

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**Escuela Profesional de Agronomía**



**ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL AGUA DE RIEGO DE LOS  
SECTORES TOTORAPAMPA Y SAN MARCOS DE LA  
MICROCUENCA PAMPAHUASI EN EL DISTRITO DE  
PATAYPAMPA PROVINCIA DE GRAU – APURÍMAC**

Presentado por:

**YULER RAYMOND SOTOMAYOR COSIO**  
**SHARON DONNA LIZ PAZ SÁNCHEZ**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Agrónomo**

**Abancay, Apurímac – Perú**

**2021**

## **Tesis**

Estudio hidrológico del agua de riego de los sectores Totorapampa y San Marcos de la microcuenca Pampahuasi en el distrito de Pataypampa provincia de Grau – Apurímac.

### **Línea de investigación:**

Agricultura y Ambiente

### **Asesor:**

Mag. Lucio Martínez Carrasco.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL AGUA DE RIEGO DE LOS SECTORES  
TOTORAPAMPA Y SAN MARCOS DE LA MICROCUENCA PAMPAHUASI EN  
EL DISTRITO DE PATAYPAMPA PROVINCIA DE GRAU – APURÍMAC**

Presentado por YULER RAYMOND SOTOMAYOR COSIO Y SHARON DONNA  
LIZ PAZ SÁNCHEZ **para optar el título de Ingeniero Agrónomo.**

Sustentado y aprobado el 21 de diciembre del 2020 ante el jurado:

**Presidente:** Mg. Sc. Juan Alarcón Camacho.

**Primer miembro:** Dr. Francisco Medina Raya.

**Segundo miembro:** Ing. Rosa E. Marrufo Montoya.

**Asesor:** Mag. Lucio Martínez Carrasco.

## **DEDICATORIA.**

### **A Dios**

Por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado a este período extraordinario de mi alineación profesional.

### **A mi madre y padre**

Por ser el cimiento más significativo y siempre mostrarme vuestro cariño y apoyo incondicional, ser mi guía constante en todo el camino recorrido durante mi vida y en especial durante mi formación profesional.

### **A mis hermanas y hermano**

Con todo el amor y cariño para mi, hermana; Shadyra, Yahayra y hermano José y mi pequeña sobrina que perpetuamente me guiaron en mi formación profesional.

**Sharon Donna Liz Paz Sánchez.**

## **DEDICATORIA**

### **Dedico a Dios**

Por iluminarme y protegerme todos los días de mi vida, a quien he recurrido, aunque ha habido muchos fracasos, este es mi mayor reconocimiento por consentir llegar a este instante.

### **A mis padres**

Por el apoyo constante quienes son el motor de mi profesión y muchos de los logros se los debo a ustedes.

### **A mis hermanos**

Por su colaboración que me brindaron y hermanados siempre por dificultosas que fueran los tiempos. Parece como si nunca hubiéramos estado en paz, siempre batallando por cualquier cuestión, sin embargo, siempre llegaron los momentos en los que nuestra lucha por tener una profesión. Les agradezco no solo por estar presentes, sino por los grandes deseos que siempre me han causado gran importancia, ahora soy consciente.

**Yuler Raymond Sotomayor Cosio.**

## **AGRADECIMIENTO**

En cumplimiento a una de nuestras metas quiero elevarle agradecimiento Principalmente a nuestro divino creador que es Dios por ser la esperanza, el camino y la fortaleza de nuestra existencia.

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Tecnológica los andes Apurímac por la formación académica en especial a la Facultad de ingeniería y a la escuela profesional de Agronomía.

Agradecemos a cada uno de los docentes de la facultad de ingeniería quienes supieron transmitirnos sus valiosos conocimientos impartidos en nuestra formación profesional en exclusivo a los magistrales de la escuela profesional de Agronomía.

Dr. Francisco Medina Raya, Mag. Eli Acosta Valer, Mag. Juan Alarcón Camacho, Mag. Braulio Campana Pérez, Ing. Rosa Marrufo Montoya, que contribuyeron en mi formación profesional.

Mag Lucio Martínez Carrasco, asesor del presente trabajo de investigación, por su alineación y sabios recomendaciones en el perfeccionamiento de la investigación.

A los pobladores de la Comunidad de Totorá Pampa y San Marcos del Distrito de Pataypampa, por permitirnos recopilar la búsqueda necesaria para realizar esta encuesta y lograr nuestros objetivos.

## RESUMEN

El desarrollo de la reciente tesis compone de un estudio hidrológico de la microcuenca hidrográfica del río Pampahuasi y del estudio hidráulico de la misma microcuenca sector Totorá Pampa y San Marcos. El estudio hidrológico está inicialmente del cálculo de las características y geomorfológico de la Microcuenca Pampahuasi delimitada por una divisoria topográfica (divortium Aquarum) un área de 52.10 km<sup>2</sup> desde el punto de estudio de interés, esto determinada por el Software ArcGis y Hec – GeoHMS. Enfocado en la elaboración de los datos de precipitaciones máximas en 24 horas La temperatura media mensual, de la microcuenca hidrográfica variación estacional y altitudinal punto de control 01 variación estacional y altitudinal punto de control 02 también se determina el cálculo de la precipitación máxima en 24 horas promedio sobre la microcuenca por el método de Thiessen, esto para conocer la altura de precipitación que cae en un sitio dado sobre la microcuenca en estudio. Asimismo, se constituye la curva Hipsométrica para determinar el área drenada variando con la altura de la superficie de la microcuenca. área de estudio, datos que fueron necesarios para la generación de caudales con el modelo hidrológico WEAP, debido a que la microcuenca Pampahuasi no cuenta con datos registrados de caudales, de la misma forma se determinó la demanda del inventario hídrico total considerando demanda poblacional pecuario y agrícola de los que dependen los cambios futuros climáticos de la demanda en la Microcuenca Pampahuasi, Los resultados de la encuesta muestran que el río Pampahuasi está desierto; Es decir, no es utilizado por los usuarios, las principales razones son la falta de conocimientos técnicos sobre el riego, la organización insuficiente de los usuarios y la educación y formación responsable en las prácticas de riego. Esta situación repercute en la baja rentabilidad de la producción agrícola y animal, ya que actualmente estas actividades se realizan en seco.

### Palabras claves

**Estudio hidrológico, Características geomorfológicas, Inventario hídrico, Microcuenca, Climatología, Escorrentía, Evaporación, Humedad.**

## ABSTRACT

The development of the recent thesis constitutes a hydrological study of the hydrographic micro-basin of the Pampahuasi river and the hydraulic study of the same micro-basin in the Totorapampa and San Marcos sectors. The hydrological study initially consists of the calculation of the characteristics and geomorphology of the Pampahuasi Micro-basin delimited by a topographic divide (Aquarum divortium) an area of 52.10 km<sup>2</sup> from the study point of interest, this determined by the ArcGis and Hec Software - GeoHMS. Focused on the elaboration of the maximum rainfall data in 24 hours The monthly mean temperature, of the hydrographic micro-basin seasonal variation and altitudinal control point 01 seasonal variation and altitudinal control point 02 the calculation of the maximum rainfall in 24 horas average over the micro-basin by the Thiessen method, this to know the height of precipitation that falls at a given site on the micro-basin under study. Likewise, the hypsometric curve is constituted to determine the drained area varying with the height of the surface of the micro-basin. study area, data that were necessary for the generation of flows with the WEAP hydrological model, because the Pampahuasi micro-basin does not have registered flow data, in the same way the demand of the total water inventory was determined considering population demand for livestock and agriculture on which future climatic changes depend on the demand in the Pampahuasi Micro-basin. The results of the investigation indicate that the Pampahuasi river is in a state of abandonment; In other words, it is not used by users, the main reasons being lack of technical knowledge regarding irrigation, lack of adequate organization of users and a series and responsible training on irrigation practices, this situation influences the low profitability of production agricultural and livestock, given that these activities are currently carried out in dry land.

### Key words

Hydrological study, geomorphological characteristics, water inventory, micro-basin, climatology, runoff, evaporation, humidity.

## ÍNDICE

<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>POSPORTADA</b> .....	<b>ii</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
<b>PÁGINA DE JURADOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xi</b>

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2.Objetivos específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Antecedentes.....	4

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. hidrología.....	5
2.2. Ciclo hidrológico.....	6
2.2.1. Componentes del ciclo hidrológico.....	7
2.2.2. Evaporación.....	8
2.2.3. Precipitación.....	8
2.2.4. Infiltración.....	8
2.2.5. Escorrentía.....	8
2.2.6. Agua subterránea.....	9
2.3. LA Cuenca hidrográfica y su importancia.....	9
2.4. La cuenca hidrológica.....	10

2.5. Cuenca.....	11
2.5.1. Unidades hidrográficas. ....	12
2.6. Clasificación de cuencas hidrográficas. ....	12
2.6.1. Características geomorfológicas de una cuenca.....	14
2.6.2. Parámetros geomorfológicos de una cuenca. ....	14
2.7. Características físicas topográficas de la cuenca.....	20
2.8. Características de una cuenca.....	22
2.8.1. Delimitación de cuencas. ....	23
2.8.2. Características físicas de la cuenca.....	23
2.8.3. Perímetro de una cuenca.....	23
2.9. Altitudes características.....	25
2.9.1. Altitud media. ....	25
2.9.2. Altitud de frecuencia $\frac{1}{2}$ . ....	25
2.9.3. Índice o factor de forma (f).....	25
2.9.4. Coeficiente de gravelious (kc).....	25
2.9.5. Rectángulo equivalente. ....	25
2.9.6. Pendiente de la cuenca. ....	26
2.9.7. Pendiente uniforme.....	26
2.9.8. Red de drenaje. ....	26
2.9.9. Orden de las corrientes.....	27
2.10. Inventario del recurso hídrico. ....	28
2.10.1. Río. ....	29
2.10.2. Manante.....	30
2.10.3. Lago. ....	30
2.11. Caudal.....	32
2.11.1. Componentes del caudal. ....	32
2.11.2. Medición de caudales. ....	33
2.11.3. Métodos directos. ....	33
2.11.4. Métodos indirectos.....	34

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Ubicación política.....	38
3.2. Materiales. ....	40
3.2.1. Materiales de laboratorio. ....	40

3.2.2. Materiales de campo.....	40
3.2.3. SOFTWARE .....	41
3.3. Método. ....	41
3.4. descripción del área de influencia de la microcuenca Pampahuasi.....	42
3.4.1. zonificación del ámbito de acuerdo al nivel de desarrollo.....	42
3.5. Población. ....	44
3.5.1. Población Distrital de Pataypampa por residencia y género. ....	44
3.5.2. Principales Actividades Económicas y Fuentes de Ingreso Familiar. .....	45
3.6. Geología y geomorfología. ....	47
3.6.1. Geología local.....	47
3.6.2. Geomorfología.....	48
3.7. Edafología.....	50
3.7.1. Características del medio biológico.....	50
3.8. Geografía.....	55
3.8.1. Relieve. ....	55
3.8.2. Clima. ....	55
3.8.3. Drenaje.....	56

## **Capítulo IV**

### **RESULTADO Y DISCUSIONES**

4.1. Ubicación y demarcación de la Microcuenca Pampahuasi .....	58
4.1.1. ubicación geográfica .....	58
4.1.2. demarcación hidrográfica.....	58
4.1. Descripción de la microcuenca Pampahuasi .....	59
4.1.1. Parámetros de forma. ....	64
4.1.1. Forma de la cuenca .....	64
4.1.2. Parámetros de Relieve .....	66
4.2. Climatología.....	69
4.2.1. Variables climáticas. ....	69
4.2.2. Sistema hidrográfico. ....	71
4.3. Recursos hídricos superficiales.....	73
4.3.1. Lagunas y Represamientos. ....	73
4.3.2. Ríos.....	73
4.3.3. Manantiales. ....	73

4.4. Temperatura. ....	74
4.4.1. Análisis de la información histórica. ....	74
4.4.2. Variación Estacional y Altitudinal. ....	75
4.4.3. Variación altitudinal de la Microcuenca Pampahuasi. ....	77
4.4.4. Humedad relativa.....	77
4.4.5. Horas de sol. ....	78
4.4.6. Evaporación.....	79
4.4.7. Velocidad de vientos.....	79
4.5. Análisis y tratamiento de la pluviometría.....	80
4.6. Análisis estadístico de consistencia de la información.....	80
<b>4.7. Competición y extensión de datos faltantes .....</b>	<b>81</b>
4.8. Análisis y tratamiento de la escorrentía. ....	82
4.8.1. Alteración de la Calidad del Agua del Distrito de Pataypampa. ....	86
4.8.2. Calculo de la evapotranspiración potencial. ....	86
4.8.3. Hidrografía.....	89
4.9.1. Sistema de conducción.....	93
4.9.2. Sistema de Almacenamiento .....	94
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1. Conclusiones .....	100
5.3. RECOMENDACIONES. ....	102
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>105</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1 unidad hidrográficas.....	12
Cuadro N° 2 clase de valores pomposidad.....	16
Cuadro N° 3 clases de valores de la forma.....	17
Cuadro N° 4 rangos de densidad.....	21
Cuadro N° 5 Límites Del Distrito.....	38
Cuadro N° 6 familias beneficiarias del proyecto de riego por anexos.....	44
Cuadro N° 7 Especies vegetales más frecuentes.....	50
Cuadro N° 8 temperatura media mensual (°c) – punto de control 01.....	70
cuadro N° 9 temperatura media mensual (°c) – punto de control 02.....	70
cuadro N° 10 precipitación media mensual (mm) – punto de control 01.....	71
Cuadro N° 11 precipitación media mensual (mm) punto de control 02.....	71
Cuadro N° 12 temperaturas estaciones senamhi.....	74
cuadro N° 13 variación estacional y altitudinal – punto de control 01.....	75
Cuadro N° 14 variación estacional y altitudinal – punto de control 02.....	76
Cuadro N° 15 valores medios de humedad relativa.....	78
Cuadro N° 16 resume las horas de sol medias mensuales.....	78
Cuadro N° 17 evaporación en Mm.....	79
Cuadro N° 18 valores medios de velocidad de viento.....	79
Cuadro N° 19 estaciones patrones en el ámbito de investigación de tesis.....	80
Cuadro N° 20 regionalización de la precipitación con la altitud.....	82
Cuadro N° 21 Caudales generados en el punto de control (captación 01).....	85
Cuadro N° 22 Caudales generados en el punto de control (captación 02).....	85
Cuadro N° 23 balance hídrico.....	86
Cuadro N° 24 recurso agua por fuentes según comunidades.....	89
Cuadro n° 25 riachuelos del distrito de Pataypampa.....	90
Cuadro n° 26 lagunas y/o vasos inundables.....	90
Cuadro N° 27 Sistema De Riego Por Aspersión En San Marcos Y Totora Pampa.....	93

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio hidrológico de la Microcuenca Pampahuasi del Distrito de Pataypampa Provincia de Grau del Departamento de Apurímac contiene el estudio básico del potencial de recursos hídricos que se produce en nuestra cuenca hidrográfica y sus condiciones para entender la demanda de agua de 91.4 hectáreas que cuenta con capacidad para el riego elaborado en base de poca información hidrometeorológica que se cuenta sobre todo por la carencia de registros históricos de descarga de ríos, ya que no se cuenta con una red de estaciones hidrométricas que cubran la información histórica de toda la región de Apurímac. No obstante.

Específicamente para conocer el comportamiento hidrológico. De la Microcuenca se han analizado los parámetros meteorológica (precipitación y temperatura), se han analizado los parámetros geomorfológicos (área de cuenca, longitud y pendiente) las características ecológicas como cobertura vegetal altitud, clima, etc.

Con similar propósito se circuló la demanda de agua de la principal Microcuenca hidrográfica, clasificada por el medio de Pastetter que también ha utilizado la oficina técnica de la autoridad nacional del Agua ANA, del ministerio de Agricultura. Y finalmente con los datos de oferta y demanda hídrica se calcula el inventario hídrico con la finalidad de planificar su aprovechamiento y conservación.

El riego en la agricultura es una prioridad, cuyo desarrollo sostenible está limitado por la insuficiencia de agua y tierras de regadío, pero existe la oportunidad de aumentar significativamente la producción agrícola mediante el uso del agua.

Mediante un mejor funcionamiento de los sistemas de tuberías, mejoras en la infraestructura, mejor mantenimiento y prácticas agrícolas más adecuadas, y un manejo adecuado de los recursos hídricos disponibles en la microcuenca Pampahuasi. Describe la necesidad de evaluar y cuantificar la disponibilidad de agua, pero también los factores básicos hidrológicos de los estanques, las limitaciones y beneficios no reconocidos asociados con esta posibilidad. apague el sistema como el "generador" de aguas superficiales.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Realidad problemática.

La conducción del recurso hídrico en la Microcuenca Pampahuasi está supeditado en muchas y así dar contribuir la mejora de su calidad de vida de los pobladores de estas dos zonas. A las necesidades de abastecimiento de agua, no abastece en época de estiaje motivo el cual es poca disponibilidad de la microcuenca Pampahuasi del Distrito Pataypampa en los sectores de Totorapampa y San Marcos. Dispone de recurso hídrico que se encuentra almacenado en laguna, represa, rio, bofedal, manantes. Sin embargo, para fines de riego existe poca disponibilidad de agua debido a que no está siendo captados para dotar riego en áreas cultivables potencial agrícola esto hace que los agricultores siembran en época de lluvia o cuando inicia las primeras lluvias y en época de estiaje por poca reserva de agua de riego en la Microcuenca Pampahuasi en el Distrito Pataypampa.

Ante esta realidad es necesario realizar un estudio hidrológico orientado para la satisfacción de necesidades la microcuenca Pampahuasi a través de la investigación que pretende resolver pregunta de investigación.

¿Por qué la poca disponibilidad de riego en la microcuenca Pamapahuasi del Distrito de Pataypampa Provincia de Grau Región Apurímac?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General.**

Elaborar el estudio hidrológico del agua de riego de los sectores Totorapampa y San Marcos de la Microcuenca Pampahuasi en el Distrito de Pataypampa Provincia de Grau – Apurímac.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- ❖ Evaluar las características físicas y geomorfológicas de la Microcuenca Pampahuasi en la zona de estudio del distrito de Pataypampa. Con la finalidad de identificar las zonas agrícolas para incrementar los niveles de producción y un manejo adecuado del recurso hídrico.
- ❖ Definir eventos de diseño caudales medios mensuales máximos mínimos a partir de los datos hidrológicos de los diferentes fenómenos hidrológicos que son registrados en las redes de medición del estudio hidrológico del agua de riego de los sectores Totorapampa y San Marcos de la microcuenca Pampahuasi en el Distrito de Pataypampa Provincia de Grau – Apurímac.
- ❖ Realizar el análisis y estimar la esorrentía mediante registros históricos y obtención de caudales encontrando en el funcionamiento hidrológico del en los sectores Totorapampa y San Marcos de la microcuenca Pampahuasi en el Distrito de Pataypampa Provincia de Grau – Apurímac.
- ❖ Inventariar las fuentes hídricas de la Microcuenca Pampahuasi en el Distrito de Pataypampa Provincia de Grau – Apurímac

### **1.3. JUSTIFICACIÓN.**

Este estudio de investigación “tesis”, estará basado en el uso más eficiente de los recursos hídricos a través del estudio hidrológico de la Microcuenca para un plan de desarrollo agrícola racional para ser entendido; Su objetivo es ayudar y resolver los problemas más sentidos en el área, como el bajo nivel de la granja. Uso inapropiado de recursos naturales como pasto, suelo, etc. así como el fuerte flujo de migraciones, principalmente de la población joven a los centros más importantes del país; escasez de alimentos en los mercados de la región; Poco incentivo para mejorar la producción y poco apoyo institucional.

El riego, además de reducir los riesgos de sequías y heladas, permitirá intensificar el uso de la tierra, diversificar y aumentar la producción agrícola, lo que mejorará tanto los alimentos domésticos cualitativos como los cuantitativos. Del mismo modo, la introducción de especies forrajeras reducirá el pastoreo excesivo de los pastos naturales, aumentando su capacidad de producción, lo que dará como resultado una mayor productividad del ganado.

Asimismo, el estudio hidrológico de la cuenca se considerará con fines de riego para actividades agrícolas. Según Dingman (1994), la ciencia que se centra en el ciclo hidrológico global y los métodos implicados en la parte continental de este ciclo describen las variaciones espaciales y temporales del agua en las etapas rural, oceánica y atmosférica del sistema hidrológico global, y una parte importante de la hidrología es la recolección y análisis de datos hidrometeorológicos

### **1.4. Hipótesis.**

El beneficio sostenible de agua en la microcuenca Pampahuasi del río Pampahuasi se realizará mediante el diagnóstico y formulación del plan de manejo de los recursos hídricos

#### **Hipótesis Específicas**

1. Con el diagnóstico de los recursos hídricos, conoceremos la cantidad y calidad del agua de la microcuenca Paampahuasi del río Pampahuasi
- 2 El estudio del comportamiento hidrológico aforo inventario de recurso hídrico en la microcuenca es suficiente o falta de recursos hídricos en la actividad agrícola.

## **1.5. Antecedentes**

Actualmente no coexisten estudios similares al actual estudio de investigación, En Perú, los primeros estudios agrológicos se realizaron a mediados de la década de 1920, y posteriormente, entre 1945 y 1947, se inició el primer trabajo de mapeo y zonificación; Clasificación de tierras para las que se adoptan las directrices del Manual de catastro del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

En los últimos años se han venido reportando sucesos del calentamiento global y fenómeno de la corriente de niño y niña y sequías afectando los diferentes cultivos siendo una pérdida económica para los pobladores de la zona, el **“ESTUDIO HIDROLOGICO DEL AGUA DE RIEGO DE LOS SECTORES TOTRAPAMPA Y SAN MARCOS DE LA MICROCUENCA PAMPAHUASI DEL DISTRITO DE PATAYPAMPA PROVINCIA DE GRAU – APURIMAC”**

nos ayudara a solucionar el problema de riego Agrícola así aprovechando las fuentes hídricas del río Pampahuasi, beneficiando a la Comunidad de Totorapampa y San Marcos tanto agrícola y pecuariamente.

Desde 2001, la Gestión de Recursos Hídricos (anteriormente Dirección General de Agua y Suelo) del Instituto Nacional de Recursos Naturales, ahora la Autoridad Nacional del Agua, ha realizado estudios hidrológicos en varias corrientes peruanas, así como en Cañete, Chancay Huaral, etc. Consciente de la necesidad de un sistema global y un conocimiento uniforme del potencial de sus recursos hídricos, que conduzca a un uso racional y planificado basado en la participación social, económica, ecológica y dominante de todos los recursos hídricos microbianos, dentro de los límites de la existencia, continúen sus objetivos originales, extiendan estos estudios a otros grupos; por ejemplo, el actual río Pampahuasi en el distrito de Pataypampa. La cuenca del río Pampahuasi se basa no solo en la necesidad de describir, evaluar y cuantificar su disponibilidad en el agua, sino también en base a comprender la verdadera función hidrológica de la cuenca y sacar conclusiones sobre las limitaciones y beneficios de este sistema natural. Se ofrece como generador de agua superficial.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

#### 2.1. hidrología.

##### **Chow, et al (2000).**

Lo que envuelve las fases del recurso hídrico en la tierra es un material de gran calidad para el hombre y su entorno. Los estudios prácticos de la hidrología se pueden hallar en obras como el esquema y acción de obras hidráulicas, suministro de agua, procedimiento y disposición de aguas residuales, riego, drenaje, control de inundaciones, erosión, control de sedimentos, etc. La hidrología aplicada ayuda a analizar las dificultades asociadas con estas tareas y brinda consejos. concentrar y gestionar los recursos hídricos.

El análisis y procesamiento de información sobre precipitación, el desarrollo secuencial de tratamientos de investigación hidrometeorológica, no presenta grandes dificultades en sus diferentes fases. Este hecho se superó con el uso de la computadora.

su presencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas , físicas y su relación con el medio ambiente, incluidos los seres vivos.

**Villon B., M. (2002):** La hidrología es la ciencia que estudia el agua, su apariencia. Circulación y distribución en la superficie terrestre.

**Guevara P. E. (1997):** La hidrología es una parte esencial del análisis de cuencas, un conocimiento básico de los procesos hidrológicos es fundamental para planificar y gestionar los recursos naturales renovables para el uso sostenible de la cuenca.

**Monsalve S. G. (1999):** La hidrología tiene gran importancia cuya aplicación práctica se puede encontrar en:

- a) Selección de fuentes de suministro de agua doméstica o automática.

**b) Drenaje:**

- 
- Exposición de las propiedades del agua subterránea.
- Investigación del suministro natural de agua y condiciones de flujo: lluvia, nivel de agua en arroyos.

**c) Irrigación:**

- Selección Se requiere colección de agua.
- Estudio de vaporización e penetración.

**d) Regulación de recursos hídricos y registro de inundaciones:**

- Estudio de variación de caudal y predicción de inundaciones máximas.
- Examen de fluctuaciones del elevación del agua y áreas inundables.

**e) Control de erosión:**

- Estudio de intensidad y frecuencia para la precipitación máxima, determinación del coeficiente de flujo superficial.
- Investigación del efecto erosivo del agua y su protección contra ella con la ayuda de la vegetación y otros recursos.

**2.2. Ciclo hidrológico**

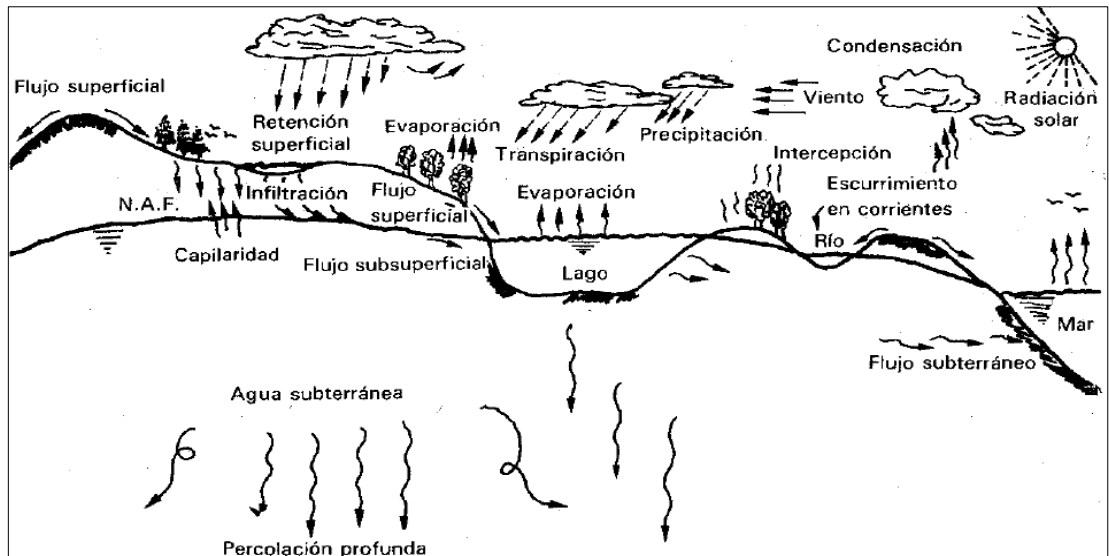
**Según el MAG-FOR (2000):** El tiempo hidrico es un fenómeno global con el movimiento del agua entre el espacio terrestre y la atmósfera, impulsada principalmente por el ardor solar acumulada por la rotacion y gravedad de la tierra.

**Vásquez V. A. (1998):** El época hidrológico global con iluminación solar es el recurso necesario para la realización biológica esencial. Proporciona el agua necesaria para el aprovechamiento del carbono y aporta un rol muy significativo en el abastecimiento y transporte de nutrimentos.

**Según Wendor C,M (2007):** describe el agua de mar, las gotas caen o escalan y llegan a la zona. Durante el subida, la T° sube hasta que entra en unión con los rayos del sol, se evapora a la atmósfera. Aquí, las gotas de agua adquieren otra forma natural: la transición física de líquido a vapor

debido a la radiación solar. La evaporación del mar es de 425.000 km<sup>3</sup>. El aumento es constante y con la ayuda del viento, el vapor llega unos kilómetros más, donde experimenta una pérdida de calor que lo interrumpe hasta volver a la cascada oa pequeños cristales de hielo, aquí el vapor ayuda a baja temperatura.

**Gráfico N° 01 Ciclo Hidrológico Del Agua**



**Fuente: Wendor C, M (2007).**

### 2.2.1. Componentes del ciclo hidrológico.

**Según Wendor CM (2007):** El agua que cae a tierra puede tener muchos destinos. Algunos se devuelven directamente a la atmósfera a través de la evaporación; otra parte cae a través de la superficie del suelo, drena, se concentra en trazas y se origina en las líneas de agua. El agua restante penetra el piso; Esta agua infiltrada puede regresar a la atmósfera a través de la evapotranspiración o profundizarse para llegar al agua subterránea.

- El drenaje superficial y subterráneo alimenta los arroyos que desembocan en lagos y océanos.
- La escorrentía superficial ocurre cuando hay precipitación y termina poco después de completarse.

- Por otro lado, la escorrentía, especialmente cuando ocurre a través de medios porosos, es muy lenta y conduce a arroyos mucho después de la precipitación resultante.
- Procesos Los procesos del ciclo del agua tienen lugar en la atmósfera y en la superficie terrestre, por lo que el ciclo del agua se puede dividir en dos ramas: la atmósfera y la tierra.

### **2.2.2. Evaporación.**

Esto se debe principalmente a dos factores: uno es la temperatura que determina la presión de vapor saturado y el otro es el intercambio de aire turbulento que está relacionado con la velocidad del viento y la rugosidad de la superficie

### **2.2.3. Precipitación.**

La lluvia es causada por la condensación y la formación de nubes en la atmósfera a medida que el aire se enfría hasta su punto de rocío. Este enfriamiento es causado por la expansión adiabática de las masas de aire ascendentes debido a la disminución de la presión atmosférica con la altitud.

### **2.2.4. Infiltración.**

La infiltración se halla como el cuerpo de agua de precipitación, que cruza la superficie de la tierra durante un cierto período y ocupa todos o parte de los poros de la tierra o las formaciones geológicas subyacentes. No toda la infiltración alcanza la zona saturada, porque en una proporción mayor o menor, algunas permanecen en la zona superior y regresan a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración.

### **2.2.5. Escorrentía.**

Los ríos emiten un exceso de agua superficial y algo de agua subterránea en los mares y, en menor medida, hay una descarga subterránea directa en los mares. El régimen fluvial sigue

principalmente a las lluvias estacionales y la evapotranspiración con disminución y retraso.

#### **2.2.6. Agua subterránea.**

El suelo tiene su círculo superior insaturada con suelo húmedo y una zona inferior repleta con agua subterránea. Estas áreas se definen por el nivel de la capa freática.

### **2.3. LA Cuenca hidrográfica y su importancia.**

**CATIE (2001):** define el término cuenca hidrográfica como una unidad territorial definida por la influencia de un sistema de drenaje de superficie cuyo límite físico es la biodiversidad en el agua hasta la influencia del río principal a otro río, lago o lago principal, y en el cual está sistemáticamente relacionado con procesos biofísicos, socioeconómicos y ambientales.

**Guevara P. E. (1997):** la cuenca hidrográfica constituye un sistema natural dinámico de elementos físico biológico, socioeconómico, institucional y político que se relacionan entre sí, creando por consiguiente un conjunto único e indisoluble en permanente evolución, la cual constituye un importante polo de desarrollo socio socioeconómico; utilizada para la planificación y ordenación de los recursos naturales.

**Chereque M., W. (1990):** Es el área de terreno donde todas las aguas caídas por. Precipitación se unen para formar un solo curso de agua, cada curso de agua tiene una cuenca bien definida habitantes poseen para cada punto de su recorrido.

**Guevara C., V. (2008):** La cuenca, sus recursos naturales y sus condiciones físicas, biológicas, económicas y culturales que les confieren características que son particulares a cada cuenca. Al mismo tiempo la cuenca y sobre todo el agua captada por la misma, es una fuente de vida para el hombre, aunque también de riesgo cuando ocurren fenómeno naturales extremo como: sequías, inundaciones, contaminaciones. Además, facilitan la percepción

del efecto negativo de las acciones que el hombre realiza sobre su entorno, sobre todo porque se refleja en la contaminación del agua.

**Llerena, (2003):** Una cuenca incluye ecosistemas terrestres (selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares, entre otros) y ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales, etc.), y sus límites se establecen por el parteaguas desde donde escurre el agua que se precipita en el territorio delimitado por éste, hasta un punto de salida”.

#### **2.4. La cuenca hidrológica.**

- Una piscina de drenaje actual es la tierra donde toda el agua que cae de la lluvia se combina en una sola corriente. Cada flujo tiene un grupo bien definido para cada punto de su ruta.
- Cuenca La cuenca hidrográfica es una unidad natural cuyos límites físicos están definidos por la división de la superficie del agua, también llamada “cuenca hidrográfica”.
- **Ordoñez, (2011).** Comenta que su definición geográfica, es el entorno o el final del que falta agua en un punto común.
- **Ordoñez, (2011):** Generalmente es una unidad de gestión que tiene lugar en la piscina.

## Gráfico N° 02 *Cuenca hidrológica e hidrográfica*



Fuente: Ordoñez, 2011

**CATIE (2001):** En presencia de lluvia y la zona de captación, las vías fluviales permiten formar una red de drenaje poco profundo que transporta el agua a otro río, al mar u otras vías fluviales.

### 2.5. Cuenca.

**Chereque M., W. (1990):** Es la tierra donde toda el agua de lluvia se acumula para formar un solo arroyo, cada arroyo tiene un estanque bien definido para cada punto de su recorrido.

**Guevara C., V. (2008):** Es un espacio natural donde el agua que cae de la lluvia converge hacia una cabecera o embalse común que actúa como eje del área.

Técnicamente, una cuenca se puede definir: "como el área drenada por un río y sus afluentes, limitada por la división de su agua hasta que entrega su agua a un colector más grande".

**Guevara P., E. (1997):** Un cuerpo de agua es la entidad física bien determinada y cubre el área que contribuye a un procedimiento de drenaje usual en un lugar desde el cual la cuenca aguas por encima bordea una serie de barrancos o cascadas (divorcios). que caen en piscinas adyacentes.

**Monsalve S., G. (1999):** Un río es el lugar que está determinada por un río topográfico y es drenada por un río o sistema de arroyos contiguo, de modo que todos los afluentes fluyen por un solo drenaje.

Se denomina cuenca hidrográfica o cuenca hidrográfica que alcanza un determinado punto, el área de la división delimitada por el acuario que

define un contorno dentro del cual se acumula el agua precipitada en ese espacio del río.

**Vásquez V., A. (1998):** Es una unidad de área o territorio natural, delimitada por una división topográfica (sección de acuario), que atrapa la lluvia y drena las aguas residuales hacia un colector común, llamado río principal.

### 2.5.1. Unidades hidrográficas.

**Vásquez V. A. (1998):** cuestionando la relación con los términos grupo, subgrupo y micro grupo. Por razones prácticas, se puede dar una definición de zonas para cada unidad de manejo hidrográfico del río.

Las áreas se determinan según el grado de bifurcación de los senderos fluviales, correspondiendo el primero, segundo y tercer curso de agua a las microcuencas; agua de protección subacuática en 4º a 5º orden y fluye en 6º orden o superior.

El número de serie de un río o un río comienza desde el canal más pequeño hasta el límite del "Divortium acuarium" o parte del agua, como se mencionó.

### Cuadro N° 1 unidad hidrográficas.

Unidad hidrofóbica	Áreas		Numero de orden del curso de agua
	Km	Ha	
Microcuenca	Menor a 50	Menor a 5000	1°, 2°, y 3°
Subcuenca	50-500	5000-50.000	4° al 5°
Cuenca	500-8000	50.000 – 800.000	6° a mas

Fuente: Vásquez V., A. 1998

## 2.6. Clasificación de cuencas hidrográficas.

### A. De acuerdo a su sistema de descarga o destino final de sus aguas

- Cuencas exorreicas, cuando el agua de la cuenca llega al mar directamente con la superficie del fondo.
- Piscinas endorreicas, también llamadas piscinas lakustrine o de evaporación. Es un territorio sin drenaje obvio donde el agua drena a

un lado. Piscinas de arrecife, aquellas cuyo agua no fluye hacia el mar o un contenedor interno, a menos que su agua se pierda en la carretera por evaporación o infiltración, pero en este último caso se conviertan en corrientes subterráneas.

- Las cuencas criptorreicas, la región de drenaje subterráneo continental, carecen de una red fluvial organizada de manera permanente y superficial.

#### **B. De acuerdo a su sistema de drenaje.**

- Los sistemas de drenaje son el suministro o distribución de ríos, arroyos o arroyos que se han formado en la corteza terrestre a lo largo de los años. La clasificación, aunque es un sistema de drenaje, también puede denominarse cuenca.
- La clasificación indica el primer orden, al menos el drenaje, el río de segundo orden está formado por la asociación de dos afluentes orden primario, resultado de la agrupación de 2 caminos de secundario orden. Un flujo de orden terciario, etc., si hablamos de estanques, hablaremos de un arreglo de primer orden, un arreglo de segundo orden, etc.

#### **C. Su relieve (topografía) Cuecas de montaña y de alta montaña.**

- ❖ Cuencas de llanos, pampas o praderas.

#### **D. Según vertiente**

- ❖ Vertiente del pacifico, del atlántico y del caribe.
- ❖ Vertiente de un lago u hoya, como en el caso del Titicaca.
- ❖ Vertiente sin desembocadura al mar o cuencas endorreicas.

#### **E. Según su posición relativa dentro de una cuenca mayor**

- ❖ Cuencas altas (situadas en la parte alta de la cuenca mayor, que no deben confundirse con cuencas de alta montaña).
- ❖ Cuencas bajas.

#### **F. Según su tamaño relativo (Aspecto controvertido y casi imposible de precisar).**

- ❖ Cuencas muy grandes.
- ❖ Cuencas grandes.

- ❖ Cuencas medianas.
- ❖ Subcuencas.
- ❖ Microcuencas.

#### **G. Según su. Balance hídrico en condiciones dadas**

Cuencas balanceadas (oferta y demanda de agua son equitativas).

- ❖ Cuencas deficitarias o críticas (poca oferta y mucha demanda de agua).
- ❖ Cuencas con exceso (muchas oferta y poca demanda de agua).

#### **H. Según su densidad poblacional**

- ❖ Densamente pobladas.
- ❖ Medianamente pobladas.
- ❖ Escasamente pobladas.

De las características que posee una cuenca; -solo unas cuantas son relevantes en Análisis hidrológico.

##### **2.6.1. Características geomorfológicas de una cuenca.**

**Guevara P. E. (1997):**

La geomorfología examina las propiedades físicas del elemento hidrológico, asociadas en los nombrados parámetros geomorfológicos, que se concierne con parámetros hidrológicos estimados indirectamente. Tomando las siguientes observaciones:

- Los parámetros geomorfológicos se consiguen a partir de mapas cartográficos, fotografías geológicas y volátiles, imágenes de satélite, por lo que su exactitud depende de la extensión y fiabilidad de la investigación disponible.
- A continuación, describimos los parámetros más utilizados para interpretar las propiedades físicas de los grupos.

##### **2.6.2. Parámetros geomorfológicos de una cuenca.**

**Vásquez V. A. (1998).** Describir sistemáticamente la geometría de una cuenca, la red de drenaje y la desigualdad vertical de la forma de la cuenca.

### **A. Superficie**

Se considera el área total de la cuenca, toda el área del terreno, cuya lluvia es drenada por un sistema común de canales de agua, desde el punto donde comienza el drenaje en su desembocadura, el divisor topográfico puede prácticamente ser colocado en su límite fijo.

### **B. Perímetro**

Influye en el tiempo de concentración de una cuenca, se expresa en kilómetros.

### **C. Longitud axial**

Camino recto entre la fracción más alta de la pelvis y la porción más baja de la boca.

### **D. Ancho promedio**

Distancia debido a la relación entre el área de la cuenca y su longitud axial. Este coeficiente define la forma de la cuenca.

### **E. Dónde:**

$A_p$  = Ancho promedio.

$A_c$  = Área de la cuenca.

$L_a$  = Longitud axial.

E. Forma de la cuenca

$A_p = A_c$

Permite determinar la distribución de caudales a lo largo de la ruta principal y el comportamiento de las crecidas, los índices son: coeficiente de capacidad o índice de grava.

### **F. Factor forma de la cuenca.**

Coeficiente compacto o índice de Gravellus (K Es. La correlación entre el perímetro de la piscina y el perímetro de un perímetro del área correspondiente.

$$K = \frac{P}{2x^2\sqrt{\pi x A_c}}$$

**Donde:**

K = Coeficiente de compacidad (adimensional)

P = Perímetro de la cuenca (km.)

Ac = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>.)

Existen tres categorías propuestos por Gravelius, para la clasificación según

El valor de este parámetro y que se muestran en siguiente cuadro:

**Cuadro N° 2 clase de valores pomposidad.**

<b>Rangos de K,</b>	<b>Clases de compacidad</b>
<b>-1.25</b>	Redonda a oval redonda
<b>1.25 – 1.50</b>	De oval redonda oval oblonga
<b>1.50 – 1.50</b>	de oval oblonga a rectangular

**Fuente: Vásquez V., A. 1998**

**Factor forma de la cuenca**

Es la expresión cuantitativa, referida a la relación entre el ancho medio de una cuenca y la longitud axial de la cuenca.

$$Ff = \frac{AP}{La}$$

**Donde:**

Ff = Factor de forma (adimensional)

Ap = Ancho promedio de la cuenca (km.)

La = Longitud axial de la cuenca (km.).

Este índice nos da una idea de la evolución de la microbase contra las inundaciones, por lo tanto, es menos probable que la microbase con un

factor de forma bajo (<1) tenga precipitación intensa y simultánea en la superficie que una microbase con un área del mismo tamaño pero con un factor de forma más grande

A alto (>1).

**Cuadro N° 3 clases de valores de la forma.**

Rango F	Clases de forma
0.01 0.18	Muy poco achatada
0.18.0.36	Ligeramente achatada
0,36 0.54	Moderadamente achatada

**Fuente: Vásquez V., A. 1998**

Extensión (Re) Es la relación entre el diámetro de un círculo de área igual a la cuenca y la longitud de la cuenca (La) expresada en diámetro en función del área de la cuenca (Ac).

$$Re = 2x \frac{\sqrt{Ac / \pi}}{La}$$

Donde:

Re = relación de deformación (sin dimensión)

Ac = área de la piscina (km<sup>2</sup>)

La = longitud axial de la corriente (km.)

Actualice menos de 1 forma alargada de tamaño mediano. Cuanto más pequeños son, más larga es la forma de la piscina. Pero los revalores cercanos a 1 no lo hacen porque indican formas redondeadas.

Re <1: forma alargada

Re = 1: forma circular

El motivo del estiramiento es adimensional ya que es una relación entre dos

Longitudes, y sin tener que calcular el diámetro del círculo asociado para obtener R, se puede utilizar cualquier expresión equivalente, como por ejemplo:

F. Comodidades para el alivio de la piscina

Representa la disminución de un grupo, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

Altura media de la altura base.

Con la siguiente relación

$$H' = \frac{\sum (h_i x S_i)}{A_c}$$

donde:

H' = Altura media de la piscina (m).

h<sub>i</sub> = La altura promedio para cada subárea entre los contornos se toma con respecto al emisor o la boca.

S<sub>i</sub> = Subárea entre contornos.

A<sub>c</sub> = área de la piscina.

Frecuencia de polígono elevada

Es un diagrama de la relación de las superficies del lote en un grupo expresado como un porcentaje de las alturas en relación con las áreas entre las curvas.

Extensión (Re)

Es la relación entre el diámetro de un círculo de área igual a la cuenca y la longitud de la cuenca (L<sub>a</sub>) expresada en diámetro como una función del área de la cuenca (A<sub>c</sub>).

$$Re = 2x \frac{\sqrt{A_c / \pi}}{L_a}$$

Donde:

Re = Relación de elongación (adimensional)

A<sub>c</sub> = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>.)

L<sub>a</sub> = Longitud axial de la cuenca (km.)

valora menos de 1 forma alargada promedio, y cuanto más pequeña es, más alargada se vuelve la forma del disco. Sin embargo,  $Re$  no se acerca a 1, por lo que sugieren formas redondeadas.

$Re < 1$ : Forma alargada

$Re = 1$ : Forma circular

La razón de elongación es adimensional, ya que se trata de un cociente entre dos

Longitudes, y con el fin de no tener que calcular el diámetro del círculo agrupado para poder obtener  $R$ , se puede usar cualquier expresión equivalente, tales como:

F. Características del relieve de una cuenca

Representa la declividad de una cuenca, se considera los siguientes parámetros:

Altura media del fregadero Con las siguientes condiciones

$$H' = \frac{\sum (h_i x S_i)}{A_c}$$

donde:

$H'$  = Altura media de la cuenca (m).

$h_i$  = La altura media para cada sub área entre los contornos se toma con respecto al emisor o la boca.

$S_i$  = Sub área entre contornos.

$A_c$  = área de la piscina.

Altura Frecuencia polígono

Es un diagrama de la proporción de áreas parciales de un grupo expresado como un porcentaje de las alturas relativas a los contornos entre las áreas.

entre los contornos.

## 2.7. Características físicas topográficas de la cuenca.

**Chow, et al( 2000).** describe que la superficie de la cuenca se calcula utilizando un planímetro en mapas topográficos a escala de 1,100,000 o 1:25,000, dependiendo del tamaño de la cuenca.

### ➤ **Rectángulo equivalente**

Rectángulo correspondiente o rectángulo de Gravelius. Es una transformación puramente geométrica en la que la cuenca se agrupa en un rectángulo que tiene la misma circunferencia y área y, por lo tanto, el mismo coeficiente de Gravelius (coeficiente de compresión, K). Las líneas de contorno se vuelven rectas paralelas al lado más pequeño del rectángulo y el drenaje puntiforme en la cuenca se convierte en el lado más pequeño del rectángulo. Para construir el rectángulo, comience con el perímetro P y el sumidero de modo que los lados más pequeño y más grande del rectángulo sean 1 y L.

$$L = \frac{K \times \sqrt{Ac}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{K \times \sqrt{Ac}}{1.12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

Donde:

L = Lado mayor del rectángulo (km.)

K= índice de gravelious (coeficiente de compacidad)

P' = Semiperímetro (km.)

AC = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>.)

$$d_1 = \frac{\text{area parcial}}{\text{lado menor}} = \frac{A_1}{l}$$

Donde:

d1 = Lados menores entre curvas de nivel.

A1= Área parcial.

l= Lado menor.

➤ **Sistema de drenaje** Consiste en el plato principal y sus afluentes,

dentro de estas características se consideran los siguientes parámetros. Orden de la corriente de agua Refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de la cuenca hidrográfica. Corriente de primer orden, Pequeños canales que no tienen tributarios. Corriente de segundo orden, cuando dos corrientes de primer orden se unen. Corriente de orden n+1, cuando dos corrientes de orden n se unen.

Densidad de drenaje Especifica la relación de la longitud total del curso de agua: efímera, intermitente y perenne de una cuenca a la superficie total de la cuenca, cuando se observa:

Los valores altos para este parámetro indican que la lluvia afectará inmediatamente la descarga del río y los cortos tiempos de concentración. Los valores bajos se presentan en suelos permeables con cobertura vegetal densa y de relieve llano.

$$Dd = \frac{Li}{A}$$

Donde:

Dd = Densidad de drenaje.

Li = Largo total de cursos de agua (km).

A = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

Generalmente, se requieren valores de 0.5 km / km<sup>2</sup> para cuencas mal drenadas a 3.5 km / km<sup>2</sup> para pozos bien drenados.

#### **Cuadro N° 4 rangos de densidad.**

<b>Rangos de densidad</b>	<b>Clases</b>
0.1-1,8	Baja
1.9-3.6	Moderada
3.7-5.6	Alta

**Fuente: Vásquez V.A 1998.**

Longitud media de escorrentía (Es) Indica la distancia en línea recta que el agua de precipitación tendrá que drenar para llegar al lecho de un curso de agua.

Dónde:

Es = Escurrimiento superficial.

Li = Distancia del agua que escurre en línea recta.

Ac = Área de la cuenca.

➤ **Frecuencia de ríos (Fr)**

Relaciona el total de los cursos de agua con el área total de la subcuenca.

Dónde:

Fr = Frecuencia de ríos.

# Ríos = Número de ríos presentes en la subcuenca.

Ac = Área de la cuenca.

- Altura promedio de la cuenca Esta es la metódica promedio de la curva hipométrica. Esta cuantificación es importante ya que su tamaño está fuertemente correlacionado con la lluvia que cae sobre la piscina.
- Perfil de longitud de la corriente de Läng Esta es una curva que muestra la correlación entre la parte superior y la distancia de la corriente principal.
- Perfil prolongado del río. Esto significativo ya que le permite sentir su inclinación en diferentes puntos de su ruta.
- flujo constante de una solución concentrada de una sustancia química.

## 2.8. Características de una cuenca.

**Máximo V.B (2008)** La parte de agua divide la parte más alta de las cuencas para que el agua de lluvia que cae se distribuya en cada cuenca. De ahí la salida por la que pasa el canal principal. Los otros caminos conducen al canal principal y se llaman afluentes. Los grupos de subcanales son grupos de control o subcuentas. Cuanto mayor sea la densidad de las mareas, más rápido reaccionará la

piscina a la lluvia o las tormentas. De hecho, un grupo se caracteriza por su régimen fiscal.

### **2.8.1. Delimitación de cuencas.**

**Vásquez V. A. (1998):** Es una representación geográfica: del suelo o parte de él (superficie terrestre). Sobre una superficie plana Se proporciona información sobre cierta ciencia (por ejemplo, mapa topográfico).

- Escala. Es una relación que resulta de dividir la distancia medida en un plano con respecto a la distancia en el suelo. Se puede representar numérica y gráficamente.

### **2.8.2. Características físicas de la cuenca.**

El área se refiere al área proyectada sobre un plano horizontal, que es muy regular después de una constricción. Cálculo del área de la piscina Dado que la forma de la piscina es muy regular, el área de la piscina no se puede calcular usando fórmulas geométricas, pero los siguientes métodos de cálculo están disponibles.

### **2.8.3. Perímetro de una cuenca.**

El perímetro de la cuenca se proyecta en un plano horizontal que tiene una forma muy irregular obtenida después de definir una cuenca.

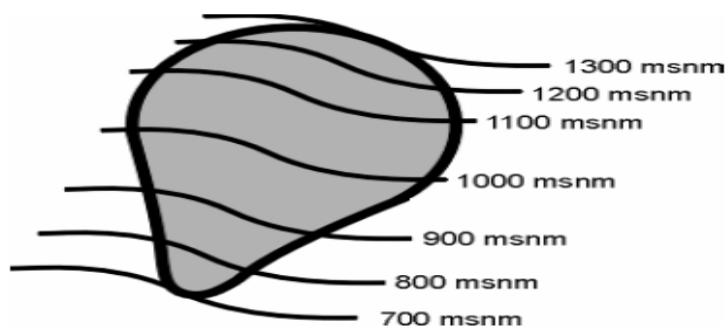
Curva de cadera Hipsometric Esta es una curva que representa la relación entre la altura y el área de superficie a diferentes alturas en la cuenca. Esto se representa en un eje de coordenadas.

- Representa el área especificada por encima o por debajo de cada altura considerada y, por lo tanto, caracteriza el relieve del relieve.
- Es la curva que se coloca en coordenadas rectangulares, representa la relación entre la altura y la superficie de la piscina que se encuentra por encima de esta altura.
- Deben calcularse las áreas entre contornos

- Calculado mediante planímetro o gravimétrico
- Lo calcularemos por medios computarizados

**Tabla N° 1 Curvas De Nivel Superficie**

Curvas de nivel (m)	Superficie (Km <sup>2</sup> )
700 –800	6.13
800-900	45.62
900-1000	215.00
1000-1100	281.25
1100-1200	89.38
1200-1300	20.62



Fuente Vásquez V., A. (1998)

**Tabla N° 2 Cálculo para la obtención de la curva**

Altitud (msnm)	Áreas parciales (Km <sup>2</sup> )	Áreas Acumuladas (Km <sup>2</sup> )	Áreas que quedan sobre las altitudes (Km <sup>2</sup> )	% del total (5)	% del total que queda sobre la altitud (6)
(1)	(2)	(3)	(4) = 658 -(3)	$[(2)/658] \times 100$	$[(4)/658] \times 100$
Pto más bajo 700	0	0	658	0	100
800	6.13	6.13	651.87	0.9	99.1
900	45.62	51.75	606.25	6.9	92.1
1000	215.00	266.75	391.25	32.8	59.8
1100	281.38	548	110.00	42.7	16.7
1200	89.38	637.38	20.62	13.6	3.1
Pto más alto 1300	20.62	658	0	3.1	0
	658			100.0	

Fuente: Vásquez V., A. (1998)

## 2.9. Altitudes características.

### 2.9.1. Altitud media.

Es la medida ordenada de la curva hipsométrica, donde el 50% de la superficie de la piscina está por encima de esta altura y el 50% por debajo.

### 2.9.2. Altitud de frecuencia $\frac{1}{2}$ .

Es la altitud correspondiente al punto de abscisa  $\frac{1}{2}$  de la curva de Altitud Frecuencia.

### 2.9.3. Índice o factor de forma (f).

Expresa la relación entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud.

- Cuanto mayor sea la F, mayor es la probabilidad de una tormenta intensa simultánea en toda la cuenca.
- Un gran Mayor probabilidad de tormenta severa
- simultáneo en toda la cuenca

### 2.9.4. Coeficiente de gravelious (kc).

El índice de compacidad de una piscina, definido por Gravelious, expresa la relación entre el perímetro de la piscina y el perímetro equivalente de un perímetro. Que tiene la misma área en la piscina, es decir

$K = \text{perímetro de la cuenca}$

Perímetro de un círculo de igual área

$$K = \frac{p}{p_0} \quad K = \frac{p}{2r\pi}$$

### 2.9.5. Rectángulo equivalente.

Es una transformación geométrica que permite representar la cuenca en su forma heterogénea. Con forma de rectángulo, la misma área y perímetro, y por lo tanto el mismo índice de compactación o índice Gravelious, tiene una distribución equitativa de la tierra, siempre que Asus cubra las condiciones. En este

rectángulo, las líneas de contorno son exactamente paralelas al lado corto, que son estos lados, la primera y la última línea de contorno.

Si se trata del lado mayor  $L$ , se toma el signo (+):

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right) \quad \dots (2.11)$$

análogamente, para el lado menor  $l$ , se toma el signo (-):

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right) \quad \dots (2.12)$$

donde:

$L$  = longitud del lado mayor del rectángulo  
 $l$  = longitud del lado menor del rectángulo  
 $K$  = índice de Gravelious  
 $A$  = área de la cuenca.

Con los resultados de las ecuaciones (2.11) y (2.12) se dibuja un rectángulo de base  $l$  y de altura  $L$ , después se hallan los cocientes,

$$L_1 = \frac{A_1}{l}, L_2 = \frac{A_2}{l}, L_3 = \frac{A_3}{l}, L_4 = \frac{A_4}{l}, L_5 = \frac{A_5}{l},$$

y éstas magnitudes se llevan en el lado mayor del rectángulo.

#### 2.9.6. Pendiente de la cuenca.

**SERRUTO, A. (2012):** Tiene una relación importante y compleja con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al drenaje. Controla el tiempo de drenaje y la concentración de lluvia en los canales de drenaje.

#### 2.9.7. Pendiente uniforme.

- Piense en la pendiente del canal como la relación de la diferencia entre los extremos del canal y su proyección horizontal.
- El método se puede utilizar para tramos cortos de río.

#### 2.9.8. Red de drenaje.

las causas de las corrientes naturales en él. Esta es otra característica importante en un estudio de piscinas. Cómo se manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje en el flujo resultante, es decir, qué tan rápido se mueve la cantidad de agua ingerida. La forma del desagüe también proporciona información sobre el tipo de suelo y la superficie de la piscina.

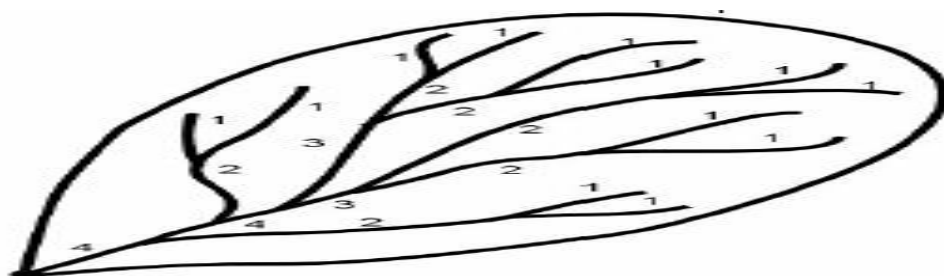
- El orden de las cadenas
- Longitud del impuesto
- densidad de corriente
- Densidad Drenaje Densidad

### **2.9.9. Orden de las corrientes.**

Tu evaluación. Todos los arroyos se pueden dividir en tres clases generales, según el tipo de escorrentía, que está relacionado con las características físicas y climáticas de la piscina.

- Por lo tanto, una corriente puede ser volátil, intermitente o perenne.
- Un arroyo fugaz. Es el que lleva agua solo cuando llueve e inmediatamente después
- Un flujo intermitente. La mayoría contienen agua. Pero especialmente cuando llueve, su parte se detiene cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del canal.
- La corriente constante. Siempre contiene agua porque se bombea constantemente incluso en épocas de sequía, ya que el nivel del nivel freático siempre está por encima de la causa.
- Stream Stream es una clasificación que indica el grado de ramificación en la cuenca.
- Propiedades Las propiedades de una red de drenaje se pueden describir básicamente de la siguiente manera:
  - ✓ Tipo de potencia
  - ✓ El orden de las corrientes
  - ✓ Longitud de las hojas laterales
  - ✓ Densidad de corriente
  - ✓ Densidad de drenaje
  - ✓ Se pueden rastrear usando SIG.

**Gráfico N° 03 órdenes de las corrientes de una cuenca**



### **2.10. Inventario del recurso hídrico.**

**Anten M. y Willet J. (2001):** El inventario es el recojo detallado de información sobre recursos hídricos, sus usos, usuarios, demandas y aspectos ambientales que repercuten entre ellos, dentro del territorio comunal utilizando herramientas de posicionamiento global y de aforo. Se realiza en época de estiaje (julio a setiembre).

**Olarte H. W. (1987):** El inventario y evaluación de las fuentes de agua, en una microcuenca, está referido a una observación puntual referido al emisor del curso principal del río, que tiene sus nacientes en una batería de lagunas más o menos interconectadas a las altitudes promedio de 4500 msnm., que, asociada a la red de manantiales y cursos permanentes, incluyendo el emisor, definen la oferta hídrica. Generalmente no se cuenta con información precedente sobre aforos de ningún tipo, especialmente a nivel de microcuenca. Las fuentes principales de aporte hídrico en la microcuenca son. De tres tipos, agua superficial, agua subterránea

(fluyen a través de manantiales) y oferta potencial (lagunas y nevados).

Se entiende por aguas superficiales a los cursos permanentes de aguas, que se presentan durante todo el año y tiene mucho significado en la época de máxima demanda y que en la zona andina son coincidentes con la época de menor aporte de este tipo de fuentes de agua.

El recurso hídrico superficial total dentro de la microcuenca, se presenta como el aporte de mayor importancia. Estas fuentes de abastecimiento,

están formados por las aguas que discurren por las quebradas naturales, que a su vez se forma por la confluencia sucesiva de afluentes superficiales con características de aguas cristalinas en la época de estiaje. Sin embargo, en la época de avenida, adquieren coloraciones turbias y crean problemas a las captaciones que en su mayoría en la actualidad son de tipo rústico.

Una característica importante, es que en épocas de estiaje aun atendiendo a las diferentes demandas de agua de los diferentes sistemas de riego en operación y cuando se ha derivado el total de aguas superficiales, el curso principal se recupera aguas abajo y siempre muestra remanentes de agua originados por las filtraciones del cauce principal y manteniendo el caudal ecológico del lecho del río.

Fuentes de agua subterránea Se entiende por aguas subterráneas a las aguas provenientes de las filtraciones, manantiales o cualquier otra forma de agua que emane a la superficie del suelo y que también se presentan generalmente con menor caudal en la época de estiaje, considerada en la zona de estudio como de máxima demanda. Las aguas subterráneas, que fluyen a la superficie a través de manantiales, provienen normalmente de las filtraciones de la gran cantidad de lagunas ubicadas en la parte alta.

### **2.10.1. Río.**

**Zavaleta H. W. (1998):** La escorrentía superficial es la diferencia entre la masa de lluvia y las pérdidas, que ocurren antes y durante el período en que el agua fluye hacia la cuenca, formando flujos que se mueven

Superficialmente; es decir, arroyos y ríos constituyendo parte de la red de drenaje de la cuenca. Estos caudales que discurren entre las corrientes pueden.

#### **Clasificarse en tres tipos:**

- ✓ Corrientes efímeras de ph; Estos son los que solo transportan agua cuando llueve o inmediatamente después.
- ✓ corrientes intermitentes; Cuando transportan agua durante la mayor parte del año, especialmente durante la temporada de lluvias, la

presencia de agua en el fondo del río se debe a que la capa freática está por encima del río. La contribución de los flujos intermitentes finaliza cuando el nivel freático está en el río.

- ✓ corrientes permanentes; cuando llevan agua todo el año, porque durante la temporada de lluvias e incluso una cierta sequía, toman agua.

### **2.10.2. Manante.**

**Zavaleta H. W. (1998):** Las aguas subterráneas se derivan directa o indirectamente, de las lluvias; parte de las aguas caídas se infiltran en el suelo, subsuelo y estratos profundos de donde se deduce que las características geológicas de la cuenca son fundamentalmente para tal proceso. La forma como se presenta el agua subterránea depende de la geometría y ubicación relativa del pertinente estrato permeable, denominado usualmente acuífero y la relación de este con respecto a los estratos poco permeables, que constituyen una barrera, ocasionando en mayor o menor grado el confinamiento del agua infiltrada. La descarga natural de aguas subterráneas se realiza por evaporación o a través de afloramientos que pueden ocurrir como:

- ❖ **Manantiales.** - Llamados también manantes, vertientes y ojos de agua que son puntos en los cuales emergen naturalmente las aguas subterráneas.
- ❖ **Aguas afluentes.** - Son caudales procedentes de un acuífero interceptado por una quebrada, que se vierten a ella formando el caudal base. Para que ocurran éstas, es necesario que el nivel de agua subterránea esté por encima del pelo de agua, del río.

### **2.10.3. Lago.**

**Raasveldi y Tomic. (1958):** El lago es un cuerpo de agua con gran profundidad y está rodeado de tierra y un lago como cualquier cosa menos pequeño y poco profundo. Los lagos pertenecen a la categoría de aguas tranquilas y son partes permanentes del paisaje y están destinados a desaparecer debido a la acumulación de sedimentos y

material orgánico, ya sea de origen nativo (del metabolismo real) o de origen (material extraído de la lluvia y el flujo).

#### **2.10.4. Origen de los lagos.**

Raasveldi y Tomic. (1958): El origen de la mayoría de los lagos en zonas templadas, la mayoría de las montañas de los Andes tienen orígenes glaciares.

- Lagos de origen tectónico. - Estos son los formados por fallas, inserciones, pliegues, grietas o movimientos en la corteza terrestre.
- Lagos de origen volcánico. - La actividad volcánica ha jugado un papel muy importante en la formación de lagos en varias regiones del mundo, como deslizamientos de tierra en altas montañas, estanques de ríos o inundaciones de valles debido a la caída de las montañas.
- Lagos de origen glacial. Estos se formaron durante el período de descongelación hace unos 10.000 años, es decir, al final del Pleistoceno y el Holoceno temprano, este período se caracterizó por fuertes lluvias, alta nubosidad y bajas temperaturas. Las capas de hielo que se formaron lentamente comenzaron a derretirse, arrastrando rocas y plantando escombros contra ellas, formando depresiones que luego se llenaron de agua. Durante el último período de glaciación, aproximadamente el 31% de la superficie del suelo estaba cubierta de hielo.
- Lagos formados por disolución del sustrato. Estos lagos son típicos de las regiones donde el suelo tiene una composición de piedra caliza, principalmente carbonatos de calcio, estas regiones generalmente tienen barrancos a diferentes profundidades formados por la disolución del sustrato.
- Lagos formados a través de la acumulación de material orgánico. - Son un pequeño grupo de lagos que se formaron al recolectar los restos de organismos resistentes

a la descomposición que eventualmente forman estanques o crestas y, por lo tanto, dieron lugar a pequeños lagos.

## **2.11. Caudal**

Vasquez V. A. (1998): describe el ciclo hidrológico, que el agua superficial o escorrentía superficial es agua que fluye sobre la superficie del suelo. El flujo del canal es la forma principal de flujo de agua superficial; cuando decimos canales también nos referimos a ríos y arroyos. La escorrentía se expresa en mm y el caudal de un canal es caudal o descarga, y esto se expresa en  $m^3 / s$ .

### **2.11.1. Componentes del caudal.**

Guevara P. E. (1997): El escurrimiento se define en cuatro procesos:

- A. Escorrentía superficial: la lluvia real que fluye sobre la superficie de la tierra sigue la pendiente natural. Se retrasa por el terreno accidentado y la cobertura vegetal y es más rápido porque resuelve los problemas de drenaje. Su tamaño depende de la naturaleza de la cuenca, la topografía, la cobertura vegetal, la humedad del fondo y las propiedades de la precipitación.
- B. Su escorrentía superficial: También se le llama intercalación o escorrentía hipodérmica y proviene del agua que se ha infiltrado y se mueve hacia abajo, cerca de la superficie, casi horizontalmente sin llegar al nivel freático y desembocando en los taludes. Varía según la naturaleza geológica del terreno y la topografía y generalmente representa solo una pequeña proporción del agua infiltrada.
- C. Drenaje subsuperficial o flujo base: se trata de agua de percolación profunda que alcanza el nivel del nivel freático aguas arriba y sale después del terraplén hidráulico. Dependiendo de la estructura geológica del suelo y subsuelo, las propiedades físicas del suelo y la intensidad

de las lluvias. La carga. El agua subterránea varía en el tiempo y el espacio.

- D. Precipitación que cae en canales: es la proporción de lluvia, generalmente baja, que cae directamente al curso de agua inmediatamente a través del sistema de alcantarillado. Este componente puede ser importante si hay grandes charcos en la cuenca, como lagos, estanques o grandes embalses.

### **2.11.2. Medición de caudales.**

**Guevara P. E. (1997):** El registro sistemático de la escorrentía en nuestro entorno generalmente se realiza con respecto al flujo mensual promedio, generalmente obtenido midiendo los niveles de agua en la estación de capacidad durante el mes y convertidos en flujos utilizando la llamada curva de costo típica para la estación hidrométrica, que en este caso es equipado con una escala graduada llamada limnómetro o visión. Muchas estaciones están equipadas con gráficos adhesivos que registran continuamente las variaciones en los niveles y proporcionan información adicional sobre eventos extremos inmediatos, máximos y mínimos.

**Vásquez V. A. (1998):** La medición del caudal de un canal de agua (ríos, arroyos y otros) se denomina aforo, que se realiza con diferentes aparatos dependiendo de la cantidad y forma de sección del canal. Los métodos para la medición del caudal son dos, siendo estos los siguientes:

### **2.11.3. Métodos directos.**

Se realiza empleando aforos con conductos medidores, teniéndose:

#### **a) Aforador RBC**

**Olarte H. W. (1987):** Es el más extendido debido a su simplicidad de construcción y manejo, así como a su precisión, es un canal portátil que se coloca en la sección del canal y proporciona el flujo a  $1 / s$  , **Delgadillo**

**L. O. y Vega B. D. (2004):** El titulador RBC desarrollado por Replogle, Bos y Clemmens (1984) es una de las mejores estructuras portátiles de medición de flujo.

## b) Limnómetro

Limnómetro o escala es la forma más fácil de medir el nivel de un río, organizado para que parte de él esté sumergido en el agua todo el tiempo. La escala del Limnómetro puede consistir en una escala vertical única conectada a una viga del puente, camino, acera u otra estructura que se extiende a la corriente de bajamar. soporte, las escamas pintadas se clasifican en centímetros. Las marcas generalmente se realizan según los estándares utilizados en las vistas de tacómetro.

### 2.11.4. Métodos indirectos.

Requiere de operaciones matemáticas para obtener la medida del caudal.

#### A. Correntómetro o molinete

**Reyes C. L. (1992):** Es un dispositivo que permite medir la velocidad de una corriente fluida a partir de una medición del número de revoluciones de una hélice o rotor, que es proporcional a dicha velocidad, de manera que:

$$V = K \cdot n$$

Dónde:

V = Velocidad de la corriente.

K= Coeficiente de proporcionalidad.

n = Numero de revoluciones del rotor o hélice.

Para ello es necesario conocer el coeficiente de proporcionalidad K entre la velocidad V de la corriente y el numero n de revoluciones del rotor, lo que significa que el correntómetro debe ser previamente calibrado, esta calibración debe efectuarse en un laboratorio que disponga de una canal de calibración o un túnel aerodinámico, el correntómetro a hélice: de una manera general puede decirse que consta de los siguientes elementos:

- Rotor y soporte.

- Percha o cable de sujeción.
- Aletas estabilizadoras.
- Sistema eléctrico de detección de revoluciones
- Contador de revoluciones.

### **B. Flotadores**

Es un método muy sencillo, consiste en colocar flotadores (materiales más ligeros que el agua) superficiales o sumergidos, los cuales proporcionan la velocidad media de desplazamiento; como también, se tienen que obtener valores del ancho del cauce, profundidad del cauce y de estos se obtiene la siguiente relación:

$$Q = S \cdot V_m$$

Dónde:

$$Q = \text{Caudal (1/s)}$$

S = Superficie o área obtenida de las secciones del cauce.

$V_m$  = Velocidad media

### **C. Vertederos**

Un vertedero es un receso que circula regularmente a través del cual el agua. Esta definición incluye la estructura que contiene la unidad hidráulica. El uso de rellenos sanitarios para realizar la medición del flujo consiste en interceptar el curso de agua para abandonarlo y obligarlo a atravesar el receso o los desechos sanitarios en sí; Existen varios tipos de vertederos:

Vertedero trabaja sin contracciones laterales:

$$Q = 1.84 L H^{3/2}$$

Vertedero trabaja con contracciones laterales:

$$Q = 1.84 (L - 0.1 n H) H^{3/2}$$

Dónde:

Q = caudal medido en m<sup>3</sup>/s.

L = Longitud de cresta en metros.

H = Carga hidráulica del vertedor en metros.

n = Número de contracciones laterales.

En los mismos casos cuando la velocidad de llegada supera los 0.75 m/s las ecuaciones son:

$$Q = 1.84 (L - 0.1 n H) (h + h_o)^{3/2}$$

Dónde:

Q = Caudal medido en m<sup>3</sup>/s.

$V_o^2$

$$h_o = \frac{V_o^2}{2g}$$

H = Carga hidráulica del vertedor en metros.

n = Número de contracciones laterales.

h<sub>o</sub> = Carga de presión.

V<sub>o</sub> = Velocidad de llegada.

#### **D. Vertedero trapezoidal.**

Al combinar los dos anteriores y con la idea de aprovechar el vertedero triangular sin tener que hacer correcciones para la contracción lateral y la capacidad de volumen del vertedero rectangular, el medidor de derrames es, por lo tanto, igual a la suma de un vertedero rectangular y otro triangular con la condición de que sus paredes verticales está en la proporción 4V: 1H; La fórmula general es:

$$Q = 1.86 L H^{3/2}$$

Dónde:

Q = Caudal medido en m<sup>3</sup>/s.

$L$  = Longitud de la cresta en metros.

$H$  = Carga sobre el vertedor en metros.

4:1= Relación vertical-horizontal de las paredes del vertedor.

#### **E. Volumétrico (caudales pequeños)**

El método consiste en canalizar una corriente de fluido y tomar el tiempo requerido para llenar un contenedor de volumen conocido; el volumen se mide entre el tiempo medio, obteniendo  $Q$  a 1 / s.

Dónde:

$Q$  = Caudal (1/s).  $V$ = Volumen (litros).  $T$  =Tiempo (segundos).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Ubicación política.

El Distrito de Pataypampa está ubicado en la Provincia de Grau, Región Apurímac. Su posición geográfica está comprendida entre las coordenadas 14°10'27" de latitud sur y 72°40'12" de longitud oeste.

DEPARTAMENTO : Apurímac

PROVINCIA : Grau

DISTRITO : Pataypampa

SECTOR : Totorapampa y San Marcos

a la cuadrícula UTM GWS84, en la zona 18, entre los La microuenca de Pampahuasi y el río Pampahuasi se ubica con respecto cuadrante Norte de 8'450,823 a 8'439,345, y el Este de 744,403 a 736,738, en las cartas geográficas nacionales Anta bamba.

#### LÍMITES DEL DISTRITO DE PATAYPAMPA.

Creada con fecha 27 de diciembre de 1961, por Ley N° 13786, El distrito de Pataypampa limita con los siguientes distritos y provincias de la región, tal como podemos observar en el cuadro N° 5 y gráfico N° 04

#### Cuadro N° 5 Límites Del Distrito

Orientación	Localidades
Norte	Con los distritos de Santa Rosa y Chuquibambilla.
Sur	Con los distritos de Turpay, Virundo.
Oeste	Con los distritos de Chuquibambilla y Sabaino – Antabamba
Ste	Con el distrito de Ayrihuanca y San Antonio.

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 04 Mapa de Ubicación.**



Fuente: Google

## **ACCESIBILIDAD**

### **CAMINOS Y CARRETERAS**

La red de carreteras consiste en caminos de herradura y la única línea de teleférico que articula Pataypampa con Chuquibambilla. Todas estas infraestructuras se encuentran en condiciones regulares, pero necesitan mejoras y mantenimiento permanentes.

El servicio de transporte es permanente, al igual que los camiones, furgonetas y camiones con transporte público. Cuando se trata de caminos, debemos señalar que sus comunidades y anexos están vinculados a la capital del distrito con caminos a caballo, con medios similares de transporte a pie. Para llegar al distrito de Pataypampa, la siguiente ruta se muestra en el diagrama N°05.

## Gráfico N° 05 Mapa De Acceso “Abancay- Pataypampa”



Fuente: Google Earth.

### 3.2. Materiales.

#### 3.2.1. Materiales de laboratorio.

- Registros de precipitaciones máximas
- Registros de caudales máximos

#### 3.2.2. Materiales de campo.

- GPS
- Brújula
- Mapas De Campo
- Lápices De Color
- Hojas Bond
- Tablero
- Imágenes Satelitales
- Imágenes Satelitales
- Aforador
- Cinta Métrica
- Cronómetro
- Alimentos
- Gorro O Sombrero

- Poncho De Agua
- Bloqueador
- Cámara Fotográfica
- Insumos para aforar el río

### **3.2.3. SOFTWARE**

- ArcGIS 10.2.2
- Hec –GeoHMS, Hec - HMS
- AutoCAD civil 3D 2012, AutoCAD 2013
- Google Earth.
- Microsoft office 2010

### **3.3. Método.**

El método del presente estudio se sustenta en la evaluación, cuantificación, simulación hidrológica con fines de riego para actividades Agrícolas en los sectores de Totora pampa y San Marcos afín de cuantificar el caudal máximo de los recursos hidrológico del sistema para conocer el comportamiento hidrológico de la zona, e identificar las zonas agrícolas con fines de riego

La información meteorológica consiste en precipitación (total mensual y máxima en 24 horas, temperatura (media, máxima, y mínima), humedad relativa, evaporación, horas de sol, velocidad del río del viento, se ha recopilado de las estaciones correspondientes a la microcuenca del río Pampahuasi y de las estaciones vecinas a la Microcuenca.

Estaciones meteorológicas cercana a la microcuenca Pampahuasi

Estación meteorológica Andahuaylas.

Estación meteorológica Huancaray.

Estación meteorológica Pampa chiri.

Estación meteorológica Curahuasi.

Estación meteorológica Chalhuanca.

### **3.4. descripción del área de influencia de la microcuenca Pampahuasi**

El sistema de riego del presente proyecto de investigación ha sido denominado “ESTUDIO HIDROLOGICO DEL AGUA DE RIEGO DE LOS SECTORES TOTORAPAMPA Y SAN MARCOS DE LA MICROCUENCA PAMPAHUASI EN EL DISTRITO DE PATAYPAMPA, PROVINCIA DE GRAU - APURÍMAC”.

(La superficie total evaluada en el ámbito del proyecto es de 91.04 has.) Las familias de los Anexos, asentadas en el ámbito de estudio, están dedicadas fundamentalmente a la actividad agrícola, tiene como principales productos una diversificación de los mismos, entre ellos: papa, maíz, cebada, habas, alfalfa, olluco, entre otros. En la parte pecuaria se tiene la crianza de Vacunos, cuyes, ovinos, gallinas y entre otros. Parte de su producción es destinado al autoconsumo y la mínima parte a la comercialización en el mercado interno (dentro del Distrito y Provincia).

Actualmente para el riego de las áreas agrícolas, existe infraestructura de riego construidas anteriormente, las mismas que están conformadas por una red de canales abiertos y entubados en algunos casos, cuyas eficiencias de conducción son bajas como consecuencia de pérdidas por filtración y recurso hídrico insuficiente que, al mismo tiempo, dificulta la distribución a nivel de parcelas generando eventuales conflictos sociales, en otros casos, se ha visto que las tierras de cultivo no cuentan con agua de riego y los pobladores solo cultivan en época de lluvias, lo que hace aún más crítica esta situación.

El área de estudio comprende el ámbito de Totorapampa y San Marcos, ubicado en el Distrito Pataypampa, entre las coordenadas UTM 753800 Este y 8431800 Norte, o también las coordenadas 14° 10' 24.91" de latitud Sur y 72° 38' 54.99" de Longitud Oeste

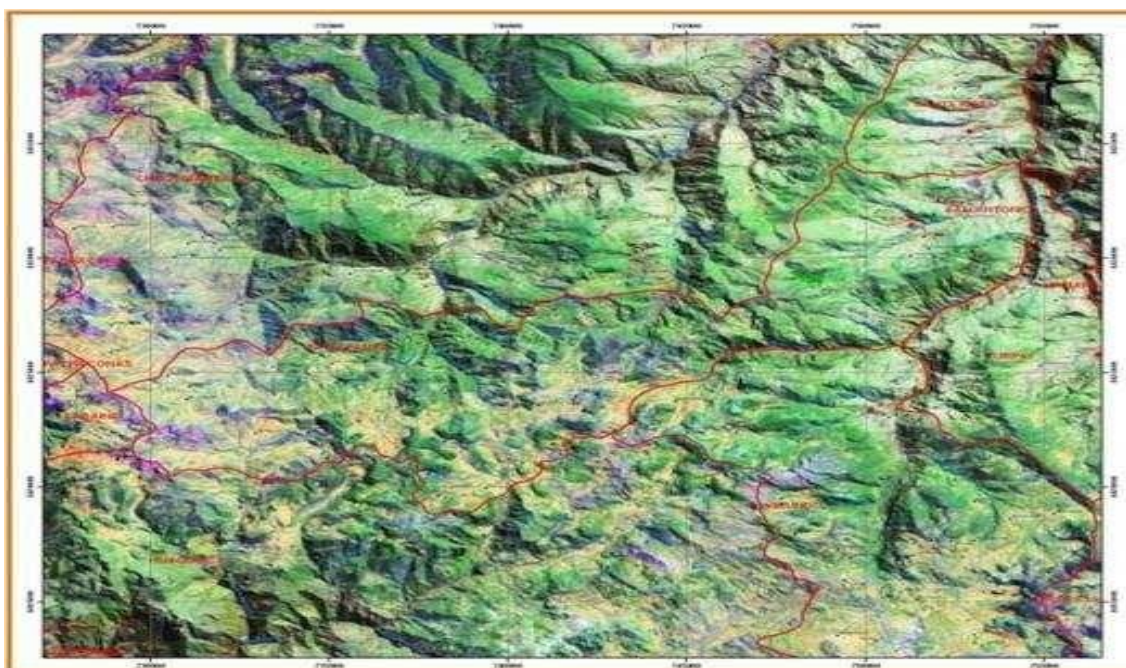
#### **3.4.1. zonificación del ámbito de acuerdo al nivel de desarrollo.**

El ámbito de estudio está conformado solamente por la comunidad de Pataypampa con sus dos sectores de Totorapampa y San Marcos del

Distrito de Pataypampa, provincia de Grau. El área del ámbito de estudio topográficamente se caracteriza por presentar laderas largas y llanuras inclinadas con pequeñas ondulaciones, de orígenes coluvión y aluvial. La superficie total evaluada en el ámbito del proyecto es de 91.04 has.

Las familias en este ámbito tienen como actividad económica principal la agropecuaria, destacando la actividad agrícola y seguida de la pecuaria, parte de los pobladores cuentan con sistema de riego, sin embargo, la gran mayoría riega por gravedad, en otros casos los sectores sin riego, dependen únicamente de la estacionalidad de las aguas de lluvia, lo que determina el desarrollo de una agricultura pobre. El perímetro de riego del proyecto está en un rango de altitud entre 3200 - 4632 m.s.n.m. altitud favorable para cultivos como, papa, maíz, cebada, habas, alfalfa, olluco, entre otros tal como podemos observar en el gráfico N° 06

#### **Gráfico N° 06 Imagen satelital de la microcuenca Pampahuasi del distrito de Pataypampa**



**Fuente: Recopilacion de Google earth**

### 3.5. Población.

#### 3.5.1. Población Distrital de Pataypampa por residencia y género.

El distrito de Pataypampa tiene una población total de 1,022 habitantes: En consecuencia, la densidad poblacional es de 6,43 Hab/ km<sup>2</sup> (6 Hab/ km<sup>2</sup>). El idioma materno principalmente es quechua a nivel de Grau y distrito de Patay pampa, seguidamente del castellano.

El ámbito del proyecto de investigación abarca a la comunidad de Santa Rosa Pataypampa a los Anexos de Totorapampa y San Marcos en la jurisdicción del Distrito de Pataypampa, la población de los anexos mencionados, se proyectó en base al número de familias beneficiarias que fueron proporcionados en los diversos talleres participativos realizados, según los padrones de riego, conjuntamente con la información plasmada en las encuestas socioeconómicas, referido al número de hijos por familia, se ha proyectado y obtenido los siguientes resultados:

En el Distrito de Pataypampa la población está conformada 1,022 habitantes, de los cuales 93 familias (465 habitantes) de los dos anexos se beneficiarán que representa el 45.50% de la población, estos beneficiarios están distribuidos en los Anexos de Totorapampa y San Marcos.

**Cuadro N° 6 familias beneficiarias del proyecto de riego por anexos**

<b>Nº</b>	<b>Distrito / Provincia</b>	<b>Anexos</b>	<b>Nº Familias</b>	<b>Miembros / Familia</b>	<b>Total Población.</b>
1	Pataypampa - Grau	Totorapampa	74	5	370
2	Pataypampa - Grau	San Marcos	72	5	360
<b>Total AMBITO DEL PROYECTO</b>			<b>146</b>		<b>730</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro N° 07, las familias beneficiarias del proyecto son 730 familias, cabe manifestar que dentro de la población beneficiaria no todos forman un hogar. Los datos que se mencionan se ha considerado teniendo como promedio de acuerdo a la población total existente.

### **3.5.2. Principales Actividades Económicas y Fuentes de Ingreso Familiar.**

#### **3.5.2.1. Actividad agropecuaria.**

Las formas del período de tierras en el distrito de Pataypampa y sus anexos tienen dos condiciones: por un lado, hay tierras municipales (laymes) y, por otro, áreas de gestión privadas destinadas a la producción de granos; sin embargo, debemos señalar que las propiedad de las tierras cualquiera sea la forma de tenencia pertenecen a la comunidad, según la ley general de comunidades campesinas N° 24656 vigente hasta la fecha

#### **3.5.2.2. Agricultura.**

La agricultura es una importante actividad generadora de ingresos para las familias del distrito, complementada por los ingresos de las migraciones temporales a la costa y otras ciudades. Los principales cultivos son: maíz, papas, cebada, trigo, frijoles y ajo, y cultivos tradicionales en el área, como papas silvestres y algas (llullucha) en la parte superior, tumbo y tarwi silvestre en la parte media y fruta de pera manchada, en la parte inferior .la producción agrícola está orientada principalmente al autoconsumo, los cultivos que se implementan son estacionarios, es decir bajo la modalidad de sistema en seco, los mismos que presentan una época definida que generalmente coincide con las precipitaciones pluviales anuales. Utilizan un nivel de tecnología tradicional con tendencia a una tecnología media incipiente; se utilizan semillas de especies nativas, sin empleo de fertilizantes ni pesticidas. Las herramientas

más utilizadas en las labores culturales son la chaquitacla, el arado andino, picos, segaderas, lampas, allachus y otros. Entre los principales productos de la agricultura tenemos tubérculos (papa, mashua, oca, olluco), cereales (cebada, trigo, maíz), leguminosa (haba, arveja, tarwi).

#### **3.5.2.3. Ganadería.**

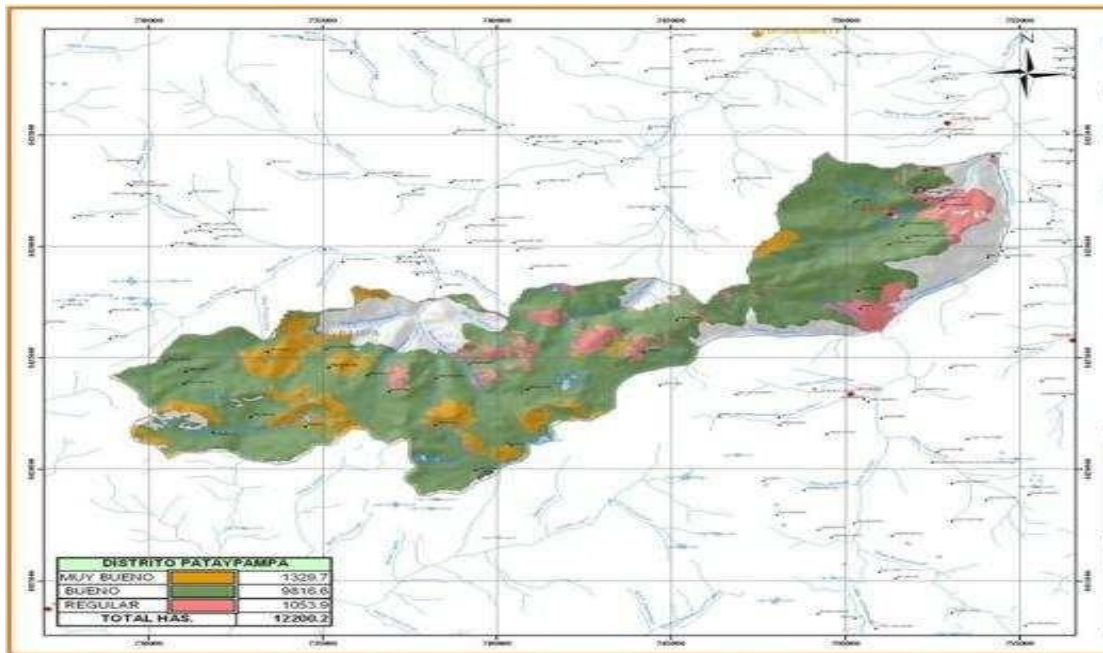
la ganadería es una actividad importante en la zona, pero en menor escala, el sistema de crianza del ganado es extensivo y semi intensivo, de manera asociada y en terrenos comunales, la alimentación depende exclusivamente de las praderas naturales y pastos cultivados en pequeñas áreas, existe un comité de ganaderos que vienen realizando la clausura de praderas para evitar el sobre pastoreo y ampliar la oferta forrajera con especies palatables para el ganado ovino y vacuno principalmente.

#### **3.5.2.4. Gestión de sistemas de riego.**

Dentro de la intervención del proyecto de investigación, existen sistemas de riego que tienen su fuente de cuencas fluviales, las áreas ubicadas en la canaleta en Facchapata escorno y la presa Huashuapampa en el Apéndice Totorá Pampa para mejorar el límite del Área Agrícola. La infraestructura de riego existente consiste en conductos de tubería. En los anexos antes mencionados, cuya gestión es adoptada por los comités de riego que aún tienen debilidades, la mayoría de los agricultores aún riegan con gravedad. En general, existe una mala gestión de los sistemas de riego en las diversas comunidades en el área de intervención, ayudado por una infraestructura de riego de baja eficiencia, debido a que la organización no tiene la capacidad suficiente para ordenar el riego a nivel de sector y sitio. El trabajo de investigación tiene como objetivo el diseño del sistema de riego por aspersión a través del diseño

de agua de drenaje, redes de tuberías, redes de distribución, construcción de cámaras de carga, cámaras de ruptura de presión, hidrantes y puntos de instalación de rociadores., tal como podemos observar en el gráfico N° 07.

**Gráfico N° 07 Mapa de aptitud agropecuaria extensiva en el Distrito de Patay pampa**



**Fuente: Recopilación de Google earth**

### **3.6. Geología y geomorfología.**

El estudio nos permite conocer los tipos de roca y suelos que afloran en el ámbito del proyecto de investigación, las formas, estructuras, las fenómenos geodinámicas como parte del proceso de evolución y las características físico-mecánicas de los suelos y/o rocas sobre los que se emplazarán las obras hidráulicas planteadas, recomendando la construcción de obras de protección y estabilización de manera que se garantice el normal funcionamiento del Proyecto de investigación.

#### **3.6.1. Geología local.**

La investigación de tesis se encuentra ubicado en la microcuenca Pampahuasi. del distrito de Pataypampa es atravesada por la cordillera de los Andes, por lo que explica su geografía tan abrupta y accidentada. La unidad litológica más antigua corresponde a la Formación Apurímac, en esta afloran también unidades litológicas

del Cretáceo Inferior a Superior, Terciario Inferior y Cuaternario reciente. Donde se puede observar los afloramientos que vienen del. Deposito cuaternarios suelos.

Formación de Bloques y gravas angulares en matriz areno arcillosos, bloques heterometrica angulosos, gravas arena arcillas, gravas areno arcillosas no consolidadas.

#### ❖ **ROCAS SEDIMENTARIAS**

Formación de areniscas cuarzosas, limo areniscas, lutitas y calizas

**VOLCÁNICAS** rocas intrusivas conformadas por rocas volcánicas como las granodioritas

#### **3.6.2. Geomorfología.**

Las características de origen y relieve del área de investigación de tesis se deben a varios episodios de modelado tectónico de la elevación de la cadena de los Andes, así como a procesos erosivos que originan las diversas formas de paisajes, dando forma a la geomorfología actual de la región. terreno Varias unidades han sido reconocidas localmente como:

##### **a) Altiplano**

La cordillera Occidental limita con la zona del altiplano y corresponde a la terminación occidental de esta unidad que viene desde Bolivia. Limita al sur con el borde NE de la Cordillera Occidental y al norte con la Cordillera Oriental mediante la zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental, caracterizada por el anticlinal de Vilcanota.

La zona de estudio del perfil de investigación de tesis: estudio hidrológico del agua de riego de los sectores Totorapampa y San Marcos de la microcuenca Pampahuasi en el Distrito de Pataypampa Provincia de Grau – Apurímac

está emplazada en tres unidades geomorfológicas locales muy marcadas la zona de captación se encuentra emplazada en la represa de Huashuapampa, quebrada Facchapata, Escorno y Marcamarca.

**b) Laderas.** Estas unidades en las vertientes de los valles presentan pendiente con pendientes de forma plano – convexo ligeramente inclinado a empinados (7 – 50 %), sobre todo en lugares donde se sitúan los abanicos aluviales y en las partes bajas de los cerros que rodean a los valles antes descritos.

Las laderas de los cerros y lomas en las partes medias a altas muestran pendiente suave, moderada a fuerte con escasa erosión laminar, utilizadas hoy por hoy como áreas de pastoreo y escasamente en agricultura, áreas que en algunos sectores se han sobresaturado presentando grietas semilunares por presión lateral y/o socavación del pie de ladera, vulnerables a derrumbes y evasión superficial y en otras han aflorado manantes en la quebradas a manera de flujos de lodo ocasionando por erosión regresiva derrumbes y deslizamientos superficiales de gran dimensión, también preexisten áreas que mantienen su persistencia natural, lo cual se observa principalmente en los cerros que están conformados por roca compacta con menor grado de fracturamiento.

**c) Quebradas.** - El riachuelo de Facchapata Escorno es un afluente del río de Oropesa Vilca bamba y en tiempo de lluvias traslada una cantidad significativo de aguas pluviales y sedimentos. El estudio del avance geodinámica muestra que antes de toda intervención humana el río era muy eficaz, con cauce muy sinuoso y erosión lateral importante.

En general la acción geodinámica del río zona alta (origen) es activa, por la erosión glacial y el rápido fracturamiento del

basamento rocoso, mientras que en la zona media a baja del río la acción geodinámica es muy activa, observando fuerte socavamiento de las paredes adyacentes que tienen pendiente templada, fuerte, muy fuerte a abruptas; el ríos y quebradas presentan crecidas temporales extraordinarias anuales y cada 3 a 4 años causando derrumbes de las áreas adyacentes al cauce y que en muchos casos han ocasionado el colapso y pérdida de terrenos agrícolas en la zona de estudio de investigación.

### 3.7. Edafología.

En el área de influencia se han determinado las siguientes clases de suelo esto según su aptitud para desarrollar una actividad agrícola:

#### 3.7.1. Características del medio biológico.

- Vegetación y Flora El área de influencia del proyecto de investigación según la clasificación económica ecológica está considerada como Área con Intervención Antrópica, lo cual significa que ya ha sido afectada por las actividades agrícolas principalmente, por tanto, en la zona se puede observar vegetación introducida y vegetación nativa esto en las escasas zonas donde no se realiza actividad agrícola. Se han identificado las siguientes especies nativas y exóticas tal como se muestra en el cuadro N° 7

**Cuadro N° 7 Especies vegetales más frecuentes**

<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE TECNICO</b>
Lloque	Kagenckia lanceolata
Llaulli	Barnadesia dombeyana
Chinchilcuma	Mutsia acuminata
Chilca	Baccharis polyantha

Chamana	<i>Dodonea viscosa</i>
Huranhuay	<i>Tecoma sambusifolia</i>
Maguey	<i>Fourcroya occidentales</i>
Cactus	<i>Opuntia</i> sp.
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Capulí	<i>Prunus serótina</i>
Ciprés	<i>Cupressus</i> ssp.
Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>
Kantu	<i>Cantua buxifolia</i>
Kollle	<i>Buddleia coriácea</i>
Maycha	<i>Senecio pseudotites</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Muña	<i>Minthostachys</i> ssp.
Pino	<i>Pinus radiata</i> y <i>patula</i>
Queuña	<i>Polylepis</i> ssp.
Quishuar	<i>Buddleia incana</i>
Sauco	<i>Sambucus peruviana</i>
Tayanca	<i>Baccharis tricuneata</i>
Roque	<i>Colletia spinosissima</i>
Retama	<i>Spartium junceum</i>
Ccolle	<i>Buddleia coriácea</i>
Tarwi	<i>Lupinus mutabilis</i>

Cantuta	Cantua buxifolia
Mutuy	Cassia hockeriana
Chilca	Baccharis lanceolata
Checche	Berbereis lutea
Tancar	Dunalia spinosa
Avena silvestre cebadilla	Avena fatua
Chillihua, ichu, cebadilla	Stipa ssp.
Gramma	Poa ssp.
Trébol carretilla	Medicago ssp.
Crespillo, ichu	Calamagrostis ssp.
Chillihua	Festuca dolichofilla
Garbancillo	Astragalus garbancillo
Quisa (puca quisa, yana quisa, etc.)	Urtica ssp.
Tara	Caesalpinia spinosa
Tuna	Opuntia ssp.

**Fuente: Elaboración propia**

➤ **Fauna**

Para hacer un inventario de la fauna, se deben realizar encuestas con los habitantes del área para identificar la presencia de algunas especies de fauna nativa, dado que esta área está muy alterada por la presencia antrópica. La fauna es diversa en toda la provincia, pero se puede mencionar que la biodiversidad está disminuyendo. La pérdida de diversidad genética (despoblación de especies y formaciones de plantas) está marcada por varios factores que podemos

mencionar: quema y fuego, deforestación, baja disponibilidad de alimentos debido a la sobrecarga de animales de interés económico, lo que significa migración de aves y / o disminución de la capacidad de supervivencia de otros animales.

Aunque todavía existe una gran variedad de vida silvestre nativa entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos, las manifestaciones de los residentes entrevistados sugieren que las poblaciones de zorros, pumas y venados han disminuido, mientras que la vicuña, después de haber sufrido una reducción drástica por la caza furtiva que la afectó con mayor intensidad durante la época de violencia socio-política (diario La República 29-05-94), se encuentra en proceso de recuperación en diversas comunidades de las zonas altas. Se puede observar tropas de vicuñas en la zona alta de Patay pampa, Curpahuasi, Chuquibambilla, Virundo y Progreso. Inclusive en Progreso existen crianzas comerciales de vicuñas. En las mismas zonas altas existen vizcachas que constituyen un potencial para la alimentación de familias siempre que su manejo y utilización sean adecuados. Ambas especies constituyen también un potencial para el turismo en la zona. Las especies silvestres más frecuentes en la provincia de Grau tal como podemos observar en el cuadro N° 09.

**Cuadro 09 Fauna más relevante en el ámbito del proyecto**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE TÉCNICO
Pato de puna	Arras ssp
Huallata	Chilloephaga
Jaccacillo	Colaptes rupícola

Ilguero	<i>Corduelis magellanicus</i>
Chok'a	<i>Falca Americana</i>
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>
Gaviota	<i>Larus seranus</i>
Perdiz	<i>Nothoprocta pantlandi</i>
Picaflor	<i>Oreotrochilus malanogster</i>
Golondrina	<i>Petrochelidon andicola</i>
Pariguana	<i>Phoenicopterus andina</i>
Kukulí	<i>Zenaida auriculata</i>
Cóndor	<i>Vulthur gryphus</i>
Ratón de campo	<i>Cricetidas ssp</i>
Zorrino	<i>Conepatus inca</i>
Zorro	<i>Dusicyon culpaeus</i>
Gato silvestre	<i>Felis colocolo</i>
Puma	<i>Felis concolor</i>
Taruca	<i>Hippocamelus asttisiensis</i>
Vizcacha	<i>Lagidium peruanum</i>
Venado	<i>Odocoileus virginiaus</i>
Sapo	<i>Bufo spinolosus</i>
Lagartija	<i>Liolaernus macquardi</i>
Serpiente	<i>Tachymenis ssp</i>
Trucha	<i>Oncorhynchus mikiss</i>
Vicuña	<i>Vicuña ssp</i>

**Fuente: Elaboración propia**

### **3.8. Geografía.**

#### **3.8.1. Relieve.**

Los rasgos geográficos del área corresponden íntegramente a la Cordillera Central; caracterizada por una topografía variada con áreas fuertemente disertadas por ríos y quebradas. Las alturas van de 2,000 a 4,200 m.s.n.m. Los rasgos fisiográficos más resaltantes son los largos valles interandinos, del río Vilcabamba, muy cerca de la localidad de Chuquibambilla confluyen dos ríos que lo conforman en su origen. Estos valles han dejado hileras de cerros.

#### **3.8.2. Clima.**

El clima en la microcuenca Pampahuasi muestra muchos contrastes, pero en general se caracteriza por la presencia de dos estaciones bien marcadas, una estación seca que se inicia en abril hasta el mes de agosto y otra estación con precipitaciones pluviales incipientes (a partir de setiembre a diciembre) a abundantes (enero a marzo). Se ha determinado en la zona parámetros climáticos como: altitud, temperatura, humedad y precipitación, asimismo la presencia de especies vegetales indicadoras habiéndose diferenciado en el ámbito de estudio la siguiente zona de vida:

Clima en la región. Climáticamente, la región presenta dos estaciones características: una lluviosa de diciembre a marzo y otra seca de abril a noviembre, con sus respectivas etapas transicionales; sin embargo, este ciclo tiene periodos excepcionales cuando se presentan años de sequía y/o abundantes precipitaciones, con funestas consecuencias para la agricultura, ganadería y en general, para la economía de la región.

Un fenómeno importante, digno de anotar, es que las lluvias se adelantan en la parte septentrional de la región, con tendencia a extenderse por el sector oriental, aparentemente influenciadas por las condiciones atmosféricas vecinas a la zona ecuatorial.

La diversidad de alturas hacen que el clima y la vegetación sean diferentes según los lugares, así por ejemplo, las cumbres que pasan los 4,500 m.s.n.m. se caracterizan por su clima frígido y ausencia de vegetación; las extensas punas que se encuentran entre los 3,500 - 4,500

m.s.n.m. tienen igualmente temperaturas que bajan los 0° C. por las noches, estando cubiertas uniformemente por una vegetación conocida como "ichu"; por debajo de esta alturas recién comienzan a usarse los terrenos para cultivos, ubicándose la mayoría de caseríos y pueblos en ellos, exceptuando a los centros mineros que circunstancialmente están más altos.

Las áreas de riego del distrito de Pataypampa, se encuentra a una altitud entre los 2500 y 3600msnm, con un clima apropiado para una agricultura intensiva (sobre todo en la parte del valle), puesto que produce varios cultivos, sin embargo actualmente se dedican al cultivo del maíz, papa y quinua con una cosecha anual.

### **3.8.3. Drenaje.**

El eje de la división hidrográfica, que separa los ríos Pacífico y Amazonas, está al sur (más allá de estos cuadrángulos), en la denominada Cordillera de Huanza, por lo que los principales ríos que drenan esta región tienen sus fuentes en el área de captación de la cordillera.

Estos ríos son permanentes y generalmente tienen una dirección noreste-noroeste; los más importantes son Chalhuanca y Antabamba que drenan bajo el nombre de Pachachaca en el río Apurímac, los ríos Oropesa y Chuquibambilla que forman el río Vilcabamba y Santo Tomás.

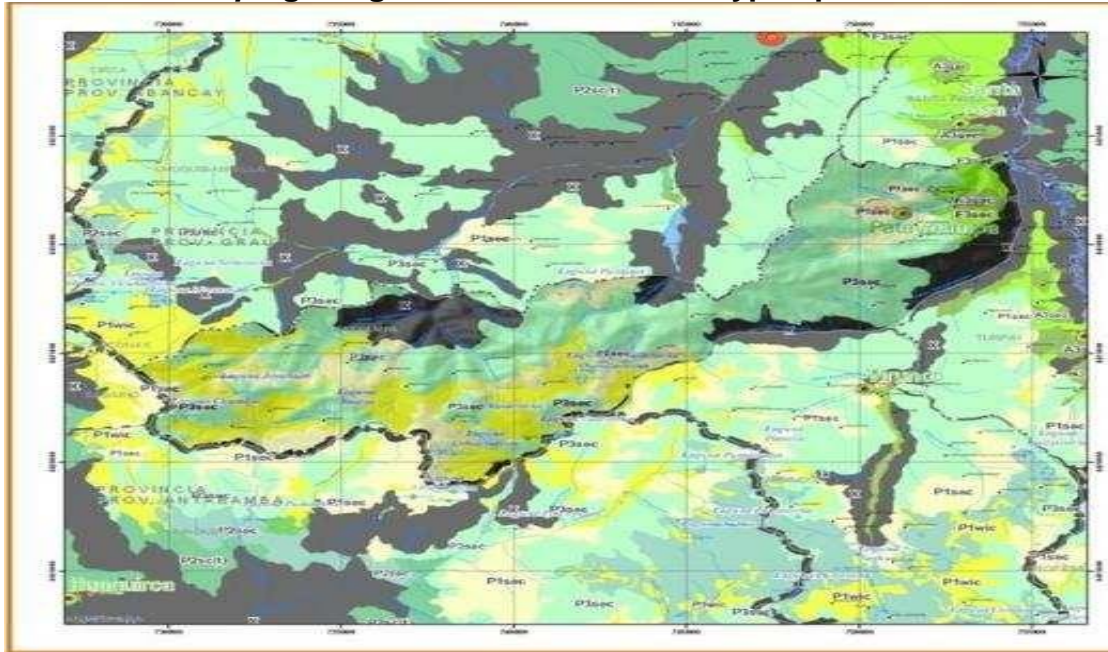
El patrón de drenaje principal es subparalelo, controlado principalmente por factores estructurales, como los ríos Chalhuanca, Antabamba y Oropesa.

#### **❖ Laderas inclinadas por donde pasa el eje del canal existente.**

Las fallas existentes en la zona, no afectan los lugares por donde se ha proyectado el canal principal. Algunos cortes naturales, nos ha servido para observar la conformación de los depósitos eluviales por descomposición de la roca plutónica,

que, por el recorrido existente en la zona, se nota presencia de grandes bloques que dificultan los cortes para conformar. tal como podemos observar en el gráfico N° 08.

**Gráfico N° 08 *Mapa geológico del Distrito de Pataypampa***



Fuente: Recopilación de Google Earth

## Capitulo IV

### RESULTADO Y DISCUSIONES.

#### 4.1. Ubicación y demarcación de la Microcuenca Pampahuasi

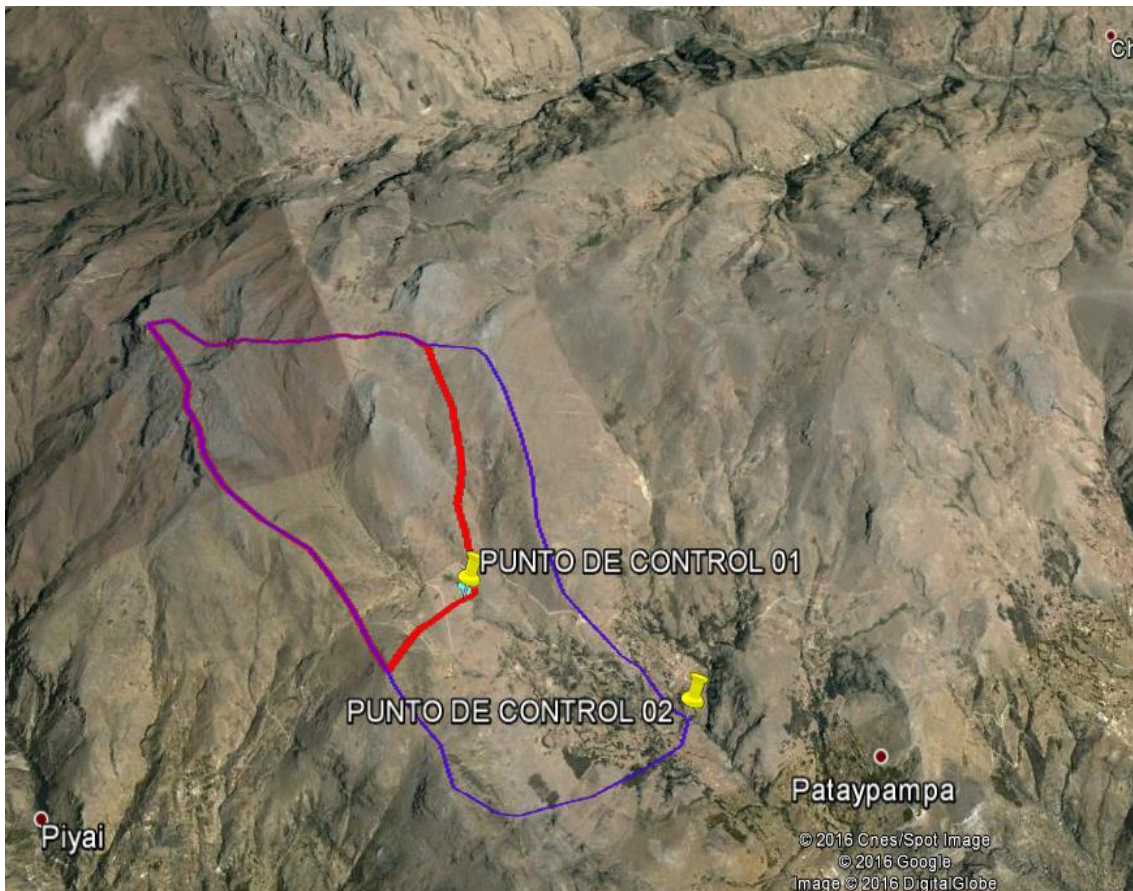
##### 4.1.1. ubicación geográfica

La microcuenca Pampahuasi del rio Pampahuasi se ubica con respecto a la cuadrícula UTM GWS84, en la zona 18, entre los cuadrante Norte de 8'450,823 a 8'439,345, y el Este de 744,403 a 736,738, en las cartas geográficas nacionales Antabamba (29-q).

##### 4.1.2. demarcación hidrográfica.

La microcuenca en estudio se ubica en la zona sur de la vertiente del Atlántico tal como podemos observar en el gráfico N° 09.

#### Gráfico N° 09 Demarcación Hidrográfica.



Fuente: Elaboración propia.

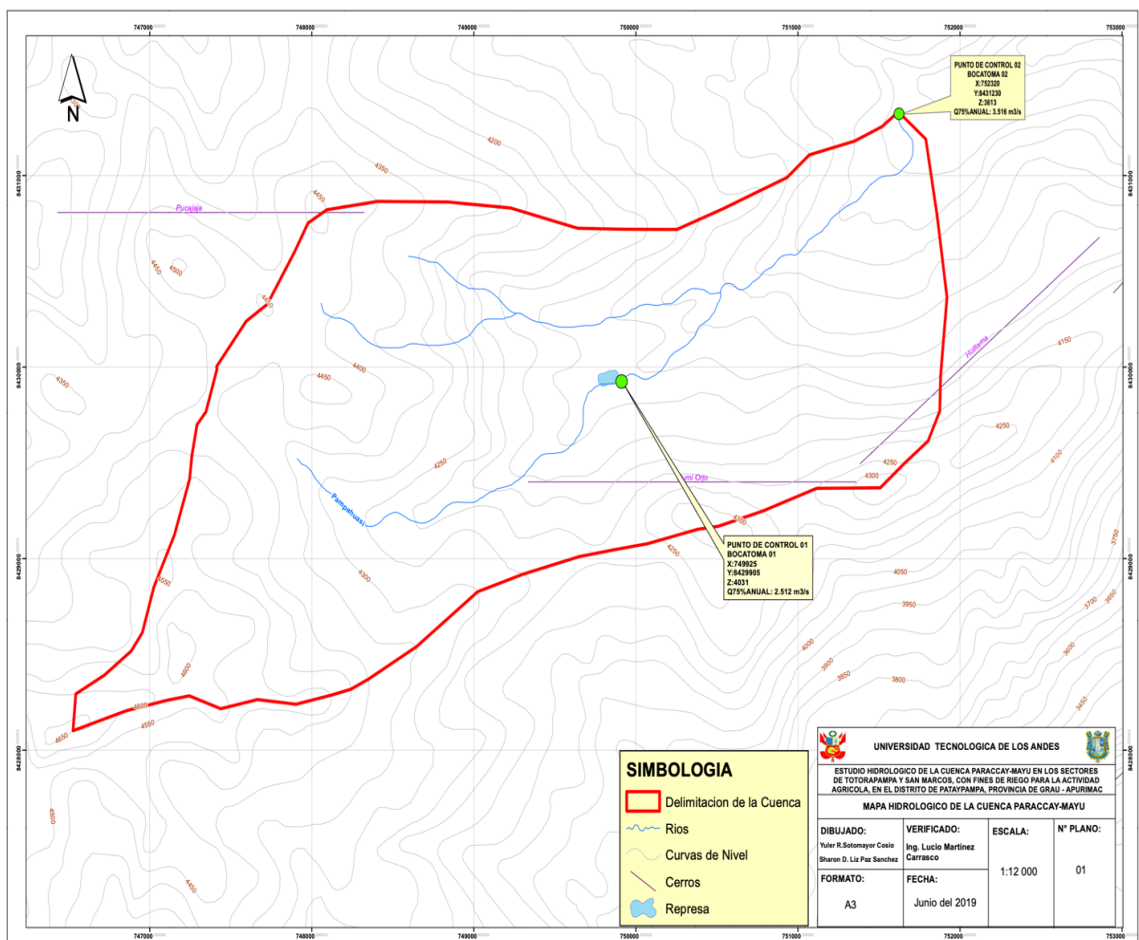
## GEOMORFOLOGÍA.

### 4.1. Descripción de la microcuenca Pampahuasi

La microcuenca Pampahuasi del río Pampahuasi aguas arriba del punto de control, abarca un área de 52.10 Km<sup>2</sup>, el punto de control se ubica a 4,389.38 msnm. Estas características dependen principalmente de la morfología y fisiográfica de las cuencas, donde sus parámetros como (forma, relieve, red de drenaje, entre otras), la geología, tipos de suelos, cobertura vegetal, prácticas agrícolas y otros son elementos físicos que proporcionan una. En posibilidad de conocer y transferir en el espacio a otros espacios con el mismo régimen hidrológico.

En el siguiente cuadro, se puede observar los principales parámetros geomorfológicos obtenidos para la cuenca estudiada tal como se muestra en el gráfico N° 10

**Gráfico N° 10 mapa hidrológico de la microcuenca pampahuasi**



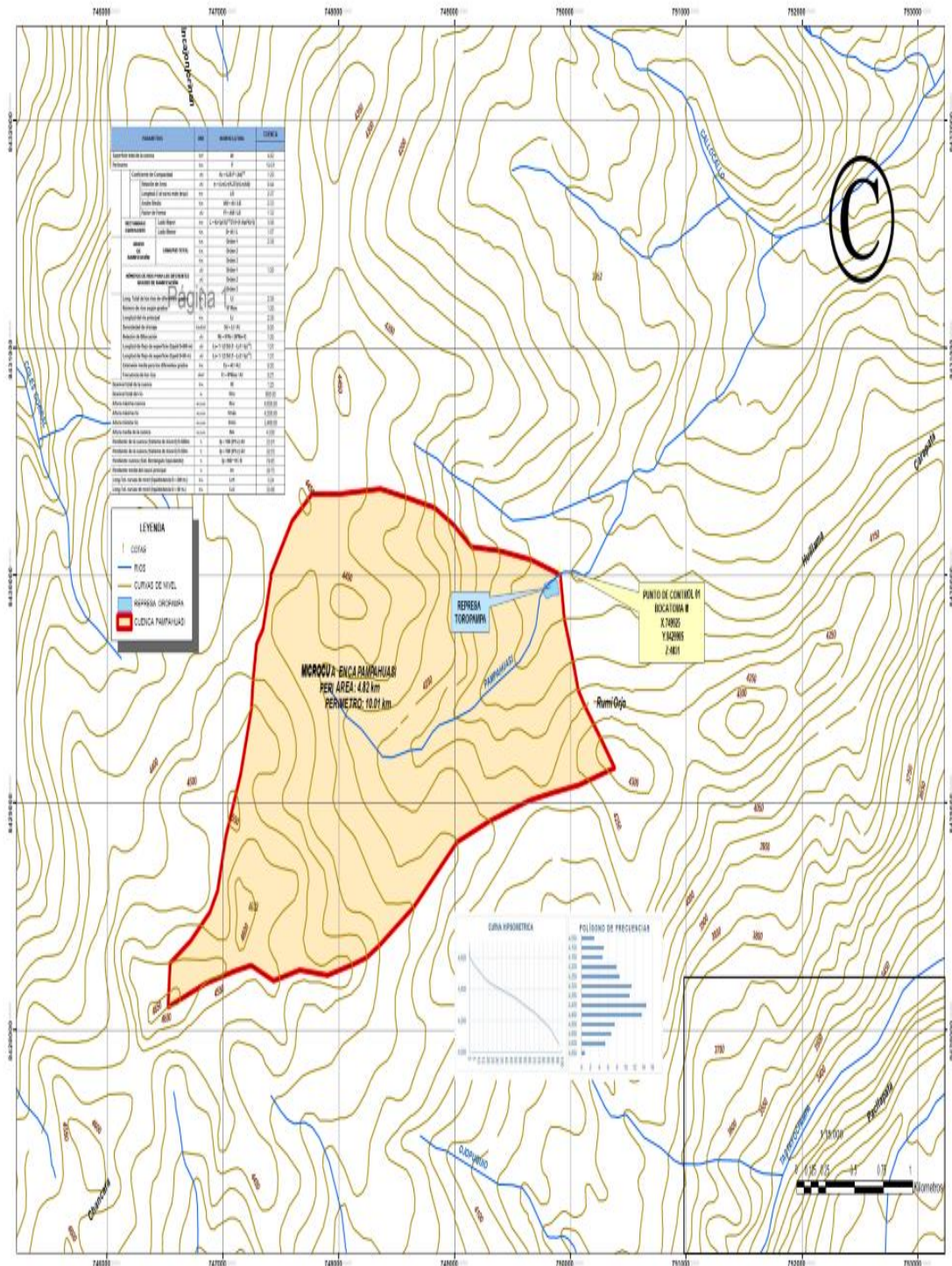
Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° 13 principales parámetros geomorfológicos punto de control 01**

PARAMETROS			UND	NOMENCLATURA	CUENCA	
Superficie total de la cuenca			Km <sup>2</sup>	At	4.82	
Perímetro			Km.	P	10.01	
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad		s/U	$Kc = 0.28 P / (At)^{1/2}$	1.29
		FACTOR DE FORMA	Relación de Area		s/U	$n = (Ln(Lr)/1,27))/(Ln(At))$
	Longitud (// al curso más largo)		Km.	LB	2.07	
	Ancho Medio		Km.	AM = At / LB	2.33	
	Factor de Forma		s/U	Ff = AM / LB	1.12	
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor		Km.	$L = Kc*(\pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/\pi*Kc^2))$
		Lado Menor		Km.	B= At / L	1.57
SISTEMA DE DRENAJE DATOS	GRADO DE RAMIFICACIÓN	LONGITUD TOTAL	Km.	Orden 1	2.39	
			Km.	Orden 2		
			Km.	Orden 3		
	NÚMEROS DE RÍOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE RAMIFICACIÓN		s/U	Orden 1	1.00	
			s/U	Orden 2		
			s/U	Orden 3		
SISTEMA DE DRENAJE CALCULOS	Long. Total de los ríos de diferentes grados		Km.	Lt	2.39	
	Número de ríos según grados		s/U	N° Ríos	1.00	
	Longitud del río principal		Km.	Lr	2.39	
	Densidad de drenaje		Km./Km <sup>2</sup> .	Dd = Lt / At	0.50	
	Relación de Bifurcación		s/U	$Rb = N^{\circ}Rn / (N^{\circ}Rn+1)$	1.00	
	Longitud de flujo de superficie (Equid D=500 m)		s/U	$Lo = 1 / (2 Dd (1 - Lc1 / lp)^{1/2})$	1.01	
	Longitud de flujo de superficie (Equid D=50 m)		s/U	$Lo = 1 / (2 Dd (1 - Lc2 / lp)^{1/2})$	1.01	
	Extensión media para los diferentes grados		Km.	Es = At / 4Lt	0.50	
	Frecuencia de los ríos		r/Km <sup>2</sup>	Fr = N°Ríos / At	0.21	
Desnivel total de la cuenca			Km.	Ht	1.25	
Desnivel total del río			m.	Htm	950.00	
Altura máxima cuenca			m.s.n.m.	Hcu	4,650.00	
Altura máxima río			m.s.n.m.	Hmáx	4,350.00	
Altura mínima río			m.s.n.m.	Hmín	3,400.00	
Altura media de la cuenca			m.s.n.m.	Hm		
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=500m.			%	$lp = 100 (D*Lc) / At$	33.61	
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=50m.			%	$lp = 100 (D*Lc) / At$	32.03	
Pendiente cuenca (Sist. Rectangulo Equivalente)			%	$lp = 100 * Ht / B$	79.85	
Pendiente media del cauce principal			%	lm	39.75	
Long.Tot. curvas de nivel (Equidistancia D = 500 m.)			Km.	Lc1	3.24	
Long.Tot. curvas de nivel (Equidistancia D = 50 m.)			Km.	Lc2	30.88	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico: N° 11 plano hidrológico punto del control 01



Fuente: elaboración propia

cuadro N° 14 principales parámetros geomorfológicos-punto de control 02

PARAMETROS			UND	NOMENCLATURA	CUENCA
Superficie total de la cuenca			Km <sup>2</sup>	At	9.18
Perímetro			Km	P	14.44
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad	s/U	$Kc = 0.28 P / (At)^{1/2}$	1.34
		FACTOR DE FORMA	Relación de Area	s/U	$n = (Ln(Lr)/1,27))/(Ln(At))$
	Longitud (// al curso más largo)		Km	LB	4.13
	Ancho Medio		Km	AM = At / LB	2.22
	Factor de Forma		s/U	Ff = AM / LB	0.54
	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor	Km	$L = Kc \cdot (\pi \cdot A)^{1/2} / 2 \cdot (1 + (1 - 4/\pi \cdot Kc^2))$	4.68
		Lado Menor	Km	B = At / L	1.96
SISTEMA DE DRENAJE DATOS	GRADO DE RAMIFICACIÓN	LONGITUD TOTAL	Km	Orden 1	5.12
			Km	Orden 2	1.64
			Km	Orden 3	
	NÚMEROS DE RÍOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE RAMIFICACIÓN		s/U	Orden 1	2.00
			s/U	Orden 2	1.00
			s/U	Orden 3	
SISTEMA DE DRENAJE CALCULOS	Long. Total de los ríos de diferentes grados		Km	Lt	6.76
	Número de ríos según grados		s/U	N° Ríos	3.00
	Longitud del río principal		Km	Lr	4.82
	Densidad de drenaje		Km/Km <sup>2</sup>	Dd = Lt / At	0.74
	Relación de Bifurcación		s/U	$Rb = N^{\circ}Rn / (N^{\circ}Rn + 1)$	1.00
	Longitud de flujo de superficie (Equid D=500 m)		s/U	$Lo = 1 / (2 Dd (1 - Lc1 / lp)^{1/2})$	0.68
	Longitud de flujo de superficie (Equid D=50 m)		s/U	$Lo = 1 / (2 Dd (1 - Lc2 / lp)^{1/2})$	0.68
	Extensión media para los diferentes grados		Km	Es = At / 4Lt	0.34
	Frecuencia de los ríos		r/Km <sup>2</sup>	Fr = N°Ríos / At	0.33
Desnivel total de la cuenca			Km	Ht	0.97
Desnivel total del río			m	Htm	674.00
Altura máxima cuenca			m.s.n.m.	Hcu	4,650.00
Altura máxima río			m.s.n.m.	Hm áx	4,350.00
Altura mínima río			m.s.n.m.	Hm ín	3,676.00
Altura media de la cuenca			m.s.n.m.	Hm	3,958.26
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=500m.			%	$lp = 100 (D^{\circ}Lc) / At$	34.75
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=50m.			%	$lp = 100 (D^{\circ}Lc) / At$	33.94
Pendiente cuenca (Sist. Rectangulo Equivalente)			%	$lp = 100 \cdot Ht / B$	49.63
Pendiente media del cauce principal			%	lm	13.98
Long.Tot. curvas de nivel (Equidistancia D = 500 m.)			Km	Lc1	6.38
Long.Tot. curvas de nivel (Equidistancia D = 50 m.)			Km	Lc2	62.32

Fuente: Elaboración Propia



#### **4.1.1. Parámetros de forma.**

Los parámetros de forma de la microcuenca Pampahuasi son características muy importantes, pues relaciona el tiempo de concentración, durante una precipitación máxima de 24 horas, para que toda la cuenca contribuya al caudal en el punto de control en estudio.

Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se trata de cuantificar estas características por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento (hidrógrafa).

#### **4.1.1. Forma de la cuenca**

La microcuenca Pampahuasi tiene una forma rectangular alargada, y menos susceptible a posibles inundaciones. La forma tiene influencia en el tiempo de concentración de las aguas al punto de salida o punto de control de la microcuenca.

##### **4.1.1.1. Área de drenaje (A)**

El área de la microcuenca Pampahuasi, abarca un área de 4.82 Km<sup>2</sup> y 9.18 Km<sup>2</sup>. Para los puntos de control 01 y 02 respectivamente.

##### **4.1.1.2. Perímetro de microcuenca (P.)**

Punto de control 01: El perímetro de la microcuenca Pampahuasi, alcanza una longitud de 10.01 Km y comprende toda la longitud del parteaguas o líneas de las cumbres que limita el área de drenaje.

Punto de control 02: El perímetro de la microcuenca Pampahuasi, alcanza una longitud de 14.44 Km y comprende toda la longitud del parteaguas o líneas de las cumbres que limita el área de drenaje.

##### **4.1.1.3. Coeficiente de Gravelious(Kc)**

También conocido como el coeficiente de compacidad es la relación del perímetro de la micro-piscina Pampahuasi al perímetro de un círculo que contiene la misma área en la cuenca del río. La razón para usar la proporción del área equivalente al área ocupada

por un círculo es que es más probable que un grupo circular produzca caminos más altos dada su simetría. El coeficiente de compacidad o índice de Gravelious para la microcuenca alcanza a  $Kc01 = 1.29$  y  $Kc 02 = 1.24$ . Para los puntos de control 01 y 02 respectivamente. Este coeficiente significa que se tiene una microcuenca rectangular alargada y son menos susceptibles a posibles inundaciones

#### **4.1.1.4. Factor de Forma (Ff)**

Es la relación de la superficie de la microcuenca A a un cuadrado de longitud L, donde L es la longitud del río principal del micro-río. Además, se sabe que las piscinas no tienen la misma forma, es decir, cuando el área aumenta, su relación  $A / L^2$  disminuye, lo que indica una tendencia a extenderse en piscinas grandes. También se sabe que la forma de la cuenca influye en los hidrogramas para flujos máximos. un factor de forma adimensional Ff, como índice de la forma de un grupo.

Para el punto de control 01, el factor de forma  $Ff = 1.12$  y  $0.54$ . Para los puntos de control 01 y 02 respectivamente.

#### **4.1.1.5. Rectángulo Equivalente**

Para poder comparar fácilmente la microcuenca Pampahuasi hidrográfica, desde el punto de vista de la influencia de sus características sobre el escurrimiento. Asimismo, se supone que el escurrimiento de la microcuenca Pampahuasi es aproximadamente la misma en condiciones climatológicas idénticas que sobre un rectángulo de igual área, coeficiente de compacidad y la misma repartición hipsométrica, suponiendo además que la distribución de suelo, vegetación y densidad de drenaje son respetadas en las diferentes áreas comprendidas entre curvas de nivel.

Las características morfológicas de la cuenca Pampahuasi con la circulación superficial, suponiendo que la circulación en la microcuenca a igualdad de otros factores sería equiparable a la que circulase por un rectángulo con la misma superficie de la cuenca. De esta forma la cuenca que convertida en un rectángulo, siendo las curvas de nivel paralelas al lado menor del rectángulo, en uno de estos lados estaría la salida de la microcuenca Pampahuasi.

En el cuadro anterior, se muestra los valores convertidos en rectángulo equivalente de la microcuenca Pampahuasi en estudio, donde las microcuencas tienen un lado mayor de  $L = 3.08$  km; mientras que el lado menor es de  $B = 1.57$  km en el punto de control 01. Por otra parte en el punto de control 02 la cuenca tienen un lado mayor de  $L = 4.68$  km; mientras que el lado menor es de  $B = 1.96$  km.

#### **4.1.2. Parámetros de Relieve**

Son muy importantes ya que el relieve de una cuenca puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma de la microcuenca Pampahuasi. Los parámetros relativos al relieve son:

##### **Curva Hipsométrica.**

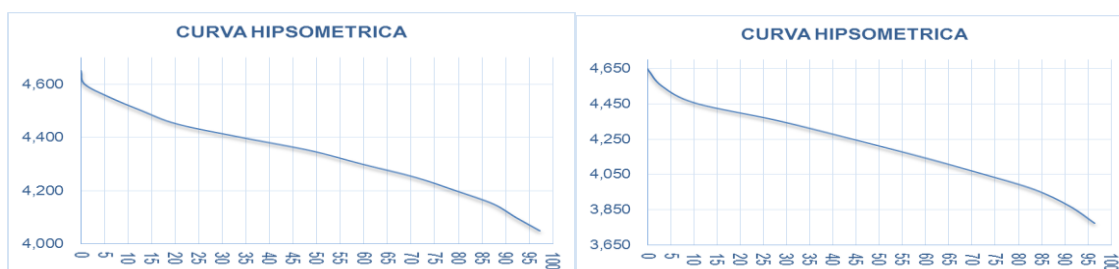
La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la microcuenca. Esta se construye llevando al eje de las abscisas los valores de la superficie drenada proyectada en  $\text{Km}^2$  o en porcentaje, obtenida hasta un determinado nivel, el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros. Normalmente se puede decir que los dos extremos de la curva tienen variaciones abruptas.

La función hipsométrica es una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la microcuenca en un plano y su elevación. El gráfico adimensional es muy útil en hidrología para el estudio de similitud entre dos cuencas, especialmente cuando las microcuencas presentan variaciones de la precipitación y de la

evaporación en relación a la altura. También estas curvas se las asocia con las edades de los ríos.

Para la microcuenca Pampahuasi, la curva hipsométrica se muestra en el siguiente gráfico, donde se puede apreciar que los ríos son relativamente maduros de formación.

**Gráfico N° 13 Curva Hipsométrica – Punto De Control 01 – 02**



### Curva Hipsométrica

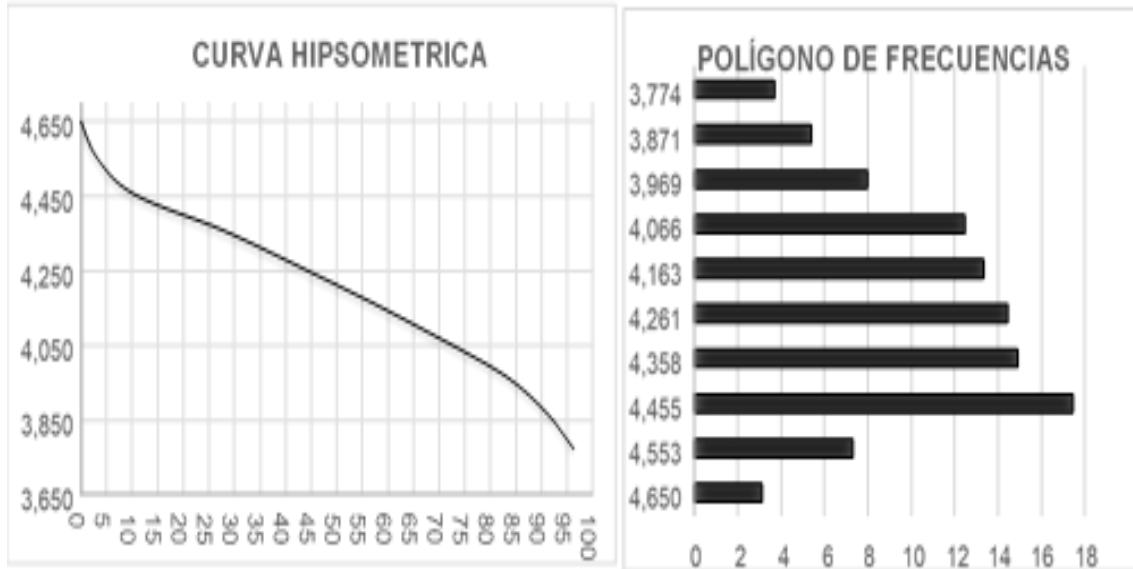
Nº	Cota Mayor (m.s.n.m)	Cota Menor (m.s.n.m)	ALTURA MEDIA COTAS	Area	AREA*ALTURA MEDIA COTAS	Area Acumulada	Long	Altura * Long	Si x ai
1	4,650	4,553	4,601	0.29	1,314.24	0.29	0.00	0.00	0.00
2	4,553	4,455	4,504	0.67	3,011.95	0.95	0.00	0.00	0.00
3	4,455	4,358	4,407	1.60	7,053.31	2.56	0.00	0.00	0.00
4	4,358	4,261	4,309	1.37	5,885.05	3.92	483.98	2,109,215.89	47,100.98
5	4,261	4,163	4,212	1.33	5,586.26	5.25	747.18	3,183,541.11	72,723.06
6	4,163	4,066	4,115	1.22	5,035.46	6.47	523.62	2,180,044.90	50,932.52
7	4,066	3,969	4,017	1.14	4,587.45	7.61	1,086.35	4,417,232.70	105,777.46
8	3,969	3,871	3,920	0.73	2,861.68	8.34	589.83	2,340,902.89	57,396.44
9	3,871	3,774	3,823	0.49	1,889.91	8.84	554.52	2,146,794.24	53,926.88
10	3,774	3,677	3,726	0.34	1,259.70	9.18	825.08	3,114,009.56	80,288.13
				9.18	<b>38,485</b>		<b>4,811</b>	<b>19,491,741</b>	<b>468,145.5</b>

Fuente: Elaboración propia.

Perim.: 14,44 km.

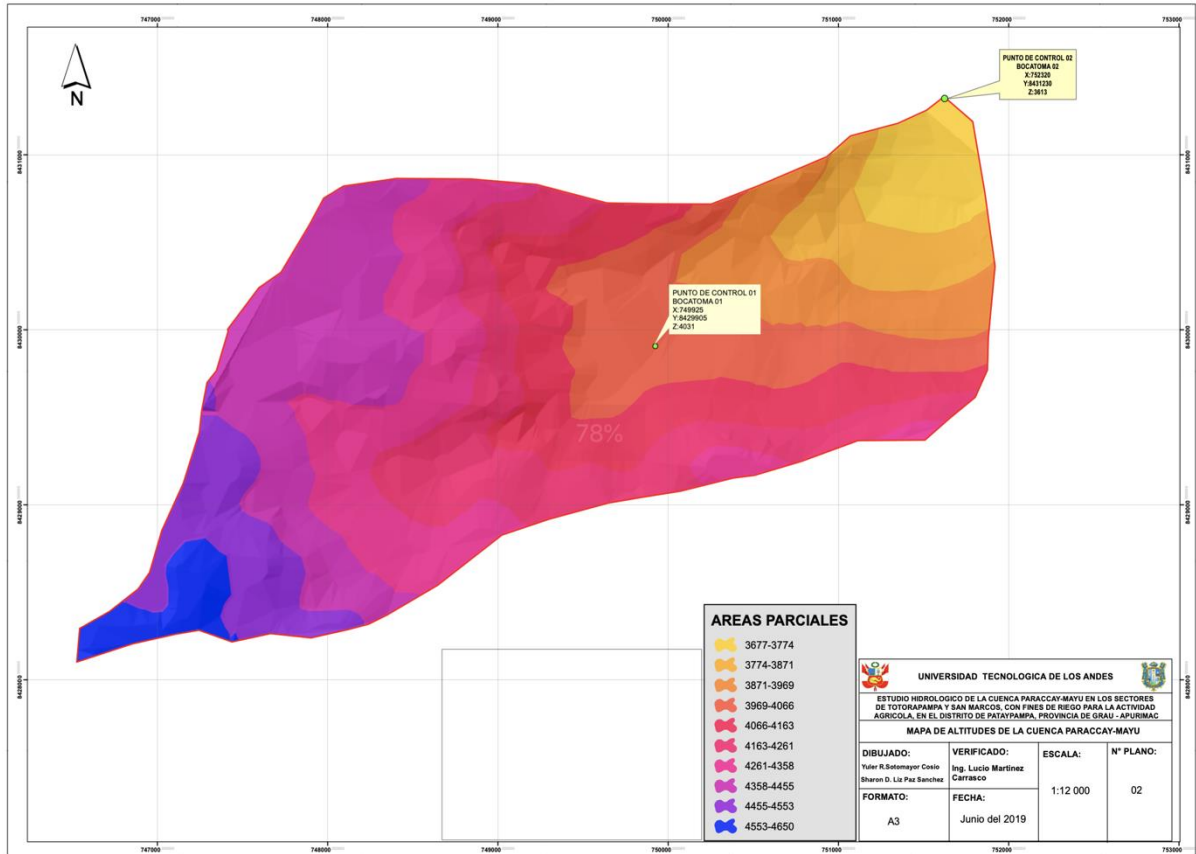
Alt. media: 4,195 m.s.n.m.

Altitud frecuencia media: 4,052 m.s.n.m.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 14 Mapa de altitudes de la Microcuenca Pampahuasi



Fuente: Elaboración Propia.

### **Pendiente del Terreno**

Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la microcuenca Pampahuasi. La pendiente de la microcuenca, se obtienen a partir del cociente entre el producto de la longitud de las curvas de nivel que aparecen en la cuenca por la equidistancia entre las mismas y la superficie total de la cuenca. Del análisis utilizando los métodos de Alvord y el Sistema del Rectángulo Equivalente se ha obtenido los siguientes resultados: Según el Método de Alvord para la microcuenca Pampahuasi en el punto de control 01 se ha obtenido un  $IP = 32.03$ , y mediante el método del Sistema del Rectángulo Equivalente el  $IP = 79.85$ . Según el Método de Alvord para la cuenca en el punto de control 02 se ha obtenido un  $IP = 33.94$ , y mediante el método del Sistema del Rectángulo Equivalente el  $IP = 49.63$ .

### **Pendiente del Cauce Principal Pampahuasi.**

La pendiente del cauce principal se calcula a partir del cociente entre el desnivel entre los puntos definidos por las cotas que marcan la desembocadura y las nacientes del río y la longitud del curso principal. Para el río principal Panpahuasi la pendiente tiene un

$Im = 39.75\%$  y  $Im = 13.98\%$  para los puntos de control 01 y 02 respectivamente.

### **Altitud Media de la Microcuenca**

El análisis de la altura media de la microcuenca Pampahuasi tiene especial interés en zonas montañosas, puesto que nos da una idea de la climatología del distrito de Pataypampa, basándonos en un patrón general climático de la zona. Este parámetro puede ser hallado por una media aritmética ponderada en el caso del histograma de las frecuencias altimétricas.

La altura media,  $H$ , es la elevación promedia referida al nivel de la estación de aforo o punto de control que alcanza un  $H_m = 4330$  msnm y  $H_m = 3958$  msnm.

## **4.2. Climatología.**

### **4.2.1. Variables climáticas.**

El clima de la zona está fuertemente influenciado por el relieve accidentado y la diferencia altitudinal que existe en la microcuenca Pampahuasi.

La temperatura media mensual, de la cuenca hidrográfica es de 5.47 °C. y 6.39 °C. Como se aprecia en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 8 temperatura media mensual (°c) – punto de control 01**

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)															
ITEM	ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATUA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Promedio		3489.22	12.03	11.91	11.84	11.46	10.21	9.03	8.81	10.00	11.34	12.41	12.61	12.34	11.17
Desv. Estándar		384.01	2.31	2.35	2.32	2.47	2.74	2.94	2.93	2.96	2.92	2.80	2.69	2.44	2.64
Coefic.		<b>a</b>	32.82	32.89	32.66	33.49	34.42	34.94	34.71	36.05	37.03	37.31	36.73	34.30	34.78
Coefic.		<b>b</b>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Coefic.		<b>r</b>	-0.99	-0.98	-0.99	-0.98	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.98	-0.99	-0.99	-0.98
Cuenca de Estudio (Altura)		4,330	7.03	6.86	6.82	6.15	4.37	2.79	2.57	3.72	5.15	6.41	6.80	7.05	5.47

**Fuente: Elaboración propia.**

**cuadro N° 9 temperatura media mensual (°c) – punto de control 02**

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)															
ITEM	ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATUA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Promedio		3489.22	12.03	11.91	11.84	11.46	10.21	9.03	8.81	10.00	11.34	12.41	12.61	12.34	11.17
Desv. Estándar		384.01	2.31	2.35	2.32	2.47	2.74	2.94	2.93	2.96	2.92	2.80	2.69	2.44	2.64
Coefic.		<b>a</b>	32.82	32.89	32.66	33.49	34.42	34.94	34.71	36.05	37.03	37.31	36.73	34.30	34.78
Coefic.		<b>b</b>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Coefic.		<b>r</b>	-0.99	-0.98	-0.99	-0.98	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.98	-0.99	-0.99	-0.98
Cuenca de Estudio (Altura)		4,195	7.83	7.67	7.63	7.01	5.31	3.80	3.57	4.73	6.14	7.37	7.74	7.90	6.39

**Fuente: Elaboración propia.**

En cuanto a la precipitación la cuenca recibe una considerable cantidad de lluvia, se estima una precipitación media anual de 989.9 mm. Y 964 mm. Para ambos puntos de control respectivamente.

**cuadro N° 10 precipitación media mensual (mm) – punto de control 01**

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
N° Datos		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Media		201.1	198.4	170.6	62.2	16.6	8.3	8.2	24.9	44.0	65.2	70.7	119.9	989.9
Desv. Estandar		50.68	41.04	39.09	20.91	10.60	6.18	6.51	18.60	24.16	23.36	21.68	38.34	118.96
Coef. Variacion		0.25	0.21	0.23	0.34	0.64	0.75	0.80	0.75	0.55	0.36	0.31	0.32	0.12
Prec. Max.		285.5	302.3	295.6	115.2	53.0	28.6	35.2	82.6	121.3	125.9	109.2	238.9	302.3
Prec. Min.		85.1	134.6	78.3	19.9	2.1	0.4	1.0	2.0	5.8	21.8	32.6	70.6	0.4

**Fuente: Elaboración propia.**

**Cuadro N° 11 precipitación media mensual (mm) punto de control 02**

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
N° Datos		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Media		195.5	193.7	165.9	60.5	16.2	8.1	7.9	24.3	43.1	64.2	68.8	116.5	964.9
Desv. Estandar		50.14	40.45	37.64	20.31	10.44	6.07	6.12	17.94	24.07	23.43	21.06	38.89	116.15
Coef. Variacion		0.26	0.21	0.23	0.34	0.64	0.75	0.78	0.74	0.56	0.37	0.31	0.33	0.12
Prec. Max.		277.8	296.3	286.9	113.1	52.2	28.0	32.9	78.1	117.6	122.6	105.6	241.8	296.3
Prec. Min.		83.2	128.9	79.0	19.4	2.1	0.4	0.9	2.0	5.7	21.1	31.5	67.3	0.4

**Fuente: Elaboración propia.**

#### **4.2.2. Sistema hidrográfico.**

##### **➤ Número de Orden del cauce principal**

Uno de los criterios para determinar el orden de los ríos en la microcuenca Pampahuasi es definido por el modelo de STRAHLER. Según este modelo se consideran ríos de primer orden todos aquellos que no tengan afluentes. Cuando se unen dos ríos de primer orden forman un río de segundo orden y así sucesivamente. Según criterio de STRAHLER, la microcuenca Pampahuasi estudiada se le asigna: En el punto de control 01 posee 01 de orden 1; y en el punto de control 02: 02 ríos de orden 1 y 01 río de orden 1.

##### **➤ Densidad de drenaje**

Está define como la relación entre la longitud total a lo largo de todos los cauces de agua de la microcuenca Pampahuasi en proyección horizontal y la superficie total de la

microcuenca. La densidad de drenaje encontrada para la microcuenca Pampahuasi en el punto de control 01 es de 0.50 y el punto de control 02 es de 0.74.

➤ **Tipo de red de drenaje**

A la microcuenca Pampahuasi le corresponde una red de drenaje de tipo rectangular, es una variante del drenaje dendrítico, donde los tributarios se juntan con la corriente principal formando ángulo agudo casi rectos, lo que determinan generalmente cuenca de forma rectangular controladas por las fracturas y las juntas de las rocas; Cuanto más claro es el patrón rectangular, más fina será la cubierta del suelo.

En este caso, por lo general los valles y escarpes son producto de antiguas fallas geológicas que se han mantenido por millones de años, y desde entonces se encuentran en relativa estabilidad, en regiones no afectadas por procesos orogénicos los suelos presentan alta permeabilidad, caudales medianos y tienen moderada cobertura vegetal.

➤ **Longitud de flujo de superficie**

Está definida por la longitud promedio del flujo de drenaje en relación de la pendiente y la longitud total de curvas de nivel cada 500 m. La longitud de flujo para la microcuenca Pampahuasi en el punto de control 01 resulta ser 3.24 y en el punto de control 02 es de 6.38.

➤ **Relaciones de Área.**

Para la microcuenca en estudio se ha encontrado un  $n = 0.44$  y  $0.56$  para los puntos de control 01 y 02 respectivamente. De acuerdo a los estudios que realizó se determinó que la microcuenca Pampahuasi que se ubican en el rango de “n” entre (0.60 a 0.70) son cuencas maduras con áreas pequeñas y con ríos de longitudes pequeños; mientras que si “n” son menores a 0.60, las cuencas están en formación caso de la microcuenca estudiada.

### **4.3. Recursos hídricos superficiales.**

#### **4.3.1. Lagunas y Represamientos.**

El recurso hídrico de la microcuenca Pampahuasi está dado por las lagunas y acuíferos, que se ubican en la margen derecha y en la parte alta y baja y constituyen verdaderos reservorios de almacenaje hídrico en la época de lluvias y de alimentación de la escorrentía base del río Pamapahuasi en el período de estiaje, destacándose las de: PAMPAHAUSI. El aporte total de la represa como fuente hídrica almacenada alcanza a 80,000m<sup>3</sup>/año. Con una superficie aproximada de 0.008 Km<sup>2</sup>. Para una lámina de 500 mm/año.

#### **4.3.2. Ríos.**

Todos los recursos principales de la diferente microcuenca papampahuasi de menor envergadura identificadas presentan régimen permanente, los ríos de las partes altas no presentan indicios de ser torrentosos por su baja pendiente, pero en las zonas medias y bajas este comportamiento se revierte. Estas fuentes hídricas son recursos importantes para la población como para sus necesidades domésticas y de consumo así como en las actividades económicas, particularmente en la agricultura, para el riego, especialmente en la parte media y baja de la cuenca, donde existe una importante inversión en la construcción de infraestructuras.

#### **4.3.3. Manantiales.**

Dada la geología del lugar, se ha podido apreciar que la mayoría de los manantes no llega al cauce del río; puesto que la alta permeabilidad del suelo impide que el mismo circule superficialmente; a más que también se tiene en cuenta las diferentes captaciones que se realizan para la agricultura, ganadería y el consumo humano. Esto hace que los caudales que se obtienen en los manantes altos no se comportan como aportantes directos del río Pampahuasi estudio de las variables climáticas y evapotranspiración.

#### 4.4. Temperatura.

##### 4.4.1. Análisis de la información histórica.

Para realizar el estudio y análisis de esta variable climática, tanto de las temperaturas medias mensuales, las temperaturas máximas medias mensuales y las temperaturas mínimas medias mensuales, se está haciendo uso de los registros de 06 estaciones meteorológicas que se presentan en el cuadro.

**Cuadro N° 12 temperaturas estaciones senamhi**

ITEM	ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATUA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	ANDAHUAYLAS	4200	7.6	7.7	7.6	6.9	5.6	4.2	3.9	5.0	6.2	7.3	7.7	7.7	6.45
2	HUANCARAY	3915	9.6	9.3	9.2	8.4	6.3	4.6	4.5	5.5	7.0	8.7	9.4	9.7	7.69
3	PAMPACHIRI	3700	10.6	9.9	10.0	10.0	8.5	7.5	7.3	8.9	10.3	11.1	10.7	10.8	9.65
4	CURAHUASI	3574	12.2	12.3	12.1	12.0	10.7	9.4	9.1	10.3	12.0	12.9	13.0	12.5	11.53
5	CHALLHUANCA	3312	12.6	12.7	12.8	12.6	11.8	10.9	10.5	11.4	12.4	13.3	13.5	13.2	12.30
6	ANTABAMBA	3250	13.7	13.6	13.5	13.2	12.2	11.0	11.0	12.4	13.8	14.7	14.7	14.2	13.18

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.2. Variación Estacional y Altitudinal.

cuadro N° 13 variación estacional y altitudinal – punto de control 01

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)																																												
ITEM	ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATUA MEDIA MENSUAL																																									
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA																													
Promedio		3489.22	12.03	11.91	11.84	11.46	10.21	9.03	8.81	10.00	11.34	12.41	12.61	12.34	11.17																													
Desv. Estándar		384.01	2.31	2.35	2.32	2.47	2.74	2.94	2.93	2.96	2.92	2.80	2.69	2.44	2.64																													
Coefic.	<b>a</b>		32.82	32.89	32.66	33.49	34.42	34.94	34.71	36.05	37.03	37.31	36.73	34.30	34.78																													
Coefic.	<b>b</b>		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01																													
Coefic.	<b>r</b>		-0.99	-0.98	-0.99	-0.98	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.98	-0.99	-0.99	-0.98																													
Cuenca de Estudio (Altura)		4,330	7.03	6.86	6.82	6.15	4.37	2.79	2.57	3.72	5.15	6.41	6.80	7.05	5.47																													
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="15">ECUACION DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL:</td> </tr> <tr> <td colspan="15">EC = 34.7803 + -0.0068 * H</td> </tr> </table>															ECUACION DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL:															EC = 34.7803 + -0.0068 * H														
ECUACION DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL:																																												
EC = 34.7803 + -0.0068 * H																																												
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)																																												
ITEM	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL																																									
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA																													
Promedio		3476.75	18.44	18.34	18.40	19.03	19.34	18.94	18.74	19.33	20.00	20.61	20.49	19.51	19.26																													
Desv. Estándar		297.09	1.84	2.00	2.00	2.07	2.02	2.04	2.02	2.02	1.77	1.74	1.72	1.67	1.89																													
Coefic.	<b>a</b>		39.10	40.32	39.98	41.92	41.70	41.95	41.22	42.10	39.29	39.48	39.07	37.77	40.33																													
Coefic.	<b>b</b>		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01																													
Coefic.	<b>r</b>		-0.96	-0.94	-0.92	-0.95	-0.95	-0.96	-0.95	-0.96	-0.93	-0.92	-0.92	-0.94	-0.95																													
Cuenca de Estudio (Altura)		4,330	13.37	12.94	13.11	13.41	13.85	13.29	13.22	13.75	15.26	15.98	15.93	15.03	14.09																													
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="15">ECUACION DE LA TEMPERATURA:</td> </tr> <tr> <td colspan="15">EC = 40.3260 + -0.0061 * H</td> </tr> </table>															ECUACION DE LA TEMPERATURA:															EC = 40.3260 + -0.0061 * H														
ECUACION DE LA TEMPERATURA:																																												
EC = 40.3260 + -0.0061 * H																																												
TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)																																												
ITEM	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL																																									
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA																													
Promedio		3370.57	6.56	6.45	6.12	4.67	1.82	-0.22	-0.37	1.40	3.90	5.32	5.88	6.26	3.98																													
Desv. Estándar		232.00	1.36	1.58	1.47	1.35	1.46	1.52	1.48	1.32	1.36	1.43	1.49	1.36	1.40																													
Coefic.	<b>a</b>		25.80	28.34	26.21	22.85	21.84	20.29	19.50	19.42	22.54	25.21	26.58	25.34	23.66																													
Coefic.	<b>b</b>		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01																													
Coefic.	<b>r</b>		-0.97	-0.96	-0.94	-0.93	-0.94	-0.93	-0.92	-0.94	-0.94	-0.96	-0.96	-0.96	-0.97																													
Cuenca de Estudio (Altura)		4,330	1.09	0.22	0.40	-0.50	-3.87	-6.05	-6.03	-3.73	-1.40	-0.34	-0.02	0.83	-1.62																													
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="15">ECUACION DE LA TEMPERATURA:</td> </tr> <tr> <td colspan="15">EC = 23.6607 + -0.0058 * H</td> </tr> </table>															ECUACION DE LA TEMPERATURA:															EC = 23.6607 + -0.0058 * H														
ECUACION DE LA TEMPERATURA:																																												
EC = 23.6607 + -0.0058 * H																																												

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 14 variación estacional y altitudinal – punto de control 02**

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)															
ITEM	ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATUA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Promedio		3489.22	12.03	11.91	11.84	11.46	10.21	9.03	8.81	10.00	11.34	12.41	12.61	12.34	11.17
Desv. Estándar		384.01	2.31	2.35	2.32	2.47	2.74	2.94	2.93	2.96	2.92	2.80	2.69	2.44	2.64
Coefic.		<b>a</b>	32.82	32.89	32.66	33.49	34.42	34.94	34.71	36.05	37.03	37.31	36.73	34.30	34.78
Coefic.		<b>b</b>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Coefic.		<b>r</b>	-0.99	-0.98	-0.99	-0.98	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.98	-0.99	-0.99	-0.98
Cuenca de Estudio (Altura)		4,195	<b>7.83</b>	<b>7.67</b>	<b>7.63</b>	<b>7.01</b>	<b>5.31</b>	<b>3.80</b>	<b>3.57</b>	<b>4.73</b>	<b>6.14</b>	<b>7.37</b>	<b>7.74</b>	<b>7.90</b>	<b>6.39</b>
			<b>ECUACION DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL:</b> EC = 34.7803 + -0.0068 * H												
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)															
ITEM	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Promedio		3476.75	18.44	18.34	18.40	19.03	19.34	18.94	18.74	19.33	20.00	20.61	20.49	19.51	19.26
Desv. Estándar		297.09	1.84	2.00	2.00	2.07	2.02	2.04	2.02	2.02	1.77	1.74	1.72	1.67	1.89
Coefic.		<b>a</b>	39.10	40.32	39.98	41.92	41.70	41.95	41.22	42.10	39.29	39.48	39.07	37.77	40.33
Coefic.		<b>b</b>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Coefic.		<b>r</b>	-0.96	-0.94	-0.92	-0.95	-0.95	-0.96	-0.95	-0.96	-0.93	-0.92	-0.92	-0.94	-0.95
Cuenca de Estudio (Altura)		4,195	<b>14.18</b>	<b>13.80</b>	<b>13.95</b>	<b>14.30</b>	<b>14.72</b>	<b>14.19</b>	<b>14.09</b>	<b>14.63</b>	<b>16.01</b>	<b>16.71</b>	<b>16.66</b>	<b>15.74</b>	<b>14.91</b>
			<b>ECUACION DE LA TEMPERATURA:</b> EC = 40.3260 + -0.0061 * H												
TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)															
ITEM	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Promedio		3370.57	6.56	6.45	6.12	4.67	1.82	-0.22	-0.37	1.40	3.90	5.32	5.88	6.26	3.98
Desv. Estándar		232.00	1.36	1.58	1.47	1.35	1.46	1.52	1.48	1.32	1.36	1.43	1.49	1.36	1.40
Coefic.		<b>a</b>	25.80	28.34	26.21	22.85	21.84	20.29	19.50	19.42	22.54	25.21	26.58	25.34	23.66
Coefic.		<b>b</b>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Coefic.		<b>r</b>	-0.97	-0.96	-0.94	-0.93	-0.94	-0.93	-0.92	-0.94	-0.94	-0.96	-0.96	-0.96	-0.97
Cuenca de Estudio (Altura)		4,195	<b>1.86</b>	<b>1.10</b>	<b>1.20</b>	<b>0.23</b>	<b>-3.07</b>	<b>-5.23</b>	<b>-5.23</b>	<b>-3.01</b>	<b>-0.65</b>	<b>0.46</b>	<b>0.81</b>	<b>1.60</b>	<b>-0.83</b>
			<b>ECUACION DE LA TEMPERATURA:</b> EC = 23.6607 + -0.0058 * H												

**Fuente: Elaboración propia**

#### **4.4.3. Variación altitudinal de la Microcuenca Pampahuasi.**

Las temperaturas: media mensual, mínima media mensual y máxima media mensual, han sido estimadas mediante el análisis de correlación regional entre la altitud de cada estación en estudio y la temperatura registrada en las estaciones base o índice.

$$T_{\min} = 23.66 - 0.0058 * \text{Alt}$$

$$T_{\text{med}} = 34.78 - 0.0068 * \text{Alt}$$

$$T_{\max} = 40.33 - 0.0061 * \text{Alt}$$

Siendo: T = Temperatura en °C

Alt = Altitud del punto de interés en m.s.n.m.

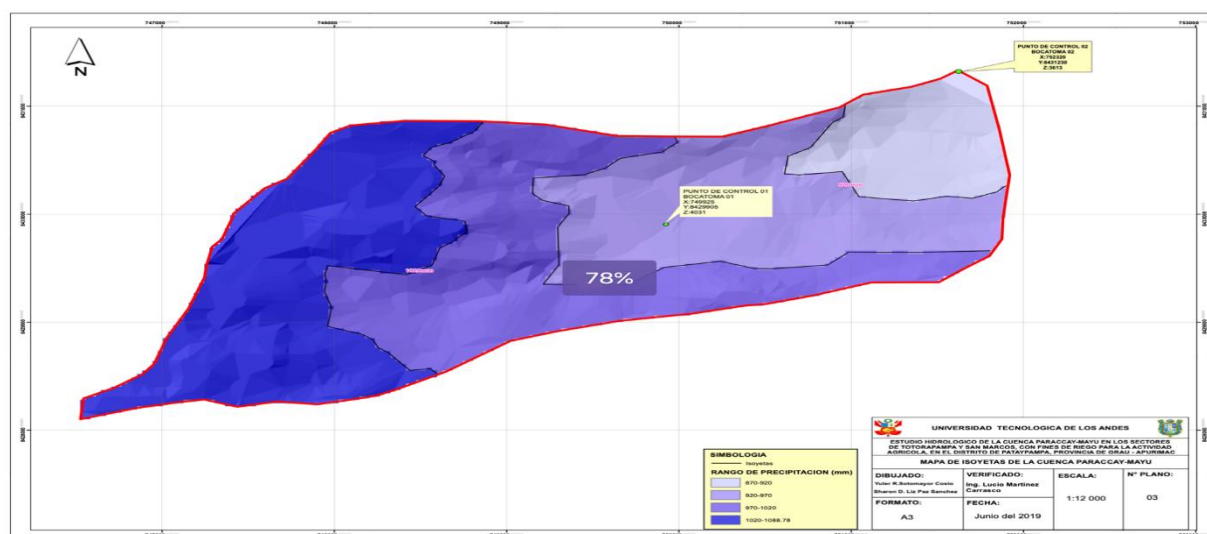
#### **4.4.4. Humedad relativa.**

El área de cultivo del ámbito del proyecto no cuenta con registros históricos de la humedad relativa mensual; sin embargo, se cuenta con información obtenida del SENAMHI de diferentes estaciones, pero tomando en cuenta que la humedad relativa depende de diversos factores, entre ellos la evaporación, temperatura del medioambiente, etc. En este sentido se tiene:

Humedad Relativa media mensual	:	73.88 %
Humedad Relativa máxima mensual	:	80.50 % en febrero
Humedad Relativa mínima mensual	:	60.70 % en junio

Concluyéndose que en el ámbito del proyecto la humedad relativa varía de 60.70 a 80.50%, según se puede ver en el CUADRO N° 22

**Gráfico N° 15 Mapa De Isoyetas de la Microcuenca Pampahuasi.**



Fuente: elaboración propia

**Cuadro N° 15 valores medios de humedad relativa.**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Humedad Relativa en %	78.70	80.50	79.10	76.56	73.80	60.70	64.11	73.50	74.00	74.56	74.22	76.80

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.5. Horas de sol.

La radiación solar media se tiene:

Hora de sol anual : 2244.82 horas (6.15 hr/día)

Hora de sol media mensual : 187.07 horas

Hora de sol máxima mensual : 250.74 horas (8.09 hr/día) en julio

Hora de sol mínima mensual : 122.83 horas (4.39 hr/día) en febrero

**Cuadro N° 16 resume las horas de sol medias mensuales**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Horas de Sol	129.86	122.83	145.13	184.66	235.22	232.24	250.74	235.68	203.24	191.65	169.70	143.88	2244.82

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6. Evaporación.

Este parámetro meteorológico es analizado en base a los registros de las estaciones meteorológicas del SENAMHI, La información de las estaciones corresponde a las mediciones a través de tanques evaporímetros, En este sentido se tiene:

Evaporación anual : 870.92 mm (2.39 mm/día)

Evaporación media mensual : 72.58 mm

Evaporación máxima mensual : 90.88 mm (2.93 mm/día)  
en agosto

Evaporación mínima mensual : 51.40 mm (1.84 mm/día)  
en febrero

**Cuadro N° 17 evaporación en Mm.**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Evaporación	57.44	51.40	55.90	60.14	72.54	78.20	84.40	90.88	87.12	85.80	81.77	65.35	870.92

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.7. Velocidad de vientos.

Este parámetro meteorológico es analizado en base a los registros. La información de esta estación se considera que tiene las mismas características que la zona de estudio. En este sentido se tiene:

Velocidad del Viento media mensual : 5.27 m/s

Velocidad del Viento máxima mensual : 6.40 m/s en agosto

Velocidad del Viento mínima mensual : 3.80 m/s en enero

**Cuadro N° 18 valores medios de velocidad de viento.**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Velocidad del Viento (m/s)	3.80	4.80	4.00	4.00	5.00	6.30	5.60	6.40	6.10	5.80	5.90	5.50

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Análisis y tratamiento de la pluviometría

##### Red de Estaciones de Medición – Información Histórica.

La información pluviométrica utilizada en el presente estudio proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), las estaciones empleadas para el estudio hidrológico se muestran en el siguiente cuadro N° 22

**Cuadro N° 19 estaciones patrones en el ámbito de investigación de tesis**

<b>ITEMS</b>	<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>	<b>ALTITUD MEDIA msnm X</b>
1	ANDA HUAYLAS	2944
2	HUANCA RAY	3908
3	PAMPACHIRI	3364
4	CURAHUASI	3219
5	CHALLHUANCA	2850
6	ANTABAMBA	3838

**Fuente: Elaboración Propia**

El registro de las estaciones utilizadas en el presente estudio en su mayoría carece de registros históricos en algunos meses y años; y para el procesamiento de su información, se está recurriendo a metodologías tanto en su procesamiento para el análisis gráfico y estadístico y su posterior proceso de comprobación y extensión de sus registros, describiendo a continuación.

#### 4.6. Análisis estadístico de consistencia de la información.

Este análisis nos permite realizar la evaluación y cuantificación de los errores detectados en forma de saltos y Tendencias mediante el proceso de inferencia para las medias y desviación estándar de ambos periodos separados en la fase anterior y su fase de comprobación se realiza mediante la prueba T y F, respectivamente. Asimismo, mediante la técnica del análisis gráfico de doble masa se puede detectar periodos con posibles saltos, al mismo tiempo se puede corregir la información anual, lo que implica que un periodo de datos se mantendrá con sus datos originales y el otro se modificará de acuerdo a la decisión técnica de que periodo se mantendrá

con los registros originales. Luego se procede a analizar los dos primeros parámetros de ambos periodos para comprobar estadísticamente si sus valores están dentro del rango permisible para un cierto nivel de significancia, según la hipótesis planteada.

Para efectuar y detectar los errores de la información pluviométrica que se pretende analizar se sigue la siguiente secuencia:

**a. Consistencia en la Media.**

Se realiza mediante la prueba estadística “T” de Student, donde analiza si los valores promedios de las precipitaciones son estadísticamente iguales, vale decir, probar que ambos valores promedios provienen de la misma población.

**b. Consistencia en la desviación estándar.**

Para el análisis de consistencia en la desviación estándar se realiza mediante la prueba de “ F ” de Fischer (Prueba F).

**c. Consistencia mediante el análisis de doble masa.**

La consistencia de la información mediante el uso del análisis de doble masa, nos permite conocer la existencia de saltos de una estación, la evaluación se realiza analíticamente y mediante gráficos.

#### **4.7. Competición y extensión de datos faltantes**

La competición y extensión de la información de la microcuenca Pampahuasi pluviométrica de las estaciones seleccionadas fue realizada mediante el software HEC-4 elaborado por “The Hidrológica Engineering Center the Institute for Water Resources, the US Army Corps of Engineers”.

Para el análisis de la competición y extensión de los registros de las precipitaciones se está utilizado 06 estaciones. Los registros completos y extendidos de la precipitación media mensual, se pueden ver en los Análisis Regional de la precipitación.

## Análisis Regional de la precipitación

Utilizando la regresión simple entre las variables precipitación y altitud nos permite predecir los componentes de  $P=f(H)$  con un grado de aproximación.

$$P := \sqrt{490.8575 \cdot H - 1158573.92}$$

Donde:

P : Precipitación media (mm)

H : Altitud (msnm)

R : Coeficiente de correlación.

Este análisis de la precipitación en relación a la altitud nos permite generar precipitaciones en zonas requeridas para una determinada altitud. Muestra a las estaciones utilizadas en el análisis regional, donde las constantes y el coeficiente de correlación  $r = 0.992$  nos indica una excelente dependencia entre las variables utilizadas (precipitación –altitud).

### Cuadro N° 20 regionalización de la precipitación con la altitud.

ITEMS	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD MEDIA msnm X	PRECIPITACION MEDIA ANUAL mm Y	PRECIPITACION MEDIA ANUAL CORREGIDA Lutz Sholz mm
1	ANDA HUAYLAS	2944	634.4	691.9
2	HUANCARAY	3908	935.0	909.6
3	PAMPACHIRI	3364	882.2	794.1
4	CURAHUASI	3219	609.4	760.4
5	CHALLHUANCA	2850	758.8	666.9
6	ANTABAMBA	3838	871.5	895.6

Fuente: Elaboración Propia

## 4.8. Análisis y tratamiento de la escorrentía.

### GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

- ❖ Importancia del uso de metodología para generar caudales medios mensuales sintéticos. Una de la problemática en el ámbito del estudio de tesis que viene realizando el Plan MERISS Inka, es la falta de registros hidrométricos continuos; sin embargo, por la década del '80 el Programa de Pequeñas y Medianas Irrigaciones Plan Meriss II, Misión

Técnica Alemana, ha puesto a disposición un modelo combinado entre el balance hídrico con un proceso Markoviano de Tipo I, también denominado modelo Precipitación Esguerrimiento, el cual permite generar caudales medios mensuales para periodos extendidos (sintéticos) a partir de la precipitación y las características físicas de la cuenca. Sin embargo, en la actualidad existe una variedad de métodos para la generación de caudales medios mensuales sintéticos, entre ellos se tienen modelos estocásticos, determinísticos entre otros; no obstante, la experiencia de haber utilizado el modelo Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana por más de casi tres décadas, nos permite aplicar esta metodología en nuestras cuencas para la determinación de la oferta hídrica

- ❖ Precipitación Esguerrimiento de la microcuenca Pampahuasi, el cual permite generar caudales medios mensuales para periodos extendidos a partir de la precipitación y las características físicas de la microcuenca. Sin embargo, en la actualidad existe una variedad de métodos para la generación de caudales medios mensuales, entre ellos se tienen modelos, entre otros; no obstante, la experiencia de haber utilizado el modelo Generación de Caudales Mensuales en la Distrito de Pataypampa, nos permite aplicar esta metodología en nuestra microcuenca para la determinación de la oferta hídrica.
- ❖ Registros hidrometeorológicos, procediéndose inicialmente a calcular los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de la esgurrentía promedio. En un segundo paso, se establece un conjunto de modelos estocásticos parciales de los parámetros para el cálculo de los caudales en la microcuenca Pampahuasi que carecen de información hidrométrica, un tercer paso define la generación de caudales para periodos extendidos en los puntos de

captación (puntos de control) mediante la combinación de la precipitación efectiva con las descargas del mes anterior utilizando un proceso Markoviano de tipo I y calibrando el modelo con aforos ejecutados. Además, los parámetros del cálculo han sido determinados anteriormente analizando los valores del año promedio generados mediante el balance hídrico. También este modelo compara los caudales generados con registros hidrométricos aforados, lo que se constata que existe una correspondencia satisfactoria.

- ❖ Descripción y desarrollo del modelo a utilizarse Con la información de precipitación previamente tratada y regionalizada en base a las estaciones seleccionadas, el uso de las características físicas de las cuencas y las formulas empíricas como paso inicial del modelo, se obtienen los caudales medios mensuales para el año promedio.
- ❖ Con los caudales medios mensuales generados para el año promedio obtenidos, se toman los valores del caudal actual, y el caudal anterior como valor dependiente y la precipitación efectiva, como valores independientes. Con estas variables se realiza una regresión múltiple, de cuyo análisis se obtiene los parámetros estadísticos B1, B2, B3, S y r; que viene a formar la ecuación general de generación de caudales para periodos extendidos; también se le conoce con el nombre de proceso Markoviano de I orden.

$$Q_t = B_1 + B_2 * Q_{t-1} + B_3 * PE_t + z * S * \sqrt{1-r^2}$$

**Donde:**

Q : Caudal del mes actual (m3/s).

Qt-1 : Caudal del mes anterior (m3/s).

PE : Precipitación efectiva (mm).

B1, B2, B3 : Parámetros Estadísticos.

- S : Desviación de residuos.
- R : Coeficiente de correlación.
- Z : Números aleatorios con media = 0 y  
desviación estándar = 1, (0,1).

En los Anexos, se muestran el desarrollo de la generación de caudales medios mensuales para el año promedio y del periodo extendido. Asimismo, en el siguiente cuadro, se puede observar la comparación de los caudales para el año promedio, periodo extendido, caudales desviados al 75% de persistencia.

**Cuadro N° 21 Caudales generados en el punto de control (captación 01)**

ITEM	AÑO	ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SET 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31	TOTAL
MEDIA		0.552	0.700	0.574	0.257	0.102	0.052	0.035	0.043	0.066	0.096	0.119	0.250	2.846
DESV ESTA		0.190	0.179	0.143	0.067	0.021	0.008	0.005	0.017	0.039	0.042	0.050	0.120	0.495
<b>Q AL 75%</b>		<b>0.424</b>	<b>0.579</b>	<b>0.478</b>	<b>0.211</b>	<b>0.088</b>	<b>0.047</b>	<b>0.032</b>	<b>0.031</b>	<b>0.040</b>	<b>0.068</b>	<b>0.085</b>	<b>0.169</b>	<b>2.512</b>
Q. MINIMO		0.115	0.321	0.310	0.144	0.068	0.037	0.027	0.025	0.027	0.050	0.052	0.103	1.861
Q. MAXIMO		0.898	1.190	0.992	0.428	0.152	0.072	0.051	0.107	0.232	0.236	0.257	0.617	3.826

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro N° 22 Caudales generados en el punto de control (captación 02)**

ITEM	AÑO	ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SET 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31	TOTAL
MEDIA		0.825	1.054	0.832	0.353	0.142	0.079	0.058	0.065	0.091	0.125	0.148	0.326	4.098
DESV ESTA		0.340	0.334	0.255	0.101	0.030	0.011	0.008	0.019	0.047	0.051	0.058	0.197	0.862
<b>Q AL 75%</b>		<b>0.596</b>	<b>0.829</b>	<b>0.659</b>	<b>0.285</b>	<b>0.122</b>	<b>0.072</b>	<b>0.053</b>	<b>0.052</b>	<b>0.059</b>	<b>0.091</b>	<b>0.109</b>	<b>0.193</b>	<b>3.516</b>
Q. MINIMO		0.139	0.385	0.403	0.184	0.096	0.055	0.041	0.040	0.049	0.068	0.067	0.130	2.393
Q. MAXIMO		1.456	1.975	1.608	0.635	0.222	0.102	0.072	0.126	0.280	0.285	0.315	1.035	5.720

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.8.1. Alteración de la Calidad del Agua del Distrito de Pataypampa.

Durante la Operación del Sistema de Riego se producirá la disminución del caudal de los ríos de donde se realizará la captación del agua para riego; produciendo cambios en la parte abiótica, como son: calidad físico química del agua, profundidad, velocidad de la corriente, turbulencia, ancho del espejo, así como el aumento del aumento de la temperatura.

En la investigación de tesis se contempla la extracción de caudales de agua del río de la quebrada y manantes facchapata escorno, de los cuales se extraerán los siguientes caudales en los diferentes meses

**Cuadro N° 23 balance hídrico**

DESCRIPCION	SIMB	UND	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
DEMANDA TOTAL DE AGUA	Vol	(l/s)	50,17	46,74	42,54	60,99	40,83	32,30	20,19	14,20	17,05	34,25	53,19	50,57
AGUA DISPONIBLE EN LA FUENTE	Vol	(l/s)	75,33	74,86	87,92	153,10	190,46	389,54	1,203,	1,674,	1,357,	594,44	238,40	120,42
<b>SUPERAVIT DEL RECURSO HIDRICO</b>	<b>Vol</b>	<b>(l/s)</b>	<b>25,16</b>	<b>28,12</b>	<b>45,38</b>	<b>92,11</b>	<b>149,62</b>	<b>357,30</b>	<b>1,183,</b>	<b>1,660,</b>	<b>1,340,</b>	<b>560,20</b>	<b>185,21</b>	<b>69,84</b>
DEMANDA TOTAL DE AGUA	Vol	(l/s)	63,00											
AGUA DISPONIBLE EN LA FUENTE	Vol	(l/s)	75,00											
<b>SUPERAVIT DEL RECURSO HIDRICO</b>	<b>Vol</b>	<b>(l/s)</b>	<b>12,00</b>											

**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.8.2. Calculo de la evapotranspiración potencial.

En la comunidad de Pataypampa los valores de evapotranspiración potencial han sido determinados tomando como base el método de HARGREAVES III modificado, a partir de la temperatura media mensual y radiación solar. Se tiene los siguientes datos

altitud 3250 msnm,

latitud: 14°25' 00" S

longitud 72°52'00" O

**Tabla N° 3 Calculo De Evapotranspiración Potencial Por Hargreaves**

Referencia	Ene	Feb	mar	Abr	may	Jun	Jul	Ago	sep	oct	nov	Dic
a) Temperatura media Mensual ( °C)	13.7	13.6	13.5	13.2	12.2	11	11	12.4	13.8	14.7	14.7	14.2
b) Temperatura media mensual (°F) =9/5°c + 32	56.66	56.48	56.3	55.76	53.96	51.8	51.8	54.32	56.84	58.46	58.46	57.56
c) N° de horas de sol promedio diario (SM)	202.4	197.1	168.3	37.5	9.3	3.8	5.4	1.3	5.1	103.9	48.9	116
d)N° de horas de sol promedio (n)	6.53	7.04	5.43	1.25	0.30	0.13	0.17	0.04	0.17	3.35	1.63	3.73
e) N° de días del mes (DM)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
f) N° de Horas máxima probable (N)	12.34	12.23	12.10	11.80	12.15	11.76	11.86	12.98	12.00	12.12	12.42	12.44
g) Relación $S=(n/N)=\%$ (S)	52.92	58.30	44.88	10.59	2.47	1.11	1.43	0.31	1.42	27.64	13.12	29.98
h) Radiación extraterrestre media diaria (RMD)	16.48	16.18	15.52	14.36	12.98	12.08	12.48	13.56	14.94	15.80	16.28	16.50
i) De evaporación en mm (RMM)	510.88	453.04	481.12	430.80	402.38	362.40	386.88	420.36	448.20	489.80	488.40	511.50
j) $(RSM)=0.075*RMM*S^{1/2}$	278.73	259.44	241.74	105.14	47.43	28.64	34.70	17.55	40.06	193.13	132.68	210.05
k) factor de correlación por altura (FA)= $1+0.06*Alt$	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
n) calculo de la evapotranspiración potencial (ETP)=0	145.69	135.17	125.55	54.08	23.61	13.68	16.58	8.80	21.00	104.15	71.55	111.53
m) evapotranspiración mm/dia	4.70	4.83	4.05	1.80	0.76	0.46	0.53	0.28	0.70	3.36	2.39	3.60

**Fuente: Elaboración propia**

## Coeficiente de uso consuntivo para la cedula de cultivo (KC).

Demanda de agua agrícola para estimar la demanda de agua con fines agrarios, se recogió en campo la información referida sobre superficie de cultivo total en seco y bajo riego

. total, en seco y bajo riego, mediante una georreferenciación, corroborado con la información de los comuneros, el mapeo del área agrícola del sector de riego, en vista que en la zona no se cuenta con un padrón agrícola de usuarios y superficie de cultivos, con su respectivo plano catastral rural parcelario; por encuestas se estableció la cedula de cultivo, calendario agrícola, y por métodos indirectos se determinó los coeficientes volumétricos de riego, así como se evaluó las pérdidas de agua en cada sistema de riego.

Tabla N° 4 Coeficiente De Cultivos Sector De Riego San Marcos Y Totorapampa

CULTIVOS	AREA (ha)	CÉDULA DE CULTIVO												
		MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
		ETP (mm/mes)	145.69	135.17	125.55	54.08	23.61	13.68	16.58	8.80	21.00	104.15	71.55	111.53
papa	20.00	0.97	0.80	0.33						1.00	0.28	0.72	0.95	
Maíz	19.00	0.85	0.95	0.95	0.75	0.30					1.00	0.24	0.53	
Trigo	10.00	0.21	0.13	0.09	0.07							1.00	0.15	
Cebada	11.00	0.21	0.13	0.09	0.07							1.00	0.15	
Haba	8.00	0.95	0.95	0.74	0.29					1.00	0.24	0.66	0.91	
Tarwi	12	0.98	1.00	0.89	0.58						1.00	0.48	0.81	
alfalfa	11.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Area cultivada por mes (h)		91.40	91.40	91.40	71.40	42.40	11.40	11.40	11.40	39.40	70.40	91.40	91.40	
coeficiente ponderado de kc		0.77	0.74	0.59	0.51	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	0.68	0.66	
evapotranspiración potencial (ETP)mm		145.69	135.17	125.55	54.08	23.61	13.68	16.58	8.80	21.00	104.15	71.55	111.53	
evapotranspiración real (ETR)mm		112.18	100.02	74.07	27.58	9.44	13.68	16.58	8.80	21.00	57.28	48.65	73.61	
precipitación confiable (PD)		73.49	96.23	85.15	28.39	17.75	7.01	8.06	39.17	13.66	28.69	55.84	27.44	
consumo teórico o demanda unitaria mm					0.18	8.31	6.67	8.52	30.37	7.34	28.59	7.19	46.17	
requerimiento o demanda unitaria neta m/ha					1.8	83.1	66.7	85.2	303.7	73.4	285.9	71.9	461.7	

Fuente: Elaboración propia

### 4.8.3. Hidrografía.

Estructuralmente, la presencia de aguas subterráneas como manantiales se debe a las infiltraciones de agua, en este caso por la escorrentía de las aguas superficiales, producto de las lluvias, sin embargo, a lo largo del recorrido del canal, muy pocos son los brotes de agua que se pueden observar.

Por presencia del basamento, a muy poca profundidad y por la inclinación de los terrenos no es posible contar con un acuífero que pueda ser explotado por medio de pozos.

A lo largo del trazo del canal, se excavaron calicatas para ensayos de laboratorio, en todas ellas no se detectó presencia de agua subterránea, por lo mencionado líneas arriba.

### 4.9. Inventario de los recursos hídricos.

La oferta hídrica está constituida por ríos y riachuelos que confluyen en la microcuenca Pampahuasi del río Pampahuasi. El recurso es utilizado para riego, consumo humano, consumo de animales y explotación de recursos hidrobiológicos.

**Cuadro N° 24 recurso agua por fuentes según comunidades**

Fuente	Nombre	Ubicación	Régimen
Lagunas	Queullaqocha	San Nicolás de Piyay	Permanente
	Asuarccochoa	Paterio	Permanente
	Jonaya	Jonaya	Permanente
	Chumille	Chumille	Permanente
	Yanaccocha	Paterio	Permanente
	Occoncca	Piyay	Permanente
Riachuelos	Pampahuasi	Totora pampa	Permanente
	Pallcca	Tambo	Permanente
	Pacyahuaycho	Pacyahuacho	Permanente
	Jajapaqui	Jajapaqui	Permanente

**Fuente: Elaboración propia**

Los aportes del nevado y las precipitaciones mantienen ríos de régimen Permanente de características en las partes altas y bajas. Estas fuentes hídricas son recursos importantes para Las poblaciones asentadas en la zona que son usadas para satisfacer la necesidad de agua permitiendo el normal desarrollo de las actividades económicas.

La oferta hídrica está constituida por ríos, riachuelos y manantiales que confluyen en la microcuenca Pampahuasi del rio pampahuasi y Totora Oropesa. El recurso hídrico es utilizado para riego, consumo humano, consumo de animales y explotación de recursos hidrológicos en menor escala.

### Cuadro n° 25 riachuelos del distrito de Pataypampa

Comunidad / Anexos	N° Riachuelos	N° Orden	Tipo Corriente	Caudal l/seg.
<b>Pataypampa</b>				
Pataypampa	1	1.00	Perenne	4,50
Piyay	1	1.00	Perenne	4,50
Checyapa	2	-	-	0,30
San Marcos	-	-	-	
Totora Pampa	1	-	-	15,00
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	-	-	<b>24.30</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

Durante el recorrido agroecológico de las partes altas del distrito de Pataypampa, se realizó el inventariado de las lagunas y/o vasos inundables tomando énfasis el uso actual y potencial de estos como fuentes de aprovechamiento, registrándose 07 lagunas permanentes dentro del territorio distrital; globalizando un **área de 18.55** hectáreas y un volumen de aprovechamiento de **1 475,000 m3**

### Cuadro n° 26 lagunas y/o vasos inundables

Distrito	Comunidad / Anexos	Nombre de la Fuente	Área. (has)
Pataypampa		Queullacocha I	6,51
	Piyay	Quellacocha II	1,30
		Aswarccochoa	1,35

		Jonaya	3,38
		Chumille	2,11
		Cutinta	2,10
		Pucajaja	1,80
<b>TOTAL</b>			18.55

**Fuente: Elaboración propia.**

Los bofedales y las lagunas son reservas potenciales de agua dulce, del distrito de Pataypampa, con ecosistemas de transición entre sistemas acuáticos y sistemas terrestres, destinados a desaparecer si no se protegen y se toman las medidas de conservación, lagunas que se encuentran en la parte alta del distrito, forman un sistema natural de especial belleza paisajística, presta múltiples servicios ambientales; sirve de drenaje de aguas pluviales, amortiguación de inundaciones, albergue de especies endémicas de la vida silvestre, (vicuñas especialmente), estación de descanso, alimentación, abrigo y anidamiento de aves migratorias como las pariguanas, principal reserva de agua dulce para varios distritos de la provincia de Grau y parte de Antabamba.

**MANANTIALES.** La presencia de manantiales es típico en esta zona, sin embargo, en la zona se detectó 3 manantes, así como: Huashuapampa, Facchapata, Escorno y Marcamarca.

Estructuralmente, la presencia de aguas subterráneas como manantiales se debe a las infiltraciones de agua, en este caso por la escorrentía de las aguas superficiales, producto de las lluvias, sin embargo, a lo largo del recorrido del canal, muy pocos son los brotes de agua que se pueden observar. Por presencia del basamento, a muy poca profundidad y por la inclinación de los terrenos no es posible contar con un acuífero que pueda ser explotado por medio de pozos

**Cuadro N° 35 fuente de agua disponible en las manantes**

FUENTE DE AGUA	CAUDAL AFORADO	SITUACION ACTUAL	OBSERVACIONES
	LPS	LPS	
CAPTACION 01: HUASHUAPAMPA	20	10	QUEBRADA
CAPTACION 02:FACCHAPATA- ESCORNO	12	10	QUEBRADA
CAPTACION 03: MARCAMARCA (CAPTACION EXISTENTE)	20	0	QUEBRADA
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>20</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- **CAPTACIÓN 01: HUASHUAPAMPA.**

Para el planteamiento hidráulico, se tomó como consideración básica, el caudal mínimo en el mes crítico de 20 lts/seg; dicho caudal se captará del agua proveniente de la represa de gravedad ubicada en dicha zona, en la cota 4,031 m.s.n.m. El agua captada, será conducida a un desarenador para lograr la sedimentación de sólidos en suspensión, que pudieran impedir el buen funcionamiento del sistema de riego.

- **CAPTACIÓN 02: FACCHAPATA-ESCORNO.**

Para el planteamiento hidráulico, se tomó como consideración básica, el caudal mínimo en el mes crítico de 20 lts/seg; dicho caudal se captará mediante una bocatoma de barraje móvil ubicado a una cota de 3613 m.s.n.m. El agua captada, será conducida a un desarenador para lograr la sedimentación de sólidos en suspensión, que pudieran impedir el buen funcionamiento del sistema de riego. Ante de ello se proyecta un aliviadero que regulara la cantidad de agua que ingresa al desarenador. El caudal de agua que sale del desarenador será conducido a través de la línea de conducción.

- **CAPTACION 03: MARCAMARCA (existente)**

Para el planteamiento hidráulico, se tomó como consideración básica, el caudal mínimo en el mes crítico de 12 lts/seg; dicho caudal es captado mediante una bocatoma existente. El agua captada, es conducida a través

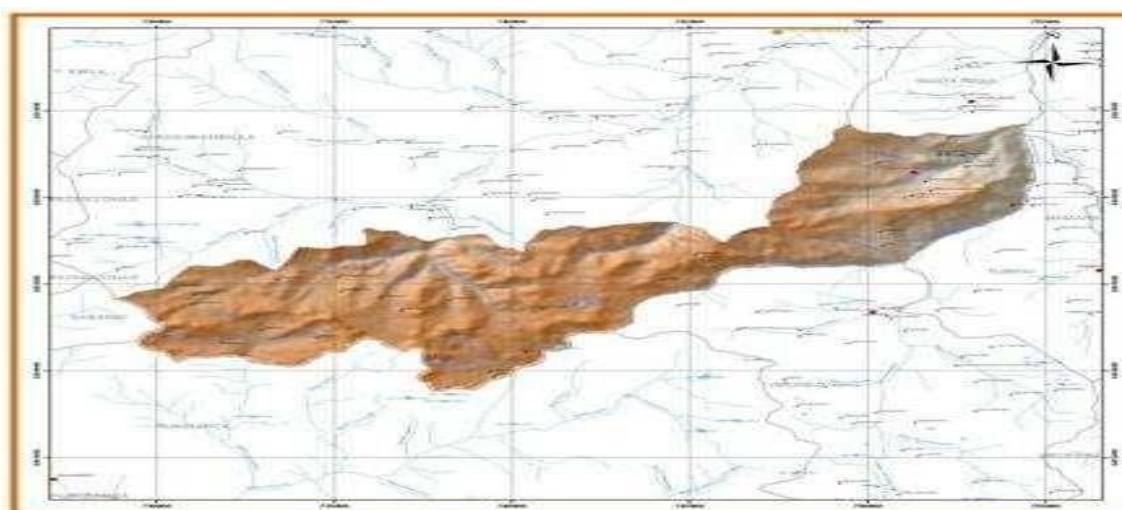
de una canal entubada de 4" para derivar el caudal transportado hacia el reservorio 2 existente de 500 m<sup>3</sup> en el sector de Ccochamocco, Cabe resaltar que tanto el sistema de captación, de conducción y de almacenamiento ya existe y se encuentra operativo y en buenas condiciones para su aprovechamiento e inclusión para forma parte integral de proyecto.

**Cuadro N° 27 Sistema De Riego Por Aspersión En San Marcos Y Totora Pampa**

SECTORES DE RIEGO	AREA/ha	SISTEMA DE RIEGO
TOTORA PAMPA	32.41	ASPERSION
CCOCHAMOCCO	39.26	ASPERSION
SARACHARA	19.37	ASPERSION
TOTAL	91.04	

**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico: N° 16 Mapa hidrográfico del distrito de pataypampa**



**Fuente: Google**

#### **4.9.1. Sistema de conducción**

El sistema de conducción, abarca desde la captación (captación de quebrada) hasta los sistemas de almacenamiento (reservorios trapezoidales), consta de una Tubería de PVC NTP 4435 (S-25.0) de Ø 160 mm, con una longitud total de 7913.34 ml.

La clase y diámetro de la tubería obedece al diseño de las mismas, para lo cual se ha usado la fórmula de Hazen Williams. L

$$Q = 0.2788 C D^{2.63} \left(\frac{J}{L}\right)^{0.54}$$

Donde:

Q = Caudal que fluye por la tubería (m3/seg)

C = Coeficiente de rugosidad = 150

D = Diámetro interno de la tubería (m)

El terreno en el cual se entierran estas tuberías, según las especificaciones

técnicas, en todo el tramo de excavación es de terreno normal.

#### **4.9.2. Sistema de Almacenamiento**

Debido al déficit del recurso hídrico, surge la necesidad de incorporar un sistema de regulación en la investigación, el mismo que consiste en implementar dos reservorios nocturnos, los que almacenará un volumen total de 1032 m<sup>3</sup>, aportando un total de 22.00 l/s, además del reservorio existente que almacena 500 m<sup>3</sup> y aporta un caudal de 10.00 l/s.

El objetivo en general de la propuesta es establecer una estructura cuya operación y funcionamiento garanticen en tiempo y oportunidad el recurso hídrico y la adecuada funcionalidad del sistema de riego propuesto. Las características de los reservorios propuestos son:

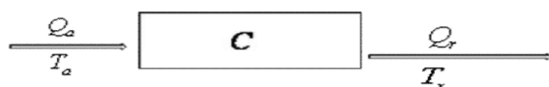
#### **RESERVORIO 1 DE 432 M3 DE CAPACIDAD:**

Forma trapezoidal de dimensiones en la base mayor:

- Largo =20.50 m,
- Ancho 19.50m,
- Altura de 2.50m.

Se emplaza a 3961.00 m.s.n.m., en la parte alta de las áreas de riego.

Las Consideraciones básicas para el diseño del reservorio son:



Donde:

$Q_a$  =Caudal de almacenamiento

$T_a$  = Tiempo que dura el almacenamiento

$Q_r$  =Caudal de riego

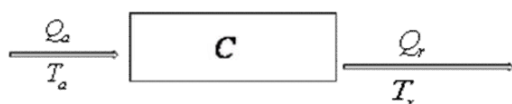
$T_r$  =Tiempo de riego diario

$C$  =Capacidad del reservorio

$$C = Q_a \times T_a \qquad T_a + T_r = 24 \text{ hrs} \qquad Q_r = \frac{C}{T_r} + Q_a$$

## DISEÑO HIDRAULICO DEL RESERVORIO 1 DE 432 M3 DE CAPACIDAD

### a) Esquema de entrada y salida



Donde:

$Q_a = 20 \text{ lt/seg}$

$T_r = 12 \text{ hrs}$

### b) Capacidad de almacenamiento

$C$  = Capacidad de almacenamiento

Se determina la capacidad del reservorio de acuerdo al requerimiento de agua en el Sector de Totorapampa.

$$C = Q_a \times T_a$$

- El caudal de cada aspersor es de 0.206 lt/seg.
- La cantidad de aspersores por hidrante es de 4, por lo tanto el caudal de cada hidrante es de  $4 \times 0.206 = 0.824 \text{ lt/seg}$ .
- El número de hidrantes en operación por día de riego es de 24.
- El caudal requerido por el sistema por día de riego es de:  $24 \times 0.824 = 19.776 \text{ lt/s}$ .

El caudal de aporte para el sector de Totorapampa es de 10 lt/seg durante el día, por lo que se necesitaría un caudal regulador de 10 lt/seg. Y de esta forma obtener el caudal requerido por el sistema de 20 lt/seg.

La operación del sistema es diario.

$$T_a + T_r = 24 \text{ hrs}$$

Donde:

$$T_a = 12 \text{ hrs.}$$

$$T_r = 12 \text{ hrs.}$$

$$C = Q_a (24 - T_r)$$

$$C = 20 \times 3.6 (24 - 12)$$

$$C = 864 \text{ m}^3$$

### c) Cálculo de aporte del reservorio

$$Q_p = \frac{C}{T_r}$$

$$Q_p = \frac{864}{12}$$

$$Q_p = 72 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q_p = 20 \text{ lt/s}$$

Del resultado podemos ver que el caudal de aporte es de 20 lt/seg, sin embargo lo que se necesita es solo 10 lt/seg.

Entonces se diseña el reservorio para almacenar un volumen que aporte un caudal de 10 lt/s, este sería:

$$Q_p = \frac{C}{T_r}$$

$$10 = \frac{C}{12 \times 3.6}$$

$$C = 432 \text{ m}^3$$

### d) Cálculo del Caudal de riego

$$Q_r = \frac{C}{T_r} + Q_a$$

$$Q_r = \frac{432}{12} + 10 \times 3.6$$

$$Q_r = 36 + 36$$

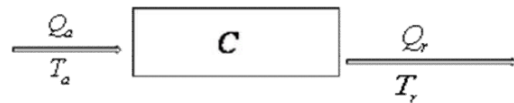
$$Q_r = 72 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q_r = 20 \text{ lt/seg}$$

Por consiguiente, el volumen de agua almacenado en el reservorio 1 sería de 432 m<sup>3</sup>, sin embargo, lo que se tiene como llenado durante la noche es de 864 m<sup>3</sup>. La diferencia de volumen será conducida hasta el reservorio existente en el Sector Ccochamocco aportando un caudal de 10 lt/se, durante el día.

## DISEÑO HIDRÁULICO DEL RESERVORIO 2 DE 600 M<sup>3</sup> DE CAPACIDAD

### a) Esquema de entrada y salida



Donde:

$$Q_a = 12 \text{ lt/seg}$$

$$T_r = 12 \text{ hrs}$$

### b) Capacidad de almacenamiento

$C$  = Capacidad de almacenamiento

$$C = Q_a \times T_a$$

La operación del sistema es diario.

$$T_a + T_r = 24 \text{ hrs}$$

**Donde:**

$$T_a = 12 \text{ hrs.}$$

$$T_r = 12 \text{ hrs.}$$

$$C = Q_a (24 - T_r)$$

$$C = 12 \times 3.6 (24 - 12)$$

$$C = 518.4 \text{ m}^3$$

Debido al posible incremento de caudales de la fuente de captación y al estar el reservorio en el punto más bajo del sistema de riego, con el fin de evitar pérdidas de recurso hídrico se dimensiona el reservorio para una capacidad de 600 m<sup>3</sup>

$$C = 600 \text{ m}^3$$

### c) Cálculo del Caudal de riego

$$Q_r = \frac{C}{T_r} + Q_a$$

$$Q_r = \frac{518.4}{12} + 12 \times 3.6$$

$$Q_r = 43.2 + 43.2$$

$$Q_r = 86.4 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q_r = 24 \text{ lt}/\text{seg}$$

El diseño del reservorio se anexa al presente estudio.

Los resultados del diseño han sido cuantificados realizando el metrado respectivo, para su posterior uso.

Este sistema comprende la ubicación de 3 reservorios trapezoidales en la parte alta de las parcelas a regar debido a un caudal bajo que se tiene en la fuente, este cumplirá la función de almacenar agua en el horario nocturno para poder regular el sistema de riego que se plantea en el presente estudio de investigación.

El terreno en el cual se ubicará el reservorio, según las especificaciones técnicas, es de excavación en terreno normal, en todo el emplazamiento.

#### Cuadro N° 38 volumen de reservorio

RESERVORIO	VOLUMEN	CAUDAL DE APORTE	ÁREA DE RIEGO(HA)
Totoropampa (reservorio 01)	432	10L/S	Totorapampa 24.1
cchochamocco (reservorio 02)	600	12 L/S	San Marcos 46.2
reservorio existente	500	10 L/S	Sarachacra 21.1
<b>TOTAL</b>	<b>1532</b>	<b>32 L/S</b>	<b>91.4</b>

Fuente: Elaboración propia

#### SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, dados de anclaje y demás accesorios, estas tuberías distribuyen el agua desde el reservorio hasta los diferentes puntos donde están ubicados los hidrantes respectivos. Las tuberías usadas son Tubería de PVC NTP 4422, de clase y de diámetro variable en una longitud de 16,292.78 m.

La clase y diámetro de la tubería obedece al diseño de las mismas, para lo cual se ha usado la fórmula de Hazen Williams.

$$Q = 0.2788 C D^{2.63} \left(\frac{J}{L}\right)^{0.54}$$

Donde:

Q = Caudal que fluye por la tubería (m<sup>3</sup>/seg)

C = Coeficiente de rugosidad = 150

D = Diámetro interno de la tubería (m)

J/L = Pendiente del tramo (m/m)

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- ✓ **De las características geomorfológicas**, los principales parámetros geomorfológicos indican La Microcuenca Pampahuasi del río Pampahuasi aguas arriba del punto de control, abarca una extensión de 52.10 Km<sup>2</sup>, el punto de control se ubica a 4,389.38 msnm. en la microcuenca existe dos áreas de drenaje abarca un área de 4.82 km<sup>2</sup> y 9.18 km<sup>2</sup> para los dos puntos de control 01 y 02 perímetro de la micro cuenca 10.01km y 14.44 km para los dos puntos de control 01 y 02 El coeficiente de compacidad o índice de Gravelious para la microcuenca alcanza a  $Kc\ 01 = 1.29$  y  $Kc\ 02 = 1.24$ . Para los puntos de control 01 y 02 respectivamente. Este coeficiente significa que se tiene una microcuenca rectangular alargada y son menos susceptibles a posibles inundaciones Es la relación entre el área de la microcuenca A y el área de un cuadrado de longitud L, siendo L la longitud del río principal de la microcuenca. Además, se conoce que las microcuencas no son similares en forma, es decir que a medida que el área aumenta, su relación  $A/L^2$  disminuye lo cual indica una tendencia al alargamiento en cuencas grandes. Asimismo, se conoce que la forma de la microcuenca afecta los hidrogramas de caudales máximos. un factor adimensional de forma Ff, como índice de la forma de una microcuenca. Para el punto de control 01, el factor de forma  $Ff = 1.12$  y 0.54. Para los puntos de control 01 y 02 respectivamente.
- ✓ **En caso de las variables climatológicas tales como:** Temperatura media mensual, Humedad relativa, Evaporación y Horas de sol, temperatura media mensual, precipitación media mensual se evaluó la climatología regionalizada de la microcuenca pampahuasi. La temperatura media mensual, de la microcuenca hidrográfica es de 5.47 °C. y 6.39 °C. En cuanto a la precipitación la microcuenca recibe una considerable cantidad de lluvia, se estima una precipitación media anual de 989.9 mm. Y 964 mm. Para ambos puntos de control respectivamente
- ✓ **Precipitación Esguerrimiento de la microcuenca Pampahuasi**, el cual permite generar caudales medios mensuales para periodos extendidos a partir de la precipitación y las características físicas de la microcuenca. En un segundo paso, se establece un conjunto de modelos estocásticos parciales de los parámetros para

el cálculo de los caudales en la microcuenca Pampahuasi que carecen de información hidrométrica, un tercer paso define la generación de caudales para periodos extendidos en los puntos de captación (puntos de control). Con los caudales medios mensuales generados para el año promedio obtenidos, se toman los valores del caudal actual, y el caudal anterior como valor dependiente y la precipitación efectiva, como valores independientes.

Alteración de la calidad del agua del distrito de Pataypampa Durante la Operación del Sistema de Riego se producirá la disminución del caudal del río Panpahuasi de donde se realizará la captación del agua para riego; produciendo cambios en la parte abiótica, como son: calidad físico química del agua, profundidad, velocidad de la corriente, turbulencia, ancho del espejo, así como el aumento de la temperatura. La extracción de caudales de agua del río de la quebrada Se ha identificado tres (03) manantes las cuales aportaran un caudal en meses de estiaje, como es del manante Huashuapampa caudal aportante de 20 l/s, Manante Facchapata Escorno un caudal que aportará de 12 l/s, manate Marcamarca un caudal de 20 l/s y el rio pampahuasi Totorapampa 15 l/s.

- ✓ El inventario de las fuentes hídricas del Distrito de Pataypampa da como resultado a 7 lagunas, 3 manantes, y 6 riachuelos, también se realizó la medición de los caudales por los métodos de sección velocidad, volumétrico, conducto aforador y correntómetro.

### **5.3. RECOMENDACIONES.**

1. Por la importancia que tiene la microcuenca Pampahuasi se recomienda a las instituciones en el manejo del agua, Autoridad Nacional del Agua, Senamhi-Apurimac, para instalar una estación meteorológica que nos permita establecer un registro de la variación de los caudales en la cuenca.
2. Conservar las áreas de los recursos hídricos como (bofedades, manantes, o parte humedales existentes en la parte alta de la cuenca mediante la municipalidad distrital de Pataypampa u otras instituciones Ana medio ambiente) ya que las áreas húmedas cumplen un rol importante en la regulación de la escorrentía y almacenamiento en épocas de lluvia, para luego aportar un caudal base en el curso principal en épocas de estiaje.
3. Realizar practica de reforestación y conservación en la parte alta y media de la cuenca, para mejorar la retención hídrica, mediante el apoyo de gobierno municipal, región instituciones públicas del sector agropecuario y Proyectos de desarrollo local.
4. Se recomienda el manejo de los recursos hídricos y el uso racional para riego en la cuenca Paraccay-mayu.

## BIBLIOGRAFÍA

**Chereque M; Wendor (1999)** "Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil", Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú.

**CHEREQUE MORAN, W.** "Hidrología para estudiantes de Ingeniería civil". Pontificia Universidad Católica del Perú - CONCYTEC. Lima-Perú. 1990.

**CHOW V. (1994).** Hidráulica de canales abiertos. Editorial NOMOS S.A.

**CHOW VEN, T.; MAIDMENT R, D.; MAIYS W, L.** "Hidrología Aplicada". Editorial ínter americana, McGraw Hill. Santa Fe de Bogotá- Colombia. 1987.

**GUEVARA CARAZAS, V.** "Manejo de cuencas". Copia Universitaria. UNSAAC- FAZ. Cusca- Perú. 2008.

**GUEVARA PEREZ, E.** "Manejo Integrado de Cuencas". Documento de referencia para los países de América Latina. Santiago- Chile. 1997.

**Llerena, C. A. 2003.** Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. FAO Presentado en el Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Arequipa, Perú, 9-12 junio 2003, durante el Tercer Congreso Latinoamérica-cano de Manejo de Cuencas Hidrográficas.

**MONSALVE SAENZ, G.** "Hidrología en la Ingeniería". 2da Edición Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Santa Fe de Bogotá-Colombia.

**MONSALVE SAENZ, G.** "Hidrología en la Ingeniería". 2da Edición Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Santa Fe de Bogotá-Colombia. 1999.

**OLARTE HURTADO, W.** "Manual de Riego por Gravedad". Serie de Coordinación de Tecnologías Andinas. Cusca, Perú. 1987.

**Ordoñez, J. & Vera, H.** (n.d.) "Balance Hídrico Superficial Del Perú A Nivel Multianual". Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos

**RASSVELDI y TOMIC.** "Lagunas colombianas". Revista de la academia de ciencias exactas físicas y naturales. Vol. X. Bogotá- Colombia. 1958.

**REYES CARRASCO, L. V.** "Hidrología Básica". 1 ra Edición Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC, Lima-Perú. 1992hacia los años 2015/2030. Roma, Italia.

**Serruto C., R. (1993).** Una Nueva Fórmula para el Cálculo de la Evapotranspiración Potencial. Puno Peru: PIWA.

**Serruto, G. (n.d.).** "La situación del manejo de cuencas en el Perú". Informe Nacional Perú. INRENA - PERU.

**VASQUEZ A. (2002).** Manejo de cuencas alto andinas. Tomo I Universidad debate Agrario Agraria la Molina

**VASQUEZ VILLANUEVA, A.** "Manejo de Cuencas Alto Andinas 1 y 11". Universidad Nacional La Agraria. Lima, Perú. 1998.

**VILLON BEJAR, M. "Hidrología".** Instituto Tecnológico de Costa Rica- Escuela de Ingeniería Agrícola, 2da Edición. Editorial Billón. Lima-Perú. 2002.

**Villon, M. (2000)** "Hidrología Estadística", Catie- Costa Rica

**ZAVALETA H, W.** "Evaluación del recurso hídrico en las subcuencas Challhuanca y Pachachaca". Tesis UNSAAC- FAZ. Cusca- Perú. 1998.

## ANEXOS.

### REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA

#### Registros Completados (Mm)

Estacion : Andahuavlas				Latitud : 13°39'00" S						Departamento : Aburimac				
Tipo: CP-884				Longitud : 73°22'00" W						Provincia : Andahuavlas				
				Altitud : 2,944 Msnm						Distrito : San Jeronimo				
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1970	97.0	49.0	67.0	60.0	3.0	0.0	11.0	6.0	51.0	8.0	79.0	135.0	566.0
2	1971	77.0	124.0	76.0	32.0	11.0	0.0	5.0	1.0	45.0	7.0	20.0	65.0	463.0
3	1972	99.0	84.0	93.0	6.0	42.0	0.0	1.0	12.0	12.0	84.0	73.0	66.0	572.0
4	1973	96.0	131.0	177.0	28.0	8.0	2.0	17.0	28.0	40.0	65.0	23.0	177.0	792.0
5	1974	93.0	65.0	134.0	24.0	6.0	14.0	8.0	36.0	13.0	54.0	38.0	37.0	522.0
6	1975	120.0	60.0	115.0	53.0	0.0	6.0	3.0	6.0	33.0	31.0	83.0	60.0	570.0
7	1976	211.0	53.0	114.0	65.0	15.0	5.0	0.0	0.0	70.0	33.0	21.0	114.0	701.0
8	1977	140.0	204.0	110.0	71.0	2.0	13.0	4.0	1.0	0.0	61.0	47.0	89.0	742.0
9	1978	120.0	161.0	103.0	18.0	8.0	0.0	13.0	8.0	24.0	45.0	47.0	64.0	611.0
10	1979	149.0	175.0	117.0	99.0	0.0	0.0	8.0	17.0	45.0	18.0	41.0	108.0	777.0
11	1980	133.0	194.0	102.0	73.0	4.0	6.0	2.0	34.0	39.0	29.0	17.0	57.0	690.0
12	1981	153.0	119.0	104.0	45.0	33.0	18.0	0.0	7.0	67.0	53.0	51.0	122.0	772.0
13	1987	106.0	145.0	166.0	7.0	35.0	30.0	19.0	11.0	91.0	13.0	36.0	99.0	758.0
14	1988	54.0	160.0	126.0	40.0	5.0	0.0	1.0	1.0	31.0	16.0	117.0	79.0	630.0
15	1989	167.0	101.0	75.0	16.0	0.0	1.0	0.0	0.0	13.0	89.0	66.0	46.0	574.0
16	1990	34.0	58.0	50.0	20.0	13.0	0.0	7.0	18.0	7.0	3.0	22.0	18.0	250.0
17	1991	40.0	104.0	110.0	0.0	42.0	0.0	3.0	0.0	0.0	39.0	12.0	63.0	413.0
18	1992	126.0	170.0	76.0	48.0	63.0	37.0	1.0	38.0	61.0	17.0	62.0	18.0	717.0
19	1993	55.0	29.0	99.0	6.0	2.0	0.0	0.0	70.0	7.0	36.0	33.0	37.0	374.0
20	1994	97.0	71.0	101.0	9.0	34.0	2.0	0.0	3.0	24.0	16.0	65.0	102.0	524.0
21	1995	131.0	96.0	51.0	55.0	13.0	7.0	0.0	2.0	54.0	16.0	42.0	68.0	535.0
22	1996	154.0	60.0	93.0	60.0	2.0	1.0	2.0	8.0	59.0	20.0	39.0	82.0	580.0
23	1997	120.0	105.0	130.0	40.0	0.0	0.0	0.0	34.0	20.0	52.0	14.0	32.0	547.0
24	1998	130.0	59.0	140.0	51.0	2.0	1.0	1.0	4.0	54.0	80.0	21.0	106.0	649.0
25	1999	107.0	132.0	88.0	15.0	2.0	0.0	0.0	0.0	22.0	34.0	23.0	194.0	617.0
26	2000	275.0	145.0	202.0	56.0	19.0	2.0	0.0	10.0	10.0	41.0	24.0	40.0	824.0
27	2001	125.0	43.0	50.0	19.0	32.0	51.0	4.0	22.0	37.0	65.0	86.0	64.0	598.0
28	2002	129.0	73.0	135.0	38.0	49.0	23.0	3.0	1.0	16.0	37.0	54.0	47.0	605.0
29	2004	69.0	107.0	53.0	12.0	0.0	24.0	20.0	46.0	22.0	37.0	35.0	38.0	463.0
30	2003	153.0	107.0	141.0	57.0	40.0	2.0	8.0	44.0	38.0	90.0	110.0	142.0	932.0
31	2004	111.0	136.0	104.0	50.0	1.0	0.0	0.0	5.0	9.0	25.0	73.0	90.0	604.0
32	2005	118.0	95.0	168.0	32.0	1.0	8.0	21.0	7.0	9.0	24.0	67.0	58.0	608.0
33	2006	156.0	154.0	112.0	57.0	9.0	0.0	5.0	38.0	24.0	35.0	45.0	33.0	668.0
34	2007	217.0	138.0	105.0	39.0	14.0	2.0	3.0	54.0	33.0	33.0	84.0	53.0	775.0
35	2008	160.0	82.0	86.0	51.0	0.0	6.0	1.0	1.0	3.0	42.0	41.0	68.0	541.0
36	2009	113.0	156.0	126.0	46.0	7.0	4.0	13.0	1.0	85.0	33.0	37.0	82.0	703.0
37	2010	144.0	197.0	114.0	21.0	6.0	23.0	19.0	17.0	22.0	112.0	40.0	97.0	812.0
38	2011	214.0	109.0	148.0	28.0	73.0	10.0	19.0	30.0	6.0	32.0	59.0	99.0	827.0
39	2012	74.0	125.0	126.0	39.0	29.0	4.0	31.0	21.0	48.0	45.0	50.0	100.0	692.0
40	2013	109.0	145.0	142.0	60.0	17.0	11.0	5.0	37.0	50.0	25.0	29.0	94.0	724.0
41	2014	100.0	129.0	71.0	54.0	10.0	12.0	39.0	18.0	38.0	32.0	54.0	109.0	666.0
42	2015	84.0	71.0	112.0	18.0	3.0	0.0	12.0	7.0	26.0	92.0	65.0	97.0	587.0
43	2016	194.0	97.0	139.0	20.0	4.0	7.0	0.0	5.0	27.0	45.0	105.0	62.0	705.0
Nº Datos		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Media		124.5	112.0	110.5	38.1	15.3	7.7	7.2	16.5	32.2	41.0	50.0	79.3	634.4
Desv. Estandar		48.8	44.8	34.5	22.0	18.3	11.3	9.1	17.4	22.6	25.4	26.3	38.6	132.9
Coef. Variacion		0.4	0.4	0.3	0.6	1.2	1.5	1.3	1.1	0.7	0.6	0.5	0.5	0.2
Prec. Max		275.0	204.0	202.0	99.0	73.0	51.0	39.0	70.0	91.0	112.0	117.0	194.0	275.0
Prec. Min		34.0	29.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	12.0	18.0	0.0
Prec. 75%		91.6	81.9	87.2	23.3	3.0	0.1	1.1	4.8	17.0	23.9	32.2	53.3	544.8

**FUENTE: SENAMHI**

## Anexo 01

Estacion : HUANCARAY				Latitud : 13°45'0 S						Departamento :				
Tipo: CO-812				Longitu : 73°33'0 W						Provincia :				
				Altitud : 3,908 Msnm						Distrito :				
Nº DE	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTA
1	1970	49.	73.	77.	97.	15.	0.0	9.5	15.	50.	74.	91.	47.	601.
2	1971	110.	145.	154.	78.	4.0	1.5	13.	14.	58.	48.	31.	87.	745.
3	1972	59.	96.	121.	20.	63.	0.0	0.0	34.	1.5	113.	110.	108.	727.
4	1973	139.	245.	243.	96.	17.	9.0	4.8	34.	63.	79.	39.	94.	1,066
5	1974	154.	209.	131.	30.	5.3	22.	2.5	29.	27.	112.	94.	55.	874.
6	1975	137.	115.	118.	72.	3.0	3.5	0.0	22.	27.	46.	96.	129.	772.
7	1976	286.	134.	114.	86.	32.	2.5	0.0	1.5	71.	66.	40.	156.	992.
8	1977	177.	224.	220.	145.	7.5	13.	0.0	4.0	7.0	28.	44.	67.	938.
9	1978	146.	181.	174.	36.	11.	12.	15.	13.	26.	31.	93.	120.	861.
10	1979	188.	142.	183.	126.	7.0	7.5	4.0	20.	90.	35.	58.	295.	1,158
11	1980	234.	321.	96.	89.	6.5	20.	8.5	65.	27.	40.	43.	50.	1,002
12	1981	149.	219.	232.	36.	89.	11.	0.0	14.	69.	101.	83.	264.	1,270
13	1982	370.	216.	183.	51.	5.8	37.	16.	9.5	125.	8.5	6.5	60.	1,091
14	1983	50.	290.	153.	24.	8.5	2.5	6.1	13.	14.	169.	91.	67.	890.
15	1984	337.	134.	84.	62.	26.	6.0	0.0	0.0	53.	200.	121.	74.	1,099
16	1985	143.	237.	280.	58.	12.	0.0	11.	16.	16.	35.	72.	22.	905.
17	1986	132.	91.	107.	50.	33.	8.0	0.0	11.	23.	105.	41.	42.	647.
18	1987	118.	269.	141.	49.	6.0	5.5	0.0	104.	162.	99.	95.	252.	1,303
19	1988	347.	179.	66.	35.	15.	8.0	5.0	10.	61.	55.	105.	22.	910.
20	1989	59.	284.	114.	40.	23.	4.0	0.0	80.	74.	49.	76.	85.	894.
21	1990	139.	298.	101.	94.	9.4	16.	12.	14.	15.	43.	96.	133.	977.
22	1991	98.	213.	105.	71.	17.	6.6	10.	50.	23.	82.	95.	25.	801.
23	1992	356.	394.	96.	79.	11.	22.	2.2	5.5	35.	39.	54.	537.	1,635
24	1993	203.	179.	225.	57.	17.	0.0	-	43.	115.	10.	5.5	176.	1,032
25	1994	202.	141.	78.	27.	1.0	1.9	9.4	10.	8.6	109.	82.	74.	747.
26	1995	62.	169.	294.	6.7	20.	2.1	3.7	13.	55.	5.3	28.	55.	716.
27	1996	304.	123.	108.	59.	2.1	35.	5.8	9.9	107.	49.	12.	19.	836.
28	1997	85.	216.	238.	55.	7.9	4.5	3.3	18.	131.	44.	49.	315.	1,171
29	1998	370.	98.	185.	80.	34.	10.	7.4	7.5	35.	123.	101.	24.	1,080
30	1999	173.	204.	131.	87.	20.	0.0	8.9	36.	52.	157.	78.	52.	1,002
31	2000	169.	68.	113.	72.	11.	4.5	11.	8.1	29.	136.	17.	233.	876.
32	2001	154.	89.	69.	56.	4.4	11.	4.5	11.	20.	200.	65.	147.	835.
33	2002	146.	233.	194.	24.	23.	0.2	3.7	10.	118.	85.	79.	50.	970.
34	2003	55.	125.	179.	62.	10.	0.0	2.3	9.6	24.	213.	68.	104.	856.
35	2004	202.	179.	112.	70.	7.1	13.	7.4	14.	9.9	58.	53.	109.	839.
36	2005	112.	205.	147.	29.	32.	10.	1.9	10.	31.	26.	140.	18.	767.
37	2006	144.	348.	114.	86.	31.	12.	8.7	49.	48.	127.	74.	117.	1,163
38	2007	245.	188.	160.	67.	12.	7.0	6.5	42.	36.	94.	48.	23.	932.
39	2008	63.	144.	254.	59.	45.	5.0	2.0	51.	223.	41.	42.	36.	970.
40	2009	85.	70.	93.	41.	9.1	2.3	0.3	19.	6.5	41.	72.	33.	474.
41	2010	117.	163.	124.	57.	6.2	3.2	5.3	28.	44.	81.	20.	30.	682.
42	2011	225.	136.	87.	68.	38.	0.6	14.	10.	42.	63.	136.	184.	1,008
43	2012	359.	222.	88.	31.	15.	3.0	1.8	72.	111.	81.	51.	38.	1,076
Nº Datos		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Media		173.8	186.6	146.6	61.2	18.2	8.	5.	24.8	55.3	79.4	67.7	108.0	935.0
Desv. Estandar		95.92	76.74	60.15	28.29	17.13	8.75	4.90	22.93	46.98	52.22	33.65	102.8	206.7
Coef. Variacion		0.55	0.41	0.41	0.46	0.94	1.08	0.93	0.92	0.85	0.66	0.50	0.95	0.22
Prec. Max.		370.5	394.4	294.5	145.1	89.0	37.5	16.0	104.5	223.4	213.2	140.4	537.1	537.1
Prec. Min.		49.5	68.1	66.0	6.	1.	0.	-2.8	0.	1.	5.	5.	18.3	-2.8
Prec. 75%		109.0	134.8	105.9	42.16	6.64	2.19	1.97	9.33	23.64	44.20	45.04	38.64	795.6

FUENTE: SENAMHI

## Anexo 02

Estación : PAMPACHIRI				Latitud : 14°11' S						Longit : 73°33' W		Departamento :			
Tipo: S-608				Altitud : 3,36 Msnm						Provincia :		Distrito :			
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOT	
1	1970	144	169	409	122	14	3.7	2.0	25.8	8.4	36	19	42	997	
2	1971	469	132	57.	43.	10.	0.3	19.	12.	31.	73.	35.	142	1,02	
3	1972	103	171	74	19.	11	3.0	8.5	1.2	63	76	16	211	761	
4	1973	176	195	252	81.	0.0	0.0	0.0	0.0	19	20	10	44	798	
5	1974	124	22.	94.	4.4	8.0	12.	1.2	14.	10.	48.	38.	86.	464	
6	1975	100	149	239	34.	0.0	0.8	1.0	5.2	4.0	9.9	79	86	710	
7	1976	70.	111	102	28.	2.0	4.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.	339	
8	1977	165	241	200	99.	4.0	4.6	0.0	0.0	3.6	3.4	6.2	236	964	
9	1978	435	333	425	35.	0.0	0.0	0.0	6.8	61	142	46	111	1,59	
1	1979	355	333	327	83.	15.	4.0	25.	37.	143	70.	60.	241	1,69	
1	1980	422	233	193	98.	15.	26.	15.	67.	29.	4.2	29.	94.	1,23	
1	1981	132	128	177	46.	11	9.8	5.2	21.	24	18	39	138	753	
1	1982	177	128	4.2	44.	0.0	0.8	7.4	6.9	175	18	21	11	597	
1	1983	9.8	80.	59	36.	7.2	0.4	4.4	17.	17	12	23	70	338	
1	1984	247	97.	114	27.	20	6.9	4.7	48.	39	48	11	164	831	
1	1985	268	179	48	21.	22	0.0	9.4	24.	63	78	81	200	999	
1	1986	375	213	15.	30.	2.8	2.2	3.0	17.	38.	24.	108	168	999	
1	1987	219	178	141	80.	11	-	6.8	6.7	28	66	34	87	860	
1	1988	332	221	242	99.	40	3.4	4.9	22.	59	50	25	166	1,26	
2	1989	203	103	142	30.	2.5	3.9	4.7	4.9	20	31	48	56	651	
2	1990	40	217	-	64.	4.0	2.7	4.2	19.	29	21	23	34	402	
2	1991	165	35.	7.6	17.	8.3	2.1	5.3	12.	33	55	19	32	394	
2	1992	60	152	117	53.	43	0.0	1.1	11.	56	66	36	110	709	
2	1993	154	210	332	24.	8.9	4.6	10	6.9	15	1.9	14	116	901	
2	1994	170	206	53	151	7.6	7.9	8.4	11.	10	12	11	35	685	
2	1995	89	133	44	58.	43	1.5	3.4	31.	56	27	65	190	745	
2	1996	177	258	80	84.	5.4	14	4.0	22.	18	26	51	55	800	
2	1997	70	216	69	17.	15	7.6	7.2	15.	68	13	48	146	695	
2	1998	433	109	126	85.	7.6	4.6	6.1	62.	4.8	32	67	237	1,17	
3	1999	462	51.	582	81.	28.	15.	2.6	8.9	107	10.	42.	73.	1,46	
3	2000	194	45.	302	82.	11.	0.0	2.7	12.	105	39.	4.9	83.	885	
3	2001	90.	165	22.	33.	14.	1.7	12.	3.7	53.	29.	76.	101	604	
3	2002	192	148	104	72.	21.	41.	8.9	8.1	51.	21.	41.	36.	748	
3	2003	123	230	339	30.	9.9	11.	2.5	54.	26.	112	27.	233	1,20	
3	2004	219	347	231	10.	1.5	5.5	4.9	20.	73.	52.	34.	71.	1,07	
3	2005	17.	266	262	34.	1.1	0.0	3.3	18.	47.	74.	59.	137	921	
3	2006	275	123	313	40.	4.4	9.5	3.0	13.	47	15	20	154	1,01	
3	2007	44	426	126	39.	9.1	0.0	3.8	7.9	47	39	72	90	906	
3	2008	180	19.	119	71.	36.	5.9	9.2	16.	12.	8.4	69.	79.	629	
4	2009	626	165	87.	48.	0.0	0.0	2.1	4.4	27.	25.	33.	139	1,15	
4	2010	210	48.	308	45.	14	0.0	11	20.	59	59	39	190	1,00	
4	2011	359	175	62	54.	0.0	0.0	3.3	1.4	18	43	30	166	913	
4	2012	280	203	241	99.	17	3.3	5.2	7.1	29	9.6	16	80	993	
Nº Datos		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Media		213.	171.	167.	55.1	12.0	5.	5.	17.0	42.8	38.0	38.2	115.	882.	
Desv. Estandar		141.0	89.38	134.5	32.59	11.71	7.80	5.22	15.99	36.36	30.62	24.24	65.34	306.1	
Coef. Variacion		0.66	0.52	0.80	0.59	0.98	1.48	0.89	0.94	0.85	0.81	0.63	0.56	0.35	
Prec. Max.		626.6	426.2	582.9	151.4	43.8	41.3	25.8	67.4	175.2	142.2	108.0	241.2	626.6	
Prec. Min.		9.	19.0	-58.3	4.	0.	-0.8	0.	0.	0.	0.	0.	11.8	-58.3	
Prec. 75%		118.2	111.3	76.67	33.09	4.06	0.00	2.36	6.21	18.25	17.32	21.85	71.63	675.7	

FUENTE: SENAMHI

### Anexo 03

Estacion : CURAHUASI				Latitud : 13°33' S						Departamento :		Provincia :			
Tipo: CP-				Longit : 72°42' W						Distrito :					
				Altitud : 3,21 Msnm											
N° DE	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTA	
1	1970	42.	90.	162	33.	13.	0.0	5.2	0.0	60.	22.	34.	42.	504.	
2	1971	85.	133	111	47.	8.0	0.0	5.0	0.0	10.	5.6	39.	134	580.9	
3	1972	83.	125	86.	16.	31.	0.0	0.0	4.0	18.	136	140	53.	697.	
4	1973	87.	115	252	66.	15.	0.2	14.	6.3	15.	68.	35.	154	832.0	
5	1974	140	112	135	14.	0.5	0.0	6.7	5.8	4.7	42.	131	61.	654.8	
6	1975	100	115	226	73.	0.8	3.3	3.5	2.5	9.0	93.	90.	155	875.	
7	1976	171	74.	73.	44.	10.	1.2	6.6	0.0	28.	54.	39.	130	635.1	
8	1977	144	98.	86.	76.	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	38.	84.	58.	589.3	
9	1978	117	121	98.	48.	0.4	0.0	12.	57.	12.	20.	53.	80.	624.	
1	1979	87.	74.	128	43.	2.8	0.0	3.9	3.0	20.	23.	90.	35.	515.3	
1	1980	80.	108	104	31.	8.0	7.9	5.0	14.	0.5	11.	17.	30.	419.	
1	1981	26.	42.	60.	30.	4.7	2.0	1.3	4.8	9.5	20.	4.3	197	404.	
1	1982	159	117	141	49.	0.5	7.9	2.0	7.3	30.	27.	25.	65.	633.6	
1	1983	75.	121	107	11.	5.1	0.0	3.8	0.0	10.	31.	128	108	602.	
1	1984	124	70.	93.	25.	1.1	3.0	0.0	0.3	16.	20.	13.	71.	438.	
1	1985	42.	104	96.	35.	4.5	0.0	1.2	5.8	11.	13.	105	116	538.2	
1	1986	47.	99.	81.	11.	4.1	0.0	4.9	1.7	2.3	24.	13.	87.	378.0	
1	1987	114	122	64.	46.	0.0	6.0	0.9	18.	24.	53.	146	103	700.	
1	1988	206	177	113	30.	0.0	3.4	0.0	13.	4.7	8.7	125	55.	737.	
2	1989	138	87.	67.	45.	4.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	53.	93.	493.3	
2	1990	182	157	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	16.	66.	96.	524.	
2	1991	140	127	78.	93.	35.	10.	2.5	0.3	9.5	33.	78.	99.	710.	
2	1992	98.	96.	157	34.	6.8	0.0	0.0	9.2	29.	26.	34.	54.	548.2	
2	1993	150	81.	27.	54.	11.	0.0	5.0	0.0	7.6	41.	43.	63.	485.5	
2	1994	178	113	124	71.	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.	0.0	0.0	530.0	
2	1995	108	81.	75.	47.	20.	0.0	0.0	0.0	3.0	26.	127	81.	572.	
2	1996	38.	48.	27.	24.	32.	0.0	0.0	0.0	0.0	21.	3.3	46.	241.	
2	1997	111	81.	24.	12.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.	53.	345.1	
2	1998	40.	61.	58.	37.	0.0	0.0	0.0	24.	8.5	46.	54.	84.	415.	
3	1999	165	113	119	83.	6.4	0.0	3.3	38.	0.0	40.	134	164	869.	
3	2000	167	81.	61.	19.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.	79.	156	623.4	
3	2001	129	89.	139	34.	8.6	0.0	0.0	0.0	5.9	4.4	90.	134	636.7	
3	2002	120	165	77.	48.	0.8	0.0	0.0	21.	18.	64.	62.	63.	643.	
3	2003	172	136	116	29.	18.	0.8	30.	145	4.7	14.	91.	129	888.	
3	2004	176	176	176	176	4.0	5.0	0.0	1.7	2.2	35.	39.	109	900.7	
3	2005	182	170	120	72.	8.1	4.7	2.6	0.0	26.	65.	46.	107	806.6	
3	2006	202	180	85.	23.	7.1	11.	1.3	7.2	8.3	12.	99.	51.	690.	
3	2007	66.	76.	80.	6.3	8.5	13.	3.0	16.	4.3	44.	216	53.	590.2	
3	2008	72.	139	134	19.	5.4	5.1	5.8	188	36.	28.	115	13.	765.7	
4	2009	19.	77.	133	59.	0.2	2.4	12.	30.	14.	46.	33.	72.	503.	
4	2010	123	134	67.	47.	17.	4.0	14.	12.	43.	46.	75.	171	760.8	
4	2011	77.	70.	102	28.	2.7	0.0	11.	2.1	64.	98.	69.	141	669.	
4	2012	66.	94.	157	33.	14.	1.2	2.4	34.	23.	62.	32.	101	625.	
N° Datos		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Media		113.	108.	103.	42.8	7.	2.	4.	15.8	14.2	36.8	70.4	90.4	609.	
Desv. Estandar		50.92	34.71	49.54	29.99	8.93	3.48	5.84	36.32	15.35	27.53	46.93	45.16	153.0	
Coef. Variacion		0.45	0.32	0.48	0.70	1.14	1.57	1.46	2.30	1.08	0.75	0.67	0.50	0.25	
Prec. Max.		206.	180.	252.	176.	35.9	13.4	30.0	188.	64.9	136.	216.	197.	252.	
Prec. Min.		19.6	42.4	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
Prec. 75%		78.81	85.14	69.78	22.59	1.82	0.00	0.06	0.00	3.83	18.27	38.70	59.96	506.1	

FUENTE: SENAMHI

## Anexo 04

Estacion : CHALLHUANCA				Latitud : 14°20' S						Departamento :				
Tipo: CO				Longitu: 73°10' W						Provincia :				
				Altitud : 2.850 Msnm						Distrito :				
N° DE	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTA
1	1970	52.0	224.	159.	145.	24.0	0.	6.	21.0	26.0	58.0	74.0	50.0	839.0
2	1971	70.0	150.0	170.0	32.0	2.	2.	4.	1.	26.0	62.0	10.0	109.0	638.0
3	1972	112.	138.	89.0	19.0	35.0	0.	1.	8.	6.	52.0	35.0	67.0	562.0
4	1973	177.	84.0	220.	66.0	20.0	3.	159.	5.	45.0	34.0	12.0	20.0	845.0
5	1974	159.0	94.0	169.0	19.0	1.	5.	28.0	45.0	36.0	50.0	49.0	52.0	707.0
6	1975	143.	118.	105.	53.0	0.	0.	1.	53.0	23.0	32.0	11.0	55.0	594.0
7	1976	167.0	145.0	162.0	30.0	20.0	5.	6.	4.	51.0	43.0	38.0	72.0	743.0
8	1977	153.0	177.0	112.0	54.0	3.	11.0	0.	13.0	11.0	33.0	9.	112.0	688.0
9	1978	306.	223.	42.0	33.0	4.	1.	16.0	6.	36.0	57.0	51.0	55.0	830.0
1	1979	251.0	185.0	179.0	85.0	9.	4.	14.0	19.0	59.0	26.0	61.0	83.0	975.0
1	1980	270.0	278.0	178.0	100.0	6.	26.0	6.	99.0	65.0	27.0	39.0	60.0	1,154.
1	1981	160.	177.	198.	31.0	28.0	3.	0.	11.0	21.0	31.0	21.0	141.	822.0
1	1982	172.0	145.0	177.0	33.0	13.0	14.0	4.	21.0	127.0	2.	8.	53.0	769.0
1	1983	58.0	227.	145.	28.0	0.	0.	4.	1.	27.0	35.0	33.0	123.	681.0
1	1984	214.	281.	211.	72.0	2.	3.	0.	0.	11.0	20.0	59.0	93.0	966.0
1	1985	97.0	90.0	117.0	42.0	4.	2.	6.	23.0	10.0	25.0	34.0	74.0	524.0
1	1986	77.0	49.0	176.0	27.0	4.	1.	5.	2.	34.0	106.0	55.0	44.0	580.0
1	1987	185.0	252.0	80.0	87.0	5.	4.	0.	75.0	36.0	38.0	81.0	128.0	971.0
1	1988	112.	103.	104.	26.0	0.	26.0	0.	29.0	36.0	87.0	57.0	32.0	612.0
2	1989	135.0	90.0	144.0	37.0	2.	6.	0.	15.0	54.0	82.0	148.0	22.0	735.0
2	1990	216.	143.	72.0	16.0	0.	19.0	0.	4.	14.0	10.0	17.0	87.0	598.0
2	1991	243.	182.	47.0	171.	26.0	0.	0.	32.0	52.0	44.0	36.0	70.0	903.0
2	1992	163.0	157.0	175.0	89.0	2.	1.	0.	51.0	11.0	20.0	5.	122.0	796.0
2	1993	225.0	50.0	69.0	19.0	21.0	12.0	10.0	10.0	1.	41.0	41.0	20.0	519.0
2	1994	237.	88.0	105.	88.0	25.0	0.	0.	4.	15.0	19.0	23.0	39.0	643.0
2	1995	167.	161.	154.	64.0	94.0	2.	0.	7.	68.0	11.0	17.0	112.	857.0
2	1996	191.0	224.0	161.0	59.0	1.	8.	0.	22.0	65.0	38.0	118.0	69.0	956.0
2	1997	87.0	162.0	167.0	5.	7.	1.	0.	6.	7.	14.0	17.0	50.0	523.0
2	1998	151.	244.	21.0	48.0	0.	3.	15.0	38.0	11.0	39.0	53.0	28.0	651.0
3	1999	110.	109.	195.	58.0	3.	1.	6.	28.0	58.0	63.0	110.	77.0	818.0
3	2000	142.0	242.0	88.0	34.0	7.	2.	0.	0.	27.0	19.0	42.0	82.0	685.0
3	2001	176.	92.0	94.0	27.0	0.	0.	0.	4.	31.0	23.0	36.0	49.0	532.0
3	2002	166.	280.	137.	119.	0.	1.	4.	35.0	31.0	33.0	19.0	57.0	882.0
3	2003	196.0	207.0	101.0	35.0	1.	0.	1.	80.0	24.0	16.0	71.0	77.0	809.0
3	2004	221.0	88.0	112.0	9.	0.	0.	0.	0.	0.	28.0	14.0	166.0	638.0
3	2005	186.	270.	177.	69.0	6.	12.0	9.	18.0	51.0	65.0	14.0	118.	995.0
3	2006	251.	248.	213.	48.0	10.0	0.	19.0	20.0	9.	42.0	35.0	96.0	991.0
3	2007	276.0	214.0	120.0	69.0	35.0	2.	26.0	31.0	20.0	67.0	38.0	53.0	951.0
3	2008	135.0	181.0	165.0	59.0	6.	4.	75.0	15.0	28.0	84.0	79.0	92.0	923.0
4	2009	117.	124.	236.	34.0	14.0	0.	4.	22.0	24.0	29.0	33.0	109.	746.0
4	2010	108.0	200.0	19.0	45.0	1.	14.0	31.0	16.0	35.0	23.0	21.0	66.0	579.0
4	2011	148.	112.	73.0	38.0	0.	0.	5.	8.	50.0	14.0	38.0	152.	638.0
4	2012	194.	108.	148.	37.0	1.	0.	0.	1.	4.	74.0	118.	77.0	762.0
N° Datos		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Media		166.	165.	134.	52.5	10.3	4.	10.8	21.0	32.0	39.9	43.7	77.0	758.
Desv. Estandar		60.54	66.16	54.34	34.83	16.55	6.66	26.65	22.62	23.98	23.51	32.91	35.89	159.2
Coef. Variacion		0.36	0.40	0.40	0.66	1.61	1.45	2.46	1.08	0.75	0.59	0.75	0.47	0.21
Prec. Max.		306.	281.	236.	171.	94.0	26.0	159.	99.0	127.	106.	148.	166.	306.
Prec. Min.		52.0	49.0	19.0	5.	0.	0.	0.	0.	0.	2.	5.	20.0	0.
Prec. 75%		126.0	120.8	97.91	29.04	0.00	0.11	0.00	5.75	15.82	24.05	21.52	52.84	651.4

FUENTE: SENAMHI

## Anexo 05

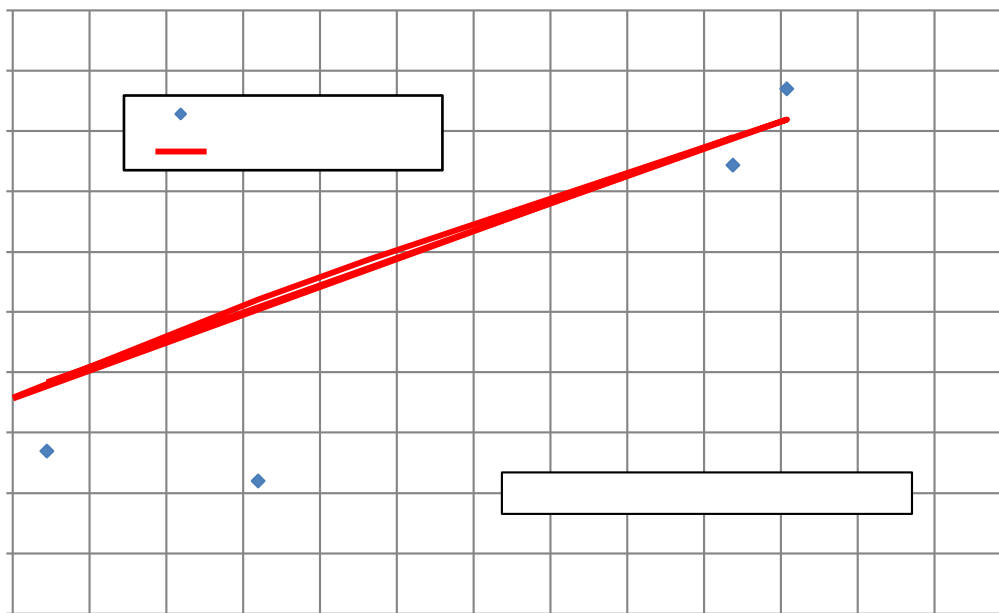
Estación : ANTABAMBA				Latitud : 14°25'0 S						Departamento :				
Tipo: CO				Longitu : 72°52'0 W						Provincia :				
				Altitud : 3,838 msnm						Distrito :				
N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTA
1	1970	69.6	110.7	90.0	76.6	7.	0.	4.	12.5	12.2	33.6	73.2	59.4	549.6
2	1971	92.5	212.0	106.2	26.6	9.4	0.8	22.2	0.8	0.0	61.2	18.5	131.7	681.9
3	1972	130.5	108.6	138.3	13.1	49.3	0.	1.	8.0	13.1	112.7	93.8	125.2	794.3
4	1973	214.4	209.6	268.0	68.7	15.6	5.	18.8	20.7	35.8	62.6	23.6	38.1	981.2
5	1974	209.9	127.3	188.8	26.3	7.5	17.2	6.8	30.8	10.9	94.5	110.9	107.3	938.2
6	1975	160.1	183.4	123.7	32.3	4.	2.	1.	9.3	39.6	70.2	85.0	120.0	831.0
7	1976	174.1	224.9	126.8	18.3	10.3	1.6	8.8	4.2	68.3	45.9	59.0	132.7	874.8
8	1977	188.0	266.3	155.1	73.7	4.7	8.0	2.6	0.0	4.4	35.7	28.7	142.4	909.6
9	1978	337.2	212.9	201.4	41.0	14.0	0.	0.	14.2	67.0	81.0	42.7	97.8	1110.
10	1979	226.6	243.5	167.6	60.1	7.4	6.7	9.1	24.4	62.6	21.0	68.8	102.9	1000.
11	1980	289.7	280.5	141.6	71.7	14.8	29.8	0.8	95.5	20.3	23.8	58.9	72.5	1099.
12	1981	167.8	168.2	177.7	29.6	38.4	19.3	0.	10.5	32.9	40.4	61.6	59.6	805.9
13	1982	124.0	197.3	106.9	17.6	7.7	2.3	9.1	35.3	58.9	33.1	59.1	115.0	766.3
14	1983	141.5	225.3	226.0	45.9	14.9	13.0	1.	20.2	2.	53.4	78.0	105.9	927.7
15	1984	120.2	221.1	189.4	33.4	15.4	1.	19.6	11.0	23.7	22.3	134.1	83.9	875.5
16	1985	228.1	251.7	114.3	45.7	1.2	1.9	1.5	80.2	7.8	47.3	45.0	54.1	878.7
17	1986	252.8	187.6	143.7	73.7	12.9	22.2	1.2	4.7	2.1	68.5	33.8	100.6	903.9
18	1987	254.7	179.1	164.5	108.2	12.1	4.4	6.7	50.6	98.5	49.8	36.3	135.2	1100.
19	1988	185.9	183.8	141.6	37.4	8.	28.0	3.	71.9	75.9	60.4	22.7	67.7	887.0
20	1989	176.2	198.2	117.2	70.9	9.9	22.0	14.7	1.3	18.0	55.9	57.5	123.4	865.1
21	1990	220.9	223.0	146.7	16.9	2.	7.	32.2	4.1	38.7	28.8	22.5	99.9	843.0
22	1991	208.8	110.0	111.7	23.1	16.5	2.	9.	13.0	10.4	55.0	31.5	77.0	669.1
23	1992	210.7	195.4	150.3	51.4	4.8	6.0	3.5	6.5	11.0	40.1	60.0	74.8	814.5
24	1993	92.9	246.6	97.9	59.1	4.9	7.0	4.8	0.2	10.5	53.7	97.1	115.6	790.2
25	1994	106.4	170.4	170.1	69.8	6.	2.	15.2	1.8	11.2	44.8	64.0	73.2	735.2
26	1995	104.0	165.3	159.7	32.1	6.	1.	13.3	35.5	17.8	75.7	65.1	114.2	790.8
27	1996	115.8	233.9	157.4	95.6	6.6	17.7	0.2	32.7	50.4	71.9	25.2	106.3	913.8
28	1997	144.4	203.2	119.7	35.3	9.4	8.8	4.4	0.0	18.0	43.6	15.3	117.4	719.4
29	1998	162.2	217.4	127.6	54.7	11.1	4.	1.	0.1	17.3	21.0	74.9	119.2	811.0
30	1999	116.9	163.7	169.8	53.7	10.1	3.	3.	0.0	18.4	30.3	53.8	99.7	723.1
31	2000	176.7	219.8	161.1	41.9	2.0	12.1	2.9	20.6	23.2	36.8	69.4	85.5	852.1
32	2001	181.6	171.4	211.4	30.9	18.3	23.4	5.	2.3	20.4	46.3	62.2	103.7	876.9
33	2002	223.5	161.0	180.7	42.5	6.	23.7	23.2	54.2	77.9	99.6	73.3	118.2	1083.
34	2003	102.6	194.6	209.4	44.1	17.4	23.2	2.9	81.6	22.4	75.5	56.8	93.3	923.7
35	2004	364.8	230.3	145.9	13.1	47.4	6.4	1.9	105.3	11.3	50.0	25.8	94.4	1096.
36	2005	184.2	214.9	164.3	54.4	5.	20.6	1.	4.4	38.5	63.4	47.1	85.0	884.5
37	2006	205.4	121.0	195.8	112.3	35.7	8.	1.	0.1	11.0	158.6	26.5	111.2	988.1
38	2007	266.6	193.2	188.8	12.4	17.9	2.0	20.8	0.7	42.2	23.8	33.5	81.1	883.0
39	2008	168.0	173.4	198.7	39.9	26.7	15.5	0.5	0.8	2.3	32.8	36.6	120.4	815.6
40	2009	252.1	129.4	176.5	29.9	4.	13.3	15.0	5.9	14.2	21.3	117.3	86.5	866.1
41	2010	144.5	221.8	107.6	29.6	5.8	5.9	16.2	0.5	27.6	96.1	48.4	122.4	826.3
42	2011	171.4	241.2	205.3	32.4	5.	13.6	16.7	45.2	12.1	43.6	18.5	80.0	885.1
43	2012	202.4	199.7	168.3	37.5	9.	3.	5.	1.3	5.	103.9	48.9	115.5	901.0
N° Datos		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Media		183.0	195.2	158.5	46.1	12.7	9.	7.	21.5	27.1	55.6	55.0	99.3	871.5
Desv. Estandar		64.42	41.99	38.40	24.53	11.16	8.64	7.89	28.31	23.97	28.89	27.99	24.10	120.4
Coef. Variacion		0.35	0.22	0.24	0.53	0.88	0.88	1.01	1.32	0.88	0.52	0.51	0.24	0.14
Prec. Max.		364.8	280.5	268.0	112.3	49.3	29.8	32.2	105.3	98.5	158.6	134.1	142.4	364.8
Prec. Min.		69.6	108.6	90.0	12.4	1.	0.	0.	0.	0.	21.0	15.3	38.1	0.
Prec. 75%		139.5	166.8	132.5	29.57	5.17	3.94	2.50	2.37	10.94	36.09	36.11	83.04	790.2

FUENTE: SENAMHI

## Anexo 06

### ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACION

Cuadro 02 estaciones patrones en el ámbito de estudio



ITEMS	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD MEDIA msnm	PRECIPITACION MEDIA ANUAL mm	PRECIPITACION MEDIA ANUAL CORREGIDA
1	ANDAHUAYLAS	294	634.	691.
2	HUANCARAY	390	935.	909.
3	PAMPACHIRI	336	882.	794.
4	CURAHUASI	321	609.	760.
5	CHALLHUANCA	285	758.	666.
6	ANTABAMBA	383	871.	895.
<b>7</b>	<b>PUNTO DE CONTROL</b>	<b>433</b>		<b>989.</b>
<b>8</b>	<b>PUNTO DE</b>	<b>419</b>		<b>964.</b>

FUENTE: SENAMHI

## Anexo 07

DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES PATRONES Y MICROCUENCAS

DATOS DE ESTACIONES Y AREAS DE ESTUDIO

**Estaciones Patrones En El Ámbito Del Proyecto Hidrología Nivel de Estudio tesis**

ITEMS	NOMBRE DE LA ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD ME	PRECIPITACION MEDIA	PRECIPITACION MEDIA	OBSERVACIONES
		LATITUD	LONGITUD				
1	ANDAHUAYLAS	13°39'00	73°22'00	2	6	691.902	
2	HUANCARAY	13°45'00	73°33'00	3	9	909.598	
3	PAMPACHIRI	14°11'00	73°33'00	3	8	794.119	
4	CURAHUASI	13°33'00	72°42'00	3	6	760.385	
5	CHALLHUANCA	14°20'00	73°10'00	2	7	666.883	
6	ANTABAMBA	14°25'00'	72°52'00'	3	8	895.573	

FUENTE: SENAMHI

ITE	DESCRIPCIO	COORDENADAS		ALTITUD MEDIA	AREA	PRECIPITACION	OBSERVACIONES
		LATITUD	LONGITUD				
1	PUNTO DE	72°41'54.	14°11'47.	4329.945	482.00	989.934	CUENCA
1	PUNTO DE	72°41'22.	14°11'32.	4194.545	918.032	964.883	CUENCA

FUENTE: SENAMHI

## ANEXO 08

### PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

#### PUNTO DE CONTROL 01

CUENCA DE ESTUDIO				Latitud : S 72°41'54.57 W						Region : Provincia : APURIMAC				
N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1.970	91.0	144.7	196.1	108.4	16.4	0.	7.	16.0	45.0	50.2	77.8	74.9	828.9
2	1.971	183.7	189.8	143.7	56.8	9.	1.	14.9	6	35.0	53.3	33.9	142.3	870.1
3	1.972	120.7	150.5	128.5	20.4	50.2	0.	2.	15.1	23.1	125.8	105.8	131.8	874.7
4	1.973	185.6	212.3	300.4	88.1	16.6	4.	39.0	20.5	46.0	71.8	32.0	112.0	1129.0
5	1.974	188.4	141.4	179.2	25.5	5.	15.0	10.2	32.2	20.9	87.4	104.2	85.2	895.4
6	1.975	159.9	158.4	197.2	68.4	1.	3.	2.	19.5	28.4	63.7	97.0	134.9	934.6
7	1.976	231.8	159.0	142.2	58.3	19.5	3.	5.	2	61.1	53.6	43.7	137.3	917.5
8	1.977	204.7	251.6	188.0	112.4	5.	10.1	1.	3	5.8	41.0	49.5	142.6	1015.5
9	1.978	297.8	252.6	219.5	45.9	8.	3.	12.2	24.7	46.9	75.6	72.1	114.2	1173.0
1	1.979	256.0	233.7	228.7	103.3	8.	4.	12.6	24.6	87.1	40.2	81.7	185.2	1266.6
1	1.980	293.8	296.5	166.6	94.5	11.7	24.5	7.	77.2	34.8	28.7	43.8	74.4	1154.2
1	1.981	160.4	178.9	199.4	45.2	44.9	13.2	1.	14.2	46.6	57.8	55.7	200.4	1017.9
1	1.982	242.8	202.4	164.7	44.7	11.3	19.5	11.8	19.0	122.5	22.6	32.9	85.4	979.8
1	1.983	84.5	236.0	174.1	37.8	9.	3.	4.	11.7	19.6	74.4	102.3	115.6	873.2
1	1.984	255.1	185.3	158.0	49.8	14.6	4.	5.	11.7	34.6	88.4	88.0	110.4	1005.8
1	1.985	172.1	202.9	159.1	48.8	11.6	0.	7.	35.6	23.8	42.8	80.0	100.7	885.7
1	1.986	194.1	156.8	131.6	43.1	20.6	7.	3.	8	20.0	77.9	53.2	105.2	821.7
1	1.987	210.9	244.6	142.5	86.9	17.5	10.5	3.	63.1	91.6	71.8	99.6	162.4	1204.6
1	1.988	273.6	196.4	157.1	49.2	14.0	14.4	2.	43.2	52.7	60.4	83.2	77.9	1025.1
2	1.989	167.4	186.4	140.9	51.6	15.7	8.	4.	24.9	40.1	48.0	91.0	104.6	883.5
2	1.990	197.8	247.8	69.0	52.1	5.	10.9	11.4	9	30.7	30.2	60.5	113.5	838.9
2	1.991	205.8	159.0	96.9	89.1	23.4	5.	6.	25.1	35.5	63.2	67.2	80.6	858.2
2	1.992	222.7	242.3	171.5	72.1	14.3	7.	1.	21.6	34.9	50.5	46.2	214.7	1099.6
2	1.993	199.4	180.4	184.0	57.8	14.1	4.	5.	14.9	45.7	45.7	47.6	130.3	930.3
2	1.994	210.6	179.1	132.5	86.9	9.	2.	7.	5	12.9	57.4	45.5	80.7	831.4
2	1.995	156.9	177.6	198.2	52.1	39.1	1.	4.	20.4	42.7	39.1	73.4	122.1	928.1
2	1.996	200.0	191.2	121.3	72.3	16.5	25.5	2.	21.7	59.7	56.4	53.6	73.6	894.8
2	1.997	131.8	202.6	157.9	35.7	16.5	8.	3.	8	54.3	32.2	52.2	164.6	868.9
2	1.998	260.4	169.9	127.3	68.8	12.7	9.	9.	33.9	21.6	66.8	84.1	110.5	974.0
3	1.999	243.4	163.8	268.6	90.1	21.3	4.	6.	32.6	53.8	84.5	110.7	127.5	1207.0
3	2.000	204.8	160.1	170.4	62.2	6.	4.	4.	10.0	38.8	72.6	60.3	162.5	957.0
3	2.001	179.6	147.1	148.7	46.3	10.3	9.	8.	5	28.3	76.1	85.1	131.9	877.3
3	2.002	208.7	238.7	171.5	71.4	13.1	13.5	9.	34.2	71.6	76.1	71.2	78.0	1057.4
3	2.003	172.8	211.9	221.3	51.2	15.6	8.	9.	90.1	27.0	104.5	84.4	146.4	1143.2
3	2.004	284.5	236.6	183.0	76.9	14.0	8.	3.	32.4	19.9	56.7	44.9	129.8	1090.2
3	2.005	170.0	266.1	205.4	63.9	14.0	11.2	5.	10.4	54.9	68.2	77.9	110.3	1058.2
3	2.006	253.0	259.4	209.6	72.7	21.5	13.4	9.	23.1	31.0	100.3	66.1	129.5	1189.6
3	2.007	230.8	246.1	172.8	45.4	28.9	7.	15.4	26.8	33.3	64.7	103.9	80.2	1055.8
3	2.008	142.1	166.4	215.6	59.1	31.8	8.	21.6	69.5	81.5	48.6	82.9	87.3	1015.0
4	2.009	240.5	142.8	177.5	57.1	8.	6.	8.	24.5	25.9	41.0	70.4	106.4	909.3
4	2.010	168.5	190.4	146.2	58.4	11.9	7.	22.6	20.2	52.0	75.0	55.2	143.8	951.6
4	2.011	222.9	171.4	137.5	51.7	12.2	3.	13.7	16.4	46.0	76.3	79.2	173.7	1004.3
4	2.012	272.4	198.8	194.0	53.3	13.9	3.	3.	29.8	46.0	82.0	72.8	100.0	1070.0
N° Datos		4	4	4	4	4	4	4	4	43	4	4	4	4
Media		203.6	198.4	172.1	62.5	16.0	7.	8.	24.7	42.6	62.9	70.3	120.8	989.9
Desv. Estandar		50.48	39.79	42.14	21.20	9.99	5.78	6.92	19.20	22.61	21.42	21.73	34.97	120.72
Coef. Variacion		0.25	0.20	0.24	0.34	0.62	0.73	0.84	0.78	0.53	0.34	0.31	0.29	0.12
Prec. Max.		297.8	296.5	300.4	112.4	50.2	25.5	39.0	90.1	122.5	125.8	110.7	214.7	300.4
Prec. Min.		84.5	141.4	69.0	20.4	1.	0.	1.	2	5.8	22.6	32.0	73.6	0.

Fuente: PER Plan Meriss Inka Unidad de Gestion Valles Interandino

## ANEXO 09

### PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

#### PUNTO DE CONTROL 02

CUENCA DE ESTUDIO				Latitud : S 72°41'22.67 W						Region : Provincia :				
N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,970	84.6	128.9	165.9	103.1	15.2	0.	8.	15.	44.8	50.6	80.6	74.5	772.0
2	1,971	160.8	183.7	141.2	57.0	8.	1.	14.6	6	36.7	50.8	32.1	131.3	824.8
3	1,972	113.1	138.0	127.8	19.4	52.2	0.	1.	17.	18.7	122.6	105.6	124.7	841.7
4	1,973	177.9	213.9	286.9	85.5	16.5	5.	32.9	23.	48.1	73.0	32.5	110.3	1105.8
5	1,974	182.2	147.8	173.4	26.6	5.	16.1	9.	32.	21.0	90.4	101.1	80.6	886.7
6	1,975	156.7	150.1	178.8	66.8	2.	3.	1.	18.	29.7	61.1	96.3	130.8	896.5
7	1,976	237.9	155.8	137.6	60.7	20.7	3.	4.	2	64.5	54.7	43.8	140.7	926.5
8	1,977	198.6	248.3	187.3	113.1	5.	10.7	1.	3	5.7	40.8	48.3	129.7	992.3
9	1,978	271.2	236.8	205.4	43.2	9.	4.	12.2	22.	44.4	68.2	72.7	112.2	1101.4
10	1,979	240.2	219.6	213.6	104.6	7.	5.	11.0	23.	83.8	37.1	76.5	191.4	1214.3
11	1,980	277.8	296.3	153.2	91.9	10.8	23.4	7.	75.	33.5	30.4	43.6	70.4	1113.6
12	1,981	160.5	182.3	199.0	43.4	50.5	13.7	0.	13.	50.5	63.1	60.0	198.3	1035.9
13	1,982	247.7	203.2	166.9	42.3	11.8	21.8	12.8	18.	117.6	21.1	31.5	86.1	981.3
14	1,983	83.2	241.9	174.5	36.9	9.	4.	4.	11.	18.7	83.8	101.7	108.0	878.2
15	1,984	255.1	178.6	147.3	49.2	15.4	4.	5.	9	35.4	100.3	95.6	100.7	996.6
16	1,985	164.4	204.3	169.0	48.9	11.1	0.	7.	35.	20.6	39.8	74.3	82.7	858.7
17	1,986	180.5	147.6	130.3	44.0	23.3	8.	2.	7	18.2	80.1	47.9	94.4	785.6
18	1,987	198.2	242.5	141.1	81.8	18.3	11.1	2.	67.	101.2	71.7	94.7	167.0	1197.9
19	1,988	267.5	185.5	141.2	44.1	13.0	13.8	3.	42.	53.1	59.0	81.0	67.3	971.0
20	1,989	150.7	196.3	134.8	49.7	17.7	8.	4.	30.	42.9	47.6	86.9	104.4	873.7
21	1,990	191.2	246.9	79.0	56.0	6.	11.4	12.3	9	30.7	31.4	62.9	114.6	852.3
22	1,991	191.0	160.5	100.5	82.7	21.4	5.	7.	27.	34.0	63.4	68.3	74.4	836.0
23	1,992	237.7	255.0	159.9	70.8	12.3	8.	1.	19.	32.8	48.7	46.8	241.8	1136.0
24	1,993	191.7	178.7	181.6	58.2	13.6	4.	4.	17.	54.0	44.2	44.3	135.4	927.2
25	1,994	199.7	172.1	127.2	74.0	8.	2.	7.	5	12.9	63.2	51.1	86.7	810.7
26	1,995	149.6	175.8	212.1	45.4	33.8	1.	4.	19.	41.3	37.3	64.8	108.4	895.2
27	1,996	206.4	177.5	119.4	69.5	15.1	28.0	3.	21.	65.2	57.6	48.7	68.7	880.2
28	1,997	128.0	198.9	167.3	38.8	16.8	8.	3.	9	60.4	35.2	50.0	176.8	894.1
29	1,998	258.5	162.0	132.0	66.7	14.9	9.	9.	28.	23.5	70.8	84.0	95.1	955.4
30	1,999	220.9	168.6	236.0	86.5	21.5	3.	6.	32.	50.4	92.6	104.6	118.2	1141.7
31	2,000	195.0	152.8	158.5	61.9	6.	4.	4.	10.	34.6	77.2	57.0	165.3	928.8
32	2,001	175.5	139.0	145.5	46.5	9.	11.0	8.	6	25.7	89.0	80.8	129.5	866.8
33	2,002	200.2	231.6	173.9	63.2	13.8	11.4	9.	33.	76.3	77.7	71.9	75.5	1038.0
34	2,003	157.3	196.7	209.0	52.2	15.2	7.	8.	78.	27.0	113.9	81.8	132.7	1079.8
35	2,004	274.7	220.7	166.9	72.1	14.6	8.	3.	33.	16.7	56.2	45.1	123.3	1035.8
36	2,005	163.3	251.0	191.8	58.6	15.8	11.5	5.	9	52.9	61.0	82.9	95.5	999.4
37	2,006	231.5	263.0	191.5	75.1	23.2	13.6	9.	25.	31.6	109.7	64.4	125.7	1164.4
38	2,007	238.0	227.6	172.7	45.8	28.9	7.	15.0	27.	32.9	65.1	90.9	74.2	1026.4
39	2,008	130.2	164.6	217.6	57.3	33.4	8.	18.6	61.	95.0	47.4	73.8	84.0	991.7
40	2,009	210.9	133.3	166.8	54.0	9.	6.	7.	23.	24.1	39.5	72.2	95.3	843.1
41	2,010	157.4	188.4	136.0	56.9	10.7	7.	21.1	20.	49.1	75.5	50.7	126.1	899.3
42	2,011	212.7	166.7	135.5	51.3	14.9	3.	14.1	17.	43.1	74.4	83.5	166.6	983.5
43	2,012	277.4	197.8	176.3	47.5	13.4	3.	3.	32.	51.7	82.7	71.5	91.6	1049.7
N° Datos		43	43	43	43	43	43	43	4	43	43	43	43	43
Media		195.5	193.7	165.9	60.5	16.2	8.	7.	24.	43.1	64.2	68.8	116.5	964.9
Desv. Estandar		50.14	40.45	37.64	20.31	10.44	6.07	6.12	17.	24.07	23.43	21.06	38.89	116.15
Coef. Variacion		0.26	0.21	0.23	0.34	0.64	0.75	0.78	0.7	0.56	0.37	0.31	0.33	0.12
Prec. Max.		277.8	296.3	286.9	113.1	52.2	28.0	32.9	78.	117.6	122.6	105.6	241.8	296.3
Prec. Min.		83.2	128.9	79.0	19.4	2.	0.	0.	2	5.7	21.1	31.5	67.3	0.

Fuente: PER Plan Meriss Inka Unidad de Gestion Valles Interandino

## **PANEL FOTO GRAFICO**

**Fotografía N° 01.**

**Aforamiento en el río Pampahuasi en el Distrito de Pataypampa.**



**Fuente: propia**

**Fotografía N° 02.**

**Reservorio existente en la comunidad de Pataypampa**



**Fuente: propia.**

**Fotografía N° 03**

**Captación en el manante Huashuapampa para Totorapampa y San Marcos**



**Fuente: Propia**

**Fotografía N° 04.**

**Represa de Huashuapampa del Anexo Totorapampa.**



**Fuente: Propia**

**Fotografía N° 05**

**Aforamiento en el manante Facchapata**



**Fuente: Propia**

**Fotografía N° 06**

**realizando reconocimiento de la microcuenca Pampahuasi**



**Fuente: Propia.**

**Fotografía N° 07**

**En el sector de Totorapampa para el estudio de riego.**



**Fuente: Propia.**

**Fotografía N°08 caracterización de la microcuenca Pampahuasi**



**Fuente: Propia**

