



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

## **TESIS**

**“APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ EN LA  
GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO  
LLUSCAMAYO PARA AGUA POTABLE DE COLLANA –  
PAUCARCOLLA – PUNO”**

PRESENTADA POR:

Bach. **BEXHY SANDRA CONDORI CHURA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2019**



## DEDICATORIA

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, a mis padres, a mi esposo e hijos Ismael y Sandra, a mi hermana y a todas las personas que me rodean y que dan sentido a mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Alas Peruanas, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por darme la oportunidad de formarme en sus claustros.

Mis sinceros agradecimientos a cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme brindado sus enseñanzas durante mi formación profesional.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI Puno, por haberme facilitado el registro de precipitación total mensual y otras variables climáticas.

A todas las personas y amigos que de alguna manera coadyuvaron a la ejecución de esta tesis.

## RESUMEN

El problema general de la investigación se ha logrado solucionar mediante la ejecución de los objetivos específicos y general, donde, se ha realizado el balance hídrico entre la oferta y demanda hídrica.

El objetivo general de la investigación de realizar el balance entre la oferta y demanda hídrica de la cuenca del río Lluscamayo, ha sido efectuado mediante la determinación de caudales medios mensuales aplicando el modelo determinístico – estocástico de Lutz Scholz, este modelo ha sido calibrado con los parámetros fisiográficos de la cuenca en estudio como el área de la cuenca, coeficiente de escorrentía, retención, el coeficiente de agotamiento y el gasto – abastecimiento, además las variables que intervienen son la precipitación areal y temperaturas medias mensuales multianuales de las máximas, medias y mínimas de las ocho estaciones meteorológicas aledañas a la cuenca.

La demanda hídrica para consumo humano de la Parcialidad Collana, se ha determinado en función de la dotación y población futura, este último se ha calculado tomando en cuenta la población actual, tasa de crecimiento poblacional y periodo de diseño; obteniendo una demanda total de 4.64 l/s, de los cuales se atenderá con aguas del manantial Mama Ccocha un caudal medio de 1.02 l/s y del río Lluscamayo un caudal medio de 3.62 l/s.

La oferta hídrica del río Lluscamayo se ha determinado con el modelo Lutz Scholz, resultando un caudal medio mensual máximo de 400.1 l/s en el mes de enero y un mínimo de 13.7 l/s en el mes de julio.

Al realizar el balance hídrico entre la oferta hídrica del río Lluscamayo y la demanda poblacional para consumo humano de la Parcialidad Collana existe un superávit de 10.08 l/s (73.58 %) de caudal medio mensual en el mes crítico de julio, que equivale a 26998.3 m<sup>3</sup> de agua en el mes referido.

**Palabras clave:** Agua potable, modelo Lutz Scholz.

## SUMMARY

The general problem of the investigation has been solved by means of the execution of the specific and general objectives, where the water balance between the water supply and demand has been made.

The general objective of the research to make the balance between water supply and demand of the Lluscamayo river basin, has been made by determining average monthly flows applying the deterministic - stochastic model of Lutz Scholz, this model has been calibrated with the physiographic parameters of the basin under study such as the basin area, runoff coefficient, retention, the depletion coefficient and the spending - supply, besides the intervening variables are areal precipitation and monthly average temperatures of the maximum, average and minimum of the eight meteorological stations bordering the basin.

The water demand for human consumption of the Collana Partiality has been determined based on the endowment and future population, the latter has been calculated taking into account the current population, population growth rate and design period; obtaining a total demand of 4.64 l / s, of which an average flow of 1.02 l / s and of the Lluscamayo River will receive an average flow of 3.62 l / s with water from the Mama Ccocha spring.

The water supply of the Lluscamayo River has been determined with the Lutz Scholz model, resulting in a maximum monthly average flow of 400.1 l / s in the month of January and a minimum of 13.7 l / s in the month of July.

When carrying out the water balance between the water supply of the Lluscamayo river and the population demand for human consumption of the Collana Partiality, there is a surplus of 10.08 l / s (73.58%) of average monthly flow in the critical month of July, which is equivalent to 26998.3 m<sup>3</sup> of water in the referred month.

**Key words:** Drinking water, Lutz Scholz model.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN .....	V
SUMMARY .....	VI
INTRODUCCIÓN .....	16
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>17</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	17
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.2.1. Espacial .....	17
1.2.2. Temporal.....	17
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.1. Problema general.....	18
1.3.2. Problemas específicos .....	18
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos .....	18
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.1. Hipótesis general .....	18
1.5.2. Hipótesis específicas .....	19
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6.1. Variable independiente .....	19
1.6.2. Variable dependiente .....	19
1.6.3. Operacionalización de variables .....	20
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.7.1. Tipo de investigación .....	20
1.7.2. Nivel de investigación .....	20

---

1.7.3.	Métodos de investigación.....	21
1.7.3.1.	Recopilación de datos hidrometeorológicas .....	21
1.7.3.2.	Análisis de consistencia de datos hidrometeorológicos.....	21
1.7.3.3.	Completación y extensión de datos hidrometeorológicos.....	21
1.7.3.4.	Cálculo de la precipitación media mensual de la cuenca .....	22
1.7.3.5.	Cálculo de la temperatura media mensual de la cuenca .....	22
1.7.3.6.	Evapotranspiración potencial o de referencia.....	22
1.7.3.7.	Precipitación efectiva.....	22
1.7.3.8.	Coeficiente de escurrimiento .....	22
1.7.3.9.	Coeficiente de agotamiento.....	22
1.7.3.10.	Retención de la cuenca .....	23
1.7.3.11.	Gasto de retención .....	23
1.7.3.12.	Abastecimiento de retención .....	23
1.7.3.13.	Generación de caudal medio mensual .....	23
1.7.4.	Diseño de investigación .....	23
1.8.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.8.1.	Población .....	24
1.8.2.	Muestra.....	24
1.9.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	24
1.9.1.	Técnicas.....	24
1.9.2.	Instrumentos de la investigación.....	24
1.10.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.10.1.	Justificación .....	24
1.10.2.	Importancia .....	25
1.10.3.	Limitaciones.....	25
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>		<b>26</b>
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
2.1.1.	Antecedentes internacionales .....	26
2.1.2.	Antecedentes nacionales .....	26
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	28

---



---

2.2.1.	Precipitación pluvial .....	28
2.2.1.1.	Formas de la precipitación .....	28
2.2.1.2.	Tipos de precipitación.....	28
2.2.2.	Análisis de consistencia de información hidrológica .....	29
2.2.3.	Completación y extensión de información hidrológica .....	30
2.2.4.	Modelos del sistema hidrológico .....	31
2.2.4.1.	Clasificación de modelos hidrológicos.....	31
2.2.4.2.	Modelos matemáticos.....	32
2.2.4.3.	Etapas de elaboración de un modelo matemático hidrológico .....	32
2.2.5.	Modelo hidrológico de Lutz Scholz .....	33
2.2.5.1.	Ecuación del balance hídrico – Modelo determinístico.....	34
2.2.5.2.	Coeficiente de escurrimiento – Modelo determinístico .....	35
2.2.5.3.	Evapotranspiración potencial – Modelo determinístico .....	37
2.2.5.4.	Precipitación efectiva – Modelo determinístico.....	37
2.2.5.5.	Retención de la cuenca – Modelo determinístico .....	39
2.2.5.6.	Almacenamiento hídrico – Modelo determinístico .....	40
2.2.5.7.	Relación entre descargas y retención – Modelo determinístico ....	41
2.2.5.8.	Coeficiente de agotamiento – Modelo determinístico .....	41
2.2.5.9.	Gasto de la retención – Modelo determinístico .....	42
2.2.5.10.	Abastecimiento de la retención – Modelo determinístico.....	43
2.2.5.11.	Determinación del caudal mensual para el año promedio – Modelo determinístico .....	44
2.2.5.12.	Generación de caudales mensuales para periodos extendidos – Modelo estocástico .....	44
2.2.6.	Demanda poblacional de agua .....	45
2.2.6.1.	Población futura .....	45
2.2.6.2.	Caudal promedio diario anual.....	45
2.2.7.	Suma de rangos de Wilcoxon .....	46
<b>CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b> .....		<b>48</b>
3.1.	UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN .....	48
3.1.1.	Ubicación política.....	48
3.1.2.	Ubicación geográfica .....	48

---

---

3.1.3.	Ubicación hidrográfica.....	49
3.2.	CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO .....	49
3.3.	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES .....	49
3.3.1.	Calidad del agua .....	49
3.3.2.	Características de la cuenca del río Lluscamayo .....	51
3.3.3.	Datos climatológicos .....	51
3.3.4.	Análisis de consistencia .....	51
3.3.4.1.	Análisis doble masa.....	51
3.3.5.	Completación y extensión de datos hidrometeorológicos .....	54
3.4.	APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ .....	54
3.4.1.	Precipitación areal de la cuenca .....	54
3.4.2.	Temperatura areal de la cuenca .....	54
3.4.3.	Evapotranspiración potencial .....	55
3.4.4.	Precipitación efectiva .....	55
3.4.5.	Coeficiente de escurrimiento y agotamiento .....	56
3.4.6.	Retención de la cuenca .....	56
3.4.7.	Gasto de retención.....	56
3.4.8.	Abastecimiento de retención.....	56
3.4.9.	Parámetros definitivos de calibración del modelo .....	57
3.4.10.	Generación de caudal medio mensual con el modelo Lutz Scholz .....	57
3.4.11.	Caudal aforado en el río Lluscamayo .....	58
3.4.12.	Comparación de caudales medidos con generados .....	59
3.5.	OFERTA HÍDRICA DE LAS FUENTES DE AGUA .....	59
3.5.1.	Oferta hídrica según fuente de agua.....	59
3.6.	DEMANDA HÍDRICA PARA USO POBLACIONAL DE LA PARCIALIDAD COLLANA.....	61
3.6.1.	Uso y demanda futura de agua.....	61

---

---

3.6.2.	Balance hídrico .....	66
3.7.	PRUEBAS DE NORMALIDAD .....	68
3.7.1.	Normalidad de caudales aforados y generados .....	68
3.7.2.	Normalidad de volumen oferta y demanda hídrica .....	69
3.7.3.	Normalidad de oferta de caudales medios mensuales y demanda hídrica en caudales .....	71
<b>CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS .....</b>		<b>72</b>
4.1.	PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL .....	72
4.2.	PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	72
4.2.1.	Prueba de la primera hipótesis específica .....	72
4.2.2.	Prueba de la segunda hipótesis específica .....	73
4.2.3.	Prueba de la tercera hipótesis específica .....	73
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>75</b>
5.1.	BALANCE DE OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA .....	75
5.2.	APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ PARA GENERAR CAUDALES MEDIOS MENSUALES .....	75
5.3.	OFERTA HÍDRICA DEL RÍO LLUSCAMAYO .....	75
5.4.	DEMANDA HÍDRICA PARA USO POBLACIONAL HUMANA DE LA PARCIALIDAD COLLANA .....	75
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>78</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>		<b>79</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>80</b>

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2. Nivel y tipo de investigación .....	21
Tabla 3 Límite Superior para la precipitación efectiva.....	38
Tabla 4 Coeficientes para el cálculo de la precipitación efectiva.....	38
Tabla 5 Lámina de agua acumulada en los tres tipos de almacén hídrico .....	40
Tabla 6 Cálculo de los coeficientes de agotamiento "a" .....	42
Tabla 7 Almacenamiento hídrico o abastecimiento de la retención durante la época de lluvias (%).....	43
Tabla 8 Resultados del análisis físico y químico del agua del río Lluscamayo ....	50
Tabla 9 Resultados del análisis bacteriológico del agua del río Lluscamayo .....	50
Tabla 10 Datos climatológicos de las estaciones utilizadas .....	51
Tabla 11 Temperatura media multianual de la cuenca del río Lluscamayo.....	55
Tabla 12 Evapotranspiración mensual y total anual promedio en la cuenca del río Lluscamayo .....	55
Tabla 13 Abastecimiento de retención de la cuenca del río Lluscamayo .....	56
Tabla 14 Gasto – abastecimiento de la cuenca del río Lluscamayo.....	57
Tabla 15 Parámetros definitivos de calibración del modelo Lutz Scholz .....	57
Tabla 16 Caudal medio mensual multianual generado del río Lluscamayo .....	57
Tabla 17 Caudal aforado del río Lluscamayo en el punto de interés captación Palca .....	58
Tabla 18 Caudales aforados y generados del río Lluscamayo en litros por segundo (l/s) .....	59
Tabla 19 Oferta hídrica global según fuente de agua.....	60
Tabla 20 Información completa de las fuentes de agua y método de aforo .....	60
Tabla 21 Demanda hídrica para consumo humano del manantial Mama Ccocha	61
Tabla 22 Demanda hídrica para consumo humano del río Lluscamayo.....	62
Tabla 23 Demanda hídrica para consumo de educación inicial del río Lluscamayo .....	62
Tabla 24 Demanda hídrica para consumo de educación primaria del río Lluscamayo .....	63
Tabla 25 Resumen de la demanda hídrica por fuente de agua.....	63
Tabla 26 Resumen de la demanda hídrica por subsistema .....	64

---

Tabla 27 Demanda hídrica mensualizado y por tipo de fuente.....	65
Tabla 28 Balance hídrico del manantial Mama Ccocha .....	67
Tabla 29 Balance hídrico del río Lluscamayo.....	67
Tabla 30 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de caudal aforado y caudal generado (l/s) .....	68
Tabla 31 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de oferta y demanda (m <sup>3</sup> ).....	69
Tabla 32 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de oferta en caudal medio mensual y demanda en caudal (l/s) .....	71
Tabla 33 Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de caudal generado con aforado del río Lluscamayo .....	73
Tabla 34 Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de la oferta en caudales medios mensuales del río Lluscamayo con demanda hídrica.....	73
Tabla 35 Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de la demanda hídrica con la oferta del río Lluscamayo .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las fuentes de agua. .... 48

---

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama doble masa de precipitación total anual de las estaciones grupo global.....	52
Gráfico 2. Diagrama doble masa de precipitación total anual de las estaciones del grupo 1.....	53
Gráfico 3. Diagrama doble masa de precipitación total anual de las estaciones del grupo 2.....	53
Gráfico 4. Comparativo de caudales aforados y generados del río Lluscamayo..	59
Gráfico 5. Balance hídrico del manantial Mama Ccocha.....	66
Gráfico 6. Balance hídrico del río Lluscamayo.....	66
Gráfico 7. Densidad de Kernel con la densidad normal del caudal aforado del río Lluscamayo.....	68
Gráfico 8. Densidad de Kernel con la densidad normal del caudal medio mensual generado del río Lluscamayo.....	69
Gráfico 9. Densidad de Kernel con la densidad normal de oferta hídrica en volumen mensualizado del río Lluscamayo.....	70
Gráfico 10. Densidad de Kernel con la densidad normal de demanda hídrica en volumen mensualizado de consumo humano de la Parcialidad Collana.....	70
Gráfico 11. Densidad de Kernel con la densidad normal de oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo.....	71

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural y vital para la sobrevivencia de todo ser vivo que con el pasar del tiempo se viene escaseando en calidad y disponibilidad en el lugar y momento oportuno para satisfacer la necesidad del ser viviente. Por ello la población humana debe ser más consciente del uso de agua en la cantidad suficiente y no desperdiciar en actividades que puedan usar aguas servidas.

La presente investigación está organizado en cinco capítulos, el primer capítulo corresponde al planteamiento del problema donde se describe de manera clara la realidad problemática; también incluye la delimitación espacial y temporal de la investigación; el planteamiento de problema general y específicos, de estos se derivan los objetivos y las hipótesis; las variables y diseño de la investigación; población y muestra de la investigación; las técnicas e instrumentos de recolección de datos y por último la justificación e importancia de la investigación.

El segundo capítulo comprende todo el marco teórico referente al tema de investigación desde los antecedentes internacionales, antecedentes nacionales y las bases teóricas que dan el sustento técnico teórico de esta investigación.

El tercer capítulo correspondiente a la presentación de resultado donde se encuentra la ubicación del lugar de investigación; la confiabilidad y validación del instrumento; análisis cuantitativo de las variables donde se presenta el procedimiento de análisis de los datos de ingreso al modelo Lutz Scholz y generación de la variable caudal medio mensual; también está la determinación de la demanda hídrica para consumo humano; en la última parte se presenta la prueba de normalidad de los datos de caudal aforado y caudal generado, de volúmenes de oferta y demanda hídrica, de caudales medios mensuales ofertados con caudales demandados.

El cuarto capítulo comprende el proceso de contraste de hipótesis general e hipótesis específicas mediante pruebas estadísticas. En el quinto capítulo se realiza la discusión de los resultados para cada objetivo de la investigación. Por último se presentan las conclusiones, recomendaciones y las fuentes de información consultadas, terminando con la presentación de las tablas y fotografías dentro de anexo.



## **CAPÍTULO I:**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El agua es un recurso natural de vital importancia para la sobrevivencia de los seres vivos del planeta Tierra, el ser humano no escapa de esa necesidad básica. El agua es escaso en espacio y tiempo, vale decir, en el lugar donde se habita no siempre está disponible en la cantidad suficiente y en el momento oportuno, por ello se recurre a la ubicación de alguna fuente de agua con la calidad dentro de los estándares permisibles de los componentes físico químico y cantidad suficiente para abastecer a la población que lo requiera.

El problema de escases del agua en la Parcialidad Collana del distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno, es crítica porque, la fuente de agua materia de la investigación se encuentra en la parte alta de la Parcialidad donde no hay asentamiento poblacional, por ello, se ha planteado efectuar la investigación con el objetivo general de realizar el balance hídrico - mediante una operación matemática de sustracción entre la oferta y la demanda a escala mensual- de la cuenca del río Lluscamayo para así, dar la solución al problema general de esta investigación en beneficio de los pobladores de la Parcialidad Collana.

#### **1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1.2.1. Espacial**

El presente trabajo de investigación se realizó en el ámbito de la localidad de Collana del distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno.

##### **1.2.2. Temporal**

El desarrollo de la investigación, tuvo un tiempo de estudio comprendido entre los meses de abril del 2017 a octubre del 2018, con datos precipitación mensual de las estaciones meteorológicas de Puno, Laraqueri, Mañazo, Umayo, Cabanillas, Juliaca, Rincón de la Cruz e Ichuña de los año de 1964 a 2007.

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

#### **1.3.1. Problema general**

¿La oferta hídrica de la cuenca del río Lluscamayo será suficiente para cubrir la demanda hídrica de los pobladores de la Parcialidad Collana?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Los caudales medios mensuales generados por el modelo Lutz Scholz son similares a los caudales observados?
- ¿La oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo, será suficiente para satisfacer la demanda hídrica potable de Collana – Paucarcolla – Puno?
- ¿Cuánto es la demanda hídrica para uso poblacional de la Parcialidad Collana – Paucarcolla – Puno?

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

#### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar el balance entre oferta y demanda hídrica de la cuenca del río Lluscamayo.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Aplicar el modelo Lutz Scholz para generar los caudales medios mensuales.
- Determinar la oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo para agua potable de Collana – Paucarcolla – Puno.
- Cuantificar la demanda hídrica para uso poblacional de la Parcialidad Collana – Paucarcolla – Puno.

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

#### **1.5.1. Hipótesis general**

La oferta hídrica de la cuenca del río Lluscamayo es superior a la demanda hídrica de la población de la Parcialidad Collana.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- Los caudales medios mensuales generados por el modelo Lutz Scholz son iguales estadísticamente a los caudales observados.
- La oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo satisface la demanda hídrica potable de Collana – Paucarcolla – Puno.
- La demanda hídrica para uso poblacional de la Parcialidad Collana – Paucarcolla – Puno, es inferior a la oferta hídrica del río Lluscamayo.

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

### **1.6.1. Variable independiente**

La variable independiente de la investigación es la precipitación total mensual.

### **1.6.2. Variable dependiente**

La variable dependiente de la investigación es el caudal medio mensual.

### 1.6.3. Operacionalización de variables

Tabla 1  
 Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
<b>Independiente:</b>			
Precipitación mensual histórica de las estaciones meteorológicas	- Lluvia (precipitación en estado líquido).	- Altura de agua de la lluvia.	- En milímetros (mm).
	- Granizada (precipitación en estado sólido).	- Altura de agua de la granizada.	- En milímetros (mm).
	- Nevada (precipitación en cristales de nieve).	- Altura de agua de la nevada.	- En milímetros (mm).
<b>Dependiente:</b>			
Caudal medio mensual	- Unidad de medida en m <sup>3</sup> /s.	- Cantidad de agua por unidad de tiempo.	- En metros cúbicos por segundo (m <sup>3</sup> /s).

Fuente: Elaboración propia.

## 1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.7.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo, porque se describirá y evaluará la disponibilidad hídrica frente a la demanda de este recurso natural.

### 1.7.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es perceptual, porque con el modelo Lutz Scholz que genera caudales medios mensuales, se podrá representar y describir la realidad del flujo de agua en el río Lluscamayo.

Hago constar que, el tipo y nivel de investigación se ha adecuado de acuerdo a la explicación expuesta por Hurtado, J. (2007) y Barrera, M. (1995), como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2.  
Nivel y tipo de investigación

Nivel	Objetivo	Tipo de investigación
Perceptual	Explorar	Investigación exploratoria
	Describir	Investigación descriptiva
Aprehensivo	Analizar	Investigación analítica o crítica
	Comparar	Investigación comparativa
Comprensivo	Explicar	Investigación explicativa
	Predecir	Investigación predictiva
	Proponer	Investigación proyectiva
Integrativo	Modificar	Investigación interactiva
	Confirmar	Investigación confirmatoria
	Evaluar	Investigación evaluativa

Fuente: Hurtado, J. 2007 y Barrera, M. 1995.

### 1.7.3. Métodos de investigación

La metodología para aplicar el modelo determinístico-estocástico de Lutz Scholz consiste en realizar el siguiente procedimiento:

#### 1.7.3.1. Recopilación de datos hidrometeorológicas

Se efectúa la recopilación de los datos hidrometeorológicos como la precipitación total mensual; temperatura máxima, mínima y media, el caudal histórico del río que corresponde a la cuenca en estudio.

#### 1.7.3.2. Análisis de consistencia de datos hidrometeorológicos

Se debe siempre efectuar el análisis de consistencia de los datos para poder contar con datos confiables en consistencia y homogéneas.

#### 1.7.3.3. Completación y extensión de datos hidrometeorológicos

Los datos faltantes de la precipitación total mensual y datos de temperatura, se completan y se extiende mediante algún método de completación como Hec-4 o el software Hydraccess. La extensión de datos se efectúa como máximo igual a la cantidad de los datos registrados en años.

#### **1.7.3.4. Cálculo de la precipitación media mensual de la cuenca**

La precipitación media multianual correspondiente a la cuenca se determina aplicando alguna de las diversas metodologías existentes como: el polígono de Thiessen, isoyetas, inversa de la distancia ponderada, método Kriging, o como la última alternativa la media aritmética.

#### **1.7.3.5. Cálculo de la temperatura media mensual de la cuenca**

La temperatura media areal de la cuenca se calcula con las isotermas, polígono de Thiessen, inversa de la distancia ponderada, método Kriging o la media aritmética.

#### **1.7.3.6. Evapotranspiración potencial o de referencia**

La evapotranspiración de referencia se determina con los métodos conocidos como por tanque clase A, Penman Monteith o los menos precisos como el método de Hargreaves en base a temperatura o en base a radiación solar, o del Dr. Ramón Serruto.

La evapotranspiración potencial es uno de los componentes en el sistema del movimiento del agua dentro del ciclo hidrológico, por ello es importante en el balance de agua que ingresa a la cuenca y el agua que sale de la cuenca.

#### **1.7.3.7. Precipitación efectiva**

Determinar la precipitación efectiva por el método de la U. S. Bureau of Reclamation u otro método alternativo.

#### **1.7.3.8. Coeficiente de escurrimiento**

El coeficiente de escurrimiento se determina aplicando el método de L-Turc, que calcula en base a la temperatura media anual u precipitación media anual.

#### **1.7.3.9. Coeficiente de agotamiento**

Determinar el coeficiente de agotamiento, según las características de cobertura vegetal a partir de las fórmulas propuestas para este fin.

#### **1.7.3.10. Retención de la cuenca**

Para determinar la retención de la cuenca se debe ingresar el área de la cuenca, área de nevados, área de lagunas, área de acuíferos potenciales y pendiente promedio de acuíferos, obteniendo como resultado de la retención en milímetros por año.

#### **1.7.3.11. Gasto de retención**

Calcular el valor del gasto mensual de la retención en base a datos históricos de la cuenca mediante la expresión matemática propuesta para su determinación.

#### **1.7.3.12. Abastecimiento de retención**

Calcular el abastecimiento del agua que ocurre durante los meses de lluvia.

#### **1.7.3.13. Generación de caudal medio mensual**

Aplicar la ecuación planteada por Lutz Scholz para generar los caudales medios mensuales para el año promedio.

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

En la generación de los caudales medios mensuales con la aplicación del modelo de Lutz Scholz, el diseño de la investigación es no experimental longitudinal de tipo descriptivo, donde la recolección de datos de precipitación (variable independiente) es efectuada a lo largo del tiempo, que nos ayuda a determinar la precipitación media areal de la cuenca en estudio, además la variable temperatura máxima, media y mínima para luego realizar la generación del caudal medio mensual con el modelo Lutz Scholz. Para efectuar la comparación y calibración del caudal generado se realiza la medición del caudal en el punto de captación del río Lluscamayo. Al final se efectúa la prueba de hipótesis mediante la prueba no paramétrica de suma de rangos de Wilcoxon con un nivel de significancia del 5%, se aplica esta prueba estadística, porque no cumple con el supuesto de la prueba de normalidad.

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

### **1.8.1. Población**

La población que corresponde a la variable independiente es la precipitación pluvial que ocurre en todo el tiempo desde el pasado al futuro, en la zona de la investigación que abarca las localidades de las estaciones climatológicas intervinientes; y que es un fenómeno natural infinito que se encuentra dentro del ciclo hidrológico.

### **1.8.2. Muestra**

En la investigación la muestra es la precipitación pluvial total mensual histórica, desde el año 1964 hasta el año 2007 registrada, completada y extendida de las ocho estaciones climatológicas intervinientes para la investigación, es decir, la precipitación pluvial que se ha registrado en el pasado inmediato.

## **1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1.9.1. Técnicas**

Para la recolección de datos de precipitación pluvial medidas en altura de agua caída a la superficie terrestre en milímetros (mm), se efectúa en un recipiente fabricado para este propósito denominado pluviómetro.

### **1.9.2. Instrumentos de la investigación**

El instrumento de la investigación son los datos de precipitación y temperaturas que han sido registrados por el SENAMHI, obteniéndose desde la página web de esta entidad. Otro instrumento de investigación importante es el registro de caudal instantáneo medido in situ anotado en una ficha de campo, por cuanto en el río en estudio el SENAMHI no registra estos datos.

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

### **1.10.1. Justificación**

Por la ausencia del registro de la cantidad de agua con respecto al tiempo (caudal) que discurre en el río Lluscamayo, se ha incursionado en la investigación aplicando el modelo Lutz Scholz para generar el caudal medio mensual del agua que discurre en el mencionado río, que permitirá saber la disponibilidad hídrica a



escala mensual y tomar decisiones para formular proyectos de saneamiento básico que involucre la construcción de los diversos componentes que se necesitan en el sistema de agua potable con la finalidad de aprovechamiento sostenible de este recurso natural sin comprometer o afectar a terceros y alterar el equilibrio ecológico.

Para determinar la oferta hídrica se ha planteado usar el modelo determinístico-estocástico de Lutz Scholz por ser un modelo adecuado propuesto para la región natural de la Sierra peruana allí por los años de 1979-1980 por un alemán que desarrolló aplicando en 19 cuencas entre Cusco y Cajamarca.

### **1.10.2. Importancia**

La determinación del caudal medio mensual es muy importante porque permite conocer la cantidad de agua aprovechable; con ello tomar decisiones en cuanto al dimensionamiento de las obras de captación, conducción y distribución según el caudal demandado para consumo humano.

El modelo Lutz Scholz interviene en la generación del caudal medio mensual del agua del río Lluscamayo.

### **1.10.3. Limitaciones**

Una de las limitaciones para calibrar el modelo Lutz Scholz en la cuenca del río Lluscamayo es la falta de registro de datos hidrométricos, por ello se ha realizado las mediciones de caudal en el punto de interés durante los doce meses del año.

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

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

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Como antecedentes internacionales no se ha encontrado trabajos realizados con el modelo Lutz Scholz en otros países, puesto que, el modelo ha sido desarrollado exclusivamente para la sierra peruana, realizando pruebas en 19 cuencas entre Cusco y Cajamarca.

##### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

###### **Tema:**

“Generación de descargas medias mensuales aplicando el modelo Lutz Zcholz para la subcuenca del río Azángaro”

###### **Autor:**

Norma Olinda Ttimpo Ticona, extraída desde:  
<https://es.slideshare.net/zemlo/generacion-de-descargas-medias-mensuales-aplicando-el-modelo-lutz-scholz-subcuenca-azangaro>

###### **Resumen:**

Para cumplir con los objetivos planteados la autora del estudio ha trabajado con la variable precipitación total mensual y anual de los años 1964 a 2007, datos obtenidos del Proyecto Especial de Lago Titicaca (PELT) que pertenece al Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI). Empleando información pluviométrica de 10 estaciones meteorológicas como son: Ananea, Crucero, Progreso, Muñani, Azángaro, Putina, Arapa, Antauta, Nuñoa y Orurillo. Lo datos de la variable de precipitación ha sometido al análisis de consistencia con la finalidad de detectar saltos y tendencias. La precipitación media areal anual de la cuenca del río Azángaro ha determinado por el método de polígono de Thiessen. Además ha determinado los parámetros de calibración como el coeficiente de escurrimiento, retención media anual de la cuenca y el abastecimiento de la retención usando las fórmulas empíricas.

Como resultado ha comparado los caudales generados con los caudales aforados resultando gráfica y estadísticamente iguales y con ello validando el modelo de Lutz Scholz.

### **Objetivos:**

Como objetivo general es generar descargas medias mensuales, aplicando modelo Lutz Scholz para la sub cuenca del río Azángaro. Y como objetivos específicos se tiene:

- Realizar la calibración de los parámetros del modelo Lutz Scholz para la generación de descargas medias mensuales en la sub cuenca del río Azángaro.
- Determinar si el modelo Lutz Scholz genera caudales estadísticamente iguales a los aforados en la sub cuenca del río Azángaro.

### **Conclusiones:**

En total presenta 12 conclusiones de los cuales la conclusión 9 es la que responde al segundo objetivo específico, donde indica que, mediante la prueba estadística  $t$  de Student los caudales medios generados con el modelo Lutz Scholz son iguales a los caudales aforados con el estadístico  $t$  calculado de 0.28 frente al estadístico crítico de 0.64; la desviación estándar también son iguales estadísticamente demostrado con la prueba F de Fisher con F calculado de 1.04 en contraposición con el F tabular de 1.35.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial es la caída libre del agua atmosférica de ocurrencia natural, en sus diversas formas y estados. Aparicio (1992) refiere que la precipitación pluvial es la fuente principal del agua de la superficie terrestre, cuya medición es el punto de inicio de la mayor parte de los estudios relacionados al uso y control del agua.

Chereque (s.f.) define que, la precipitación pluvial es toda forma de humedad, que se origina en las nubes, llegando hasta la superficie del suelo. Por lo tanto, la lluvia, la granizada, la garúa y la nevada son distintas formas de la misma ocurrencia meteorológica.

#### 2.2.1.1. Formas de la precipitación

Según Villón (2002), las formas de precipitación son:

- **Llovizna**, pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varía 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caída muy bajas.
- **Lluvia**, gotas de agua con diámetro mayor 0.5mm.
- **Escarcha**, capa de hielo por lo general transparente y suave, pero que usualmente contiene bolsas de aire.
- **Nieve**, compuesta de cristales de hielo blanco, translúcido, principalmente en forma compleja.
- **Granizo**, precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 125mm. (p. 70)

#### 2.2.1.2. Tipos de precipitación

“Las precipitaciones se clasifican en tres grupos, según el factor responsable del levantamiento del aire que favorece el enfriamiento necesario para que se produzcan cantidades significativas de precipitación” (Chereque, s.f., p. 16).

#### **a. Precipitaciones convectivas**

Son causadas por el ascenso de aire cálido más liviano que el aire frío de los alrededores. Las diferencias de temperatura pueden ser sobre todo el resultado de calentamientos diferenciales en la superficie o en la capa superior de la capa de aire. La precipitación convectiva es puntual y su intensidad puede variar entre aquella correspondiente a lloviznas ligeras y aguaceros. (Chereque, s.f., p. 16)

#### **b. Precipitaciones orográficas**

Resultan del ascenso del aire cálido hacia una cadena de montañas. Las regiones que quedan del otro lado de las montañas pueden sufrir la ausencia de lluvias," puesto que todas las nubes son interceptadas y precipitadas en el lado de donde ellas provienen. (Chereque, s.f., p. 16)

#### **c. Precipitaciones ciclónicas**

"Se producen cuando hay un encuentro de nubes de diferentes temperaturas: las más calientes son impulsadas a las partes más altas donde precipitan" (Chereque, s.f., p. 16).

"En la naturaleza, los efectos de estos tres tipos de enfriamiento están interrelacionados y la precipitación resultante no puede identificarse como de un solo tipo" (Chereque, s.f., p. 17).

### **2.2.2. Análisis de consistencia de información hidrológica**

El análisis de consistencia de la información hidrológica según Villón (2002), es el proceso que consiste en la identificación, descripción y remoción de la inconsistencia y la no homogeneidad de la serie de tiempo hidrológica.

La inconsistencia es sinónimo del error sistemático que se presenta como saltos y tendencias, mientras que la no homogeneidad es el cambio de datos brutos con el tiempo.

La no homogeneidad en una serie de tiempo hidrológica, se manifiesta por factores de la actividad humana (tala indiscriminada de una cuenca, construcción

de estructuras hidráulicas, etc.) o factores naturales de gran magnitud, como los desastres naturales (inundaciones, derrumbes, etc.).

La inconsistencia de una serie de tiempo, es dada por la producción de errores sistemáticos como deficiencia en la obtención de datos, cambio de estación de registro entre otros.

Antes de utilizar la serie histórica para el modelamiento, es necesario efectuar el análisis de consistencia, con el fin de obtener una serie confiable, en homogeneidad y consistente.

Para el análisis de consistencia de la información hidrológica existen por lo menos tres métodos mediante los cuales se verifica la homogeneidad y la consistencia:

- Análisis visual gráfico
- Análisis doble masa
- Análisis estadístico

### **2.2.3. Completación y extensión de información hidrológica**

La extensión de información según Villón (2002), es el proceso de transferencia de información desde una estación con registro histórico "largo" a otra de registro "corto". Se entiende por registro "largo" aquella estación que tiene datos registrados con una longitud de registro de muchos años frente a otra de pocos años de registro.

La completación de datos según Villón (2002), es el proceso por el cual, se llenan "huecos" que existen en un registro de datos. La completación es un caso particular de la extensión. Cabe aclarar que "hueco" se refiere a los datos faltantes en un registro histórico de alguna variable hidrometeorológica.

Villón (2002) aclara que, la extensión de datos, es más importante que la completación, porque modifican sustancialmente a los estimadores de los parámetros poblacionales. La completación y extensión de la información hidrometeorológica faltante, se efectúa para tener en lo posible series completas, más confiable y de un periodo uniforme.

#### 2.2.4. Modelos del sistema hidrológico

“El objetivo del análisis del sistema hidrológico es estudiar la operación del sistema y predecir su salida. Un modelo de sistema hidrológico es una aproximación al sistema real; sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura es un conjunto de ecuaciones que conecta las entradas y las salidas”. (Chow et al., 1994, p. 8)

##### 2.2.4.1. Clasificación de modelos hidrológicos

“Los modelos hidrológicos pueden dividirse en dos categorías: modelos *físicos* y modelos *abstractos*. Los primeros incluyen modelos a *escala* que representan el sistema en una escala reducida, tal como un modelo hidráulico del vertedero de una presa; y modelos *análogos*, que usan otro sistema físico con propiedades similares a los del prototipo”. (Chow et al., 1994, p. 9)

“Los modelos abstractos representan el sistema en forma matemática. La operación del sistema se describe por medio de un conjunto de ecuaciones que relacionan las variables de entrada y de salida. Estas variables pueden ser funciones del espacio y del tiempo, y también pueden ser *variables probabilísticas* o *aleatorias* que no tienen un valor fijo en un punto particular del espacio y del tiempo, pero que están descritas a través de distribuciones de probabilidad. [...]. La representación general de tales variables es el *campo aleatorio*, una región del espacio y del tiempo dentro de la cual el valor de la variable en cada punto está definido por una distribución de probabilidad (Vanmarcke, 1983). Por ejemplo, la intensidad de precipitación en una tormenta varía rápidamente en el tiempo y de un lugar a otro, por lo cual no puede ‘pronosticarse’ en forma exacta, por tanto es razonable representarla a través de un campo aleatorio”. (Chow et al., 1994, p. 10)

Ponce (1989) refiere que, en ingeniería hidrológica, existe cuatro tipos de modelos matemáticos: (1) determinísticos, (2) Probabilísticos, (3) Conceptual y (4) Paramétrico. El modelo conceptual es la representación simplificada del proceso físico, obtenida por las variaciones del espacio y tiempo, agregado y descrita en mediante ecuaciones diferenciales ordinarias o ecuaciones algebraicas. El modelo paramétrico es aquel que representa los procesos hidrológicos mediante

ecuaciones algebraicas pero que contiene parámetros claves que son determinadas de manera empírica.

#### **2.2.4.2. Modelos matemáticos**

Según Clark (1973), manifiesta que un modelo matemático es una representación simplificada de un sistema complejo, en el cual, el comportamiento del sistema está representado por una serie de ecuaciones y sentencias lógicas que expresan relaciones entre variables y parámetros (citada por Ttimpo, 2012, pp. 9-10).

#### **2.2.4.3. Etapa de elaboración de un modelo matemático hidrológico**

Chavarri (2005), indica que la elaboración del modelo matemático debe ser efectuada siguiendo las etapas como: identificación, calibración, verificación y límites de aplicación.

- a. Identificación.-** Consiste en el análisis de la estructura del modelo y relaciones internas que guardan entre sus elementos. Etapa donde se definen las variables a participar y se establecen las hipótesis y supuestos que simplifican al modelo en función de sus objetivos y la precisión esperada.
- b. Calibración.-** Consiste en evaluar y estimar los parámetros del modelo con la ayuda de algunos criterios deductivos y observaciones pasadas con respecto a los datos de entrada y las respuestas o salidas. En general, hay dos maneras de estimar los parámetros a partir de la muestra que es pasiva y activa; la manera pasiva consiste en tomar en cuenta todos los pares de valores de entrada y salida disponibles y con los métodos estadísticos se evalúan los coeficientes de las ecuaciones; y la manera activa utiliza un modelo selectivo, dando mayor importancia a ciertas observaciones.
- c. Validación.-** La calidad de un modelo se mide por los resultados de su validación, que consiste en comparar la respuesta teórica obtenida por el paso de un dato experimental o información a través de la imagen del sistema físico modelado, obteniendo una respuesta de las informaciones directas. Es importante señalar que el valor de las entradas y salidas utilizadas para la



validación deben ser diferentes de aquellas que son utilizadas para la calibración del modelo.

La validación se puede realizar de manera intuitiva, como la comparación visual de resultados hecha mediante un cuadro o gráfica o de manera analítica como la comparación estadística de resultados por medio de pruebas o criterios apropiados.

- d. Límites de aplicación.-** En todo modelo matemático se debe especificar el marco dentro del cual el modelo fue desarrollado, su jerarquía, los objetivos considerados (generales, específicos). Con esta información, el usuario podrá conocer el campo de aplicación real y los límites físicos y/o analíticos más allá de los cuales el uso del modelo puede ser inadecuado. Como los límites físicos se puede citar por ejemplo, las condiciones climáticas extremas bajo las cuales el modelo fue validado, de otra manera no podría ser utilizado en regiones tropicales y/o templadas, porque existe el riesgo de tener errores. Como límites analíticos se puede considerar el número límite de observaciones requeridas, la precisión considerada, el coeficiente de eficiencia necesario para comparar los valores observados y calculados.

### **2.2.5. Modelo hidrológico de Lutz Scholz**

Este modelo fue desarrollado por el especialista alemán Lutz Scholz especialmente para cuencas de la sierra peruana en los años 1979-1980 en el marco de Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meris II. Entonces según Lutz Scholz (1980), menciona que, este modelo hidrológico, cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico - Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Modelo Estocástico).

Por escases de registro de caudales en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la precipitación efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las

cuencas. Los procedimientos que se han seguido en la implementación del modelo son:

- a. Cálculo de los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de escorrentía promedio.
- b. Establecimiento del conjunto de modelos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en cuencas sin información hidrométrica. En base a lo anterior se realiza el cálculo de los caudales necesarios.
- c. Calibración del modelo y generación de caudales extendidos por un proceso Markoviano combinado de precipitación efectiva del mes con el caudal del mes anterior.

Este modelo fue implementado con fines de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad etc.). Los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana, han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

Según LUTZ SCHOLZ (1980), menciona que los conceptos en la que se fundamenta el modelo son los siguientes:

#### 2.2.5.1. Ecuación del balance hídrico – Modelo determinístico

La ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes propuesta por Fisher es la siguiente:

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i \quad (1)$$

Donde:

CM<sub>i</sub> = Caudal mensual (mm/mes)

P<sub>i</sub> = Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)

D<sub>i</sub> = Déficit de escurrimiento (mm/mes)

G<sub>i</sub> = Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)

A<sub>i</sub> = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

Asumiendo que, para períodos largos (en este caso 1 año) el Gasto y Abastecimiento de la retención tienen el mismo valor es decir  $G_i = A_i$ , y para el año promedio una parte de la precipitación retorna a la atmósfera por evaporación.

Reemplazando (P-D) por (C\*P), y tomando en cuenta la transformación de unidades (mm/mes a  $m^3/s$ ) la ecuación (1) se convierte en:

$$Q = c' \times C \times P \times AR \quad (2)$$

Que es la expresión básica del método racional.

Donde:

Q = Caudal ( $m^3/s$ )

$c'$  = coeficiente de conversión del tiempo (mes/s)

C = coeficiente de escurrimiento

P = Precipitación total mensual (mm/mes)

AR = Área de la cuenca ( $m^2$ )

#### 2.2.5.2. Coeficiente de escurrimiento – Modelo determinístico

Se denomina coeficiente de escurrimiento al cociente entre el caudal de agua que circula por una sección de una cuenca a consecuencia de un suceso lluvioso y el volumen de agua que ha precipitado sobre la misma (lluvia total). Es decir, se trata de la proporción de lluvia real que produce escorrentía superficial. El coeficiente de escorrentía varía a lo largo del tiempo y es función de las características del terreno (naturaleza, vegetación, permeabilidad, inclinación y humedad inicial del suelo) y de la zona (temperatura, intensidad y duración de la precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, horas de sol y dimensiones de la cuenca). Los factores indicados se influyen mutuamente, siendo complicado el análisis aislado de cada uno de ellos.

Existen varios métodos para determinar el coeficiente de escurrimiento y una de ellas es la fórmula de L. Turc cuya expresión matemática es:

$$C = \frac{P - D}{P} \quad (3)$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

P = Precipitación total anual (mm/año)

D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

Para calcular el valor D se utiliza la siguiente expresión:

$$D = \frac{P}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{0.5}} \quad (4)$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3 \quad (5)$$

Donde:

L = Coeficiente de Temperatura

T = Temperatura media anual (°C)

Para Cusco y Huancavelica:

$$C = 3.16E^{12}(P^{-0.571})(EP^{-3.686}), r = 0.96 \quad (6)$$

Para Junín:

$$C = 738(P^{0.345})(EP^{-1.438}), r = 0.82 \quad (7)$$

Para Cajamarca:

$$C = 5.56E^6(P^{0.925})(EP^{-3.165}), r = 0.95 \quad (8)$$

Dado que no se ha podido obtener una ecuación general del coeficiente de escurrimiento para toda la sierra, se ha desarrollado la fórmula siguiente, que es válida para la región sur (citada por Aguirre):

$$C = 3.16E^{12}(P^{-0.571})(EP^{-3.686}), r = 0.96 \quad (6)$$

$$D = -1380 + 0.872(P) + 1.032(EP), r = 0.96 \quad (9)$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

P = Precipitación total anual (mm/año)

EP = Evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año)

r = Coeficiente de correlación al nivel de significación 0.05

### 2.2.5.3. Evapotranspiración potencial – Modelo determinístico

La evapotranspiración potencial, se determina por la fórmula de Hargreaves en base a radiación solar:

$$EP = 0.0075(RSM)(TF)(FA) \quad (10)$$

$$RSM = 0.075(RA)\sqrt{\frac{n}{N}} \quad (11)$$

$$FA = 1 + 0.06(AL) \quad (12)$$

Donde:

RSM = Radiación solar media

TF = Componente de temperatura

FA = Coeficiente de corrección por elevación

TF = Temperatura media anual (°F)

RA = Radiación extraterrestre (mm H<sub>2</sub>O/año)

(n/N) = Relación entre insolación actual y posible (%) 50 % (estimación en base a los registros)

AL = Elevación media de la cuenca (Km)

Para determinar la temperatura anual se toma en cuenta el valor de los registros de las estaciones y el gradiente de temperatura de -5.3 °C 1/ 1000 m, determinado para la sierra.

### 2.2.5.4. Precipitación efectiva – Modelo determinístico

Según Lutz Scholz (1980), Menciona que para el cálculo de la precipitación efectiva, se supone que los caudales promedio observados en la cuenca pertenecen a un

estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calcula para un coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de esorrentía. Para estudios hidrológicos se toma como precipitación efectiva la parte de la precipitación total mensual, que corresponde al déficit según el método del USBR, precipitación efectiva hidrológica es la antítesis de la precipitación efectiva para los cultivos.

A fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el polinomio de quinto grado:

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5 \quad (13)$$

Donde:

PE = Precipitación efectiva (mm/mes).

P = Precipitación total mensual (mm/mes).

$a_i$  = Coeficiente del polinomio.

Tabla 3  
 Límite Superior para la precipitación efectiva

Tipo de Curva	Precipitación efectiva
Curva I	PE = P – 120.6, para P > 177.8 mm/mes
Curva II	PE = P – 86.4, para P > 152.4 mm/mes
Curva III	PE = P – 59.7, para P > 127.0 mm/mes

Fuente: Extraída de la cita de Aguirre 1992.

Tabla 4  
 Coeficientes para el cálculo de la precipitación efectiva

Coeficiente	Curva I	Curva II	Curva III
$a_0$	-0.018	-0.021	-0.028
$a_1$	-0.0185	+0.1358	+0.2756
$a_2$	0.001105	-0.002296	-0.004103
$a_3$	-1204 E-8	+4349 E-8	+5534 E-8
$a_4$	+144 E-9	-89 E-9	+124 E-9
$a_5$	-285 E-12	-879 E-13	-142 E-11

Fuente: Extraída de la cita de Aguirre 1992.

De esta manera es posible llegar a la relación entre la precipitación efectiva y precipitación total:

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P} \quad (14)$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación Total anual

$\sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P}$  = Suma de precipitación efectiva mensual

#### 2.2.5.5. Retención de la cuenca – Modelo determinístico

Bajo la suposición de que exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las fórmulas:

$$R_i = CM_i - P_i \quad (15)$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \quad (16)$$

Donde:

CM<sub>i</sub> = Caudal mensual (mm/mes)

PE<sub>i</sub> = Precipitación Efectiva Mensual (mm/mes)

R<sub>i</sub> = Retención de la cuenca (mm/mes)

G<sub>i</sub> = Gasto de la retención (mm/mes)

A<sub>i</sub> = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

R<sub>i</sub> = G<sub>i</sub> para valores mayores que cero (mm/mes)

R<sub>i</sub> = A<sub>i</sub> para valores menores que cero (mm/mes).

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio, que para el caso de las cuencas de la sierra varía de 43 a 188 (mm/año).

### 2.2.5.6. Almacenamiento hídrico – Modelo determinístico

Se tienen tres tipos de almacenes hídricos naturales que inciden en la retención de la cuenca son considerados:

- Acuíferos
- Lagunas y pantanos
- Nevados

En el siguiente cuadro se muestra la lámina de agua almacenada en los tres tipos de almacenes hídricos.

Tabla 5  
 Lámina de agua acumulada en los tres tipos de almacén hídrico

Tipo	Lámina acumulada (mm/año)		
	Pendiente de la cuenca		
Napa freática	2%	8%	15%
	300	250	200
Lagunas y pantanos	500		
Nevados	500		

Fuente: Lutz Scholz. 1980. Generación de caudales mensuales en la sierra peruana.

Para acuíferos la fórmula para determinar la lámina retenida es:

$$L_A = -750(I) + 315 \quad (17)$$

Donde:

$L_A$  = Lámina retenida de acuíferos (mm/año)

I = Pendiente de desagüe:  $I \leq 15\%$



### 2.2.5.7. Relación entre descargas y retención – Modelo determinístico

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$Q_t = Q_0 \times e^{-a(t)} \quad (18)$$

Donde:

$Q_t$  = Descarga en el tiempo  $t$

$Q_0$  = Descarga inicial

$A$  = Coeficiente de agotamiento

$t$  = tiempo

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos.

Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. En base a los hidrogramas se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa continuando de forma progresiva pero menos pronunciada, hasta el final de dicha estación.

### 2.2.5.8. Coeficiente de agotamiento – Modelo determinístico

Mediante la ecuación anterior se puede calcular el coeficiente de agotamiento "a", en base a datos hidrométricos. Este coeficiente no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente. Con fines prácticos se puede despreñar la variación del coeficiente "a" durante la estación seca empleando un valor promedio.

El coeficiente de agotamiento de la cuenca tiene una dependencia logarítmica del área de la cuenca.

$$a = f[\ln(AR)] \quad (19)$$

$$a = 3.1249E67(AR)^{-0.1144}(EP)^{-19.336}(T)^{-3.369}(R)^{-1.429}, r = 0.86 \quad (20)$$

El análisis de las observaciones disponibles muestra además cierta influencia del clima, la geología y la cobertura vegetal. Se ha desarrollado una ecuación empírica para la sierra peruana:

En principio, es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca; empero cuando no sea posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas por Lutz Scholz para las cuencas analizadas propuso su estimación mediante la siguiente expresión:

$$a = -0.00252 \times \ln(AR) + K \quad (21)$$

Tabla 6  
 Cálculo de los coeficientes de agotamiento "a"

<b>Características de la cuenca</b>	<b>K</b>
Agotamiento muy rápido, por temperatura elevada > 10°C y retención que va de reducida (50 mm/año) hasta retención mediana (80 mm/año).	0.034
Agotamiento rápido, por retención entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna).	0.030
Agotamiento mediano, por retención mediana (alrededor de 80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados).	0.026
Agotamiento reducido, por alta retención (arriba de 100 mm/año) y vegetación mezclada.	0.023
Agotamiento muy reducido	0.018

Fuente: Adaptada de la citada en Aguirre 1992.

Donde, *a* es el coeficiente de agotamiento por día, *AR* es el área de la cuenca (km<sup>2</sup>), *EP* es la evapotranspiración potencial anual (mm/año), *T* es la duración de la temporada seca (días) y *R* es la retención total de la cuenca (mm/año).

#### **2.2.5.9. Gasto de la retención – Modelo determinístico**

La contribución mensual de la retención durante la estación seca se puede determinar experimentalmente en base a datos históricos de la cuenca en estudio por siguiente expresión:

$$G_i = \left[ \frac{b_i}{\sum_{i=1}^m b_i} \right] R \quad (22)$$

Donde:

$b_i$  = Es la relación entre el caudal del mes actual y anterior (coeficiente del gasto de la retención).

$\sum_{i=1}^m b_i$  = sumatoria de la relación entre el caudal del mes  $i$  y el caudal inicial

$G_i$  = Gasto mensual de la retención (mm/mes)

$R$  = Retención de la cuenca (mm/mes)

#### 2.2.5.10. Abastecimiento de la retención – Modelo determinístico

El abastecimiento durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. En la región del Cusco el abastecimiento comienza en el mes de noviembre con 5%, alcanzando hasta enero el valor del 80% del volumen final. Las precipitaciones altas del mes de febrero completan el 20% restante, y las precipitaciones efectivas del mes de marzo escurren directamente sin contribuir a la retención. Los coeficientes mensuales expresados en porcentaje del almacenamiento total anual se muestran en tabla siguiente.

Tabla 7  
 Almacenamiento hídrico o abastecimiento de la retención durante la época de lluvias (%)

Región	Ene	Feb	Mar	Oct	Nov	Dic	Total
Cusco	40	20	0	0	5	35	100
Huancavelica	30	20	5	10	0	35	100
Junín	30	30	5	10	0	25	100
Cajamarca	20	25	35	25	-5	0	100
Ancash (Santa)	22	37	45	3	-7	0	100

Fuente: Adaptada de la citada por Aguirre 1992.

La lámina de agua  $A_i$  que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la Precipitación Efectiva. Se calcula mediante la ecuación:

$$A_i = a_i \left( \frac{R}{100} \right) \quad (23)$$

Donde:

$A_i$  = abastecimiento de la retención (mm/mes)

$a_i$  = coeficiente de abastecimiento (%)

$R$  = retención de la cuenca (mm/año)

#### 2.2.5.11. Determinación del caudal mensual para el año promedio – Modelo determinístico

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos anteriormente:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \quad (24)$$

Donde:

$CM_i$  = Caudal del mes  $i$  (mm/mes)

$PE_i$  = Precipitación efectiva del mes  $i$  (mm/mes)

$G_i$  = Gasto de la retención del mes  $i$  (mm/mes)

$A_i$  = Abastecimiento de la retención del mes  $i$  (mm/mes)

#### 2.2.5.12. Generación de caudales mensuales para periodos extendidos – Modelo estocástico

Con la finalidad de generar una serie sintética de caudales para periodos extendidos, se tiene implementado el modelo estocástico siguiente:

$$Q_t = B1 + B2(Q_{t-1}) + b3(PE_t) + z(S)\sqrt{1-r^2} \quad (25)$$

Donde:

$Q_t$  = Caudal del mes  $t$  (mm/mes)

$Q_{t-1}$  = Caudal del mes anterior (mm/mes)

$PE_t$  = Precipitación efectiva del mes (mm/mes)

B1 = Factor constante o caudal básico

z = Números aleatorios (media = 0, Desviación estándar = 1)

Se calculan los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión con  $Q_t$  como valor dependiente y  $Q_{t-1}$  y  $PE_t$  como valores independientes.

## 2.2.6. Demanda poblacional de agua

### 2.2.6.1. Población futura

La población futura es aquella población que se tendrá en un futuro dentro del periodo de diseño del sistema de agua potable, y la fórmula de crecimiento aritmético es:

$$P_f = P_0 \left( 1 + r \times \frac{t}{100} \right) \quad (26)$$

Donde:

$P_f$  = Población futura (hab)

$P_0$  = Población actual (hab)

r = Periodo de diseño (años)

t = Tasa de crecimiento poblacional (%)

### 2.2.6.2. Caudal promedio diario anual

“El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación” (Agüero, 1997, p. 24):

$$Q_m = \frac{P_f \times D}{86400} \quad (27)$$

Donde:

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l/s)

$P_f$  = Población futura (hab)

$D$  = Dotación de agua (l/hab/día)

### 2.2.7. Suma de rangos de Wilcoxon

Es una prueba no paramétrica y es el equivalente de la prueba paramétrica  $t$  de Student más conocida como la prueba  $U$  de Mann Whitney.

El procedimiento de cálculo consiste en los siguientes pasos, como es citado por Spiegel y Stephens (2001):

Paso 1. Combinar todos los valores muestrales en orden del más pequeño al más grande, y asignar rangos. Si dos o más valores muestrales son idénticos (mediciones de empate) a cada uno de estos valores muestrales se les asigna un rango un rango igual a la media de los rangos que les hubieran correspondido sin empate.

Paso 2. Calcular la suma de los rangos para cada una de las muestras. Denotar estas sumas como  $R_1$  y  $R_2$ , donde  $N_1$  y  $N_2$  son los tamaños muestrales respectivos. Por conveniencia, se elige  $N_1$  como la muestra más pequeña, en caso de que sean diferentes, de tal modo que  $N_1 \leq N_2$ . Una diferencia significativa entre las sumas de rangos  $R_1$  y  $R_2$ , implica una diferencia significativa entre las muestras.

Paso 3. Para probar la diferencia entre las sumas de rangos, se utiliza el estadístico

$$U = N_1 N_2 + \frac{N_1(N_1 + 1)}{2} - R_1 \quad (28)$$

Correspondiente a la muestra 1. La distribución muestral  $U$  es simétrica y tiene una media y una varianza dadas, respectivamente, por las fórmulas

$$\mu_U = \frac{N_1 N_2}{2}, \quad \sigma_U^2 = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \quad (29)$$

Si  $N_1$  y  $N_2$  son ambos al menos iguales a 8, resulta que la distribución de  $U$  es aproximadamente normal, de manera que

$$z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U} \quad (30)$$

Se distribuye normalmente, con media 0 y varianza 1.

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Balance hídrico.** Es la diferencia matemática de la oferta hídrica menos la demanda hídrica.

**Demanda hídrica.** Es la cantidad de agua en caudales que se requiere para satisfacer la necesidad de la población usuaria.

**Oferta hídrica.** Se refiere a la cantidad de agua en términos de caudal medio mensual que ofrece una fuente de agua.

## CAPÍTULO III:

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Ubicación política

El lugar de estudio de esta investigación se encuentra ubicado en el distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno.

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del punto de captación en el río Lluscamayo en coordenadas UTM, Este 380542, Norte 8250238 de la zona geodésica 19, en base al Sistema Geodésico Mundial WGS-84.

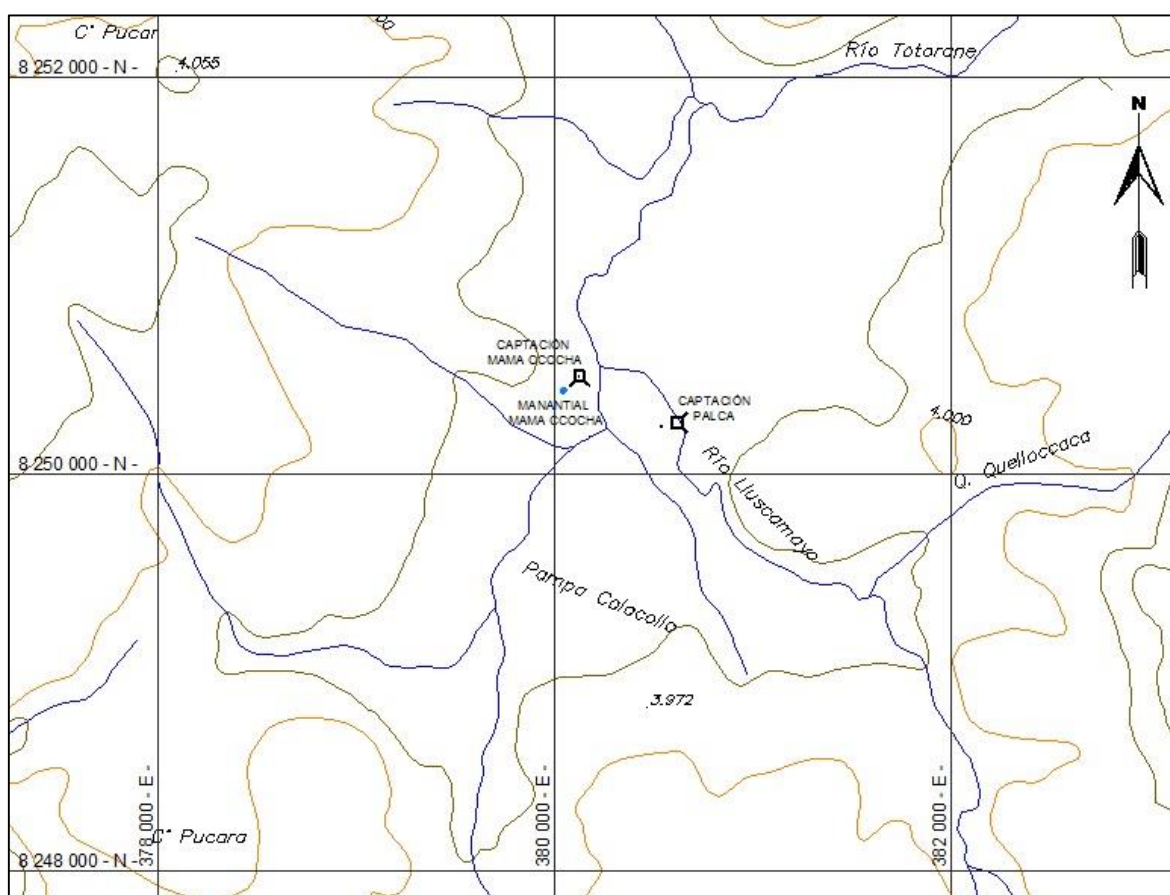


Figura 1. Ubicación de las fuentes de agua.

Fuente: Elaboración propia.



### **3.1.3. Ubicación hidrográfica**

Cuando se trata de hacer uso del recurso agua siempre se debe indicar la ubicación hidrográfica, por tanto, la zona de estudio se encuentra en unidad hidrográfica denominada intercuenca 0173, de la vertiente del Titicaca.

### **3.2. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

El instrumento de la investigación son los datos de la precipitación total mensual del registro pluviométrico de las ocho estaciones meteorológicas que son Cabanillas, Ichuña, Juliaca, Laraqueri, Mañazo, Puno, Rincón de la Cruz y Umayo fichas de registro histórico confiable que se presenta en el anexo B.

Mientras que los datos de caudales aforados en el lugar Palca del río Lluscamayo, fue realizado en la estructura de barraje fijo construido por la Municipalidad de Paucarcolla y anotada en una ficha de campo.

### **3.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES**

#### **3.3.1. Calidad del agua**

Según resultados del análisis físico químico de agua del río Lluscamayo (Palca Sector Totorani), según consta en los informes de control de calidad de agua resultados de análisis físico químico informe N° 322/2014 e informe N° 324/2014, efectuados en el laboratorio de la Dirección Regional de Salud Puno, de fecha 06 de junio del año 2014, son aptos para el consumo humano las que se presentan en la tabla 8.

Tabla 8  
 Resultados del análisis físico y químico del agua del río Lluscamayo

Parámetros	Método analítico	Muestra N° 01 Captación Palca en río Lluscamayo	Requisitos máximos permisibles según O.M.S.
ASPECTO	INSPEC. FÍSICA	LIMPIO	-.-
COLOR (PtCo)	COLORÍMETRO	INCOLORO	-.-
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDÍMETRO	3.8	5 - 25 (NTU)
TEMPERATURA EN LAB. (°C)	TERMOHIDRÓMETRO	14.6	-.-
pH	POTENCIÓMETRO	7.04	6.5 - 9.5
CONDUCTIVIDAD (Us/cm)	CONDUCTÍMETRO	480.8	-.-
TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS TDS (mg/L)	CONDUCTIVÍMETRO	438.6	-.-
SALINIDAD EN ‰	CONDUCTIVÍMETRO	0.01	-.-
DUREZA TOTAL COMO CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	TITULOMÉTRICO	260.5	120 - 500
CLORUROS COMO Cl (mg/L)	TITULOMÉTRICO	20.7	250
SULTADOS COMO SO <sub>4</sub> (mg/L)	COLORIMÉTRICO	< 10	400
COLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	COLORIMÉTRICO	0	-.-

Fuente: Dirección Regional de Salud – Puno.

El análisis bacteriológico, según control de calidad de agua resultados de análisis bacteriológico informe N° 059/2015, de fecha 08 de abril del año 2015 realizado por la Dirección Regional de Salud Puno, se presenta en la tabla 9.

Tabla 9  
 Resultados del análisis bacteriológico del agua del río Lluscamayo

N. O	Puntos de muestreo	Lugar	Método analítico	Resultados	
				Coliformes Totales (35°C)	Coliformes termotolerantes (44.5°C)
1	MUESTRA N° 01.- CAPTACIÓN RÍO LLUSCAMAYO-PALCA	DISTRITO PAUCARCOLLA	NMP/100 ml	2.3x10 <sup>3</sup> NMP/100 ml	1.1x10 NMP/100 ml

DONDE: < 1.8 = Significa Ausencia

NMP/100 ml = Número Más Probable por cien mililitros.

MÉTODO DE ENSAYO: NUMERACIÓN COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E.Coli: MÉTODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MÚLTIPLES, APHA, AWWA, WEF.Par.9221B.E. 21th ed. 2005

Fuente: Dirección Regional de Salud – Puno.

Evaluado los parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua, según Normas de la O.M.S. se encuentra dentro de los parámetros permisibles para uso

poblacional humana. Excepto el agua del río Lluscamayo que presenta coliformes totales y termotolerantes, que necesita ser tratada y clorada adecuadamente.

### 3.3.2. Características de la cuenca del río Lluscamayo

Las principales características de la cuenca que intervienen como datos de entrada en el modelo son: el área de la cuenca, pendiente del cauce principal, área de lagunas, área de acuíferos y área de nevados.

### 3.3.3. Datos climatológicos

Los datos climatológicos utilizados de las estaciones meteorológicas que están próximos a la cuenca del río Lluscamayo.

Tabla 10  
 Datos climatológicos de las estaciones utilizadas

Estación	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)		
		Media	Máxima	Mínima
CABANILLAS	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007
ICHUÑA	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007
JULIACA	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007
LARAQUERI	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007
MAÑAZO	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007
PUNO	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007
RINCÓN DE LA CRUZ	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007
UMAYO	1964 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007	1998 - 2007

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.4. Análisis de consistencia

#### 3.3.4.1. Análisis doble masa

Realizando el análisis doble masa de las ocho estaciones como se puede ver en el gráfico 1 del grupo global, no se tiene quiebres por lo que ya no es necesario efectuar el análisis estadístico.

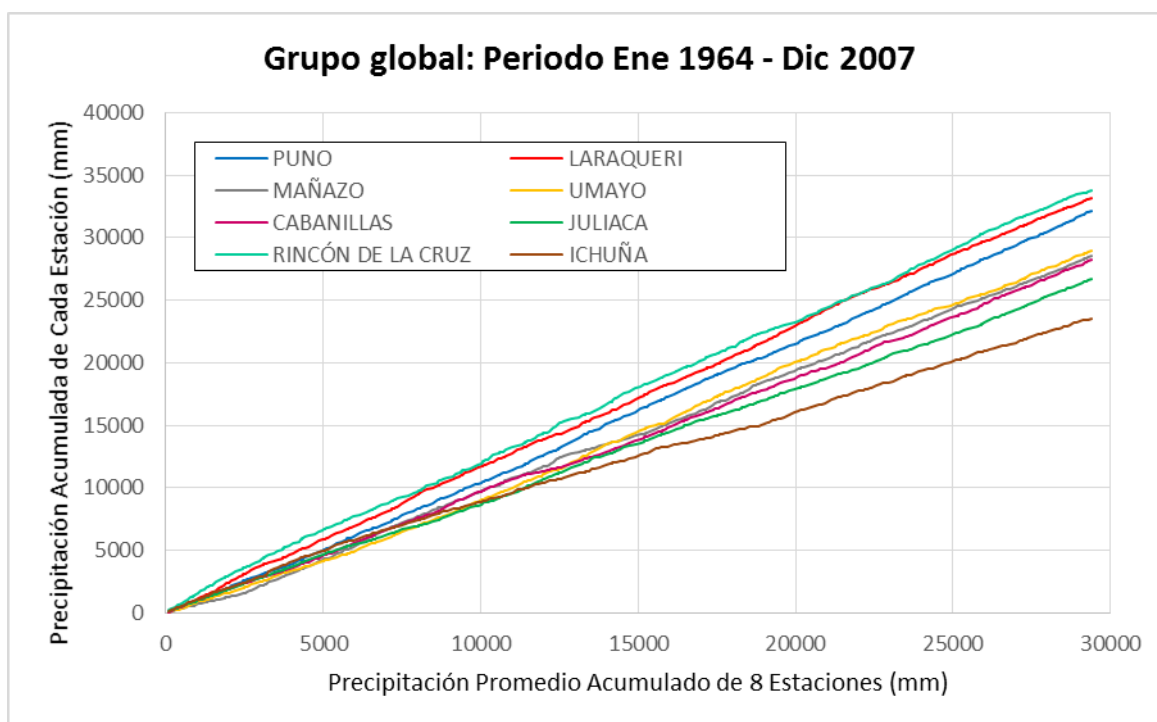


Gráfico 1. Diagrama doble masa de precipitación total anual de las estaciones grupo global.

Fuente: Elaboración propia.

Para un análisis minucioso, se ha organizado en dos grupos de análisis tomando el criterio de la elevación de las estaciones, como el grupo 1, las estaciones que tienen una altitud desde los 3800 a 3850 msnm, mientras que el grupo 2 las estaciones que superan la cota de 3900 msnm.

En el diagrama doble masa de la precipitación total anual del grupo 1 del gráfico 2, se puede ver que las estaciones de Umayo, Juliaca, Rincón de la Cruz e Ichuña, se ha graficado con la estación más confiable de Puno, donde tampoco se presentan quiebres, entonces los datos de la precipitación son consistentes y no es necesario realizar el análisis estadístico.

El grupo 2 conformada por las estaciones de Mañazo y Laraqueri con la estación base de Cabanillas, como se puede ver en el gráfico 3; las estaciones no presentan quiebres significativos por lo tanto los datos de precipitación pluvial son consistentes.

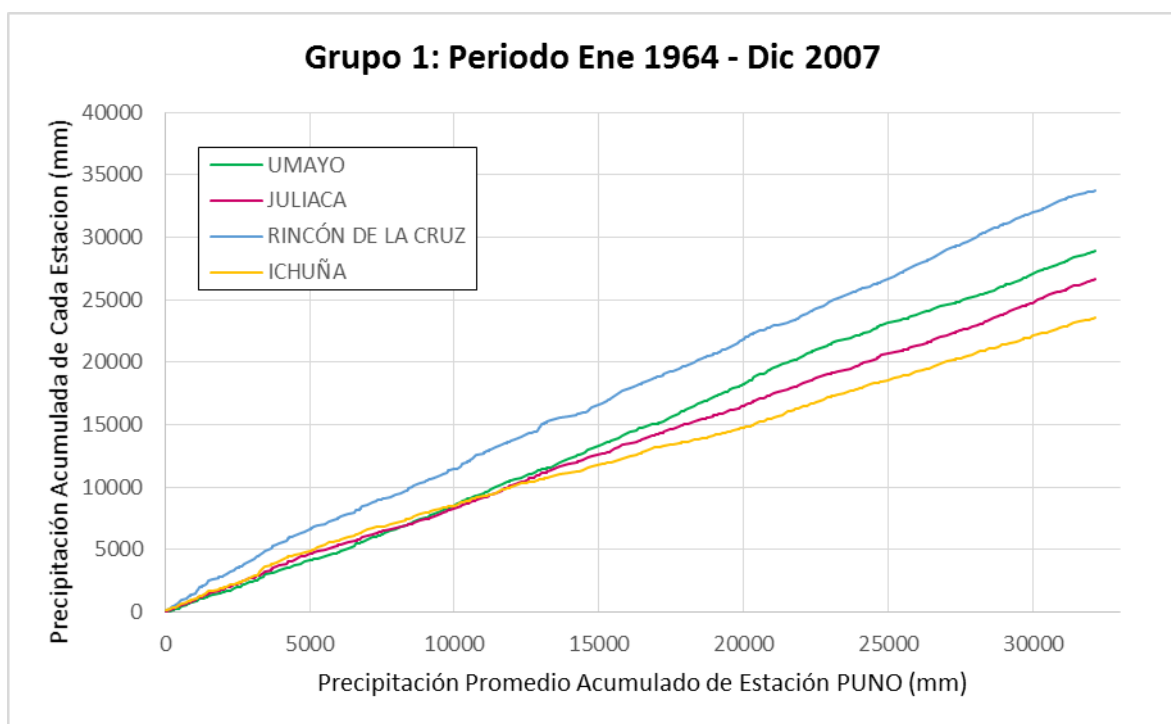


Gráfico 2. Diagrama doble masa de precipitación total anual de las estaciones del grupo 1.

Fuente: Elaboración propia.

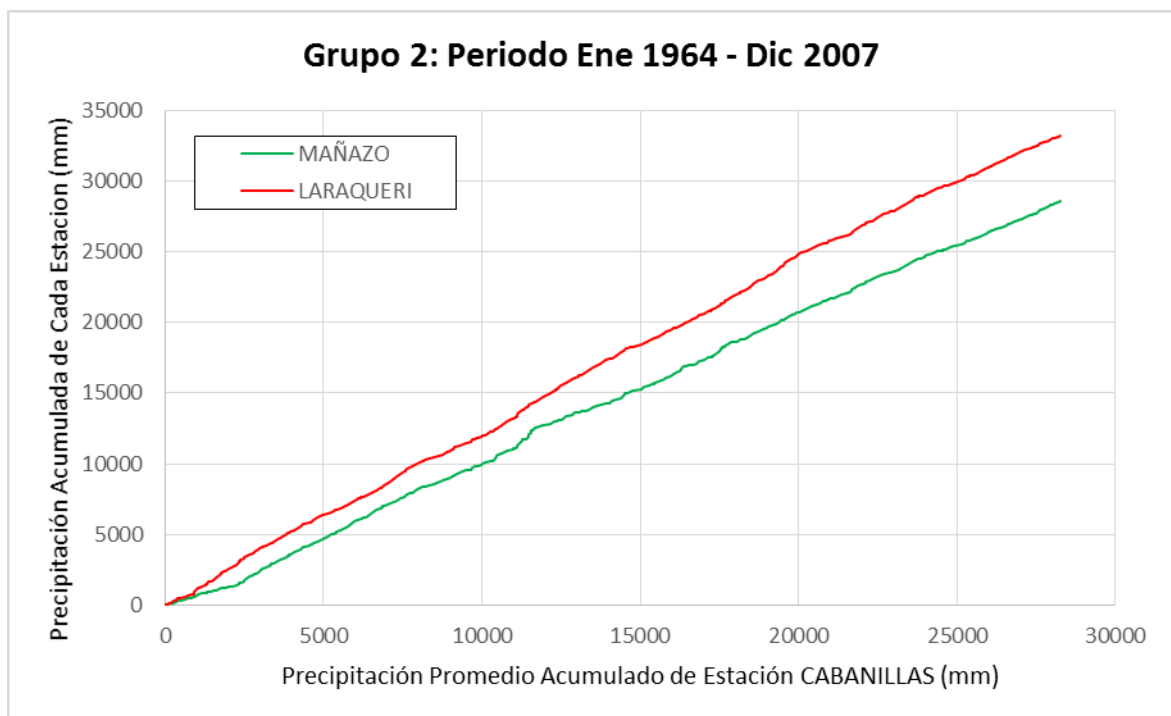


Gráfico 3. Diagrama doble masa de precipitación total anual de las estaciones del grupo 2.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3.5. Completación y extensión de datos hidrometeorológicos**

La completación y extensión de los datos de precipitación pluvial mensual se ha realizado con ayuda del programa Hydraccess, que se puede descargar desde la web, este software realiza la administración y procesamiento de datos hidrológicos. Los valores completados y extendidos se muestran en las tablas C.1 al C.8 del anexo C.

## **3.4. APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ**

### **3.4.1. Precipitación areal de la cuenca**

La precipitación areal de la cuenca del río Lluscamayo se ha calculado con los datos de precipitación total mensual de las ocho estaciones meteorológicas, datos completados y extendidos desde el año de 1964 hasta 2007, por tres métodos como son: método del polígono de Thiessen, método de inverso de la distancia ponderada (IDW) y método Kriging; para calibrar el modelo Lutz Scholz se ha utilizado la precipitación areal promedio de los tres métodos mencionados, lo que se presenta en la tabla D.1 del anexo D.

### **3.4.2. Temperatura areal de la cuenca**

La temperatura areal de la cuenca se ha calculado con datos completados y extendidos de los años 1998 a 2007, de las mismas estaciones meteorológicas seleccionadas por estar cercanas a la cuenca en estudio materia de investigación, de las temperaturas areal se han determinado la media multianual para cada mes del año, datos que se utiliza para el modelo de Lutz Scholz, estas temperaturas se presentan en la tabla 11.

Tabla 11  
Temperatura media multianual de la cuenca del río Lluscamayo

Meses	Temperatura media multianual (°C)		
	Máxima	Media	Mínima
Ene	16.1	10.8	5.8
Feb	15.9	10.7	5.7
Mar	15.8	10.4	5.3
Abr	16	9.7	3.5
May	15.7	8	0.1
Jun	14.9	6.6	-1.4
Jul	14.7	6.3	-1.7
Ago	15.7	7.6	-0.6
Sep	16.7	9	1.4
Oct	17.2	10	3.3
Nov	18	10.8	4.3
Dic	17.5	11.3	5.3

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.3. Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial se ha calculado aplicando el método de Hargreaves Tipo III, como se puede ver en la tabla 12 en seguida.

Tabla 12  
Evapotranspiración mensual y total anual promedio en la cuenca del río Lluscamayo

Evapotranspiración mensual (mm/mes)												Total anual (mm/año)
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
91.26	79.59	82.27	78.48	78.74	69.1	73.59	86.32	93.94	102.1	105.1	103.5	1043.92

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.4. Precipitación efectiva

La precipitación efectiva mensual se ha generado con el método propuesto por la U. S. Bureau of Reclamation (USBR), para los años de 1964 a 2007, ver en la tabla D.2 del Anexo D.

### 3.4.5. Coeficiente de escurrimiento y agotamiento

El coeficiente de escurrimiento calculado por el método de L. Turc es 0.36, y mediante una relación del caudal anual (mm/año) con la precipitación areal total de las medias multianuales (mm/año) es de 0.15.

El coeficiente de agotamiento para la cuenca según su característica es de 0.021, cálculo que se ha realizado en función del área de la cuenca para el tipo de cuenca con agotamiento rápido, considerando una retención mediana característico de la puna.

Los valores de estos coeficientes son valores calculados con fórmulas empíricas que son valores iniciales para calibrar el modelo Lutz Scholz.

### 3.4.6. Retención de la cuenca

La retención de la cuenca se ha determinado en función del área de la cuenca, área de nevados, área de lagunas, área de acuíferos potenciales y la pendiente promedio de acuíferos (para casos prácticos se utiliza la pendiente del río principal); obteniendo una retención de la cuenca de 73.554 mm/año.

### 3.4.7. Gasto de retención

Para el gasto de retención de la cuenca se ha considerado que el gasto comienza en mes de abril y concluye el mes de octubre teniendo un total de 7 meses de gasto.

### 3.4.8. Abastecimiento de retención

El abastecimiento es la recarga de la cuenca mediante la precipitación pluvial, y se ha determinado en porcentajes que se calcularon en función de la precipitación areal media multianual de la cuenca resultando que los meses de abastecimiento desde agosto a abril y los meses sin abastecimiento los meses de mayo a julio.

Tabla 13  
 Abastecimiento de retención de la cuenca del río Lluscamayo

Abastecimiento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Pp areal media	161	142	130	51.9	0	0	0	10.7	24.2	42.4	51.9	88.7	702.8
Porcentaje	23%	20%	18%	7%	0%	0%	0%	2%	3%	6%	7%	13%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.



El gasto – abastecimiento de la cuenca del río Lluscamayo mensual para calibración del modelo Lutz Scholz queda de la siguiente manera:

Tabla 14  
 Gasto – abastecimiento de la cuenca del río Lluscamayo

Gasto - Abast.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gasto	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	0	0
Abastecimiento	0.23	0.2	0.18	0.07	0	0	0	0.02	0.03	0.06	0.08	0.13

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.9. Parámetros definitivos de calibración del modelo

Los parámetros de calibración final del modelo Lutz Scholz, que representan mejor en la calibración del modelo quedan definidas como se puede ver en la tabla 15.

Tabla 15  
 Parámetros definitivos de calibración del modelo Lutz Scholz

Parámetros	Simbología	Unidad	Valor
Área de la cuenca	Ac	Km <sup>2</sup>	34.97
Coeficiente de escorrentía	C		0.15
Retención	R	mm/año	15
Coeficiente de agotamiento	a		0.07

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.10. Generación de caudal medio mensual con el modelo Lutz Scholz

El caudal medio mensual multianual generado por el modelo Lutz Scholz para la serie promedio de las 100 serie generadas para el río Lluscamayo se presenta en la tabla 16.

Tabla 16  
 Caudal medio mensual multianual generado del río Lluscamayo

Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
m <sup>3</sup> /s	0.4001	0.3697	0.2918	0.0858	0.0232	0.0160	0.0137	0.0170	0.0250	0.0464	0.0613	0.1257
l/s	400.1	369.7	291.8	85.8	23.2	16.0	13.7	17.0	25.0	46.4	61.3	125.7

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.11. Caudal aforado en el río Lluscamayo

A falta del registro de caudales se ha realizado las mediciones de caudal que discurre por el río Lluscamayo durante un año hidrológico, con la finalidad de contar datos reales para realizar la calibración del modelo. En sitio de captación ya existe una estructura de derivación mediante un barrage fijo de concreto con cresta de perfil Creager, cuya longitud es de 6.92m, que se adecua al vertedero rectangular sin contracciones, y la fórmula para obtener el caudal es:

$$Q = 2 \times L \times h^{3/2}$$

Donde:

L = Longitud del barrage (m)

h = altura de agua sobre la cresta (m)

La determinación del caudal del río Lluscamayo se ha efectuado aplicando la fórmula anterior, para ello se ha hecho la medición de la altura de agua una vez por cada mes y durante un año, así como se puede ver en la tabla 17:

Tabla 17  
 Caudal aforado del río Lluscamayo en el punto de interés captación Palca

Fecha	Altura de agua (m)	Long. barrage (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (l/s)
19-abr-17	0.050	6.92	0.1547	154.7
25-may-17	0.015	6.92	0.0254	25.4
16-jun-17	0.010	6.92	0.0138	13.8
15-jul-17	0.011	6.92	0.0160	16.0
13-ago-17	0.012	6.92	0.0182	18.2
16-sep-17	0.016	6.92	0.0280	28.0
15-oct-17	0.020	6.92	0.0391	39.1
12-nov-17	0.032	6.92	0.0792	79.2
16-dic-17	0.049	6.92	0.1501	150.1
14-ene-18	0.076	6.92	0.2900	290.0
17-feb-18	0.089	6.92	0.3675	367.5
18-mar-18	0.075	6.92	0.2843	284.3

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.12. Comparación de caudales medidos con generados

Los caudales generados se han comparado con los caudales aforados para ver gráficamente la variación mensual como se puede ver en la tabla 18 y el gráfico 4.

Tabla 18  
 Caudales aforados y generados del río Lluscamayo en litros por segundo (l/s)

Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aforado	290	367.5	284.3	154.7	25.4	13.8	16	18.2	28	39.1	79.2	150.1
Generado	400.1	369.7	291.8	85.8	23.2	16.0	13.7	17.0	25.0	46.4	61.3	125.7

Fuente: Elaboración propia.

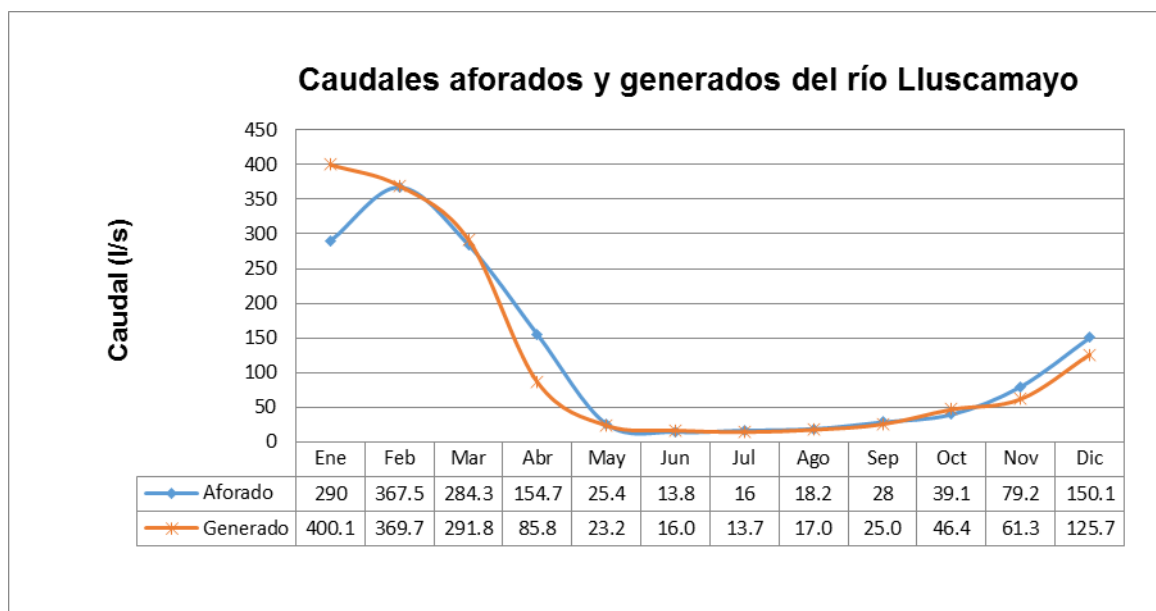


Gráfico 4. Comparativo de caudales aforados y generados del río Lluscamayo.

Fuente: Elaboración propia.

## 3.5. OFERTA HÍDRICA DE LAS FUENTES DE AGUA

### 3.5.1. Oferta hídrica según fuente de agua

La Parcialidad Collana para abastecerse de agua potable tiene dos fuentes principales, un manantial de fondo denominado Mama Ccocha y otro el río Lluscamayo, cuya oferta se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 19  
Oferta hídrica global en caudales medios mensuales según fuente de agua

Fuente de Agua			Meses												Total anual
Tipo	Nombre	Und.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Manantial	Mama	l/s	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	Ccocha	m <sup>3</sup>	4017.6	3628.8	4017.6	3888.0	4017.6	3888.0	4017.6	4017.6	3888.0	4017.6	3888.0	4017.6	47304.0
Río	Lluscamayo	l/s	400.1	369.7	291.8	85.8	23.2	16.0	13.7	17.0	25.0	46.4	61.3	125.7	
		m <sup>3</sup>	1071627.8	894378.2	781557.1	222393.6	62138.9	41472.0	36694.1	45532.8	64800.0	124277.8	158889.6	336674.9	3840436.8
<b>Total disponibilidad hídrica</b>		l/s	<b>401.6</b>	<b>371.2</b>	<b>293.3</b>	<b>87.3</b>	<b>24.7</b>	<b>17.5</b>	<b>15.2</b>	<b>18.5</b>	<b>26.5</b>	<b>47.9</b>	<b>62.8</b>	<b>127.2</b>	
		m <sup>3</sup>	<b>1075645.4</b>	<b>898007.0</b>	<b>785574.7</b>	<b>226281.6</b>	<b>66156.5</b>	<b>45360.0</b>	<b>40711.7</b>	<b>49550.4</b>	<b>68688.0</b>	<b>128295.4</b>	<b>162777.6</b>	<b>340692.5</b>	<b>3887740.8</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20  
Información completa de las fuentes de agua y método de aforo

N°	Fuente de Agua		Ubicación de la Fuente de Agua - Captación										Método de Aforo
			Política			Hidrográfica			Geográfica				
	Tipo	Nombre	Dpto	Provincia	Distrito	Comunidad	Cuenca	Unidad Hidrografica	Datum	Zona	UTM		
										Este (m)	Norte (m)		
1	manantial	Mama Ccocha	Puno	Puno	Paucarcolla	Varios	Totonane	UH-0173	WGS84	19	380048	8250420	Volumétrico
2	Río	Lluscamayo	Puno	Puno	Paucarcolla	Varios	Totonane	UH-0173	WGS84	19	380542	8250238	Vertedero

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. DEMANDA HÍDRICA PARA USO POBLACIONAL DE LA PARCIALIDAD COLLANA

#### 3.6.1. Uso y demanda futura de agua

La dotación de consumo de agua según el número de habitantes es de 100 l/hab/día, según datos establecidos por el ministerio de salud, además que la demanda hídrica se determinó en función al número de población beneficiada y proyectada a 20 años y con una tasa de crecimiento de 0.90 % establecida por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, para la provincia de Puno.

- Población actual : 2700 habitantes
- Tasa de crecimiento : 0.90%
- Periodo de diseño : 20 años

Para calcular la demanda futura de agua se ha utilizado la siguiente expresión matemática (27).

Tabla 21  
 Demanda hídrica para consumo humano del manantial Mama Ccocha

1.- MANANTIAL	:	<b>MAMA CCOCHA</b>	
2.- SECTOR	:	<b>VARIOS</b>	
3.- CIUDAD	:	<b>PAUCARCOLLA</b>	
4.- DISTRITO	:	<b>PAUCARCOLLA</b>	
5.- PROVINCIA	:	<b>PUNO</b>	
6.- DEPARTAMENTO	:	<b>PUNO</b>	
A.- NÚMERO DE VIVIENDAS			120
B.- N° DE HABITANTES/VIVIENDA			5
C.- POBLACIÓN ACTUAL			600
D.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	(Provincia de Puno - INEI)		0.90
E.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)			20
F.- POBLACIÓN FUTURA	$P_f = P_o * (1 + r*t/100)$		708
G.- DOTACIÓN (l/Hab/día)			100
H.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (l/s)	$Q_p = P_f * \text{Dot.}/86,400$		0.82
I.- PÉRDIDAS EN EL SISTEMA (%)	PS		20.00
J.- CONSUMO PROMEDIO CON PÉRDIDAS (l/s)	$Q_{p \text{ pérd}} = Q_p / (1 - (PS/100))$		1.02

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22  
 Demanda hídrica para consumo humano del río Lluscamayo

1.- RÍO	:	<b>LLUSCAMAYO</b>	
2.- SECTOR	:	<b>VARIOS</b>	
3.- CIUDAD	:	<b>PAUCARCOLLA</b>	
4.- DISTRITO	:	<b>PAUCARCOLLA</b>	
5.- PROVINCIA	:	<b>PUNO</b>	
6.- DEPARTAMENTO	:	<b>PUNO</b>	
A.- NÚMERO DE VIVIENDAS			420
B.- N° DE HABITANTES/VIVIENDA			5
C.- POBLACIÓN ACTUAL			2100
D.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	(Provincia de Puno - INEI)		0.90
E.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)			20
F.- POBLACIÓN FUTURA	$P_f = P_o * (1 + r*t/100)$		2478
G.- DOTACIÓN (l/Hab/día)			100
H.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (l/s)	$Q_p = P_f * Dot./86,400$		2.87
I.- PÉRDIDAS EN EL SISTEMA (%)	PS		20.00
J.- CONSUMO PROMEDIO CON PÉRDIDAS (l/s)	$Q_{p\text{ pérd}} = Q_p / (1 - (PS/100))$		3.59

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23  
 Demanda hídrica para consumo de educación inicial del río Lluscamayo

<b><u>INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL</u></b>			
A.- POBLACIÓN ACTUAL			40
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	(Provincia de Puno - INEI)		0.90
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)			20
D.- POBLACIÓN FUTURA	$P_f = P_o * (1 + r*t/100)$		47
E.- DOTACIÓN (l/Hab/día)			20
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (l/s)	$Q_p = P_f * Dot./86,400$		0.01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24  
 Demanda hídrica para consumo de educación primaria del río Lluscamayo

<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA</b>		
A.- POBLACIÓN ACTUAL		60
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	(Provincia de Puno - INEI)	0.90
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		20
D.- POBLACIÓN FUTURA	$P_f = P_o * (1 + r*t/100)$	71
E.- DOTACIÓN (l/Hab/día)		20
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (l/s)	$Q_p = P_f * Dot./86,400$	0.02

Fuente: Elaboración propia.

La demanda hídrica se ha efectuado por cada fuente para consumo humano, considerando las viviendas y las instituciones educativas que se encuentran en la Parcialidad. En la tabla 25 se puede ver la demanda por cada fuente de agua, mientras que en la tabla 26 se puede ver la demanda por cada sub sistema de agua a atender.

Tabla 25  
 Resumen de la demanda hídrica por fuente de agua

Fuente de agua	Concepto	Descripción	Dotación (l/hab/día)	Población Futura (hab)	Demanda Promedio Anual	
					(l/día)	(l/s)
Manantial Mama Ccocha	Demanda de viviendas	Dotación por habitante	100	708	88128.00	1.02
Río Lluscamayo	Demanda de viviendas	Dotación por habitante	100	2478	310176.00	3.59
Río Lluscamayo	Institución educativa inicial	Dotación por número de alumnos	20	47	864.00	0.01
Río Lluscamayo	Institución educativa primaria	Dotación por número de alumnos	20	71	1728.00	0.02
<b>Demanda Total</b>					<b>400896.00</b>	<b>4.64</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26  
 Resumen de la demanda hídrica por subsistema

Demanda por Subsistema	Concepto	Descripción	Dotación (l/hab/día)	Población Futura (hab)	Demanda Promedio Anual	
					(l/día)	(l/s)
ANTOÑANI	Demanda de viviendas	Dotación por habitante	100	271	33696.00	0.39
LIFUNJE - ALE	Demanda de viviendas	Dotación por habitante	100	360	44928.00	0.52
JILANCA	Demanda de viviendas	Dotación por habitante	100	142	18144.00	0.21
TITILE	Demanda de viviendas	Dotación por habitante	100	124	15552.00	0.18
SANTA VILA	Demanda de viviendas	Dotación por habitante	100	2289	285984.00	3.31
	Institución educativa inicial	Dotación por número de alumnos	20	47	864.00	0.01
	Institución educativa primaria	Dotación por número de alumnos	20	71	1728.00	0.02
<b>Demanda Total</b>				<b>3186</b>	<b>400896.00</b>	<b>4.64</b>

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 27  
Demanda hídrica mensualizado y por tipo de fuente

Fuente de Agua			Meses												Total anual
Tipo	Nombre	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Manantial	Mama	l/s	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	
	Ccocha	m <sup>3</sup>	2731.97	2467.58	2731.97	2643.84	2731.97	2643.84	2731.97	2731.97	2643.84	2731.97	2643.84	2731.97	32166.72
Río	Lluscamayo	l/s	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	
		m <sup>3</sup>	9695.81	8757.50	9695.81	9383.04	9695.81	9383.04	9695.81	9695.81	9383.04	9695.81	9383.04	9695.81	114160.32
<b>Total demanda hídrica</b>		l/s	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	<b>4.64</b>	
		m <sup>3</sup>	<b>12427.78</b>	<b>11225.09</b>	<b>12427.78</b>	<b>12026.88</b>	<b>12427.78</b>	<b>12026.88</b>	<b>12427.78</b>	<b>12427.78</b>	<b>12026.88</b>	<b>12427.78</b>	<b>12026.88</b>	<b>12427.78</b>	<b>146327.04</b>

### 3.6.2. Balance hídrico

El balance hídrico de los recursos hídricos del manantial Mama Ccocha y río Lluscamayo a régimen natural, satisface las demandas actuales y futuras de la población de la Parcialidad Collana y sus diferentes sectores, como se aprecia en las tablas 28 y 29, también en los gráficos 5 y 6.

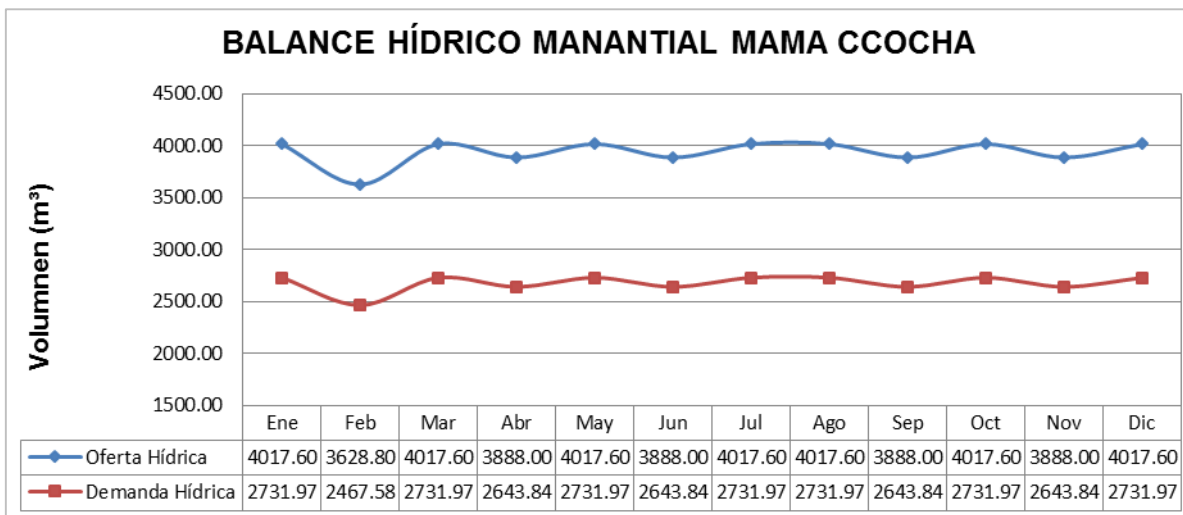


Gráfico 5. Balance hídrico del manantial Mama Ccocha

Fuente: Elaboración propia

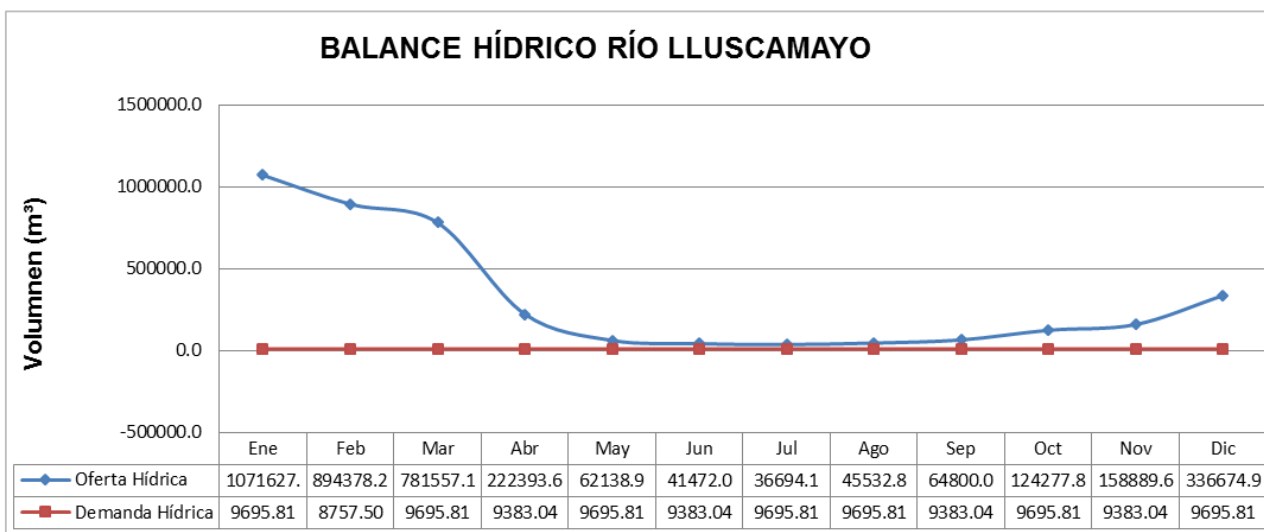


Gráfico 6. Balance hídrico del río Lluscamayo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28  
Balance hídrico del manantial Mama Ccocha

Descripción	Und	Meses												Total anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Oferta de Agua	l/s	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	m <sup>3</sup>	4017.60	3628.80	4017.60	3888.00	4017.60	3888.00	4017.60	4017.60	3888.00	4017.60	3888.00	4017.60	47304.00
Demanda de Agua	l/s	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
	m <sup>3</sup>	2731.97	2467.58	2731.97	2643.84	2731.97	2643.84	2731.97	2731.97	2643.84	2731.97	2643.84	2731.97	32166.72
Superávit (+) Déficit (-)	l/s	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
	m <sup>3</sup>	1285.63	1161.22	1285.63	1244.16	1285.63	1244.16	1285.63	1285.63	1244.16	1285.63	1244.16	1285.63	15137.28

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29  
Balance hídrico del río Lluscamayo

Descripción	Und	Meses												Total anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Oferta de Agua	l/s	400.10	369.70	291.80	85.80	23.20	16.00	13.70	17.00	25.00	46.40	61.30	125.70	
	m <sup>3</sup>	1071627.8	894378.2	781557.1	222393.6	62138.9	41472.0	36694.1	45532.8	64800.0	124277.8	158889.6	336674.9	3840436.80
Demanda de Agua	l/s	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62
	m <sup>3</sup>	9695.81	8757.50	9695.81	9383.04	9695.81	9383.04	9695.81	9695.81	9383.04	9695.81	9383.04	9695.81	114160.32
Superávit (+) Déficit (-)	l/s	396.48	366.08	288.18	82.18	19.58	12.38	10.08	13.38	21.38	42.78	57.68	122.08	
	m <sup>3</sup>	1061932.0	885620.7	771861.3	213010.6	52443.1	32089.0	26998.3	35837.0	55417.0	114582.0	149506.6	326979.1	3726276.48

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. PRUEBAS DE NORMALIDAD

#### 3.7.1. Normalidad de caudales aforados y generados

Los caudales aforados y generados se han sometido a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk por ser la cantidad de datos de caudal para 12 meses. En el valor de probabilidad ( $prob > z$ ) se puede ver que son inferiores al nivel de significación de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula "Los datos de la variable siguen una distribución normal" aceptando la hipótesis alternativa "Los datos de la variable no siguen una distribución normal".

Tabla 30

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de caudal aforado y caudal generado (l/s)

Variable	Observaciones	Estadístico W	V	z	Prob > z
Q aforado	12	0.81540	3.084	2.195	0.01410
Q generado	12	0.74775	4.215	2.803	0.00253

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

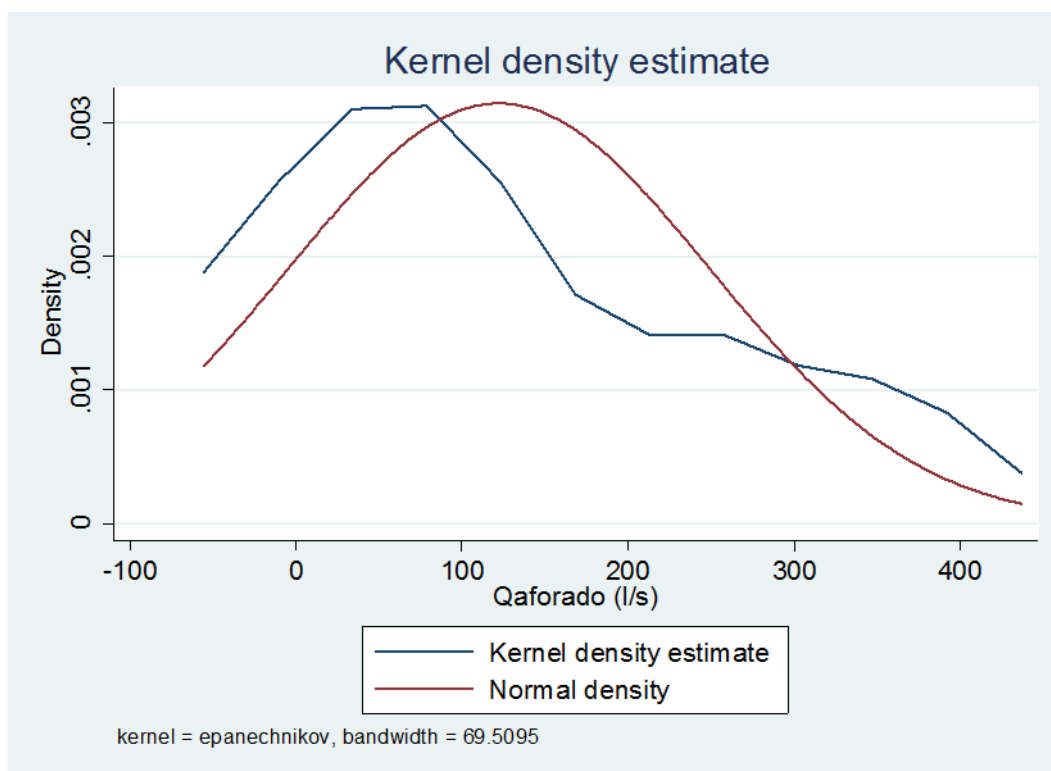


Gráfico 7. Densidad de Kernel con la densidad normal del caudal aforado del río Lluscamayo.

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

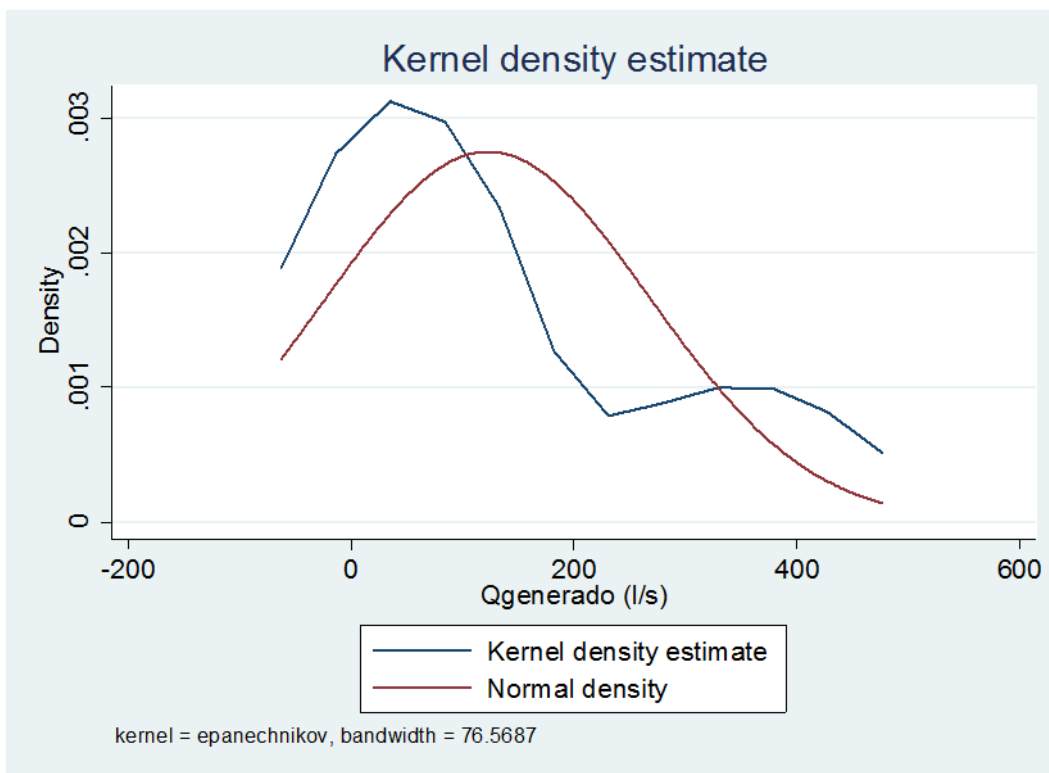


Gráfico 8. Densidad de Kernel con la densidad normal del caudal medio mensual generado del río Lluscamayo.

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

### 3.7.2. Normalidad de volumen oferta y demanda hídrica

Los volúmenes de agua mensualizada para oferta y demanda del río Lluscamayo, se ha efectuado la prueba de normalidad resultando que el valor – p ya sea para oferta y demanda no supera el nivel de significación de 0.05, por lo que se concluye que los volúmenes de oferta y demanda no se adecúan a la distribución normal.

Tabla 31

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de oferta y demanda (m<sup>3</sup>)

Volumen	Observaciones	Estadístico W	V	z	Prob > z
Oferta	12	0.75699	4.060	2.730	0.00316
Demanda	12	0.63280	6.135	3.535	0.00020

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

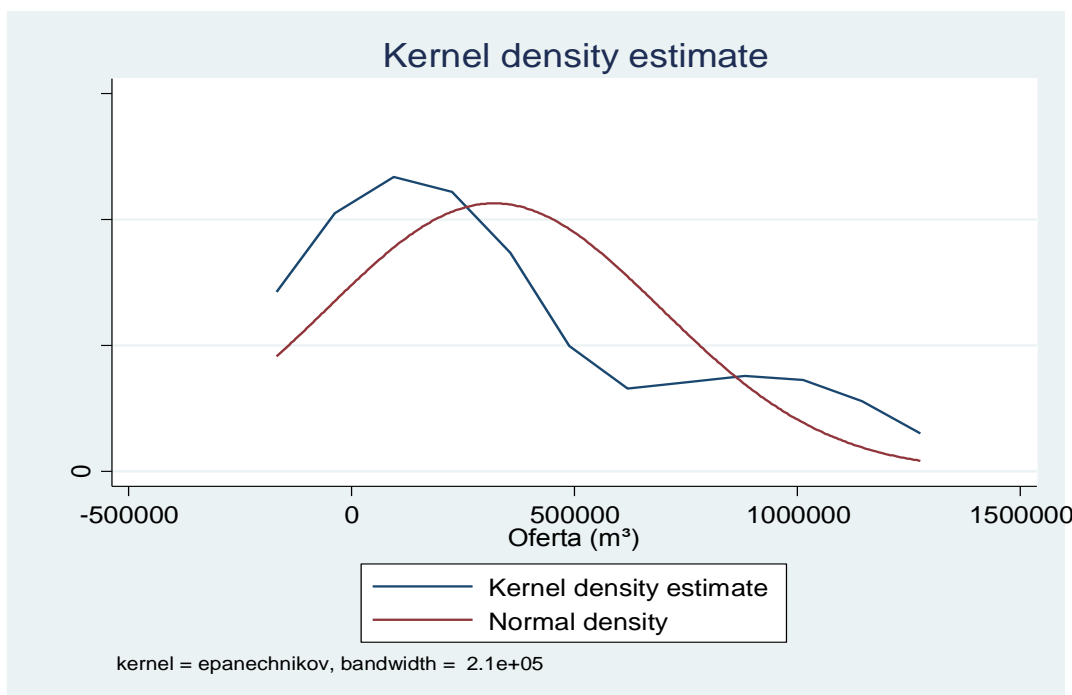


Gráfico 9. Densidad de Kernel con la densidad normal de oferta hídrica en volumen mensualizado del río Lluscamayo.

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

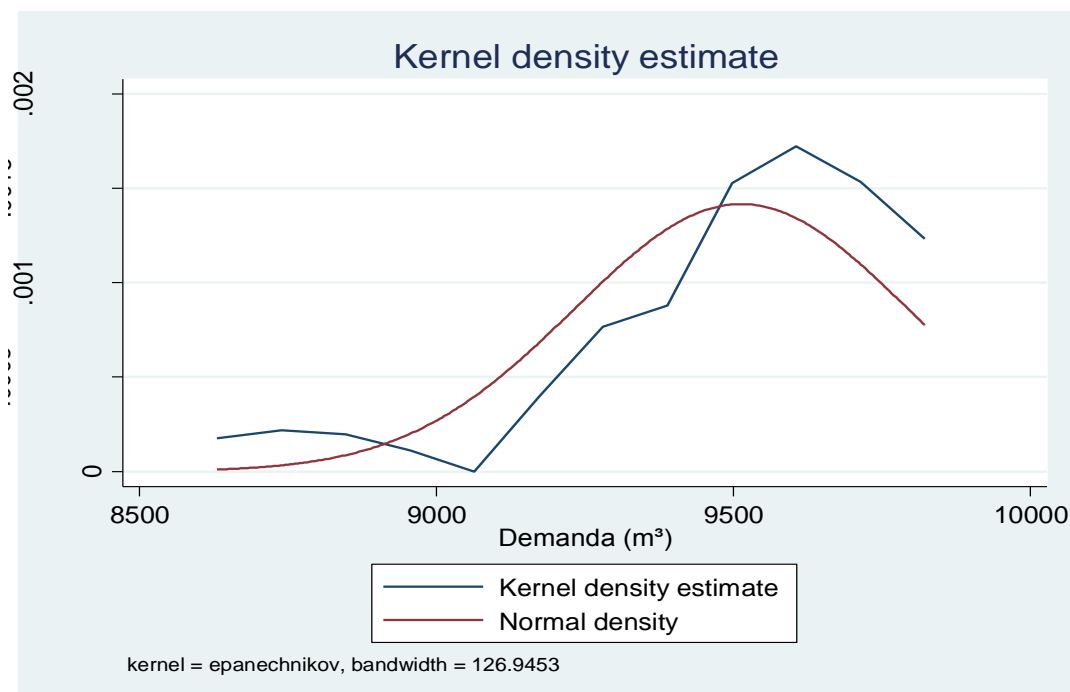


Gráfico 10. Densidad de Kernel con la densidad normal de demanda hídrica en volumen mensualizado de consumo humano de la Parcialidad Collana.

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

### 3.7.3. Normalidad de oferta de caudales medios mensuales y demanda hídrica en caudales

La prueba de normalidad para la demanda hídrica no se puede realizar porque los valores de caudal son constantes para todos los meses del año que es 3.62 l/s; mientras que la oferta hídrica del río Lluscamayo en términos de caudal medio mensual en unidades de litros por segundo no se adecúan a la distribución normal porque el valor  $-p$  es inferior al nivel de significancia de 0.05.

Tabla 32  
 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de oferta en caudal medio mensual y demanda en caudal (l/s)

Variable	Observaciones	Estadístico W	V	z	Prob > z
Q oferta	12	0.74775	4.215	2.803	0.00253
Q demanda	12	-----	-----	-----	-----

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

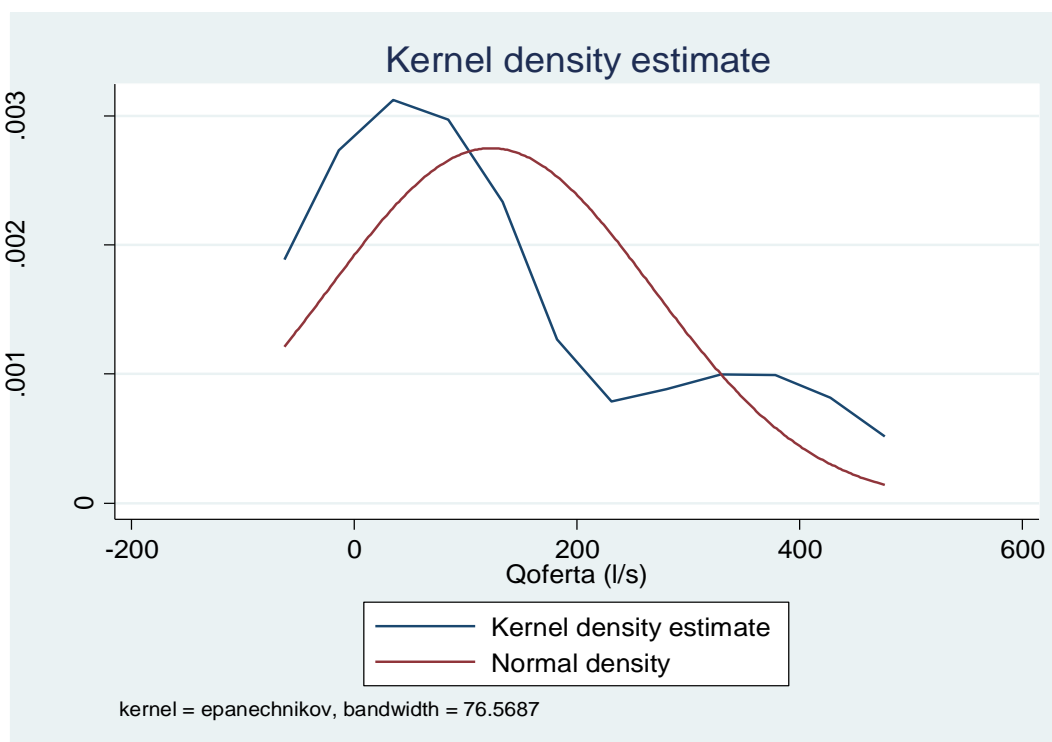


Gráfico 11. Densidad de Kernel con la densidad normal de oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo.

Fuente: Reporte del programa estadístico STATA.

---

## **CAPÍTULO IV:**

### **PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

El contraste de las hipótesis específicas se ha realizado la prueba estadística de la suma de rangos de Wilcoxon, con un nivel de significación del 5%, aplicados a los caudales medios mensuales generados por el modelo Lutz Scholz con caudales observados en litros por segundo (l/s) datos de la Tabla 18; también se ha aplicado la misma prueba estadística y 5% de nivel de significancia a la oferta hídrica de caudales medios mensuales en unidades de volumen (metros cúbicos) y la demanda hídrica mensual de agua potable por la Parcialidad Collana – Paucarcolla – Puno (datos de la Tabla 29). Por último se ha aplicado la misma prueba de suma de rangos de Wilcoxon con 5% de nivel de significancia, a los caudales medios mensuales de la oferta generada con los caudales de la demanda poblacional de la Parcialidad Collana – Paucarcolla – Puno en litros por segundo (l/s) (datos de la Tabla 29).

#### **4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL**

Con la prueba de la segunda y tercera hipótesis específica de que la oferta hídrica del río Lluscamayo en términos de volumen mensualizado y en caudales medios mensuales es muy superior a la demanda de consumo humano en volumen y caudal mensualizado. Entonces queda probado y se acepta la hipótesis general de la investigación.

#### **4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

##### **4.2.1. Prueba de la primera hipótesis específica**

El valor -  $p$  de la prueba de hipótesis de 0.931 es mayor al nivel de significación de 0.05, lo que indica que los caudales generados son iguales a los caudales aforados con una confiabilidad del 93.1%, en conclusión se acepta la hipótesis específica planteada “los caudales medios mensuales generados por el modelo Lutz Scholz son iguales estadísticamente a los caudales observados”.



Tabla 33

Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de caudal generado con aforado del río Lluscamayo

Caudal	Obs	Suma de rangos	Esperado	Q aforado = Q generado	
				Z	Valor - p
Aforado	12	151.5	150	0.087	0.931
Generado	12	148.5	150		

Fuente: Elaboración propia, del reporte de STATA.

#### 4.2.2. Prueba de la segunda hipótesis específica

La oferta en caudales medios mensuales es mucho mayor que la demanda de caudales mensuales para consumo humano de la Parcialidad Collana, porque el valor – p de la hipótesis nula de “Q demanda = Q oferta” es inferior al nivel de significación de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula aceptando la hipótesis de investigación planteada “la oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo satisface la demanda hídrica potable de Collana – Paucarcolla – Puno”.

Tabla 34

Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de la oferta en caudales medios mensuales del río Lluscamayo con demanda hídrica

Variable	Obs	Suma de rangos	Esperado	Q demanda = Q oferta	
				Z	Valor - p
Q demanda	12	78	150	-4.442	0.000
Q oferta	12	222	150		

Fuente: Elaboración propia, del reporte de STATA.

#### 4.2.3. Prueba de la tercera hipótesis específica

El valor – p de la hipótesis nula “Ho: Volumen (Grupo==Demanda) = Volumen (Grupo==Oferta)” del programa STATA, es inferior al nivel de significancia 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de que los volúmenes de agua mensualizada de la oferta con la demanda sean iguales”. Entonces para saber si la demanda es inferior a la oferta se observa que la suma de rangos de demanda es 78 que es menor al de la oferta, en conclusión la tercera hipótesis específica de la investigación “la demanda hídrica para uso poblacional de la Parcialidad Collana – Paucarcolla – Puno, es inferior a la oferta hídrica del río Lluscamayo” queda aceptada.

Tabla 35

Prueba de suma de rangos de Wilcoxon de la demanda hídrica con la oferta del río Lluscamayo

Volumen	Obs	Suma de rangos	Esperado	Vol. Demanda = Vol. Oferta	
				Z	Valor - p
Demanda	12	78	150	-4.218	0.000
Oferta	12	222	150		

Fuente: Elaboración propia, del reporte de STATA.

## **CAPÍTULO V:**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. BALANCE DE OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA**

El balance hídrico del río Lluscamayo indica que la oferta es mucho mayor que la demanda, teniendo un caudal medio mensual mínimo de 13.70 l/s en el mes de julio y un máximo de 400.10 l/s en el mes de enero, mientras que la demanda para consumo humano de la Parcialidad Collana es de 3.62 l/s.

En el balance del manantial Mama Ccocha la oferta es de 1.50 l/s, valor que se ha aforado en el mes de julio también es superior a la demanda constante de 1.02 l/s.

#### **5.2. APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ PARA GENERAR CAUDALES MEDIOS MENSUALES**

La aplicación del modelo Lutz Scholz ha sido satisfactorio para generar los caudales medios mensuales, y los parámetros de calibración como la retención de 15 mm/año indican que hay una baja retención, un agotamiento de 0.07 y un coeficiente de escurrimiento de 0.15.

Al comparar la gráfica de los caudales aforados con los generados por el modelo, se ha calibrado muy bien en los meses de estiaje para garantizar la oferta hídrica en los meses críticos y atender la demanda sin perjuicio a los usuarios.

#### **5.3. OFERTA HÍDRICA DEL RÍO LLUSCAMAYO**

La oferta hídrica del río Lluscamayo, es muy superior a la demanda lo que garantiza el consumo del elemento vital para la supervivencia de los usuarios y sin perjudicar a terceros y la fauna silvestre.

#### **5.4. DEMANDA HÍDRICA PARA USO POBLACIONAL HUMANA DE LA PARCIALIDAD COLLANA**

La demanda hídrica ha sido calculado para cada fuente de agua por separado, pero que físicamente las aguas provenientes del manantial Mama Ccocha y del río Lluscamayo se reunirán en la cámara de reunión conduciéndose por la línea de

---

conducción entubada. La demanda total de agua calculada es de 4.64 l/s, de ello 3.62 l/s será la demanda de agua que abastecerá el río Lluscamayo.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El balance hídrico del río Lluscamayo ha demostrado que existe superávit en todos los meses del año, es decir, que existe más oferta hídrica que la demanda para consumo humano de la Parcialidad Collana – Paucarcolla - Puno.

**SEGUNDA:** Se ha aplicado satisfactoriamente el modelo Lutz Scholz en la generación del caudal medio mensual del río Lluscamayo, porque la calibración fue muy buena sin presencia de desviación exagerada respecto al caudal aforado.

**TERCERA:** La oferta mínima de caudal medio del río Lluscamayo es de 13.7 l/s en el mes de julio (mes crítico) que equivale a 36694.1 m<sup>3</sup> de agua que discurre en este mes.

**CUARTA:** La demanda total de agua por la población humana de la Parcialidad Collana es de 4.64 l/s que corresponde a la demanda futura dentro de los 20 años, de los cuales se abastecerá un caudal de 3.62 l/s del río Lluscamayo el resto de 1.02 l/s del manantial Mama Ccocha.

## **RECOMENDACIONES**

**PRIMERA:** Cuando se realice investigaciones para aprovechamiento de agua siempre se debe efectuar el balance hídrico, con la finalidad de saber y tomar decisiones de su aprovechamiento, nunca se debe de usar la totalidad del agua ofertada porque se puede alterar el equilibrio ecológico.

**SEGUNDA:** Aplicar el modelo de Lutz Scholz para generar los caudales medios mensuales en investigaciones de aprovechamiento de agua con fines de consumo humano.

**TERCERA:** Determinar la oferta hídrica de cualquier fuente de agua aprovechable, con los modelos adecuados según la región natural.

**CUARTA:** Siempre se debe determinar la cantidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades básicas de los usuarios de agua potable.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agüero Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima, Perú: Editorial SER.
- Aguirre N., M. (1992). *Análisis y aplicación de modelos matemáticos para la generación de caudales en cuencas de la región Cusco*. Cusco, Perú.
- Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México: Editorial Limusa.
- Chavarri V. E. (2005). *Apuntes del curso de modelos matemáticos en hidrología*. Lima, Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú.
- Chereque Morán, W. (s.f.). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chow, V., Maidment, D. R. y Mays, L. W. (1994). *Hidrología aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- Lutz Scholz. (1980). *Generación de caudales mensuales en la sierra del Perú*. Plan Meris II. Cusco, Perú.
- Ponce V. M. (1989). *Engineering Hydrology – Principles and Practices*. Estados Unidos: San Diego State University. Prenrice Hall.
- Spiegel, M. R. y Stephens, L. J. (2001). *Estadística*. (3.<sup>a</sup> ed.). México: McGraw Hill.
- Ttimpó Ticona N. O. (2012). *Generación de descargas medias mensuales aplicando el modelo Lutz Scholz para la subcuenca del río Azángaro* (Tesis de Pregrado). Recuperado de <https://es.slideshare.net/zemlo/generacion-de-descargas-medias-mensuales-aplicando-el-modelo-lutz-scholz-subcuenca-azangaro>
- Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología Estadística*. (2.<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Villón.
- Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología*. (2.<sup>a</sup> ed.). Lima, Perú: Villón.

# ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

Anexo B: Registro histórico y original de precipitación mensual

Anexo C: Información completada y extendida de variables climatológicas

Anexo D: Precipitación areal y efectiva, caudal medio generado y números aleatorios

Anexo E: Panel fotográfico

Anexo F: Planos



# Anexo A

## Matriz de consistencia

Tabla A.1  
Matriz de consistencia

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿La oferta hídrica de la cuenca del río Lluscamayo será suficiente para cubrir la demanda de agua de los pobladores de la Parcialidad de Collana?	<b>OBJETIVO GENERAL</b> Realizar el balance entre oferta y demanda hídrica de la cuenca del río Lluscamayo.	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La oferta hídrica de la cuenca del río Lluscamayo es superior a la demanda hídrica de la población de la Parcialidad de Collana.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Precipitación mensual histórica de las estaciones meteorológicas.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> - Altura de agua de la lluvia. - Altura de agua de la granizada. - Altura de agua de la nevada.	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Descriptiva  <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Perceptual  <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> Cuantitativa continua
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> ¿Los caudales medios mensuales generados por el modelo Lutz Scholz son similares a los caudales observados?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Aplicar el modelo Lutz Scholz para generar los caudales medios mensuales.	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b> Los caudales medios mensuales generados por el modelo Lutz Scholz son iguales estadísticamente a los caudales observados.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Caudal medio mensual.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> - Cantidad de agua por unidad de tiempo.	<b>CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS</b> Suma de rangos de Wilcoxon
¿La oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo, será suficiente para satisfacer la demanda de agua potable de Collana – Paucarcolla – Puno?	Determinar la oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo para agua potable de Collana – Paucarcolla – Puno.	La oferta hídrica en caudales medios mensuales del río Lluscamayo satisface la demanda de agua potable de Collana – Paucarcolla – Puno.			
¿Cuánto es la demanda hídrica para uso poblacional de la parcialidad de Collana – Paucarcolla – Puno?	Cuantificar la demanda hídrica para uso poblacional de la parcialidad de Collana – Paucarcolla – Puno.	La demanda hídrica para uso poblacional de la parcialidad de Collana – Paucarcolla – Puno, es inferior a la oferta de agua del río Lluscamayo.			

Fuente: Elaboración propia.

# **Anexo B**

## **Registro histórico y original de precipitación mensual**

Tabla B.1  
 Registro de precipitación mensual histórica de la estación Cabanillas

### PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: CABANILLAS

Código: 110780	País: Perú	Disrito: Cabanillas	Altitud: 3919
Cuenca: Coata	Dpto.: Puno	Latitud Sur: 15° 38' 21.0"	Zona geodésica: 19 Sur
Tipo: CO	Prov.: Lampa	Longitud Oeste: 70° 20' 47.7"	Propietario: SENAMHI

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1964	46.0	94.3	139.7	41.0	13.0	0.0	0.0	0.0	1.5	27.4	29.0	77.1	469.0
1965	157.6	105.5	88.2	74.4	5.0	0.0	0.0	0.0	12.2	12.0	13.2	60.9	529.0
1966	25.1	156.2	81.5	3.1	31.0	0.0	0.0	1.0	9.5	21.9	49.0	60.7	439.0
1967	71.2	92.8	148.9	7.3	13.7	0.6	9.5	15.6	40.0	31.8	4.2	131.0	566.6
1968	95.7	168.5	52.4	8.7	16.1	0.0	2.2	0.0	21.6	0.0	135.7	0.0	500.9
1969	166.9	94.3	S/D	S/D	0.0	S/D	S/D	0.0	4.4	16.1	54.3	41.3	S/D
1970	84.9	121.4	144.9	25.7	3.6	S/D	S/D	0.0	14.2	24.8	11.9	124.4	S/D
1971	91.5	218.3	29.1	15.2	11.0	0.0	0.0	4.0	0.0	11.8	56.8	87.0	524.7
1972	224.8	85.9	181.9	36.3	6.2	0.0	0.0	0.6	32.0	32.2	33.8	92.9	726.6
1973	199.4	128.8	124.8	85.0	12.4	0.0	2.1	1.3	46.1	12.9	24.0	93.3	730.1
1974	240.5	232.3	76.5	53.6	0.0	0.0	0.0	53.2	27.6	20.5	48.1	87.4	839.7
1975	134.3	193.5	107.4	22.1	23.5	0.0	0.0	0.0	13.1	34.1	17.0	212.8	757.8
1976	184.0	136.6	130.6	18.4	2.0	1.9	1.3	3.9	41.8	4.3	9.7	65.1	599.6
1977	70.3	166.6	173.2	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	33.4	118.5	168.2	781.8
1978	257.8	148.5	117.8	37.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	14.2	72.5	160.8	815.6
1979	203.6	125.0	71.9	52.0	3.9	0.0	0.6	1.2	3.1	33.9	42.4	122.4	660.0
1980	60.8	84.5	168.4	8.1	4.9	0.0	1.0	32.7	38.6	51.7	57.0	46.3	554.0
1981	124.7	148.8	161.2	47.9	0.0	0.0	1.0	22.2	10.0	18.6	36.7	26.7	597.8
1982	49.9	44.2	51.8	24.4	5.0	1.0	2.5	4.0	48.2	61.0	35.5	23.0	350.5
1983	26.0	S/D	7.5	2.1	1.5	2.8	0.0	3.0	6.5	15.0	30.5	69.0	S/D
1984	212.8	237.1	126.0	33.5	21.4	0.0	3.0	9.0	7.5	41.5	89.4	71.5	852.7
1985	115.5	180.6	97.5	97.7	6.0	22.0	0.0	3.0	31.5	38.0	100.0	142.5	834.3
1986	131.2	234.1	168.7	95.7	1.3	0.0	11.0	1.5	26.0	6.5	31.4	134.1	841.5
1987	158.8	79.1	54.6	9.7	0.0	0.9	7.6	1.5	9.0	27.7	111.6	69.6	530.1
1988	273.6	93.2	155.4	67.2	17.4	0.0	0.0	0.0	6.2	56.0	0.0	142.8	811.8
1989	194.9	57.8	89.6	88.4	0.0	1.4	0.0	4.8	6.0	3.3	40.0	53.6	539.8
1990	172.5	23.4	49.2	13.5	2.4	34.3	0.0	9.8	1.0	112.8	130.0	101.9	650.8
1991	106.4	144.1	115.2	70.1	5.8	35.6	0.0	0.0	6.3	13.8	27.4	59.6	584.3
1992	106.8	75.1	28.5	8.5	0.0	2.7	2.2	31.1	0.0	47.5	27.2	64.9	394.5
1993	147.2	67.8	96.3	69.5	3.0	0.0	0.0	26.3	9.5	113.4	83.0	117.4	733.4
1994	133.8	105.2	162.1	110.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	14.3	51.2	98.0	681.3
1995	125.8	70.6	100.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.2	16.6	9.9	32.8	55.3	416.4
1996	206.3	102.8	56.4	37.7	1.9	0.0	2.0	17.6	10.3	14.3	57.8	165.6	672.7
1997	158.5	238.3	160.0	75.1	3.7	0.0	0.0	S/D	46.5	38.0	103.3	88.4	S/D
1998	151.8	168.4	110.3	16.9	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	11.8	12.6	11.1	488.4
1999	95.0	116.9	112.3	104.4	5.4	0.0	1.8	1.8	21.9	104.0	3.0	95.3	661.8
2000	134.6	221.9	133.3	31.7	0.6	0.0	0.0	6.9	15.8	118.3	13.5	110.4	787.0
2001	273.9	224.6	78.2	63.9	11.5	0.8	0.4	52.6	36.9	71.3	21.6	16.7	852.4
2002	93.7	166.9	160.5	125.7	28.7	6.2	16.0	22.9	8.8	116.3	78.0	105.3	929.0
2003	217.2	92.5	116.7	22.1	10.8	2.6	0.0	0.9	16.9	14.0	68.1	136.2	698.0
2004	193.0	100.1	81.6	34.2	0.5	0.5	7.7	18.4	12.8	2.9	27.4	58.2	537.3
2005	75.3	265.7	84.0	49.7	0.0	0.0	0.0	0.5	5.8	30.6	70.6	79.9	662.1
2006	230.2	107.3	141.3	49.9	0.0	0.7	0.0	2.8	44.2	38.0	60.2	69.0	743.6
2007	68.1	105.4	168.6	67.5	2.4	0.0	0.8	0.0	75.4	40.6	97.6	83.9	710.3
2008	271.6	74.5	65.1	6.3	0.0	0.2	0.0	0.6	1.8	34.9	70.1	153.5	678.6
2009	88.8	119.7	111.4	24.6	0.0	0.0	1.6	0.5	1.4	28.4	152.8	91.2	620.4

Tabla B.2

Registro de precipitación mensual histórica de la estación Ichuña

### PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: ICHUÑA

Código: 100059	País: Perú	Disrito: Ichuña	Altitud: 3800
Cuenca: Tambo	Dpto.: Moquegua	Latitud Sur: 16° 07' 57.4"	Zona geodésica: 19 Sur
Tipo: CO	Prov.: Sanchez Cerro	Longitud Oeste: 70° 33' 7.5"	Propietario: SENAMHI

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1965	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1966	51.6	110.3	63.4	0.2	41.0	0.0	0.0	0.0	4.9	64.5	118.1	83.1	537.1
1967	47.4	96.4	82.1	20.4	6.3	0.0	2.9	2.4	46.5	43.1	17.0	72.4	436.9
1968	124.6	74.3	115.4	8.9	12.1	4.1	1.8	0.0	14.9	49.1	86.4	19.8	511.4
1969	183.8	111.1	51.8	18.7	0.0	2.1	1.5	0.0	2.4	17.6	57.1	285.1	731.2
1970	218.3	115.4	161.2	15.1	24.7	0.0	0.0	0.0	4.8	8.5	1.3	146.4	695.7
1971	123.7	235.3	83.8	26.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	24.3	85.0	582.6
1972	142.5	100.0	124.6	6.6	1.2	0.0	0.0	0.0	47.3	11.6	20.9	214.4	669.1
1973	208.7	120.3	89.7	53.5	2.0	0.0	0.0	6.2	31.2	0.0	2.1	33.2	546.9
1974	231.1	131.8	49.1	44.4	1.0	10.2	0.0	84.0	5.2	3.3	4.0	78.9	643.0
1975	160.0	145.4	84.7	5.6	7.9	2.2	0.0	0.0	3.6	10.6	9.7	173.3	603.0
1976	140.9	132.3	69.2	31.5	6.2	0.0	6.6	12.5	33.9	0.0	0.0	69.8	502.9
1977	97.9	198.7	101.7	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	42.4	110.1	66.5	631.2
1978	155.3	12.5	40.2	65.9	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	55.9	115.8	446.8
1979	148.9	47.5	85.8	23.4	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	20.2	54.7	95.2	482.4
1980	39.8	40.7	104.5	10.0	0.1	0.0	0.0	0.0	15.3	74.7	13.5	23.4	322.0
1981	120.3	288.7	42.8	52.9	0.0	0.0	0.0	12.3	22.8	13.8	16.7	109.3	679.6
1982	189.7	33.2	50.0	36.1	0.0	0.0	0.0	3.4	21.7	54.6	64.9	14.7	468.3
1983	29.7	33.2	42.0	20.6	3.5	0.0	0.0	0.5	5.7	9.1	0.0	101.7	246.0
1984	217.2	168.6	47.9	13.2	0.0	7.1	0.0	6.0	0.0	70.2	141.3	82.3	753.8
1985	69.7	198.4	74.8	56.8	17.4	7.6	2.2	2.1	19.4	4.8	65.7	62.8	581.7
1986	181.2	155.8	155.4	69.7	5.2	0.0	24.1	3.4	3.1	0.0	10.9	104.7	713.5
1987	260.3	65.9	29.6	0.0	0.0	2.5	25.3	0.0	0.0	4.4	28.5	8.3	424.8
1988	131.2	23.9	81.4	36.9	12.4	0.0	0.0	0.0	3.6	14.2	0.0	72.1	375.7
1989	124.8	60.2	65.1	24.9	6.7	8.4	4.6	0.0	9.2	3.5	11.5	18.4	337.3
1990	111.4	32.6	48.3	20.1	10.8	42.9	0.0	8.9	0.0	22.0	73.2	46.1	416.3
1991	72.5	74.7	116.4	16.1	1.3	23.6	0.0	0.0	3.3	10.5	10.2	29.1	357.7
1992	84.5	29.0	2.5	8.2	0.0	4.0	0.0	20.3	0.0	16.7	11.8	59.9	236.9
1993	215.8	37.0	137.0	28.6	0.0	7.1	0.0	15.4	2.1	32.0	77.7	74.3	627.0
1994	165.3	234.8	92.3	106.4	4.8	0.0	0.0	0.0	2.1	0.3	41.8	103.8	751.6
1995	85.2	67.5	111.2	16.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1.9	25.7	81.6	390.1
1996	245.7	139.9	54.4	31.9	8.9	0.0	0.0	22.9	2.1	7.5	37.0	67.6	617.9
1997	145.9	200.7	27.8	33.7	8.5	0.0	0.0	41.3	41.9	14.1	47.3	54.9	616.1
1998	192.3	94.0	50.5	8.6	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	2.6	55.6	27.5	432.6
1999	62.0	214.3	183.1	54.4	1.3	0.0	0.0	4.7	0.5	45.0	1.0	68.0	634.3
2000	198.4	142.7	54.4	21.1	3.1	0.0	0.0	4.7	0.0	30.0	5.1	118.4	577.9
2001	233.6	195.3	116.0	38.9	4.1	0.0	0.5	6.7	2.6	23.4	29.3	83.1	733.5
2002	73.6	176.6	180.8	44.0	7.0	0.5	18.3	0.6	7.1	45.2	44.6	80.6	678.9
2003	76.2	120.7	100.2	27.1	3.2	0.0	0.0	4.1	0.0	14.6	1.7	63.3	411.1
2004	139.1	123.7	79.4	51.9	0.0	0.0	14.9	9.4	18.2	0.0	14.0	48.2	498.8
2005	114.1	168.6	58.6	27.1	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	4.7	27.4	77.0	495.2
2006	186.2	82.8	110.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	10.9	59.5	91.9	570.3
2007	144.3	55.4	145.1	28.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.4	29.6	95.0	508.5

Tabla B.3

Registro de precipitación mensual histórica de la estación Juliaca

### PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: JULIACA

Código: 140704	País: Perú	Disrito: Juliaca	Altitud: 3826
Cuenca: Coata	Dpto.: Puno	Latitud Sur: 15° 26' 39.0"	Zona geodésica: 19 Sur
Tipo: CO	Prov.: San Román	Longitud Oeste: 70° 12' 28.2"	Propietario: SENAMHI

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1951	166.0	79.8	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.8	294.8
1952	83.0	25.0	30.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	2.8	0.0	0.0	6.0	149.1	
1953	9.7	90.0	32.1	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	8.7	56.0	206.5	
1954	79.8	3.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	8.4	18.2	110.5	
1955	137.4	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.9	174.1	
1956	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	
1957	32.1	41.2	21.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.5	
1958	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1959	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	10.0	0.0	7.6	21.7	
1960	65.4	112.3	44.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	S/D	S/D	
1961	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	9.8	15.0	112.1	71.7	S/D	
1962	83.0	148.2	143.6	30.5	2.2	0.0	0.0	0.0	39.7	24.3	20.1	169.8	661.4	
1963	118.1	143.0	170.4	49.6	13.4	0.0	0.0	1.0	37.5	66.8	39.9	91.4	731.1	
1964	64.2	108.6	120.8	24.7	15.7	0.0	2.7	0.0	9.8	39.6	56.7	57.9	500.7	
1965	92.5	97.7	77.0	30.0	1.0	0.0	1.0	0.0	9.0	11.9	51.5	141.4	513.0	
1966	58.4	71.7	54.9	18.9	43.5	0.0	0.0	0.0	21.8	34.8	54.5	53.9	412.4	
1967	58.3	79.4	146.6	21.3	9.7	2.2	5.0	12.4	43.6	21.4	7.3	149.7	556.9	
1968	60.6	164.9	53.5	52.0	9.3	4.0	7.0	2.1	29.8	62.8	116.9	28.3	591.2	
1969	133.4	46.5	29.7	55.7	0.0	3.2	14.2	0.0	8.1	29.2	45.2	31.6	396.8	
1970	190.4	98.1	115.3	55.6	3.2	0.0	0.0	0.0	22.9	11.8	42.2	114.8	654.3	
1971	127.2	125.7	90.0	43.3	0.8	S/D	0.7	5.7	10.8	30.8	47.4	103.3	S/D	
1972	217.7	97.9	109.9	18.8	2.0	0.0	0.0	0.8	29.0	34.5	81.7	74.2	666.5	
1973	142.3	107.4	74.7	80.3	15.7	1.2	5.4	9.2	20.0	45.0	14.2	44.4	559.8	
1974	150.9	79.0	69.9	19.9	1.8	8.4	0.0	44.8	10.7	40.9	39.9	69.4	535.6	
1975	137.1	126.8	100.5	16.6	33.9	0.2	0.0	1.5	21.0	74.3	25.9	124.6	662.4	
1976	148.7	83.0	48.8	11.9	23.3	1.0	0.0	4.1	71.3	0.0	6.3	33.3	431.7	
1977	56.1	180.8	104.6	5.0	1.4	0.0	0.0	0.0	27.4	49.2	92.2	88.9	605.6	
1978	208.2	127.9	78.1	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	11.6	83.0	160.7	715.7	
1979	137.7	56.6	103.0	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1	10.9	76.2	489.1	
1980	55.7	60.0	174.4	15.1	1.6	0.0	S/D	21.6	31.2	72.3	47.2	40.0	S/D	
1981	137.3	173.5	158.3	71.3	14.0	0.0	0.0	25.8	26.1	72.5	70.5	59.9	809.2	
1982	209.3	61.1	101.1	105.8	0.0	0.0	0.0	4.0	46.4	48.7	118.9	17.5	712.8	
1983	52.4	102.8	24.9	40.0	12.0	0.0	0.0	0.0	21.0	23.4	26.3	117.9	420.7	
1984	287.8	189.8	106.1	77.1	19.8	20.8	4.0	15.5	1.0	109.7	117.2	95.8	1044.6	
1985	70.3	190.7	48.4	76.5	12.6	33.4	0.0	2.3	43.5	59.4	159.5	149.3	845.9	
1986	127.6	134.7	112.7	104.8	3.0	0.0	3.3	7.5	44.8	2.9	17.4	131.9	690.6	
1987	192.3	33.7	53.2	10.4	0.0	29.9	0.0	6.4	4.7	37.8	86.2	36.8	491.4	
1988	196.6	48.9	174.5	86.8	40.0	S/D	S/D	S/D	S/D	33.0	1.5	80.0	S/D	
1989	184.2	99.3	83.3	30.8	0.0	4.4	0.0	4.0	2.5	13.0	14.8	58.8	495.1	
1990	110.8	35.8	20.5	25.4	7.0	36.5	S/D	7.0	12.0	41.4	60.6	88.1	S/D	
1991	109.2	47.8	86.6	46.0	13.0	51.0	4.0	1.0	21.3	27.3	36.5	55.7	499.4	
1992	64.1	80.8	12.0	30.5	0.0	0.0	6.5	39.6	0.0	58.0	S/D	S/D	S/D	
1993	158.8	45.8	105.2	54.5	1.5	0.0	0.0	28.0	16.0	71.0	113.0	89.5	683.3	
1994	122.4	98.0	105.0	60.0	26.0	0.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
1995	127.0	98.0	88.0	19.2	0.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
1996	S/D	S/D	45.0	29.0	7.0	0.0	0.0	2.5	2.0	21.0	50.0	69.0	S/D	
1997	127.0	140.0	101.5	81.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
1998	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
1999	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
2000	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
2001	231.2	166.8	164.5	43.3	26.2	2.6	0.6	18.5	4.3	71.5	27.5	63.1	820.1	
2002	73.0	158.4	119.5	54.2	24.0	3.4	19.4	16.7	15.1	143.1	75.5	99.9	802.2	
2003	177.5	80.1	121.3	10.7	4.3	4.4	1.1	0.6	38.2	16.9	28.1	162.9	646.1	
2004	238.4	96.3	69.4	28.2	0.0	0.2	1.5	24.3	38.5	7.2	17.6	97.2	618.8	
2005	80.6	242.9	100.1	46.7	0.0	0.0	0.0	1.8	16.0	82.9	57.2	92.6	720.8	
2006	207.4	50.8	101.3	20.7	0.8	2.0	0.0	1.5	23.8	61.6	77.6	73.8	621.3	
2007	92.4	43.7	235.0	66.1	3.6	0.2	6.5	0.8	18.2	30.1	84.6	66.6	647.8	
2008	220.8	69.1	58.5	6.2	0.6	1.0	0.0	1.1	1.8	61.3	37.1	193.2	650.7	
2009	85.9	170.3	95.9	13.7	0.0	0.0	1.0	0.2	8.1	51.2	83.8	89.5	599.6	
2010	98.7	127.6	48.0	7.8	13.8	0.4	0.4	0.4	0.4	25.6	19.9	98.6	441.6	

Tabla B.4

Registro de precipitación mensual histórica de la estación Laraqueri

### PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: LARAQUERI

Código: 116033	País: Perú	Disrito: Laraqueri	Altitud: 3900
Cuenca: llave	Dpto.: Puno	Latitud Sur: 16° 09' 16.9"	Zona geodésica: 19 Sur
Tipo: CO	Prov.: Puno	Longitud Oeste: 70° 03' 59.7"	Propietario: SENAMHI

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1956	SIN	SIN	133.0	29.0	0.0	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1957	30.5	132.0	70.6	6.2	8.0	2.5	0.0	0.0	6.1	46.4	17.4	60.8	380.5
1958	161.8	119.8	123.0	13.3	16.7	0.0	4.3	12.2	15.3	139.6	99.2	34.8	740.0
1959	75.9	84.3	170.8	32.5	30.3	0.9	0.0	0.0	18.7	6.7	46.1	209.5	675.7
1960	SIN	SIN	SIN	53.6	1.5	0.0	0.0	7.2	72.8	41.3	121.3	29.9	SIN
1961	167.0	177.7	103.4	56.3	43.5	15.0	0.0	11.0	31.2	33.0	81.5	213.9	933.5
1962	SIN	151.2	92.8	71.2	2.0	0.0	0.0	0.9	57.4	19.0	4.3	99.5	SIN
1963	235.8	180.5	99.4	39.3	2.4	0.0	0.2	0.5	28.8	45.6	SIN	123.9	SIN
1964	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	0.0	0.0	1.1	61.7	31.7	SIN	34.4	SIN
1965	70.6	82.1	62.4	38.4	4.0	2.0	4.6	8.1	30.9	41.3	46.1	193.9	584.4
1966	78.5	152.8	63.9	25.4	51.5	0.0	0.0	0.0	7.7	36.2	106.7	52.2	574.9
1967	89.2	170.7	258.4	31.1	18.5	0.0	27.7	25.0	44.7	49.8	0.0	149.9	865.0
1968	145.8	189.6	124.5	37.1	33.8	17.7	2.3	1.4	16.0	56.2	103.8	85.7	813.9
1969	190.7	131.1	103.3	47.2	0.0	0.0	2.0	0.0	25.8	12.9	31.9	81.9	626.8
1970	111.4	106.5	140.3	36.9	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	18.5	179.3	628.4
1971	150.2	252.8	52.2	24.9	2.1	1.3	0.0	3.1	0.0	4.3	56.2	124.4	671.5
1972	232.2	197.8	111.7	16.3	3.6	0.0	0.0	0.0	29.6	49.7	51.0	170.3	862.2
1973	198.3	123.7	129.7	46.7	18.7	0.0	5.0	12.2	55.7	10.9	26.7	85.2	712.8
1974	274.1	245.8	100.5	51.0	0.0	1.1	0.0	57.4	20.0	12.1	16.5	87.2	865.7
1975	153.1	258.0	112.4	23.5	31.7	3.1	0.0	8.1	21.7	61.8	43.1	260.8	977.3
1976	355.5	178.4	218.3	40.8	18.4	0.0	27.6	29.8	64.4	14.6	0.0	84.6	1032.4
1977	75.4	191.0	148.3	7.0	5.3	0.0	0.0	0.0	21.1	55.6	88.3	126.4	718.4
1978	209.0	147.5	101.9	43.1	0.0	0.0	18.6	1.5	15.2	8.4	153.1	109.2	807.5
1979	190.2	115.0	125.6	22.3	0.0	1.2	9.3	1.7	5.0	39.7	53.5	56.5	620.0
1980	93.8	58.4	239.5	8.0	0.0	0.0	4.0	15.7	40.2	87.5	30.1	SIN	SIN
1981	244.1	277.0	125.5	54.0	1.9	0.0	0.0	30.2	32.4	18.0	22.5	161.5	967.1
1982	157.3	88.9	85.2	26.9	0.0	0.0	0.0	4.3	36.7	64.6	88.1	23.5	575.5
1983	97.8	78.1	18.7	8.4	0.0	1.6	0.0	3.5	17.1	14.6	15.8	77.8	333.4
1984	321.2	232.1	220.8	38.8	18.7	33.6	0.0	17.6	1.8	67.8	156.9	115.6	1224.9
1985	135.2	190.9	105.3	140.6	24.4	13.4	0.0	0.0	44.0	7.8	148.7	204.2	1014.5
1986	144.0	283.3	238.3	100.7	8.2	0.2	0.0	9.4	11.7	1.8	43.7	151.2	992.5
1987	280.9	77.1	74.3	26.2	0.0	0.0	35.2	6.5	8.6	23.5	57.0	28.5	617.8
1988	199.5	45.1	179.1	130.7	9.6	2.5	0.0	0.0	5.9	44.6	13.2	101.4	731.6
1989	225.5	130.9	129.0	77.3	3.5	5.3	2.4	5.4	4.8	0.0	26.1	44.6	654.8
1990	135.7	36.7	80.8	11.0	15.3	55.3	0.0	15.7	9.4	99.4	141.5	128.5	729.3
1991	130.1	131.0	148.2	27.6	2.9	43.6	0.0	0.6	21.8	28.5	30.1	64.0	628.4
1992	120.7	100.0	59.5	39.5	0.0	3.9	15.8	31.9	0.0	61.9	48.9	102.1	584.2
1993	206.4	66.2	133.8	61.0	14.1	1.5	0.0	34.6	18.3	123.4	126.8	176.9	963.0
1994	206.8	197.2	148.8	110.0	14.8	1.5	1.5	0.0	5.9	8.7	74.3	140.1	909.6
1995	140.5	205.5	150.2	12.1	0.0	0.0	0.0	SIN	11.1	3.4	59.3	171.0	SIN
1996	277.3	127.4	94.4	52.6	20.2	0.0	0.0	52.0	12.0	4.7	96.3	97.5	834.4
1997	187.9	239.2	114.6	29.3	1.0	0.0	0.0	21.8	94.9	22.6	122.0	54.9	888.2
1998	87.7	94.3	88.8	31.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	28.3	44.0	25.1	409.2
1999	132.7	180.7	240.7	73.9	19.5	0.0	0.0	11.9	6.7	92.5	1.1	71.1	830.8
2000	250.3	236.7	126.3	12.5	5.3	1.4	0.0	10.1	6.5	66.7	7.1	139.5	862.4
2001	368.5	267.6	139.4	78.2	13.1	0.0	3.5	4.7	12.1	24.5	44.5	67.8	1023.9
2002	68.9	214.8	163.0	74.8	22.6	4.6	25.9	15.0	10.9	44.3	68.9	63.0	776.7
2003	SIN	123.4	124.0	28.2	12.6	0.0	0.0	5.6	19.1	6.1	24.3	128.4	SIN
2004	228.3	146.8	71.8	22.5	0.0	1.8	11.1	43.9	6.1	0.0	14.1	61.4	607.8
2005	115.1	280.3	79.3	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	39.0	37.5	127.8	740.6
2006	240.8	96.5	88.3	32.7	6.3	3.4	0.0	12.9	34.0	18.7	53.5	68.6	655.7
2007	109.3	96.8	168.9	48.0	4.9	0.0	0.0	0.0	45.8	57.8	71.4	110.6	713.5

Tabla B.5

Registro de precipitación mensual histórica de la estación Mañazo

### PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: MAÑAZO

Código: 115051	País: Perú	Disrito: Mañazo	Altitud: 3920
Cuenca: Titicaca	Dpto.: Puno	Latitud Sur: 15° 48' 00"	Zona geodésica: 19 Sur
Tipo: CO	Prov.: Puno	Longitud Oeste: 70° 21' 00"	Propietario: SENAMHI

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1958	121.4	158.2	178.8	34.0	14.5	0.0	0.0	2.6	9.8	35.3	84.2	56.9	695.7
1959	83.7	125.6	238.8	68.3	11.1	0.7	0.0	3.6	11.5	3.8	35.9	220.6	803.6
1960	146.2	118.6	39.7	35.4	1.3	0.0	0.0	1.6	90.8	54.4	88.5	63.1	639.6
1961	132.7	129.8	104.0	45.2	48.1	7.2	0.0	9.2	20.9	18.7	79.7	148.8	744.3
1962	173.5	137.9	46.3	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	35.3	18.8	32.0	112.3	576.3
1963	148.6	148.1	69.5	56.6	3.9	0.0	0.0	7.1	14.8	58.7	28.8	75.5	611.6
1964	35.9	55.7	85.5	48.6	16.6	0.0	0.0	0.4	SIN	SIN	28.6	48.1	SIN
1965	84.3	55.7	43.5	SIN	1.7	0.2	2.6	0.8	7.1	3.0	13.6	124.2	SIN
1966	24.3	95.5	31.0	3.6	20.6	0.0	0.0	0.0	6.5	12.9	44.5	29.2	268.1
1967	26.8	54.1	115.8	2.5	8.7	0.0	6.7	0.0	16.3	32.9	0.7	66.1	330.6
1968	45.3	88.0	91.9	6.4	18.3	9.0	0.4	0.0	15.8	35.0	96.9	84.3	491.3
1969	199.7	122.8	57.1	8.0	0.0	0.0	SIN	0.0	7.6	59.6	60.5	116.3	SIN
1970	147.5	106.6	184.0	SIN	5.8	0.0	0.0	0.0	5.4	26.6	7.2	176.6	SIN
1971	99.9	211.0	52.2	44.3	2.9	1.0	0.0	0.1	0.0	11.0	48.6	147.8	618.8
1972	210.8	147.4	147.4	25.7	8.4	0.0	0.0	0.0	34.4	24.5	28.9	80.6	708.1
1973	245.5	142.3	158.3	47.9	10.4	1.2	2.7	3.4	37.3	21.9	52.8	98.4	822.1
1974	335.3	305.1	80.8	40.7	0.3	9.2	1.0	57.2	26.1	19.1	31.6	71.0	977.4
1975	191.3	267.8	139.0	20.6	32.8	0.2	0.0	0.7	25.1	62.4	39.1	158.2	937.2
1976	195.3	147.1	166.0	36.5	3.6	0.2	5.1	14.4	48.7	2.9	20.4	93.3	733.5
1977	37.1	258.6	149.2	33.0	3.8	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	75.0	112.0	676.0
1978	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	7.4	94.7	190.9	SIN
1979	148.5	70.2	163.7	36.1	0.0	0.0	0.0	8.0	SIN	23.9	38.9	78.2	SIN
1980	93.6	54.9	122.8	2.1	0.0	0.0	0.0	2.4	28.9	100.2	226.2	27.1	658.2
1981	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1982	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1983	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1984	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1985	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1986	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1987	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1988	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1989	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1990	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1991	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1992	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN
1993	SIN	SIN	25.4	86.2	0.9	0.0	0.0	13.7	7.6	71.3	56.6	132.5	SIN
1994	182.4	139.5	131.6	95.3	6.1	1.4	0.0	0.0	4.0	2.4	87.4	104.6	754.7
1995	89.6	114.0	131.8	5.1	0.0	0.0	0.0	SIN	14.7	6.8	24.8	95.1	SIN
1996	215.5	142.0	50.8	20.8	1.2	0.0	0.5	15.3	2.3	9.1	73.8	135.3	666.6
1997	192.1	197.1	152.1	84.5	1.3	0.0	SIN	23.5	47.9	22.6	68.5	44.6	SIN
1998	179.8	138.2	77.5	25.1	0.0	3.8	0.0	1.9	0.0	34.8	61.7	25.4	548.2
1999	109.1	134.4	179.0	83.8	9.3	0.0	0.0	4.8	21.4	90.2	8.3	103.9	744.2
2000	143.5	190.0	75.1	17.6	6.3	0.0	0.0	3.8	8.6	73.3	9.3	107.3	634.8
2001	361.1	231.4	151.8	72.1	5.4	0.0	1.2	10.5	1.9	31.7	34.3	69.8	971.2
2002	77.3	161.2	106.2	68.3	21.2	8.7	12.4	6.8	9.7	77.2	70.7	98.5	718.2
2003	136.7	78.8	139.4	23.4	14.1	3.7	0.0	1.6	20.1	9.1	35.3	96.8	559.0
2004	183.3	133.7	89.7	38.0	0.0	1.1	10.8	23.3	19.6	3.4	11.8	30.5	545.2
2005	88.5	220.3	63.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	22.1	71.5	114.6	638.5
2006	219.8	92.6	108.6	30.7	1.2	0.0	0.0	1.8	28.5	22.8	62.5	103.1	671.6
2007	111.7	100.1	224.1	71.9	11.4	0.0	2.5	6.7	22.4	30.8	77.6	113.6	772.8
2008	231.1	103.0	70.2	0.0	5.5	0.0	0.0	1.2	1.2	27.9	4.1	154.5	598.7
2009	99.7	137.3	96.7	33.5	1.5	0.0	3.0	0.0	4.1	8.1	86.9	136.2	607.0



Tabla B.6

Registro de precipitación mensual histórica de la estación Puno

### PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: PUNO

Código: 100110	País: Perú	Disrito: Puno	Altitud: 3820
Cuenca: Titicaca	Dpto.: Puno	Latitud Sur: 15° 49' 34.5"	Zona geodésica: 19 Sur
Tipo: CP	Prov.: Puno	Longitud Oeste: 70° 00' 43.5"	Propietario: SENAMHI

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1964	SIN	95.0	112.9	54.1	11.8	0.0	0.0	6.6	22.2	7.8	50.2	48.2	SIN
1965	100.7	174.8	61.2	30.7	0.8	0.0	0.6	7.1	32.2	14.0	49.7	116.0	587.8
1966	32.5	79.9	18.6	76.1	40.3	0.0	0.5	0.0	1.0	42.9	71.8	27.8	391.4
1967	71.8	106.1	213.8	12.8	12.9	0.0	16.9	27.8	63.5	43.7	4.0	121.5	694.8
1968	120.7	117.4	111.2	62.7	10.4	12.3	3.7	2.8	15.5	59.4	59.1	48.9	624.1
1969	164.5	98.6	68.4	33.7	0.0	0.2	3.2	0.9	4.5	25.7	52.6	51.5	503.8
1970	142.4	55.5	189.5	32.0	7.5	0.0	0.0	0.9	10.4	18.0	14.6	97.2	568.0
1971	101.0	268.2	28.4	25.2	0.0	2.9	0.0	9.1	1.2	19.5	93.5	103.6	652.6
1972	210.8	130.9	164.0	37.2	6.6	0.0	0.0	0.0	37.3	32.6	46.1	132.6	798.1
1973	238.2	131.7	159.1	97.6	13.3	0.0	1.8	6.1	32.5	16.4	29.5	70.8	797.0
1974	253.0	206.8	54.9	57.6	0.2	2.5	0.2	51.2	36.5	12.5	27.3	48.1	750.8
1975	157.0	177.6	158.6	37.5	43.7	0.7	0.1	14.5	48.7	53.3	24.7	235.2	951.6
1976	200.2	149.5	169.2	25.6	9.9	0.4	1.4	16.9	44.4	9.1	11.6	119.8	758.0
1977	49.1	206.1	209.8	5.8	8.8	0.0	2.3	0.0	48.1	53.9	49.7	108.8	742.4
1978	224.5	95.3	136.3	28.3	0.4	0.0	3.2	0.4	17.5	24.9	142.2	155.0	828.0
1979	131.2	35.2	143.1	44.1	1.4	0.0	0.9	1.8	8.5	45.5	31.7	83.9	527.3
1980	60.8	57.3	258.4	18.5	1.3	0.1	4.9	13.5	66.1	72.8	25.8	34.9	614.4
1981	SIN	207.3	111.3	71.9	4.7	0.0	0.0	37.8	21.1	25.6	49.0	129.0	SIN
1982	232.1	83.5	99.7	75.0	2.6	5.2	1.9	0.0	52.9	114.4	103.0	24.5	794.8
1983	20.7	70.4	57.6	55.5	14.2	2.3	1.5	4.8	46.4	26.7	29.8	104.2	434.1
1984	318.9	330.1	223.0	44.4	18.3	4.2	3.7	25.5	0.0	157.5	68.8	96.2	1290.6
1985	130.0	337.6	123.3	90.7	24.9	27.3	0.0	8.2	40.1	32.7	123.5	134.2	1072.5
1986	145.1	251.1	221.2	105.8	0.1	0.0	5.2	12.0	42.0	4.2	9.2	131.5	927.4
1987	224.3	71.5	73.8	44.2	1.7	3.8	12.5	0.0	4.3	58.4	110.8	25.4	630.7
1988	213.2	73.5	228.9	72.9	23.3	0.0	0.3	0.0	20.5	70.5	45.5	99.1	847.7
1989	203.8	129.9	137.1	100.9	0.0	0.4	1.7	14.7	17.6	14.2	21.4	42.9	684.6
1990	167.2	22.4	59.9	43.0	12.1	54.7	0.0	11.8	10.1	107.9	94.5	63.2	646.8
1991	124.1	67.7	185.8	46.2	6.8	33.6	0.0	3.0	14.7	20.4	44.2	50.3	596.8
1992	66.0	89.7	15.7	38.8	0.0	0.5	2.3	42.2	0.0	34.4	29.4	55.1	374.1
1993	175.6	100.7	107.0	52.5	6.6	1.1	0.0	37.9	18.0	69.1	79.2	111.5	759.2
1994	180.0	183.1	113.3	116.2	29.9	0.4	0.0	0.0	18.3	36.6	52.6	73.2	803.6
1995	122.7	119.7	124.0	2.1	4.1	0.0	0.0	3.0	21.9	15.3	50.3	80.2	543.3
1996	252.7	130.5	60.8	76.3	0.0	0.0	2.9	12.8	0.8	10.4	88.3	118.0	753.5
1997	239.6	213.2	98.6	88.6	0.9	0.0	0.0	21.9	108.2	30.1	62.9	44.9	908.9
1998	196.4	115.5	135.3	25.4	0.0	4.9	0.0	4.3	4.5	26.9	43.9	58.0	615.1
1999	193.7	244.5	202.0	86.0	7.5	0.0	1.5	1.9	16.1	150.3	32.0	68.4	1003.9
2000	167.1	210.0	150.1	40.3	0.4	2.3	4.2	17.9	14.6	95.8	13.9	69.0	785.6
2001	248.7	214.6	224.1	69.8	12.2	2.2	0.0	12.5	27.1	68.4	56.2	81.0	1016.8
2002	129.6	180.0	170.6	105.3	15.4	21.1	22.7	30.6	11.6	65.9	43.8	112.2	908.8
2003	174.5	114.4	113.4	46.1	36.7	4.8	0.2	9.6	42.9	25.4	14.3	131.8	714.1
2004	208.9	125.2	115.5	29.2	6.2	0.0	10.2	43.0	34.3	5.6	41.2	59.1	678.4
2005	103.3	157.9	134.6	45.7	0.4	0.0	0.0	0.0	11.8	39.5	80.5	100.8	674.5
2006	291.1	64.3	159.6	44.6	0.9	0.0	0.0	0.6	21.2	37.4	53.8	101.5	775.0
2007	84.8	171.0	236.7	49.7	10.6	0.0	3.3	1.5	61.3	77.0	44.2	74.1	814.2
2008	209.7	85.8	95.0	8.4	6.8	1.4	0.2	0.8	2.4	79.4	27.2	144.2	661.3
2009	154.0	136.1	148.3	83.0	0.4	0.0	2.5	0.0	16.4	56.4	88.9	62.5	748.5
2010	99.3	192.8	56.3	12.3	16.1	0.0	0.0	7.1	2.9	33.4	15.0	146.7	581.9

Tabla B.7

Registro de precipitación mensual histórica de la estación Rincón de la Cruz

### PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: RINCÓN DE LA CRUZ

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1964													SIN
1965													SIN
1966													SIN
1967													SIN
1968													SIN
1969													SIN
1970													SIN
1971													SIN
1972													SIN
1973													SIN
1974													SIN
1975													SIN
1976													SIN
1977													SIN
1978													SIN
1979													SIN
1980													SIN
1981													SIN
1982													SIN
1983													SIN
1984													SIN
1985	230.7	309.0	171.5	63.2	71.4	67.7	2.3	19.5	60.6	42.6	208.9	193.3	1440.7
1986	163.7	219.4	188.1	132.8	8.8	0.0	0.2	14.9	5.5	32.9	17.5	84.1	867.9
1987	206.5	87.2	74.6	21.2	3.5	9.3	9.0	0.2	0.0	32.4	108.0	50.9	602.8
1988	197.4	51.2	219.2	96.0	13.2	0.0	3.4	0.0	39.4	10.0	21.9	90.8	742.5
1989	201.7	173.9	142.6	82.9	0.0	0.0	2.8	14.2	37.0	19.3	26.0	45.3	745.7
1990	101.1	56.5	54.8	11.0	12.3	67.6	0.0	16.4	13.1	134.5	27.8	131.4	626.5
1991	104.9	43.8	270.6	71.0	14.6	43.5	7.7	9.9	13.7	45.7	49.2	60.2	734.8
1992	122.9	84.9	63.8	45.0	0.0	3.0	3.2	35.7	3.0	23.2	58.4	45.5	488.6
1993	178.9	29.7	109.1	37.4	6.5	0.5	0.0	37.9	27.5	51.1	82.4	70.9	631.9
1994	117.4	103.2	80.7	84.4	17.8	0.5	0.0	0.5	1.6	30.8	62.1	192.4	691.4
1995	112.0	113.9	170.9	5.2	6.3	0.0	SIN	SIN	13.7	12.3	70.9	136.9	SIN
1996	202.4	185.9	95.7	45.9	0.5	0.0	20.8	7.1	12.5	6.8	92.8	100.1	770.5
1997	227.0	158.4	105.2	55.8	6.7	0.0	0.0	40.3	87.1	47.4	91.2	53.1	872.2
1998	103.3	161.3	46.3	45.3	0.0	2.5	0.0	0.7	3.2	5.6	53.4	34.9	456.5
1999	217.9	214.8	275.0	69.2	5.1	0.0	0.0	1.5	37.8	190.3	36.8	79.4	1127.8
2000	239.5	164.3	134.6	28.8	2.8	6.5	5.8	20.2	7.4	99.8	7.3	123.3	840.3
2001	356.0	222.9	202.1	65.2	9.6	3.2	10.5	19.3	15.8	58.0	33.8	96.0	1092.4
2002	108.2	240.7	220.5	148.8	20.9	19.8	42.0	13.2	10.7	62.8	80.7	106.0	1074.3
2003	165.1	78.9	168.5	14.8	23.4	0.5	0.0	10.3	53.6	14.8	18.2	87.3	635.4
2004	284.1	135.5	50.6	20.2	10.8	2.0	19.8	37.5	15.2	2.5	21.4	62.3	661.9
2005	123.1	145.5	75.7	21.6	8.8	0.0	0.0	0.0	25.2	56.5	57.5	89.2	603.1
2006	328.3	81.2	136.2	32.8	3.2	3.0	0.0	8.9	28.7	26.5	74.6	81.3	804.7
2007	87.4	113.4	107.0	29.4	0.0	0.4	0.0	0.2	10.8	3.1	49.2	87.8	488.7

Tabla B.8

Registro de precipitación mensual histórica de la estación Umayo

## PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA (mm)

ESTACIÓN: U MAYO

Código: 7412	País: Perú	Disrito: Atuncolla	Altitud: 3850
Cuenca: Illpa	Dpto.: Puno	Latitud Sur: 15° 44' 00"	Zona geodésica 19 Sur
Tipo: PLU	Prov.: Puno	Longitud Oeste: 70° 09' 00"	Propietario: SENAMHI

AÑO	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1963	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	4.4	33.7	65.3	22.0	109.2	S/D
1964	20.2	78.8	74.9	37.7	12.0	0.0	0.0	0.0	12.1	0.0	15.4	66.3	317.4
1965	105.8	133.5	108.5	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	19.7	10.5	20.4	128.5	580.7
1966	16.3	44.8	82.6	9.6	35.1	0.0	0.0	0.0	1.3	19.7	82.0	38.4	329.8
1967	85.8	46.8	143.7	23.9	0.0	0.0	8.0	9.6	13.7	10.7	3.1	110.7	456.0
1968	62.2	164.1	53.1	19.7	16.1	18.3	5.7	0.5	20.9	54.8	74.7	48.5	538.6
1969	159.5	82.8	37.7	55.5	0.0	0.0	2.4	0.0	5.7	10.6	49.7	75.3	479.2
1970	147.8	146.2	153.1	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	2.4	105.0	571.1
1971	82.9	165.7	15.0	30.1	0.0	1.9	0.0	0.0	1.7	21.6	76.5	62.9	458.3
1972	147.2	166.9	116.8	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	23.9	27.2	98.3	591.8
1973	123.9	141.3	59.0	34.1	4.7	0.0	0.0	10.4	57.4	24.2	22.8	76.3	554.1
1974	253.0	207.9	146.2	50.1	0.0	0.6	0.0	14.2	6.2	1.4	32.0	35.4	747.0
1975	173.0	191.1	77.5	33.8	56.5	0.0	0.0	0.0	40.0	56.1	27.2	217.3	872.5
1976	172.9	149.3	122.7	38.7	9.3	0.0	0.0	3.4	72.4	5.7	2.8	87.8	665.0
1977	81.7	197.4	120.3	6.6	0.9	0.0	3.8	0.0	36.2	36.2	80.0	122.1	685.2
1978	201.8	100.6	150.7	40.7	0.0	0.0	1.9	0.0	13.5	8.0	114.3	163.1	794.6
1979	188.8	45.4	133.5	52.9	11.4	0.0	0.0	3.9	0.0	21.1	12.7	101.9	571.6
1980	42.0	60.8	232.3	4.9	0.0	0.0	7.1	4.4	54.1	72.8	29.0	48.4	555.8
1981	241.2	189.1	157.6	92.7	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	39.2	62.7	37.9	833.4
1982	189.5	73.9	69.0	124.8	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4	76.0	131.9	22.5	717.0
1983	44.6	40.8	9.9	22.2	0.0	5.8	0.0	4.2	33.0	9.4	26.7	97.5	294.1
1984	372.7	277.9	247.8	29.2	20.0	4.7	0.0	22.6	0.0	111.5	100.3	158.9	1345.6
1985	172.7	293.2	104.3	94.9	10.4	14.8	0.0	0.0	33.2	10.8	118.1	149.4	1001.8
1986	200.1	225.9	169.0	156.1	0.0	0.0	0.0	13.8	11.3	14.3	11.7	96.4	898.6
1987	154.6	42.3	25.7	3.2	0.0	0.0	25.2	0.0	0.0	32.2	96.1	61.4	440.7
1988	304.5	95.3	210.8	139.3	19.8	0.0	0.0	0.0	7.2	54.5	9.9	125.8	967.1
1989	225.0	164.1	153.0	86.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	41.7	31.6	717.2
1990	177.0	62.1	69.5	37.7	16.0	43.3	0.0	22.4	7.0	68.2	137.7	37.1	678.0
1991	150.6	123.2	89.0	49.0	2.9	39.4	0.0	0.0	27.0	29.4	34.0	79.4	623.9
1992	70.9	109.0	33.6	26.3	0.0	0.0	14.7	41.2	6.8	117.4	39.2	73.7	532.8
1993	215.6	61.4	109.7	72.4	7.8	0.0	0.0	37.2	S/D	144.2	115.5	117.5	S/D
1994													S/D
1995													S/D
1996													S/D
1997													S/D
1998													S/D
1999													S/D
2000													S/D
2001													S/D
2002													S/D
2003													S/D
2004													S/D
2005													S/D
2006													S/D
2007													S/D
2008													S/D
2009													S/D
2010													S/D

# Anexo C

## Información completada y extendida de variables climatológicas

Tabla C.1

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Cabanillas

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**  
**ESTACIÓN: CABANILLAS**

Código: 110780	País: Perú		Distrito: Cabanillas		Altitud: 3919								
Cuenca: Coata	Dpto.: Puno		Latitud Sur: 15° 38' 21.0"		Zona geodésica 19 Sur								
Tipo: CO	Prov.: Lampa		Longitud Oeste: 70° 20' 47.7"		Propietario: SENAMHI								
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	46.0	94.3	139.7	41.0	13.0	0.0	0.0	0.0	1.5	27.4	29.0	77.1	469.0
1965	157.6	105.5	88.2	74.4	5.0	0.0	0.0	0.0	12.2	12.0	13.2	60.9	529.0
1966	25.1	156.2	81.5	3.1	31.0	0.0	0.0	1.0	9.5	21.9	49.0	60.7	439.0
1967	71.2	92.8	148.9	7.3	13.7	0.6	9.5	15.6	40.0	31.8	4.2	131.0	566.6
1968	95.7	168.5	52.4	8.7	16.1	0.0	2.2	0.0	21.6	0.0	135.7	0.0	500.9
1969	166.9	94.3	55.1	35.4	0.0	0.6	1.9	0.0	4.4	16.1	54.3	41.3	470.3
1970	84.9	121.4	144.9	25.7	3.6	0.3	0.2	0.0	14.2	24.8	11.9	124.4	556.3
1971	91.5	218.3	29.1	15.2	11.0	0.0	0.0	4.0	0.0	11.8	56.8	87.0	524.7
1972	224.8	85.9	181.9	36.3	6.2	0.0	0.0	0.6	32.0	32.2	33.8	92.9	726.6
1973	199.4	128.8	124.8	85.0	12.4	0.0	2.1	1.3	46.1	12.9	24.0	93.3	730.1
1974	240.5	232.3	76.5	53.6	0.0	0.0	0.0	53.2	27.6	20.5	48.1	87.4	839.7
1975	134.3	193.5	107.4	22.1	23.5	0.0	0.0	0.0	13.1	34.1	17.0	212.8	757.8
1976	184.0	136.6	130.6	18.4	2.0	1.9	1.3	3.9	41.8	4.3	9.7	65.1	599.6
1977	70.3	166.6	173.2	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	33.4	118.5	168.2	781.8
1978	257.8	148.5	117.8	37.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	14.2	72.5	160.8	815.6
1979	203.6	125.0	71.9	52.0	3.9	0.0	0.6	1.2	3.1	33.9	42.4	122.4	660.0
1980	60.8	84.5	168.4	8.1	4.9	0.0	1.0	32.7	38.6	51.7	57.0	46.3	554.0
1981	124.7	148.8	161.2	47.9	0.0	0.0	1.0	22.2	10.0	18.6	36.7	26.7	597.8
1982	49.9	44.2	51.8	24.4	5.0	1.0	2.5	4.0	48.2	61.0	35.5	23.0	350.5
1983	26.0	64.0	7.5	2.1	1.5	2.8	0.0	3.0	6.5	15.0	30.5	69.0	227.9
1984	212.8	237.1	126.0	33.5	21.4	0.0	3.0	9.0	7.5	41.5	89.4	71.5	852.7
1985	115.5	180.6	97.5	97.7	6.0	22.0	0.0	3.0	31.5	38.0	100.0	142.5	834.3
1986	131.2	234.1	168.7	95.7	1.3	0.0	11.0	1.5	26.0	6.5	31.4	134.1	841.5
1987	158.8	79.1	54.6	9.7	0.0	0.9	7.6	1.5	9.0	27.7	111.6	69.6	530.1
1988	273.6	93.2	155.4	67.2	17.4	0.0	0.0	0.0	6.2	56.0	0.0	142.8	811.8
1989	194.9	57.8	89.6	88.4	0.0	1.4	0.0	4.8	6.0	3.3	40.0	53.6	539.8
1990	172.5	23.4	49.2	13.5	2.4	34.3	0.0	9.8	1.0	112.8	130.0	101.9	650.8
1991	106.4	144.1	115.2	70.1	5.8	35.6	0.0	0.0	6.3	13.8	27.4	59.6	584.3
1992	106.8	75.1	28.5	8.5	0.0	2.7	2.2	31.1	0.0	47.5	27.2	64.9	394.5
1993	147.2	67.8	96.3	69.5	3.0	0.0	0.0	26.3	9.5	113.4	83.0	117.4	733.4
1994	133.8	105.2	162.1	110.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	14.3	51.2	98.0	681.3
1995	125.8	70.6	100.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.2	16.6	9.9	32.8	55.3	416.4
1996	206.3	102.8	56.4	37.7	1.9	0.0	2.0	17.6	10.3	14.3	57.8	165.6	672.7
1997	158.5	238.3	160.0	75.1	3.7	0.0	0.0	32.1	46.5	38.0	103.3	88.4	943.9
1998	151.8	168.4	110.3	16.9	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	11.8	12.6	11.1	488.4
1999	95.0	116.9	112.3	104.4	5.4	0.0	1.8	1.8	21.9	104.0	3.0	95.3	661.8
2000	134.6	221.9	133.3	31.7	0.6	0.0	0.0	6.9	15.8	118.3	13.5	110.4	787.0
2001	273.9	224.6	78.2	63.9	11.5	0.8	0.4	52.6	36.9	71.3	21.6	16.7	852.4
2002	93.7	166.9	160.5	125.7	28.7	6.2	16.0	22.9	8.8	116.3	78.0	105.3	929.0
2003	217.2	92.5	116.7	22.1	10.8	2.6	0.0	0.9	16.9	14.0	68.1	136.2	698.0
2004	193.0	100.1	81.6	34.2	0.5	0.5	7.7	18.4	12.8	2.9	27.4	58.2	537.3
2005	75.3	265.7	84.0	49.7	0.0	0.0	0.0	0.5	5.8	30.6	70.6	79.9	662.1
2006	230.2	107.3	141.3	49.9	0.0	0.7	0.0	2.8	44.2	38.0	60.2	69.0	743.6
2007	68.1	105.4	168.6	67.5	2.4	0.0	0.8	0.0	75.4	40.6	97.6	83.9	710.3
N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	143.0	133.8	108.2	44.9	6.3	2.6	1.7	8.9	18.7	35.5	50.4	88.2	642.2
DESV. EST	66.8	60.5	45.3	32.6	8.1	7.9	3.4	13.8	17.0	32.4	35.8	45.5	162.6
MÁXIMA	273.9	265.7	181.9	125.7	31.0	35.6	16.0	53.2	75.4	118.3	135.7	212.8	943.9
MÍNIMA	25.1	23.4	7.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	227.9

Tabla C.2

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Ichuña

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**  
**ESTACIÓN: ICHUÑA**

Código: 100059	País: Perú		Distrito: Ichuña		Altitud: 3800	
Cuenca: Tambo	Dpto.: Moquegua		Latitud Sur: 16° 07' 57.4"		Zona geodésica 19 Sur	
Tipo: CO	Prov.: Sanchez Cerro		Longitud Oeste: 70° 33' 7.5"		Propietario: SENAMHI	

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	42.2	86.8	84.0	28.1	14.1	0.0	0.0	2.4	5.9	7.2	38.5	86.1	395.3
1965	90.2	90.3	72.3	23.9	1.3	0.4	2.8	2.2	6.9	6.7	22.9	122.1	442.0
1966	51.6	110.3	63.4	0.2	41.0	0.0	0.0	0.0	4.9	64.5	118.1	83.1	537.1
1967	47.4	96.4	82.1	20.4	6.3	0.0	2.9	2.4	46.5	43.1	17.0	72.4	436.9
1968	124.6	74.3	115.4	8.9	12.1	4.1	1.8	0.0	14.9	49.1	86.4	19.8	511.4
1969	183.8	111.1	51.8	18.7	0.0	2.1	1.5	0.0	2.4	17.6	57.1	285.1	731.2
1970	218.3	115.4	161.2	15.1	24.7	0.0	0.0	0.0	4.8	8.5	1.3	146.4	695.7
1971	123.7	235.3	83.8	26.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	24.3	85.0	582.6
1972	142.5	100.0	124.6	6.6	1.2	0.0	0.0	0.0	47.3	11.6	20.9	214.4	669.1
1973	208.7	120.3	89.7	53.5	2.0	0.0	0.0	6.2	31.2	0.0	2.1	33.2	546.9
1974	231.1	131.8	49.1	44.4	1.0	10.2	0.0	84.0	5.2	3.3	4.0	78.9	643.0
1975	160.0	145.4	84.7	5.6	7.9	2.2	0.0	0.0	3.6	10.6	9.7	173.3	603.0
1976	140.9	132.3	69.2	31.5	6.2	0.0	6.6	12.5	33.9	0.0	0.0	69.8	502.9
1977	97.9	198.7	101.7	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	42.4	110.1	66.5	631.2
1978	155.3	12.5	40.2	65.9	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	55.9	115.8	446.8
1979	148.9	47.5	85.8	23.4	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	20.2	54.7	95.2	482.4
1980	39.8	40.7	104.5	10.0	0.1	0.0	0.0	0.0	15.3	74.7	13.5	23.4	322.0
1981	120.3	288.7	42.8	52.9	0.0	0.0	0.0	12.3	22.8	13.8	16.7	109.3	679.6
1982	189.7	33.2	50.0	36.1	0.0	0.0	0.0	3.4	21.7	54.6	64.9	14.7	468.3
1983	29.7	33.2	42.0	20.6	3.5	0.0	0.0	0.5	5.7	9.1	0.0	101.7	246.0
1984	217.2	168.6	47.9	13.2	0.0	7.1	0.0	6.0	0.0	70.2	141.3	82.3	753.8
1985	69.7	198.4	74.8	56.8	17.4	7.6	2.2	2.1	19.4	4.8	65.7	62.8	581.7
1986	181.2	155.8	155.4	69.7	5.2	0.0	24.1	3.4	3.1	0.0	10.9	104.7	713.5
1987	260.3	65.9	29.6	0.0	0.0	2.5	25.3	0.0	0.0	4.4	28.5	8.3	424.8
1988	131.2	23.9	81.4	36.9	12.4	0.0	0.0	0.0	3.6	14.2	0.0	72.1	375.7
1989	124.8	60.2	65.1	24.9	6.7	8.4	4.6	0.0	9.2	3.5	11.5	18.4	337.3
1990	111.4	32.6	48.3	20.1	10.8	42.9	0.0	8.9	0.0	22.0	73.2	46.1	416.3
1991	72.5	74.7	116.4	16.1	1.3	23.6	0.0	0.0	3.3	10.5	10.2	29.1	357.7
1992	84.5	29.0	2.5	8.2	0.0	4.0	0.0	20.3	0.0	16.7	11.8	59.9	236.9
1993	215.8	37.0	137.0	28.6	0.0	7.1	0.0	15.4	2.1	32.0	77.7	74.3	627.0
1994	165.3	234.8	92.3	106.4	4.8	0.0	0.0	0.0	2.1	0.3	41.8	103.8	751.6
1995	85.2	67.5	111.2	16.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1.9	25.7	81.6	390.1
1996	245.7	139.9	54.4	31.9	8.9	0.0	0.0	22.9	2.1	7.5	37.0	67.6	617.9
1997	145.9	200.7	27.8	33.7	8.5	0.0	0.0	41.3	41.9	14.1	47.3	54.9	616.1
1998	192.3	94.0	50.5	8.6	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	2.6	55.6	27.5	432.6
1999	62.0	214.3	183.1	54.4	1.3	0.0	0.0	4.7	0.5	45.0	1.0	68.0	634.3
2000	198.4	142.7	54.4	21.1	3.1	0.0	0.0	4.7	0.0	30.0	5.1	118.4	577.9
2001	233.6	195.3	116.0	38.9	4.1	0.0	0.5	6.7	2.6	23.4	29.3	83.1	733.5
2002	73.6	176.6	180.8	44.0	7.0	0.5	18.3	0.6	7.1	45.2	44.6	80.6	678.9
2003	76.2	120.7	100.2	27.1	3.2	0.0	0.0	4.1	0.0	14.6	1.7	63.3	411.1
2004	139.1	123.7	79.4	51.9	0.0	0.0	14.9	9.4	18.2	0.0	14.0	48.2	498.8
2005	114.1	168.6	58.6	27.1	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	4.7	27.4	77.0	495.2
2006	186.2	82.8	110.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	10.9	59.5	91.9	570.3
2007	144.3	55.4	145.1	28.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.4	29.6	95.0	508.5
N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	138.1	115.2	84.6	29.1	4.9	2.8	2.4	6.5	9.7	18.8	35.6	82.2	529.9
DESV. EST	62.2	66.7	41.2	21.1	7.8	7.5	6.1	14.3	12.9	20.4	33.9	51.2	136.3
MÁXIMA	260.3	288.7	183.1	106.4	41.0	42.9	25.3	84.0	47.3	74.7	141.3	285.1	753.8
MÍNIMA	29.7	12.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	236.9

Tabla C.3

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Juliaca

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**  
**ESTACIÓN: JULIACA**

Código: 140704	País: Perú		Distrito: Juliaca		Altitud: 3826	
Cuenca: Coata	Dpto.: Puno		Latitud Sur: 15° 26' 39.0"		Zona geodésica 19 Sur	
Tipo: CO	Prov.: San Román		Longitud Oeste: 70° 12' 28.2"		Propietario: SENAMHI	

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	64.2	108.6	120.8	24.7	15.7	0.0	2.7	0.0	9.8	39.6	56.7	57.9	500.7
1965	92.5	97.7	77.0	30.0	1.0	0.0	1.0	0.0	9.0	11.9	51.5	141.4	513.0
1966	58.4	71.7	54.9	18.9	43.5	0.0	0.0	0.0	21.8	34.8	54.5	53.9	412.4
1967	58.3	79.4	146.6	21.3	9.7	2.2	5.0	12.4	43.6	21.4	7.3	149.7	556.9
1968	60.6	164.9	53.5	52.0	9.3	4.0	7.0	2.1	29.8	62.8	116.9	28.3	591.2
1969	133.4	46.5	29.7	55.7	0.0	3.2	14.2	0.0	8.1	29.2	45.2	31.6	396.8
1970	190.4	98.1	115.3	55.6	3.2	0.0	0.0	0.0	22.9	11.8	42.2	114.8	654.3
1971	127.2	125.7	90.0	43.3	0.8	1.4	0.7	5.7	10.8	30.8	47.4	103.3	587.1
1972	217.7	97.9	109.9	18.8	2.0	0.0	0.0	0.8	29.0	34.5	81.7	74.2	666.5
1973	142.3	107.4	74.7	80.3	15.7	1.2	5.4	9.2	20.0	45.0	14.2	44.4	559.8
1974	150.9	79.0	69.9	19.9	1.8	8.4	0.0	44.8	10.7	40.9	39.9	69.4	535.6
1975	137.1	126.8	100.5	16.6	33.9	0.2	0.0	1.5	21.0	74.3	25.9	124.6	662.4
1976	148.7	83.0	48.8	11.9	23.3	1.0	0.0	4.1	71.3	0.0	6.3	33.3	431.7
1977	56.1	180.8	104.6	5.0	1.4	0.0	0.0	0.0	27.4	49.2	92.2	88.9	605.6
1978	208.2	127.9	78.1	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	11.6	83.0	160.7	715.7
1979	137.7	56.6	103.0	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1	10.9	76.2	489.1
1980	55.7	60.0	174.4	15.1	1.6	0.0	1.7	21.6	31.2	72.3	47.2	40.0	520.8
1981	137.3	173.5	158.3	71.3	14.0	0.0	0.0	25.8	26.1	72.5	70.5	59.9	809.2
1982	209.3	61.1	101.1	105.8	0.0	0.0	0.0	4.0	46.4	48.7	118.9	17.5	712.8
1983	52.4	102.8	24.9	40.0	12.0	0.0	0.0	0.0	21.0	23.4	26.3	117.9	420.7
1984	287.8	189.8	106.1	77.1	19.8	20.8	4.0	15.5	1.0	109.7	117.2	95.8	1044.6
1985	70.3	190.7	48.4	76.5	12.6	33.4	0.0	2.3	43.5	59.4	159.5	149.3	845.9
1986	127.6	134.7	112.7	104.8	3.0	0.0	3.3	7.5	44.8	2.9	17.4	131.9	690.6
1987	192.3	33.7	53.2	10.4	0.0	29.9	0.0	6.4	4.7	37.8	86.2	36.8	491.4
1988	196.6	48.9	174.5	86.8	40.0	0.6	0.1	0.0	16.9	33.0	1.5	80.0	678.9
1989	184.2	99.3	83.3	30.8	0.0	4.4	0.0	4.0	2.5	13.0	14.8	58.8	495.1
1990	110.8	35.8	20.5	25.4	7.0	36.5	0.0	7.0	12.0	41.4	60.6	88.1	445.1
1991	109.2	47.8	86.6	46.0	13.0	51.0	4.0	1.0	21.3	27.3	36.5	55.7	499.4
1992	64.1	80.8	12.0	30.5	0.0	0.0	6.5	39.6	0.0	58.0	48.4	57.0	396.9
1993	158.8	45.8	105.2	54.5	1.5	0.0	0.0	28.0	16.0	71.0	113.0	89.5	683.3
1994	122.4	98.0	105.0	60.0	26.0	0.0	0.0	0.1	6.0	21.9	50.0	100.7	590.1
1995	127.0	98.0	88.0	19.2	0.0	0.0	0.0	2.9	11.2	17.0	48.1	98.5	509.9
1996	205.4	96.8	45.0	29.0	7.0	0.0	0.0	2.5	2.0	21.0	50.0	69.0	527.7
1997	127.0	140.0	101.5	81.0	2.3	0.0	0.0	23.4	80.4	39.5	87.1	43.8	726.0
1998	133.5	86.7	80.6	27.3	0.0	5.8	0.0	1.1	2.6	45.8	55.1	27.1	465.6
1999	117.1	134.3	163.4	80.2	14.2	0.0	0.7	1.9	17.1	154.5	14.6	56.7	754.7
2000	171.6	139.5	97.0	20.7	4.7	1.1	0.0	7.7	6.3	75.7	8.9	92.1	625.3
2001	231.2	166.8	164.5	43.3	26.2	2.6	0.6	18.5	4.3	71.5	27.5	63.1	820.1
2002	73.0	158.4	119.5	54.2	24.0	3.4	19.4	16.7	15.1	143.1	75.5	99.9	802.2
2003	177.5	80.1	121.3	10.7	4.3	4.4	1.1	0.6	38.2	16.9	28.1	162.9	646.1
2004	238.4	96.3	69.4	28.2	0.0	0.2	1.5	24.3	38.5	7.2	17.6	97.2	618.8
2005	80.6	242.9	100.1	46.7	0.0	0.0	0.0	1.8	16.0	82.9	57.2	92.6	720.8
2006	207.4	50.8	101.3	20.7	0.8	2.0	0.0	1.5	23.8	61.6	77.6	73.8	621.3
2007	92.4	43.7	235.0	66.1	3.6	0.2	6.5	0.8	18.2	30.1	84.6	66.6	647.8
N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	137.4	104.3	96.1	42.8	9.1	5.0	1.9	7.9	20.6	46.3	54.0	81.2	606.6
DESV. EST	59.3	48.4	45.3	26.6	11.4	11.3	3.9	11.1	17.9	33.7	36.3	37.8	138.0
MÁXIMA	287.8	242.9	235.0	105.8	43.5	51.0	19.4	44.8	80.4	154.5	159.5	162.9	1044.6
MÍNIMA	52.4	33.7	12.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	17.5	396.8



Tabla C.4

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Laraqueri

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**  
**ESTACIÓN: LARAQUERI**

Código: 116033	País: Perú		Distrito: Laraqueri		Altitud: 3900	
Cuenca: llave	Dpto.: Puno		Latitud Sur: 16° 09' 16.9"		Zona geodésica 19 Sur	
Tipo: CO	Prov.: Puno		Longitud Oeste: 70° 03' 59.7"		Propietario: SENAMHI	

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	53.9	116.2	108.6	43.8	19.6	0.0	0.0	1.1	61.7	31.7	59.6	34.4	530.6
1965	70.6	82.1	62.4	38.4	4.0	2.0	4.6	8.1	30.9	41.3	46.1	193.9	584.4
1966	78.5	152.8	63.9	25.4	51.5	0.0	0.0	0.0	7.7	36.2	106.7	52.2	574.9
1967	89.2	170.7	258.4	31.1	18.5	0.0	27.7	25.0	44.7	49.8	0.0	149.9	865.0
1968	145.8	189.6	124.5	37.1	33.8	17.7	2.3	1.4	16.0	56.2	103.8	85.7	813.9
1969	190.7	131.1	103.3	47.2	0.0	0.0	2.0	0.0	25.8	12.9	31.9	81.9	626.8
1970	111.4	106.5	140.3	36.9	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	18.5	179.3	628.4
1971	150.2	252.8	52.2	24.9	2.1	1.3	0.0	3.1	0.0	4.3	56.2	124.4	671.5
1972	232.2	197.8	111.7	16.3	3.6	0.0	0.0	0.0	29.6	49.7	51.0	170.3	862.2
1973	198.3	123.7	129.7	46.7	18.7	0.0	5.0	12.2	55.7	10.9	26.7	85.2	712.8
1974	274.1	245.8	100.5	51.0	0.0	1.1	0.0	57.4	20.0	12.1	16.5	87.2	865.7
1975	153.1	258.0	112.4	23.5	31.7	3.1	0.0	8.1	21.7	61.8	43.1	260.8	977.3
1976	355.5	178.4	218.3	40.8	18.4	0.0	27.6	29.8	64.4	14.6	0.0	84.6	1032.4
1977	75.4	191.0	148.3	7.0	5.3	0.0	0.0	0.0	21.1	55.6	88.3	126.4	718.4
1978	209.0	147.5	101.9	43.1	0.0	0.0	18.6	1.5	15.2	8.4	153.1	109.2	807.5
1979	190.2	115.0	125.6	22.3	0.0	1.2	9.3	1.7	5.0	39.7	53.5	56.5	620.0
1980	93.8	58.4	239.5	8.0	0.0	0.0	4.0	15.7	40.2	87.5	30.1	47.2	624.4
1981	244.1	277.0	125.5	54.0	1.9	0.0	0.0	30.2	32.4	18.0	22.5	161.5	967.1
1982	157.3	88.9	85.2	26.9	0.0	0.0	0.0	4.3	36.7	64.6	88.1	23.5	575.5
1983	97.8	78.1	18.7	8.4	0.0	1.6	0.0	3.5	17.1	14.6	15.8	77.8	333.4
1984	321.2	232.1	220.8	38.8	18.7	33.6	0.0	17.6	1.8	67.8	156.9	115.6	1224.9
1985	135.2	190.9	105.3	140.6	24.4	13.4	0.0	0.0	44.0	7.8	148.7	204.2	1014.5
1986	144.0	283.3	238.3	100.7	8.2	0.2	0.0	9.4	11.7	1.8	43.7	151.2	992.5
1987	280.9	77.1	74.3	26.2	0.0	0.0	35.2	6.5	8.6	23.5	57.0	28.5	617.8
1988	199.5	45.1	179.1	130.7	9.6	2.5	0.0	0.0	5.9	44.6	13.2	101.4	731.6
1989	225.5	130.9	129.0	77.3	3.5	5.3	2.4	5.4	4.8	0.0	26.1	44.6	654.8
1990	135.7	36.7	80.8	11.0	15.3	55.3	0.0	15.7	9.4	99.4	141.5	128.5	729.3
1991	130.1	131.0	148.2	27.6	2.9	43.6	0.0	0.6	21.8	28.5	30.1	64.0	628.4
1992	120.7	100.0	59.5	39.5	0.0	3.9	15.8	31.9	0.0	61.9	48.9	102.1	584.2
1993	206.4	66.2	133.8	61.0	14.1	1.5	0.0	34.6	18.3	123.4	126.8	176.9	963.0
1994	206.8	197.2	148.8	110.0	14.8	1.5	1.5	0.0	5.9	8.7	74.3	140.1	909.6
1995	140.5	205.5	150.2	12.1	0.0	0.0	0.0	4.3	11.1	3.4	59.3	171.0	757.4
1996	277.3	127.4	94.4	52.6	20.2	0.0	0.0	52.0	12.0	4.7	96.3	97.5	834.4
1997	187.9	239.2	114.6	29.3	1.0	0.0	0.0	21.8	94.9	22.6	122.0	54.9	888.2
1998	87.7	94.3	88.8	31.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	28.3	44.0	25.1	409.2
1999	132.7	180.7	240.7	73.9	19.5	0.0	0.0	11.9	6.7	92.5	1.1	71.1	830.8
2000	250.3	236.7	126.3	12.5	5.3	1.4	0.0	10.1	6.5	66.7	7.1	139.5	862.4
2001	368.5	267.6	139.4	78.2	13.1	0.0	3.5	4.7	12.1	24.5	44.5	67.8	1023.9
2002	68.9	214.8	163.0	74.8	22.6	4.6	25.9	15.0	10.9	44.3	68.9	63.0	776.7
2003	194.4	123.4	124.0	28.2	12.6	0.0	0.0	5.6	19.1	6.1	24.3	128.4	666.1
2004	228.3	146.8	71.8	22.5	0.0	1.8	11.1	43.9	6.1	0.0	14.1	61.4	607.8
2005	115.1	280.3	79.3	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	39.0	37.5	127.8	740.6
2006	240.8	96.5	88.3	32.7	6.3	3.4	0.0	12.9	34.0	18.7	53.5	68.6	655.7
2007	109.3	96.8	168.9	48.0	4.9	0.0	0.0	0.0	45.8	57.8	71.4	110.6	713.5
N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	174.5	158.2	127.2	44.0	10.3	4.8	4.5	11.5	21.7	35.4	57.3	105.4	754.8
DESV. EST	78.0	70.0	54.9	30.9	11.6	11.6	9.0	14.6	20.3	29.7	43.4	53.8	178.8
MÁXIMA	368.5	283.3	258.4	140.6	51.5	55.3	35.2	57.4	94.9	123.4	156.9	260.8	1224.9
MÍNIMA	53.9	36.7	18.7	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5	333.4



Tabla C.5

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Mañazo

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**  
**ESTACIÓN: MAÑAZO**

Código: 115051	País: Perú		Distrito: Mañazo		Altitud: 3920	
Cuenca: Titicaca	Dpto.: Puno		Latitud Sur: 15° 48' 00"		Zona geodésica 19 Sur	
Tipo: CO	Prov.: Puno		Longitud Oeste: 70° 21' 00"		Propietario: SENAMHI	

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	35.9	55.7	85.5	48.6	16.6	0.0	0.0	0.4	7.0	15.2	28.6	48.1	341.6
1965	84.3	55.7	43.5	35.0	1.7	0.2	2.6	0.8	7.1	3.0	13.6	124.2	371.7
1966	24.3	95.5	31.0	3.6	20.6	0.0	0.0	0.0	6.5	12.9	44.5	29.2	268.1
1967	26.8	54.1	115.8	2.5	8.7	0.0	6.7	0.0	16.3	32.9	0.7	66.1	330.6
1968	45.3	88.0	91.9	6.4	18.3	9.0	0.4	0.0	15.8	35.0	96.9	84.3	491.3
1969	199.7	122.8	57.1	8.0	0.0	0.0	0.3	0.0	7.6	59.6	60.5	116.3	631.9
1970	147.5	106.6	184.0	25.2	5.8	0.0	0.0	0.0	5.4	26.6	7.2	176.6	684.9
1971	99.9	211.0	52.2	44.3	2.9	1.0	0.0	0.1	0.0	11.0	48.6	147.8	618.8
1972	210.8	147.4	147.4	25.7	8.4	0.0	0.0	0.0	34.4	24.5	28.9	80.6	708.1
1973	245.5	142.3	158.3	47.9	10.4	1.2	2.7	3.4	37.3	21.9	52.8	98.4	822.1
1974	335.3	305.1	80.8	40.7	0.3	9.2	1.0	57.2	26.1	19.1	31.6	71.0	977.4
1975	191.3	267.8	139.0	20.6	32.8	0.2	0.0	0.7	25.1	62.4	39.1	158.2	937.2
1976	195.3	147.1	166.0	36.5	3.6	0.2	5.1	14.4	48.7	2.9	20.4	93.3	733.5
1977	37.1	258.6	149.2	33.0	3.8	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	75.0	112.0	676.0
1978	223.9	109.3	102.7	42.9	0.0	0.0	1.2	2.2	8.6	7.4	94.7	190.9	783.8
1979	148.5	70.2	163.7	36.1	0.0	0.0	0.0	8.0	2.2	23.9	38.9	78.2	569.7
1980	93.6	54.9	122.8	2.1	0.0	0.0	0.0	2.4	28.9	100.2	226.2	27.1	658.2
1981	174.1	223.6	132.4	65.2	2.3	0.0	0.0	25.7	14.7	23.0	61.7	95.5	818.2
1982	181.5	76.0	89.1	55.9	1.1	0.0	0.0	3.2	34.7	50.4	109.4	22.8	624.1
1983	43.5	65.8	25.8	25.4	3.1	0.2	0.0	2.4	16.4	23.1	33.7	96.9	336.3
1984	256.5	269.7	183.3	25.2	10.6	4.6	0.0	12.4	1.8	100.7	97.4	100.7	1062.9
1985	121.6	263.7	101.1	77.3	10.5	5.5	0.4	6.9	20.5	43.0	135.2	173.3	959.0
1986	140.7	238.9	179.9	100.4	1.7	0.0	3.0	8.2	19.0	8.8	26.1	137.9	864.6
1987	205.4	71.3	59.9	17.1	0.3	1.9	5.2	1.8	3.6	35.2	99.6	41.3	542.6
1988	193.9	61.4	176.8	90.3	12.8	0.1	0.2	0.0	7.0	31.9	21.5	96.7	692.6
1989	189.7	118.0	112.9	76.8	0.3	1.5	0.7	6.7	4.6	9.7	45.6	51.6	618.1
1990	137.8	42.3	51.2	26.9	7.3	16.0	0.0	7.8	2.5	67.5	114.6	100.1	574.0
1991	120.7	88.3	118.8	39.7	5.0	11.9	0.6	2.4	4.9	30.9	45.8	71.5	540.5
1992	95.0	88.7	28.3	20.0	0.0	0.9	0.9	35.2	0.1	37.9	46.4	62.6	416.0
1993	172.9	56.3	25.4	86.2	0.9	0.0	0.0	13.7	7.6	71.3	56.6	132.5	623.4
1994	182.4	139.5	131.6	95.3	6.1	1.4	0.0	0.0	4.0	2.4	87.4	104.6	754.7
1995	89.6	114.0	131.8	5.1	0.0	0.0	0.0	3.0	14.7	6.8	24.8	95.1	484.9
1996	215.5	142.0	50.8	20.8	1.2	0.0	0.5	15.3	2.3	9.1	73.8	135.3	666.6
1997	192.1	197.1	152.1	84.5	1.3	0.0	0.0	23.5	47.9	22.6	68.5	44.6	834.2
1998	179.8	138.2	77.5	25.1	0.0	3.8	0.0	1.9	0.0	34.8	61.7	25.4	548.2
1999	109.1	134.4	179.0	83.8	9.3	0.0	0.0	4.8	21.4	90.2	8.3	103.9	744.2
2000	143.5	190.0	75.1	17.6	6.3	0.0	0.0	3.8	8.6	73.3	9.3	107.3	634.8
2001	361.1	231.4	151.8	72.1	5.4	0.0	1.2	10.5	1.9	31.7	34.3	69.8	971.2
2002	77.3	161.2	106.2	68.3	21.2	8.7	12.4	6.8	9.7	77.2	70.7	98.5	718.2
2003	136.7	78.8	139.4	23.4	14.1	3.7	0.0	1.6	20.1	9.1	35.3	96.8	559.0
2004	183.3	133.7	89.7	38.0	0.0	1.1	10.8	23.3	19.6	3.4	11.8	30.5	545.2
2005	88.5	220.3	63.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	22.1	71.5	114.6	638.5
2006	219.8	92.6	108.6	30.7	1.2	0.0	0.0	1.8	28.5	22.8	62.5	103.1	671.6
2007	111.7	100.1	224.1	71.9	11.4	0.0	2.5	6.7	22.4	30.8	77.6	113.6	772.8
N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	151.6	137.0	110.4	42.2	6.1	1.9	1.5	7.3	14.1	32.5	56.8	93.8	655.0
DESV. EST	75.8	72.2	50.7	27.8	7.3	3.7	2.9	11.1	12.8	26.9	41.4	41.3	184.5
MÁXIMA	361.1	305.1	224.1	100.4	32.8	16.0	12.4	57.2	48.7	100.7	226.2	190.9	1062.9
MÍNIMA	24.3	42.3	25.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	22.8	268.1

Tabla C.6

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Puno

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**  
**ESTACIÓN: PUNO**

Código: 100110	País: Perú		Distrito: Puno		Altitud: 3820								
Cuenca: Titicaca	Dpto.: Puno		Latitud Sur: 15° 49' 34.5"		Zona geodésica 19 Sur								
Tipo: CP	Prov.: Puno		Longitud Oeste: 70° 00' 43.5"		Propietario: SENAMHI								
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	48.2	95.0	112.9	54.1	11.8	0.0	0.0	6.6	22.2	7.8	50.2	48.2	457.0
1965	100.7	174.8	61.2	30.7	0.8	0.0	0.6	7.1	32.2	14.0	49.7	116.0	587.8
1966	32.5	79.9	18.6	76.1	40.3	0.0	0.5	0.0	1.0	42.9	71.8	27.8	391.4
1967	71.8	106.1	213.8	12.8	12.9	0.0	16.9	27.8	63.5	43.7	4.0	121.5	694.8
1968	120.7	117.4	111.2	62.7	10.4	12.3	3.7	2.8	15.5	59.4	59.1	48.9	624.1
1969	164.5	98.6	68.4	33.7	0.0	0.2	3.2	0.9	4.5	25.7	52.6	51.5	503.8
1970	142.4	55.5	189.5	32.0	7.5	0.0	0.0	0.9	10.4	18.0	14.6	97.2	568.0
1971	101.0	268.2	28.4	25.2	0.0	2.9	0.0	9.1	1.2	19.5	93.5	103.6	652.6
1972	210.8	130.9	164.0	37.2	6.6	0.0	0.0	0.0	37.3	32.6	46.1	132.6	798.1
1973	238.2	131.7	159.1	97.6	13.3	0.0	1.8	6.1	32.5	16.4	29.5	70.8	797.0
1974	253.0	206.8	54.9	57.6	0.2	2.5	0.2	51.2	36.5	12.5	27.3	48.1	750.8
1975	157.0	177.6	158.6	37.5	43.7	0.7	0.1	14.5	48.7	53.3	24.7	235.2	951.6
1976	200.2	149.5	169.2	25.6	9.9	0.4	1.4	16.9	44.4	9.1	11.6	119.8	758.0
1977	49.1	206.1	209.8	5.8	8.8	0.0	2.3	0.0	48.1	53.9	49.7	108.8	742.4
1978	224.5	95.3	136.3	28.3	0.4	0.0	3.2	0.4	17.5	24.9	142.2	155.0	828.0
1979	131.2	35.2	143.1	44.1	1.4	0.0	0.9	1.8	8.5	45.5	31.7	83.9	527.3
1980	60.8	57.3	258.4	18.5	1.3	0.1	4.9	13.5	66.1	72.8	25.8	34.9	614.4
1981	182.4	207.3	111.3	71.9	4.7	0.0	0.0	37.8	21.1	25.6	49.0	129.0	840.1
1982	232.1	83.5	99.7	75.0	2.6	5.2	1.9	0.0	52.9	114.4	103.0	24.5	794.8
1983	20.7	70.4	57.6	55.5	14.2	2.3	1.5	4.8	46.4	26.7	29.8	104.2	434.1
1984	318.9	330.1	223.0	44.4	18.3	4.2	3.7	25.5	0.0	157.5	68.8	96.2	1290.6
1985	130.0	337.6	123.3	90.7	24.9	27.3	0.0	8.2	40.1	32.7	123.5	134.2	1072.5
1986	145.1	251.1	221.2	105.8	0.1	0.0	5.2	12.0	42.0	4.2	9.2	131.5	927.4
1987	224.3	71.5	73.8	44.2	1.7	3.8	12.5	0.0	4.3	58.4	110.8	25.4	630.7
1988	213.2	73.5	228.9	72.9	23.3	0.0	0.3	0.0	20.5	70.5	45.5	99.1	847.7
1989	203.8	129.9	137.1	100.9	0.0	0.4	1.7	14.7	17.6	14.2	21.4	42.9	684.6
1990	167.2	22.4	59.9	43.0	12.1	54.7	0.0	11.8	10.1	107.9	94.5	63.2	646.8
1991	124.1	67.7	185.8	46.2	6.8	33.6	0.0	3.0	14.7	20.4	44.2	50.3	596.8
1992	66.0	89.7	15.7	38.8	0.0	0.5	2.3	42.2	0.0	34.4	29.4	55.1	374.1
1993	175.6	100.7	107.0	52.5	6.6	1.1	0.0	37.9	18.0	69.1	79.2	111.5	759.2
1994	180.0	183.1	113.3	116.2	29.9	0.4	0.0	0.0	18.3	36.6	52.6	73.2	803.6
1995	122.7	119.7	124.0	2.1	4.1	0.0	0.0	3.0	21.9	15.3	50.3	80.2	543.3
1996	252.7	130.5	60.8	76.3	0.0	0.0	2.9	12.8	0.8	10.4	88.3	118.0	753.5
1997	239.6	213.2	98.6	88.6	0.9	0.0	0.0	21.9	108.2	30.1	62.9	44.9	908.9
1998	196.4	115.5	135.3	25.4	0.0	4.9	0.0	4.3	4.5	26.9	43.9	58.0	615.1
1999	193.7	244.5	202.0	86.0	7.5	0.0	1.5	1.9	16.1	150.3	32.0	68.4	1003.9
2000	167.1	210.0	150.1	40.3	0.4	2.3	4.2	17.9	14.6	95.8	13.9	69.0	785.6
2001	248.7	214.6	224.1	69.8	12.2	2.2	0.0	12.5	27.1	68.4	56.2	81.0	1016.8
2002	129.6	180.0	170.6	105.3	15.4	21.1	22.7	30.6	11.6	65.9	43.8	112.2	908.8
2003	174.5	114.4	113.4	46.1	36.7	4.8	0.2	9.6	42.9	25.4	14.3	131.8	714.1
2004	208.9	125.2	115.5	29.2	6.2	0.0	10.2	43.0	34.3	5.6	41.2	59.1	678.4
2005	103.3	157.9	134.6	45.7	0.4	0.0	0.0	0.0	11.8	39.5	80.5	100.8	674.5
2006	291.1	64.3	159.6	44.6	0.9	0.0	0.0	0.6	21.2	37.4	53.8	101.5	775.0
2007	84.8	171.0	236.7	49.7	10.6	0.0	3.3	1.5	61.3	77.0	44.2	74.1	814.2
N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	161.4	142.4	135.0	53.3	9.3	4.3	2.6	11.8	26.6	44.8	51.6	87.3	730.5
DESV. EST	71.3	74.0	62.4	28.2	11.2	10.6	4.7	13.8	22.2	36.2	31.4	41.2	185.2
MÁXIMA	318.9	337.6	258.4	116.2	43.7	54.7	22.7	51.2	108.2	157.5	142.2	235.2	1290.6
MÍNIMA	20.7	22.4	15.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	4.0	24.5	374.1

Tabla C.7

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Rincón de la Cruz

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**  
**ESTACIÓN: RINCÓN DE LA CRUZ**

Código: 000821	País: Perú		Distrito: Ácora		Altitud: 3835	
Cuenca: Titicaca	Dpto.: Puno		Latitud Sur: 15° 59' 26.1"		Zona geodésica 19 Sur	
Tipo: CO	Prov.: Puno		Longitud Oeste: 69° 48' 39.0"		Propietario: SENAMHI	

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	53.5	103.6	122.5	40.9	36.3	0.0	0.0	2.8	33.7	18.0	62.0	53.8	527.1
1965	114.4	107.7	83.3	37.2	3.4	1.1	4.9	1.8	24.9	17.2	35.4	138.6	569.9
1966	46.4	108.2	69.8	17.9	67.9	0.0	0.0	0.0	11.2	26.9	76.1	59.1	483.5
1967	83.7	105.3	203.2	19.8	19.7	0.6	13.9	11.1	49.2	38.1	7.8	121.6	674.0
1968	114.4	160.6	120.8	26.1	31.6	22.7	1.7	2.1	18.8	47.3	142.3	50.2	738.6
1969	199.4	104.3	73.3	41.0	0.0	2.3	1.5	0.3	13.2	28.8	48.6	64.5	577.2
1970	172.5	132.9	191.9	32.4	21.8	0.0	0.0	0.2	22.1	19.1	22.2	129.7	744.8
1971	121.6	236.8	59.3	33.2	4.5	1.9	0.0	9.2	3.3	14.5	54.8	102.2	641.3
1972	251.7	135.8	167.1	20.3	5.8	0.0	0.0	0.9	30.4	33.3	61.5	106.2	813.0
1973	262.4	145.5	163.3	78.4	21.4	1.3	3.9	9.0	36.8	19.4	26.3	73.5	841.2
1974	287.7	229.5	102.1	48.5	1.3	25.8	1.1	80.0	18.9	14.5	27.0	69.4	905.8
1975	183.0	199.4	143.5	23.3	51.9	2.0	0.0	6.4	33.3	57.2	23.8	212.8	936.6
1976	224.3	153.3	161.3	28.8	16.2	1.9	14.4	18.6	63.5	7.8	6.9	84.0	781.0
1977	83.7	230.2	187.1	12.4	4.5	0.0	8.9	0.4	36.8	35.8	112.6	109.0	821.4
1978	260.8	112.9	129.8	46.6	0.1	0.0	5.0	3.3	15.4	13.4	134.8	165.0	887.1
1979	192.4	73.9	149.1	35.8	3.9	0.3	1.9	5.6	4.5	35.7	57.0	90.8	650.9
1980	76.1	65.3	247.0	12.5	3.0	0.1	0.8	14.5	43.7	84.1	49.1	39.9	636.1
1981	202.8	230.9	167.8	72.8	4.4	0.0	0.0	38.7	30.1	21.9	49.5	94.2	913.1
1982	211.3	78.5	116.8	65.6	3.1	0.2	0.0	4.7	45.6	71.7	113.1	22.5	733.1
1983	50.7	68.0	32.7	29.8	12.0	1.1	0.0	3.6	26.2	16.2	17.7	95.6	353.6
1984	298.7	278.6	232.0	34.5	28.0	24.8	0.0	18.6	1.0	90.7	149.3	99.4	1255.6
1985	230.7	309.0	171.5	63.2	71.4	67.7	2.3	19.5	60.6	42.6	208.9	193.3	1440.7
1986	163.7	219.4	188.1	132.8	8.8	0.0	0.2	14.9	5.5	32.9	17.5	84.1	867.9
1987	206.5	87.2	74.6	21.2	3.5	9.3	9.0	0.2	0.0	32.4	108.0	50.9	602.8
1988	197.4	51.2	219.2	96.0	13.2	0.0	3.4	0.0	39.4	10.0	21.9	90.8	742.5
1989	201.7	173.9	142.6	82.9	0.0	0.0	2.8	14.2	37.0	19.3	26.0	45.3	745.7
1990	101.1	56.5	54.8	11.0	12.3	67.6	0.0	16.4	13.1	134.5	27.8	131.4	626.5
1991	104.9	43.8	270.6	71.0	14.6	43.5	7.7	9.9	13.7	45.7	49.2	60.2	734.8
1992	122.9	84.9	63.8	45.0	0.0	3.0	3.2	35.7	3.0	23.2	58.4	45.5	488.6
1993	178.9	29.7	109.1	37.4	6.5	0.5	0.0	37.9	27.5	51.1	82.4	70.9	631.9
1994	117.4	103.2	80.7	84.4	17.8	0.5	0.0	0.5	1.6	30.8	62.1	192.4	691.4
1995	112.0	113.9	170.9	5.2	6.3	0.0	0.0	4.5	13.7	12.3	70.9	136.9	646.6
1996	202.4	185.9	95.7	45.9	0.5	0.0	20.8	7.1	12.5	6.8	92.8	100.1	770.5
1997	227.0	158.4	105.2	55.8	6.7	0.0	0.0	40.3	87.1	47.4	91.2	53.1	872.2
1998	103.3	161.3	46.3	45.3	0.0	2.5	0.0	0.7	3.2	5.6	53.4	34.9	456.5
1999	217.9	214.8	275.0	69.2	5.1	0.0	0.0	1.5	37.8	190.3	36.8	79.4	1127.8
2000	239.5	164.3	134.6	28.8	2.8	6.5	5.8	20.2	7.4	99.8	7.3	123.3	840.3
2001	356.0	222.9	202.1	65.2	9.6	3.2	10.5	19.3	15.8	58.0	33.8	96.0	1092.4
2002	108.2	240.7	220.5	148.8	20.9	19.8	42.0	13.2	10.7	62.8	80.7	106.0	1074.3
2003	165.1	78.9	168.5	14.8	23.4	0.5	0.0	10.3	53.6	14.8	18.2	87.3	635.4
2004	284.1	135.5	50.6	20.2	10.8	2.0	19.8	37.5	15.2	2.5	21.4	62.3	661.9
2005	123.1	145.5	75.7	21.6	8.8	0.0	0.0	0.0	25.2	56.5	57.5	89.2	603.1
2006	328.3	81.2	136.2	32.8	3.2	3.0	0.0	8.9	28.7	26.5	74.6	81.3	804.7
2007	87.4	113.4	107.0	29.4	0.0	0.4	0.0	0.2	10.8	3.1	49.2	87.8	488.7
N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	174.3	141.7	138.3	45.1	13.3	7.2	4.2	12.4	24.7	39.1	59.7	92.8	753.0
DESV. EST	77.9	67.6	62.6	30.7	16.7	16.1	7.9	15.7	19.1	36.4	43.2	42.4	214.2
MÁXIMA	356.0	309.0	275.0	148.8	71.4	67.7	42.0	80.0	87.1	190.3	208.9	212.8	1440.7
MÍNIMA	46.4	29.7	32.7	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	6.9	22.5	353.6

Tabla C.8

Precipitación mensual completada y extendida de la estación Umayo

**PRECIPITACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)**

**ESTACIÓN: U MAYO**

Código: 7412	País: Perú		Distrito: Atuncolla		Altitud: 3850								
Cuenca: Illpa	Dpto.: Puno		Latitud Sur: 15° 44' 00"		Zona geodésica 19 Sur								
Tipo: PLU	Prov.: Puno		Longitud Oeste: 70° 09' 00"		Propietario: SENAMHI								
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1964	20.2	78.8	74.9	37.7	12.0	0.0	0.0	0.0	12.1	0.0	15.4	66.3	317.4
1965	105.8	133.5	108.5	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	19.7	10.5	20.4	128.5	580.7
1966	16.3	44.8	82.6	9.6	35.1	0.0	0.0	0.0	1.3	19.7	82.0	38.4	329.8
1967	85.8	46.8	143.7	23.9	0.0	0.0	8.0	9.6	13.7	10.7	3.1	110.7	456.0
1968	62.2	164.1	53.1	19.7	16.1	18.3	5.7	0.5	20.9	54.8	74.7	48.5	538.6
1969	159.5	82.8	37.7	55.5	0.0	0.0	2.4	0.0	5.7	10.6	49.7	75.3	479.2
1970	147.8	146.2	153.1	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	2.4	105.0	571.1
1971	82.9	165.7	15.0	30.1	0.0	1.9	0.0	0.0	1.7	21.6	76.5	62.9	458.3
1972	147.2	166.9	116.8	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	23.9	27.2	98.3	591.8
1973	123.9	141.3	59.0	34.1	4.7	0.0	0.0	10.4	57.4	24.2	22.8	76.3	554.1
1974	253.0	207.9	146.2	50.1	0.0	0.6	0.0	14.2	6.2	1.4	32.0	35.4	747.0
1975	173.0	191.1	77.5	33.8	56.5	0.0	0.0	0.0	40.0	56.1	27.2	217.3	872.5
1976	172.9	149.3	122.7	38.7	9.3	0.0	0.0	3.4	72.4	5.7	2.8	87.8	665.0
1977	81.7	197.4	120.3	6.6	0.9	0.0	3.8	0.0	36.2	36.2	80.0	122.1	685.2
1978	201.8	100.6	150.7	40.7	0.0	0.0	1.9	0.0	13.5	8.0	114.3	163.1	794.6
1979	188.8	45.4	133.5	52.9	11.4	0.0	0.0	3.9	0.0	21.1	12.7	101.9	571.6
1980	42.0	60.8	232.3	4.9	0.0	0.0	7.1	4.4	54.1	72.8	29.0	48.4	555.8
1981	241.2	189.1	157.6	92.7	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	39.2	62.7	37.9	833.4
1982	189.5	73.9	69.0	124.8	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4	76.0	131.9	22.5	717.0
1983	44.6	40.8	9.9	22.2	0.0	5.8	0.0	4.2	33.0	9.4	26.7	97.5	294.1
1984	372.7	277.9	247.8	29.2	20.0	4.7	0.0	22.6	0.0	111.5	100.3	158.9	1345.6
1985	172.7	293.2	104.3	94.9	10.4	14.8	0.0	0.0	33.2	10.8	118.1	149.4	1001.8
1986	200.1	225.9	169.0	156.1	0.0	0.0	0.0	13.8	11.3	14.3	11.7	96.4	898.6
1987	154.6	42.3	25.7	3.2	0.0	0.0	25.2	0.0	0.0	32.2	96.1	61.4	440.7
1988	304.5	95.3	210.8	139.3	19.8	0.0	0.0	0.0	7.2	54.5	9.9	125.8	967.1
1989	225.0	164.1	153.0	86.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	41.7	31.6	717.2
1990	177.0	62.1	69.5	37.7	16.0	43.3	0.0	22.4	7.0	68.2	137.7	37.1	678.0
1991	150.6	123.2	89.0	49.0	2.9	39.4	0.0	0.0	27.0	29.4	34.0	79.4	623.9
1992	70.9	109.0	33.6	26.3	0.0	0.0	14.7	41.2	6.8	117.4	39.2	73.7	532.8
1993	215.6	61.4	109.7	72.4	7.8	0.0	0.0	37.2	14.8	144.2	115.5	117.5	896.1
1994	171.1	148.9	129.1	131.7	13.5	0.4	0.0	0.4	5.6	19.2	45.0	108.5	773.4
1995	115.3	113.2	123.7	13.8	1.5	0.2	0.0	0.8	14.7	10.5	43.4	106.2	543.3
1996	240.2	128.8	55.2	61.4	4.8	0.0	3.8	14.7	7.7	10.4	66.0	83.2	676.2
1997	181.6	203.7	118.9	75.2	2.0	0.0	0.0	19.1	73.3	29.5	78.5	47.2	829.0
1998	156.1	115.4	99.3	37.1	0.0	5.0	0.0	1.1	1.5	24.6	49.7	29.2	519.0
1999	136.9	178.8	201.4	106.1	12.4	0.4	1.6	1.6	20.5	124.5	13.2	61.0	858.4
2000	200.7	185.7	119.5	28.2	4.1	2.0	3.0	6.9	8.3	98.2	8.0	99.2	763.8
2001	290.8	219.1	145.4	87.7	11.3	1.4	5.0	13.8	9.0	60.5	28.0	80.8	952.8
2002	94.8	184.9	153.5	133.5	23.2	8.1	39.6	10.4	10.8	83.7	68.3	102.7	913.5
2003	175.7	97.2	139.2	34.2	16.9	2.2	0.1	4.0	32.5	16.0	17.1	119.4	654.5
2004	239.7	124.8	88.7	45.2	2.6	1.0	16.8	17.2	21.5	3.0	15.9	64.6	641.0
2005	108.2	209.2	88.5	53.0	1.3	0.0	0.0	0.1	15.5	39.9	45.6	96.8	658.1
2006	253.1	81.7	131.2	43.3	1.9	1.8	0.0	0.6	24.0	34.3	62.9	79.3	714.1
2007	96.6	95.4	208.8	67.7	6.6	0.4	7.0	0.3	27.4	68.2	56.9	79.6	714.9
Nº DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
PROM.	160.1	135.6	115.4	53.6	7.4	3.4	3.3	6.6	18.2	39.4	49.9	87.1	680.2
DESV. EST	77.2	63.8	55.9	39.7	11.1	9.2	7.6	9.9	18.7	36.6	37.3	40.2	202.9
MÁXIMA	372.7	293.2	247.8	156.1	56.5	43.3	39.6	41.2	73.3	144.2	137.7	217.3	1345.6
MÍNIMA	16.3	40.8	9.9	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	22.5	294.1

# **Anexo D**

## **Precipitación areal y efectiva, caudal medio generado y números aleatorios**

Tabla D.1

Precipitación areal mensual de la cuenca del río Lluscamayo (mm) 1964-2007

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	43.3	91.3	105.1	50.3	12.9	0.0	0.0	4.8	21.8	8.3	43.9	50.8
1965	99.3	155.0	68.2	35.2	1.0	0.2	0.9	5.6	28.4	14.2	42.2	122.6
1966	32.1	80.1	33.0	57.2	39.3	0.0	0.4	0.0	1.8	37.1	74.1	31.8
1967	72.3	97.1	198.2	15.0	11.0	0.0	15.4	22.8	51.6	38.2	3.6	117.6
1968	108.6	127.1	101.8	50.2	13.3	13.4	3.7	2.2	16.4	56.6	67.5	52.5
1969	167.9	99.6	64.8	36.2	0.0	0.2	2.7	0.6	6.1	24.5	51.5	62.9
1970	142.6	77.1	180.8	27.5	7.5	0.0	0.0	0.6	8.0	16.9	12.3	108.2
1971	101.0	247.7	29.5	27.0	0.4	2.5	0.0	6.8	1.1	18.3	85.2	100.5
1972	201.8	140.8	152.9	30.5	5.5	0.0	0.0	0.0	31.4	31.5	42.2	126.7
1973	218.9	133.6	141.4	81.4	12.1	0.1	1.7	6.9	38.1	17.4	29.4	73.9
1974	259.6	215.1	73.8	55.0	0.2	2.9	0.2	46.8	29.8	11.0	27.5	50.1
1975	161.7	189.5	141.5	34.8	44.2	0.7	0.1	10.9	43.9	54.2	26.7	228.9
1976	203.8	151.0	163.7	29.2	9.8	0.3	3.0	15.3	50.1	8.4	10.0	110.7
1977	55.9	207.2	188.1	7.7	6.9	0.0	2.8	0.0	41.5	47.7	59.4	112.0
1978	220.2	99.2	134.1	32.4	0.3	0.0	3.7	0.6	16.1	20.0	134.8	155.7
1979	145.7	43.9	141.4	43.7	2.9	0.1	1.1	2.6	6.5	39.5	31.0	85.4
1980	61.5	57.8	244.1	14.7	1.0	0.1	4.8	11.5	60.0	75.2	38.3	37.2
1981	194.2	210.0	120.7	73.6	3.6	0.0	0.0	32.6	18.1	26.8	50.1	113.6
1982	217.3	81.3	93.1	78.4	2.0	3.7	1.4	0.5	46.9	101.0	106.6	23.9
1983	30.2	65.3	45.7	45.2	10.4	2.7	1.1	4.5	40.4	22.8	28.4	101.0
1984	322.5	311.4	223.3	40.0	18.1	6.1	2.6	23.6	0.2	140.3	81.6	107.2
1985	137.7	317.2	118.6	92.6	22.3	23.7	0.1	6.5	38.1	28.3	125.1	142.7
1986	154.1	247.3	210.8	113.2	0.8	0.0	4.1	11.9	33.3	6.3	12.5	126.4
1987	215.1	67.6	65.1	34.6	1.3	2.8	15.4	0.4	3.7	50.2	104.4	32.5
1988	225.2	74.2	219.0	87.3	21.1	0.1	0.3	0.0	16.9	63.2	36.1	103.2
1989	206.8	134.5	137.3	95.5	0.3	0.7	1.5	11.3	13.6	13.3	26.3	41.5
1990	164.3	31.1	62.0	38.9	12.6	50.8	0.0	13.5	9.1	98.8	104.1	65.5
1991	127.7	81.1	165.5	45.5	5.9	33.8	0.1	2.4	16.3	23.0	41.7	56.8
1992	72.4	92.6	22.2	35.5	0.0	0.7	4.8	40.8	1.1	48.8	33.1	60.8
1993	183.7	88.7	104.4	57.6	6.8	0.9	0.0	36.0	16.9	83.5	86.0	116.3
1994	179.2	175.4	118.3	116.8	24.7	0.5	0.1	0.1	14.5	30.0	54.6	86.0
1995	120.1	122.2	126.4	4.7	3.2	0.0	0.0	2.7	19.5	13.3	48.2	90.5
1996	249.2	131.7	61.6	68.8	2.0	0.0	3.0	15.4	2.8	9.9	84.1	112.2
1997	224.2	211.7	105.4	82.2	1.2	0.0	0.0	22.0	97.5	29.3	69.1	46.1
1998	182.2	116.5	122.0	27.6	0.0	5.0	0.0	3.3	3.5	26.4	45.9	49.2
1999	175.8	223.8	203.3	88.0	8.9	0.1	1.3	2.6	16.8	139.2	25.8	69.7
2000	176.5	205.6	138.9	35.4	1.6	2.1	3.5	14.9	12.7	93.0	12.2	80.9
2001	269.6	219.3	201.5	73.0	11.5	1.8	1.2	12.4	21.8	62.2	49.3	79.7
2002	117.3	182.4	164.8	106.4	17.4	17.3	25.2	24.8	11.3	67.8	51.0	107.0
2003	172.7	109.7	120.2	41.4	30.6	4.0	0.2	8.0	38.4	21.7	16.6	126.3
2004	213.5	126.9	106.4	32.0	5.0	0.4	11.5	37.5	29.4	4.7	33.7	58.2
2005	104.2	175.9	118.8	46.6	0.6	0.0	0.0	0.0	12.6	38.2	71.5	101.9
2006	278.2	71.0	147.9	42.7	1.4	0.5	0.0	1.4	22.9	34.6	56.0	96.0
2007	89.9	149.6	225.1	53.2	9.5	0.1	3.6	1.5	51.9	70.4	49.5	79.6
<b>Media</b>	<b>161.4</b>	<b>141.8</b>	<b>129.8</b>	<b>51.9</b>	<b>8.9</b>	<b>4.1</b>	<b>2.8</b>	<b>10.7</b>	<b>24.2</b>	<b>42.4</b>	<b>51.9</b>	<b>88.7</b>



Tabla D.2  
 Precipitación efectiva generada por el método USBR Cuenca del río Lluscamayo 1964-2007 (mm/mes)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	4.4	17.0	23.9	5.4	1.1	0.0	0.0	0.4	1.9	0.7	4.5	5.5
1965	13.1	37.6	5.6	2.2	0.1	0.0	0.1	0.3	1.6	0.8	2.7	21.9
1966	4.1	14.2	4.2	8.5	5.2	0.0	0.1	0.0	0.2	4.8	12.6	4.0
1967	5.6	10.9	54.1	0.7	0.5	0.0	0.7	1.1	3.1	2.1	0.2	17.4
1968	20.5	30.0	17.5	4.2	0.9	0.9	0.3	0.2	1.1	5.1	6.9	4.5
1969	45.9	13.6	5.2	2.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	1.4	3.6	5.0
1970	24.6	5.7	40.9	1.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.5	12.7
1971	9.8	63.6	1.2	1.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.7	6.5	9.7
1972	44.7	21.4	25.7	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	1.9	16.7
1973	54.5	20.1	22.9	6.1	0.5	0.0	0.1	0.3	1.8	0.7	1.3	5.0
1974	59.0	43.8	4.1	2.4	0.0	0.1	0.0	1.9	1.1	0.4	1.0	2.1
1975	26.3	36.1	19.5	1.4	1.8	0.0	0.0	0.4	1.8	2.4	1.0	49.9
1976	43.8	24.1	28.7	1.2	0.4	0.0	0.1	0.6	2.3	0.3	0.4	11.6
1977	2.8	46.9	39.5	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	1.9	2.2	3.1	12.4
1978	49.2	8.7	18.1	1.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.7	18.3	25.4
1979	32.1	2.8	30.0	2.8	0.2	0.0	0.1	0.1	0.3	2.4	1.8	8.9
1980	3.7	3.3	69.6	0.6	0.0	0.0	0.2	0.5	3.6	5.5	1.9	1.9
1981	41.4	47.5	14.7	4.6	0.1	0.0	0.0	1.4	0.7	1.1	2.3	12.7
1982	61.4	7.0	9.6	6.4	0.1	0.2	0.1	0.0	2.6	11.7	13.3	1.1
1983	3.2	9.3	5.4	5.3	1.0	0.3	0.1	0.4	4.6	2.2	3.0	24.7
1984	64.0	61.0	37.1	1.2	0.5	0.2	0.1	0.6	0.0	14.8	4.1	7.8
1985	18.3	80.8	12.9	7.0	0.8	0.8	0.0	0.2	1.5	1.0	14.6	19.9
1986	21.4	51.0	39.4	10.4	0.0	0.0	0.1	0.4	1.2	0.2	0.4	13.6
1987	60.0	4.7	4.4	1.8	0.1	0.1	0.7	0.0	0.2	2.9	12.5	1.7
1988	51.2	4.5	49.0	6.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.6	3.3	1.5	9.7
1989	48.3	19.9	20.9	8.7	0.0	0.0	0.1	0.4	0.5	0.5	1.1	1.9
1990	46.3	2.0	5.1	2.7	0.7	3.7	0.0	0.8	0.5	14.1	16.0	5.6
1991	24.2	8.1	43.3	3.0	0.3	2.1	0.0	0.1	0.9	1.2	2.7	4.1
1992	11.7	17.1	2.8	4.5	0.0	0.1	0.6	5.3	0.1	6.6	4.1	9.0
1993	50.8	9.5	14.1	3.9	0.4	0.0	0.0	2.1	0.9	8.2	8.8	18.3
1994	39.1	37.5	15.4	14.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.4	2.9	7.1
1995	21.0	21.9	23.7	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	1.1	0.7	3.2	10.5
1996	64.5	18.7	3.4	4.1	0.1	0.0	0.1	0.6	0.1	0.4	6.4	12.7
1997	52.5	47.7	10.5	5.8	0.0	0.0	0.0	0.8	8.7	1.2	4.0	2.1
1998	44.3	16.3	18.2	1.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	1.2	2.5	2.8
1999	29.7	45.6	38.8	5.9	0.3	0.0	0.0	0.1	0.6	17.9	0.9	3.5
2000	34.3	45.4	20.4	1.5	0.1	0.1	0.1	0.6	0.5	7.7	0.5	5.6
2001	57.9	42.0	36.4	3.7	0.4	0.1	0.0	0.4	0.7	2.7	1.9	4.5
2002	16.4	43.9	35.7	12.9	0.8	0.8	1.1	1.1	0.5	4.6	2.9	13.1
2003	41.5	14.6	18.3	2.3	1.6	0.2	0.0	0.4	2.1	1.0	0.8	20.6
2004	56.3	19.2	12.5	1.6	0.2	0.0	0.5	1.9	1.4	0.2	1.7	3.4
2005	13.4	44.7	18.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.2	5.6	12.7
2006	71.0	4.1	22.8	1.8	0.1	0.0	0.0	0.1	0.8	1.4	2.7	8.1
2007	8.3	27.9	61.2	2.9	0.4	0.0	0.2	0.1	2.8	4.8	2.7	6.2

Tabla D.3  
 Caudal medio mensual generado para la cuenca del río Lluscamayo (m<sup>3</sup>/s) – serie promedio 1964-2007

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1964	0.0642	0.2153	0.2860	0.0988	0.0285	0.0123	0.0146	0.0175	0.0266	0.0207	0.0588	0.0705	0.0761
1965	0.1651	0.4745	0.1183	0.0485	0.0136	0.0115	0.0154	0.0118	0.0282	0.0199	0.0388	0.2487	0.0995
1966	0.0837	0.1844	0.0738	0.1141	0.0758	0.0180	0.0136	0.0126	0.0150	0.0632	0.1562	0.0707	0.0734
1967	0.0769	0.1476	0.6037	0.0907	0.0218	0.0143	0.0176	0.0225	0.0428	0.0314	0.0179	0.1936	0.1067
1968	0.2569	0.4002	0.2379	0.0839	0.0270	0.0205	0.0144	0.0123	0.0222	0.0623	0.0963	0.0677	0.1085
1969	0.5252	0.2334	0.0862	0.0412	0.0131	0.0143	0.0154	0.0129	0.0166	0.0217	0.0472	0.0613	0.0907
1970	0.2886	0.1139	0.4591	0.0783	0.0224	0.0151	0.0135	0.0117	0.0156	0.0196	0.0190	0.1414	0.0998
1971	0.1343	0.7831	0.1068	0.0294	0.0145	0.0133	0.0134	0.0151	0.0124	0.0154	0.0818	0.1218	0.1118
1972	0.5188	0.3297	0.3222	0.0601	0.0175	0.0144	0.0137	0.0136	0.0230	0.0263	0.0304	0.1869	0.1297
1973	0.6357	0.3260	0.2863	0.1104	0.0255	0.0158	0.0112	0.0157	0.0301	0.0193	0.0236	0.0617	0.1301
1974	0.6683	0.6146	0.1132	0.0472	0.0152	0.0140	0.0133	0.0281	0.0221	0.0150	0.0217	0.0343	0.1339
1975	0.3045	0.4779	0.2680	0.0556	0.0341	0.0133	0.0134	0.0166	0.0314	0.0370	0.0225	0.5435	0.1515
1976	0.5565	0.3625	0.3525	0.0621	0.0187	0.0145	0.0131	0.0175	0.0378	0.0165	0.0141	0.1347	0.1334
1977	0.0540	0.5719	0.4897	0.0691	0.0193	0.0158	0.0146	0.0112	0.0296	0.0345	0.0467	0.1446	0.1251
1978	0.5725	0.1870	0.2224	0.0512	0.0133	0.0146	0.0148	0.0131	0.0165	0.0164	0.2130	0.3058	0.1367
1979	0.4010	0.0916	0.3378	0.0785	0.0215	0.0121	0.0116	0.0126	0.0161	0.0348	0.0332	0.1094	0.0967
1980	0.0617	0.0539	0.7588	0.1038	0.0179	0.0124	0.0155	0.0174	0.0486	0.0709	0.0386	0.0336	0.1028
1981	0.4741	0.6326	0.2323	0.0861	0.0187	0.0138	0.0135	0.0238	0.0208	0.0208	0.0365	0.1469	0.1433
1982	0.7061	0.1814	0.1301	0.0966	0.0189	0.0174	0.0121	0.0122	0.0375	0.1370	0.1706	0.0399	0.1300
1983	0.0485	0.1229	0.0746	0.0720	0.0249	0.0164	0.0128	0.0153	0.0569	0.0386	0.0442	0.2753	0.0669
1984	0.7515	0.8280	0.4957	0.0804	0.0223	0.0163	0.0127	0.0154	0.0114	0.1629	0.0691	0.0965	0.2135
1985	0.2254	0.9944	0.2536	0.1171	0.0290	0.0203	0.0117	0.0135	0.0273	0.0237	0.1710	0.2396	0.1772
1986	0.2730	0.6510	0.4999	0.1837	0.0296	0.0150	0.0117	0.0160	0.0231	0.0147	0.0164	0.1544	0.1574
1987	0.6926	0.1512	0.0694	0.0350	0.0108	0.0145	0.0171	0.0144	0.0129	0.0422	0.1481	0.0434	0.1043
1988	0.5831	0.1365	0.5467	0.1441	0.0320	0.0132	0.0128	0.0125	0.0165	0.0449	0.0291	0.1140	0.1405
1989	0.5568	0.3131	0.2650	0.1391	0.0259	0.0130	0.0113	0.0156	0.0176	0.0146	0.0215	0.0302	0.1187
1990	0.5264	0.0971	0.0736	0.0495	0.0222	0.0496	0.0160	0.0196	0.0160	0.1601	0.2049	0.0904	0.1105
1991	0.2857	0.1423	0.4877	0.1024	0.0264	0.0353	0.0166	0.0147	0.0172	0.0224	0.0352	0.0536	0.1033
1992	0.1433	0.2297	0.0618	0.0666	0.0151	0.0128	0.0183	0.0659	0.0185	0.0836	0.0646	0.1129	0.0744
1993	0.5871	0.1958	0.1784	0.0734	0.0223	0.0140	0.0124	0.0290	0.0226	0.1007	0.1177	0.2186	0.1310
1994	0.4692	0.5136	0.2295	0.1991	0.0422	0.0154	0.0135	0.0121	0.0171	0.0228	0.0421	0.0869	0.1386
1995	0.2503	0.2962	0.2928	0.0455	0.0167	0.0108	0.0138	0.0131	0.0214	0.0213	0.0429	0.1243	0.0958
1996	0.7438	0.3230	0.0741	0.0621	0.0178	0.0134	0.0114	0.0159	0.0132	0.0139	0.0812	0.1513	0.1268
1997	0.6066	0.6503	0.1880	0.0952	0.0191	0.0130	0.0124	0.0176	0.1071	0.0322	0.0542	0.0373	0.1528
1998	0.5014	0.2651	0.2279	0.0495	0.0167	0.0154	0.0128	0.0134	0.0133	0.0200	0.0380	0.0400	0.1011
1999	0.3452	0.5951	0.4903	0.1329	0.0246	0.0153	0.0105	0.0136	0.0176	0.1983	0.0416	0.0514	0.1614
2000	0.3937	0.5975	0.2911	0.0563	0.0138	0.0161	0.0146	0.0139	0.0156	0.0896	0.0221	0.0728	0.1331
2001	0.6568	0.5906	0.4615	0.1031	0.0217	0.0147	0.0121	0.0121	0.0181	0.0392	0.0344	0.0604	0.1687
2002	0.1920	0.5554	0.4516	0.2069	0.0400	0.0207	0.0205	0.0230	0.0152	0.0572	0.0459	0.1516	0.1483
2003	0.4854	0.2394	0.2312	0.0607	0.0321	0.0155	0.0103	0.0126	0.0304	0.0207	0.0204	0.2292	0.1157
2004	0.6605	0.3199	0.1767	0.0435	0.0179	0.0116	0.0150	0.0320	0.0253	0.0144	0.0238	0.0480	0.1157
2005	0.1582	0.5639	0.2640	0.0689	0.0158	0.0139	0.0109	0.0113	0.0162	0.0297	0.0754	0.1534	0.1151
2006	0.8110	0.1568	0.2678	0.0593	0.0167	0.0128	0.0122	0.0133	0.0182	0.0264	0.0395	0.0971	0.1276
2007	0.1078	0.3548	0.7026	0.1248	0.0282	0.0168	0.0131	0.0140	0.0387	0.0639	0.0446	0.0791	0.1324
Media	0.4001	0.3697	0.2918	0.0858	0.0232	0.0160	0.0137	0.0170	0.0250	0.0464	0.0613	0.1257	0.1230



Tabla D.4  
 Números aleatorios para la cuenca del río Lluscamayo (m<sup>3</sup>/s) 1964-2007 – serie 1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	-0.0260	-1.5832	-1.8600	-0.4015	-1.9063	1.5813	-0.2251	-1.1598	0.7893	0.5288	-0.2889	0.6828
1965	-0.3397	0.1188	1.6228	-1.8779	-2.3191	1.6208	-2.2642	-0.8598	0.8084	-0.0449	-0.3101	0.1035
1966	-0.8311	0.0245	0.3899	0.6567	-0.0651	-0.3051	-1.4340	-1.0439	2.3801	1.4933	0.4446	-0.8302
1967	1.2845	-0.1924	1.2556	0.3678	0.4032	1.5177	-0.2479	-0.1551	-0.5334	-0.9188	-0.2750	-0.6128
1968	0.9890	-0.3815	0.4936	0.4752	-2.3022	0.1094	-1.6692	-0.2768	-0.8417	2.1403	1.5921	0.1480
1969	-0.5723	-2.0089	-1.3681	-1.2705	-0.2510	1.4994	0.3987	0.3864	-1.2030	-1.5571	-1.9078	-0.2516
1970	2.5046	-0.4777	0.2762	1.0370	1.2010	0.7718	-0.3097	0.5229	0.5785	2.0974	-2.1453	0.3590
1971	0.5103	1.1972	-1.1876	0.6748	0.3743	0.5211	0.0547	-0.0525	-0.6006	0.7875	1.7806	-0.1021
1972	1.1180	0.9818	1.0573	-1.5436	0.3701	0.5396	1.5008	-0.5909	1.6501	-1.4638	-0.6246	-1.4179
1973	-1.4510	-0.9814	0.1511	-0.2255	0.4117	-1.2882	1.5426	1.3003	-0.0183	0.1472	-0.0952	-0.0753
1974	-0.4662	-1.2029	-0.6215	0.4789	0.2852	0.2832	0.7340	-0.4750	-0.7389	0.1383	1.0902	0.4531
1975	1.3047	-0.0580	0.4902	1.1287	-0.7696	-0.3640	0.7671	2.0623	-0.4549	0.1688	-0.4343	-0.9307
1976	-1.4268	-1.3562	-0.6905	-0.0392	0.8014	-1.0341	0.4822	0.8967	-0.7927	-1.3672	0.5698	0.0223
1977	0.1720	-0.0415	-0.5690	0.4699	0.1567	1.2348	-0.4483	1.5148	0.6783	0.2997	0.2432	0.8007
1978	0.7904	0.7463	0.7494	-0.6241	0.4934	1.5734	0.2617	-0.0389	-1.1563	0.1848	1.1820	1.1742
1979	-0.1700	-1.2035	-0.2618	0.5532	1.1770	-0.3499	-0.4429	0.5249	0.7063	-0.2094	0.4709	-0.4058
1980	-0.5566	-1.1024	-0.9964	-2.4678	-0.3869	1.0338	1.1671	-1.5962	-0.4226	0.6502	1.0973	1.7021
1981	1.0751	-0.1095	0.6513	-0.0279	-0.6152	-0.0659	1.7163	1.0400	-0.6999	0.4408	-1.4831	-0.9873
1982	-0.3909	0.2380	0.4396	0.3318	1.2891	-0.5634	0.7345	0.2791	-0.5213	-0.0841	0.2802	0.8692
1983	-1.3123	-1.6345	-1.7287	-0.8039	-0.9867	-0.5130	-0.1018	0.2660	0.1783	-1.3997	-1.9288	0.0899
1984	-1.0538	1.2487	0.9743	0.1144	-0.1244	-0.2199	0.1498	-0.9243	-1.2282	-1.7954	-0.1996	2.1469
1985	-1.1929	2.1998	-1.3012	0.4494	-0.8915	-1.1471	-0.2485	1.4185	0.8473	-1.4423	-0.3206	-0.2349
1986	-0.7322	-0.3671	-0.7121	-0.1374	1.7765	-1.7410	0.5132	0.1871	-0.3675	1.3822	-0.2413	-0.2124
1987	-0.0541	-0.1067	-0.2365	-2.6316	1.7593	-0.1711	-0.0187	-1.5096	2.3269	-0.4644	-0.0412	2.1249
1988	0.3761	0.0043	-2.0267	-0.1034	-0.5912	-0.5048	0.7453	-0.8329	0.5651	-0.3646	-0.4192	-0.2105
1989	-0.4106	1.2589	1.7933	1.0753	-0.5493	-1.5042	0.1507	-0.1755	-0.9421	0.2121	0.1677	0.2291
1990	-1.0035	1.7198	2.1134	0.6976	-0.2175	0.2202	1.2600	0.5215	-0.6274	-0.5168	-0.6749	-0.4267
1991	-0.0747	0.1714	0.5600	1.5759	0.8669	0.5303	-0.1365	-1.5075	-0.6706	-1.0573	-0.7937	-0.6340
1992	0.8723	0.3152	1.1099	-1.0862	0.0864	0.7404	0.1567	0.4608	0.8415	1.4841	0.9039	0.9724
1993	0.6060	0.3840	0.7031	0.8880	0.4745	1.1661	-1.5644	0.2435	1.8857	0.5097	-0.3748	-0.0293
1994	0.2572	1.3152	0.8055	-0.5561	0.3394	0.9085	-0.6382	0.0163	-0.3888	-0.3432	0.7852	-1.0454
1995	-0.8122	-0.3709	1.0519	0.2705	-1.9244	1.5565	0.1569	-0.0305	1.9957	-0.3239	-0.9669	1.9269
1996	-0.3816	-1.2137	-0.9235	0.5297	0.3433	-1.1393	0.2001	0.2179	-0.2329	0.9018	-1.4236	-0.5669
1997	0.7164	-0.7927	0.3464	-0.0993	0.3191	-0.1034	-0.4678	2.7116	0.3650	0.4469	1.3486	0.2387
1998	0.6806	-0.4626	0.1445	0.9895	0.4020	-1.0707	-1.3321	-1.1531	-1.1281	-0.1667	-1.4757	1.0680
1999	1.0487	0.8833	0.0295	-1.0182	-0.2991	-0.6726	-0.1666	0.4134	-0.7500	0.8225	1.5102	-0.1349
2000	1.1860	0.6259	-0.0265	-0.9291	0.1339	0.3100	-2.0696	-0.7304	-0.2654	-0.8968	1.0823	-0.9753
2001	-1.1190	-0.2912	-0.4719	-1.3060	-1.1152	-0.1010	-1.1576	1.1041	-0.8606	0.9415	-0.1648	-1.9082
2002	-0.1281	-0.1936	0.3101	1.2972	0.2459	-0.7737	-0.4847	-1.8571	-0.1339	0.1777	0.2187	-0.2944
2003	-1.8272	1.8942	0.1238	-0.0688	0.9137	-2.1185	-1.2312	-0.3779	-0.2993	-0.7533	-0.2441	0.8633
2004	-0.3653	1.5812	-0.8573	0.6324	-0.6306	-0.3752	1.7512	-0.6394	-0.6295	-1.7474	1.1241	-1.6361
2005	1.6633	-0.1951	-1.6569	0.2036	-0.4039	-0.9681	1.4604	-1.0890	-1.4852	1.3927	0.3856	-1.1741
2006	-1.6213	-0.6676	-0.3638	0.7545	-0.4017	0.5651	-0.3260	1.0310	1.3341	-0.3070	1.3828	-1.8994
2007	1.1644	0.0862	0.2171	1.5661	2.1269	-1.1892	1.0813	-0.0432	0.0625	-0.1243	-0.8265	1.0214
Media	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desv. Es	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

# Anexo E

## Panel fotográfico

Fotografía E.1. Población beneficiaria – sector Antoñani



Fotografía E.2. Población beneficiaria parte baja de Collana





Fotografía E.3. Río Lluscamayo sitio de captación Palca



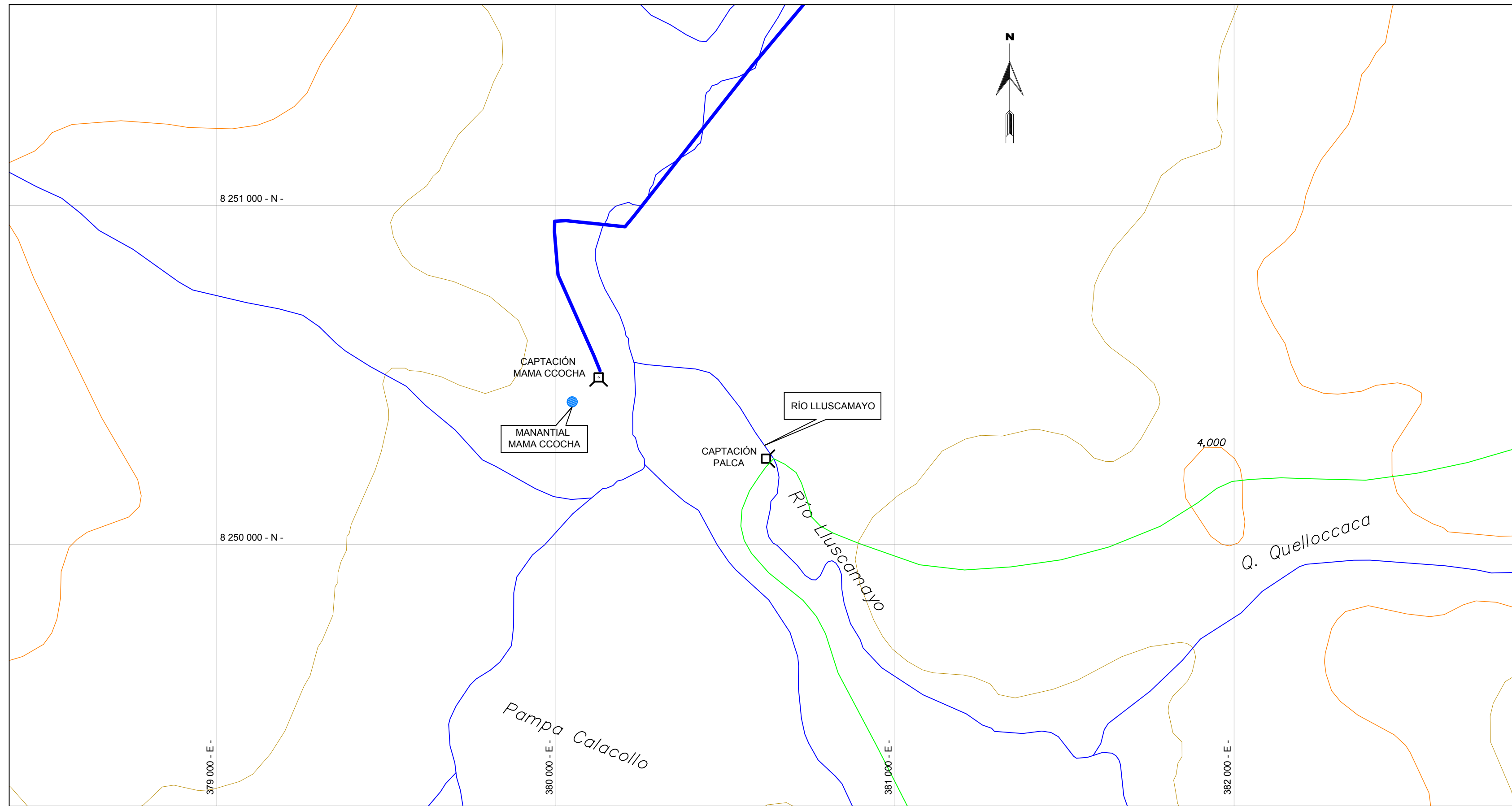
Fotografía E.4. Manantial de fondo Mama Ccocha



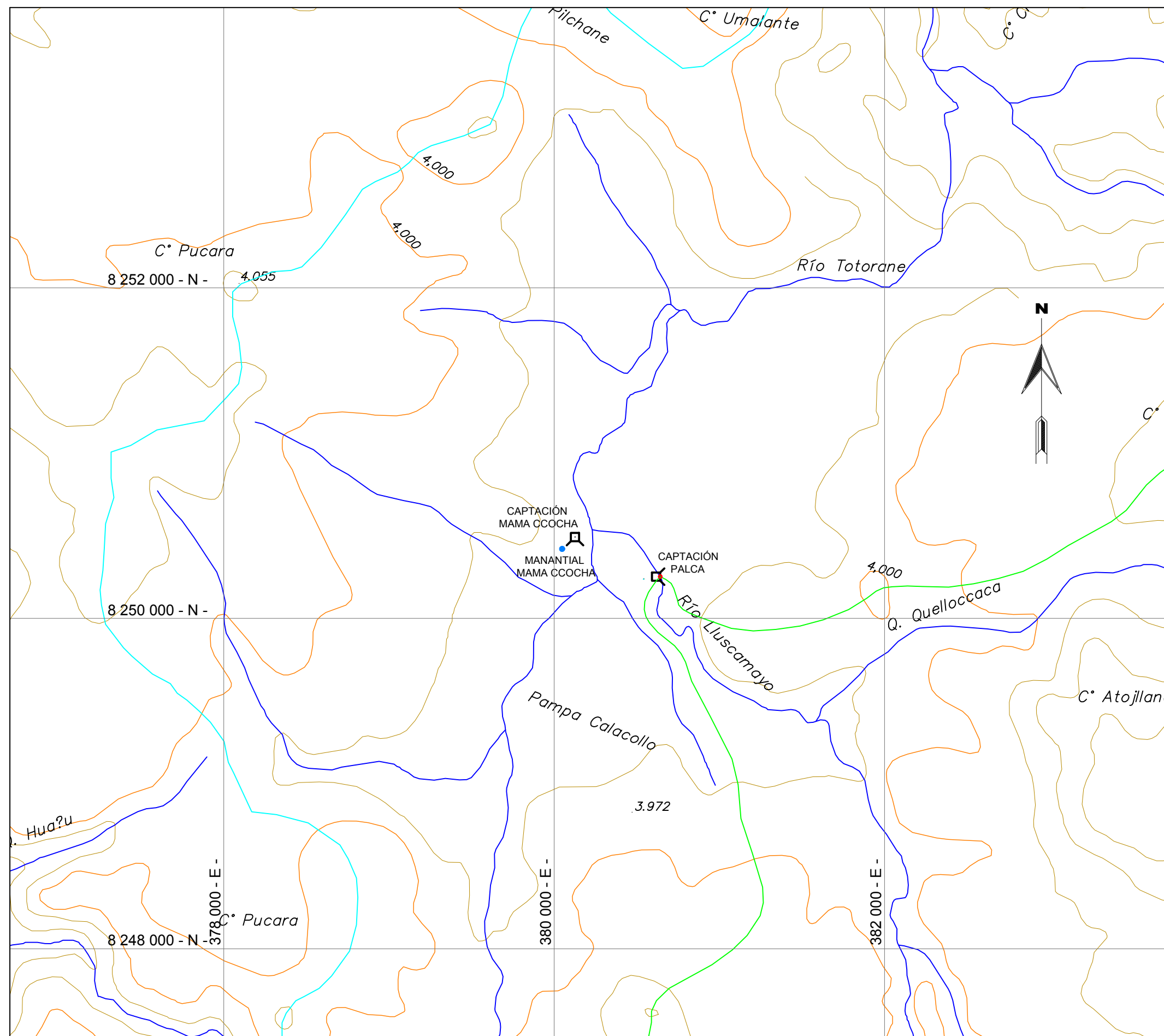
# Anexo F

## Planos





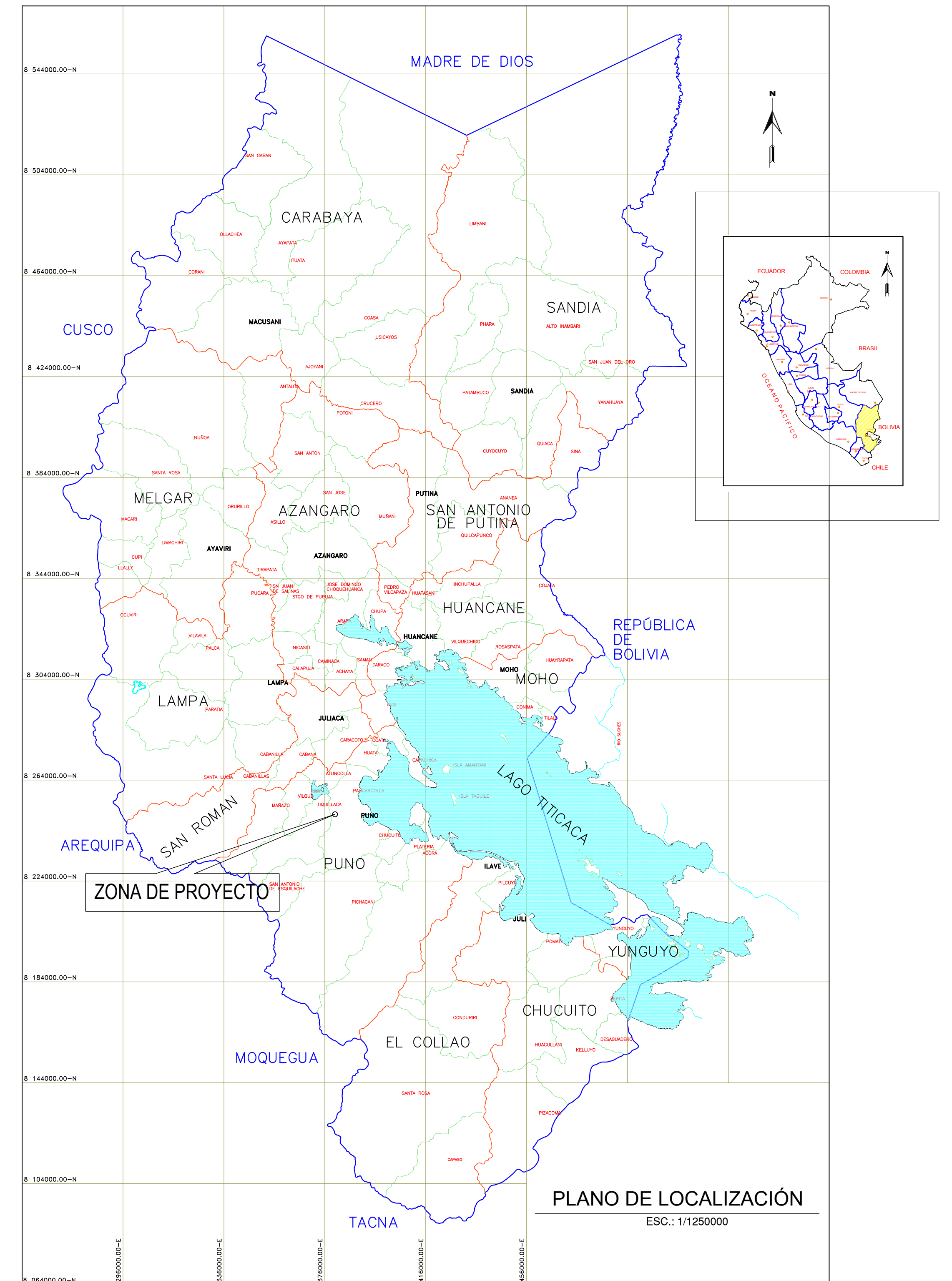
**PLANO DEL PROYECTO**  
ESC.: 1/10 000



**PLANO DE UBICACIÓN**  
ESC.: 1/25000

**LEYENDA**

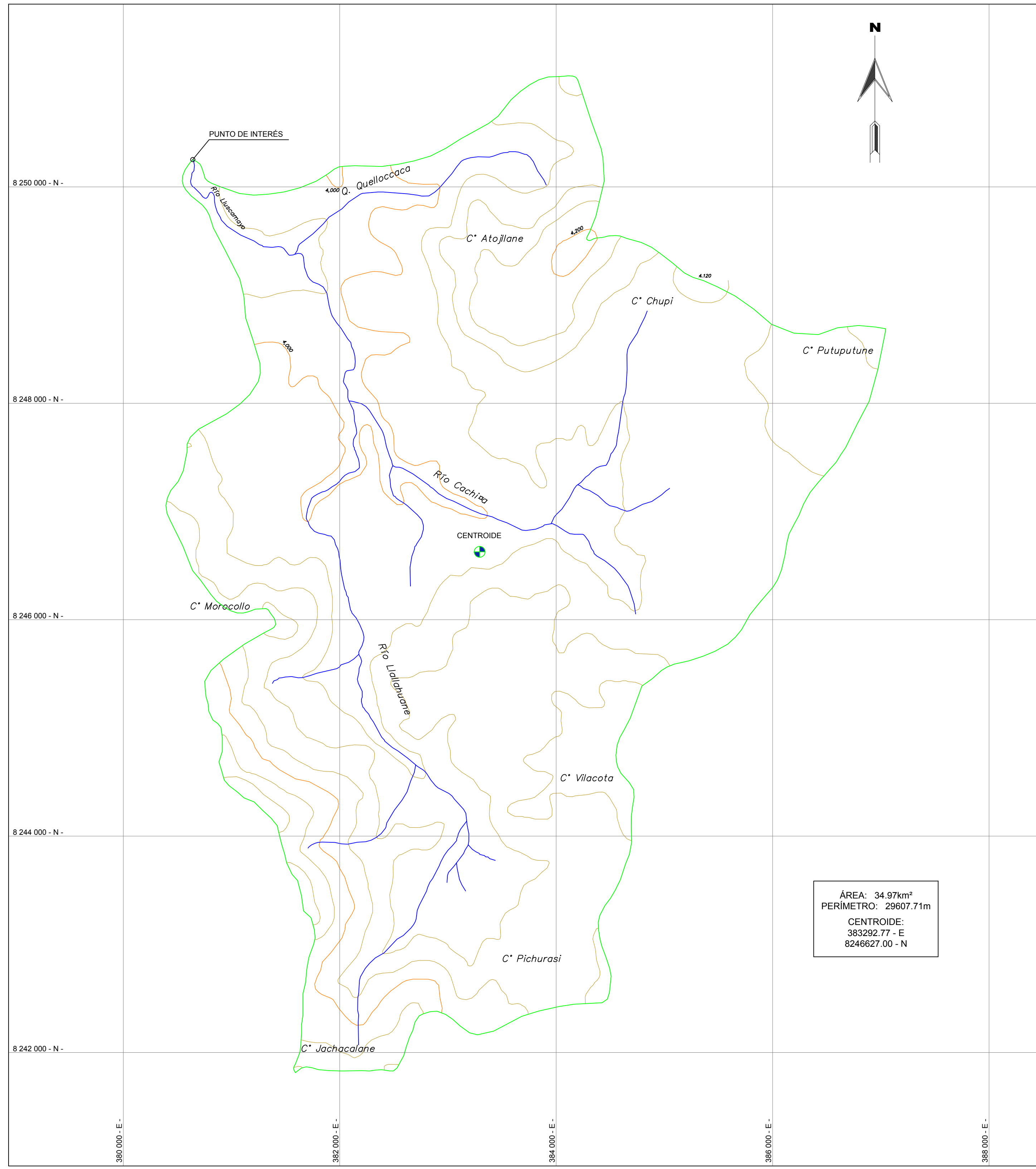
Río	Trocha Carrozable	Captación	Reservorio
Riachuelo	Línea de Conducción	Cámara de Reunión	Válvula de Aire
Curvas de Nivel	Línea de Aducción	Pase por Alcantarilla	Válvula de Purga
Carretera Asfaltada	Línea de Distribución	Cámara de Distribución	Usuario



**PLANO DE LOCALIZACIÓN**  
ESC.: 1/125000

<b>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ EN LA GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO LLUSCAMAYO PARA AGUA POTABLE DE COLLANA - PAUCARCOLLA - PUNO	
ORGANIZACIÓN: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARCOLLA JASS COLLANA - PAUCARCOLLA	
PLANO: PROYECTO, UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN: VARIOS
ELABORADO: BACH. BEXHY SANDRA CONDORI CHURA	SECTOR: COLLANA
SISTEMA: WGS-84 ZONA GEODÉSICA 19L	COMUNIDAD: PAUCARCOLLA
ESCALA: INDICADA	PROVINCIA: PUNO
FECHA: Octubre - 2018	DPTO.: PUNO



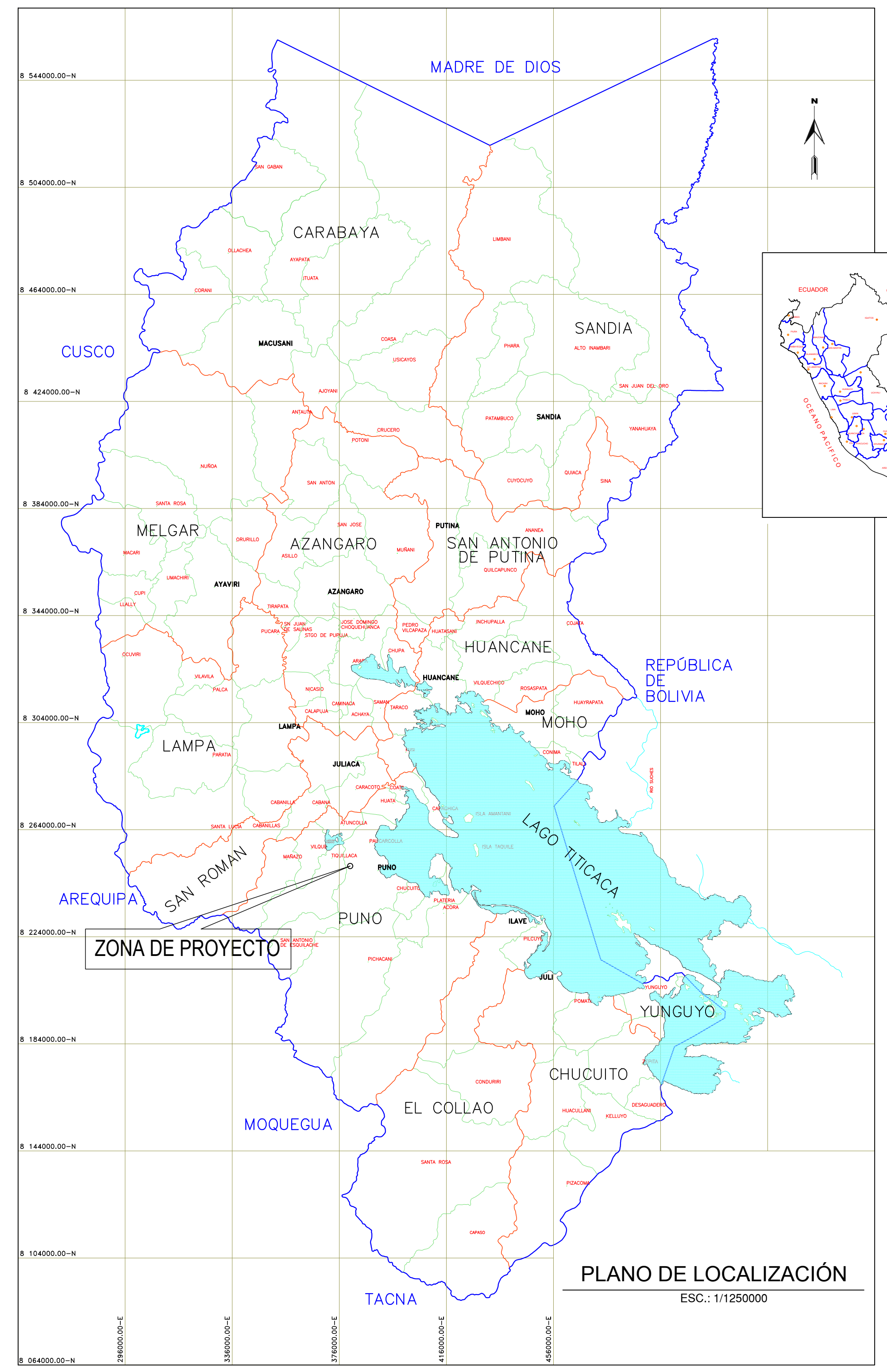


ÁREA: 34.97km<sup>2</sup>  
 PERÍMETRO: 29607.71m  
 CENTROIDE:  
 383292.77 - E  
 8246627.00 - N

**PLANO DE CUENCA LLUSCAMAYO**  
 ESC.: 1/25000

**LEYENDA**

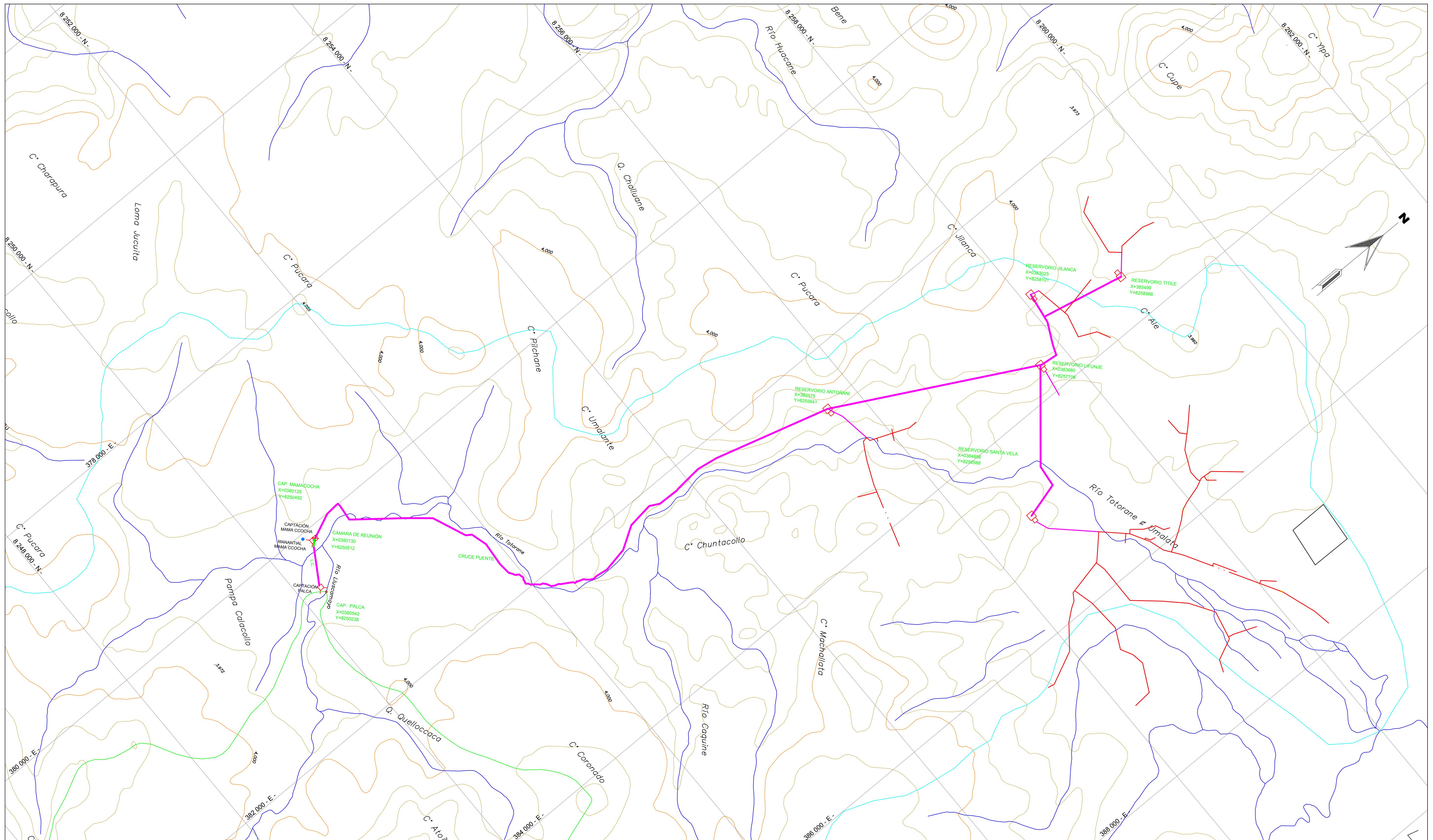
- Río
- Riachuelo
- Curvas de Nivel
- Límite de cuenca



**PLANO DE LOCALIZACIÓN**  
 ESC.: 1/1250000

<b>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ EN LA GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO LLUSCAMAYO PARA AGUA POTABLE DE COLLANA - PAUCARCOLLA - PUNO	
ORGANIZACIÓN: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARCOLLA JASS COLLANA - PAUCARCOLLA	
PLANO: PROYECTO, UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN: VARIOS SECTOR: COLLANA
ELABORADO: BACH. BEXHY SANDRA CONDORI CHURA	ESCALA: INDICADA COMUNIDAD: PAUCARCOLLA
SISTEMA: WGS-84 ZONA GEODÉSICA 19L	FECHA: Octubre - 2018 PROVINCIA: PUNO DPTO.: PUNO





ESQUEMA HIDRÁULICO DEL PROYECTO

ESC.: 1/20 000

LEYENDA			
	Río		Trocha Carrozzable
	Riachuelo		Línea de Conducción
	Curvas de Nivel		Línea de Aducción
	Carretera Asfaltada		Línea de Distribución
	Captación		Cámara de Reunión
	Reservorio		Válvula de Aire
	Pase por Alcantarilla		Válvula de Purga
	Cámara de Distribución		Usuario

		<b>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SCHOLZ EN LA GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO LLUSCAMAYO PARA AGUA POTABLE DE COLLANA - PAUCARCOLLA - PUNO			
ORGANIZACIÓN: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARCOLLA JASS COLLANA - PAUCARCOLLA			
PLANO:	PROYECTO, UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN:	SECTOR: VARIOS
ELABORADO:	BACH. BEXHY SANDRA CONDORI CHURA	ESCALA:	INDICADA
SISTEMA:	WGS-84 ZONA GEODÉSICA 19L	FECHA:	Octubre - 2018
		COMUNIDAD:	COLLANA PAUCARCOLLA
		PROVINCIA:	PUNO
		DPTO.:	PUNO