.8751	CANALCEMENT
204	9213253.958	797015.0901	2995.8224	CANALCEMENT1
205	9213254.496	797015.1697	2996.2247	CANALCEMENT2
206	9213253.844	797016.054	2996.2015	CANALCEMENT3
207	9213257.494	797016.6709	2996.2104	CANALCEMENT4
208	9213257.549	797015.6166	2996.2064	CANALCEMENT5
209	9213261.819	797016.3252	2996.2038	CANALCEMENT6
210	9213261.624	797017.311	2996.2337	CANALCEMENT7
211	9213261.703	797017.155	2995.5652	CANALCEMENT8
212	9213261.808	797016.4961	2995.5641	CANALCEMENT9
213	9213257.784	797016.5165	2995.5315	CANALCEMENT10
214	9213257.878	797015.8841	2995.5312	CANALCEMENT11
215	9213253.859	797015.8601	2995.5079	CANALCEMENT12
216	9213253.929	797015.2722	2995.5019	CANALCEMENT13

217	9213189.392	797079.7828	3001.0084	CANA
218	9213190.082	797079.7278	3001.0118	CANA1
219	9213264.683	797016.9778	2995.7659	CANA2
220	9213265.106	797018.2499	2995.8772	CANA3
221	9213191.096	797095.6938	3001.0372	CANA4
222	9213190.454	797096.2833	3001.051	CANA5
223	9213259.659	797020.3694	2995.3995	CANA6
224	9213190.717	797100.1972	3001.0529	CANA7
225	9213191.378	797100.0783	3001.0521	CANA8
226	9213258.145	797025.883	2995.4578	CANA9
227	9213254.511	797032.5874	2995.4022	CANA10
228	9213254.113	797032.0291	2995.004	CANA11
229	9213190.907	797109.0946	3001.0768	CANA12
230	9213191.665	797109.1395	3001.0713	CANA13
231	9213250.541	797037.7603	2995.7537	CANA14
232	9213250.084	797037.4394	2995.0242	CANA15
233	9213194.589	797126.4116	3001.1073	CANA16
234	9213193.823	797126.9858	3001.1137	CANA17
235	9213245.987	797044.8929	2995.9325	CANA18
236	9213245.658	797044.8333	2995.1875	CANA19
237	9213193.454	797130.2874	3001.1247	CANA20
238	9213242.476	797048.8172	2995.5955	CANA21
239	9213242.239	797048.6377	2995.1787	CANA22
240	9213189.885	797134.3632	3001.1357	CANA23
241	9213239.343	797053.761	2995.82	CANA24
242	9213238.999	797053.6488	2995.3026	CANA25
243	9213236.773	797062.0546	2995.8931	CANA26
244	9213236.46	797062.0435	2995.6464	CANA27
245	9213236.42	797070.3857	2996.3697	CANA28
246	9213236.071	797070.378	2995.7135	CANA29
247	9213238.042	797079.7568	2996.389	CANA30
248	9213237.769	797079.8452	2995.8594	CANA31
249	9213240.171	797084.3714	2996.5378	CANA32
250	9213239.886	797084.5045	2995.826	CANA33
251	9213242.795	797090.5369	2996.7247	CANA34
252	9213242.603	797090.583	2995.9964	CANA36
253	9213214.427	797156.3124	3000.0443	TOPO
254	9213218.91	797149.5733	2999.5092	TOPO1
255	9213221.684	797141.1107	2998.8204	TOPO2
256	9213223.181	797136.0757	2998.1458	TOPO3
257	9213231.989	797138.7761	2998.0089	TOPO4
258	9213230.414	797144.1707	2999.6285	TOPO5
259	9213223.646	797150.462	2999.7482	TOPO6
260	9213217.017	797158.3798	3000.0687	TOPO7
261	9213220.839	797165.3368	3000.3623	TOPO8

262	9213228.538	797165.4362	3000.1685	TOPO9
263	9213238.269	797092.0106	2996.5405	QUEBRA
264	9213238.709	797091.7772	2996.1031	QUEBRA1
265	9213235.928	797088.3446	2996.6874	QUEBRA2
266	9213236.275	797088.0377	2996.2035	QUEBRA3
267	9213214.847	797178.2036	3001.3027	QUEBRA4
268	9213214.702	797178.8788	3001.2985	QUEBRA5
269	9213234.488	797084.676	2996.3532	QUEBRA6
270	9213234.872	797084.5713	2995.9276	QUEBRA7
271	9213205.058	797176.0716	3001.2525	QUEBRA8
272	9213232.429	797079.0737	2996.6407	QUEBRA9
273	9213232.629	797078.9424	2995.77	QUEBRA10
274	9213192.315	797169.3053	3001.2254	QUEBRA11
275	9213191.764	797169.6619	3001.2234	QUEBRA12
276	9213231.271	797070.7687	2996.3212	QUEBRA13
277	9213231.432	797070.743	2995.6781	QUEBRA14
278	9213193.176	797166.1263	3000.7547	QUEBRA15
279	9213231.584	797065.7046	2996.4499	QUEBRA16
280	9213230.86	797061.1273	2996.9762	QUEBRA17
281	9213231.065	797061.0384	2996.2767	QUEBRA18
282	9213210.979	797168.007	3000.1458	T
283	9213232.384	797056.7757	2996.4047	Q
284	9213233.922	797057.0939	2995.3046	Q1
285	9213214.015	797163.578	2999.6365	T2
286	9213214.122	797163.2811	2999.5353	Q3
287	9213236.193	797052.5239	2995.1254	Q4
288	9213210.452	797161.1169	2999.5734	Q5
289	9213237.905	797046.8196	2996.214	Q6
290	9213238.298	797047.0092	2995.385	Q7
291	9213215.91	797166.5366	2999.7927	Q8
292	9213241.309	797042.564	2995.7327	Q9
293	9213241.57	797042.7535	2994.9819	Q10
294	9213217.586	797173.1895	3000.266	Q11
295	9213244.241	797037.7291	2995.6802	Q12
296	9213244.53	797037.8332	2994.9515	Q13
297	9213217.367	797178.2968	3000.3708	Q14
298	9213247.697	797033.0899	2995.5119	Q15
299	9213247.865	797033.1582	2994.8012	Q16
300	9213226.851	797179.6078	3000.5688	Q17
301	9213251.837	797026.4306	2995.1669	Q18
302	9213252.202	797026.6197	2994.5811	Q19
303	9213223.278	797170.6926	3000.2571	Q20
304	9213254.89	797020.669	2995.0738	Q21
305	9213255.282	797020.7053	2994.5555	Q22
306	9213221.703	797167.349	3000.3034	Q23

307	9213219.938	797164.7191	3000.2684	Q24
308	9213215.649	797159.361	3000.0652	Q25
309	9213256.175	797014.699	2994.5853	Q26
310	9213277.926	796989.7168	2996.0398	BM2
311	9213283.847	797001.0464	2996	BM2
312	9213260.345	797015.733	2995.3862	Q27
313	9213261.344	797013.8525	2995.3788	Q28
314	9213262.017	797011.9134	2995.4811	Q29
315	9213263.255	797009.7282	2995.5497	Q30
316	9213259.937	797015.8741	2994.1589	Q31
317	9213260.947	797013.7764	2994.1752	Q32
318	9213262.782	797009.6748	2994.4885	Q33
319	9213259.57	797007.6759	2994.3004	Q34
320	9213260.529	797002.9564	2996.3985	PUEN
321	9213265.935	797003.3943	2996.311	PUEN1
322	9213263.649	797007.5839	2996.414	PUEN2
323	9213258.223	797007.3797	2996.4464	PUEN4
324	9213270.51	797001.7826	2996.016	CASA
325	9213278.867	797001.5042	2995.8184	CASA1
326	9213293.245	797000.867	2995.5995	CASA2
327	9213297.986	797001.138	2995.4496	CASA3
328	9213308.208	797000.997	2995.3365	CASA4
329	9213324.193	796997.7252	2995.0348	CASA5
330	9213324.255	797003.7142	2995.0216	CASA6
331	9213320.636	797005.7312	2995.5889	POST
332	9213313.134	797006.6815	2995.6144	CAS
333	9213305.834	797007.2717	2995.7459	CAS1
334	9213301.692	797007.1064	2995.7681	CAS2
335	9213297.095	797007.2597	2995.8421	CAS3
336	9213290.277	797007.4246	2996.0211	CAS4
337	9213283.399	797007.5086	2996.0638	CAS5
338	9213277.064	797007.1608	2996.1489	CAS6
339	9213286.37	797001.4428	2995.6723	P
340	9213266.141	797022.749	2996.2114	T
341	9213278.233	797030.1629	2996.4761	T1
342	9213290.321	797036.3688	2996.3556	T2
343	9213301.484	797044.7229	2996.479	T3
344	9213260.384	797000.7331	2995.3116	T4
345	9213310.873	797052.3398	2996.9823	T5
346	9213261.969	796996.3378	2995.0085	T6
347	9213312.504	797062.2996	2998.1343	T7
348	9213263.355	796990.5611	2994.7827	T8
349	9213301.311	797056.2596	2997.2417	T9
350	9213263.528	796986.7324	2994.4794	T10
351	9213288.171	797047.0944	2996.6944	T11

352	9213278.926	797038.2299	2996.5924	T12
353	9213260.738	796985.0189	2994.6147	T13
354	9213268.456	797036.2159	2996.8758	T14
355	9213259.832	797044.4189	2996.9208	T15
356	9213256.43	796982.8007	2994.3961	T16
357	9213257.912	797053.9617	2997.3046	T17
358	9213272.755	797055.9156	2997.3817	T18
359	9213253.445	796981.6141	2994.8463	T19
360	9213284.383	797055.0568	2996.9377	T20
361	9213252.129	796980.096	2994.7205	T21
362	9213296.895	797061.1514	2997.5198	T22
363	9213250.162	796976.9762	2994.5367	T23
364	9213311.009	797070.0174	2998.1196	T24
365	9213247.652	796973.1537	2994.5802	T25
366	9213318.781	797079.9763	3000.0743	T26
367	9213244.989	796967.8884	2994.4619	T27
368	9213322.527	797081.4059	3001.5367	T28
369	9213245.27	796963.5037	2994.2165	T29
370	9213319.251	797089.0677	3001.4307	T30
371	9213245.238	796959.0228	2994.2826	T31
372	9213306.286	797087.299	2998.3102	T32
373	9213245.908	796955.2531	2994.5834	T33
374	9213295.648	797087.827	2998.0454	T34
375	9213248.064	796954.8866	2994.6257	T35
376	9213280.286	797089.228	2998.0065	T36
377	9213266.676	797086.5258	2997.9417	T37
378	9213258.966	796952.754	2993.9751	T38
379	9213252.814	797078.2396	2998.2072	T39
380	9213261.327	796952.8461	2993.8031	T40
381	9213255.017	797092.7343	2998.4732	T41
382	9213263.443	797093.809	2998.1668	T42
383	9213264.917	796953.2184	2993.8806	T43
384	9213275.043	797091.9535	2998.0417	T44
385	9213267.658	796954.1455	2993.7805	T45
386	9213288.786	797088.3323	2997.9407	T46
387	9213305.187	797081.8859	2998.0798	T47
388	9213273.533	796956.7266	2993.4603	T48
389	9213317.072	797084.8147	2999.9641	T49
390	9213278.069	796956.8498	2993.226	T50
391	9213317.664	797094.0528	3001.1528	T51
392	9213315.585	797100.1672	3001.1597	T52
393	9213283.64	796956.0612	2993.0848	T53
394	9213309.885	797099.921	2999.2527	T54
395	9213299.041	797100.5592	2998.4577	T55
396	9213283.044	797103.8386	2998.4514	T56

397	9213269.212	797104.9137	2998.6379	T57
398	9213259.532	797109.4701	2998.9656	T58
399	9213262.441	797124.6166	2999.4715	T59
400	9213271.918	797128.8126	2999.6518	T60
401	9213284.765	797127.7967	2999.7325	T61
402	9213299.589	797125.26	2999.8178	T62
403	9213309.642	797123.7674	3001.4307	T63
404	9213310.187	797135.9956	3001.3829	T64
405	9213295.964	797136.3452	2999.8972	T65
406	9213272.254	796962.3756	2993.3819	T66
407	9213276.823	797136.4785	2999.9565	T67
408	9213269.133	797140.9699	2999.9186	T68
409	9213265.345	796959.6491	2993.1779	T69
410	9213262.546	797137.4187	2999.6718	T70
411	9213259.274	796959.5209	2993.4767	T71
412	9213257.014	797120.6869	2999.398	T72
413	9213254.872	796961.2602	2993.881	T73
414	9213257.921	797138.8132	2999.6324	T74
415	9213252.491	796964.427	2994.0897	T75
416	9213270.147	797150.6766	3000.179	T76
417	9213276.082	797164.6545	3000.8948	T77
418	9213253.206	796971.446	2994.2729	T78
419	9213262.1	797169.5448	3001.1191	T79
420	9213255.038	796973.8482	2994.4415	T80
421	9213259.766	797186.4746	3001.5383	T81
422	9213257.988	796977.005	2994.5602	T82
423	9213270.234	797187.8784	3001.8195	T83
424	9213261.469	796979.397	2994.8237	T84
425	9213283.239	797178.4016	3001.5683	T85
426	9213264.993	796980.3092	2994.8386	T86
427	9213288.262	797175.6416	3001.4518	T87
428	9213267.008	796983.3623	2994.786	T88
429	9213302.583	797174.3128	3001.2967	T89
430	9213268.859	796985.0986	2995.0108	T90
431	9213312.907	797166.6586	3001.4033	T91
432	9213308.075	797160.2311	3000.4713	T92
433	9213294.602	797160.1792	3000.5541	T93
434	9213301.221	797178.5284	3001.5912	T94
435	9213309.498	797178.9479	3001.7473	T95
436	9213244.199	796999.6003	2995.6748	T96
437	9213312.689	797194.5343	3001.836	T97
438	9213242.719	797000.0711	2995.8533	T98
439	9213298.012	797198.8906	3001.8134	T99
440	9213239.519	796994.5056	2995.7544	T100
441	9213286.849	797201.9748	3001.826	T101



442	9213240.414	796994.1339	2995.7031	T102
443	9213274.895	797202.4017	3002.0169	T103
444	9213236.265	796988.1928	2995.779	T104
445	9213272.165	797220.9458	3002.4501	T105
446	9213235.697	796988.5663	2995.8036	T106
447	9213283.678	797220.3874	3002.122	T107
448	9213233.551	796984.4812	2995.7406	T108
449	9213232.964	796985.019	2995.7625	T109
450	9213297.704	797219.0992	3002.0978	T110
451	9213228.974	796978.8091	2995.6265	T111
452	9213311.917	797217.5673	3002.1649	T112
453	9213228.533	796979.1934	2995.6161	T113
454	9213310.983	797226.8814	3002.9605	T114
455	9213225.676	796974.297	2995.5914	T115
456	9213225.279	796974.8006	2995.6208	T116
457	9213317.033	797227.7483	3003.3966	T117
458	9213222.724	796969.2653	2995.5622	T118
459	9213326.226	797227.8415	3004.3343	T119
460	9213221.815	796969.6758	2995.4902	T120
461	9213324.631	797215.922	3002.7971	T121
462	9213219.823	796966.3916	2995.5192	T122
463	9213317.627	797197.1659	3002.068	T123
464	9213219.095	796964.6186	2995.6083	T124
465	9213319.552	797181.8043	3002.2629	T125
466	9213220.175	796964.615	2995.5622	T126
467	9213331.973	797170.5086	3004.9078	T127
468	9213340.956	797172.6189	3006.0866	T128
469	9213219.902	796961.8606	2995.6036	T129
470	9213219.133	796962.0263	2995.6233	T130
471	9213348.823	797187.2679	3006.832	T131
472	9213343.597	797206.6667	3005.8687	T132
473	9213218.223	796956.42	2995.6094	T133
474	9213216.22	796950.469	2995.5374	T134
475	9213215.695	796950.6577	2995.6568	T135
476	9213359.156	797225.2244	3008.651	T136
477	9213212.284	796951.3656	2996.3573	T137
478	9213352.919	797228.5425	3008.2626	T138
479	9213208.685	796949.5235	2996.667	T139
480	9213344.367	797230.4949	3006.9575	T140
481	9213336.381	797232.6866	3005.372	T141
482	9213325.585	797231.2919	3004.866	T142
483	9213311.187	797230.5052	3004.3429	T143
484	9213309.836	797241.831	3004.0343	T144
485	9213322.589	797240.2761	3003.9418	T145
486	9213340.274	797240.5938	3005.8689	T146

487	9213353.116	797240.7632	3008.1926	T147
488	9213364.49	797250.4028	3008.6633	T148
489	9213367.401	797262.6021	3009.4442	T149
490	9213357.292	797264.208	3009.0462	T150
491	9213347.546	797265.477	3008.6873	T151
492	9213340.698	797270.1714	3007.8244	T152
493	9213326.044	797271.9771	3005.7113	T153
494	9213317.264	797273.0067	3005.3009	T154
495	9213322.242	797290.439	3006.4338	T155
496	9213328.256	797290.9804	3007.597	T156
497	9213327.322	797302.1994	3006.6144	T157
498	9213266.9	797227.152	3002.8293	T158
499	9213266.687	797226.7163	3002.8143	T159
500	9213271.024	797217.145	3002.5564	T160
501	9213270.692	797217.049	3002.5497	T161
502	9213271.812	797192.1999	3002.162	T162
503	9213272.144	797192.0952	3002.1591	T163
504	9213271.38	797189.8262	3001.7003	T164
505	9213271.641	797189.6964	3001.6891	T165
506	9213266.616	797191.8575	3001.3917	T166
507	9213266.648	797191.126	3001.3743	T167
508	9213259.678	797190.1874	3001.3646	T168
509	9213259.837	797189.4349	3001.3617	T169
510	9213273.98	797187.7422	3001.4185	T170
511	9213273.691	797187.0707	3001.3962	T171
512	9213285.541	797179.368	3001.4138	T172
513	9213285.389	797178.6773	3001.4155	T173
514	9213303.666	797177.486	3001.4441	T174
515	9213303.56	797176.7667	3001.4295	T175
516	9213312.541	797172.8421	3001.4311	T176
517	9213311.962	797172.3553	3001.4501	T177
518	9213314.85	797161.8409	3001.463	T178
519	9213315.557	797161.7675	3001.4698	T179
520	9213312.378	797141.8744	3001.4599	T180
521	9213313.024	797141.7823	3001.4653	T181
522	9213311.244	797120.9307	3001.4732	T182
523	9213311.99	797120.8348	3001.4838	T183
524	9213315.657	797106.3553	3001.5028	T184
525	9213316.384	797106.507	3001.4997	T185
526	9213323.163	797086.1958	3001.5312	T186
527	9213323.85	797086.4233	3001.524	T187
528	9213314.649	797140.4778	3002.3985	T188
529	9213320.717	797139.6213	3002.8163	T189
530	9213326.656	797133.8495	3003.4906	T190
531	9213333.896	797129.8988	3004.2123	T191

532	9213329.475	797125.7516	3003.6626	T192
533	9213321.773	797123.8453	3002.9124	T193
534	9213315.973	797111.9703	3002.3905	T194
535	9213321.56	797106.1468	3002.4661	T195
536	9213323.207	797090.5276	3001.908	T196
537	9213313.687	797005.8485	2995.6404	E3
538	9213122.257	797272.6746	3022.2926	E4
539	9213251.044	797010.9101	2997.2472	E1
540	9213124.876	797271.6287	3021.0548	TOPO
541	9213126.232	797262.5412	3020.0229	TOPO1
542	9213124.913	797248.6483	3019.5613	TOPO2
543	9213129.221	797247.888	3017.2206	TOPO3
544	9213130.694	797251.6353	3016.5077	TOPO4
545	9213132.915	797260.6862	3015.9422	TOPO5
546	9213130.71	797276.5242	3018.8496	TOPO6
547	9213134.582	797283.6491	3017.9866	TOPO7
548	9213139.921	797283.6323	3015.2899	TOPO8
549	9213141.13	797278.557	3014.0907	TOPO9
550	9213139.711	797272.3268	3013.6753	TOPO10
551	9213138.3	797261.6612	3013.1559	TOPO11
552	9213122.029	797248.329	3021.0028	TOPO12
553	9213138.753	797249.5475	3012.5683	TOPO13
554	9213123.729	797248.0922	3019.876	TOPO14
555	9213144.101	797244.7081	3009.8783	TOPO15
556	9213146.968	797252.2365	3008.373	TOPO16
557	9213151.394	797264.0505	3008.2003	TOPO17
558	9213128.977	797246.9693	3017.524	TOPO18
559	9213153.287	797271.5766	3009.2832	TOPO19
560	9213131.202	797246.4752	3015.9129	TOPO20
561	9213166.529	797275.88	3006.7304	TOPO21
562	9213163.938	797265.5785	3006.7185	TOPO22
563	9213133.877	797246.4932	3014.0225	TOPO23
564	9213161.724	797251.444	3005.933	TOPO24
565	9213166.642	797243.0227	3005.5609	TOPO25
566	9213179.22	797252.8731	3005.3203	TOPO26
567	9213182.774	797265.1055	3005.5991	TOPO27
568	9213133.916	797243.5857	3014.0313	TOPO28
569	9213190.308	797274.7149	3005.6655	TOPO29
570	9213134.665	797236.5028	3013.6533	TOPO30
571	9213191.901	797259.7364	3005.1351	TOPO31
572	9213193.964	797246.7385	3004.6777	TOPO32
573	9213207.466	797235.7687	3004.1756	TOPO33
574	9213135.523	797226.7705	3012.2643	TOPO34
575	9213210.2	797246.7849	3003.1842	TOPO35
576	9213211.565	797256.301	3004.3735	TOPO36

577	9213136.812	797220.8191	3011.7927	TOPO37
578	9213216.623	797266.8718	3004.7238	TOPO38
579	9213138.252	797217.1341	3011.4856	TOPO39
580	9213226.806	797262.869	3003.5789	TOPO40
581	9213227.238	797253.2434	3003.4239	TOPO41
582	9213138.88	797211.1563	3011.1982	TOPO42
583	9213225.965	797238.2814	3003.2891	TOPO43
584	9213140.029	797206.7788	3010.6506	TOPO44
585	9213227.29	797229.996	3002.9758	TOPO45
586	9213236.453	797228.4092	3002.8062	TOPO46
587	9213141.226	797198.9836	3009.6499	TOPO47
588	9213234.769	797237.5683	3003.066	TOPO48
589	9213144.962	797194.9911	3008.6066	TOPO49
590	9213238.11	797244.0023	3003.3917	TOPO50
591	9213146.378	797190.4111	3007.7193	TOPO51
592	9213242.604	797252.6139	3003.4101	TOPO52
593	9213152.169	797194.001	3006.788	TOPO53
594	9213244.798	797257.5374	3003.5925	TOPO54
595	9213154.827	797199.1101	3006.4338	TOPO55
596	9213157.459	797203.8901	3006.1221	TOPO56
597	9213249.28	797264.0752	3003.9753	TOPO57
598	9213256.636	797283.9055	3004.3764	TOPO58
599	9213248.569	797282.4328	3004.3331	TOPO59
600	9213167.719	797216.3941	3004.9507	TOPO60
601	9213239.749	797281.1003	3004.7473	TOPO61
602	9213230.638	797280.6104	3005.1412	TOPO62
603	9213221.873	797281.6092	3005.5013	TOPO63
604	9213214.853	797282.4323	3005.3025	TOPO64
605	9213232.501	797287.9201	3005.4007	TOPO65
606	9213246.639	797291.1641	3004.446	TOPO66
607	9213182.156	797207.1409	3004.1075	TOPO67
608	9213261.777	797289.4214	3004.4277	TOPO68
609	9213265.267	797299.4292	3004.7113	TOPO69
610	9213277.643	797294.3721	3005.0483	TOPO70
611	9213183.214	797189.1137	3003.8567	TOPO71
612	9213277.377	797283.5874	3004.9665	TOPO72
613	9213268.05	797266.3772	3004.994	TOPO73
614	9213194.286	797188.9944	3003.4971	TOPO74
615	9213265.694	797251.2528	3004.3717	TOPO75
616	9213260.002	797249.9596	3003.1312	TOPO76
617	9213251.797	797238.0113	3002.9323	TOPO77
618	9213257.452	797226.6283	3002.6062	TOPO78
619	9213265.561	797236.4253	3003.7214	TOPO79
620	9213271.104	797247.9791	3002.8963	TOPO80
621	9213287.214	797244.9392	3002.4662	TOPO81

622	9213298.354	797242.5812	3002.3887	TOPO82
623	9213303.46	797249.3813	3003.0312	TOPO83
624	9213287.999	797251.2506	3002.4027	TOPO84
625	9213286.746	797265.5959	3003.0798	TOPO85
626	9213244.906	797256.2892	3003.8016	TOPO86
627	9213299.084	797271.7375	3003.1305	TOPO87
628	9213307.087	797277.6832	3003.5084	TOPO88
629	9213242.386	797249.7921	3003.7443	TOPO89
630	9213240.774	797245.3732	3003.6962	TOPO90
631	9213303.636	797283.1462	3005.1758	TOPO91
632	9213239.871	797242.143	3003.6455	TOPO92
633	9213311.429	797283.801	3005.6553	TOPO93
634	9213239.33	797239.7856	3003.6237	TOPO94
635	9213304.163	797289.5896	3005.3249	TOPO95
636	9213295.785	797289.1201	3005.2516	TOPO96
637	9213243.938	797253.8386	3003.7923	TOPO97
638	9213286.54	797288.0116	3005.08	TOPO98
639	9213244.988	797256.3161	3004.6241	TOPO99
640	9213277.119	797288.0813	3004.9921	TOPO100
641	9213278.19	797296.7722	3005.1179	TOPO101
642	9213245.831	797256.9952	3004.6288	TOPO102
643	9213298.679	797301.2812	3005.1447	TOPO103
644	9213250.683	797264.1896	3004.8301	TOPO104
645	9213312.815	797305.7092	3005.1732	TOPO105
646	9213324.282	797311.2739	3006.1628	TOPO106
647	9213322.459	797321.258	3006.2752	TOPO107
648	9213307.388	797316.7686	3005.4169	TOPO108
649	9213288.371	797311.6833	3005.3848	TOPO109
650	9213276.651	797308.6721	3005.2167	TOPO110
651	9213138.927	797284.3345	3015.8095	TOPO111
652	9213127.063	797285.7112	3021.5363	TOPO112
653	9213131.286	797296.5073	3021.1798	TOPO113
654	9213133.475	797305.736	3020.9989	TOPO114
655	9213136.361	797317.5993	3020.7291	TOPO115
656	9213136.316	797317.6593	3020.7391	TOPO116
657	9213140.291	797323.1251	3018.8186	TOPO117
658	9213152.435	797328.372	3013.3382	TOPO118
659	9213159.123	797325.4658	3011.9127	TOPO119
660	9213168.679	797322.5508	3009.6685	TOPO120
661	9213160.15	797316.9537	3010.3632	TOPO121
662	9213156.443	797303.9812	3010.5697	TOPO122
663	9213153.683	797291.3629	3010.2794	TOPO123
664	9213158.72	797282.4983	3007.5558	TOPO124
665	9213164.999	797294.1866	3007.5604	TOPO125
666	9213170.029	797303.22	3007.6625	TOPO126

667	9213170.69	797319.2018	3008.1995	TOPO127
668	9213184.858	797318.1535	3008.2295	TOPO128
669	9213190.113	797322.9554	3008.3765	TOPO129
670	9213193.171	797352.4612	3009.472	TOPO130
671	9213119.562	797266.0638	3022.8121	TOPO131
672	9213116.085	797262.0086	3022.4908	TOPO132
673	9213181.925	797353.6686	3011.8446	TOPO133
674	9213111.895	797268.4887	3022.8247	TOPO134
675	9213114.859	797271.8737	3023.0818	TOPO135
676	9213177.017	797348.6156	3012.1943	TOPO136
677	9213109.19	797275.9058	3023.4097	TOPO137
678	9213106.507	797272.8327	3023.2388	TOPO138
679	9213166.211	797345.7333	3012.0395	TOPO139
680	9213100.655	797278.7908	3023.8728	TOPO140
681	9213099.466	797275.7362	3023.8148	TOPO141
682	9213093.729	797277.3787	3024.4722	TOPO142
683	9213093.715	797280.7865	3024.562	TOPO143
684	9213084.617	797279.3484	3025.4237	TOPO144
685	9213084.944	797283.127	3025.5577	TOPO145
686	9213074.037	797285.3961	3027.0254	TOPO146
687	9213072.981	797280.6486	3027.1052	TOPO147
688	9213069.627	797280.8207	3027.6725	TOPO148
689	9213068.703	797280.8535	3027.7964	TOPO149
690	9213068.643	797286.7947	3027.9047	C
691	9213067.553	797286.8217	3027.9486	C1
692	9213158.965	797352.0625	3014.2572	T
693	9213157.815	797349.7611	3013.0418	T1
694	9213057.985	797288.3784	3029.0318	T2
695	9213055.82	797282.8028	3029.1952	T3
696	9213056.119	797289.7033	3029.1918	T4
697	9213045.026	797285.253	3030.0227	T5
698	9213138.659	797352.7417	3020.1358	T6
699	9213056.295	797295.6576	3029.4313	T7
700	9213135.206	797352.0367	3021.1414	T8
701	9213056.635	797308.5531	3029.5203	T9
702	9213051.305	797312.5669	3029.8211	T10
703	9213168.151	797355.4839	3014.5855	T11
704	9213180.668	797356.5823	3012.8121	T12
705	9213068.174	797288.8628	3027.7012	T13
706	9213067.27	797289.4026	3027.6745	T14
707	9213196.154	797355.262	3009.2298	T15
708	9213204.236	797363.8919	3008.3857	T16
709	9213065.898	797297.0293	3027.8821	T17
710	9213066.696	797297.1552	3027.8744	T18
711	9213213.281	797374.4663	3008.2058	T19

712	9213064.417	797305.3592	3028.0576	T20
713	9213065.181	797305.3549	3028.0644	T21
714	9213225.436	797387.778	3008.1159	T22
715	9213069.852	797301.5144	3026.4497	T23
716	9213072.965	797294.4346	3025.8352	T24
717	9213230.329	797393.3551	3008.4505	T25
718	9213067.218	797304.0616	3027.3324	CAS
719	9213072.176	797317.7029	3025.8932	CAS1
720	9213217.007	797392.9365	3008.5485	T
721	9213077.879	797313.1339	3025.1628	T1
722	9213206.091	797378.1876	3008.653	T2
723	9213083.06	797306.708	3024.9517	T3
724	9213087.273	797305.1413	3024.7603	T4
725	9213201.486	797371.4453	3009.3294	T5
726	9213091.536	797309.256	3024.7674	T6
727	9213194.149	797363.0714	3009.9059	T7
728	9213094.229	797318.6824	3024.5145	T8
729	9213186.229	797365.4987	3012.0864	T9
730	9213091.503	797320.0774	3024.9409	T10
731	9213187.582	797376.3045	3014.2274	T11
732	9213190.625	797388.1601	3014.287	T12
733	9213186.906	797391.0809	3016.5216	T13
734	9213095.879	797318.4188	3024.2124	T14
735	9213183.404	797385.8276	3017.0324	T15
736	9213101.533	797318.8194	3023.6064	T16
737	9213178.505	797375.3775	3017.9079	T17
738	9213107.705	797318.8665	3023.6829	T18
739	9213171.833	797366.1006	3017.9898	T19
740	9213103.162	797325.6776	3023.6915	T20
741	9213163.719	797367.5711	3019.3475	T21
742	9213095.984	797330.2129	3024.3473	T22
743	9213153.793	797369.8546	3020.0024	T23
744	9213097.089	797337.6288	3024.181	T24
745	9213157.486	797375.805	3020.3641	T25
746	9213098.404	797346.7234	3024.2852	T26
747	9213165.497	797374.6071	3020.2576	T27
748	9213098.881	797352.5426	3024.3603	T28
749	9213172.669	797383.0646	3020.3317	T29
750	9213107.069	797352.5529	3023.9213	T30
751	9213104.221	797345.5968	3023.8392	T31
752	9213173.981	797389.8401	3021.1161	T32
753	9213112.708	797351.521	3023.3683	T33
754	9213167.937	797388.9971	3021.7736	T34
755	9213112.746	797351.4986	3023.3687	T35
756	9213160.649	797393.2012	3021.8136	T36

757	9213122.686	797352.1398	3022.0741	T37
758	9213157.44	797382.2197	3020.9032	T38
759	9213130.999	797352.4716	3021.2242	T39
760	9213153.771	797371.6982	3020.1274	T40
761	9213134.67	797352.2296	3021.1693	T41
762	9213129.687	797345.079	3020.9946	T42
763	9213122.024	797341.4816	3021.81	T43
764	9213113.105	797337.5391	3022.8707	T44
765	9213109.713	797328.5076	3023.1496	T45
766	9213119.099	797329.0524	3022.1906	T46
767	9213122.572	797325.5676	3021.8678	T47
768	9213131.599	797321.0457	3021.3697	T48
769	9213129.94	797314.2408	3021.7871	T49
770	9213100.959	797407.689	3024.6377	T50
771	9213121.752	797307.6994	3022.0237	T51
772	9213112.799	797302.2721	3022.6737	T52
773	9213104.99	797298.5292	3023.1784	T53
774	9213103.789	797289.9116	3023.1571	T54
775	9213115.658	797291.5922	3022.3716	T55
776	9213125.242	797293.7621	3022.0158	T56
777	9213121.911	797286.4121	3022.1121	T57
778	9213114.372	797283.9399	3022.4353	T58
779	9213107.794	797282.2881	3022.9124	T59
780	9213116.529	797279.8869	3022.3968	T60
781	9213119.12	797270.8008	3022.4864	BM3
782	9213114.477	797274.2612	3023.2007	BM4
783	9213090.996	797406.23	3025.6496	T
784	9213095.587	797397.9104	3025.616	T1
785	9213098.247	797388.3968	3025.427	T2
786	9213098.372	797370.5532	3024.9809	T3
787	9213091.756	797359.6159	3025.1409	T4
788	9213080.883	797364.8232	3026.0176	T5
789	9213071.764	797369.6984	3027.1143	T6
790	9213068.877	797380.6105	3027.898	T7
791	9213070.994	797388.7476	3027.8997	T8
792	9213062.193	797385.9434	3029.0336	T9
793	9213060.079	797377.959	3029.4173	T10
794	9213059.767	797377.1567	3029.4722	CA
795	9213058.917	797377.0346	3029.4721	CA1
796	9213060.428	797334.7237	3028.3971	CA2
797	9213059.54	797335.0292	3028.4899	CA3
798	9213061.47	797326.2966	3028.2956	CA4
799	9213060.67	797326.5879	3028.311	CA5
800	9213116.623	797259.2498	3022.4028	CAS
801	9213111.731	797225.3666	3020.6604	CAS1



802	9213108.225	797270.5113	3023.1229	CAS2
803	9213095.6	797275.7777	3024.2826	CAS3
804	9213129.18	797296.024	3022.0004	CAS4
805	9213129.179	797296.0232	3022.0007	POSS
806	9213265.748	797230.033	3002.8856	E5
808	9213122.274	797272.6693	3022.2926	E4
809	9213250.07	797223.1287	3002.9019	Q
810	9213251.907	797220.6742	3002.7681	Q1
811	9213256.185	797211.7347	3002.6061	Q2
812	9213255.63	797201.6977	3002.1456	Q3
813	9213252.478	797196.5079	3001.9612	Q4
814	9213249.165	797193.1658	3002.0178	Q5
815	9213242.126	797190.0145	3001.8258	Q6
816	9213245.125	797193.1472	3000.6958	Q7
817	9213247.555	797192.513	3000.729	Q8
818	9213249.668	797194.1817	3000.5948	Q9
819	9213252.514	797197.1613	3000.8498	Q10
820	9213255.164	797201.3612	3001.0781	Q11
821	9213256.11	797204.9691	3001.5601	Q12
822	9213254.663	797211.288	3001.2558	Q13
823	9213252.398	797216.0292	3001.5179	Q14
824	9213248.336	797221.6129	3001.72	Q15
825	9213245.189	797221.6122	3001.5452	Q16
826	9213243.061	797220.6022	3001.7426	Q17
827	9213242.219	797220.4492	3002.5078	Q18
828	9213245.336	797217.2412	3001.578	Q19
829	9213245.107	797216.258	3002.1837	Q20
830	9213250.151	797215.7169	3001.327	Q21
831	9213249.16	797211.8894	3001.5551	Q22
832	9213248.136	797210.7691	3002.7022	Q23
833	9213251.1	797209.4261	3001.3067	Q24
834	9213249.019	797206.8183	3001.8639	Q25
835	9213251.886	797202.8676	3001.0008	Q26
836	9213248.6	797200.9608	3000.7465	Q27
837	9213248.219	797198.0581	3000.4738	Q28
838	9213248.81	797250.0066	3002.316	Q29
839	9213250.864	797252.9413	3002.5294	Q30
840	9213251.348	797254.2411	3002.5582	Q31
841	9213245.87	797256.578	3002.7742	Q32
842	9213239.443	797239.9809	3002.1523	Q33
843	9213248.061	797255.2962	3002.7847	Q34
844	9213240.404	797243.7308	3002.1852	Q35
845	9213241.401	797247.3437	3002.261	Q36
846	9213252.531	797255.9682	3002.6372	Q37
847	9213243.291	797251.6986	3002.2856	Q38

848	9213254.407	797258.9468	3002.6815	Q39
849	9213245.143	797255.9142	3002.3322	Q40
850	9213255.941	797261.3002	3002.7952	Q41
851	9213245.149	797256.015	3002.5426	Q42
852	9213245.611	797256.4264	3002.5345	Q43
853	9213245.642	797256.4451	3002.7819	Q44
854	9213257.264	797263.4566	3002.9533	Q45
855	9213259.023	797265.4551	3003.1789	Q46
856	9213260.308	797267.1047	3003.1075	Q47
857	9213259.502	797266.373	3003.2036	Q48
858	9213246.285	797257.1577	3002.5961	Q49
859	9213257.434	797269.3025	3003.4591	Q50
860	9213247.59	797259.1591	3002.6438	Q51
861	9213259.896	797272.449	3003.553	Q52
862	9213262.686	797270.0026	3003.2158	Q53
863	9213247.58	797259.2269	3004.7056	Q54
864	9213263.049	797276.6413	3003.5992	Q55
865	9213247.57	797259.2553	3004.7141	Q56
866	9213250.133	797263.1503	3004.8146	Q57
867	9213250.178	797263.2272	3002.7545	Q58
868	9213251.12	797264.7474	3003.579	Q59
869	9213253.012	797267.7093	3003.7377	Q60
870	9213253.334	797268.7385	3003.8304	Q61
871	9213253.262	797268.7979	3004.3731	Q62
872	9213253.237	797268.7625	3004.9682	Q63
873	9213261.958	797278.6045	3003.948	Q64
874	9213254.322	797269.5061	3003.7848	Q65
875	9213260.297	797276.3641	3003.9059	Q66
876	9213254.343	797269.9242	3004.3776	Q67
877	9213259.91	797275.8504	3004.4025	Q68
878	9213253.028	797253.0051	3003.5715	E6
879	9213272.161	797198.2201	3002.232	E7
880	9213246.907	797218.6087	3002.9612	E5
881	9213265.747	797230.0371	3002.8856	E5
882	9213249.799	797193.4799	3002.029	E8
883	9213246.923	797191.8589	3001.8246	Q
884	9213241.992	797190.4962	3001.8659	Q1
885	9213253.201	797197.6954	3000.9238	Q2
886	9213235.226	797190.9561	3001.187	Q3
887	9213251.761	797195.9725	3000.6678	Q4
888	9213231.748	797189.9822	3000.9751	Q5
889	9213228.499	797187.9024	3001.1568	Q6
890	9213249.257	797193.6015	3000.7779	Q7
891	9213226.178	797181.107	3000.6975	Q8
892	9213247.284	797192.2166	3000.9316	Q9

893	9213221.881	797180.6005	2999.9116	Q10
894	9213243.187	797192.5109	3000.4904	Q11
895	9213227.552	797180.1674	3000.7468	Q12
896	9213224.824	797179.3136	2999.9224	Q13
897	9213240.802	797191.2908	3000.7173	Q14
898	9213219.301	797177	2999.4505	Q15
899	9213218.029	797176.8754	2999.4394	Q16
900	9213217.166	797176.8799	3000.7387	Q17
901	9213217.742	797173.3597	3000.2409	Q18
902	9213232.282	797191.0037	3000.3214	Q19
903	9213222.353	797168.8276	3000.385	Q20
904	9213227.769	797189.5634	3000.2249	Q21
905	9213221.762	797169.5601	2999.4394	Q22
906	9213225.401	797185.2636	3000.3714	Q23
907	9213225.537	797179.8449	2999.882	Q24
908	9213218.181	797169.5752	2999.2778	Q25
909	9213223.675	797172.8333	2999.7981	Q26
910	9213216.505	797167.3458	2999.8719	Q27
911	9213216.13	797165.2371	2999.1839	Q28
912	9213220.732	797166.7101	2999.1861	Q29
913	9213215.072	797164.393	2999.6248	Q30
914	9213213.004	797161.8488	2999.0918	Q31
915	9213218.263	797163.1127	2998.8065	Q32
916	9213210.59	797160.7695	2999.1731	Q33
917	9213218.24	797162.5704	3000.1548	Q34
918	9213210.549	797160.7645	2999.1483	Q35
919	9213210.205	797161.0812	2999.6398	Q36
920	9213205.696	797158.7193	2998.7724	Q37
921	9213213.793	797158.026	2998.7095	Q38
922	9213205.589	797158.9602	2999.2418	Q39
923	9213213.925	797157.8636	2999.919	Q40
924	9213201.542	797157.3173	2999.0548	Q41
925	9213209.093	797156.6419	2998.3408	Q42
926	9213199.326	797155.3934	2999.2443	Q43
927	9213200.338	797155.3541	2998.6945	Q44
928	9213204.963	797155.029	2998.6083	Q45
929	9213199.608	797153.3654	2998.5116	Q46
930	9213200.462	797148.5169	2998.6397	Q47
931	9213197.783	797150.208	2998.25	Q48
932	9213200.949	797148.2967	2999.373	Q49
933	9213197.084	797150.0015	2998.3577	Q50
934	9213199.962	797144.7029	2998.5543	Q51
935	9213198.167	797150.1151	2998.2541	Q52
936	9213200.605	797144.7334	2999.2548	Q53
937	9213199.926	797146.6768	2998.5734	Q54

938	9213196.934	797142.5643	2998.0914	Q55
939	9213195.322	797143.7606	2998.4694	Q56
940	9213200.82	797140.18	2998.1528	Q57
941	9213194.825	797143.9834	2998.8154	Q58
942	9213200.971	797140.391	2999.0114	Q59
943	9213196.327	797141.2281	2998.3244	Q60
944	9213195.505	797140.0835	2999.4191	Q61
945	9213202.05	797138.0898	2998.2049	Q62
946	9213202.353	797138.1001	2998.9167	Q63
947	9213199.085	797136.228	2997.954	Q64
948	9213198.033	797134.9516	2998.9037	Q65
949	9213201.851	797131.6372	2997.9157	Q66
950	9213201.18	797131.1036	2998.6766	Q67
951	9213205.287	797135.0072	2998.6256	Q68
952	9213206.606	797129.3494	2997.5702	Q69
953	9213206.14	797128.9713	2998.4137	Q70
954	9213208.459	797133.2462	2998.1027	Q71
955	9213208.473	797133.6088	2998.5659	Q72
956	9213209.044	797130.0747	2997.0318	Q73
957	9213211.26	797130.2663	2997.3823	Q74
958	9213212.251	797132.9899	2997.7417	Q75
959	9213212.24	797128.9575	2997.62	Q76
960	9213212.206	797128.8242	2998.6844	Q77
961	9213212.196	797133.7729	2998.4082	Q78
962	9213219.065	797129.4577	2997.6664	Q79
963	9213220.034	797127.7527	2998.6914	Q80
964	9213222.408	797134.0926	2997.2718	Q81
965	9213222.575	797134.8685	2998.0243	Q82
966	9213227.485	797130.1972	2998.1636	Q83
967	9213227.441	797130.5536	2997.1725	Q84
968	9213232.143	797130.4077	2997.7383	Q85
969	9213232.432	797130.9012	2997.4677	Q86
970	9213233.348	797137.1781	2998.3483	Q87
971	9213235.458	797129.7491	2997.82	Q88
972	9213235.754	797130.1299	2997.1806	Q89
973	9213239.839	797118.5773	2997.7795	Q90
974	9213240.484	797118.2101	2996.7669	Q91
975	9213237.799	797136.7884	2998.4335	Q92
976	9213240.718	797113.2997	2997.5633	Q93
977	9213240.789	797113.5046	2996.5876	Q94
978	9213237.484	797136.0316	2997.7878	Q95
979	9213244.348	797135.1371	2999.3177	Q96
980	9213243.863	797134.8068	2998.2575	Q97
981	9213248.463	797126.4364	2999.1951	Q98
982	9213247.663	797125.9254	2997.8745	Q99

983	9213247.82	797118.3874	2997.9908	Q100
984	9213248.541	797115.8383	2997.7413	Q101
985	9213250.288	797111.1792	2998.1953	Q102
986	9213253.417	797107.232	2999.1958	Q103
987	9213215.998	797162.7455	2998.9737	Q
988	9213206.781	797157.2105	2998.4878	Q1
989	9213200.836	797152.0956	2998.4606	Q2
990	9213198.399	797141.9313	2998.2078	Q3
991	9213200.902	797135.4688	2997.8573	Q4
992	9213202.616	797133.1574	2997.7422	Q5
993	9213222.103	797132.6176	2997.0446	Q6
994	9213226.757	797131.7411	2997.0578	Q7
995	9213230.978	797132.8187	2996.9338	Q8
996	9213235.249	797132.8443	2996.9732	Q9
997	9213235.882	797133.3618	2997.0182	Q10
998	9213237.158	797133.9998	2997.3008	Q11
999	9213251	797011	2997.2472	E1
1000	9213122.257	797272.6746	3022.2926	E4
1001	9213265.748	797230.033	3002.8856	E5
1002	9213265.748	797230.033	3002.8856	E5
1003	9213272.161	797198.2201	3002.232	E7

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura N° 46: Pintado de BM1 para el levantamiento topográfico en un punto fijo.**

**Fuente: Fotografía Propia.**





**Figura N° 47: BM1 pintado en un puente canal que será nuestro punto base para el levantamiento topográfico.**

**Fuente: Fotografía Propia**



**Figura N° 48: Uso de la estación TS02 para el levantamiento topográfico.**

**Fuente: Fotografía Propia**





**Figura N° 49: Uso de la estación TS02 para el levantamiento topográfico.  
Fuente: Fotografía Propia**



**Figura N° 50: BM 4 dejado encampo para el cambio de estación en nuestro  
levantamiento topográfico.  
Fuente: Fotografía Propia**



**Figura N° 51: Jalones y primas para el levantamiento topográfico**  
**Fuente: Fotografía Propia**

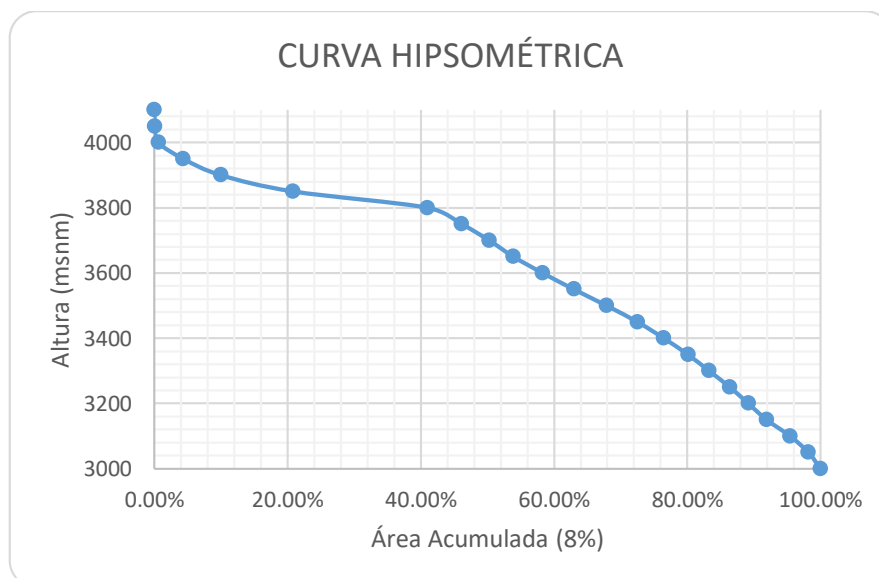


## ANEXO 2: PARÁMETROS DE LA CUENCA

**Tabla N° 36: Tabla de áreas y alturas de la cuenca del río Quinquas.**

Altura	Área (km2)	Área acum.	% Áreas
4100	0	0	0.000%
4050	0.016204	0.016204	0.036%
4000	0.248492	0.264696	0.585%
3950	1.681886	1.946582	4.304%
3900	2.550423	4.497005	9.944%
3850	4.912974	9.409979	20.807%
3800	9.133148	18.543127	41.002%
3750	2.307009	20.850135	46.103%
3700	1.875735	22.725870	50.250%
3650	1.642118	24.367988	53.881%
3600	1.985194	26.353182	58.271%
3550	2.120519	28.473701	62.959%
3500	2.218995	30.692696	67.866%
3450	2.107800	32.800495	72.527%
3400	1.781099	34.581594	76.465%
3350	1.645155	36.226749	80.103%
3300	1.428361	37.655110	83.261%
3250	1.421305	39.076416	86.404%
3200	1.246483	40.322898	89.160%
3150	1.254157	41.577055	91.933%
3100	1.590184	43.167238	95.449%
3050	1.241957	44.409196	98.195%
3000	0.816271	45.225467	100.000%
Total	45.225467		

**Fuente: Elaboración Propia**

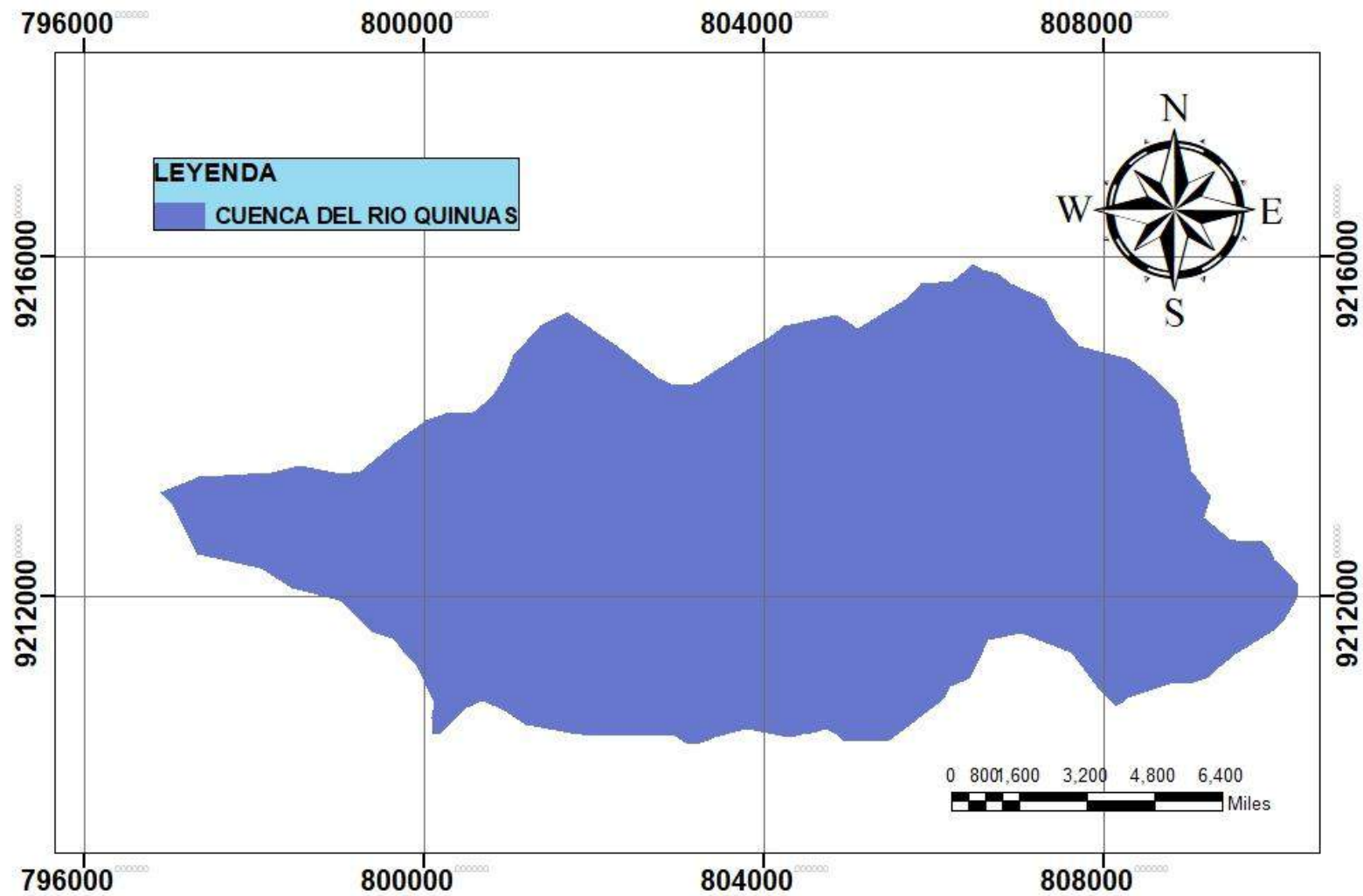


**Figura N° 52: Curva hipsométrica de la cuenca del río Quinuas.  
Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla N° 37: Cálculo para el índice de pendiente de la cuenca del río Quinuas.**

<b>N</b>	<b><math>\alpha_i</math> (Km2)</b>	<b><math>\beta_i = \alpha_i / A</math></b>	<b>(<math>C_i - C_{i-1}</math>)</b>	<b><math>\beta_i(C_i - C_{i-1})</math></b>	<b>L</b>	<b><math>\beta_i(C_i - C_{i-1}) / L</math></b>	<b><math>(\beta_i(C_i - C_{i-1}) / L)^{0.5}</math></b>
1	0.8163	0.01805	0.0500	0.000902	13.6276	0.000066	0.008138
2	1.2420	0.02746	0.0500	0.001373	13.6276	0.000101	0.010038
3	1.5902	0.03516	0.0500	0.001758	13.6276	0.000129	0.011358
4	1.2542	0.02773	0.0500	0.001387	13.6276	0.000102	0.010087
5	1.2465	0.02756	0.0500	0.001378	13.6276	0.000101	0.010056
6	1.4213	0.03143	0.0500	0.001571	13.6276	0.000115	0.010738
7	1.4284	0.03158	0.0500	0.001579	13.6276	0.000116	0.010765
8	1.6452	0.03638	0.0500	0.001819	13.6276	0.000133	0.011553
9	1.7811	0.03938	0.0500	0.001969	13.6276	0.000144	0.012021
10	2.1078	0.04661	0.0500	0.002330	13.6276	0.000171	0.013077
11	2.2190	0.04907	0.0500	0.002453	13.6276	0.000180	0.013417
12	2.1205	0.04689	0.0500	0.002344	13.6276	0.000172	0.013116
13	1.9852	0.04390	0.0500	0.002195	13.6276	0.000161	0.012691
14	1.6421	0.03631	0.0500	0.001815	13.6276	0.000133	0.011542
15	1.8757	0.04148	0.0500	0.002074	13.6276	0.000152	0.012336
16	2.3070	0.05101	0.0500	0.002551	13.6276	0.000187	0.013681
17	9.1331	0.20195	0.0500	0.010097	13.6276	0.000741	0.027220
18	4.9130	0.10863	0.0500	0.005432	13.6276	0.000399	0.019964
19	2.5504	0.05639	0.0500	0.002820	13.6276	0.000207	0.014384
20	1.6819	0.03719	0.0500	0.001859	13.6276	0.000136	0.011681
21	0.2485	0.00549	0.0500	0.000275	13.6276	0.000020	0.004490
22	0.0162	0.00036	0.0500	0.000018	13.6276	0.000001	0.001147
	45.225						0.263499

**Fuente: Elaboración Propia**



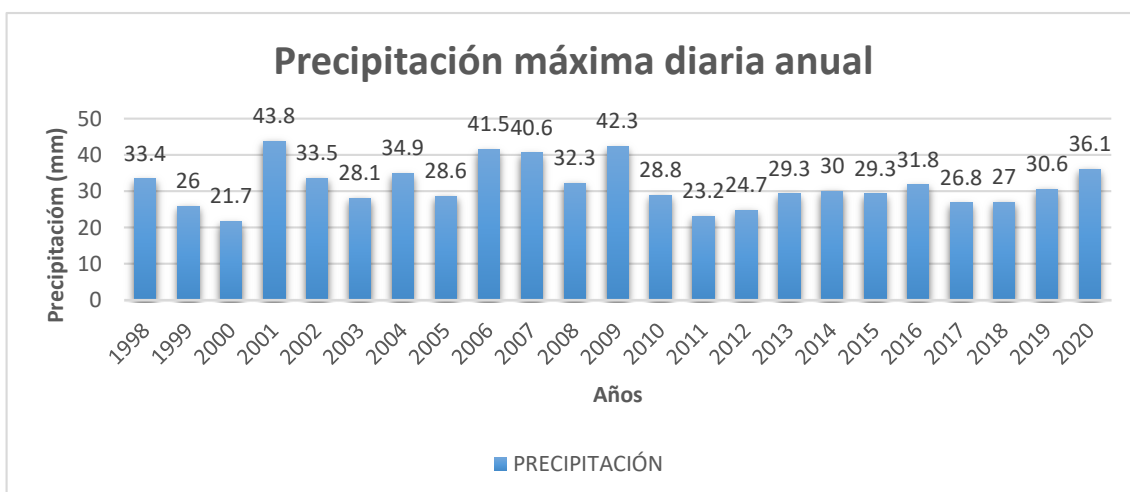
**Figura N° 53: Área de la cuenca del río Quinuas**  
**Fuente: Elaboración Propia**

### ANEXO 3: ANÁLISIS DE LAS INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN

**Tabla N° 38: Precipitación máxima anual mensual de la estación La Encañada en mm.**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1997										15.9	22.3	19.1
1998	14.6	30.2	18.9	28.6	15.8	3.9	0.4	4.4	16.4	33.4	9.5	21.8
1999	13.3	25.2	26	13.4	23	18.3	7.3	4.7	21.4	11.2	21.5	16.2
2000	8.9	15.8	21.7	14.5	12.3	6	0.5	6.1	13.4	1.6	11.5	15.2
2001	43.8	26.3	21.9	24.1	12.8	0.3	1.4	0.8	8.4	28	16.9	13.2
2002	12.1	24.6	33.5	17.6	3.5	3.8	1.4	1.1	13.1	24.7		
2003	9.4	18.2	23.1	18.6	9.5	14.2	0	6.6	7.2	18.6	28.1	18.8
2004	27.3	14.5	16.8	14.1	10.9	2.8	9.4	0.5	10.8	34.9	11.9	19.4
2005	18.6	17.2	28.6	9.6	19.8	4.7	1.2	4.7	2.9	17.8	11.1	16
2006	21.7	22.2	26.7	41.5	4.6	9.5	8.6	2.9	13.3	20.5	11.4	13.2
2007	15.7	14.6	40.6	18.5	15.4	0	8	1.4	16.5	19.9	23.7	20.1
2008	23.8	16.8	23.1	23.2	8.3	7.6	5.8	6.3	20	32.3	21.3	15.4
2009	24.2	9.7	42.3	17.3	25.2	3	4.5	5.4	4.6	16	20.7	23.3
2010	11.7	22.3	28.8	15.4	22.6	6.2	4.2	0	7.3	23.9	19.9	20.8
2011	13.3	23.2	14.1	23.1	17.9	0.4	7.7	0	9.9	7.8	15.3	11.9
2012	22.2	21.7	19.4	16.7	12.6	10	0	7.5	1.5	21.5	24.7	12.6
2013	8.2	23.4	16.8	12.9	17.2	9.6	1.7	4.7	0	29.3	14.1	14
2014	19.1	28.5	30	12.9	12.1	0	0.2	0.4	14.5	14.4	27.7	22
2015	29.3	20.1	22.7	17.4	17.8	1.9	5.3	0	1.4	6.3	18.4	4.3
2016	14.6	16.4	24.9	18.4	2.1	8.5	0.5	0.9	17.3	24.6	4.8	31.8
2017	14.7	20.2	26.8	15.6	12	5	3.2	15.7	4.1	21.8	13.2	18.6
2018	14.6	20.9	18.3	20.8	16.8	3.8	0	0	20.2	21.2	27	15
2019	12.4	30.4	27.5	30.6	16.3	12	3.1	0	8.7	17.3	20.9	28.2
2020	14.9	11.4	22.9	17.1	25.8	12.4	17.6	0.9	12.2	26.2	20.8	36.1

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2021)



**Figura N° 54 : Precipitación máxima de 24 horas anual.**  
**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla N° 39: Valores logarítmicos de precipitación máxima de 24 horas anual.**

Precipitación máxima 24 horas			
N°	Año	P24hr (mm)	Log (P24hr)
1	2001	43.8	1.6415
2	2009	42.3	1.6263
3	2006	41.5	1.6180
4	2007	40.6	1.6085
5	2020	36.1	1.5575
6	2004	34.9	1.5428
7	2002	33.5	1.5250
8	1998	33.4	1.5237
9	2008	32.3	1.5092
10	2016	31.8	1.5024
11	2019	30.6	1.4857
12	2014	30	1.4771
13	2013	29.3	1.4669
14	2015	29.3	1.4669
15	2010	28.8	1.4594
16	2005	28.6	1.4564
17	2003	28.1	1.4487
18	2018	27	1.4314
19	2017	26.8	1.4281
20	1999	26	1.4150
21	2012	24.7	1.3927
22	2011	23.2	1.3655
23	2000	21.7	1.3365

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla N° 40: Validación de datos de precipitación para la cuenca LA ENCAÑADA.**

Validación de datos			Verif. Dato Dudoso
Precipitación máxima (24 horas)			
N°	Año	P24hr (mm)	
1	2001	43.8	VÁLIDO
2	2009	42.3	VÁLIDO
3	2006	41.5	VÁLIDO
4	2007	40.6	VÁLIDO
5	2020	36.1	VÁLIDO
6	2004	34.9	VÁLIDO
7	2002	33.5	VÁLIDO
8	1998	33.4	VÁLIDO
9	2008	32.3	VÁLIDO
10	2016	31.8	VÁLIDO
11	2019	30.6	VÁLIDO
12	2014	30	VÁLIDO
13	2013	29.3	VÁLIDO
14	2015	29.3	VÁLIDO
15	2010	28.8	VÁLIDO
16	2005	28.6	VÁLIDO
17	2003	28.1	VÁLIDO
18	2018	27	VÁLIDO
19	2017	26.8	VÁLIDO
20	1999	26	VÁLIDO
21	2012	24.7	VÁLIDO
22	2011	23.2	VÁLIDO
23	2000	21.7	VÁLIDO

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla N° 41: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Normal.**

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom lineal	Delta
1	21.7	0.0417	0.0539	0.0556	0.0122
2	23.2	0.0833	0.0866	0.0887	0.0033
3	24.7	0.125	0.1323	0.1347	0.0073
4	26	0.1667	0.1836	0.1859	0.0169
5	26.8	0.2083	0.2205	0.2227	0.0122
6	27	0.25	0.2304	0.2325	0.0196
7	28.1	0.2917	0.2888	0.2906	0.0029
8	28.6	0.3333	0.3174	0.3191	0.0159
9	28.8	0.375	0.3292	0.3308	0.0458

10	29.3	0.4167	0.3595	0.3608	0.0572
11	29.3	0.4583	0.3595	0.3608	0.0989
12	30	0.5	0.4033	0.4042	0.0967
13	30.6	0.5417	0.4418	0.4424	0.0999
14	31.8	0.5833	0.5202	0.52	0.0631
15	32.3	0.625	0.5528	0.5523	0.0722
16	33.4	0.6667	0.623	0.6219	0.0436
17	33.5	0.7083	0.6293	0.6281	0.0791
18	34.9	0.75	0.7122	0.7104	0.0378
19	36.1	0.7917	0.7755	0.7733	0.0162
20	40.6	0.8333	0.9327	0.9308	0.0993
21	41.5	0.875	0.9499	0.9482	0.0749
22	42.3	0.9167	0.9621	0.9606	0.0454
23	43.8	0.9583	0.9784	0.9774	0.0201

Fuente: HidroEsta

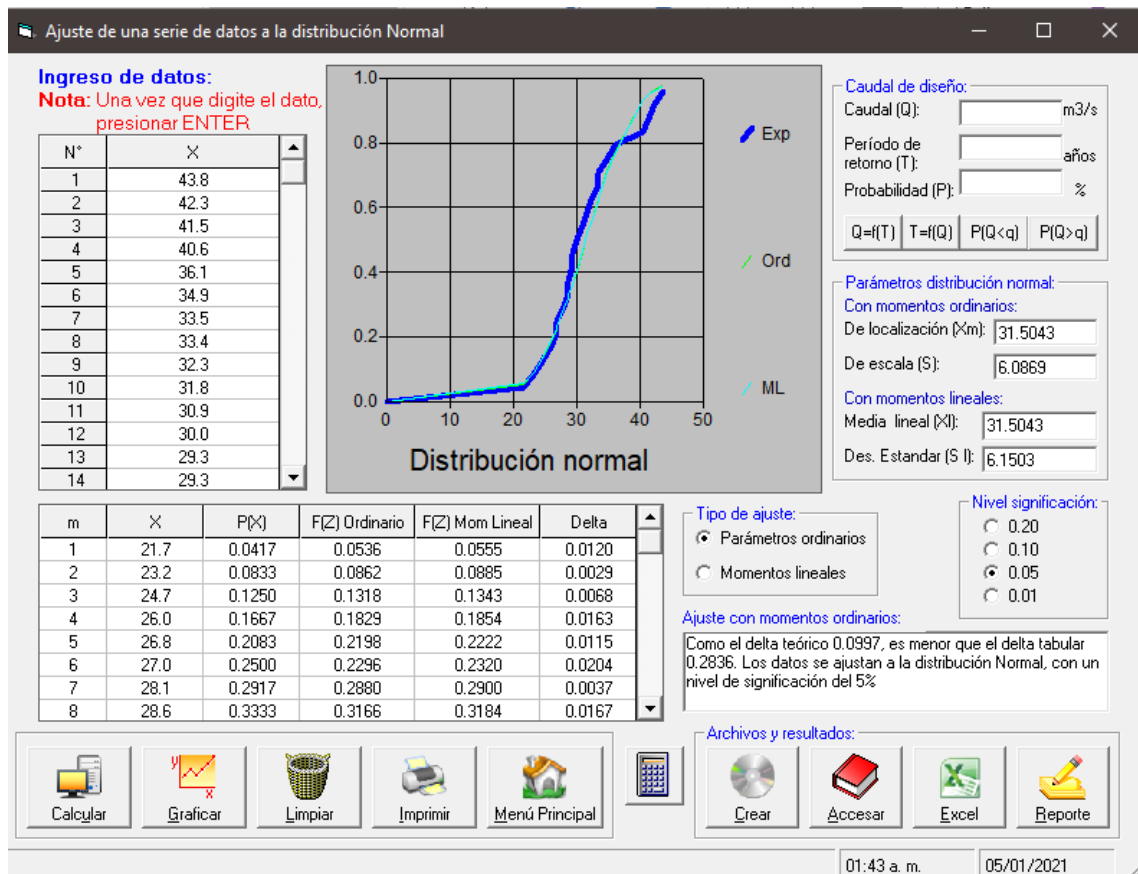


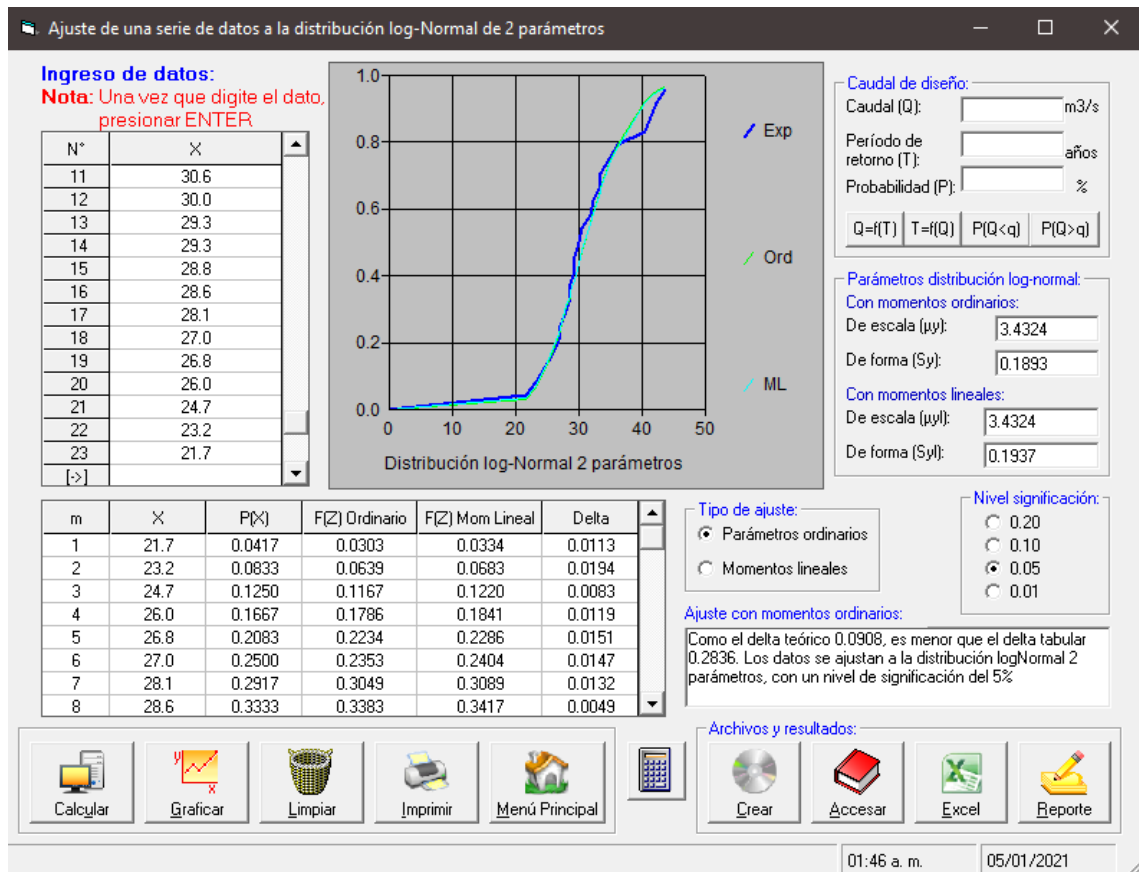
Figura N° 55: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Normal.  
 Fuente: HidroEsta

**Tabla N° 42: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Normal 2 parámetros.**

<b>m</b>	<b>X</b>	<b>P(X)</b>	<b>F(Z) Ordinario</b>	<b>F(Z) Mom lineal</b>	<b>Delta</b>
1	21.7	0.0417	0.0303	0.0334	0.0113
2	23.2	0.0833	0.0639	0.0683	0.0194
3	24.7	0.125	0.1167	0.122	0.0083
4	26	0.1667	0.1786	0.1841	0.0119
5	26.8	0.2083	0.2234	0.2286	0.0151
6	27	0.25	0.2353	0.2404	0.0147
7	28.1	0.2917	0.3049	0.3089	0.0132
8	28.6	0.3333	0.3383	0.3417	0.0049
9	28.8	0.375	0.3518	0.355	0.0232
10	29.3	0.4167	0.3861	0.3886	0.0306
11	29.3	0.4583	0.3861	0.3886	0.0722
12	30	0.5	0.4346	0.436	0.0654
13	30.6	0.5417	0.476	0.4766	0.0656
14	31.8	0.5833	0.5569	0.5556	0.0264
15	32.3	0.625	0.5892	0.5872	0.0358
16	33.4	0.6667	0.6563	0.653	0.0104
17	33.5	0.7083	0.6621	0.6586	0.0462
18	34.9	0.75	0.7371	0.7324	0.0129
19	36.1	0.7917	0.7919	0.7866	0.0003
20	40.6	0.8333	0.9242	0.9194	0.0908
21	41.5	0.875	0.9394	0.9351	0.0644
22	42.3	0.9167	0.9506	0.9466	0.0339
23	43.8	0.9583	0.9667	0.9635	0.0084

**Fuente: HidroEsta**





**Figura N° 56: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Normal de 2 parámetros.**

**Fuente: HidroEsta**

**Tabla N° 43: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Normal 3 parámetros.**

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom lineal	Delta
1	21.7	0.0417	-2.0549	0.0199	0.0217
2	23.2	0.0833	-1.6266	0.0519	0.0314
3	24.7	0.125	-1.2419	0.1071	0.0179
4	26	0.1667	-0.9374	0.1743	0.0076
5	26.8	0.2083	-0.7615	0.2232	0.0148
6	27	0.25	-0.7188	0.2361	0.0139
7	28.1	0.2917	-0.4921	0.3113	0.0197
8	28.6	0.3333	-0.3933	0.347	0.0137
9	28.8	0.375	-0.3545	0.3615	0.0135
10	29.3	0.4167	-0.2593	0.3977	0.019
11	29.3	0.4583	-0.2593	0.3977	0.0606
12	30	0.5	-0.1298	0.4484	0.0516
13	30.6	0.5417	-0.0222	0.4911	0.0505
14	31.8	0.5833	0.1841	0.573	0.0103
15	32.3	0.625	0.2669	0.6052	0.0198

16	33.4	0.6667	0.4428	0.6711	0.0044
17	33.5	0.7083	0.4584	0.6767	0.0317
18	34.9	0.75	0.6703	0.7487	0.0013
19	36.1	0.7917	0.8429	0.8004	0.0087
20	40.6	0.8333	1.4281	0.9234	0.09
21	41.5	0.875	1.5351	0.9376	0.0626
22	42.3	0.9167	1.6276	0.9482	0.0315
23	43.8	0.9583	1.7953	0.9637	0.0054

Fuente: HidroEsta

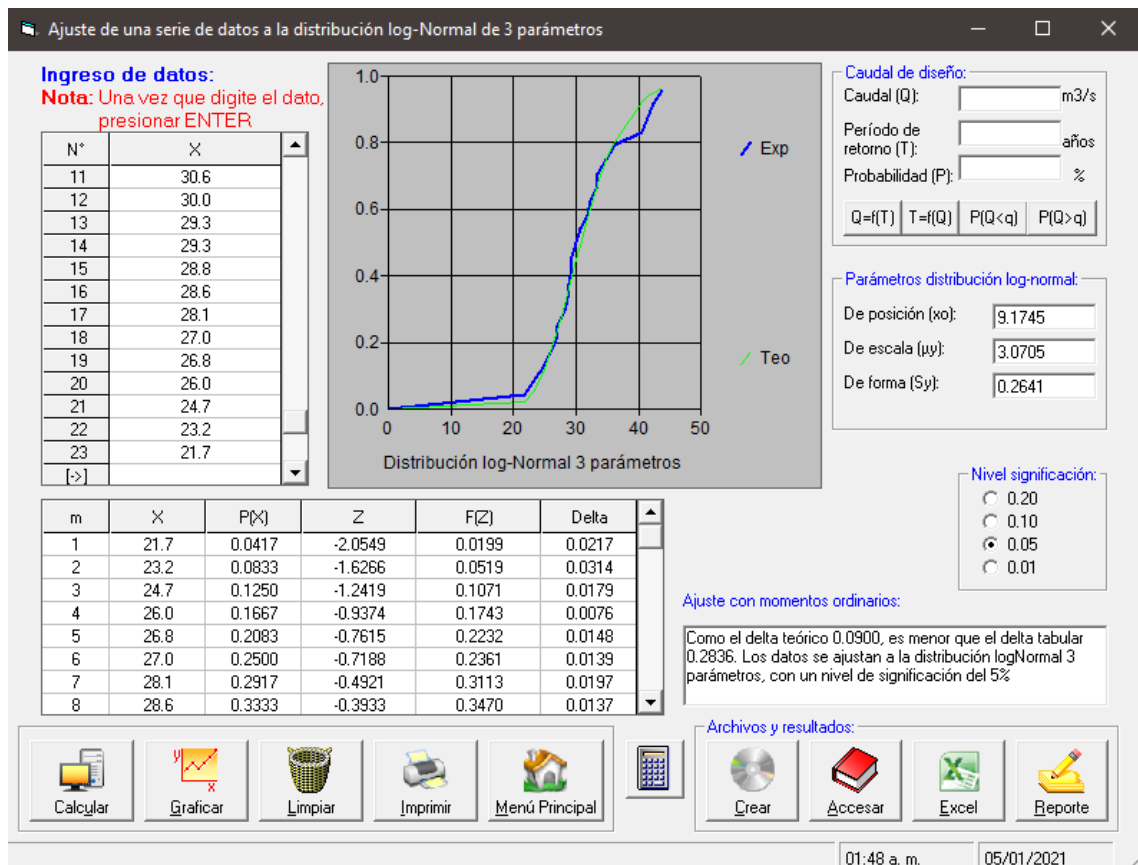


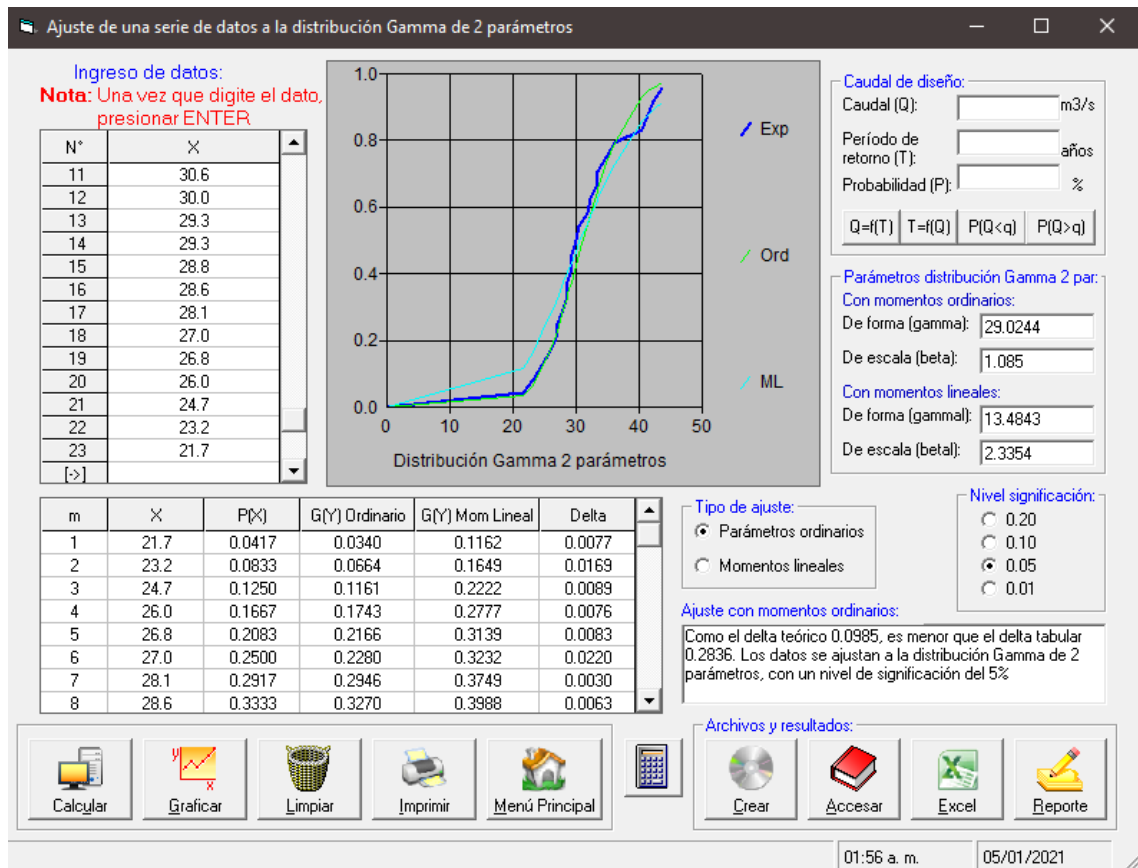
Figura N° 57: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Normal de 3 parámetros.

Fuente: HidroEsta

**Tabla N° 44: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Gamma de 2 parámetros.**

<b>m</b>	<b>X</b>	<b>P(X)</b>	<b>G(Y) Ordinario</b>	<b>G(Y)MomLineal</b>	<b>Delta</b>
1	21.7	0.0417	0.034	0.1162	0.0077
2	23.2	0.0833	0.0664	0.1649	0.0169
3	24.7	0.125	0.1161	0.2222	0.0089
4	26	0.1667	0.1743	0.2777	0.0076
5	26.8	0.2083	0.2166	0.3139	0.0083
6	27	0.25	0.228	0.3232	0.022
7	28.1	0.2917	0.2946	0.3749	0.003
8	28.6	0.3333	0.327	0.3988	0.0063
9	28.8	0.375	0.3402	0.4084	0.0348
10	29.3	0.4167	0.3739	0.4324	0.0428
11	29.3	0.4583	0.3739	0.4324	0.0845
12	30	0.5	0.4219	0.466	0.0781
13	30.6	0.5417	0.4634	0.4945	0.0783
14	31.8	0.5833	0.5456	0.5504	0.0377
15	32.3	0.625	0.5789	0.5731	0.0461
16	33.4	0.6667	0.6487	0.6212	0.018
17	33.5	0.7083	0.6548	0.6255	0.0536
18	34.9	0.75	0.7339	0.6823	0.0161
19	36.1	0.7917	0.7922	0.7268	0.0006
20	40.6	0.8333	0.9319	0.8561	0.0985
21	41.5	0.875	0.9473	0.8751	0.0723
22	42.3	0.9167	0.9584	0.8903	0.0417
23	43.8	0.9583	0.9739	0.9147	0.0155

**Fuente: HidroEsta**



**Figura N° 58: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Gamma de 2 parámetros.**  
**Fuente: HidroEsta**

**Tabla N° 45: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Gamma de 3 parámetros.**

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	21.7	0.0417	0.0302	0.0186	0.0115
2	23.2	0.0833	0.0657	0.0568	0.0176
3	24.7	0.125	0.1211	0.1207	0.0039
4	26	0.1667	0.185	0.1937	0.0183
5	26.8	0.2083	0.2306	0.2446	0.0223
6	27	0.25	0.2426	0.2578	0.0074
7	28.1	0.2917	0.3124	0.3328	0.0207
8	28.6	0.3333	0.3456	0.3676	0.0123
9	28.8	0.375	0.359	0.3815	0.016
10	29.3	0.4167	0.3929	0.4162	0.0237
11	29.3	0.4583	0.3929	0.4162	0.0654
12	30	0.5	0.4406	0.464	0.0594
13	30.6	0.5417	0.4813	0.5041	0.0604
14	31.8	0.5833	0.5603	0.5801	0.0231

15	32.3	0.625	0.5918	0.6098	0.0332
16	33.4	0.6667	0.6571	0.6706	0.0096
17	33.5	0.7083	0.6628	0.6758	0.0456
18	34.9	0.75	0.736	0.7427	0.014
19	36.1	0.7917	0.7897	0.7915	0.002
20	40.6	0.8333	0.9212	0.9125	0.0879
21	41.5	0.875	0.9367	0.9274	0.0617
22	42.3	0.9167	0.9482	0.9387	0.0315
23	43.8	0.9583	0.9648	0.9557	0.0065

Fuente: HidroEsta

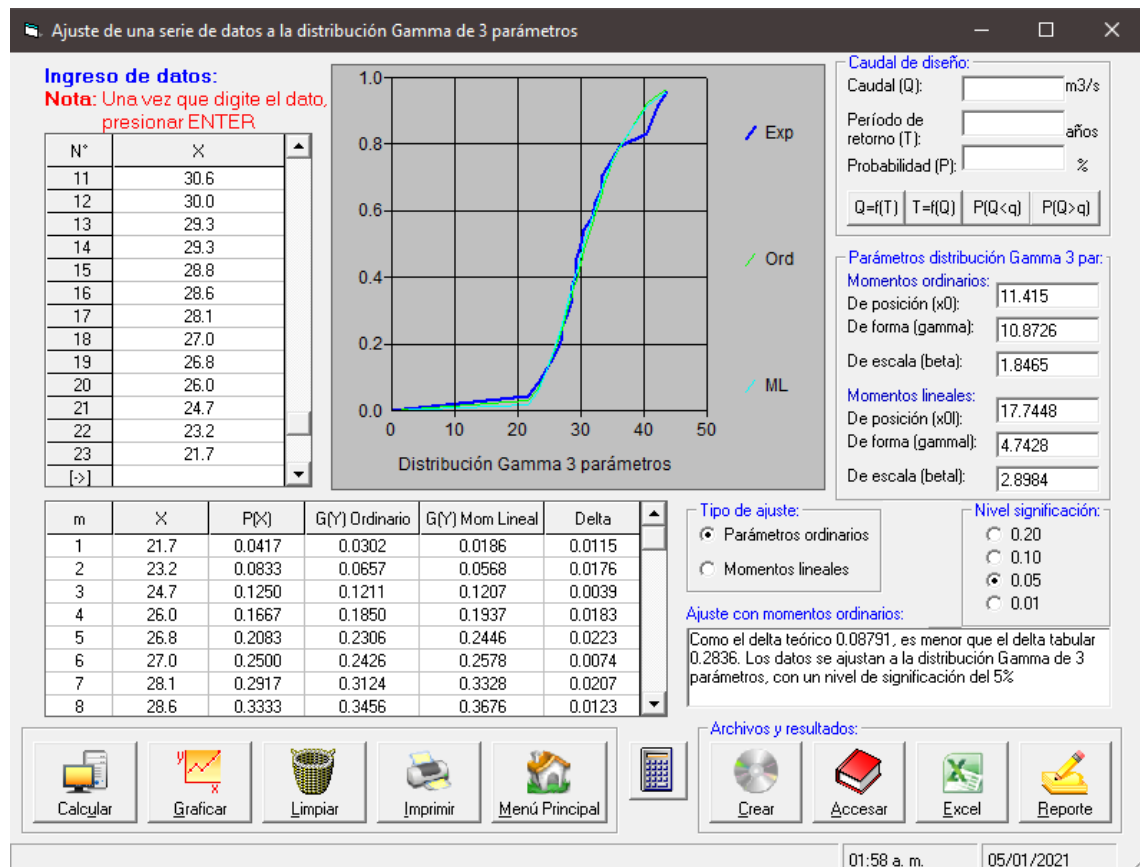


Figura N° 59: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Gamma de 3 parámetros.

Fuente: HidroEsta

Tabla N° 46: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Pearson Tipo III.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	21.7	0.0417	0.0233	0.0211	0.0183
2	23.2	0.0833	0.0568	0.0564	0.0265
3	24.7	0.125	0.1128	0.1163	0.0122

4	26	0.1667	0.1796	0.1873	0.013
5	26.8	0.2083	0.2279	0.2378	0.0196
6	27	0.25	0.2407	0.251	0.0093
7	28.1	0.2917	0.3147	0.3268	0.023
8	28.6	0.3333	0.3497	0.3623	0.0164
9	28.8	0.375	0.3639	0.3765	0.0111
10	29.3	0.4167	0.3994	0.412	0.0172
11	29.3	0.4583	0.3994	0.412	0.0589
12	30	0.5	0.4491	0.4611	0.0509
13	30.6	0.5417	0.491	0.5022	0.0506
14	31.8	0.5833	0.5714	0.58	0.0119
15	32.3	0.625	0.6031	0.6104	0.0219
16	33.4	0.6667	0.6679	0.6722	0.0012
17	33.5	0.7083	0.6734	0.6774	0.0349
18	34.9	0.75	0.7446	0.7447	0.0054
19	36.1	0.7917	0.7958	0.7932	0.0042
20	40.6	0.8333	0.9192	0.9114	0.0859
21	41.5	0.875	0.9338	0.9258	0.0588
22	42.3	0.9167	0.9446	0.9367	0.0279
23	43.8	0.9583	0.9606	0.9532	0.0023

Fuente: HidroEsta

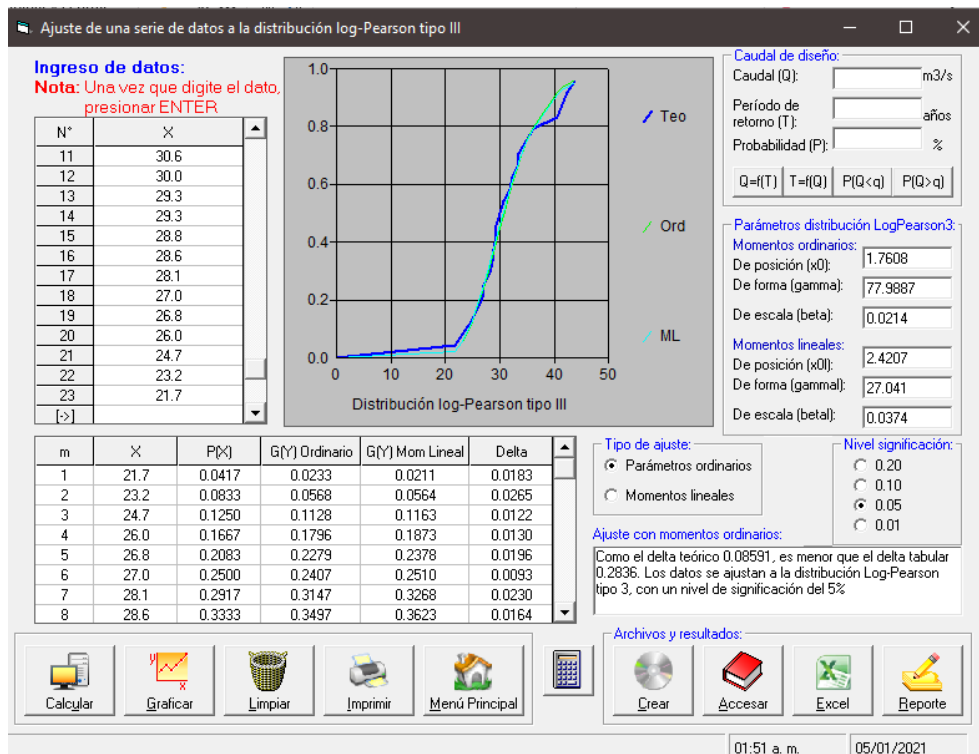


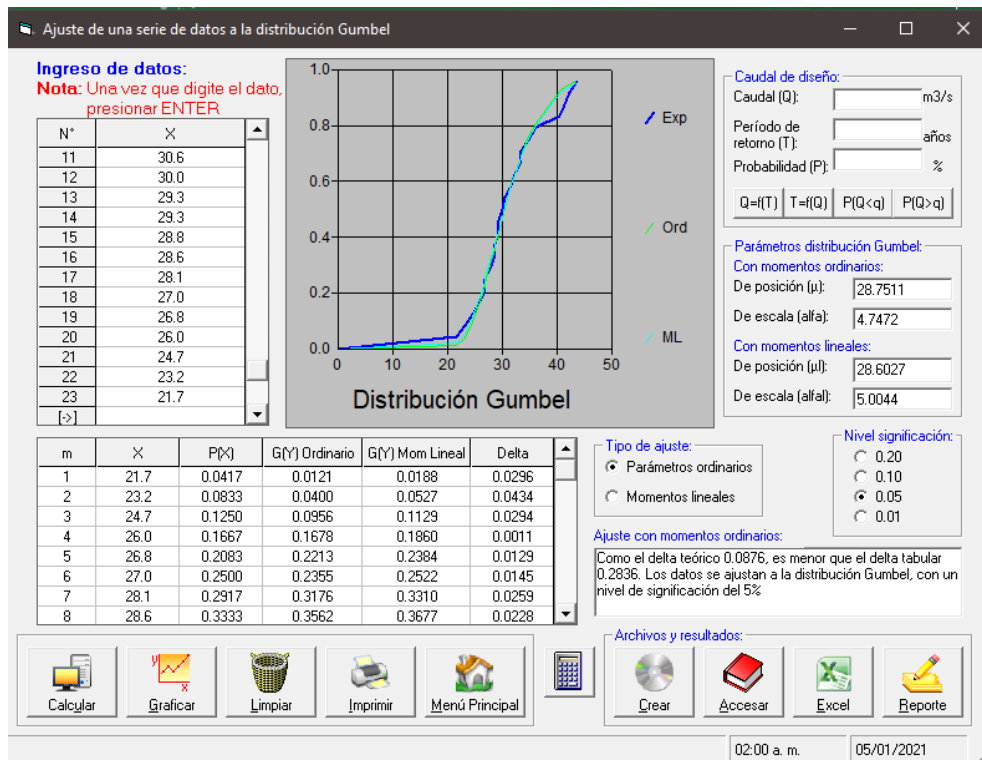
Figura N° 60: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Pearson Tipo III.

Fuente: HidroEsta

**Tabla N° 47: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Gumbel.**

<b>m</b>	<b>X</b>	<b>P(X)</b>	<b>G(Y) Ordinario</b>	<b>G(Y)MomLineal</b>	<b>Delta</b>
1	21.7	0.0417	0.0121	0.0188	0.0296
2	23.2	0.0833	0.04	0.0527	0.0434
3	24.7	0.125	0.0956	0.1129	0.0294
4	26	0.1667	0.1678	0.186	0.0011
5	26.8	0.2083	0.2213	0.2384	0.0129
6	27	0.25	0.2355	0.2522	0.0145
7	28.1	0.2917	0.3176	0.331	0.0259
8	28.6	0.3333	0.3562	0.3677	0.0228
9	28.8	0.375	0.3717	0.3824	0.0033
10	29.3	0.4167	0.4103	0.419	0.0063
11	29.3	0.4583	0.4103	0.419	0.048
12	30	0.5	0.4636	0.4694	0.0364
13	30.6	0.5417	0.5079	0.5112	0.0337
14	31.8	0.5833	0.5909	0.5899	0.0076
15	32.3	0.625	0.6228	0.6202	0.0022
16	33.4	0.6667	0.6869	0.6815	0.0202
17	33.5	0.7083	0.6923	0.6867	0.016
18	34.9	0.75	0.7605	0.7527	0.0105
19	36.1	0.7917	0.8084	0.7997	0.0168
20	40.6	0.8333	0.9209	0.9131	0.0876
21	41.5	0.875	0.9341	0.9268	0.0591
22	42.3	0.9167	0.944	0.9373	0.0274
23	43.8	0.9583	0.9589	0.9531	0.0005

**Fuente: HidroEsta**



**Figura N° 61: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Gumbel.**  
Fuente: HidroEsta

**Tabla N° 48: Ajuste de precipitaciones a distribución de probabilidad Log Gumbel.**

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y)MomLineal	Delta
1	21.7	0.0417	0.002	0.0048	0.0397
2	23.2	0.0833	0.0191	0.0304	0.0642
3	24.7	0.125	0.0751	0.0955	0.0499
4	26	0.1667	0.1606	0.1834	0.0061
5	26.8	0.2083	0.2255	0.2467	0.0172
6	27	0.25	0.2426	0.2631	0.0074
7	28.1	0.2917	0.3394	0.3547	0.0478
8	28.6	0.3333	0.3834	0.3959	0.05
9	28.8	0.375	0.4007	0.4121	0.0257
10	29.3	0.4167	0.4431	0.4516	0.0265
11	29.3	0.4583	0.4431	0.4516	0.0152
12	30	0.5	0.4998	0.5044	0.0002
13	30.6	0.5417	0.5453	0.5469	0.0036
14	31.8	0.5833	0.6267	0.6232	0.0433
15	32.3	0.625	0.6568	0.6516	0.0318
16	33.4	0.6667	0.7153	0.7073	0.0486
17	33.5	0.7083	0.7201	0.7119	0.0118
18	34.9	0.75	0.7797	0.7695	0.0297



19	36.1	0.7917	0.8205	0.8094	0.0288
20	40.6	0.8333	0.9146	0.9045	0.0813
21	41.5	0.875	0.9259	0.9164	0.0509
22	42.3	0.9167	0.9346	0.9255	0.018
23	43.8	0.9583	0.948	0.9399	0.0103

Fuente: HidroEsta

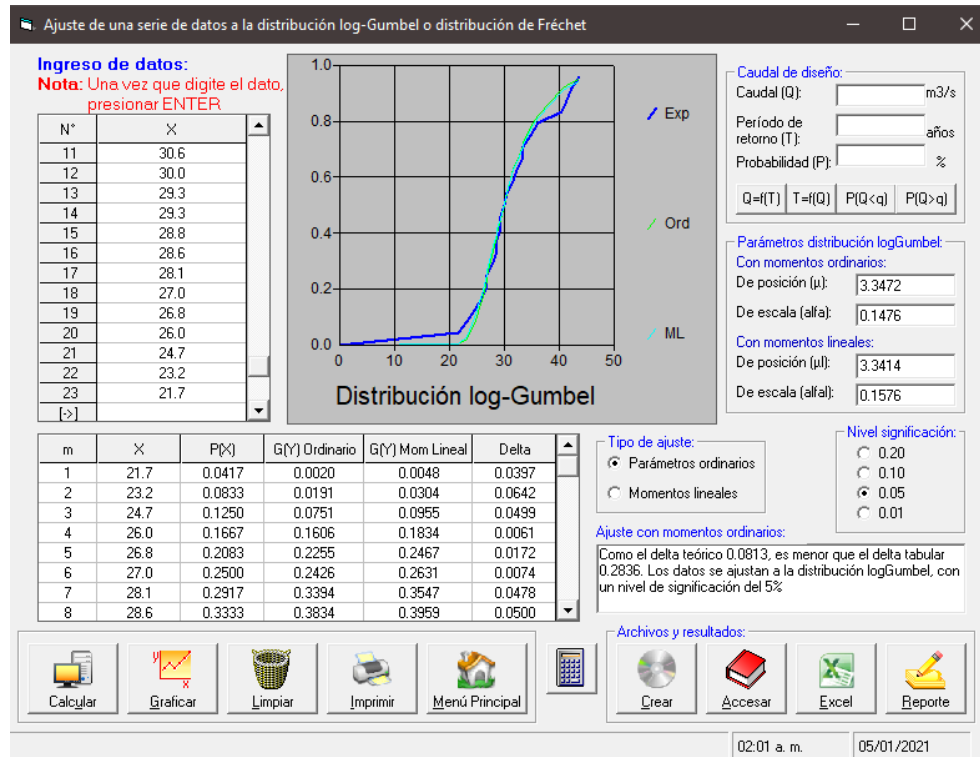


Figura N° 62: Ajuste de serie de precipitaciones a la distribución Log Gumbel  
 Fuente: HidroEsta

Tabla N° 49: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para las distintas distribuciones teóricas.

Distribuciones teóricas	$\Delta$ TEÓRICO	$\Delta$ TABULAR	$\Delta$ MIN	Distribución elegida
Normal	0.0999	0.2835796	0.0813	LOG GUMBEL
Log Normal 2 Parámetros	0.0908			
Log Normal 3 Parámetros	0.09			
Gamma 2 Parámetros	0.0985			
Gamma 3 Parámetros	0.0879			

Log Pearson Tipo iii	0.0859			
Gumbel	0.0876			
Log Gumbel	0.0813			

Fuente: Elaboración Propia

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Gumbel o distribución de Fréchet

**Ingreso de datos:**  
**Nota:** Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	43.8
2	42.3
3	41.5
4	40.6
5	36.1
6	34.9
7	33.5
8	33.4
9	32.3
10	31.8
11	30.6
12	30.0
13	29.3
14	29.3

**Caudal de diseño:**  
Caudal (Q): 45.57 m<sup>3</sup>/s  
Período de retorno (T): 25.0 años  
Probabilidad (P): 96.00 %

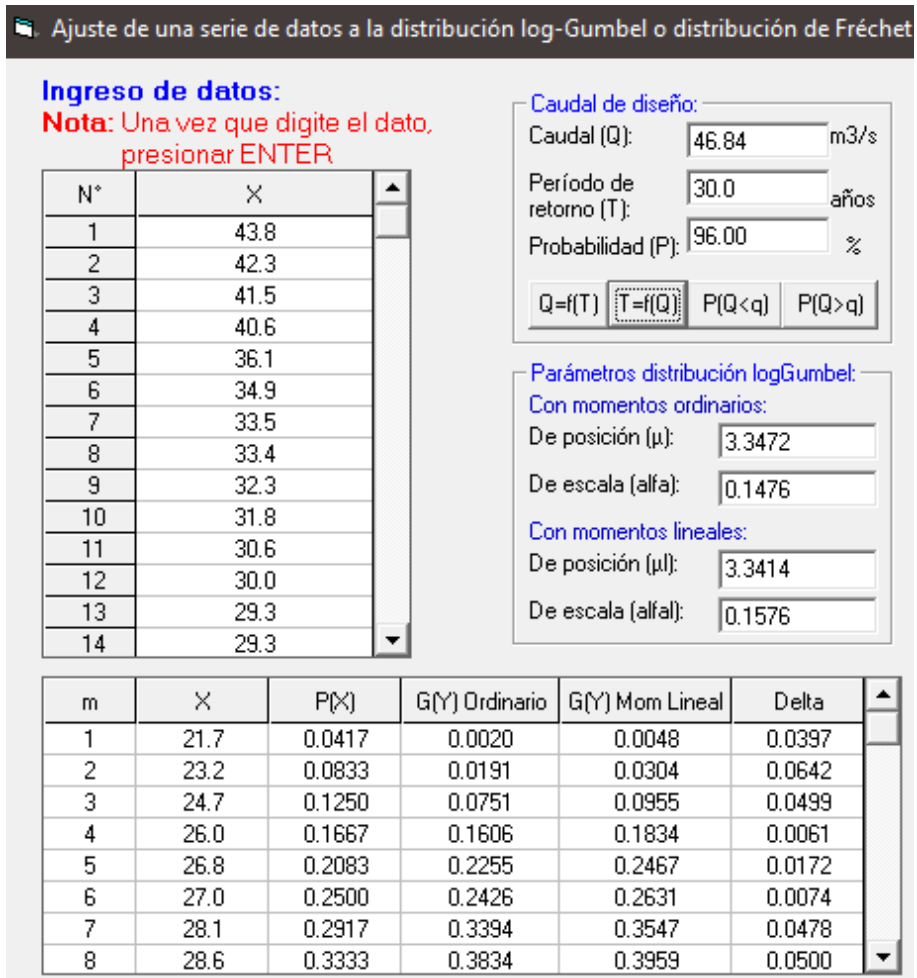
Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

**Parámetros distribución logGumbel:**  
**Con momentos ordinarios:**  
De posición (μ): 3.3472  
De escala (alfa): 0.1476  
**Con momentos lineales:**  
De posición (μl): 3.3414  
De escala (alfa): 0.1576

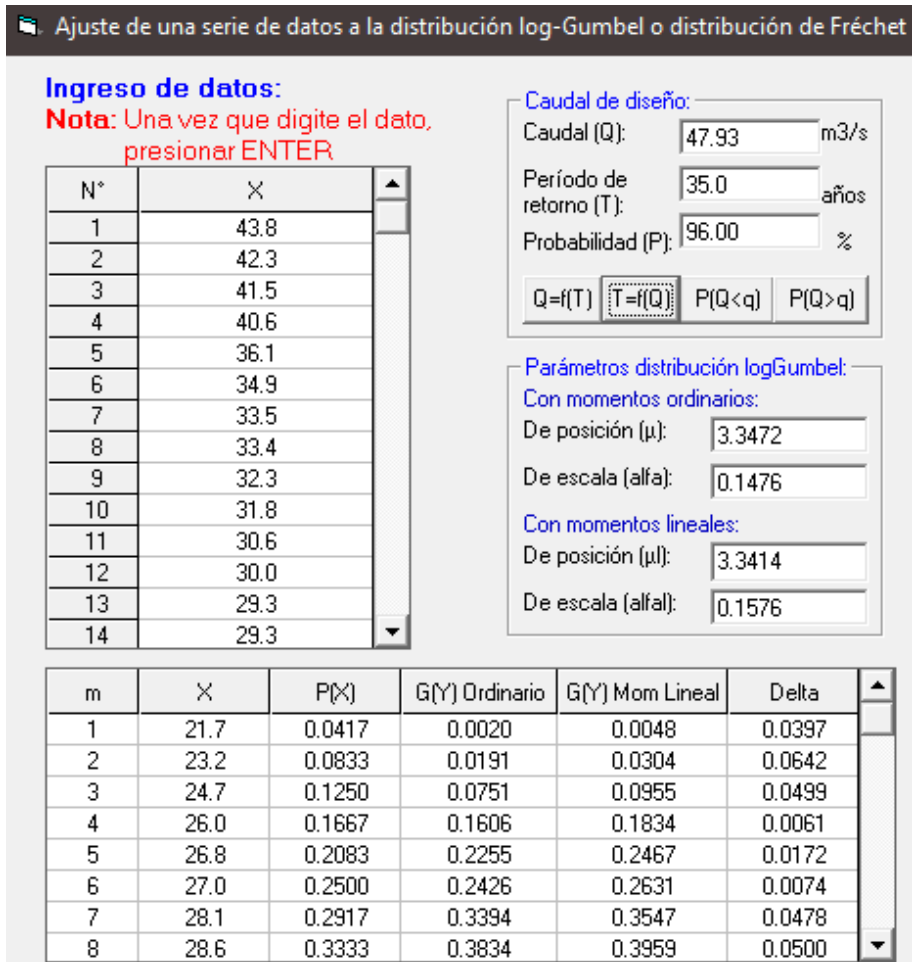
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	21.7	0.0417	0.0020	0.0048	0.0397
2	23.2	0.0833	0.0191	0.0304	0.0642
3	24.7	0.1250	0.0751	0.0955	0.0499
4	26.0	0.1667	0.1606	0.1834	0.0061
5	26.8	0.2083	0.2255	0.2467	0.0172
6	27.0	0.2500	0.2426	0.2631	0.0074
7	28.1	0.2917	0.3394	0.3547	0.0478
8	28.6	0.3333	0.3834	0.3959	0.0500

Figura N° 63: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 25 años.

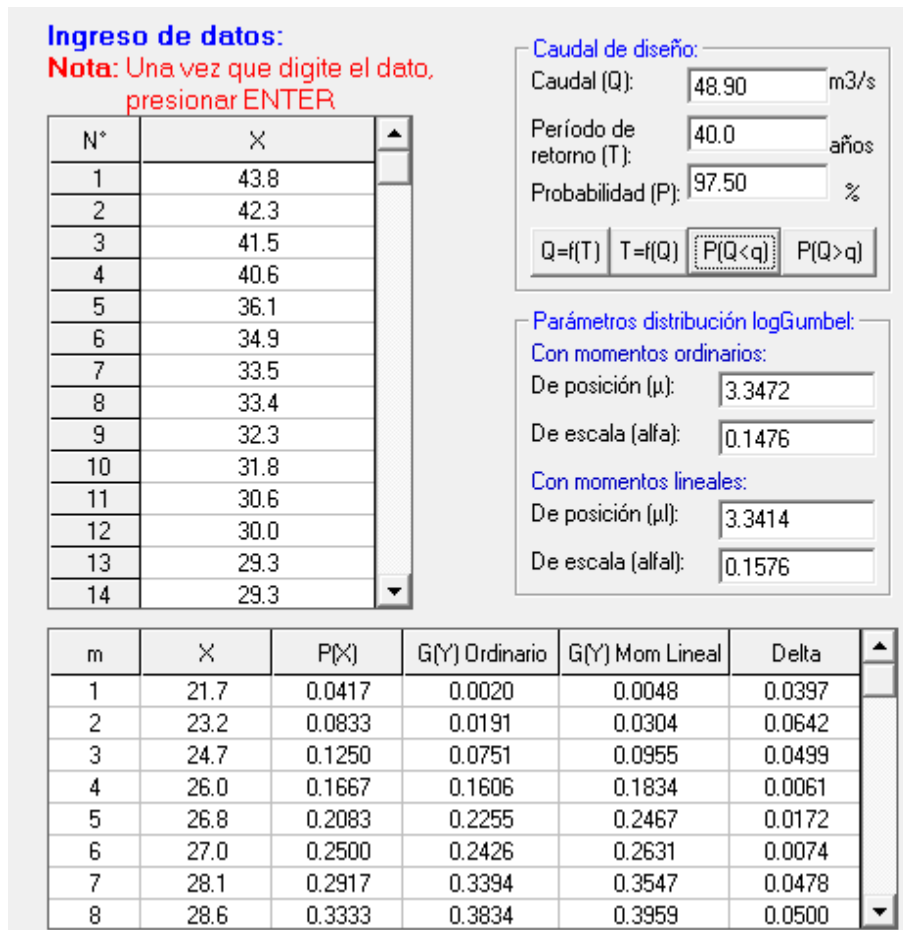
Fuente: HidroEsta



**Figura N° 64: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 30 años.**  
**Fuente: HidroEsta**



**Figura N° 65: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 35 años.**  
**Fuente: HidroEsta**



**Figura N° 66: Intensidad de precipitación máxima para la distribución Log Gumbel y un tiempo de retorno de 40 años.**  
**Fuente: HidroEsta**

**Tabla N° 50: Uso de suelo según grupo hidrológico en la cuenca del río Quínuas.**

Descripción	Grupo D				Grupo B			
	Área (km <sup>2</sup> )	% Total	CN	Prod	Área (km <sup>2</sup> )	% Total	CN	Prod
Tierras cultivadas, con tratamiento de conservación	7.0722	15.642%	81	12.6702			71	
Tierras cultivadas, sin tratamiento de conservación	4.9885	11.034%	91	10.0405			81	
Pastizales en condiciones pobres	15.6790	34.679%	89	30.8639			79	
Pastizales en condiciones optimas	11.1283	24.613%	80	19.6906			91	
Vegas de ríos en condiciones optimas	0.1484	0.328%	78	0.2559	0.0034	0.007%	58	0.0043
Bosques con troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	2.6456	5.851%	77	4.5055			66	
Bosques con cubierta buena	3.5379	7.825%	70	5.4774	0.0091	0.020%	55	0.0111
<b>TOTAL</b>	<b>45.1998</b>	<b>99.972%</b>		<b>83.5044</b>	<b>0.0125</b>	<b>0.028%</b>		<b>0.0154</b>

**Fuente: Elaboración Propia**



## ANEXO 4: CAUDAL MÁXIMO

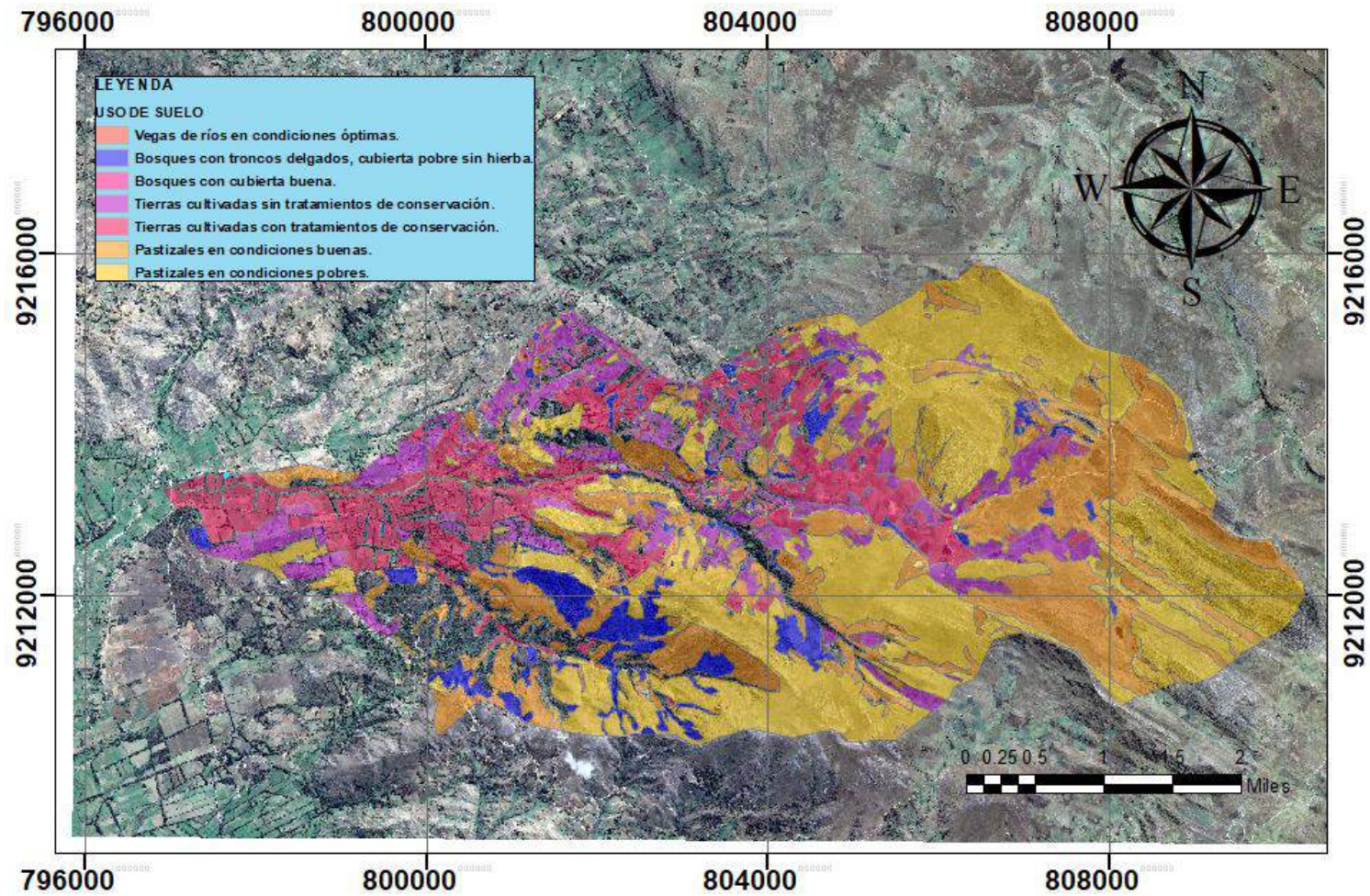
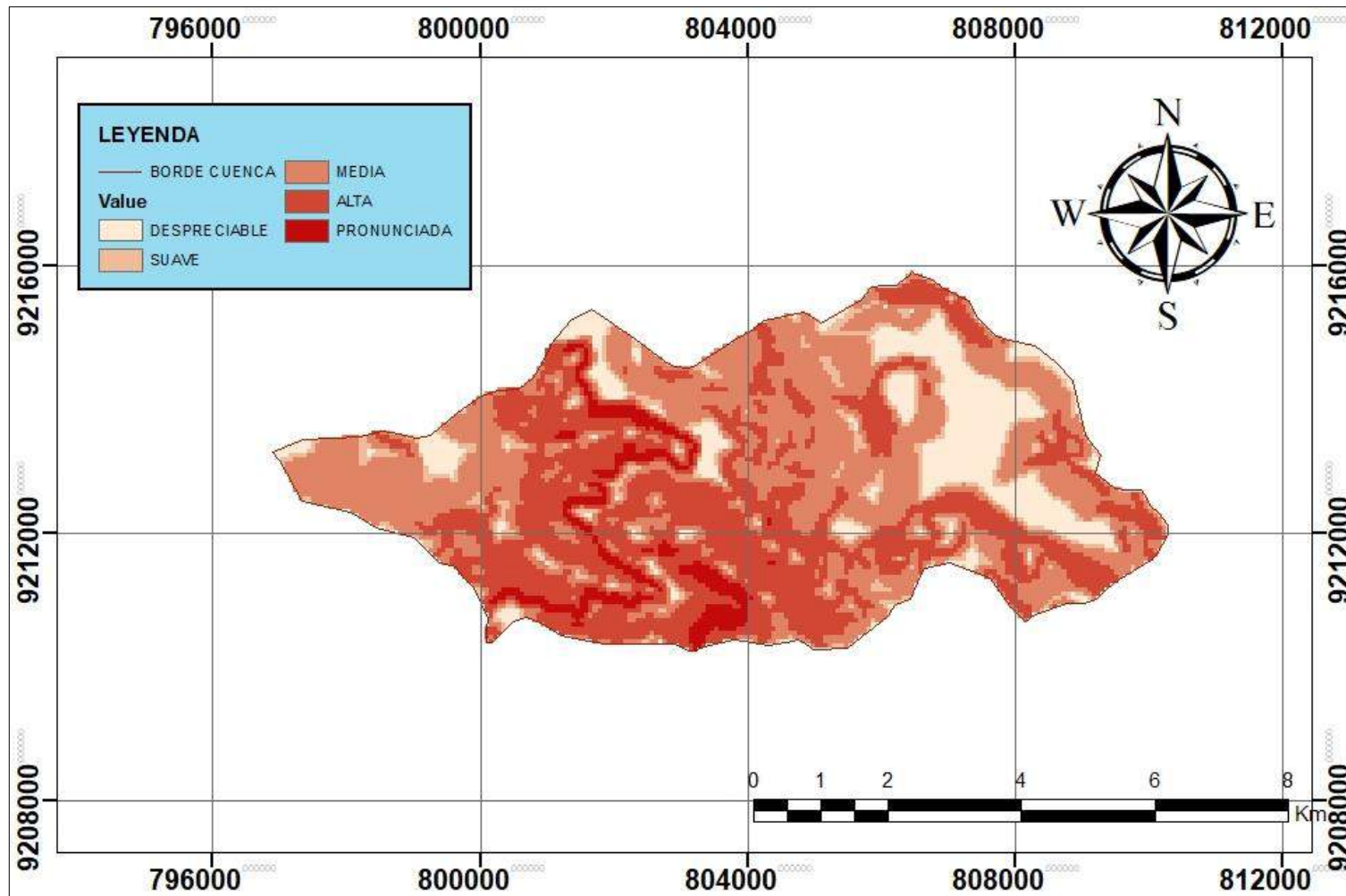


Figura N° 67: Uso de suelo de la cuenca de estudio.  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura N° 68: Mapa de pendientes en la cuenca del rio Quinuas**  
**Fuente: Elaboración Propia**

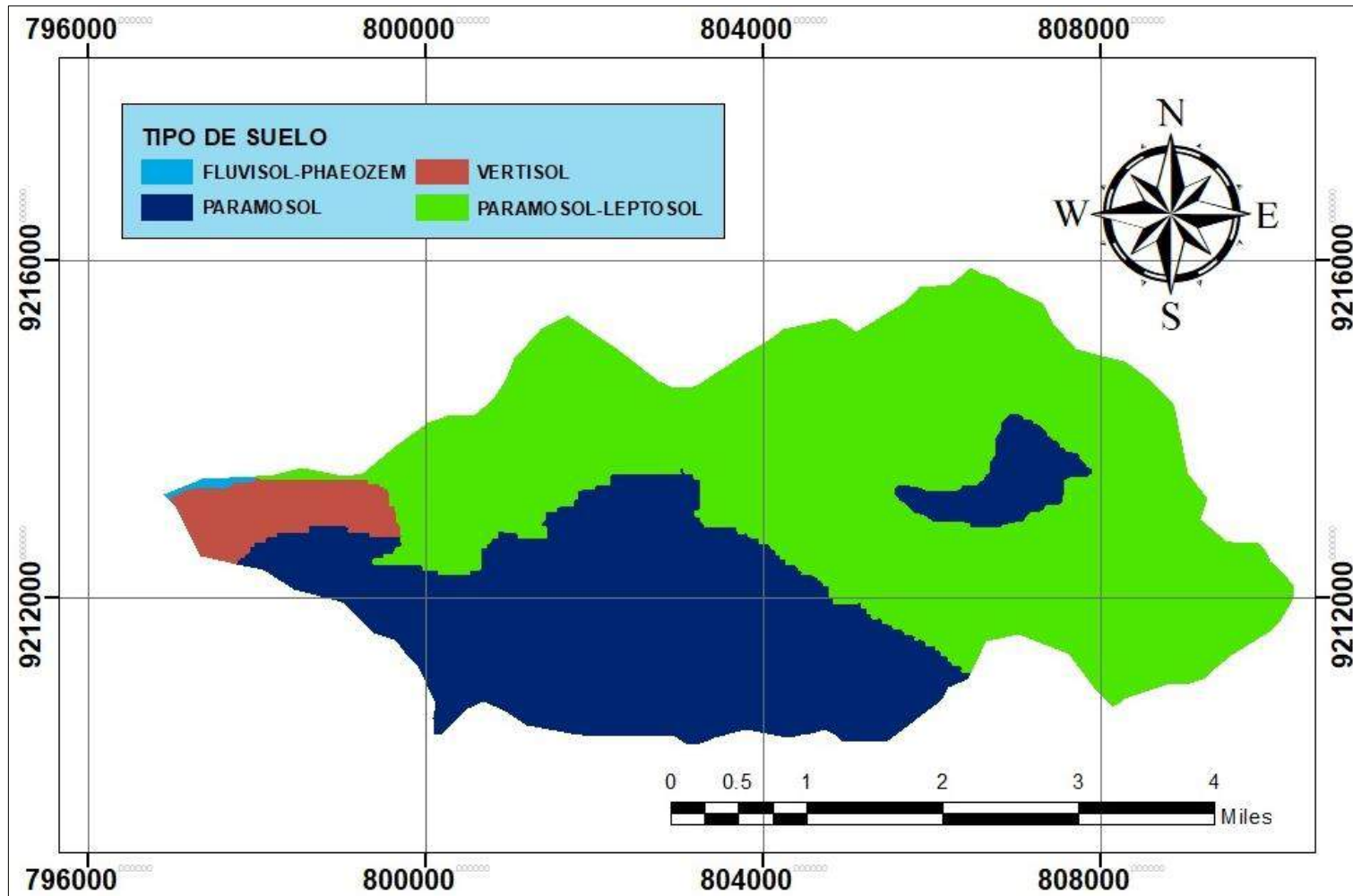
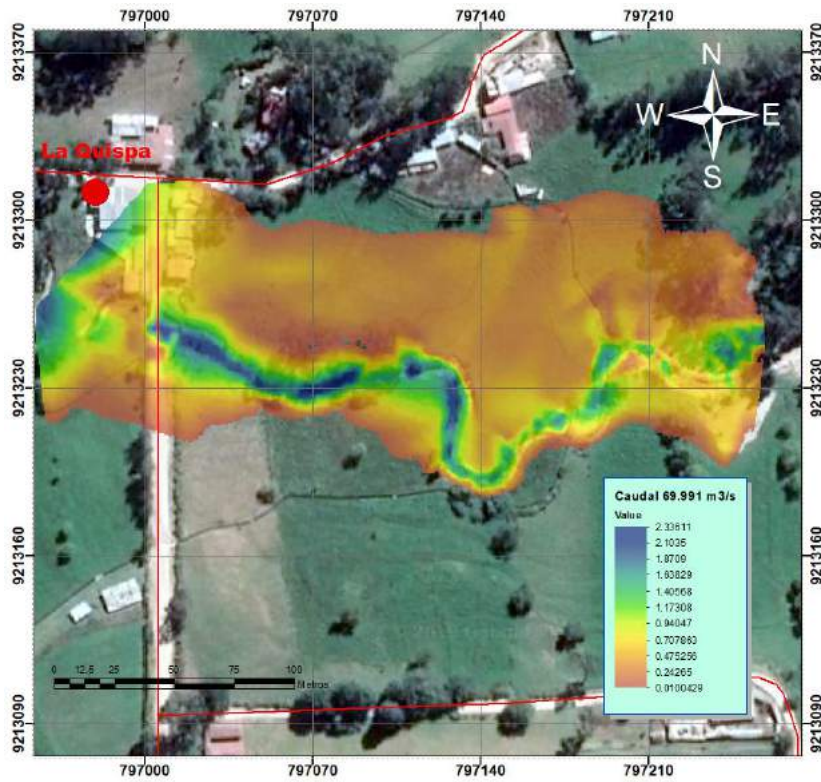
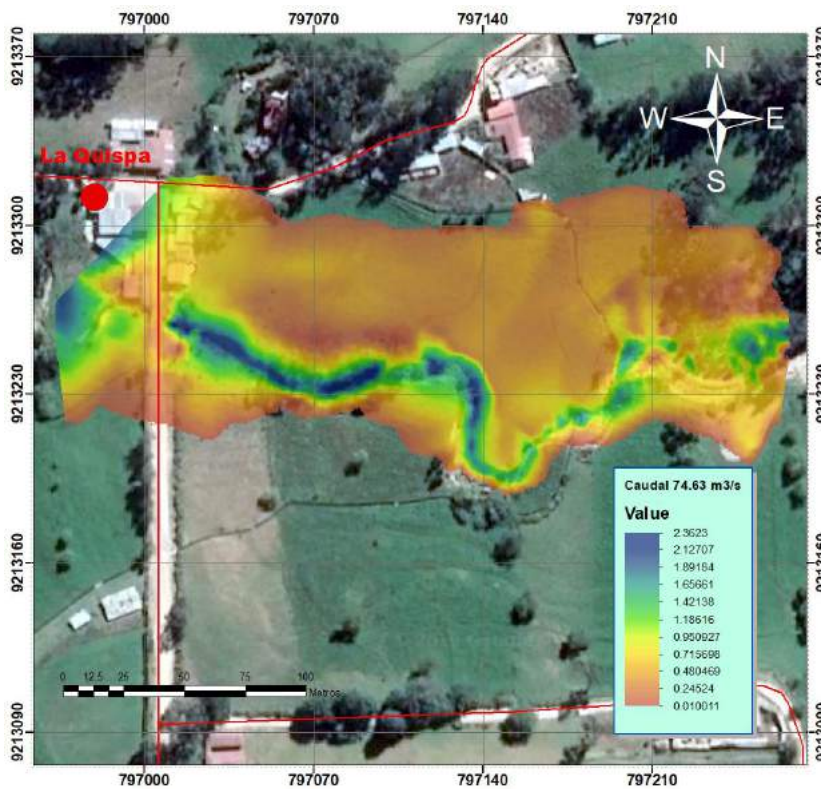


Figura N° 69: Suelo de la cuenca del rio Quinuas.  
Fuente: ZEE-Cajamarca

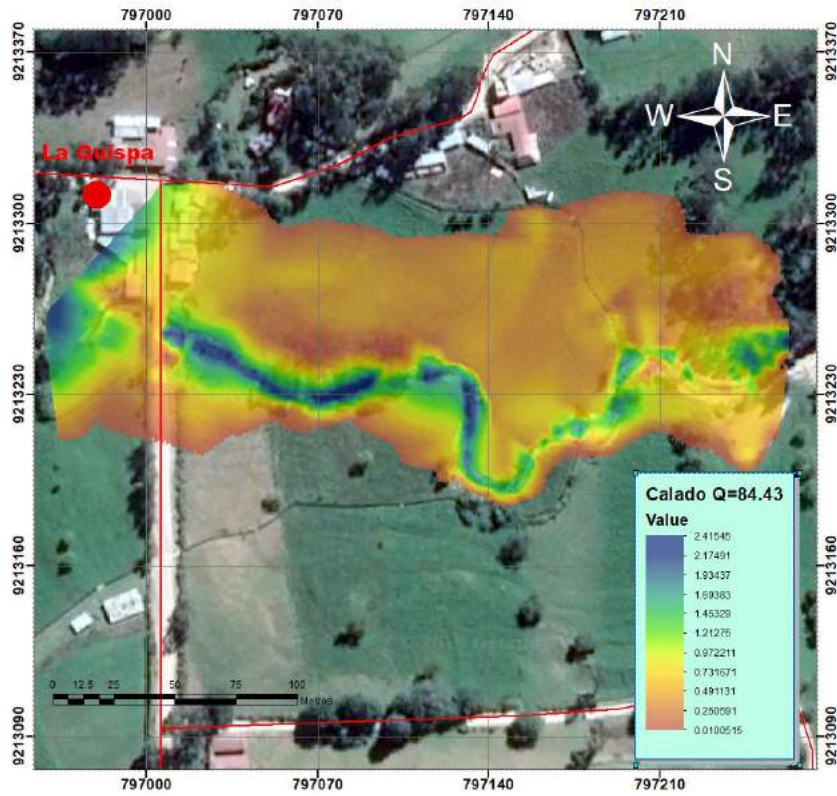




**Figura N° 70: Caldo de inundación-Caudal 69.9 m<sup>3</sup>/s**  
**Fuente: Procesamiento en Iber**



**Figura N° 71: Caldo de inundación-Caudal 74.6 m<sup>3</sup>/s**  
**Fuente: Procesamiento en Iber**

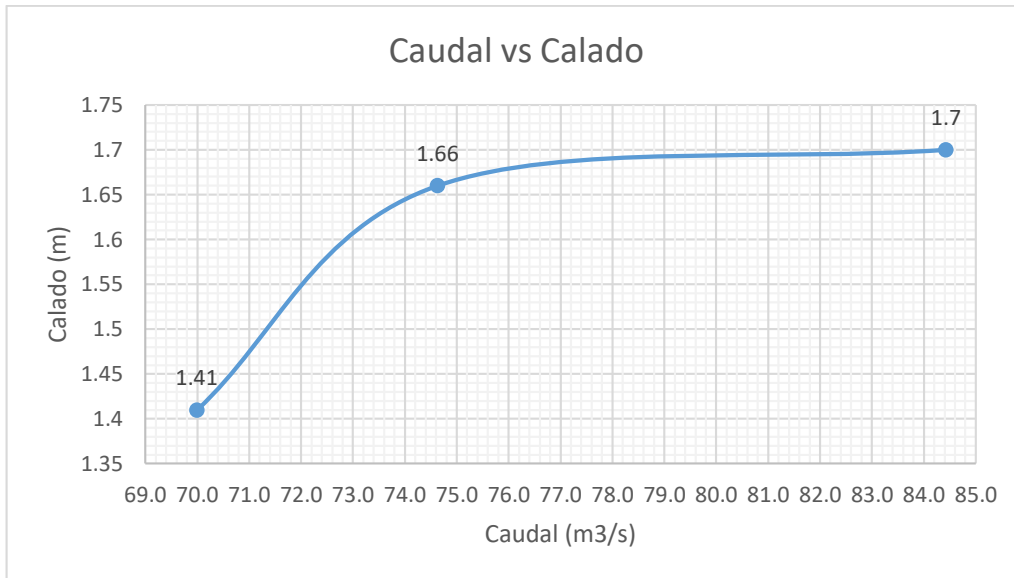


**Figura N° 72: Calado de inundación-Caudal 84.4 m<sup>3</sup>/s  
Fuente: Procesamiento en Iber**

**Tabla N° 51: Caudal de inundación y calado.**

Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Calado en Pueblo (m)
84.4	1.7
74.6	1.66
70.0	1.41

**Fuente: Elaboración Propia.**



**Figura N° 73: Caudal vs calado**  
**Fuente: Procesamiento en Iber**

**ANEXO 5: VISITA LA QUISPA**



**Figura N° 74: Alcance de calado en inundación en el centro poblado La Quispa.**  
**Fuente: Fotografía Propia.**





**Figura N° 75: Casa deteriorada por inundación en el centro poblado La Quispa.  
Fuente: Fotografía Propia.**

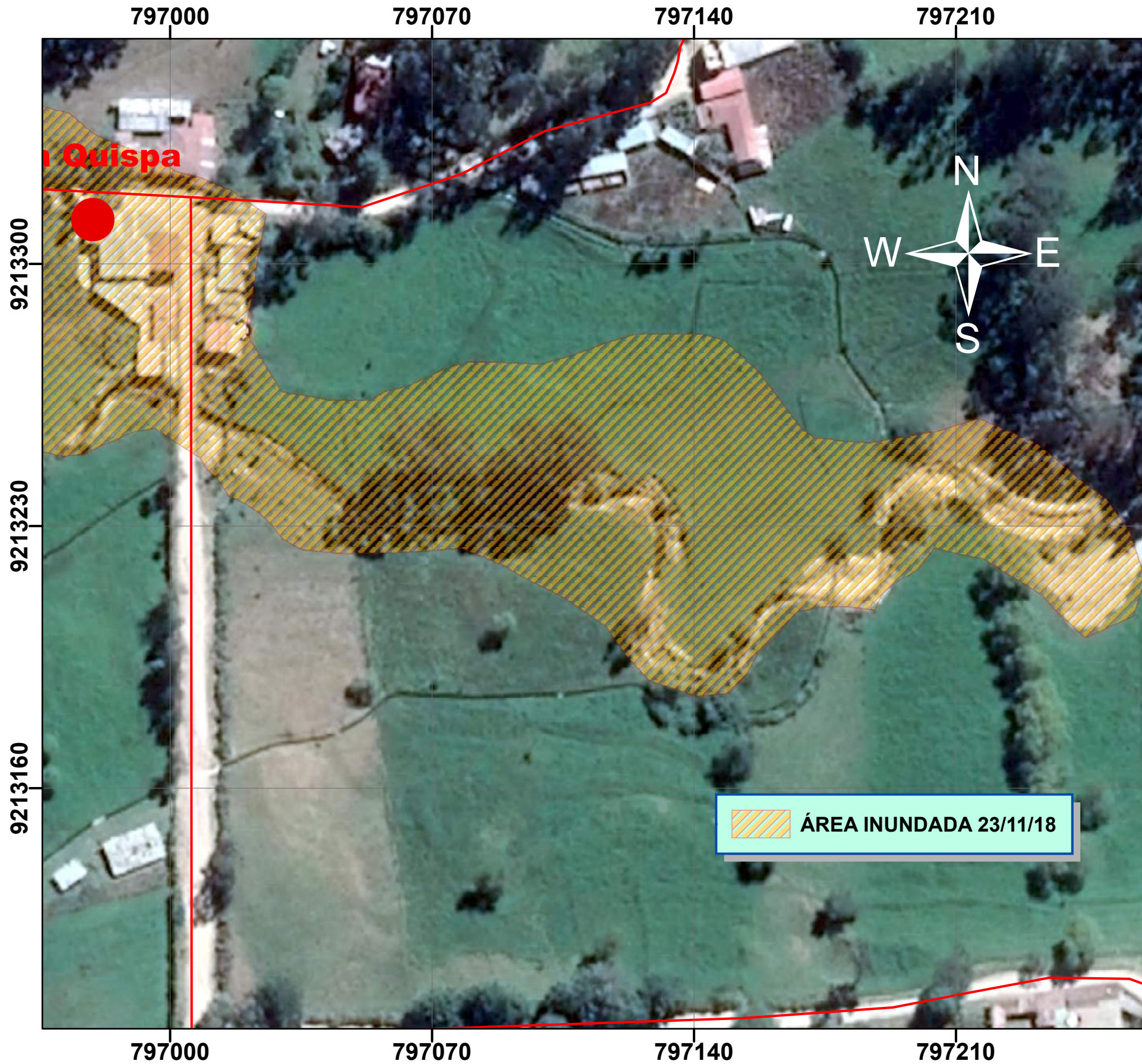



**Figura N° 76: Zona de desborde de inundación del centro poblado La Quispa.  
Fuente: Fotografía Propia.**

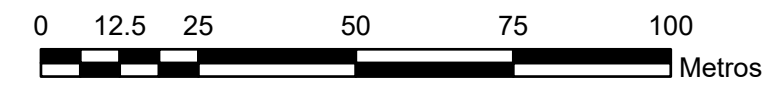
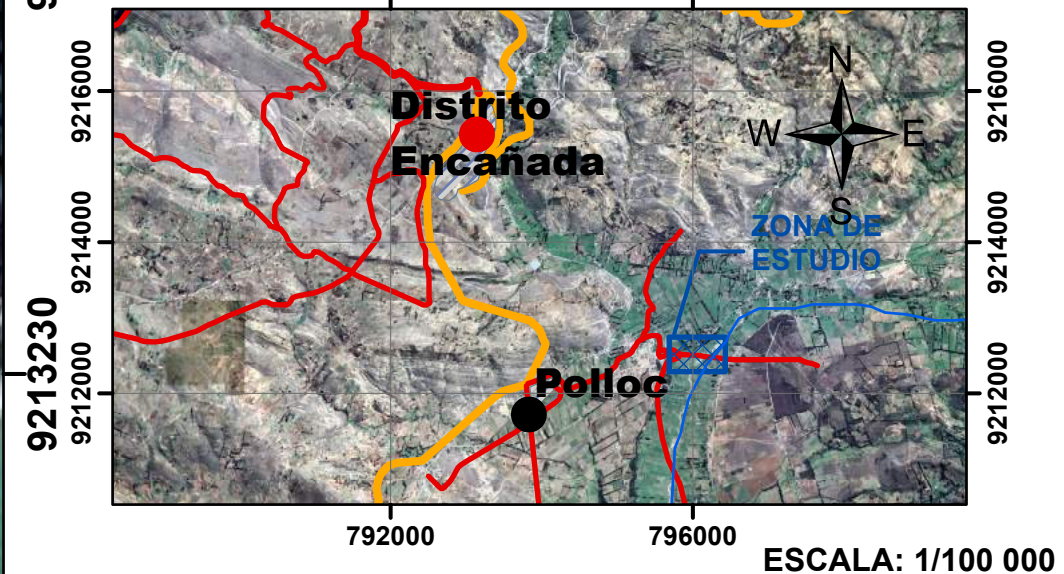




# ÁREA INUNDADA 23/11/18 CENTRO POBLADO LA QUISPA



 **ÁREA INUNDADA 23/11/18**



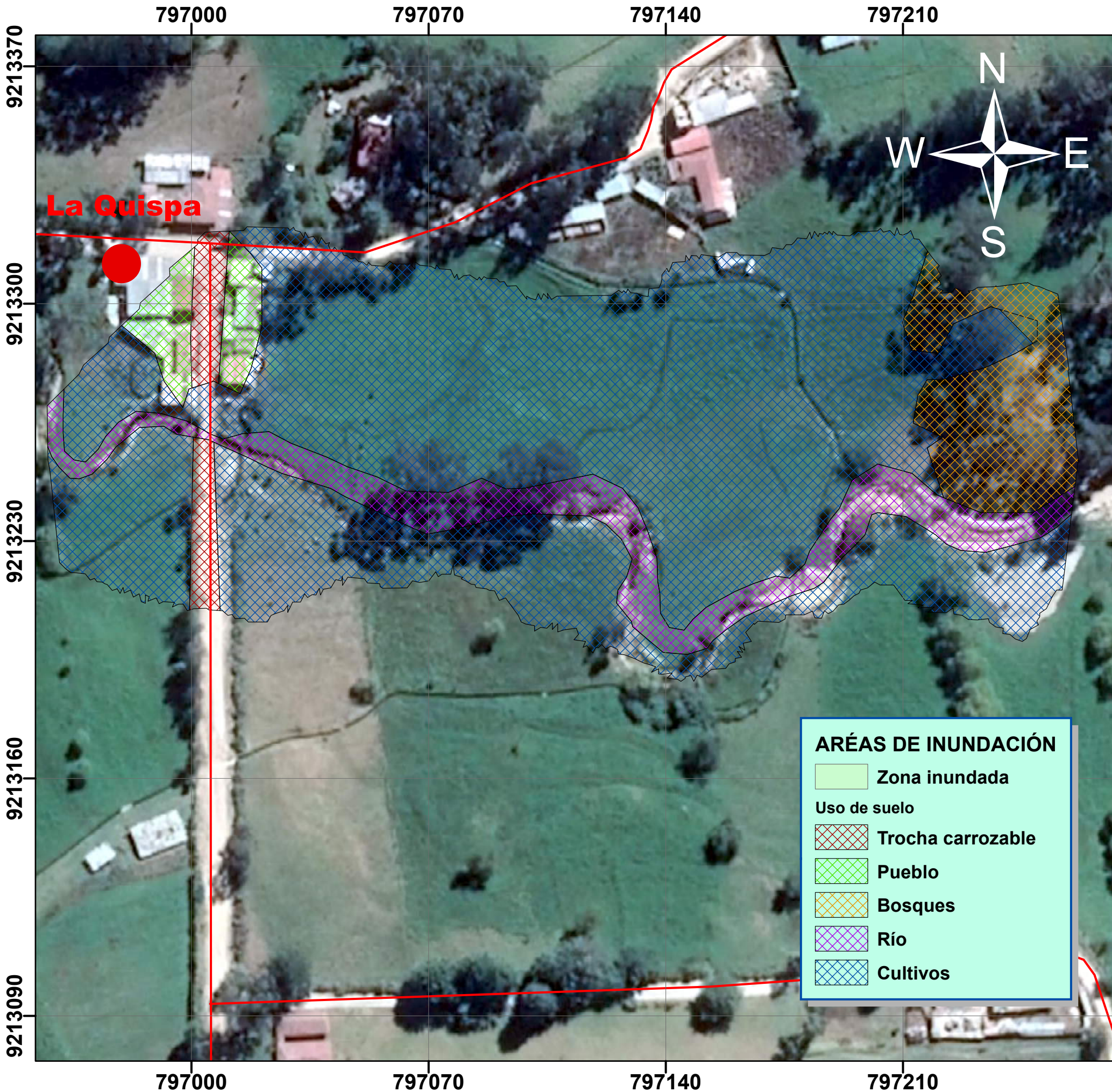
CUADRÍCULA ZONA 17 SUR  
PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
WGS-84

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> "Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil" <b>TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES POR MÁXIMAS AVENIDAS DEL RIO QUÍNUAS EN EL CENTRO POBLADO LA QUISPA"</b>		
MAPA:		Áreas inundadas 23/11/2018
TESISTA:		César Hugo Junior Aparicio Vásquez
ESCALA:	PROYECCIÓN:	MAPA Nro: <b>02</b>
1:1200	UTM-WGS 84	
FECHA:	Febrero 2021	





# ÁREAS INUNDABLES-CENTRO POBLADO LA QUISPA

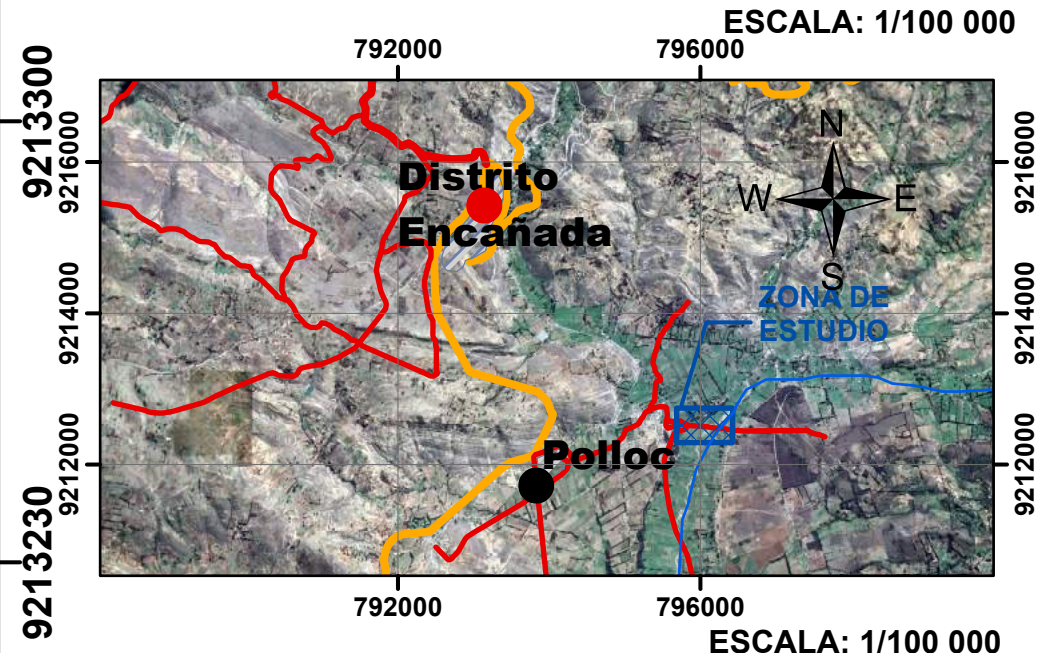
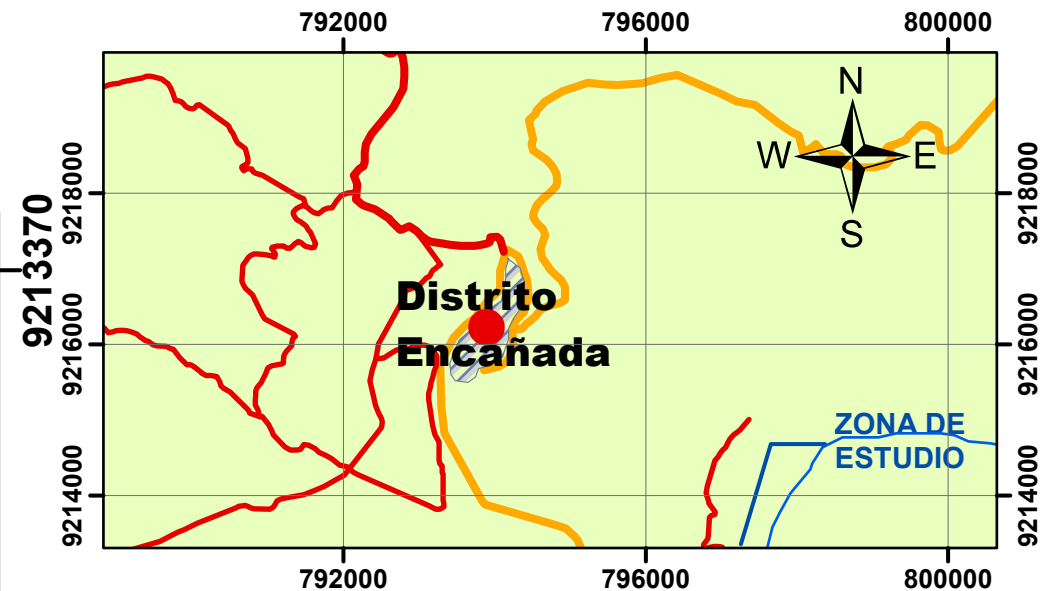


**ÁREAS DE INUNDACIÓN**

- Zona inundada

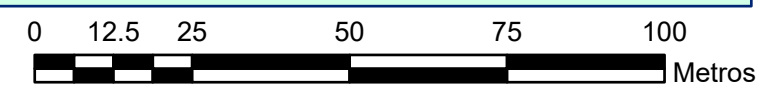
**Uso de suelo**

- Trocha carrozable
- Pueblo
- Bosques
- Río
- Cultivos



**SIGNOS CONVENCIONALES**

Centros Poblados	Red Vial	Red Hidrográfica
● Distrito	— Red Vial Nacional (Carretera)	— Río
● Centro Poblado	— Trocha Carrozable	<b>Otros</b>
□ Zona Rural	— Camino	▨ Zona de Estudio
□ Zona Urbana		



CUADRÍCULA ZONA 17 SUR  
PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
WGS-84

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"  
TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES POR MÁXIMAS AVENIDAS DEL RIO QUÍNUAS EN EL CENTRO POBLADO LA QUISPA"

MAPA: **ÁREAS INUNDABLES**

TESISTA: César Hugo Junior Aparicio Vásquez

ESCALA: 1:1200	PROYECCIÓN: UTM-WGS 84	MAPA Nro: <b>01</b>
FECHA: Febrero 2021	SOFTWARE: IBER 2.5.1	