



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura

Autoridad  
Nacional del Agua

Administración Local de Agua  
Ayacucho

Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos  
Área de Aguas Superficiales

## ESTUDIO

# EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO PAMPAS



Lima, Diciembre 2010



Ministerio de Agricultura  
Autoridad Nacional del Agua  
Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos  
Administración Local de Agua Ayacucho

### ***PERSONAL DIRECTIVO***

Ing. Carlos Pagador Moya	<i>Jefe de la Autoridad Nacional del Agua</i>
Ing. Oscar Avalos Sanguinetti	<i>Director de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos</i>
Ing. Emilse Benavides Casanova	<i>Jefe del Área de Recursos Hídricos Superficiales</i>
Ing. Julián Huamani Flores	<i>Administrador Local de Agua Ayacucho</i>

### ***PERSONAL EJECUTOR***

Ing. Daniel Rodas Cubas	<i>Estudio Hidrológico</i>
Bach. Ing. Fidel Castro Manrique	<i>Sistema de Información Geográfica (SIG)</i>
Ing. Jaime Sánchez Isla	<i>Asistente en Hidrología</i>
Bach. Ing. Walter Vallejo Vilca	<i>Técnico de Campo</i>
Edwar Cisneros Díaz	<i>Técnico de Campo</i>

### ***EQUIPO ASESOR Y SUPERVISOR***

Ing. Gastón Pantoja Tapia	<i>Hidrología</i>
Ing. Máximo Vásquez Calderón	<i>Hidrología</i>
Ing. Eduardo Choquepuma Llave	<i>Modelamiento y Simulación Hidrológica</i>

ALA Ayacucho  
Lima – Perú  
Diciembre 2010



# ***ESTUDIO***

## ***EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO PAMPAS***

### ***TOMO I ÍNDICE DE CONTENIDO***

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

<b>I.</b>	Aspectos Generales	1
	1.1 Introducción	2
	1.2 Justificación	2
	1.3 Objetivos	2
	1.3.1 Generales	2
	1.3.2 Específicos	2
	1.4 Metodología de Trabajo	3
	1.4.1 Actividades Preliminares	3
	1.4.2 Trabajo de Campo	3
	1.4.3 Trabajo de Gabinete	4
	1.4.4 Sistematización de la Información Cartográfica	4
	1.5 Información Básica	5
	1.5.1 Recopilación de Información Básica	5
	1.5.2 Información Hidrometeorológica	5
	1.5.3 Información Cartográfica	5
<b>II.</b>	Descripción General y Diagnóstico de la Cuenca	6
	2.1 Recurso Hídrico	6
	2.2 Ubicación y Demarcación de la Cuenca	9
	2.2.1 Ubicación Geográfica	9
	2.2.2 Demarcación Hidrográfica	10
	2.2.3 Demarcación Política	10
	2.2.4 Demarcación Administrativa	11
	2.3 Accesibilidad – Vías de comunicación	11
	2.4 Aspectos Socio-Económicos	11
	2.4.1 Población – Demografía	11
	2.4.2 Caracterización Socio Económica	13
	2.5 Ecología	14
	2.6 Cobertura Vegetal	21
	2.7 Geología	26
	2.8 Geomorfología	34
	2.9 Capacidad de Uso Mayor	40
	2.10 Unidades Forestales	46
	2.11 Unidad de Vulnerabilidad	49
	2.12 Recursos Hídricos Superficiales	51
	2.13 Características Fisiográficas	53

2.13.1	Parámetros de Forma	54
2.13.2	Parámetros de Relieve	57
2.13.3	Parámetros de Drenaje	59
2.14	Delimitación Hidrográfica – Método Pfafstetter	61
2.15	Descripción General de la Cuenca del Río Pampas	62
2.16	Diagnóstico de la Red de Estaciones	64
2.16.1.	Estaciones Meteorológicas	64
2.16.2	Estaciones Hidrométricas	66
<b>III.</b>	<b>Climatología</b>	69
3.1	Variables Climáticas	69
3.1.1	Temperatura	69
3.1.2	Humedad Relativa	73
3.1.3	Velocidad de Viento	74
3.1.4	Evapotranspiración Potencial	75
3.2	Clasificación Climática	76
<b>IV.</b>	<b>Análisis y Tratamiento de la Precipitación</b>	80
4.1	Red de Estaciones Pluviométricas	80
4.1.1	Información histórica	80
4.1.2	Información Indirecta	80
4.2	Relación Precipitación – Altitud	81
4.3	Análisis de la Información Pluviométrica	82
4.3.1	Análisis de Consistencia	82
4.3.2	Completación y Extensión de la Información	84
4.3.3	Precipitación Areal en la Cuenca	84
4.3.4	Precipitación Media Mensual en las Subcuencas	84
<b>V.</b>	<b>Análisis y Tratamiento de la Escorrentía Superficial</b>	86
5.1	Estaciones Hidrométricas	86
5.2	Información Histórica	86
5.3	Análisis de Consistencia	87
5.4	Completación y Extensión de la Información Hidrométrica	88
5.5	Análisis de Persistencia	89
<b>VI.</b>	<b>Demanda de Agua en la Cuenca del Río Pampas</b>	91
6.1	Demanda de Agua de los Cultivos a nivel de Subcuencas	91
<b>VII.</b>	<b>Eventos Hidrológicos Extremos</b>	93
7.1.	Análisis de Máximas Avenidas en la Subcuenca Sondondo	93
7.1.1	Ajuste de Funciones de Distribución de Probabilidad de los datos de Caudales Máximos	93
7.1.2	Determinación de Caudales Máximos para Diferentes Periodos de Retorno	96
7.2.	Análisis de Máximas Avenidas en la Subcuencas del Río Pampas	99
7.2.1.	Información Hidrológica	99
7.2.2.	Ajuste de Funciones de Distribución de Probabilidad	100
7.2.3.	Características Físicas de las Subcuencas Húmedas	100
7.2.4.	Modelo Precipitación-Escorrentía con el HEC-HMS	100
<b>VIII.</b>	<b>Modelamiento Hidrológico</b>	103
8.1.	Caracterización Hidrológica de la Cuenca	103
8.2.	Área del Estudio Hidrológico	103
8.3.	Descripción del Modelo	104

8.4. Formulación del Modelo	104
8.5. Información Básica	105
8.6. Caracterización de la Cuenca	106
8.7. Datos de Campo	109
8.8. Estimación de Datos de Clima para cada Catchment	109
8.9. Calibración del Modelo	110
8.10. Resultados	113
8.11. Balance Hídrico	117
8.11.1. Balance Hídrico en Situación Actual	117
8.12. Apéndice 1. Datos Requeridos para Aplicaciones del Modelo WEAP	120
<b>IX. Conclusiones y Recomendaciones</b>	122
9.1. Conclusiones	122
9.2. Recomendaciones	125

## RESUMEN EJECUTIVO

El agua representa un recurso estratégico para el desarrollo de las poblaciones, la agricultura, la minería, sector energético, ecológico y otros, por lo que es primordial evaluar su disponibilidad, características y uso actual para proponer un manejo eficiente del recurso hídrico y elevar el nivel de gestión de la cuenca para evitar conflictos futuros por un recurso vital como es el agua.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) tiene, las funciones de formular y dirigir la política y estrategia nacional de recursos hídricos, entre ellas la de dictar normas y establecer los procedimientos para asegurar la gestión integrada, multisectorial y sostenible de los recursos hídricos, su conservación, incremento, así como su aprovechamiento eficiente, asimismo tiene la función de promover y apoyar la estructuración de proyectos y la ejecución de actividades que incorporen los principios de gestión integrada y multisectorial de recursos hídricos, su conservación, calidad e incremento, mediante la investigación, adaptación, o ambas, de nuevas tecnologías aplicables al aprovechamiento de los recursos hídricos.

En ese sentido, la Autoridad Nacional del Agua en coordinación con la Administración Local de Agua Ayacucho (ALA Ayacucho), ejecuto el Estudio Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Pampas.

El objetivo del estudio, es proporcionar los elementos de juicio hidrológicos necesarios, para la toma de decisiones para el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Pampas, dentro del marco del desarrollo sustentable de los recursos hídricos, y considero evaluar, cuantificar y simular el comportamiento de los recursos hídricos en cantidad y oportunidad de la cuenca del río Pampas, establecer el balance hídrico, y de esta manera, ejecutar y controlar la política de desarrollo en todos los sectores que estén directa o indirectamente relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, y a su vez mejorar la gestión de la Autoridad Local de Agua.

Como objetivos específicos contemplo:

- Determinar las características físicas y ecológicas de la cuenca.
- Evaluación de las variables meteorológicas.
- Diagnóstico de la red hidrometeorológica de la cuenca.
- Evaluación del comportamiento de la precipitación en la cuenca y las Unidades Hidrográficas seleccionadas.
- Determinar la disponibilidad hídrica en las subcuencas: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Medio Pampas y Torobamba.
- Estimación de la demanda de agua de uso agrícola.
- Implementar un modelo de Balance Hídrico y/o Simulación Hidrológica.
- Evaluar eventos hidrológicos extremos en las subcuencas Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha y Torobamba
- Sistematizar la información cartográfica (cobertura temáticas) generadas en un sistema de información geográfica (SIG).

El documento se ha estructurado en 10 capítulos: (I) Aspectos Generales, (II) Descripción General y Diagnóstico de la Cuenca, (III) Climatología, (IV) Análisis y Tratamiento de la Precipitación, (V) Análisis y Tratamiento de la Escorrentía Superficial, (VI) Demanda de Agua de los Cultivos en la Cuenca del Río Pampas, (VII) Eventos Hidrológicos Extremos, (VIII) Modelamiento Hidrológico, (IX) Conclusiones y Recomendaciones, (X) Anexos.

La cuenca del río Pampas está localizada en la zona centro del Perú, pertenece al sistema hidrográfico de la vertiente del océano atlántico, se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM: Datum: WGS 84: 473000 y 710000 E y 8 590000 y 8 365000 N; presenta un área de drenaje total, hasta su desembocadura en el río Apurímac de 23236,37 km<sup>2</sup>, una altitud media de 4066 msnm., una longitud máxima de recorrido desde sus nacientes hasta su desembocadura de 424,07 km; presenta una pendiente promedio de 0,82 %. Los tributarios más importantes corresponden a Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y Bajo Pampas, en estas subcuencas se han desarrollado sistemas de riego que utilizan aguas superficiales principalmente y para uso poblacional se utilizan aguas de manantiales principalmente.

El Capítulo I comprende los Aspectos Generales como son la introducción, justificación, objetivos, metodología de trabajo e información Básica.

El Capítulo II, Descripción General y Diagnóstico de la Cuenca, se presenta el diagnóstico del recurso hídrico, ubicación y demarcación de la cuenca, accesibilidad – vías de comunicación, aspectos socio-económicos, ecología, cobertura vegetal, geología, geomorfología, capacidad de uso mayor, unidades forestales, unidad de vulnerabilidad, recursos hídricos superficiales, características fisiográficas, hidrografía de la cuenca del río Pampas y diagnóstico de la red de estaciones.

El Capítulo III, Climatología, se presenta la descripción de las principales variables climáticas; como son la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, evapotranspiración potencial y clasificación climática. La información climática utilizada proviene del Climatic Research Unit.

El Capítulo IV, Análisis y Tratamiento de la Precipitación, se presentan los aspectos de Red de Estaciones Pluviométricas, Relación Precipitación-Altitud, Análisis de la Información Pluviométrica, esta última comprendió el análisis gráfico, doble masa, completación y extensión; se evaluó el comportamiento de la precipitación a nivel subcuencas: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba, Medio y Bajo Pampas, en función a las estaciones que se ubicaron dentro del ámbito de estudio y apoyado con estaciones virtuales de lluvia del TRMM, como producto de esta evaluación se estableció un periodo común 1964-2009.

El Capítulo V, Análisis y Tratamiento de Escorrentía Superficial, se desarrollaron los siguientes ítems estaciones hidrométricas, información histórica, análisis de consistencia, completación y extensión de la información hidrometeorológica y análisis de persistencia. En la cuenca del río Pampas existen dos estaciones hidrométricas, la estación Pampas sobre el río Pampas y Huasapampa que miden las descargas del río Pampas y Sondondo respectivamente a cargo del Senamhi, la información que fue evaluada estadísticamente y extendida por el método transformación lluvia-escorrentía utilizando la plataforma del Sistema para

Evaluación y Planeación del Agua (WEAP), para el periodo de registro 1965-2009. El promedio multianual para el río Pampas se encuentra en el orden de los 152,2 m<sup>3</sup>/s variando entre 426,70 m<sup>3</sup>/s en el mes febrero y de 39,46 m<sup>3</sup>/s en el mes de agosto, mientras que para el río Huasapampa el promedio multianual se encuentra en 15,9 m<sup>3</sup>/s, variando entre 48,45 m<sup>3</sup>/s en el mes marzo y de 2,79 m<sup>3</sup>/s en el mes de agosto. Así mismo se determinaron las disponibilidades hídricas a diferentes niveles de persistencia como fueron al 50%, 75% y 95% para el periodo 1965-2009.

En el Capítulo VI, Uso y Demanda en la Cuenca del Río Pampas, se realizó el cálculo de la demanda de agua a nivel de las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba, en donde la demanda global asciende a 218,78 Hm<sup>3</sup>, correspondiente a 30 982,19 ha bajo riego según área analizada; la subcuenca con mayor demanda anual es la de Bajo Pampas con 57,35 Hm<sup>3</sup>, correspondiente a 7 489 ha.

En el Capítulo VII, Eventos Hidrológicos Extremos, se estimó el caudal máximo del río Sondondo mediante métodos probabilísticos utilizando los registros históricos de caudales máximos anuales de la estación Huasapampa para el periodo 1965-1988, utilizándose la Distribución Pearson Tipo III, por ser de mejor ajuste y a partir de ella se determinaron los caudales para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200. En la parte alta de la cuenca y en función de la precipitación máxima en 24 horas y haciendo uso del software Hec-Hms se estimaron las máximas avenidas para periodos de retorno de 20, 50 y 100 años en las sub cuencas Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha y Torobamba.

En el Capítulo VIII, Modelamiento Hidrológico, se presenta la modelación hidrológica de la cuenca, usando la plataforma del Sistema para Evaluación y Planeación del Agua (WEAP).

Para la generación de escorrentía se utilizó el método "Soil Moisture Model" del WEAP, que representa cada subcuenca en dos capas. En la capa superior se simula la evapotranspiración considerando las lluvias, cobertura vegetal y uso del suelo. El flujo base hacia los cauces de los ríos y cambios en la humedad del suelo están simulados en la capa inferior; bajo esta metodología se calibró las descargas en río Pampas y Huasapampa, y posteriormente se determinaron las descargas medias mensuales para los afluentes Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha y Torobamba.

En el Balance Hídrico se ha efectuado bajo el escenario en situación actual para una superficie de 30982,19 ha para las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba y cuya demanda asciende a 218,78 Hm<sup>3</sup> y como ofertas los caudales medios mensuales a nivel de estas subcuencas, bajo este escenario el balance indica que el nivel de cobertura de la demanda es bueno, en promedio se cubre el 96-100% entre enero-diciembre, la subcuenca Torobamba presenta las más bajas coberturas debido a su alta demanda (aproximadamente 52,48 Hm<sup>3</sup>), en general no se presentan déficits.

En el Capítulo IX, Conclusiones y Recomendaciones, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se han llegado con el desarrollo del estudio realizado.



En X Anexos, se presenta la base de datos, cuadros, gráficos, figuras y mapas que se desarrollaron en el estudio.

En general la oferta hídrica del río Pampas y sus tributarios que la conforman como son las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba abastecen las demandas de cada subcuenca.

Es recomendable que el Administración Local de Agua Ayacucho en coordinación con las autoridades locales y regionales establezcan un programa de monitoreo y control hidrométrico a nivel de las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba que permitan en el corto y mediano plazo ajustar el modelo WEAP.

Que la Juntas de Usuarios y Comisiones de Regantes que se encuentran en el ámbito de la jurisdicción de las Administraciones Locales de Aguas Ayacucho, Apurímac y Andahuaylas establezcan dentro de su plan de actividades un seguimiento y monitoreo a los planes de cultivo y riego, que permita conocer las áreas bajo riego reales y en el corto plazo ajustar la demanda de agua.

Es necesario se efectúe en el corto plazo la determinación del caudal ecológico con énfasis en cada una de las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba, situación que conllevará a ajustar el balance hídrico de la cuenca.

## I. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Introducción

La planificación del uso de los recursos hídricos es un tema que está tomando cada vez más importancia y relevancia, y su escasez en cantidad, calidad y oportunidad es cada vez más notoria, incluso esto se refleja en el stress hídrico que presentan algunos ríos de la costa peruana, científicos sociales hablan de posibles guerras futuras por el acceso al agua; la cuenca del río Pampas no escapa a ello, frente a la oferta hídrica y las diversas demandas de agua existentes en la zona, obras de transvase, así como de las áreas de ampliación, surge la necesidad de efectuar una Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales del río Pampas, que permita evaluar, cuantificar, su uso y aprovechamiento racional en cantidad y oportunidad del recurso hídrico y que sirva como base para la planificación hidrológica, es decir, como un medio necesario para formular, ejecutar y controlar la política de desarrollo en todos los sectores que estén directa o indirectamente relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso agua y que se enmarque dentro la Ley N°29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento.

El presente constituye el documento técnico del “Estudio de Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Pampas”, y que comprenden el diagnóstico del recurso hídrico, ubicación, demarcación de la cuenca, accesibilidad, vías de comunicación, aspectos socioeconómicos, ecología, cobertura vegetal, suelos, geología, recursos hídricos superficiales, oferta, demanda y balance hídrico.

Geográficamente la cuenca del río Pampas se encuentra ubicada en la sierra central sur del Perú, en la vertiente del Atlántico, políticamente comprende las provincias de Huamanga, Cangallo, Fajardo, Huancasancos, Lucanas, Sucre, Vilcas Huamán, La Mar de la región Ayacucho; las provincias de Chincheros y Andahuaylas, región Apurímac y la provincia de Castrovirreyna, región Huancavelica.

Hidrográficamente limita por el norte con la cuenca del río Mantaro; por el este con la cuenca del río Apurímac, Intercuenca Bajo Apurímac e Intercuenca Alto Apurímac; por el sur con la Cuenca Ocoña y la Intercuenca Alto Apurímac y por el oeste con las cuencas Pisco, Grande, Acarí y Yauca. En la actualidad los recursos hídricos de la cuenca del río Pampas son administrados por las Administraciones Locales de Aguas Ayacucho, Andahuaylas y Agua Apurímac.

Posteriormente, de acuerdo a la Ley 29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, la cuenca de río Pampas estará comprendida en el ámbito del ALA Bajo Apurímac – Pampas; porque mediante la R.J. N° 546-2009-ANA se crea la Autoridad Administrativa de Agua Pampas – Apurímac que tiene un área de 64,373.16 Km<sup>2</sup> y estará conformada por tres Administraciones Locales de Agua: ALA Alto Apurímac, ALA Medio Apurímac y ALA Bajo Apurímac - Pampas.

Las Autoridades Locales de Agua dependen de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), actualmente la oficina de la Administración Local de Agua Ayacucho se encuentra ubicada en la provincia de Huamanga, distrito de Ayacucho.

## 1.2 Justificación

La planificación del uso de los recursos hídricos es un tema que está tomando cada vez mayor importancia y relevancia, y su escasez en cantidad y oportunidad es cada vez más notoria, incluso esto se refleja en el stress hídrico que presentan algunos ríos de la sierra central sur peruana, científicos sociales hablan de posibles guerras futuras por el acceso al agua; la cuenca del río Pampas no escapa a ello, frente a la oferta hídrica y las diversas demandas de agua existentes en la zona, obras de transvase, así como de las áreas de ampliación, surge la necesidad de efectuar una Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales del río Pampas, que permita evaluar, cuantificar su uso y aprovechamiento racional en cantidad y oportunidad del recurso hídrico, y que sirva como base para la planificación hidrológica, es decir, como un medio necesario para formular, ejecutar y controlar la política de desarrollo en todos los sectores que estén directa o indirectamente relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso agua y que se enmarque dentro de la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Generales

Evaluar, cuantificar y simular el comportamiento de los recursos hídricos en cantidad y oportunidad de la cuenca del río Pampas, estableciéndose el balance hídrico a nivel de cuenca, y que sirva como base para la planificación hidrológica, y de esta manera, ejecutar y controlar la política de desarrollo en todos los sectores que estén directa o indirectamente relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, y a su vez mejorar la gestión de la Autoridades Locales de Agua: ALA Ayacucho, ALA Andahuaylas y ALA Apurímac y principalmente de la Autoridad Administrativa de Agua Pampas-Apurímac.

### 1.3.2 Específicos

- Determinar las características físicas y ecológicas de la cuenca.
- Evaluación de las variables meteorológicas.
- Diagnóstico de la red hidrometeorológica de la cuenca.
- Evaluación del comportamiento de la precipitación en la cuenca y las Unidades Hidrográficas seleccionadas.
- Determinar la disponibilidad hídrica en la subcuencas: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Medio Pampas y Torobamba.
- Estimación de la demanda de agua de uso agrícola.
- Balance hidrológico de la cuenca.
- Evaluar eventos hidrológicos extremos en la Unidad Hidrográfica Sondondo.
- Sistematizar la información cartográfica (cobertura temáticas) generadas en un sistema de información geográfica (SIG).

## 1.4 Metodología de Trabajo

### 1.4.1 Actividades Preliminares

Para la realización del estudio se efectuaron una serie de actividades preliminares previas a los trabajos de campo, que se mencionan a continuación:

- Coordinaciones de trabajo con los Administradores Locales de Agua: Ayacucho, Apurímac, Andahuaylas y su equipo técnico, con la finalidad de establecer los cronogramas de trabajo de campo, asesoramiento en cuanto a la problemática existente, apoyo en cuanto a la información disponible.
- Coordinaciones con las organizaciones de usuarios de agua que se ubican en el ámbito de la cuenca jurisdicción de la Administración Local de Agua Ayacucho.
- Coordinaciones con la Comunidades Campesinas que se ubican en el ámbito de la cuenca, jurisdicción de la Administración Local de Agua Ayacucho, Apurímac y Andahuaylas.
- Coordinaciones con las Juntas de Usuarios, Comités de Riego, instituciones públicas y privadas que hacen uso del recurso hídrico.
- Coordinaciones con las diferentes entidades relacionadas con el tema, como SENAMHI, instituciones públicas y privadas, gobierno regional y local, organizaciones de usuarios de agua, para lograr un trabajo participativo, con el objeto de optimizar las actividades.
- Recopilación de información básica, referida a:
  - Datos hidrometeorológicos históricos del ámbito de la cuenca del río Pampas o cuencas vecinas, obtenidos de entidades, como SENAMHI e información satelital.
  - Estudios anteriores, inventarios existentes de fuentes hídricas, obras hidráulicas entre otros.
  - Cartografía general y detallada (impresa y digital), obtenida del Instituto Geográfico Nacional, y la ex-Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
  - Uso actual del agua en la cuenca; tipos y derechos de uso, reservas de agua y aguas de transvase y otros.

### 1.4.2 Trabajos de Campo

Los trabajos de campo realizados durante la ejecución del estudio correspondieron a:

- Reconocimiento in situ de las principales características geomorfológicas de la cuenca, cobertura vegetal, recursos hídricos y otros.
- Reconocimiento del sistema hidrográfico de la cuenca, en cuanto a la red de drenaje, características principales de las fuentes hídricas superficiales, disponibilidad hídrica superficial (ríos, quebradas, manantiales), y otros.
- Evaluación de la infraestructura hidráulica mayor existente en las Unidades Hidrográficas Alto Pampas y Caracha, áreas bajo riego, irrigaciones, poblacional, otros.

- Reconocimiento de las estaciones hidrometeorológicas de la cuenca y cuencas vecinas.
- Aforos en las principales fuentes tributarias, en los puntos de interés en las subcuencas seleccionadas.

### **1.4.3 Trabajos de Gabinete**

Los trabajos de gabinete durante la ejecución del estudio correspondieron a:

- Revisión de estudios hidrológicos realizados, teniendo en cuenta su relevancia y su cronología.
- Diagnóstico general de la situación actual de la cuenca desde el punto de vista de recursos hídricos.
- Delimitación de las Unidades Hidrográficas más importantes.
- Desarrollo del aspecto climatológico de la cuenca, describiendo las diferentes variables climáticas como son la precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad - dirección del viento, evapotranspiración potencial, y clasificación climática de la cuenca.
- Caracterización y zonificación de la cuenca desde el punto de vista ecológico (L. Holdridge), cobertura vegetal y geología principalmente y su procesamiento en un Sistema de Información Geográfica.
- Descripción de las características fisiográficas de la cuenca, como son los parámetros de forma, relieve y drenaje, de la cuenca y subcuencas más representativas.
- Descripción de los registros históricos hidrometeorológicos disponibles para el estudio, en cuadros y gráficos.
- Análisis de la información hidrometeorológica que incluye: el análisis de consistencia (análisis gráfico de hidrogramas, doble masa, análisis estadístico de saltos y tendencias); completación y extensión de las series.
- Determinación de la disponibilidad u oferta de agua mensualizada a nivel de cada unidad hidrográfica seleccionada.
- Disponibilidad del recurso hídrico a distintos niveles de persistencia o probabilidad (50%, 75% y 95%).
- Determinación de las necesidades de agua presentes en la cuenca.
- Balance hídrico de la cuenca.
- Evaluar eventos hidrológicos extremos, determinación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno, con fines de diseño y que servirían con fines de prevención y planificación hidrológica.

### **1.4.4 Sistematización de la información cartográfica**

- La información cartográfica en formato SIG será presentada en coordenadas UTM, en el Datum WGS-84, Zona 18 Sur.
- Integración de las coberturas temáticas de la cuenca, tales como: curvas topográficas de nivel, red de drenaje, ecología, y otras de importancia como cobertura vegetal, suelos, geología, sistema vial, señales topográficas y centros poblados.
- Integración de las coberturas temáticas generadas, tales como: puntos de aforo, ubicación de estaciones propuestas, delimitación de las Unidades Hidrográficas, isoyetas, isotermas y otras de importancia.

## 1.5 Información Básica

### 1.5.1 Recopilación de información básica

- Inventario de la Infraestructura de Riego, recopilación del Padrón de la Junta de Usuarios Ayacucho, Andahuaylas y Apurímac; Proyecto Subsectorial de Irrigaciones – PSI, Agrorural, Proyecto Sierra Centro Sur, Foncodes Ayacucho, Proyecto Especial Tambo Ccaracocha, 2000.
- Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto de Transporte de Gas Natural por Ducto de Ayacucho a la Planta de Licuefacción, PERÚ LNG Elaborado por Walsh Perú S.A, 2005.
- Estudio de Actualización y Complementación del Proyecto Integral Río Cachi. Primera Fase Revisión y Adecuación del Esquema Hidráulico ANEXO 1 Hidrología y Meteorología, HC Asociados .S.R.L. 1994.
- Caracterización Hidrológica Cuenca Comunidad de Anchiuay Republica del Perú – PERU LNG, 2009.
- Información Hidrometeorológica de la red que maneja el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.

### 1.5.2 Información hidrometeorológica

Para la ejecución del estudio se ha tomado en cuenta la siguiente información:

- Información Meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, Mina San Genaro - Huancavelica, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y ALA - Ayacucho.
- La información Hidrométrica de las estaciones Pampas y Sondondo, procedente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.
- Series anuales de modelos climáticos mundiales desarrollados por el Climatic Research Unit (CRU).
- Series mensuales del TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) de la NASA para el periodo 1998-2009.

### 1.5.3 Información cartográfica

La información cartográfica utilizada para la ejecución del estudio fue la siguiente:

- Mapa Físico Político del Perú, escala 1/100000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Mapa Ecológico del Perú a escala 1/200000 de la Oficina Nacional de Recursos Naturales (ONERN), 1972.
- Carta Nacional, a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional.
- Cartografía de Uso Mayor de Suelos Escala 1/50 000 de Oficina Regional Ayacucho Recursos Naturales y Medio Ambiente, 2005.
- Cartografía digital temática en: ecología, geología, cobertura vegetal y geomorfología de la cuenca del río Pampas proporcionada por la DGAA (Dirección General de Asuntos Ambientales).

## II. DESCRIPCIÓN GENERAL Y DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA

### 2.1 Diagnóstico del Recursos Hídrico

La cuenca del río Pampas, pertenece al sistema hidrográfico de la vertiente del Atlántico, presenta una superficie de drenaje de 23 236,37 km<sup>2</sup>, desde su nacimiento, en la Laguna Choclococha, a una altitud aproximada de 4 454 msnm., hasta su desembocadura en la margen izquierda del río Apurímac, a una altitud aproximada de 975 msnm.

La cuenca del río Pampas se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM: Datum: WGS 84: 473000 y 710000 E y 8 590000 y 8 365000 N.

Políticamente comprende las provincias de Huamanga, Cangallo, Fajardo, Huancasancos, Lucanas, Sucre, Vilcas Huamán, La Mar de la Región Ayacucho; las provincias de Chincheros y Andahuaylas de la región Apurímac y la provincia de Castrovirreyna de la Huancavelica.

El diagnóstico es enmarcado en los siguientes aspectos:

#### Organizacional

La sede de la Administración Local de Agua Ayacucho es la ciudad de Huamanga; administrativamente se encuentra dividida en cinco (5) sectores de riego, cinco (5) subsectores de riego y dieciocho (18) comisiones de regantes, el área bajo riego es de 15331,77 ha bajo riego y 21 058 usuarios.

La sede de la Administración Local de Aguas Andahuaylas es la ciudad de Andahuaylas; administrativamente se encuentra dividida en dieciséis (16) sectores de riego, dieciséis (16) subsectores de riego y veinte (20) comisiones de regantes, existen 10 828 ha. bajo riego y 42 711 usuarios.

#### Recurso Hídrico

La cuenca del río Pampas tiene una área de drenaje total de 23 236,37 km<sup>2</sup>, una altitud media de 4 066 msnm., y una longitud máxima de cauce del río de 424,07 km., presenta una pendiente promedio de 0,82 %, la descarga media mensual de río Pampas es de 152,22 m<sup>3</sup>/s, mientras que de la estación Huasapampa que registra las descargas del río Sondondo es de 15,00 m<sup>3</sup>/s. Los tributarios más importantes son los ríos: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y Bajo Pampas; el Mapa N°1 – Mapa Base se presenta la cuenca del río Pampas y sus afluentes principales.

Las obras de trasvase de la cuenca alta del río Pampas hacia el Ica comprende el Sistema Choclococha, el cual está constituido por un conjunto de embalses y obras hidráulicas (Laguna Orcococha, embalses Choclococha y Ccaracocha y Canal Colector Choclococha), que permiten la derivación trasandina de los recursos hídricos regulados y naturales de una parte de la cuenca alta del río Pampas, para incrementar las disponibilidades del río Ica en estiaje.

#### Padrón de Usuarios

En el ámbito de la Administraciones Locales de Agua Ayacucho, Apurímac y Andahuaylas se han identificado comisiones de regantes por unidad hidrográfica, área bajo riego, área total y número de usuarios; en el Cuadro N°2.1 se presenta esta información siendo el área bajo riego de 30982 ha, área total de 39606 ha y un total de 57991 usuarios, mayor detalle desagregado se muestra en este cuadro.

Cuadro N°2.1  
COMISIÓN DE REGANTES EN LA CUENCA DEL RÍO PAMPAS ALA YACUCHO,  
APURIMAC Y ANDAHUAYLAS

UNIDAD HIDROGRAFICA	COMISION DE REGANTES	PROVINCIA	DISTRITO	AREA BAJO RIEGO		AREA TOTAL		Nº USUARIOS
				Ha	%	Ha	%	
Alto Pampas	Chuschi	Cangallo	Chuschi	786	2.5	1,050	2.7	1,634
	Paras	Cangallo	Paras	707	2.3	795	2.0	546
	Totos	Cangallo	Totos	362	1.2	372	0.9	536
	Vilcanchos	Fajardo	Vilcanchos	211	0.7	226	0.6	435
	M.P. de Bellido	Cangallo	M.P. de Bellido	775	2.5	1,973	5.0	930
<b>Sub Total</b>				<b>2840</b>	<b>-</b>	<b>4417</b>	<b>-</b>	<b>4081</b>
Bajo Pampas	Anadahuaylas	Andahuaylas	Anadahuaylas	2,154	7.0	2,394	6.0	4,847
	San Jeronimo	Andahuaylas	San Jeronimo	1,521	4.9	1,889	4.8	4,032
	Chicmo	Andahuaylas	Chicmo	1,540	5.0	2,097	5.3	3,934
	Talavera	Andahuaylas	Talavera	825	2.7	1,214	3.1	3,144
	Kakiabamba	Andahuaylas	Kakiabamba	51	0.2	75	0.2	261
	Andarapa	Andahuaylas	Andarapa	110	0.4	146	0.4	706
	Kishuara	Andahuaylas	Kishuara	723	2.3	1,228	3.1	5,022
	Ranracancha	Chincheros	Ranracancha	267	0.9	477	1.2	1,812
	Huaccana	Chincheros	Huaccana	186	0.6	465	1.2	1,608
Ocobamba	Chincheros	Ocobamba	112	0.4	138	0.3	618	
<b>Sub Total</b>				<b>7489</b>	<b>-</b>	<b>10122</b>	<b>-</b>	<b>25984</b>
Caracha	Carapo	Huanca Sancos	Carapo	733	2.4	736	1.9	1,253
	Huamanquiua	Fajardo	Huamanquiua	30	0.1	30	0.1	80
	Sacsamarca	Huanca Sancos	Sacsamarca	92	0.3	298	0.8	161
	Sancos	Huanca Sancos	Sancos	117	0.4	336	0.8	291
	Lucanamarca	Huanca Sancos	Lucanamarca	764	2.5	868	2.2	776
	Sarhua	Fajardo	Sarhua	121	0.4	124	0.3	268
<b>Sub Total</b>				<b>1856</b>	<b>-</b>	<b>2393</b>	<b>-</b>	<b>2829</b>
Chicha- Soras	Chalcos	Querobamba	Chalcos	16	0.1	26	0.1	41
<b>Sub Total</b>				<b>16</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>41</b>
Medio Pampas	Huaccaña	Vilcas Huamán	Huaccaña	49	0.2	56	0.1	66
	Accomarca	Vilcas Huamán	Accomarca	107	0.3	158	0.4	325
	Alcamenca	Fajardo	Alcamenca	54	0.2	91	0.2	161
	Canaria	Fajardo	Canaria	67	0.2	82	0.2	141
	Cangallo	Cangallo	Cangallo	74	0.2	115	0.3	294
	Carhuanca	Vilcas Huamán	Carhuanca	13	0.0	40	0.1	35
	Cayara	Fajardo	Cayara	248	0.8	253	0.6	314
	Colca	Fajardo	Colca	462	1.5	760	1.9	313
	Concepcion	Vilcas Huamán	Concepcion	6	0.0	26	0.1	35
	Huaya	Fajardo	Huaya	69	0.2	174	0.4	249
	Huambalpa	Vilcas Huamán	Huambalpa	157	0.5	157	0.4	191
	Huancapi	Fajardo	Huancapi	161	0.5	187	0.5	195
	Huancaraylla	Fajardo	Huancaraylla	31	0.1	31	0.1	100
	Independencia	Vilcas Huamán	Independencia	201	0.6	251	0.6	403
	Los Morochucos	Cangallo	Los Morochucos	3,530	11.4	5,138	13.0	2,198
	Vilcas Huaman	Vilcas Huamán	Vilcas Huaman	144	0.5	150	0.4	307
	Vischongo	Vilcas Huamán	Vischongo	125	0.4	140	0.4	329
Chincheros	Chincheros	Chincheros	860	2.8	1,237	3.1	2,561	
Uripa	Chincheros	Uripa	497	1.6	1,144	2.9	3,884	
<b>Sub Total</b>				<b>6854</b>	<b>-</b>	<b>10188</b>	<b>-</b>	<b>12101</b>
Sondondo	Andamarca	Lucanas	Andamarca	363	1.2	436	1.1	1,039
	Cabana	Lucanas	Cabana	632	2.0	632	1.6	580
	Aucarà	Lucanas	Aucarà	1,802	5.8	2,329	5.9	1,928
	Huaycahuacho	Lucanas	Huaycahuacho	307	1.0	307	0.8	220
	Querobamba	Sucre	Querobamba	120	0.4	120	0.3	560
	chipaõ	Lucanas	chipaõ	744	2.4	857	2.2	662
	Huacaña	Sucre	Huacaña	628	2.0	444	1.1	511
	Morcolla	Sucre	Morcolla	752	2.4	752	1.9	1,400
Carmen Salcedo	Lucanas	Carmen Salcedo	438	1.4	441	1.1	1,712	
<b>Sub Total</b>				<b>5786</b>	<b>-</b>	<b>6318</b>	<b>-</b>	<b>8612</b>
Torobamba	San Miguel	La Mar	San Miguel	4,147	13.4	4,147	10.5	2,420
	Tambo	La Mar	Tambo	1,301	4.2	1,301	3.3	1,400
	Chilcas	La Mar	Chilcas	234	0.8	234	0.6	166
	Luis Carranza	La Mar	Luis Carranza	461	1.5	461	1.2	357
<b>Sub Total</b>				<b>6142</b>	<b>-</b>	<b>6142</b>	<b>-</b>	<b>4343</b>
<b>TOTAL</b>				<b>30982</b>	<b>100</b>	<b>39606</b>	<b>100</b>	<b>57991</b>

Fuente: ALA Ayacucho, Apurimac y Andahuaylas



## **Inventario de Infraestructura de Riego**

No se cuenta con un Inventario de Infraestructura de Riego actualizado que permita conocer su estado real; la Administración Local de Agua Ayacucho ha elaborado esquemas hidráulicos y rutas de riego, estableciéndose que para el río Pampas un total de 286 canales principales con estructuras de captación rústicas, las que por el efecto de las máximas avenidas se quedan colgadas ó en su defecto colmatadas, debiendo ser rehabilitada por los mismos usuarios, ó abriendo un nuevo punto para trasladar la bocatoma, de tal manera que puedan captar agua.

Esta infraestructura hidráulica se localiza en las márgenes de los ríos Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Medio Pampas, Chicha, Torobamba y Bajo Pampas; en su mayoría estos canales están construidos en tierra, con estructuras de captación rústicas y en regular estado de conservación. Para la medición de los caudales de agua que se derivan, es necesaria la construcción de estructura de control, en la cabecera de los canales de derivación y en algunos laterales importantes.

## **Operación y Mantenimiento**

En cuanto a la operación y mantenimiento del sistema de riego, está actividad es realizada por las Juntas de Usuarios en coordinación con las comisiones de regantes y los usuarios. La infraestructura de riego existente en el ámbito de la cuenca del río Pampas, en su mayoría, es de tipo rústico y su estado de conservación es regular, por falta de medidas de conservación y mantenimiento de las mismas.

La Junta de Usuarios del Distrito de Riego Ayacucho no tiene Gerente Técnico, los responsables de la Operación y Mantenimiento es la Junta Directiva de los canales de riego.

De acuerdo a la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento (Artículo 33°), los Operadores de Infraestructura Hidráulica serán los responsables de la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura Hidráulica a su cargo.

## **Distribución del Agua**

En el período de estiaje (mayo a diciembre), la forma de distribución de aguas en el ámbito del río Pampas es por “Turno o Minka”. La desventaja de este método es que, no considera la variabilidad de la distribución espacial de las áreas de cultivo y, debido a que la oportunidad de riego está determinada por la duración del turno, puede haber cultivos que reciban el agua de riego inoportunamente. El proceso de distribución del agua para riego a nivel de comisiones de regantes se realiza con la participación directa de las Juntas Directivas de cada canal.

La base para realizar esta distribución son las estimaciones de los caudales en las diferentes fuentes de abastecimiento como aguas superficiales principalmente para la época de estiaje.

El módulo de riego aplicado actualmente en las áreas cultivadas en la cuenca del río Pampas, varía de 7200 a 14000 m<sup>3</sup>/ha/año en promedio; el mayor valor corresponde a algunos usuarios que realizan dos campañas al año o tienen instalados cultivos permanentes.

## **Plan de Cultivo y Riego**

La Junta de Usuarios de la Administración Local de Agua Ayacucho ha elaborado el Plan de Cultivo y Riego para el año 2008 – 2009, en donde ha considerado instalar 19 cultivos, siendo los principales: papa, maíz, trigo, cebada, arveja, haba y otros, correspondientes a 38 Comisiones de Regantes, entre las cuales se encuentran las 18 Comisiones de Regantes que se encuentran en el ámbito de la

cuenca del río Pampas. La Junta de Usuarios ha visto la importancia de la planificación de los cultivos a instalar para evitar la sobreproducción, que a la larga ocasiona una sobre oferta de productos y la consecuente caída de los precios, sin embargo no se cuenta con un plan de cultivo y riego (PCR), real ejecutado que permita conocer las áreas bajo riego instaladas.

### Tarifa

La Junta de Usuarios no tiene personal técnico para la vigilancia y monitoreo de la distribución del agua; así mismo, la Junta de Usuarios no ha fijado una tarifa de agua para los usuarios del ámbito de la cuenca Pampas.

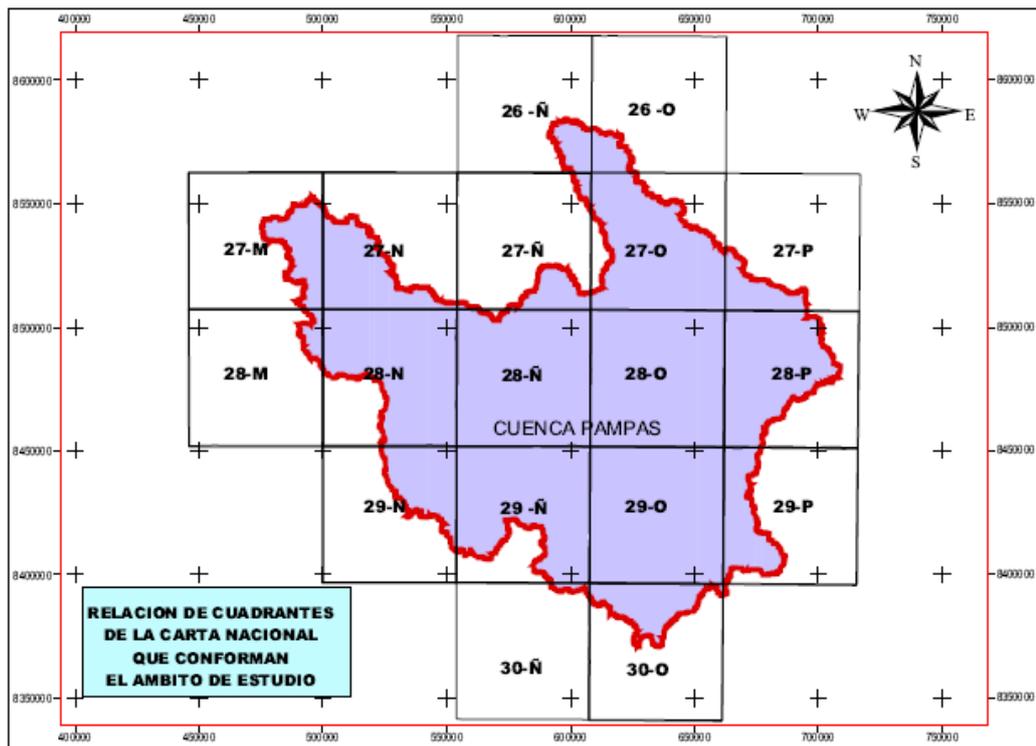
## 2.2 Ubicación y Demarcación de la Cuenca

### 2.2.1 Ubicación Geográfica

La Cuenca del río Pampas incluye a las regiones de Apurímac, Huancavelica y Ayacucho, forma parte del sistema hidrográfico de la vertiente del Atlántico, se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM Datum WGS 84: 473000 y 710000 E y 8 590000 y 8 365000 N. En la Figura N°2.1, se presenta la ubicación de la cuenca y las cartas nacionales a escala 1/100 000 que se ubican dentro de ella.

Figura N°2.1

RELACION DE CUADRANTES DEL AMBITO DE LA CUENCA PAMPAS



## 2.2.2 Demarcación Hidrográfica

La cuenca del río Pampas forma parte de la vertiente del Océano Atlántico y limita con las siguientes cuencas:

Por el Norte: Mantaro, e Intercuenca Bajo Apurímac.

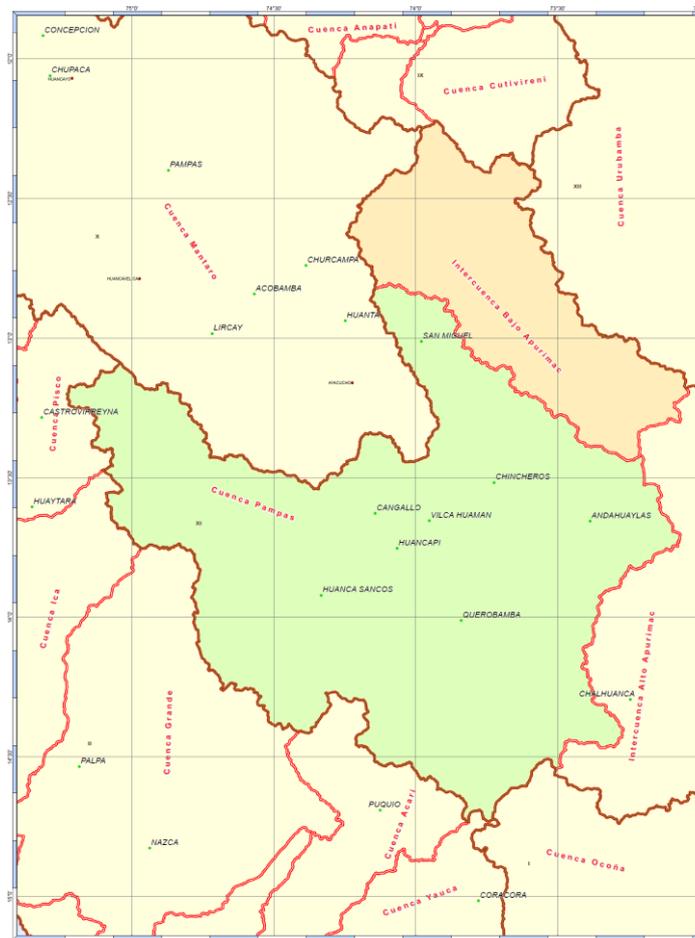
Por el Este: Intercuenca Alto Apurímac e Intercuenca Bajo Apurímac.

Por el Sur: Yauca, Ocoña e Intercuenca Alto Apurímac.

Por el Oeste: Pisca, Ica, Grande y Acarí.

En la Figura N°2.2, se muestra la cuenca del río Pampas y sus límites correspondientes a nivel de cuencas e intercuenas.

Figura N°2.2  
LÍMITES DE LA CUENCA PAMPAS



## 2.2.3 Demarcación Política

Políticamente, la cuenca se encuentra ubicada en las regiones Huancavelica, Ayacucho y Apurímac; comprende los distritos de Pilpichaca ubicado en la provincia de Castrovirreyna, en la región Huancavelica; los distritos Paras, Huanca Sancos, Aucará, Cabana Sur, Querobamba, Soras, San Pedro de Larcay, Huacaña, Vilcas Huamán, Pampa Cangallo, Cangallo, Huancapi, Cayara, Canaria, Hualla, Hauncaralla, Carapo, Totos, Vischongo, Vilcanchos, Chushi, en la región Ayacucho; Chincheros, Talavera, Huaccana, Pampachiri, Uripa y Andahuaylas en la región Apurímac; en el Mapa N°2 - Demarcación Política la ubicación política correspondiente.

## 2.2.4 Demarcación Administrativa

La Administración Local de Aguas (ALA), Ayacucho, se encarga de administrar las aguas de uso agrario y no agrario en el ámbito de su jurisdicción, dependen jerárquicamente de la Autoridad Nacional del Agua; sus límites se presentan en el Cuadro N°2.2.

Cuadro N° 2.2  
DEMARCACIÓN ADMINISTRATIVA

Punto Cardinal	Administración Local de Agua
Norte	ALA Junín y Mantaro
Sur	ALA Acarí-Yauca-Puquio, Ocoña-Pausa
Este	ALA Apurímac y Andahuaylas
Oeste	ALA Chíncha-Pisco, Ica y Palpa-Nazca

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Accesibilidad – Vías de Comunicación

La principales vías de comunicación terrestre de Lima hasta Huamanga-Ayacucho, lo constituyen la Panamericana Sur y la carretera de penetración que toma un desvío al Este, a la altura de la localidad de San Clemente; también hay otras carreteras que comunican Huamanga con Andahuaylas, Abancay y San Francisco, Quimbiri, Huamanga Chincheros. En el Cuadro N°2.3 se muestra la vía de acceso a Ayacucho.

También existe la comunicación de Lima - Huamanga (Ayacucho) mediante vía aérea.

Cuadro N°2.3  
VÍAS DE ACCESO A AYACUCHO

De	A	Distancia (km)	Medio de Transporte	Tiempo (hr)	Vías de Acceso
Lima	Cruce San Clemente	260.4	Terrestre	4	Panamericana Sur-Asfaltado
Cruce San Clemente	Ayacucho	314.6	Terrestre	4	Asfaltado
Huamanga	San Francisco-Quimbiri	175.1	Terrestre	6	Afirmada
Huamanga	Ayacucho-Chincheros	173.1	Terrestre	6.5	Afirmada

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Aspectos Socio-Económicos

### 2.4.1 Población - Demografía

La población total de las provincias y distritos ubicados dentro del ámbito de la cuenca del río Pampas, región Ayacucho y región Apurímac, es de 401662 habitantes según el reporte del Censo Nacional, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el año 2,007. En el Cuadro N°2.4 se muestra la población total urbana y rural en el ámbito del proyecto.

**Cuadro N°2.4**  
**POBLACIÓN TOTAL, URBANA Y RURAL,**  
**EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA DEL RÍO PAMPAS**

DEPARTAMENTO, PROVINCIA,	POBLACIÓN			URBANA			RURAL		
DISTRITO Y EDADES SIMPLES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
<b>PROVINCIA ANDAHUALAS</b>	<b>131,807.00</b>			<b>61,126.00</b>			<b>70,681.00</b>		
<b>Distrito POMACOCHA</b>	972	433	539	691	305	386	281	128	153
Distrito ANDAHUAYLAS	37,260	18,256	19,004	27,157	13,315	13,842	10,103	4,941	5,162
Distrito ANDARAPA	6,441	3,115	3,326	576	259	317	5,865	2,856	3,009
Distrito CHIARA	1,342	659	683	807	392	415	535	267	268
Distrito HUANCARAY	4,387	2,154	2,233	409	205	204	3,978	1,949	2,029
Distrito HUAYANA	961	462	499	539	268	271	422	194	228
Distrito KISHUARA	8,033	3,979	4,054	1,365	676	689	6,668	3,303	3,365
Distrito PACUCHA	9,841	4,766	5,075	1,142	563	579	8,699	4,203	4,496
Distrito PAMPACHIRI	2,478	1,219	1,259	690	349	341	1,788	870	918
Distrito SAN ANTONIO DE CACHI	3,186	1,574	1,612	1,330	662	668	1,856	912	944
Distrito SAN JERONIMO	20,357	9,897	10,460	9,245	4,406	4,839	11,112	5,491	5,621
Distrito SAN MIGUEL DE CHACCRAMPA	1,850	936	914	693	350	343	1,157	586	571
Distrito SANTA MARIA DE CHICMO	9,430	4,614	4,816	4,584	2,239	2,345	4,846	2,375	2,471
Distrito TALAVERA	16,649	8,207	8,442	8,578	4,191	4,387	8,071	4,016	4,055
Distrito TUMAY HUARACA	2,144	1,061	1,083	730	387	343	1,414	674	740
Distrito TURPO	4,066	1,984	2,082	1,262	615	647	2,804	1,369	1,435
Distrito KAQUIABAMBA	2,410	1,138	1,272	1,328	628	700	1,082	510	572
<b>PROVINCIA CHINCHEROS</b>	<b>51,583</b>			<b>16,592</b>			<b>34,991</b>		
Distrito CHINCHEROS	5,706	2,871	2,835	2,123	1,082	1,041	3,583	1,789	1,794
Distrito ANCO-HUALLO (Uripa)	10,898	5,341	5,557	7,578	3,713	3,865	3,320	1,628	1,692
Distrito COCHARCAS	2,254	1,133	1,121	529	252	277	1,725	881	844
Distrito HUACCANA	9,200	4,752	4,448	2,543	1,303	1,240	6,657	3,449	3,208
Distrito OCOBAMBA	7,901	3,906	3,995	772	369	403	7,129	3,537	3,592
Distrito ONGOY	7,942	3,946	3,996	961	484	477	6,981	3,462	3,519
Distrito URANMARCA	3,040	1,509	1,531	1,002	488	514	2,038	1,021	1,017
Distrito RANRACANCHA	4,642	2,243	2,399	1,084	532	552	3,558	1,711	1,847
<b>PROVINCIA HUAYTARA</b>	<b>3,743</b>	<b>1,890</b>	<b>1,853</b>	<b>673</b>	<b>363</b>	<b>310</b>	<b>3,070</b>	<b>1,527</b>	<b>1,543</b>
Distrito Pilpichaca	3,743	1,890	1,853	673	363	310	3,070	1,527	1,543
<b>PROVINCIA HUAMANGA</b>	<b>11,922</b>			<b>2,684</b>			<b>9,238</b>		
Distrito CHIARA	6,307	3,102	3,205	1,608	776	832	4,699	2,326	2,373
Distrito OCROS	5,615	2,840	2,775	1,076	548	528	4,539	2,292	2,247
<b>PROVINCIA CANGALLO</b>	<b>34,902</b>			<b>12,169</b>			<b>22,733</b>		
Distrito CANGALLO	6,771	3,216	3,555	2,388	1,161	1,227	4,383	2,055	2,328
Distrito CHUSCHI	8,281	3,975	4,306	3,708	1,815	1,893	4,573	2,160	2,413
Distrito LOS MOROCHUCOS	7,998	3,873	4,125	2,819	1,378	1,441	5,179	2,495	2,684
Distrito MARIA PARADO DE BELLIDO	2,831	1,341	1,490	437	206	231	2,394	1,135	1,259
Distrito PARAS	5,017	2,462	2,555	1,061	529	532	3,956	1,933	2,023
Distrito TOTOS	4,004	1,857	2,147	1,756	805	951	2,248	1,052	1,196
<b>PROVINCIA HUANCASANCOS</b>	<b>10,620</b>			<b>7,168</b>			<b>3,452</b>		
Distrito SANCOS	3,539	1,731	1,808	3,036	1,472	1,564	503	259	244
Distrito CARAPO	2,609	1,269	1,340	1,978	954	1,024	631	315	316
Distrito SACSAMARCA	1,797	868	929	977	484	493	820	384	436
Distrito SANTIAGO DE LUCANAMARCA	2,675	1,285	1,390	1,177	563	614	1,498	722	776
<b>PROVINCIA LA MAR</b>	<b>62,781</b>			<b>20,906</b>			<b>41,875</b>		
Distrito SAN MIGUEL	18,775	9,345	9,430	8,266	4,122	4,144	10,509	5,223	5,286
Distrito ANCO	15,352	8,270	7,082	2,693	1,449	1,244	12,659	6,821	5,838
Distrito CHILCAS	2,617	1,313	1,304	252	123	129	2,365	1,190	1,175
Distrito CHUNGUI	6,311	3,207	3,104	551	268	283	5,760	2,939	2,821
Distrito LUIS CARRANZA	2,089	1,072	1,017	127	62	65	1,962	1,010	952
Distrito TAMBO	17,637	8,817	8,820	9,017	4,489	4,528	8,620	4,328	4,292
<b>PROVINCIA LUCANAS</b>	<b>15,044</b>			<b>11,367</b>			<b>3,677</b>		
Distrito AUCARA	4,400	2,138	2,262	3,439	1,678	1,761	961	460	501
Distrito CABANA	3,252	1,647	1,605	2,967	1,466	1,501	285	181	104
Distrito CARMEN SALCEDO	3,427	1,744	1,683	2,964	1,485	1,479	463	259	204
Distrito CHIPAO	3,965	1,972	1,993	1,997	993	1,004	1,968	979	989

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES	POBLACIÓN			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
<b>PROVINCIA SUCRE</b>	<b>12,595</b>			<b>7,694</b>			<b>4,901</b>		
Distrito QUEROBAMBA	2,645	1,307	1,338	1,628	800	828	1,017	507	510
Distrito BELEN	640	297	343	506	235	271	134	62	72
Distrito CHALCOS	721	362	359	253	133	120	468	229	239
Distrito CHILCAYOC	668	338	330	310	162	148	358	176	182
Distrito HUACAÑA	642	312	330	395	184	211	247	128	119
Distrito MORCOLLA	1,603	800	803	1,062	528	534	541	272	269
Distrito PAICO	953	496	457	876	457	419	77	39	38
Distrito SAN PEDRO DE LARCAY	970	472	498	553	269	284	417	203	214
Distrito SAN SALVADOR DE QUIJE	1,600	792	808	355	179	176	1,245	613	632
Distrito SANTIAGO DE PAUCARAY	917	427	490	696	332	364	221	95	126
Distrito SORAS	1,236	613	623	1,060	509	551	176	104	72
<b>PROVINCIA VICTOR FAJARDO</b>	<b>25,412</b>			<b>18,904</b>			<b>6,508</b>		
Distrito HUANCAPI	2,400	1,109	1,291	2,148	991	1,157	252	118	134
Distrito ALCAMENCA	2,551	1,247	1,304	1,979	969	1,010	572	278	294
Distrito AONGO	1,256	635	621	898	450	448	358	185	173
Distrito ASQUIPATA	488	240	248	178	100	78	310	140	170
Distrito CANARIA	4,021	2,174	1,847	3,402	1,868	1,534	619	306	313
Distrito CAYARA	1,335	616	719	919	431	488	416	185	231
Distrito COLCA	1,220	590	630	714	359	355	506	231	275
Distrito HUAMANQUIQUIA	1,271	612	659	518	250	268	753	362	391
Distrito HUANCARAYLLA	1,791	793	998	1,716	770	946	75	23	52
Distrito HUAYA	3,188	1,474	1,714	2,937	1,365	1,572	251	109	142
Distrito SARHUA	2,985	1,450	1,535	2,564	1,236	1,328	421	214	207
Distrito VILCANCHOS	2,906	1,376	1,530	931	439	492	1,975	937	1,038
<b>PROVINCIA VILCAS HUAMAN</b>	<b>23,600</b>			<b>7,480</b>			<b>16,120</b>		
Distrito VILCAS HUAMAN	8,300	4,098	4,202	2,927	1,469	1,458	5,373	2,629	2,744
Distrito ACCOMARCA	1,357	631	726	1,039	485	554	318	146	172
Distrito CARHUANCA	1,149	549	600	638	313	325	511	236	275
Distrito CONCEPCION	2,885	1,419	1,466	365	170	195	2,520	1,249	1,271
Distrito HUAMBALPA	2,212	1,084	1,128	433	204	229	1,779	880	899
Distrito INDEPENDENCIA	1,815	898	917	610	300	310	1,205	598	607
Distrito SAURAMA	1,464	703	761	326	154	172	1,138	549	589
Distrito VISCHONGO	4,418	2,122	2,296	1,142	568	574	3,276	1,554	1,722
<b>TOTAL</b>	<b>384,009</b>			<b>166,763</b>			<b>217,246</b>		

Fuente: INEI - 2007

## 2.4.2 Caracterización Socio Económica

### Actividad Agrícola

La actividad agrícola es una de las actividades más importantes, generalmente esta se desarrolla en la parte baja de la cuenca del río Pampas, es decir, a nivel de pequeños valles diversificados, como riego complementario, el tipo de riego es por gravedad principalmente en el ámbito de las organizaciones de usuarios.

Los principales cultivos instalados son: papa, cebada, maíz, haba grano seco, trigo, quinua, arveja, olluco, haba grano verde, maíz choclo; siendo la papa, cebada y el maíz, los cultivos predominantes y representan el mayor porcentaje del área sembrada en la cuenca.

### Actividad Pecuaria

La ganadería es la actividad que se presenta en la parte media y alta de la cuenca, y constituyen fuente de ocupación e ingreso para el productor alto andino, siendo las especies de mayor representatividad: ganado vacuno, ovino, porcino y auquénidos.

La existencia de pastos naturales, cultivos de forrajes y pastos cultivados favorecen la crianza del ganado, siendo los vacunos de doble propósito (carne y leche), los ovinos, alpacas y porcinos son para carne.

## 2.5 Ecología

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Zonas de Vida propuesto por el Dr. Leslie R. Holdridge se han identificado quince (15) formaciones ecológicas cuya clasificación se presenta en el Cuadro N°2.5, mientras que en el Mapa N°3 denominado Mapa Ecológico se muestra su distribución en la cuenca del río Pampas.

Cuadro N°2.5  
CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE VIDA  
DE LA CUENCA DEL RÍO PAMPAS

N°	Descripción	Símbolo	Area ( ha )	Area ( % )
1	Bosque húmedo - Montano Bajo Subtropical	bh-MBS	21,378	0.92
2	Bosque húmedo - Montano Subtropical	bh-MS	652,874	28.10
3	Bosque muy húmedo - Montano Bajo Subtropical	bmh-MBS	8	0.00
4	Bosque muy húmedo - Montano Subtropical	bmh-MS	24,175	1.04
5	Bosque pluvial - Montano Subtropical	bp-MS	3,289	0.14
6	Bosque seco - Montano Bajo Subtropical	bs-MBS	189,784	8.17
7	Bosque seco - Subtropical	bs-S	36,838	1.59
8	Estepa espinosa - Montano Bajo Subtropical	ee-MBS	68,408	2.94
9	Monte espinoso - Subtropical	mte-S	36,080	1.55
10	Nival Subtropical	NS	3,318	0.14
11	Páramo húmedo - Subalpino Subtropical	ph-SaS	14,414	0.62
12	Páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical	pmh-SaS	992,816	42.73
13	Páramo pluvial - Subalpino Subtropical	pp-SaS	16,544	0.71
14	Tundra muy húmeda - Alpino Subtropical	tmh-AS	10,741	0.46
15	Tundra pluvial - Alpino Subtropical	tp-AS	243,000	10.46
16	Otros: Lagunas	Lag	9,971	0.43
<b>T O T A L</b>			<b>2,323,637</b>	<b>100.00</b>

Fuente: ONERN

### **bosque húmedo – Montano Bajo Subtropical (bh – MBS)**

Esta unidad se distribuye entre los 2000 hasta los 3750 msnm., con una extensión de 21,378 ha, que representa el 0,92% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas. Posee un clima húmedo; con una temperatura mayor a 14°C, con una precipitación promedio anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de bosque húmedo de montañas, compuesto por bosque lluvioso. En sus límites altitudinales superiores, son indicadores los géneros: Weinmania, Cletra, Myrica, Myrsine, Aralia, Escallonia, Podocarpus, Alnus, Clusia, etc. y matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas: Cordia lutea, Capparis sp, Jatropha macrantha, Carica candicans, Barnadesia dombeyana, tecomá sambucifolia, Baccharis tricuneata, Brachiolum Berberis. Estrato herbáceo graminal.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como suelos con 70% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrológica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima; y suelos con 70% de protección y 30% con potencial para producción forestal, con calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión.

### **bosque húmedo – Montano Subtropical (bh – MS)**

Esta unidad se distribuye entre los 1900 hasta los 4300 msnm., con una extensión de 652874 ha, que representa el 28.10% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en la parte media de la Unidad Hidrográfica de la cuenca Pampas. Posee un clima, húmedo; con una temperatura que varía entre 7 °C y 14 °C, con una precipitación promedio anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas corresponden a: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum Berberis*. Estrato herbáceo graminal; y Pajonal / Césped de puna que Agrupa los tipos de asociaciones Pajonal de puna + Césped de puna de los géneros *Poa*, *Lucilia*, *Scirpus*. Principal fuente forrajera para los camélidos sudamericanos.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 40% con potencial para cultivos en limpio, 40% para pastoreo y 20% de protección, con calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 70% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrológica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 80% de con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrológica baja y 20% de protección con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 80% de protección y 20% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 80% de protección, 15% con potencial para pastoreo, con calidad agrológica baja y 5% para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 80% de protección, 15% con potencial para pastoreo, con calidad agrológica baja y 5% para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 75% de protección, 15% con potencial para pastoreo y 10% para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitación por suelo, erosión y clima.

### **bosque muy húmedo - Montano Bajo Subtropical (bmh-MBS)**

Esta unidad se distribuye entre los 4000 hasta los 4500 msnm., con una extensión de 8 ha, que representa el 0.0% del área total de la cuenca Pampas (no representativo); se encuentra ubicado en divortion aquarum entre el bajo pampas y el Apurímac. Posee un clima perhúmedo; con una temperatura que varía entre 12 °C y 17 °C, con una precipitación promedio anual de 750 a 800 mm.

La cobertura vegetal es de bosque húmedo de montañas, compuesto por Bosque lluvioso. En sus límites altitudinales superiores, son indicadores los géneros: *Weinmania*, *Cletra*, *Myrica*, *Myrsine*, *Aralia*, *Escallonia*, *Podocarpus*, *Alnus*, *Clusia*, etc. Estas zonas de vida contienen suelos de protección (Bosque nuboso)

### **bosque muy húmedo - Montano Subtropical (bmh-MS)**

Esta unidad se distribuye entre los 3500 hasta los 4500 msnm., con una extensión de 24175 ha, que representa el 1,04% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en las partes medias de la margen izquierda de las Unidades Hidrográficas de Torobamba y Bajo Pampas. Posee un clima templado frío, con



una temperatura que varía entre 10 °C y 14 °C, con una precipitación promedio anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas identificadas corresponden: *Cordia alliodora*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum Berberis*. Estrato herbáceo graminal y Pajonal de puna compuesta de herbáceas altoandinas hasta 1 m de alto, con hojas punzo-cortantes. Géneros dominantes: *Festuca* y *Stipa*. Son poco apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 70% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrológica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 80% de protección y 20% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, erosión y clima.

#### **bosque pluvial – Montano Subtropical (bp-MS)**

Esta unidad se distribuye entre los 3750 hasta los 4500 msnm., con una extensión de 3289 ha, que representa el 0,14% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en divortium aquarum entre el Torobamba y el Apurímac. Posee un clima templado frío; con una temperatura que varía entre 10 °C y 14 °C, con una precipitación promedio anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de Pajonal de puna compuesta de herbáceas altoandinas hasta 1 m de alto, con hojas punzo-cortantes. Géneros dominantes: *Festuca* y *Stipa*. Son poco apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema. Estas zonas de vida contienen suelos de protección (Bosque nuboso)

#### **bosque seco – Montano Bajo Subtropical (bs – MBS)**

Esta unidad se distribuye entre los 1500 hasta los 3600 msnm., con una extensión de 189784 ha, que representa el 8,17% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en las Unidades Hidrográficas de Medio Pampas (desde su confluencia con el río Caracha hasta su confluencia con el río Torobamba); las partes bajas de los ríos Caracha y Alto Pampas, y desde las partes medias de los ríos Sondondo, Chicha (Soras) y Torobamba, bordeando ambos márgenes de los ríos mencionados, y sobre la margen derecha del río Bajo Pampas. Posee un clima subhúmedo; con una temperatura que varía entre 12 °C y 17 °C, con una precipitación promedio anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas identificadas corresponden: *Cordia alliodora*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum Berberis*. Estrato herbáceo graminal; y Cultivos agropecuarios + Vegetación secundaria, compuesto por áreas con cultivos agropecuarios + purmas (Sondondo).

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 70% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrológica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima.

- Suelos con 75% de protección, 15% con potencial para cultivos permanentes y 10% para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión, requieren riego.
- Suelos con 80% de protección y 20% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 80% de protección, 15% con potencial para pastoreo, con calidad agrológica baja y 5% para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 50% de protección, 25% con potencial para pastoreo temporal y 25% para cultivos permanentes, con calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 80% de protección, 15% con potencial para pastoreo, con calidad agrológica baja y 5% para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitación por suelo, erosión y clima.

### **bosque seco – Subtropical (bs – s)**

Esta unidad se distribuye entre los 1100 hasta los 2600 msnm., con una extensión de 36838 ha, que representa el 1,59% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas (desde su confluencia con el río Torobamba hasta su confluencia con el río Urubamba); bordeando ambas márgenes. Posee un clima subhúmedo; con una temperatura que varía entre 17 °C y 24 °C (>14 °C), con una precipitación promedio anual de 750 mm.

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas corresponden: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum* *Berberis*. Estrato herbáceo graminal; y Bosque seco de valle interandino con árboles de porte bajo, dispersos y de follaje caducifolio. Especies representativas: *Eritheca ruizii*, *Capparis*, *angulata*, *Cercidium praecox*. Cactáceas columnares y estrato herbáceas mayormente graminal de vida efímera.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 70% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrológica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 75% de protección, 15% con potencial para cultivos permanentes y 10% para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión, requieren riego.
- Suelos con 70% de protección y 30% con potencial forestal de calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 50% de protección, 25% con potencial para pastoreo temporal y 25% para cultivos permanentes, con calidad agrológica baja, y limitaciones por suelo y erosión.

### **estepa espinosa – Montano Bajo Subtropical (ee – MBS)**

Esta unidad se distribuye entre los 2000 hasta los 3000 msnm., con una extensión de 68408 ha, que representa el 2,94% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en las Unidades Hidrográficas Medio Pampas (desde su confluencia con el río Caracha hasta su confluencia con el río Torobamba); las partes bajas de los ríos Caracha y Alto Pampas, y desde las partes medias de los ríos Sondondo, Chicha (Soras) y Torobamba, bordeando ambas márgenes de los ríos mencionados. Posee un clima semiárido; con una temperatura que varía entre 12 °C y 17 °C, con una precipitación promedio anual de 375 mm.

La cobertura vegetal es del tipo de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum* *Berberis* y estrato herbáceo graminal.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 70% de potencial para pastoreo de páramo, calidad agrologica media y 30% de protección, con limitación por suelo, erosión y clima; y
- Suelos con 80% de protección, 15% de pastoreo con calidad agrologica baja y 5% de cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitación por suelo y erosión.

#### **monte espinoso - Subtropical (mte-S)**

Esta unidad se distribuye entre los 1800 hasta los 2300 msnm., con una extensión de 36080 ha, que representa el 1,55% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en las Unidades Hidrográficas Medio Pampas (desde su confluencia con el río Sondando hasta su confluencia con el río Torobamba), y en las partes bajas de los ríos Sondando, Chicha (Sorás) y Torobamba, bordeando ambos márgenes de los ríos mencionados. Posee un clima semiárido; con una temperatura que varía entre 10 °C y 14 °C, con una precipitación promedio anual de 375 mm.

La cobertura vegetal es del tipo de Bosque seco de valle interandino, con árboles de porte bajo, dispersos y de follaje caducifolio. Especies representativas identificadas: *Eritheca ruizii*, *Capparis*, *angulata*, *Cercidium praecox*. Cactaceas columnares y estrato herbáceas mayormente graminal de vida efímera.

Estas zonas de vida contiene son suelos asociados, con 70% de potencial para pastoreo de páramo, calidad agrologica media y 30% de protección, con limitación por suelo, erosión y clima.

#### **nival Subtropical (nS)**

Esta unidad se distribuye entre los 4500 hasta los 5000 msnm., con una extensión de 3318 ha, que representa el 0,14% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en las partes altas de las Unidades Hidrográficas Alto Pampas, Chicha y Sondando. Posee un clima húmedo a superhúmedo - frígido; con una temperatura < a 7 °C, con una precipitación promedio anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de herbazal de tundra, conformado por herbáceas de poco desarrollo, sobre los 4500 msnm. Pastoreo restringido, limitado a camélidos sudamericanos (vicuña, alpaca y llamas) y tierras altoandinas sin vegetación con áreas altoandinas sin vegetación (influencia de glaciares).

Estas zonas de vida contienen suelos de protección con limitación por suelo y erosión, Suelos con 80% de protección, 15% con potencial para pastoreo, con calidad agrologica baja y 5% para cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitación por suelo y erosión y suelos de protección (formación de nivales).

#### **páramo húmedo – Subalpino – Subtropical – (ph – SAS)**

Esta unidad se distribuye entre los 4500 hasta los 4500 msnm., con una extensión de 14414 ha, que representa el 0,62% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en divortion aquarum entre la Unidad Hidrográfica Caracha y

Chincha - Cháparra. Posee un clima húmedo, con una temperatura menores a 7 °C, con una precipitación promedio anual menores de 700 mm.

La cobertura vegetal es de Pajonal / Césped de puna que Agrupa los tipos de asociaciones Pajonal de puna + Césped de puna de los géneros Poa, Lucilia, Scirpus. Principal fuente forrajera para los camélidos sudamericanos, y tierras altoandinas con escasa y sin vegetación con áreas altoandinas con predominio de afloramiento rocosos sobre la vegetación + áreas altoandinas sin vegetación.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados con 80% de protección, 15% con potencial para pastoreo, con calidad agrologica baja y 5% para cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitación por suelo y erosión.

#### **páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical (pmh - SAS)**

Esta unidad se distribuye entre los 3000 hasta los 5000 msnm, con una extensión de 992816 ha, que representa el 42,73% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra distribuido en las partes medias a altas de la cuenca pampas. Posee un clima perhúmedo; con una temperatura menor de 7 ° C, con una precipitación promedio anual de 700 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de Pajonal de puna compuesta de herbáceas altoandinas hasta 1 m de alto, con hojas punzo-cortantes; géneros dominantes como: Festuca y Stipa. Son poco apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema; Pajonal / Césped de puna que Agrupa los tipos de asociaciones Pajonal de puna + Césped de puna de los géneros Poa, Lucilia, Scirpus. Principal fuente forrajera para los camélidos sudamericanos; y tierras altoandinas con escasa y sin vegetación con áreas altoandinas con predominio de afloramiento rocosos sobre la vegetación + áreas altoandinas sin vegetación.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 70% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrologica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 80% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrologica media y 20% de protección, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 80% con potencial para el pastoreo de páramo, con calidad agrologica baja y 20% de protección, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 80% de protección y 20% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 100% de protección (formación de nivales).
- Suelos con 80% de protección, 15% con potencial para pastoreo, con calidad agrologica baja y 5% para cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 70% de protección, 30% con potencial para pastoreo, con calidad agrologica baja, con limitación por suelo, erosión y clima.

#### **páramo pluvial - Subalpino Subtropical (pp - SAS)**

Esta unidad se distribuye entre los 3600 hasta los 4600 msnm., con una extensión de 16544 ha, que representa el 0,71% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en el divortio de aguas entre las unidades hidrográficas de Torobamba y Bajo Pampas con la cuenca del Apurímac. Posee un clima superhúmedo; con una temperatura que varía entre 4 °C y 6 °C, con una precipitación media anual de 1000 a 2000 mm.

La cobertura vegetal es de Pajonal de puna compuesta de herbáceas altoandinas hasta 1 m de alto, con hojas punzo-cortantes. Géneros dominantes: Festuca y Stipa son poco apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema y tierras altoandinas sin vegetación.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 80% de protección y 20% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrologica baja con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 100% de protección (Bosque nuboso)

#### **tundra muy húmeda - Alpino Subtropical (tmh - AS)**

Esta unidad se distribuye entre los 4500 hasta los 5000 msnm., con una extensión de 10741 ha, que representa el 0,46% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado alrededor de la laguna Tipiccocha, naciente de la Unidad Hidrográfica Sondondo. Posee un clima perhúmedo; con una temperatura que varía entre 1.5 °C y 3 °C ( <7 °C ), con una precipitación media anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de:

- Pajonal / Césped de puna, agrupa los tipos de asociaciones pajonal de puna + Césped de puna y los géneros Poa, Lucilia, Scirpus. Principal fuente forrajera para los camélidos sudamericanos.
- Herbazal de tundra, conformado por herbáceas de poco desarrollo, sobre los 4500 msnm. Pastoreo restringido, limitado a camélidos sudamericanos (vicuña, alpaca y llamas).
- Tierras altoandinas sin vegetación con áreas altoandinas sin vegetación (influencia de glaciares), y
- Tierras altoandinas con escasa y sin vegetación con áreas altoandinas con predominio de afloramiento rocosos sobre la vegetación + áreas altoandinas sin vegetación.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 70% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrologica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 80% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrologica media y 20% de protección con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 100% de protección (formación de nivales)

#### **tundra pluvial - Alpino Subtropical (tp - AS)**

Esta unidad se distribuye entre los 1500 hasta los 3400 msnm., con una extensión de 243000 ha, que representa el 10,46% del área total de la cuenca Pampas; se encuentra ubicado en las Unidades Hidrográficas Medio Pampas (desde su confluencia con el río Caracha hasta su confluencia con el río Torobamba); bajo pampas; las partes bajas de los ríos Caracha y Alto Pampas; y desde las partes medias de los ríos Sondondo, Chicha (Sorás) y Torobamba, bordeando ambos márgenes de los ríos mencionados. Posee un clima semiárido; con una temperatura que varía entre 7 °C y 14 °C, con una precipitación media anual de 800 a 850 mm.

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas como: Cordia lutea,

Capparis sp, Jatropha macrantha, Carica candicans, Barnadesia dombeyana, tecomana sambucifolia, Baccharis tricuneata, Brachiotum Berberis. Estrato herbáceo graminal; y cultivos agropecuarios con vegetación secundaria de áreas con cultivos agropecuarios y purmas.

Estas zonas de vida contienen suelos asociados, como sigue:

- Suelos con 70% con potencial para pastoreo de páramo, con calidad agrologica media y 30% de protección con limitación por suelo, erosión y clima.
- Suelos con 80% de protección, 15% de pastoreo con calidad agrologica baja y 5% de cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitación por suelo y erosión.
- Suelos con 50% de protección, 25% con potencial para pastoreo temporal y 25% para cultivos permanentes, con calidad agrologica baja, y limitaciones por suelo y erosión, y
- Suelos con 80% de protección, 15% de pastoreo con calidad agrologica baja y 5% de cultivos en limpio con calidad agrologica baja, con limitación por suelo, erosión y clima.

## 2.6 Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal en la cuenca Pampas es variada, se han identificado 11 tipos de cobertura vegetal, siendo las más representativas: Pajonal/Césped de puna (Pj/Cp) con 1 088235 ha (46,83%), Matorrales (Ma) con 690783 ha (29,73%), seguido por Herbazal de tundra (Ht) con 137012 ha (5,90) % del área total de la cuenca, información que se muestran en el Cuadro N°2.6, mientras que en el Mapa N° 4 – Cobertura Vegetal la distribución espacial de las unidades identificadas.

Cuadro N°2.6  
COBERTURA VEGETAL

Nº	Descripción	Símbolo	Area ( ha )	Area ( % )
1	Bosque seco de valle interandino	Bs vi	60,388	2.60
2	Bosque húmedo de montañas	Bh m	27,705	1.19
3	Quenoal	Q	3,906	0.17
4	Matorrales	Ma	690,783	29.73
5	Pajonal de puna	Pj pu	44,226	1.90
6	Pajonal / Césped de puna	Pj/Cp	1,088,235	46.83
7	Herbazal de tundra	Ht	137,012	5.90
8	Bofedal	Bo	102,763	4.42
9	Tierras altoandinas sin vegetación	Al Sv	73,656	3.17
10	Tierras altoandinas con escasa y sin vegetación	Al E/Sv	69,890	3.01
11	Cultivos agropecuarios + Vegetación secundaria	Cuap/Vs	14,308	0.62
12	Otros: Nevados	Nev	521	0.02
13	Lagos y Lagunas	Lag	9,971	0.43
14	Poblados	Po	274	0.01
<b>T O T A L</b>			<b>2,323,637</b>	<b>100.00</b>

### Bosque seco de valles interandinos (Bs vi)

Ocupa una superficie de 60388 ha, representando el 2,60% del total del área de la cuenca Pampas;

Se caracteriza por la presencia de árboles de porte bajo (5-8 m), de fuste irregular o tortuoso con follaje disperso, la mayoría caducifolios. Las especies más

representativas son: Capparis, Erietheca Ruizii, Cactáceas columnares y estrato herbáceas mayormente graminales de vida efímera. Están ubicados en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas, en la parte baja de la Unidad Hidrográfica Torobamba, en la parte baja de la Unidad Hidrográfica Chicha Soras, en los Distritos de Huaccana, Ongoy, Luis Carranza, San Miguel. Todo este bosque se desarrolla en la franja adyacente al río Pampas desde la confluencia del río Sondondo hasta la desembocadura en el río Apurímac.

Este bosque se desarrolla sobre laderas muy empinadas de difícil acceso, con afloramientos muy pronunciados, desde los 1,500 m.s.n.m. hasta los 2,850 m.s.n.m. (parte medias de las laderas montañosas). El bosque está constituido por una masa homogénea de árboles caducifolios.

### **Bosque húmedo de montaña (Bh-m)**

Ocupa una superficie de 27705 ha, representando el 1,19% del total del área de la cuenca Pampas;

Se encuentra en el bosque lluvioso poco estudiado, son indicadores los géneros: Weinmanía, Cletra, Myrica, Myrsine, Aralia, Escallonia, Podocarpus, Alnus, Clusia, etc.

Este ecosistema boscoso forma parte del macizo oriental andino, ubicado a continuación del sistema de colinas, comprendido entre los 900 y 3 650 msnm (límite inferior del pajonal de puna).

La fisonomía y composición florística de este bosque son variables a lo largo de su amplio rango altitudinal. Al ascender de un nivel altitudinal a otro, la composición florística del bosque se hace menos diversa, el porte de los árboles se ve reducido.

En las estribaciones bajas, es decir, por debajo de los 1500 msnm se encuentran las siguientes familias: Anacardiaceae (Spondias mombin), Annonaceae (Guatteria sp, Xylopia sp), Apocynaceae (Aspidosperma sp, Couma sp), Bignoniaceae (Jacaranda copaia, Tabebuia sp), Bombacaceae (Chorisia sp, Ceiba sp, Quararibea sp), Chrysobalanaceae, Vochysiaceae, Euphorbiaceae (Hevea sp), Lauraceae (varias especies), Lecythidaceae (Couratari), Leguminosae (Cedrelinga catenaeformis, Dipteryx micrantha, Inga spp, Erythrina, Ormosia sp, Pithecellobium, Hymenaea oblongifolia, Melastomataceae (Clidemia, Tococa guianensis), Meliaceae (Cedrela, Guarea), Moraceae (Brosimum, Cecropia sciadophylla, Ficus spp, Pourouma guianensis), Myristicaceae (Virola, Iryanthera), Myrsinaceae (Rapanea), Myrtaceae (Eugenia), etc. Se incluyen asimismo, algunas palmeras, tales como: Astrocaryum, Geonoma, Iriarte, Socratea y Euterpe, entre las más importantes.

En las estribaciones altas, sobre los 1500 msnm, se tiene entre las más comunes a las siguientes familias: Annonaceae (Guateria), Araliaceae (Oreopanax), Burseraceae (Protium), Cunoniaceae (Weinmania), Melastomaceae (Miconia), Meliaceae (Guarea), Moraceae (Cecropia, Ficus, Pourouma), Musaceae (Heliconia), Myricaceae (Myrica pubescens), Myrsinaceae (Rapanea, Myrsine), Myrtaceae, Papaveraceae (Bocconia), Piperaceae, Podocarpaceae (Podocarpus), Guttiferae (Clusia), Saxifragaceae (Escallonia), Rosaceae (Polylepis), etc. También se observan algunos helechos arbóreos (Sphacopteris).

### **Queñoal (Q)**

Ocupa una superficie de 3906 ha, representando el 0,17% del total del área de la cuenca Pampas.

Son bosques altoandinos, que se ubican sobre los 3800 msnm., se encuentra en forma fraccionado con árboles bajos y mal conformados de *Polylepis*.

Se localiza en las porciones superiores del macizo andino, aproximadamente entre 3800 y 4400 msnm. El Queñoal es un bosque altoandino fraccionado, siempre verde y abierto de porte bajo (menos de 8 m de altura) y se encuentran más o menos dispersos, cuyo follaje es de consistencia coriácea y de corteza papirácea.

Conviven con los árboles de *Polylepis* las siguientes especies arbustivas: *Baccharis*, *Parastrephya*, *Chuquiaga* y herbáceas mayormente graminal de carácter estacional (*Festuca* y *Stipa*).

La superficie de los queñoales probablemente ha sido diezmada, debido a la extracción indiscriminada con fines energéticos; debido a sus excelentes propiedades es convertido mayormente en carbón para la venta en los mercados locales. Por otro lado, también existe la extracción de ramas por parte de los leñateros, para uso doméstico, esta acción no implica la tala del árbol, pero si trae como consecuencia la reducción del porte del bosque y por ende su calidad. En menor proporción se utiliza para la construcción de casas rurales y fabricación de partes de herramientas.

Se ubican en el Distrito de Pilpichaca en la Unidad Hidrográfica Alto Pampas.

### **Matorral (Ma)**

Ocupa una superficie de 690783 ha, representando el 29,73% del total del área de la cuenca Pampas.

Son comunidades arbustivas desde ambientes secos hasta húmedos; las especies más representativas son: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jotrapha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *Tecoma sambucifolia*, *Baccharris tricuneata*.

Están formados por especies vegetales propias de ambientes húmedos de carácter permanente.

Un matorral está constituido por plantas leñosas arbustivas de menos de 5 metros de altura. La vegetación puede ser de tipo deciduo o siempre verde, se ubica en ambos márgenes del río Pampas, desde el puente Rumichaca (Unidad Hidrográfica Alto Pampas) y en la Unidad Hidrográfica Caracha desde la unión de los ríos Urabamba y Caracha, hasta la desembocadura en el río Apurímac. Se ubica en las Unidades Hidrográficas Medio y bajo Pampas.

### **Pajonal de puna (Pj pu)**

Ocupa una superficie de 44226 ha, representando el 1,90% del total del área de la cuenca Pampas.

Este tipo de vegetación está dominado por plantas herbáceas pequeñas altoandinas, hasta de un (1) metro de alto, con hojas punzocortantes, entre las que destacan la *Stipa* plumosa, *Festuca orthophyll*, que son apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema.

Por lo general se encuentra ubicado en zonas adyacentes a los pajonales así como en la zona homogénea con los bofedales, y se caracteriza por desarrollarse en suelos fértiles, profundos, semihúmedos y franco a franco arcillosos. Este tipo de vegetación constituye una importante fuente forrajera para la ganadería de



alpacas y ovinos. En la zona se registran índices de un bajo vigor en las plantas, lo que demuestra que este tipo de vegetación tiene signos de sobrepastoreo, así como de retrogresión debido a la presencia de la especie *Tetraglochim alatum* (G. ex H. & A.) Kuntze.

Se ubica en las partes altas de la cordillera, entre el límite de la Unidad Hidrográfica Torobamba, Unidad Hidrográfica Bajo Pampas y la Intercuenca Bajo Apurímac.

### **Pajonal / Césped de puna (Pj/Cp)**

Ocupa una superficie de 1 088235 ha, representando el 46,83% del total del área de la cuenca Pampas.

Se caracteriza por densas agrupaciones en matas de gramíneas altas de hojas duras, conocidas con el nombre común de "ichu", cuyas especies predominantes son *Stipa plumosa*, *Festuca orthophylla*, *Stipa ichu*. Generalmente, la distribución de estos pajonales está influenciada por las zonas agroecológicas. Todas estas especies indicadoras de pajonales se encuentran en diferentes zonas homogéneas de producción; es decir, en cerro, ladera y pampa, razón por la cual este tipo de vegetación se considera de gran valor forrajero para la alimentación principalmente de la ganadería de llamas. Se desarrolla con un bajo vigor y con signos de sufrir un sobrepastoreo, donde existen asociaciones con buenas características forrajeras.

Las áreas de pajonales están localizadas en todas las Unidades Hidrográficas.

### **Herbazal de tundra (Ht)**

Ocupa una superficie de 137012 ha, representando el 5,90% del total del área de la cuenca Pampas.

Son herbáceas de poco desarrollo, se ubican sobre los 4500 msnm, son de pastoreo restringido, limitado a camélidos sudamericanos como la vicuña y la alpaca.

Se distribuye en las partes más altas, sobre el Pajonal y el Césped de puna, es decir sobre los 4 300 msnm.

La vegetación se caracteriza por su poco desarrollo y poca diversidad florística, debido a las condiciones extremas del clima, La vegetación escasa y dispersa, crece sobre áreas de suelos superficiales, zonas pedregosas y con afloramientos líticos, que son las condiciones edáficas y topográficas que se caracterizan la tundra. Entre los géneros más representativos se puede encontrar son los siguientes: *Calamagrostis*, *Pycnophyllum*, *Alchemilla*, *Lysipomia*, *Distichia*, *Ourisia* y *Oreobulus*, entre otros.

Debido a las características climáticas, edáficas y topográficas extremas, estas áreas no son aptas para la agricultura ni la ganadería.

Se ubica en todas las partes altas de las Unidades Hidrográficas, bordeando el límite de la cuenca, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba.

### **Bofedales (Bo)**

Ocupa una superficie de 102763 ha, representando el 4,42% del total del área de la cuenca Pampas.

Son herbáceas de piso, pegadas al ras del suelo, dominada por Juncacea, Distichia muscoides en menor proporción; los géneros Poa, Lucilia Scirpus, principal fuente forrajera para los camélidos sudamericanos.

Están formados por especies vegetales propias de ambientes húmedos de carácter permanente. En este tipo de pastizal predomina la especie Distichia muscoides Nees y Meyen, así como especies de los géneros Plantago, Scirpus y Oxycloe. Este tipo de vegetación es considerada como una de las mejores fuentes forrajeras alimenticias para el ganado, por esa razón muchos ganaderos de la zona destinan este tipo de vegetación al pastoreo de las alpacas, ya que ofrece un forraje succulento y con alto valor nutritivo entre los pastos nativos.

Se caracteriza por estar siempre verde durante el año y en crecimiento constante, constituyendo la fuente básica de alimentación natural del ganado. Entre las especies más comunes se distinguen: "totorilla" Scirpus rigidus o Juncus sp. e Hipochoeris sp, en los sitios con drenaje y en los mejor drenados figuran Alchemilla sp., Muhlenbergia ligularis, Calamagrostis sp., Stipa sp., Festuca dolichophylla, "cola de ratón", Carex sp. y Poa sp.

Estos bofedales son pastoreados intensamente por el ganado ovino y vacuno principalmente, lo que conlleva a la desaparición de muchas especies valiosas para el ganado, las mismas que son reemplazadas por otras poco aceptables por el ganado, convirtiéndose en un pastizal natural pobre.

Las áreas de bofedales están localizadas desde los 4 400 msnm hasta los 5 100 msnm., de todas las Unidades Hidrográficas.

#### **Tierras altoandinas sin vegetación (AI sv)**

Ocupa una superficie de 73656 ha, representando el 3,17% del total del área de la cuenca Pampas.

Son áreas altoandinas sin vegetación, con influencia de glaciares.

Estas áreas se encuentran localizadas en Unidades Hidrográficas de: Alto Pampas, Caracha, Sondondo y Chicha Soras, entre los 4550 msnm. y 5000 msnm.

#### **Tierras altoandinas con escasa y sin vegetación (AI E/Sv)**

Ocupa una superficie de 69890 ha, representando el 3,01% del total del área de la cuenca Pampas.

Son áreas altoandinas con predominio de afloramientos rocosos sobre la vegetación, estas áreas se encuentran localizadas en las porciones más elevadas del macizo andino, producto de limitaciones edáficas y del clima, que limitan el desarrollo de una cubierta vegetal.

Se ubican en las Unidades Hidrográficas de: Alto Pampas, Caracha, Sondondo y Chicha Soras.

#### **Cultivos Agropecuarios + Vegetación Secundaria (Cuap/Vs)**

Ocupa una superficie de 14308 ha, representando el 0,62% del total del área de la cuenca Pampas.

Se encuentran localizadas en la Unidad Hidrográfica Sondondo, en los distritos de Aucará, Cabana, Chipao, Carmen Salcedo y en la Unidad Hidrográfica Caracha

en el distrito de Sancos. Entre los cultivos más importantes se mencionan a los siguientes: papa, maíz, cebada, habas, etc.

Se incluyen en esta unidad muchas áreas cubiertas de vegetación secundaria, las mismas que un tiempo atrás fueron cultivadas y que en la actualidad se mantienen en descanso prolongado o han sido abandonadas indefinidamente.

## 2.7 Geología

La Geología en la cuenca del río Pampas es variada, se han identificado 21 unidades geológicas, siendo las más representativas: Grupo Barroso (NQ-v) con 16.68 %, Formaciones: Alpabamba, Palca, Maure, etc. (Nm-vs) con un 14.66 %, Formaciones: Yura, Lagunillas, Formación Tinajones (JsKi-mc) con un 8.69 % del área total de la cuenca, información que se muestran en el Cuadro N°2.7, mientras que en el Mapa N° 5 – denominado Mapa Geológico se presenta el tipo de serie, simbología, unidad intrusiva área y porcentaje correspondiente, información que se describe a continuación.

Cuadro N°2.7  
GEOLOGÍA

Code	Era	Sistema	Serie	Simbolo	Area (ha)	Area (%)	Unidades Intrusivas	Simbolo	Area (ha)	Area (%)
11	CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Qh-c	227,676	9.80				
21		NEOGENO	PLEISTOCENA	NQ-c	1,505	0.06				
22				NQ-v	387,587	16.68	Neogeno,andesita- riolitia,.	N-an/ri	25583	1.10
23				Np-v	177,697	7.65	Neogeno,granodirita-tonalita.	N-gd/to	1935	0.08
24				Np-vs	4,542	0.20	Batolito de Abancay	PN-gd/to	25200	1.08
25			MIOCENA	Nm-vs	340,734	14.66	Cuerpos Subvolcanicos	P-an/ri	3647	0.16
26			OLIGOCENA	PN-vs	47,922	2.06				
27		PALEOGENO	EOCENA	Pe-vs	492	0.02	Cretaceo Paleg.ton/gd.	KP-to/gd	1231	0.05
28			PALEOCENA	Pp-vs	188	0.01				
29				KsP-c	60,170	2.59				
33	MESOZOICA		SUPERIOR	Kis-m	157,057	6.76				
36		CRETACEO	INFERIOR	Ki-m	2,695	0.12				
38				Ki-mc	1,547	0.07				
41		JURASICO	SUPERIOR	JsKi-mc	201,831	8.69				
45				MEDIO	Jm-m	26,966	1.16			
47		TRIASICO	SUPERIOR	TsJi-m	99,588	4.29				
48	PALEOZOICA	PERMIANO	SUPERIOR	Ps-c	163,790	7.05	Plutones Tardihercinicos	PT-mzg/gr	183807	7.91
49		CARBONIFERO	SUPERIOR	CsP-m	158,607	6.83	Tonalitas y granodioritas paleogenas	P-to/gd	4222	0.18
51		DEVONANNO	MEDIO	D-m	7,403	0.32				
56		NEOPROTEROZOICA		PeA-e/gn	45	0.00				
197	OTROS			Lag	9,971	0.43				
<b>T O T A L</b>					<b>2,078,013</b>	<b>89.43</b>			<b>245625</b>	<b>10.57</b>

Fuente: ONERN

<b>T O T A L</b>	<b>2323637</b>	<b>100.00</b>
------------------	----------------	---------------

### ERA CENOZOICO

Las unidades del cenozoico corresponden al Paleógeno, Neógeno y Cuaternario, siendo éstas de origen continental en ambientes mayormente fluviales.

En el cenozoico se hacen presentes dos sistemas: el Terciario, que aparece en el sector de selva y el Cuaternario, propio tanto de selva como de sierra. Sus características se explican a continuación:

### Depósitos Aluviales, Morrenas, Glaciofluviales, Lacustrinos y Travertinos (Qh-c)

Se encuentra disperso en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba, pertenece al sistema cuaternario y a la serie

Holoceno Continental. Tiene un área de 227676 ha, que representa el 9,08 % del total del área de la cuenca Pampas;

- **Depósito Aluvial**

Los Depósitos Aluviales están acumulados producto de la erosión de las secuencias cretáceas. Están compuestos de limos y limo arcillas en posición horizontal con niveles que se pueden seguir por varios kilómetros, estos representan periodos climáticos de variada intensidad.

Estos depósitos están constituidos principalmente, por conglomerados, arenas y arcillas con espesores que pueden sobrepasar los 10 metros, teniendo una estratificación lenticular y en algunos casos laminados. Se depositaron en el cuaternario Pleistoceno y cubren considerables extensiones de la cuenca Pampas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba.

- **Depósitos glaciofluviales**

En el área de estudio los depósitos glaciofluviales pleistocénicos, ocupan las partes más bajas del Nevado Apacheta, como consecuencia de la destrucción de morrenas por la acción fluvial; éstos depósitos glaciofluviales ocupan las planicies y quebradas pequeñas, sobre las planicies están constituidos principalmente por los mismos elementos que las morrenas (fragmentos volcánicos en matriz arcillosa); discontinuamente ocurren a manera de terrazas antiguas aisladas; en este caso, su composición es variada (pudiendo existir fragmentos de rocas volcánicas, calizas, areniscas rocas intrusivas y algunas veces pizarras y filitas).

- **Depósito Lacustrino**

Estos depósitos se encuentran sobre las llanuras de inundación, actualmente en proceso de colmatación. Por esta razón, las partes más profundas están conformadas por lodos o arcillas bituminosas gris negras, mientras que superficialmente son arenas en horizontes bien clasificados con costras de arena caliche. En muchos lugares, estos depósitos constituyen yacimientos de materiales evaporíticos de valor económico.

**Formación: La Merced, Tulumayo, Cajabamba, Condebamba, Azangaro, Tamborapa ( NQ-c)**

Se encuentra en las Unidad Hidrográfica Chicha Soras, pertenece al sistema Neogeno, serie Pleistoceno. Tiene un área de 1505 ha, que representa el 0.06 % del total del área de la cuenca Pampas; se encuentra en el Distrito de Huayana, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac.

Sus afloramientos son reconocibles por su morfología suave, formando colinas, que tienen un color beige claro. Se trata de conglomerados poco consolidados, redondeados a sub redondeados, heterométricos y de composición heterogénea con clastos de rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias; están aglutinados por una matriz limo arenosa (fina y gruesa). Se reportan, ocasionalmente, lentes delgadas de arena gravosa y limo-arenosa. La estratificación no es conspicua. Su grosor se estima en 200 m.

**Grupo Barroso (NQ-v)**

Se encuentra disperso en las Unidades Hidrográficas: Caracha, Sondondo, Chicha Soras y Medio Pampas; pertenece al sistema Neogeno, Serie Pleistoceno Volcánico. Tiene un área de 387587 ha, que representa el 16,68 % del total del área de la cuenca Pampas.

La Formación consiste en una serie erosionada de andesitas y traquitas, proviene de conos volcánicos por glaciación pre-pleistocénica donde las tobas dominan sobre las lavas. Posteriormente MENDIVIL (1965), eleva la Formación Barroso a la categoría de Grupo, definiéndola como una secuencia que comprende todas las rocas volcánicas posteriores a la Formación Capillune y anteriores a la última glaciación. El Grupo fue dividido en 3 unidades cada una separada por una discordancia son: el volcánico Chilca, el volcánico Barroso y el volcánico Pumpurini. MENDIVIL (1973).

El Grupo Barroso incluye a todas las rocas volcánicas y vulcanoclásticas posteriores al Grupo Sillapaca, y anteriores a la última glaciación pleistocénica; no ha sido posible utilizar las subdivisiones formacionales de MENDIVIL (1973) en base a criterios regionales.

Esta Cordillera tiene dirección NO-SE y se extiende en los Departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa y parte de Ayacucho, constituyendo la Cordillera Volcánica del SO del Perú, pasando por las hojas de Chuquibamba-Cotahuasi terminando su recorrido en el volcán Sara-Sara.

### **Formaciones: Sencca, Fortaleza, Bosque de Piedras (Np-v)**

Se encuentran dispersos en las Unidades Hidrográficas: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha Soras y Medio Pampas; pertenece al sistema Neogeno, Serie Pleistoceno Volcánico. Tiene un área de 177697 ha, que representa el 7,65 % del total del área de la cuenca Pampas.

Las rocas que constituyen esta unidad, son esencialmente piroclásticas, compuestas por tobas dacíticas y riódacíticas cuyo color predominante es el gris, que puede variar a blanco amarillento y rosado.

### **Formación Capillune (Np-vs)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Alto Pampas; pertenece al sistema Neogeno, Serie Pleistoceno Volcánico, se ubica en el distrito de Vilcanchos, Provincia Víctor Fajardo, Región Ayacucho; tiene un área de 4,542 ha, que representa el 0,20 % del total del área de la cuenca Pampas.

El nombre de Formación Capillune fue propuesto por MENDIVIL (1962), para describir a una secuencia de conglomerados, areniscas, arcillas y tufos redepositados de origen lacustre, que aflora típicamente en la localidad de Capillune, del cuadrángulo de Maure.

La mencionada formación tiene amplia distribución en el altiplano andino y sus afloramientos, en capas horizontales, de color blanco amarillento, son bien conspicuos.

### **Formación Alpabamba**

Se encuentra en las Unidades Hidrográficas Alto Pampas, Caracha, Sondondo y Medio Pampas; pertenece al sistema Neogeno, Serie Mioceno Volcánico Sedimentario; tiene un área de 340734 ha, que representa el 14,66 % del total del área de la cuenca Pampas.

Está compuesta por tobas dacíticas, lapillis, tobas brechoides; toda la secuencia tiene una coloración que varía de marrón a blanquecino o marrón grisáceo y coloración violácea estas coloraciones características, permiten que sea fácilmente identificable en el campo, casi en forma regional.

### **Grupo Tacaza (PN-vf)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Alto Pampas; pertenece al sistema Paleogeno, Serie Oligocena Volcánico Sedimentario; se ubica en el distrito de Vilcanchos, Provincia Víctor Fajardo, Región Ayacucho; tiene un área de 47922 ha, que representa el 2,06 % del total del área de la cuenca Pampas.

Newell (1949), denominó Grupo Tacaza a un conjunto de rocas compuestas por basaltos y arcosas en la parte baja y aglomerados de andesita con tobas dacíticas en la parte alta y que afloran en la mina Tacaza, Distrito de Santa Lucía, departamento de Puno.

Este grupo descansa sobre una superficie casi horizontal que se formó sobre los sedimentos Cretáceos y del Terciario inferior que se hallan bien plegados. El Grupo Tacaza está bien expuesto al Norte del cuadrángulo de Cotahuasi. Su litología es muy variada y corresponde mayormente a rocas volcánicas, en especial piroclásticas con algo de sedimentitas. Su espesor llega aproximadamente hasta los 1500 m.

### **Formación Tantará (Pe-vs)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Alto Pampas; pertenece al sistema Paleogeno, Serie Eocena Volcánico sedimentario; se ubica en el Distrito de Pilpichaca, Provincia Huaytará, Región Huancavelica; tiene un área de 492 ha, que representa el 0,02 % del total del área de la cuenca Pampas.

### **Formación Carlos Francisco (Pp-vs)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Sondondo; pertenece al sistema Paleogeno, Serie Paleocena Volcánico sedimentario; se ubica en el Distrito de Cabana Sur, Provincia Lucanas, Región Ayacucho; tiene un área de 188 ha, que representa el 0,01 % del total del área de la cuenca Pampas.

### **Formación Huanca (Ksp-c)**

Se encuentra en las Unidades Hidrográficas: Alto Pampas, Torobamba, Medio Pampas y Bajo Pampas; pertenece al sistema Paleogeno, Serie Paleocena, Cretacio Superior; tiene un área de 60170 ha, que representa el 2,59 % del total del área de la cuenca Pampas.

Nombre dado por Jenks (1948) a una unidad de color rojo compuesta por rocas sedimentarias de naturaleza areniscosa y conglomerádica que descansa en discordancia angular sobre las calizas de Arcurquina. Vargas (1970), señala que la Formación Huanca yace en contacto con la Formación Arcurquina por medio de una falla normal.

Esta Formación se depositó después de un gran levantamiento, el que ocurrió posiblemente durante el Cretáceo superior y que correspondería a la fase Peruana (Steinmann, 1930) que plegó moderadamente a los sedimentos inferiores. Sucede que estas capas rojas en muchos lugares se muestran concordantes y en otros discordantes sobre las rocas cretácicas infrayacentes, no habiéndose plegado en muchos sitios.

## **ERA MESOZOICO**

Las unidades mesozoicas corresponden al Cretáceo, siendo éstas de origen marino, afloran a lo largo de la Faja Subandina, en el piedemonte de la cordillera oriental. En el Mesozoico se ha diferenciado las formaciones Vivian, Chonta, y el grupo Oriente, formando parte de la estratigrafía oriental en la zona de selva alta.

También se identifica la formación Huambutio, la cual sólo aflora muy puntualmente al inicio del área de estudio.

#### **Formación Celendín (Kis-m)**

Se encuentra disperso en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba; pertenece al sistema Cretáceo, Serie Superior Marino; tiene un área de 157057 ha, que representa el 6,76 % del total del área de la cuenca Pampas.

En esta formación abundan las margas y lomoarcillitas grises que meteorizan a colores cremas amarillentas, también existen algunos niveles de calizas nodulosas en estratos delgados. En esta unidad abundan los ammonites, bivalvos, gasterópodos, equinodermos, etc.).

#### **Formación Pananga (Ki-m)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas; pertenece al sistema Cretáceo, Serie Inferior Marino; se ubica en el Distrito de Huaccana y Ongoy, Provincia de Chincheros, Región Apurímac; tiene un área de 2695 ha, que representa el 0,12 % del total del área de la cuenca Pampas.

Denominada como las Calizas Pananga, depositadas directamente sobre el conglomerado Gigantal (Iddings y Olson, 1928). Presenta secuencias de bancos calcáreos claros con tonos grisáceos, asimismo presenta horizontes calcoareníticos fosilíferos y dolomita en bloques exóticos.

#### **Formación Huambutio (Ki- mc)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Sondondo; pertenece al sistema Cretáceo, Serie Inferior Marino; se ubica en el Distrito de Aucará, Provincia Lucanas, Región Ayacucho; tiene un área de 1547 ha, que representa el 0,07 % del total del área de la cuenca Pampas.

Esta formación aflora al Noroeste de la ciudad de Písaq en el cerro Quehuar. La Formación Huambutío sobreyace a la formación Maras e infrayace al Grupo Mitu. En esta zona, aparece una secuencia roja de areniscas finas y limolitas. Este miembro frecuentemente se halla incompleto por efectos erosivos.

#### **Grupo Yura (JsKi-mc)**

Se encuentra disperso en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba; pertenece al sistema Jurásico, Serie Superior; tiene un área de 201837 ha, que representa el 8,69 % del total del área de la cuenca Pampas.

#### **Formación Socosani (Jm-m)**

Se encuentra disperso en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Alto Pampas y Torobamba; pertenece al sistema Jurásico, Serie Medio; tiene un área de 26966 ha, que representa el 1,16 % del total del área de la cuenca Pampas.

#### **Grupo Pucara (PsJi-m)**

Se encuentra disperso en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba; pertenece al sistema Triásico, Serie Superior; tiene un área de 99588 ha, que representa el 4,29 % del total del área de la cuenca Pampas.

## **ERA Paleozoico**

Las unidades paleozoicas corresponden a rocas del cámbrico, ordovícico, silúrico y devónico de origen marino y continental, conformando el basamento que aflora con gran espesor en la Cordillera Oriental y Faja Subandina.

### **Grupo Mitu (Ps-mi)**

Se encuentra disperso en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Caracha; pertenece al sistema Permiano, Serie Superior; tiene un área de 163790 ha, que representa el 7,05 % del total del área de la cuenca Pampas.

Morfológicamente ha generado relieves suaves conformados por crestas subredondeadas y flancos moderados, consiste en una secuencia de areniscas y conglomerados rojizos. Existe variabilidad en la composición litológica, encontrándose constituida por conglomerados, areniscas y limoarcillitas intercaladas con vulcanitas y piroclásticos de color verdoso a violáceo.

### **Grupos Ambo - Tarma – Copacabana (CsP-m)**

Se encuentra disperso en las Unidades Hidrográficas; Bajo Pampas, Medio Pampas y Torobamba; pertenece al sistema Carbonífero, Serie Superior Pérmico; tiene un área de 158607 ha., que representa el 6,83 % del total del área de la cuenca Pampas.

El grupo Ambo se caracteriza por presentar una secuencia de areniscas, lutitas carbonosas intercaladas con niveles de carbón y tobas redepositadas. Presenta estratificación tabular a laminar y figuras sedimentarias correspondientes a ondulitas.

El grupo Tarma, consiste en una secuencia de limoarcillitas oscuras, con intercalaciones de areniscas y calizas. Petrográficamente se encuentra constituida por una alternancia de lutitas oscuras y areniscas gris oscuras, intercalándose cuarcitas, areniscas glauconíticas y calizas de color gris.

El grupo Copacabana, consiste de calizas micríticas gris oscuras en estratos tabulares de aproximadamente 1,0 m de grosor, recristalizadas y silicificadas, intercaladas con niveles pelíticos pizarrosos y calcarenitas gris parduscas.

La edad establecida basándose en las evidencias paleontológicas, equivale a la unidad del Paleozoico Superior.

### **Grupo Cabanillas-Contaya (D-m)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Alto Pampas, en los Distrito de Paras y Totos, Provincia de Cangallo, Región Ayacucho; pertenece al sistema Dabonanno, Serie Medio; tiene un área de 7403 ha, que representa el 0,32 % del total del área de la cuenca Pampas.

Comprende afloramientos de rocas metamórficas tales como gneises y semiesquistos. Las rocas más antiguas son gneises tonalíticos biotíticos-hornbléndicos y semiesquistos cuarzo feldespáticos-biotíticos. Su estructura es ligeramente foliada a bandeado. Las bandas claras consisten de cuarzo y plagioclasas y las bandas oscuras están compuestas de biotita y hornblenda.



## NEOPROTEROZOICA

### **Complejo del Marañón-Esquistos, gneises (PeA-e/gn)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Torobamba, en el Distrito de Tambo, Provincia La Mar, Región Ayacucho; pertenece al Precámbrico; tiene un área de 45 ha, que representa el 0,001 % del total del área de la cuenca Pampas.

Este complejo consiste principalmente en esquistos micáceos, filitas, pizarras, cuarcitas y meta-arcosas de origen sedimentario, y también de gneises granodioríticos asociados con rocas graníticas que muestran un grado considerable de metamorfismo; todas estas rocas son cortadas por vetas de cuarzo y anfibolitas de dimensiones pequeñas.

La mineralogía frecuente de las rocas gnéicas consiste en cuarzo, plagioclasa, ortosa, biotita, sericita, clorita y epidota, mientras que en los cuerpos anfibolíticos asociados abunda la hornblenda con accesorios de esfena apatito y zircón. Por lo tanto es posible afirmar que el grado de metamorfismo de estas rocas corresponde a facies anfibolita y granulita, cuyo nivel corresponde a la mesozona profunda y posiblemente catazona. Sin embargo la presencia de metasedimentos con un grado de metamorfismo bajo a moderado, evidencian niveles de metamorfismo de epizona de facies esquistos verdes.

## UNIDADES INTRUSIVAS

### **Riolita y Conglomerados (N-an/ri)**

Se encuentra disperso en las Unidades Hidrográficas; Alto Pampas, Medio Pampas y Caracha; pertenece al sistema Neógeno, Andesita-Riolita; tiene un área de 25583 ha, que representa el 1,10 % del total del área de la cuenca Pampas.

Pertencientes al grupo Mitu, cuyos afloramientos se levantan con pendientes empinadas a partir de la cota 2800 msnm., hacia el Este de la ciudad de Huanta, dejando una escarpa casi vertical con respecto a la superficie inferior de baja pendiente.

Los cursos altos del río Huanta, de la quebrada Ulluchuycco y de otras menores, cortan las rocas del grupo Mitu formando valles angostos y profundos.

Los conglomerados, en general, se caracterizan por englobar a fragmentos redondeados a semiredondeados, de diferente tamaño, de riolita, andesita y cuarcita, en una matriz areno-limosa algo arcillosa, de buena consistencia y color marrón rojizo.

Las riolitas, se presentan en gruesos paquetes con marcada seudoestratificación de rumbo promedio N 45°W y buzamientos que varían de 40 a 60°SW, con textura afanítica a porfirítica, color rosáceo a rojizo y buena tenacidad y consistencia.

### **Batolito de cordillera blanca (N-gd/to)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Medio Pampas, en el Distrito de Quishuara, Provincia Andahuaylas, Región Apurímac; pertenece al Neógeno Granodirita-Tonalita; tiene un área de 1935 ha, que representa el 0,08 % del total del área de la cuenca Pampas.

En el área afloran rocas del batolito de la Cordillera Blanca (Neógeno) caracterizado por rocas de carácter ácido (granitos- tonalita) y se considera este magmatismo que se encuentra emplazado paralelo a la zona de subducción. El Grupo Calipuy (Paleógeno-Neógeno) consiste de una serie de productos lávicos y

piroclásticos emitidos por centros volcánicos de composición intermedia a ácida (andesitas basálticas a dacitas), dichas rocas son de naturaleza calcoalcalina a medianamente potásica El Grupo Goyllarisquizga (Cretáceo Inferior) consistente de calizas, areniscas, cuarcitas y pelitas, asociadas a lentes de carbón. (Wilson, J, et al., 1967 y Cobbing, J et al., 1996).

#### **Batolito de Abancay (PN-gd/to)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Chicha Soras, Medio Pampas y Bajo Pampas, en el Distrito de Quishuara, San Jerónimo, Andahuaylas, Tumay y Huaraca, Provincia Andahuaylas, Región Apurímac; tiene un área de 25200 ha, que representa el 1,08 % del total del área de la cuenca Pampas.

En el área ocurre una secuencia de sedimentario (Calizas, gris, margas), que pertenecen a la formación ARCURQUINA de rumbo NE Y buzamientos E – SE tectónicamente contactos litológico se encuentran las rocas ígneas del batolito de Abancay.

Las calizas ARCURQUINA morfológicamente en el área nos ofrecen un paisaje muy agreste y son los afloramientos de mayor altitud en el área, con formaciones de escarpas muy abruptas. La estratificación es poco definido.

#### **Intrusivos Menores (P-an/ri)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Chicha Soras, Torobamba y Alto Pampas, en el Distrito de Pampachiri, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac; al Distrito de Tambo y San Miguel, Provincia La Mar, Región Ayacucho; Distrito de Pilpichaca, Provincia de Huaytará, Región Huancavelica. Son cuerpos sub volcánicos; tiene un área de 3647 ha, que representa el 0,16 % del total del área de la cuenca Pampas.

Se designa así a un conjunto de diferentes cuerpos intrusivos que se ubican en la zona alta de la cordillera, aparentemente sin guardar relaciones directas entre uno y otro. Estos cuerpos han producido un metamorfismo de contacto con presencia de una amplia aureola de metamorfismo, donde algunos cuerpos intrusivos han mineralizado con vetas y cuerpos auríferos.

Según las clasificaciones de Irwin y Baragar (1971) y Kuno (1968) están caracterizados en el dominio calco-alcalino. Sus facies son variadas, constituyendo dioritas, granodioritas y granitos, sus texturas van de grano grueso a medio, son de colores claros, y no presentan foliación. Conforman mayormente las cumbres de la cordillera oriental, pero sus crestas se alinean en dirección a la zona subandina.

#### **Plutones indiferenciados segmentos de Piura (KP-to/gd)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Medio Pampas, en el Distrito de Alcamenca y Colca, Provincia Víctor Fajardo, Región Ayacucho; pertenece al Cretáceo Paleógeno; tiene un área de 1231 ha, que representa el 0,05 % del total del área de la cuenca Pampas.

#### **Complejo Querobamba (PT-mzg/gr)**

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Chicha Soras, Sondondo, Medio Pampas, Torobamba. Son Plutones tardihecínicos; tiene un área de 183807 ha, que representa el 7,91 % del total del área de la cuenca Pampas.

#### **Plutones Tarma Carrizal (P-to/gd)**

Se encuentra en las Unidades Hidrográficas Chicha Soras, Sondondo y Bajo Pampas, en los Distritos de Pacobamba, Pomacocha, Pampachiri, Provincia de

Andahuaylas, Región Apurímac; al Distrito de Chipao, Provincia de Lucanas, Región Ayacucho; Son Tonalita y Granodioritas Paleocegenas; tiene un área de 4222 ha, que representa el 0,18 % del total del área de la cuenca Pampas.

## 2.8. Geomorfología

En la cuenca Pampas se pueden distinguir 15 formaciones geomorfológicas, siendo los más representativas: vertiente montañosa empinada a escarpada con 25,19 %, vertiente montañosa y colina moderadamente con 25,12 %, vertiente montañosa y colina empinada a escarpada con 24,68 % del área total de la cuenca.

En el Cuadro N°2.8 y Mapa N°6 Geomorfología, se muestra a clasificación a nivel de la cuenca de río Pampas.

Cuadro N°2.8  
GEOMORFOLOGÍA

N°	Descripción	Símbolo	Area(ha)	Area(%)
1	Altiplanicie	A-a	1504	0.06
2	Altiplanicie disectada	Ad-c	162231	6.98
3	Altiplanicie ondulada	Ao-b	127190	5.47
4	Fondo de valle y llanura aluvial	Fv3-a	9727	0.42
5	Fondo de valle glaciar	Vg-a	3071	0.13
6	Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada	Vs1-d	583789	25.12
7	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	Vs1-e	573455	24.68
8	Vertiente montañosa moderadamente empinada	Vs2-d	29732	1.28
9	Vertiente montañosa empinada a escarpada	Vs2-e	585263	25.19
10	Vertiente montañosa moderadamente empinada	Vs3-d	817	0.04
11	Vertiente montañosa empinada a escarpada	Vs3-e	209982	9.04
12	Vertiente allanada	Vsa-b	1566	0.07
13	Vertiente allanada a disectada	Vso-c	23476	1.01
14	Otros: Nevados	Nv	1864	0.08
15	Lagunas	Lag	9971	0.43
<b>TOTAL</b>			<b>2,323,637</b>	<b>100.00</b>

Fuente: ONERN

### Altiplanicie (A-a)

Las altiplanicies se ubican en la Unidad Hidrográfica Caracha, en la provincia de Huancasancos, desde los 3975 hasta los 4200 msnm; con un área de 1504 ha, que representa el 0,06 % del total del área de la cuenca Pampas.

Su fisiografía es de llanura de 0 a 4 % de pendiente, formada por acumulación lacustre, aluvial y fluvio-glaciar. Frecuente acumulación arcillosa y condiciones de mal drenaje.

Las altiplanicies son resultado del desarrollo de superficies de erosión formadas principalmente durante el Terciario Miocénico, en una etapa en que la cordillera oriental era ya un relieve definitivamente continental, que fue atacado por severos procesos erosivos de entonces. Se considera que en el Terciario medio estas superficies de erosión, que en conjunto reciben el nombre de superficie "puna" allanaron los relieves andinos plegados del Paleozoico hasta niveles altitudinales bastante bajos (altitudes no conocidas). Pero luego el levantamiento andino ocurrido desde el Plioceno hasta los tiempos recientes del Pleistoceno, elevó esas superficies hasta las altitudes aproximadamente actuales donde se hallan los remanentes de esas antiguas superficies, las mismas que fueron en su mayor parte destruidas por la erosión subsiguiente al levantamiento.

En general los aplanamientos erosivos altiplánicos, cortan de manera más o menos uniforme a los distintos tipos de rocas y estructuras existentes, los mismos que están en parte cubiertos por metros o decenas de metros de material moderno de acumulación glacial, fluvial y fluvio glacial

#### **Altiplanicie disectada (Ad- c)**

La Altiplanicie disectada se ubica en todas las Unidades Hidrográficas a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba y Bajo Pampas, desde los 3500 hasta los 4800 msnm., con un área de 162231ha, que representa el 6,98 % del total del área de la cuenca Pampas.

Son sectores de topografía media accidentada (pendiente predominante de 15 – 25 %), formada por acumulación morreica dejada por glaciares cuaternaria, con superficie de erosión y superficie estructural de substrato geológico rocoso.

Corresponden a medios excavados por las glaciaciones y que han resultado allanadas por la acumulación glacial. Básicamente están constituidos por los pisos de grandes estadios de glaciaciones que se aglutinan en las cabeceras de la cuenca, y por valles glaciares de perfil irregular, donde la pendiente llana dominante se halla interrumpida por umbrales de afloramientos del substrato rocoso y por rellenos de morrenas laterales.

La cobertura de gramíneas y suavidad de las pendientes restringe la ocurrencia de acciones erosivas actuales, salvo el caso localizado de pequeñas escorrentías y erosión en surcos.

#### **Altiplanicie ondulada (Ao-b)**

Su fisiografía es de 4 a 15 % de pendiente, con frecuentes accidentes topográficos. Formada por acumulación fluvio-glacial-morreica de glaciar de piedemonte. Frecuente acumulación arcillosa y condiciones de mal drenaje.

Las altiplanicies onduladas se ubican en todas las Unidades Hidrográficas a excepción Torobamba y Bajo Pampas, desde los 3555 hasta los 4750 msnm; con un área de 127190 ha, que representa el 5,47 % del total del área de la cuenca Pampas.

Corresponden a medios excavados por los flujos de los ríos cuaternarios, que han resultado allanadas por la acumulación. Básicamente están constituidos por terrazas altas, de perfil plano a ligeramente ondulado, posteriormente retocadas por los pequeños arroyos que circulan por su superficie.

La suavidad de las pendientes restringe la ocurrencia de acciones erosivas actuales, salvo el caso localizado de pequeñas escorrentías y erosión en surcos ubicados en los escasos accidentes topográficos. En sectores muy localizados hay ocurrencia de condiciones de hidromorfismo por mal drenaje debido a la suavidad del terreno y su constitución mayormente arcillosa.

#### **Fondo de valle y llanura aluvial (Fv3-a)**

El Fondo de Valle y Llanura aluvial se ubican en las Unidades Hidrográficas Medio Pampas y Bajo Pampas, en pequeñas franjas del borde del río Pampas, desde los 1500 hasta los 2700 msnm; con un área de 9727 ha, que representa el 0,42 % del total del área de la cuenca Pampas.

La acumulación fluvial y torrencial creciente (holocénica y pre holocénica), que forma planicie de 0 a 4 % de pendiente, con niveles de terrazas y conos terrazas que tapizan el fondo de las depresiones.

Se componen de la acumulación y abandono de materiales de los cursos de agua, especialmente de los ríos de régimen permanente. Los depósitos dejados por estas corrientes consisten en bancos estratificados de arcilla, limo, arena y grava mayormente redondeada, que se forman inicialmente en los cauces fluviales, pero que con posterioridad puede quedar en posiciones elevadas y alejadas de las respectivas corrientes.

Desde un inicio, las corrientes de agua transportan determinada cantidad y tipo de materiales; los de mayor tamaño y más pesados discurren por los canales más profundos y de mayor velocidad de corrientes. Mientras que los elementos finos se sedimentan hacia los bordes. Esta situación es muy cambiante, de acuerdo a las temporadas de mayor o menor lluvia, o la mayor o menor cantidad de carga sólida que llega a un determinado punto. Por ello, las corrientes abandonan parte de su carga, tanto en el fondo como en las riberas y de esta manera se forman los depósitos aluviales. En el trazo de sierra del río Pampas, los depósitos se distribuyen en fajas mayormente alargadas, ocupando los fondos de valle entre las vertientes montañosas.

Los fondos de valle de la sierra media y alta son más estables y los depósitos de fondo de valle se distribuyen en niveles escalonados de antiguas terrazas fluviales. En la zona alta, los ríos ocupan por lo general fajas sobre excavadas de origen glaciar. En la zona media, los ríos forman fondos de valle relativamente estables, en comparación con los fondos de la zona inferior, altamente dinámicos y erosivos.

La gran mayoría de ríos y quebradas andinas prácticamente tienen fondos muy estrechos y reducidos, donde inclusive las corrientes muchas veces ocupan la totalidad de la depresión que hay entre las vertientes.

#### **Fondo de valle glaciar (Vg-a)**

El Fondo de Valle glaciar se ubican en las Unidades Hidrográficas Alto Pampas y Caracha, en forma dispersa, desde los 4050 hasta los 4500 msnm; con un área de 3071 ha, que representa el 0,13 % del total del área de la cuenca Pampas.

Son de terreno plano de 0 a 4 % de pendiente, con accidentes topográficos locales. Formado por morrenas de fondo glaciar con frecuente acumulación arcillosa y condiciones de mal drenaje.

Son relieves llanos que forman fajas de terreno alargadas y estrechas, encajonados entre vertientes montañosas generalmente escarpadas que en conjunto presentan una forma de valle en "U". Estos valles se formaron por la acción erosiva de las masas de hielo cuaternarias, que luego de exhondar los valles pre existentes dejaron acumulaciones glaciales que tapizan actualmente los fondos de valle.

La colmatación dominante de estos fondos de valle hace que sus superficies sean casi horizontales, y además hay una importante presencia de formaciones arcillosas. Debido a estas condiciones, estas superficies resultan en gran parte anegadas permanentemente, ya que son zonas cercanas a las cumbres glaciales y periglaciales que les proporcionan aportes de fusión y lluvia provenientes de las laderas cercanas. Las aguas se concentran en los fondos debido a la horizontalidad del terreno y a su contenido de materiales finos poco permeables.

De este modo los fondos de valle glaciales llanos incluyen numerosos humedales y pequeñas lagunas.

Desde un punto de vista morfológico los fondos son medios favorables a la construcción, ya que son llanos, de materiales fácilmente excavables, que no generan taludes inestables ni excesiva cantidad de desmontes, pero en cambio, los anegamientos locales representan importantes problemas. Además de estas particularidades, los fondos de valles glaciales son medios ecológicos de interés por sus numerosos humedales.

#### **Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada (Vs1-d)**

La vertiente montañosa y colina moderadamente empinada se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas, en forma dispersa, desde los 3.200 hasta los 5000 msnm; con un área de 583789 ha, que representa el 25,12 % del total del área de la cuenca Pampas.

Las vertientes montañosas ligeramente accidentadas, son laderas que tienen espaciamientos de varios cientos de metros entre los cauces que los disectan. En consecuencia, la topografía es bastante regular y menos agreste que si tuvieran una fuerte disección. Esta baja tasa de disección se debe a substratos geológicos permeables, de rocas arenosas, calcáreas, o de lavas volcánicas, que orientan las aguas de lluvia hacia circulaciones profundas, antes que favorecen el escurrimiento superficial.

#### **Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada (Vs1-e)**

La vertiente montañosa y colina empinada a escarpada se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas, en forma dispersa, desde los 1950 hasta los 5000 msnm; con un área de 573455 ha, que representa el 24,68 % del total del área de la cuenca Pampas.

Con pendiente predominante mayor a 50 %, con una superficie mayormente rocosa y cubierta discontinua de material glacial y periglacial.

Estos relieves son los más agrestes de área, y están formados por sectores montañosos fuertemente disectados, donde la altura de las laderas puede sobrepasar los 1000 m, con presencia de numerosos cauces, muchas veces separados unos de otros por menos de 100 m de longitud.

A esta condición de severa disección y magnitud de los relieves, se aúnan pendientes empinadas, frecuentemente superiores a 50%, con numerosos escarpes subverticales. A veces bajo los frecuentes afloramientos rocosos escarpados, aparecen amplias formaciones de rellenos coluviales gravitativos en condición de inestabilidad debido a las fuertes pendientes.

La intensidad de disección está relacionada al substrato geológico impermeable de rocas intrusivas y arcillosas, como el batolito costero al oeste, y las formaciones arcillosas al este, en el contacto con la selva alta. La impermeabilidad rocosa favorece la esorrentía antes que la infiltración, por lo que se forman mayor cantidad de cauces.

Por lo mismo resultan áreas más inestables, donde son especialmente riesgosos los grandes movimientos de masa identificados para el valle Alto Pampas, Caracha, Chicha Soras, Sondondo, Torobamba y Bajo Pampas, y los abarramientos y formación de cárcavas para las vertientes de la parte media e inferior, ubicadas bajo los 3,000 m de altitud.

### **Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vs2-d)**

La vertiente montañosa moderadamente empinada se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Carcha, en forma dispersa, desde los 2350 hasta los 3050 msnm; con un área de 29732 ha, que representa el 1,28 % del total del área de la cuenca Pampas.

En estos relieves la topografía es más agreste; donde las laderas, generalmente de gran magnitud (superior a 500 m) sobre las llanuras circundantes, presentan una mediana tasa de disección, con cauces ubicados entre 100 y 500 m entre ellos. El resultado es una sucesión de accidentes topográficos frecuentes, con pendientes predominantes del orden de 25 a 50%, con numerosos escarpes y taludes subverticales.

La causa de la mayor disección es la existencia de substratos rocosos relativamente impermeables, de rocas intrusivas y sedimentarias o metamórficas arcillosas, que favorecen el escurrimiento antes que la filtración. Son frecuentes en la zona media andina, cuando las vertientes descienden desde las partes altas. Su estabilidad es también intermedia, con procesos erosivos importantes, más o menos localizados, cabiendo considerar aquí, la posibilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa de riesgo para la zona media, como la que bordea el valle de Torobamba, Chicha Soras, Sondondo, donde la topografía medianamente accidentada se debe a rocas poco consistentes que facilitaron el allanamiento, pero igualmente constituye un factor de potencial inestabilidad.

### **Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs2-e)**

La vertiente montañosa empinada a escarpada se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas, en forma dispersa, desde los 2000 hasta los 4250 msnm; con un área de 585263 ha, que representa el 25,19 % del total del área de la cuenca Pampas.

### **Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vs3-d)**

La vertiente montañosa moderadamente empinada se encuentra en la Unidad Hidrográfica Torobamba, en la provincia de La Mar, desde los 2100 hasta los 2650 msnm; con un área de 817 ha, que representa el 0,04 % del total del área de la cuenca Pampas.

### **Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs3-e)**

La vertiente montañosa moderadamente empinada se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas, en toda la franja del río Pampas y sus afluentes, desde los 975 hasta los 3350 msnm; con un área de 209382 ha, que representa el 9,04 % del total del área de la cuenca Pampas.

Con pendientes mayores del 50 %, con numerosos escarpes, vertiente muy agreste, semiárida a subdesértica, con superficie generalmente rocosa y cubierta discontinua de origen coluvial.

Son los relieves más accidentados de la sierra, formados por laderas que tienen una pendiente generalmente superior a 50%, con un pronunciado desnivel altitudinal entre las bases y la cumbres de las laderas, que va de 300 a cerca de mil metros. Estas vertientes definen un conjunto fisiográfico de topografía agreste y bastante inestable, que incluye numerosos sectores con cubiertas de material coluvial suelto sobre las laderas, alternando con numerosos escarpes rocosos compactos.

El origen de las vertientes montañosas se remonta principalmente a fines del Terciario y comienzos del Cuaternario, cuando debido al levantamiento andino plio pleistocénico, ocurrió un intenso período erosivo que formó la topografía montañosa que actualmente caracteriza la región andina.

La morfogénesis cuaternaria dio lugar a una serie de aspectos de su morfología actual. Por ejemplo, la presencia de numerosos valles en forma de “U” es característica de la zona altoandina por encima de 4000 msnm, donde las vertientes se caracterizan por enmarcar fondos de valle de origen glacial. Es una morfología típica dejada por las glaciaciones cuaternarias, en la que las vertientes de los valles excavados por los antiguos glaciares más potentes, muestran un perfil transversal de 500 a más de mil metros de altura, con una parte inferior ligeramente cóncava y de pendiente suave inferior a 50% (formada por taludes y depósitos coluviales), una parte intermedia de laderas rocosas casi siempre escarpadas, y una parte superior excavada en una serie de depresiones más o menos escalonadas, que conforman los antiguos circos glaciales que alimentaban los glaciares.

#### **Vertiente allanada (Vsa- b)**

La vertiente allanada se encuentra en las Unidades Hidrográficas Sondondo, en el Distrito de Cabana y Santa Ana de Huaycahuacho y Chicha Soras, en el Distrito de Pampachiri, que pertenece a la Región Apurímac, desde los 2900 hasta los 3600 msnm; con un área de 1566ha, que representa el 0,07 % del total del área de la cuenca Pampas.

Son sectores de topografía llana a ligeramente ondulada a disectada (pendiente de 4 a 15%). Corresponden tanto a sectores donde la excavación cuaternaria de los valles permitió el explayamiento relativamente amplio de depósitos aluviales, como al desarrollo incipiente de superficies de erosión locales a partir de la base de las vertientes; en ambos casos, los terrenos se conforman de materiales coluvio- aluviales de grava, arena, limo y arcilla dispuestos de manera heterométrica.

La poca pendiente, así como la reducida actividad morfológica de las vertientes aledañas hace que aquí la erosión actual sea bastante restringida, salvo el caso localizado de los terrenos de mayor pendiente y accidentes topográficos, donde se aprecian acciones de escurrimiento difuso y en surcos, así como el desarrollo de pequeñas cárcavas; asimismo hay fenómenos erosivos localmente importantes en los bordes ribereños.

#### **Vertiente allanada a disectada (Vso-c)**

La Vertiente Allanada a Disectada se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de las Unidades Hidrográficas Torobamba y Caracha desde los 2300 hasta los 3550 msnm; con un área de 23476 ha, que representa el 1,01 % del total del área de la cuenca Pampas.

Superficie de erosión local, con acumulación coluvial y rellenamiento volcánico moderno afectado por intenso proceso de disección reciente.

Son superficies relativamente accidentadas donde las pendientes predominantes están comprendidas entre 15 a 25 %, con numerosos sectores llanos y escarpes subverticales. Su origen está ligado a los materiales provenientes de la destrucción parcial por la erosión, tramo de los antiguos aplanamientos terciarios de la zona andina como de las mesetas volcánicas pre-cuaternarias del sur del país.

El potencial de estas zonas presenta ciertas limitaciones, principalmente debido a las bajas temperaturas, fuertes pendientes, suelos superficiales y fenómenos de erosión.



## 2.9. Capacidad de Uso Mayor

En la cuenca Pampas se pueden distinguir 18 formaciones de Capacidad de Uso Mayor, siendo los más representativas: Pastoreo de Páramo, Calidad Agrológica Baja, Protección, Limitación por suelo y erosión con 31,42 %, Protección (Bosque nuboso) con 13,93 %, Protección-Pastoreo, Calidad Agrológica Baja-Cultivos en Limpio, Calidad Agrológica Baja, Limitación por suelo y erosión con 10.9 % del área total de la cuenca.

En el Cuadro N°2.9 y Mapa N° 7 Capacidad de Uso Mayor se muestra las unidades correspondientes en la cuenca de río Pampas.

Cuadro N°2.9  
UNIDADES CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA CUENCA  
DEL RIO PAMPAS

N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	Area ( ha )	Area ( % )
1	Cultivos en Limpio - Pastoreo - Proteccion. Calidad agrológica Baja. Limitacion por suelo y erosion.	A3se-P3se-Xse	5,345	0.23
2	Pastoreo de paramo, Calidad Agrológica Baja - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion	P2sc-Xse	730,052	31.42
3	Pastoreo de paramo, Calidad Agrológica Media - Proteccion. Limitacion por suelo y erosion.	P2se-Xse	184,938	7.96
4	Pastoreo de paramo, Calidad Agrológica Media. Proteccion. Limitacion por suelo, erosion y clima.	P3sec-Xse	202,489	8.71
5	Proteccion - Cultivos Permanentes - Cultivos en Limpio. Calidad Agrológica Baja, limitacion por suelo, erosion, requie	Xn	9,660	0.42
6	Proteccion - Forestales, Calidad Agrológica Baja, limitacion por suelo y erosion.	Xse	14,566	0.63
7	Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrológica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.	Xse-C3se( r )-A3se( r )	10,233	0.44
8	Proteccion - Pastoreo - Cultivos en Limpio. Calidad Agrológica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.	Xse-F3se	17,061	0.73
9	Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrológica Baja, limitacion por suelo, erosion y clima.	Xse-P2sc	75,967	3.27
10	Proteccion - Pastoreo de paramo, Calidad Agrológica Baja. Limitacion por suelo, erosion y clima.	Xse-P3s( t )-C3se	35,594	1.53
11	Proteccion - Pastoreo temporal - Cultivos Permanentes. Calidad Agrológica Baja, limitacion por suelo y erosion.	Xse-P3se	5,653	0.24
12	Proteccion - Pastoreo, Calidad Agrológica Baja - Cultivos en Limpio, Calidad Agrológica Baja. Limitacion por suelo y	Xse-P3se-A3se	253,196	10.90
13	Proteccion - Pastoreo, Calidad Agrológica. Limitacion por suelo y erosion.	Xse-P3se-A3sec	206,472	8.89
14	Proteccion (Bosque nuboso)	Xse-P3sec	323,795	13.93
15	Proteccion - Pastoreo temporal - Cultivos Permanentes. Calidad Agrológica Baja, limitacion por suelo y erosion.	Xse-P3sec-A3sec	156,772	6.75
16	Proteccion (limitacion por suelo y erosion)	Xse**	81,405	3.50
17	Otros Laguna	Lag	9,971	0.43
18	Nevado	Nv	469	0.02
<b>T O T A L</b>			<b>2,323,637</b>	<b>100</b>

Fuente: ONERN

### Cultivo en Limpio-Pastoreo-Protección. Calidad Agrológica Baja. Limitación por suelo y erosión (A3se-P3se-Xse)

Presenta una proporción de asociación de 40-40-20 % respectivamente, se ubican en la Unidad Hidrográfica Sondondo, en el distrito de Querobamba y Morcolla; provincia de Sucre, región Ayacucho. Está comprendido desde los 3100 hasta los 4150 msnm.

Conformados principalmente por tierras A3se, en los que se puede cultivar: hortalizas, maíz; en P3se plantas silvestres como: Festuca Olicophilla, Poa Equigluma, Calamagrosti Ovata, Calamagrostis Heterophilla, Alchemilla Innata y la asociación Xse está conformada por suelos para protección. Abarca una extensión de 5345 ha, que representa el 0,23 % del área total de la cuenca Pampas.

### Pastoreo de Páramo, Calidad Agrológica Baja-Protección, Limitación por suelo y erosión (P2sc – Xse)

Se encuentran en toda la cuenca Pampas, principalmente bordeando las estribaciones del río Pampas y su afluentes, ampliándose el área en las partes altas de las Unidades Hidrográficas: Caracha, Chicha Soras y Sondondo; con un área de 730051 ha, que representa el 31,42 % del área total de la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 1250 hasta los 4650 msnm.

Conformada principalmente por tierras con aptitud para: **a) Pastos (P)** de calidad agrológica Media (2), con limitaciones por suelo (s) y clima (c) referida a la presencia de bajas temperaturas y **b) Protección (X)**. Presentándose en una proporción de asociación de 70 -30 %, respectivamente. Entre los principales pastos tenemos: Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Gilgiani, Calamagrostis Cephalanta, Calamagrostis Ovata, Festuca Orthophylla.

Está comprendidas dentro de las zonas climáticas húmedas a superhúmedas-Frías a muy frías, correspondiente a las zonas de vida: páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS), páramo muy húmedo-Subalpino Subtropical (pmh-SaS), tundra muy húmeda-Alpina Subtropical (tmh-AS), páramo pluvial- Subalpino Subtropical (pp-SaS) y tundra pluvial-Alpina Subtropical (tp-AS), localizadas principalmente dentro de una fisiografía de altiplanicies andinas, lomadas, piedemontes y fondos de valle glaciar.

Estas tierras presentan suelos desarrollados a partir de materiales coluvio-aluviales, aluviales, glaciares y pequeñas lagunas; moderadamente profundos a profundos; textura media a moderadamente fina; relieve plano, con pendientes planas a moderadamente empinadas (0-25 %); fertilidad natural media a baja; con presencia de gravosidad en algunos sectores, en porcentajes variables; con drenaje natural bueno a moderado, en algunos sectores de humedales o bofedales puede llegar a ser imperfecto a pobre.

#### **Pastoreo de Páramo, Calidad Agrológica Media, Protección Limitación por suelo y erosión P2se-Xse**

Se ubica en forma dispersa en las Unidades Hidrográfica: Caracha, Sondondo, Chicha Soras y Medio Pampas, con un área de 184938 ha, que representa el 7,96 % del área total de la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 3850 hasta los 4275 msnm., se localizan ocupando parte del territorio de los distritos: Sacsamarca, Carapo, Huancasancos, Acucará y Pampachiri.

Esta asociación corresponde a Tierras aptas para Pastos (P), de calidad agrológica media, subclases por suelo y erosión como factores limitantes; pastoreo temporal y Tierras de Protección (X), con limitantes de suelo y erosión. Estos suelos son en su mayor extensión de desarrollo in situ, formados a partir de rocas calizas o areniscas y cuarcitas; pero en algunos lugares desarrollados a partir materiales detríticos gruesos y finos derivados de estas mismas rocas; cuyas características principales son: muy superficiales a moderadamente profundos, de textura ligera a media, drenaje bueno a excesivo, reacción fuertemente a ligeramente ácidos, pendientes inclinadas a empinadas, ligeramente pedregosos y erosión moderada a severa; Presentándose en una proporción de asociación de 80 -20 %, respectivamente.

Estos suelos son de media a baja calidad agrológica, en donde los principales factores limitantes son algunas características del suelo y la erosión severa. En aquellas tierras aptas para pastos se recomienda la instalación de pastos mejorados puros o en asociación, haciendo rotación de potreros, evitando el sobre pastoreo, para no permitir la extinción de especies palatables, así mismo es necesario la instalación de pastos mejorados de alto rendimiento, complementado con prácticas de conservación de suelos y manejo adecuadas, mientras que aquellas tierras de protección deben ser protegidas como refugio de la fauna silvestre, pudiendo incluso reforestarse pero con fines de protección y con especies nativas propias del lugar.

Los principales pastos son: Festuca sp, Bromus sp, Poa sp, Muhlenbergia sp, Trifolium sp, Vicia sp, Eragrostis Gilgiane sp, Calamagrostis Cephalanta, Calamagrostis Ovaca.

**Pastoreo de páramo, Calidad Agrológica Media, Protección, Limitación por suelo, erosión y clima (P3sec-Xse)**

Se encuentran en todas las Unidades Hidrográficas a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba, principalmente en las partes medias y altas; ocupa un área de 202489 ha, que representa el 8,71 % del área total de la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 2750 hasta los 4600 msnm.

Conformada principalmente por tierras con aptitud para: **a)** Pastos (P) de calidad agrológica Baja (3), con limitaciones por suelo (s), topografía, por riesgo a la erosión (e) y clima (c) referida a la presencia de bajas temperaturas y **b)** Protección (X), con extremadas limitaciones por suelo (s) y topografía muy accidentada (e). Presentándose en una proporción de asociación de 80 - 20 %, respectivamente. Entre los principales pastos tenemos: Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Gilgiani, Calamagrostis Cephalanta, Calamagrostis Ovata, Festuca Orthophylla;

Están comprendidas dentro de las zonas climáticas húmedas a superhúmedas-Frías a muy frías, correspondiente a las zonas de vida: páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS), páramo muy húmedo-Subalpino Subtropical (pmh-SaS), tundra muy húmeda-Alpina Subtropical (tmh-AS), páramo pluvial-Subalpino Subtropical (pp-SaS) y tundra pluvial-Alpina Subtropical (tp-S), principalmente; localizadas dentro de una fisiografía de laderas y cimas de montañas y colinas ligera a moderadamente disectadas; y valles glaciares.

Estas tierras presentan suelos desarrollados a partir de materiales coluvio-aluviales, coluviales, glaciares y residuales; moderadamente profundos a superficiales; textura moderadamente fina a fina; relieve ondulado, con pendientes fuertemente inclinadas a empinadas (08-50%); fertilidad natural baja; con presencia de fragmentos rocosos gruesos superficiales y subsuperficiales, en porcentajes y tamaños variables; con drenaje natural bueno a moderado, en algunos sectores de puquiales o manantiales puede llegar a ser imperfecto.

**Protección-Cultivos Permanentes-Cultivos en Limpio. Calidad Agrológica Baja, Limitación por suelo, erosión, requieren riego (Xn)**

Presenta una proporción de 100 % de protección, se ubican en la Unidades Hidrográficas Torobamba y Bajo Pampas, en el distrito de Tambo, San Miguel, Chungui, provincia La mar, región Ayacucho. Está comprendido desde los 3500 hasta los 4350 msnm.; tiene una extensión de 14565 ha, que representa 0,42 % del área total de la cuenca.

**Protección- Forestales, Calidad Agrológica Baja, limitación por suelo y erosión (Xse)**

Representa una proporción de 100 % de protección forestal. Se ubica en las partes altas de la Unidad Hidrográfica Alto Pampas, con una superficie de 14565 ha, que representa el 0,63 % de toda la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 4200 hasta los 4950 msnm. Se localiza en el distrito de Pilpichaca, provincia de Huaytará, distrito de Santa Ana, Provincia de Castro Virreyrna, Región Huancavelica.

Comprende aquellas tierras de protección que en forma asociada con otras tierras con potencial productivo (**A, C, P y F**), en forma amplia casi en todas las zonas climáticas, de las regiones de sierra.

Estas tierras se encuentran conformando las zonas de superficies onduladas, cimas y laderas de colinas y montañas con moderadas a fuertes disecciones; caracterizadas por presentar una topografía accidentada con pendientes empinadas a extremadamente empinadas (25 - 75 %), características que le confiere en las zonas de sierra, un alto potencial de riesgo erosivo, por la acción combinada de la escorrentía superficial del agua de lluvia, la pendiente del terreno y la gravedad. Cuyo efecto se acrecienta con el grado de inclinación de la pendiente.

**Protección-Pastoreo-Cultivos en Limpio. Calidad Agrológica Baja, limitación por Suelo, erosión y clima (Xse-C3sc (r)-A3se(r))**

Presenta una proporción de 75-15-10 % respectivamente, donde los cultivos predominantes son: manzana, membrillo, durazno, pera, higo, uva, por tener disponibilidad de agua durante todo el año; se ubican en la Unidad Hidrográfica y Bajo Pampas, en los distritos de Caquiabamba, Pacobamba, Quishuara, provincia Andahuaylas, región Apurímac. Está comprendido desde los 1300 hasta los 3350 msnm.; tiene una extensión de 10,232 ha, que representa 0,73 % del área total de la cuenca.

**Protección-Pastoreo-Cultivos en Limpio, Calidad Agrológica Baja, Limitación por suelo, erosión y clima (Xse - F3se)**

Se encuentra localizada en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas, con un área de 17060 ha, que representa el 0,73 % del área de toda la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 1000 hasta los 3750 msnm. Se localiza en el distrito Chungui, provincia La Mar, región Ayacucho.

Conformada principalmente por tierras con aptitud para: **a)** Protección (X); y **b)** Producción Forestal (F) en selva, de calidad agrológica Baja (3); con limitaciones por suelo (s) y topografía (e) por riesgo de erosión hídrica Presentándose en una proporción de asociación de 70 – 30 %, respectivamente.

Está comprendida dentro de las zonas climáticas húmedas a semisaturadas-Templada cálidas a semicálidas, correspondiente a las zonas de vida: bosque húmedo-Subtropical (bh-S), bosque muy húmedo-Montano Bajo Subtropical (bmh-MBS), bosque muy húmedo-Montano Subtropical (bmh-MS), bosque muy húmedo- Premontano Tropical (bmh-PT), bosque muy húmedo-Subtropical (bmh-S), bosque muy húmedo-Subtropical / bosque pluvial-Subtropical (bmh-S / bp-S), bosque pluvial-Montano Bajo Subtropical (bp-MBS), bosque pluvial-Montano Bajo Tropical (bp-MBT), bosque pluvial- Montano Subtropical (bp-MS), bosque pluvial-Montano Tropical (bp-MT), bosque pluvial- remontano Tropical (bmh-PT), bosque pluvial-Subtropical (bp-S) y bosque pluvial semisaturado-Subtropical (bps-S); localizadas dentro de una fisiografía de laderas bajas y cimas de montaña, moderada a fuertemente disectadas, ubicadas en la parte baja del río Pampas, antes de la desembocadura al río Apurímac.

**Protección-Pastoreo de Páramo, Calidad Agrológica Baja, limitación por suelo, erosión y clima (Xse-P2sc)**

Se ubica en las Unidades Hidrográficas Alto Pampas, distritos de Santa Ana, provincia de Castrovirreyna, distrito de Pilpichaca, provincia de Huaytará, región Huancavelica. Está comprendido desde los 3950 hasta los 4900 msnm.; tiene una extensión de 75966 ha, que representa 3,27 % del área total de la cuenca. Tiene una proporción de 70-30 % respectivamente, donde los pastos predominantes son: Festuca Bromus; Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Giliana, Camagrostis Cephalanta, Camagrostis Ovata, Festuca Ortophylla;

**Protección-Pastoreo de Páramo, Calidad Agrológica Baja, limitación por suelo, erosión y clima (Xsc-P3s(t)-C3se)**

Presenta una proporción de 50-25-50 % respectivamente, donde los pastos predominantes son: Bromus sp, Poa sp, Camagrostis sp, Bidens sp, Chloris sp. En la asociación C3se los cultivos predominantes son: Piña, Cítricos, Papayo, Plátano, Caña de Azúcar y Maracuyá se ubican en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas, en los Distritos de: Ocobamba, Andarapa, Caquiabamba, Andahuaylas, Talavera, Pacobamba, Provincia de Chincheros y Andahuaylas, Región Apurímac. Está comprendido desde los 975 hasta los 3600 msnm.; tiene una extensión de 35539 ha, que representa 1,53 % del área total de la cuenca.

**Protección-Pastoreo temporal-Cultivos permanentes. Calidad Agrológica Baja, Limitación por suelo y erosión (Xse-P3se)**

Se ubica en la Unidad Hidrográfica Chicha Soras, en los distritos: Huallana, Tumay, Huaraca, Pomacocha, en la provincia de Andhuaylas, región Apurímac. Está comprendido desde los 3050 hasta los 4150 msnm.; tiene una extensión de 5653 ha, que representa 0,24 % del área total de la cuenca, en una proporción de 80-20 % respectivamente, donde los pastos predominantes son: Festuca olicophilla; Poa equigluma, Camagrostis ovata, Calamagrosti etherophilla, Alchemilla innata, Muhlenbergia ligularis, Eragrostis sp;

**Protección- Pastoreo, Calidad Agrológica Baja-Cultivos en Limpio, Calidad Agrológica Baja, Limitación por suelo y erosión (Xse-P3se-A3se)**

Se ubican dispersos en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba. Está comprendido desde los 3000 hasta los 4400 msnm.; tiene una extensión de 253195 ha, que representa 10,90 % del área total de la cuenca.

Presenta una proporción de 80-15-5 % respectivamente, donde los pastos predominantes son: Festuca olicophilla, Camagrostis ovata, Calamagrosti etherophilla, Alchemilla innata, Muhlenbergia ligularis, Eragrostis sp;

**Protección-Pastoreo, Calidad Agrológica. Limitación por suelo y erosión (Xse - P3se - A3sec)**

Se Ubican en las estribaciones montañosas que conforma las Unidades Hidrográficas: Alto Pampas, Sondondo, Chicha Soras, Torobamba, Medio Pampas, con un área de 206471 ha, que representa el 8,89 % del área total de la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 3050 hasta los 3800 msnm.

Conformada principalmente por tierras con aptitud para: **a)** Protección (X); **b)** Pastos (P), de calidad agrológica Baja (3), con limitaciones por suelo (s) y topografía (e) por riesgo de erosión; y **c)** Cultivos en Limpio (A), de calidad agrológica Baja (3), con limitaciones por suelo (s), topografía (e) por riesgo de erosión y clima (c). Presentándose en una proporción de asociación de 80 – 15 - 05 %, respectivamente.

Los principales pastos son: Festuca Olicophilla, Poa Equigluma, Calamagrosti Ovata, Calamagrostis Heterophilla, Alchemilla Innata, Mulenbergia Ligularis, Eragrostis sp. Cultivo de maca.

Están comprendidas dentro de las zonas climáticas húmedas a perhúmedas-Templada frías, correspondiente a las zonas de vida: bosque húmedo-Montano Subtropical (bh-MS), bosque muy húmedo-Montano Subtropical (bmh-MS), principalmente; localizadas dentro de una fisiografía de valles estrechos intermontañosos y laderas bajas de montaña, ligera a moderadamente disectadas,

### **Protección- (Bosque nuboso) (Xse - P3sec)**

Se ubica en forma dispersa en las Unidades Hidrográficas: Alto Pampas, Torobamba, Sondondo y Caracha. Con una superficie de 323795 ha, que representa el 13,93 % del área de toda la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 3800 hasta los 4550 msnm.

Conformada principalmente por tierras con aptitud para: **a)** Protección (X); y **b)** Pastos (P), de calidad agrológica Baja (3), con limitaciones por suelo (s), topografía (e) por el riego de erosión y clima (c), por la incidencia de bajas temperaturas. Presentándose en una proporción de asociación de 80-20 %, respectivamente.

Los principales pastos son: Festuca, Bromus, Poa, Mulenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Gilgiani, Calamagrotis Cephelanta, Calamagrosti Ovata, Festuca Orthophylla.

Está comprendida dentro de las zonas climáticas húmedas a superhúmedas-Frías a frías, correspondiente a las zonas de vida: páramo húmedo-Subalpino Subtropical (ph-SaS), páramo muy húmedo-Subalpino Subtropical (pmh-SaS), tundra muy húmeda-Alpina Subtropical (tmh-AS), páramo pluvial-Subalpino Subtropical (pp-SaS), tundra pluvial-Alpina Subtropical (tp-AS) y nival-Subtropoical (NS), principalmente; localizadas dentro de una fisiografía de laderas y cimas de colinas y montañas.

Estas tierras presentan suelos desarrollados a partir de materiales coluviales, coluvioaluviales, glaciares y residuales; son superficiales a muy superficiales; con textura media a moderadamente fina; relieve ondulado, con pendientes fuertemente inclinadas a muy empinadas (08 - 75 %), con presencia de materiales rocosos gruesos, superficiales y subsuperficiales, en variados porcentajes y tamaños; con drenaje natural bueno a moderado, pudiendo en algunos sectores de puquiales o bofedales, ser imperfecto a pobre.

### **Protección-Pastoreo temporal-Cultivos permanentes. Calidad Agrológica Baja, Limitación por suelo y erosión (Xse-P3sec-A3sec)**

Se ubica en las Unidades Hidrográficas Bajo Pampas, Medio Pampas y Chicha Soras, en los distritos: Uripa, Ranracancha, Cocharcas, Pacucha, Caquiabamba, Chiara, Cahcapampa, Quishuara, en la provincia de Chincheros y Andahuaylas, región Apurímac. Está comprendido desde los 2400 hasta los 3950 msnm.; tiene una extensión de 156771 ha, que representa 6,75 % del área total de la cuenca. Tiene una proporción de 75-15-10 % respectivamente, donde los pastos predominantes son: Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis gilgiani, Calamagrotis cepelanta, Calamagrotis ovata, Festuca orthophylla.

### **Protección (Limitación por suelo y erosión) Xse**

Presenta una proporción de 100 % de protección, con una superficie de 81,404 ha, que representa el 3,50 % del área de toda la cuenca Pampas. Está comprendido desde los 4300 hasta los 4650 msnm. Se ubica en las Unidades Hidrográficas: Alto Pampas, Sondondo y Chicha Soras, en los distritos de Santa Ana, Provincia de Castrovirreyna, Pilpichaca, provincia de Huaytará, región Huancavelica, en los distritos de Chipao, provincia de Lucanas, distrito de Morcolla, Soras, San Pedro de Larca y en la provincia de Sucre; en el distrito de Pampachiri, provincia de Andahuaylas, región Apurímac.

Agrupar las Tierras de Protección de la zona de vida nival, propia de las partes más elevadas mayor a los 4700 msnm. Esta unidad de tierras involucra no sólo

las áreas de nivales, sino el escenario glaciario comprendido por áreas denudadas, escombros, entre otros. Su importancia radica en constituir un valioso regulador y de suministro de agua del sistema fluvial. Además, presentan un gran valor desde el aspecto escénico y turístico.

## 2.10. Unidades Forestales

En la cuenca Pampas se pueden distinguir 9 tipos de Unidades Forestales, siendo las más representativas: Pajonal Altoandino con 5129 % y Matorral Húmedo Templado con 2558 % del área total de la cuenca.

En el Cuadro N°2.10 y Mapa N°8 Forestal, se muestra a clasificación Forestal de la cuenca de río Pampas.

Cuadro N°2.10  
UNIDADES FORESTALES DE LA CUENCA  
DEL RIO PAMPAS

Descripción	Simbolo	Area(ha)	%
Actividad Agropecuaria	AA	152307	6.55
Bosque Humedo de Montaña	BH-M	997	0.04
Matorral Humedo Templado	MaH-Te	594415	25.58
Matorral Semiarido Semicalido	MaSeA-SeCa	42921	1.85
Matorral Subhumedo Templado	MaSuH-Te	173551	7.47
Nival	N	1263	0.05
Pajonal Altoandino	Pa/Aa	1191854	51.29
Tundra	Tu	156343	6.73
Otros:Lagunas	Lag	9987	0.43
<b>TOTAL</b>		<b>2,323,638</b>	<b>100.0</b>

Fuente: ONERN

### Actividad Agropecuaria (AA)

Cubre una superficie aproximada de 6,58 % del área de la cuenca del río Pampas; se ubica en forma dispersa en la parte media y baja de todas las Unidades Hidrográficas, desde los 2200 hasta los 3800 msnm.

En la sierra, la agricultura se lleva a cabo en dos subregiones: (a) en los valles fértiles y regables de los ríos de la vertiente oriental de los andes y (b) en las laderas de las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes, como por ejemplo en los andenes de Andamarca, que fueron construidos por la cultura Inca y, se ubican en la Unidad Hidrográfica Sondondo.

Desde tiempos muy remotos, las civilizaciones indígenas, han utilizado las tierras fértiles de los terrenos aluviales, cultivando intensamente con riego utilizando las aguas de los ríos.

Para mantener, y si es posible, aumentar la productividad agraria, es necesario entender y resolver los problemas en conservación de manera integral. La erosión del suelo es uno de los problemas más graves de la región, que se origina debido a una despiadada extracción de leña y sobrepastoreo en las laderas.

En la sierra, casi la totalidad de los terrenos de mayor calidad y extensión para la agricultura en limpio se ubican en las planicies de los valles interandinos. El cultivo en limpio en laderas muy inclinadas constituye una de las prácticas más destructivas en la Sierra. Uno de los problemas graves es la erosión combinada

de tipo laminar, surcal y carcaval causada por la escorrentía acelerada debido a que la vegetación natural ha sido eliminada por los leñadores, por el sobrepastoreo y por el cultivo en limpio.

### **Bosque Húmedo de Montaña (BH- M)**

Ocupa una superficie aproximada de 0,04 % del área de la cuenca del río Pampas, en la provincia de La Mar.

Se encuentra ubicado en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas, desde los 2350 hasta los 3500 msnm. (límite inferior del pajonal de puna).

Este bosque forma parte del macizo oriental andino, ubicado a continuación del sistema de colinas. Las laderas que conforman este paisaje, presentan pendientes superiores al 50% y alturas que superan los 300 m desde el nivel de su base, sobre las cuales discurre una red de quebradas que forman valles estrechos en los niveles inferiores. Presentan suelos superficiales con algunos afloramientos líticos.

Se caracteriza por su densa y exuberante vegetación, propio de los bosques lluviosos amazónicos, conformado por una gran diversidad vegetal y animal, en sus diferentes formas de vida, siendo el componente arbóreo el que domina sobre las otras formas de vida vegetal (arbustos, herbáceas, palmeras, cañas, helechos, lianas o trepadoras, parásitas, etc.).

La fisonomía y composición florística de este bosque es variable en cada piso altitudinal donde se encuentra ubicado. Al ascender de un nivel altitudinal a otro, la composición florística se hace menos diversa, el porte de los árboles se reduce, se torna achaparrado y hasta de porte arbustivo en sus límites con el pajonal de puna, donde es frecuente una cubierta de nubes (“bosque nublado”).

Encima de los 1500 msnm, se encuentran las especies: “lambram” *Alnus acuminata var acuminata*, “ch’uyllur” *Vallea stipularis*, “llutu-llutu” *Rapanea latifolia*, *R. dependens*, *Clethra revoluta*, “incienco” *Clusia sp*, *Galactia sp*, “carapacho” *Weinmania spp*, “laurel” *Myrica pubescens*, *Tibouchina sp*, *Miconia spp*, “atoc cedro” *Cedrela lilloj*, “cedro colorado” *C. odorata*, “cascarilla” *Cinchona officinalis*, *C. pubescens*, *Fuchsia spp*, , “unka” *Myrcianthes indifferens*, *M. oreophylla*, “intimpa” *Podocarpus glomeratus*, “queñoa” *Plylepis spp*, , “leche leche” *Euphorbia peplus*, “thiri-thiri” *Miconia andina*, etc. Se encuentra incluidas algunas palmeras como *Wettinia maynensis*, *Chamaedorea spp* y *Prestoea spp*, etc.

Cerca al límite con el pajonal de puna, el bosque se reduce en altura, tornándose achaparrado y hasta de porte arbustivo. Son típicas de este piso las especies: “lanche” *Mauria heterophylla*, *M. subserrata*, “moqo moqo” *Piper spp*, “choqlo-choclo” *Oreopanax stenophyllum*, “chauchaopay” *Poecilochroma punctata*, “tankar” *Duranta spp*, “wuayruru” *Citharexylum spp*, etc. Asimismo, destacan especies arbustivas como: *Cavendishia*, *Gaultheria*, *Befaria*, *Brachiotum*, *Miconia*, *Gynoxys*, *Baccharis*, *Eupatorium*, *Diplostephyum*, *Siphocampillus*, etc. También existen helechos arborescentes como “sano sano” *Cyathea*, *Alsophylla* y *Trichipteris*, así como cañas del género *Chusquea*.

En cuanto a plantas parásitas (herbáceas) epífitas se menciona las bromeliáceas (*Puya* y *Pictairnia*) y orquídeas, como: “huiñay huayna” *Epidendrum*, *Odontoglossum*, *Oncidium*, *Stelis*, *Pleurothallis*, *Encyelis*, *Maxillaria*, etc. Son comunes algunas palmeras, tales como: *Astrocaryum gratum*, *Bactris sp*, *Chamaedorea angustisecta*, *Euterpe precatoria*, *Geonoma deversa*, *Geonoma*



*jussieuna, Iriartea deltoidea, Jessenia bataua, Oenocarpus mapora, Socratea exorrhiza, Mauritia, "cashapona" Socratea salazarii, Wettinia, Chamaedorea sp.*

El potencial de este bosque se basa en la existencia de especies valiosas, tanto maderables como no maderables. Entre las no maderables se encuentran una gama de especies productoras de frutos, resinas, látex, gomas, taninos, fibras, cortezas y raíces de uso medicinal.

Desde el punto de vista de la biodiversidad, presenta gran potencial genético de flora y fauna silvestre. Asimismo, cumple rol de conservación y protección de agua y suelo.

#### **Matorral Húmedo Templado (MaH-Te)**

Cubre una superficie aproximada de 25,69 % del área de la cuenca del río Pampas; se ubica en forma dispersa en toda el área de las Unidades Hidrográficas, desde la cota 2650 msnm hasta la cota 4100 msnm.

La vegetación natural clímax prácticamente no existe y se reduce a mantos de material arbustivo de Mutuy (*Cassia* sp.) o de Chocho o Tarhui silvestre (*Lupinus mutabilis*); también se puede observar la existencia de pequeños bosques residuales de Chachacomo (*Escallonia* sp.), Quinual (*Polylepis* sp.), Intimpa (*Podocarpus* sp.), Colle (*Buddleja coriacea*), etc. En las partes más altas de esta formación se observa la presencia de praderas, pajonales alto andinos.

#### **Matorral Semiárido Semicálido (MaSeA-SeCa)**

Cubre una superficie aproximada de 1,84 % del área de la cuenca del río Pampas; se ubica en ambas márgenes de éste y sus tributarios, desde la cota 975 msnm hasta la 2150 msnm., en las Unidades Hidrográficas: Bajo Pampas, Torobamba y Medio Pampas.

Las especies arbóreas casi no se encuentran presentes. Se observa en forma aislada y dispersa Pasallo (*Bombax* sp.), Pati (*Bombax* sp.), que alternan con cactáceas. Destacan las achupallas (*Puya* sp.) y Salvaje (*Tillandsia usneoides*) ubicadas como epifitos sobre los pocos árboles y cactus.

#### **Matorral Subhúmedo Templado (MaSuH-Te)**

La vegetación primaria ha sido fuertemente eliminada y sustituida en gran parte por cultivos agrícolas bajo riego.

Las especies forestales existentes en forma dispersa o excepcionalmente en rodales, está representado por la tara (*Caesalpinia espinosa*), molle (*Schinus molle*), Ccasi (*Haplorhus peruviana*).

Cubre una superficie aproximada de 7,52 % del área de la cuenca del río Pampas. Se ubica en ambas márgenes del río Pampas y sus tributarios, desde la cota 975 msnm hasta la 3300 msnm., en todas las Unidades Hidrográficas.

#### **Nival (N)**

Se encuentra ubicada en la Unidad Hidrográfica Alto Pampas y los deshielos discurren hacia la laguna Orcococha y Choclococha; está ubicado a los 4850 msnm., cubre una superficie aproximada de 0,05 % del total del área de la cuenca del río Pampas. Esta formación enteramente desprovista de valor actual y potencial para el aprovechamiento agropecuario y forestal.

#### **Pajonal Altoandino (Pa/Aa)**

Cubre una superficie aproximada de 51,51 % del área de la cuenca del río Pampas.

Se ubican desde la cota 3850 hasta los 5000 msnm., en todas las Unidades Hidrográficas.

Estructuralmente está formado predominantemente por especies de gramíneas, asociadas a ellas algunas especies dicotiledóneas herbáceas y muy pocas leñosas de porte bajo que en promedio pueden alcanzar alturas de hasta de 2 metros, Según la Guía del Mapa Ecológico de ONERN, se pueden encontrar especies de carrizos enanos, chinchango, y algunos pequeños arbolitos de quinales y chachacomos.

En toda esta formación y muy dispersamente es posible observar la existencia de bosques relativamente pequeños de "Queñua" (*Polylepis* sp.) sobre las laderas más peñascosas y pedregosas, rodales de "Puya Raimondi" (*Pourretia gigantea*), bosquetes de "Colle" (*Buddleia coriacea*) y de "Keoto qurshuar" (*Gynoxys* sp.).

### **Tundra (Tu)**

Cubre una superficie aproximada de 6,76 % del área de la cuenca del río Pampas, un mayor porcentaje se encuentra ubicado en las partes altas de la Unidad Hidrográfica de Alto Pampas y, el resto en las Unidades Hidrográficas: Caracha, Sondondo Chicha Soras y Bajo Pampas.

En la tundra el clima es demasiado frío y los inviernos demasiado prolongados aún para las coníferas; la tundra, que es una llanura gramínea, se caracteriza por tener una capa de suelo permanentemente helada, llamada *permafrost*. La vegetación sin árboles, está dominada por gramíneas, juncos y ciperáceas y por arbustos leñosos como el brezo, debajo de los cuales se desarrollan musgos y líquenes.

### **Laguna (Lag)**

Cubre una superficie aproximada de 0,43 % del área de la cuenca del río Pampas, en la Unidad Hidrográfica de Alto Pampas se encuentran las lagunas Orcococha y Choclococha; en la Unidad Hidrográfica Bajo Pampas se encuentra la laguna Pacucha.

## **2.11. Unidad de Vulnerabilidad**

En la cuenca Pampas se han identificado 7 unidades de vulnerabilidad, siendo las la que porcentualmente tienen mayor incidencia: Tierras con alto riesgo con 66,33 %, Tierras con moderado riesgo con 31,35 %, del área total de la cuenca.

En el Cuadro N°2.11 y Mapa N° 9 denominado Mapa de Vulnerabilidad, se muestra esta a nivel de la cuenca del río Pampas.

La vulnerabilidad es el grado de pérdida o daño que se puede sufrir ante la ocurrencia de un fenómeno natural. La naturaleza de la vulnerabilidad y su evaluación varían según las estructuras sociales, el nivel de organización de la comunidad afectada, estructuras físicas, bienes, actividades económicas, etc., según las amenazas o peligros existentes.

La cuenca de río Pampas, por su condición geográfica está expuesta a riesgos con ocurrencia de desprendimientos de grandes volúmenes de tierra y rocas, el problema está vinculado con las condiciones topográficas y fisiográficas, de los suelos y de las variables hidrometeorológicas. Los desprendimientos, caída o reptación de grandes volúmenes de tierra y rocas representan el paso del tiempo, cuando las condiciones geológicas originales experimentan alteración progresiva, formación de escarpas del relieve por efecto de las condiciones

hidrometeorológica, climatológicas y de la actividad humana. Este fenómeno natural se inicia cuando se propicia la degradación de las condiciones iniciales de resistencia y de deformabilidad de los materiales térreos y rocas, generando un desastre que afecta a la población (personas y bienes) si no se toman en cuenta las medidas preventivas pertinentes.

Existen experiencias catastróficas que han afectado, inclusive sepultado, a poblaciones enteras; la magnitud de los deslizamientos es tal que quedan fuera del control humano. Sin embargo, una detección oportuna puede representar la diferencia entre la puesta a salvo de los habitantes o una hecatombe de grandes dimensiones, con la correspondiente pérdida de vidas.

Cuadro N°2.11  
UNIDADES DE VULNERABILIDAD DE LA CUENCA  
DEL RIO PAMPAS

Descripción	Símbolo	Area(ha)	%
TIERRAS CON ALTO RIESGO	Al	1541184	66.33
TIERRAS CON MODERADO RIESGO	Mo	728532	31.35
TIERRAS CON LIGERO RIESGO	Li	32316	1.39
TIERRAS CON LIGERO RIESGO	Le	9300	0.4
Otros: NEVADOS	Nev.	1992	0.09
LAGUNAS	Lag	9971	0.43
POBLADOS	Po	343	0.01
<b>TOTAL</b>		<b>2,323,637</b>	<b>100.00</b>

Fuente: ONERN

### Tierras con Alto Riesgo

Se encuentran dispersas en todas las Unidades Hidrográficas, en una superficie de 1 541183 ha, que representa el 66,33 % del área total de la cuenca.

Tierras que presentan deterioro y degradación de suelos, relieve fuertemente disectado, inestables, con procesos morfodinámicos activos (erosión en surcos, cárcavas, deslizamientos), vegetación de tipo variable. La actividad antrópica incrementa la inestabilidad, haciéndolas altamente vulnerables. Deben utilizarse con fines de protección de cuencas y planificar medidas de protección de cuencas, infraestructura y mitigación de desastres.

### Tierras con Moderado Riesgo

Se encuentran dispersas en todas las Unidades Hidrográficas, un una superficie de 728532 ha, que representa el 31,35 % del área total de la cuenca.

Son tierras con relieve disectado. La estabilidad geológica es variable, presenta procesos morfodinámicos activos (erosión en surcos, cárcavas, deslizamientos), clima variado, vegetación natural variable. Su uso está supeditado a la ejecución de prácticas de conservación de suelos. Comprende tierras que tienen moderadas probabilidades de riesgo económico por causas naturales.

### Tierras con Ligero Riesgo

Se encuentran dispersas en las partes altas de todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba, con un una superficie de 32315 ha, que representa el 1,39 % del área total de la cuenca.

Son tierras que por sus características ecológicas, físicas (litológicas, pendiente), y de uso, presentan ciertas limitaciones de uso de su capacidad productiva. Pendiente moderada- mente inclinada. La estabilidad de estas tierras es alterada por la actividad antrópica.

Tienen bajas probabilidades de riesgo económico por causas naturales. Se debe efectuar actividades para atenuar el ligero riesgo de vulnerabilidad.

### **Tierras con Leve Riesgo**

Se encuentran en ambos márgenes del río Pampas, en la Unidad Hidrográfica Medio Pampas; con una superficie de 9300 ha, que representa el 0,40 % del área total de la cuenca.

Son tierras que por sus características físicas (litología, pendiente), ecológicas y de uso, permiten realizar actividades de desarrollo, sin ocasionar el deterioro de su capacidad productiva. Las actividades tienen leves probabilidades de riesgo económico por causas naturales. Se debe efectuar actividades para mantener la estabilidad del ecosistema.

## **2.12. Recursos Hídricos Superficiales**

### **Aforos en los puntos de control**

Utilizando información de estudios anteriores y mapas temáticos de la red de drenaje se procedió a identificar a las principales fuentes de agua, asimismo en el trabajo de campo se ha realizado aforos en los puntos de control de las subcuencas seleccionadas y en las estaciones Pampas y Huasapampa.

#### **Método Volumétrico**

Es aplicable en la medición de pequeños caudales y se realiza midiendo el tiempo de llenado (t) de un recipiente de volumen conocido (v), donde se colecta la descarga. Este método consistió en medir el caudal mediante un recipiente plástico de volumen constante conocido y hacer varias repeticiones y luego sacar el promedio de los tiempos controlados con un cronometro, determinando el gasto con la formula siguiente:

$$Q = V/T$$

Donde:

Q = Caudal de aforo en l/s

V = Volumen medido en el recipiente (l)

T = Tiempo promedio de repeticiones de tiempo (s)

#### **Método del Flotador**

El método del flotador, al igual que de los molinetes, tubo de Pitot, método de las trayectoria y trazadores, se utilizan para medir la velocidad del caudal, no el gasto directamente. Los flotadores proporcionan una medición aproximada de la velocidad del flujo y se utiliza cuando no se requiere gran exactitud o cuando no se justifica la compra de dispositivos de aforo más precisos. Este método mide la velocidad superficial del agua y se utilizó en los aforos de riachuelos pequeños y también se hizo los aforos por el método del correntómetro. Consiste en tener un tramo representativo donde se produce un flujo uniforme en una distancia conocida de 20 m., marcada brevemente sobre un tramo recto y uniforme. Dicho tramo es seleccionado para las observaciones a lo largo del curso de prueba, como lo indican las fotografías y contar un corcho o hoja seca de flotador y con la ayuda de un cronometro para registrar el tiempo de desplazamiento en una distancia constante.

### Procedimiento

**Primero.** Se pone marcas en el inicio y final del tramo elegido con ciertos criterios técnicos.

**Segundo.** El flotador es soltado repetidas veces unos cuantos metros aguas arriba de la sección de prueba, cronometrando el tiempo de recorrido, para obtener un promedio. Se prepara con anterioridad a la realización de la prueba un formato de registro donde se nota las lecturas de tiempo de cuatro o cinco repeticiones. Luego se saca el promedio de las lecturas.

**Tercero.** Se computa la velocidad superficial ( $V_s$ ) del espejo de agua y, se determina dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo promedio de viaje del flotador, con la formula siguiente:

$$V_s = L/T$$

Donde:

$V_s$  = Velocidad superficial del espejo de agua (m/s)

$L$  = Distancia elegida en el tramo del riachuelo (m)

$T$  = Tiempo promedio (s)

**Cuarto.** Se calcula la velocidad media del flujo de agua en el riachuelo ( $V_m$ ); es necesario corregir la medición del flotador multiplicándola por un coeficiente que varia de 0.65 a 0.95; así mismo debe ser de 0.75 para pequeños caudales (acequias, riachuelos, manantiales) y de 0.90 para grandes caudales (ríos, canales y diques). Con la siguiente Ecuación:

$$V_m = 0.90 \times V_s.$$

**Quinto.** Se determinando el área transversal del lecho del río, pero como ésta no es uniforme, la determinación del área debe hacerse dividiendo el espejo del agua en varios segmentos iguales, de tal forma que se tenga una serie de figuras geométricas consistente en triángulos y trapecios, cuyos lados estarán dados por las profundidades ( $Y_i$ ) del agua y, las alturas, por la longitud del segmento ( $x/n$ ). Tomando las secciones transversales ( $A_1$ ) y aguas abajo ( $A_2$ ) del tramo, dibujando en un papel milimetrado y aplicando la siguiente ecuación:

$$A_m = (A_1 + A_2)/2$$

**Sexto.** Cálculo del caudal del río aplicando la ecuación de continuidad:

$$Q = V_m * A_m$$

### Método del correntómetro

El correntómetro es un pequeño instrumento constituido por una hélice, la cual al ser sumergida en una corriente gira proporcionalmente a la velocidad de la misma.

Se ha utilizado el correntómetro de marca OTT MESSTECHNIK, el cual puede ser montado sobre una varilla para el aforo de corrientes superficiales durante el aforo de ríos y diques profundos.

Cada correntómetro viene calibrado de fábrica y acompañado por una tabla, donde se relaciona la velocidad angular de la hélice con la velocidad de la

corriente. La relación típica se ajusta a una recta con una ligera desviación cerca del origen.

Para medir la velocidad de una corriente, la hélice se instala por debajo del espejo del agua, a 0,40 metros del tirante (medido desde el lecho del río) y las revoluciones de la hélice se cuenta en un intervalo de tiempo previamente establecido (usualmente 30 s).

Cuando mayor sea el número de registros realizados en un mismo punto de aforo, más confiable será la apreciación de la velocidad medida; por lo mismo, se sugiere explorar las velocidades de la corriente en un punto central sobre el espejo del agua, sumergiendo el instrumento a 0.40 metros del tirante respectivo, medidos desde el lecho del río

Las revoluciones del impulsor, dadas por intervalo de tiempo, pueden ser contadas visualmente en una corriente superficial de agua clara y tranquila, sin embargo, en corrientes de agua limpia y caudalosa es necesario un contador eléctrico para registrarlas. El número de revoluciones por intervalo de tiempo se transforma a velocidad de la corriente consultando la tabla del instrumento o su ecuación respectiva.

El Cuadro N°2.12 muestra los resultados de los aforos realizados en las secciones de control de los puntos de interés en las subcuencas seleccionadas, mientras que en el Mapa 10 denominado Mapa de Aforos se muestra la ubicación geográfica de cada aforo realizado.

Cuadro N°2.12  
AFOROS EN LAS PRINCIPALES  
FUENTES DE AGUA DEL RÍO PAMPAS

Punto de Aforo	Fecha	Coordenadas		Met. Correntómetro			Met. Flotador	
		X	Y	Area Min m2	Vmax m/s	Q m3/s	Vmax m/s	Q m3/s
Río Sondondo	24/10/2010	619809	8455421	12.74	0.316	4.023	0.38	4.86
Río Mayobamba	25/10/2010	619367	8410820	7.31	0.446	3.263	0.38	2.76
Río Andamarca	25/10/2010	612557	8409309	0.43	0.626	0.269	-	-
Río Pampamarca	26/10/2010	609310	8425911	2.22	0.729	1.618	-	-
Río Chicha (Parte alta)	27/10/2010	658193	8427587	3.07	0.746	2.287	0.96	2.95
Río Challhua	27/10/2010	654545	8430836	1.58	0.471	0.741	-	-
Río Chicha (Parte baja)	28/10/2010	635865	8475254	6.70	1.004	6.728	1.37	9.18
Río Pampas (Vilcachuaman)	28/10/2010	635250	8478059	18.01	0.935	16.845	1.37	24.59
Río Vischongo	02/11/2010	605020	8500329	1.21	0.557	0.674	0.83	1.01
Río Pampas ( Cangallo)	02/11/2010	593318	8492338	21.12	0.631	13.321	0.55	11.63
Río Huancapi	02/11/2010	601249	8479293	0.94	0.397	0.373	-	-
Río Cachimayo	03/11/2010	596961	8489198	2.32	0.596	1.381	-	-
Río Macro	03/11/2010	587233	8499436	0.47	0.249	0.116	-	-
Río Pampas (Parte Ahuayro )	08/11/2010	625803	8512008	28.61	0.501	14.347	0.56	16.06
Río Pampas (Parte Pulkay )	09/11/2010	627479	8531188	50.39	-	-	0.89	44.83
Río Torobamba (Parte San Miguel)	16/11/2010	610775	8562100	2.64	0.569	1.504	0.87	2.30
Río Torobamba (Parte Ninabamba)	16/11/2010	618871	8551546	3.15	-	-	0.56	1.76

Fuente: Elaboración propia

### 2.13. Características Fisiográficas

Se caracterizaron los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Pampas, y subcuencas principales como fueron: área, perímetro, longitud mayor del cauce principal, coeficiente de compacidad, factor de forma, grado de ramificación y densidad de drenaje, altitud media y pendiente media, para lo cual se utilizó la información de las cartas del Instituto Geográfico Nacional a escala 1/100 000.

### 2.13.1. Parámetros de Forma

A continuación se hace una descripción de las características fisiográficas y la estimación de las mismas.

#### a) Área (A)

La superficie de la cuenca del río Pampas y las Unidades Hidrográficas delimitadas por el divisor topográfico, corresponden a la superficie de la misma, proyectada en un plano horizontal; su tamaño influye en forma directa sobre las características de los escurrimientos fluviales y sobre la amplitud de las fluctuaciones. Las unidades de medida son en  $\text{km}^2$ .

El área de la cuenca del río Pampas comprende desde su nacimiento en la Laguna Choclococha, hasta su desembocadura en el río Apurímac, dentro de ella están incluidas las seis Unidades Hidrográficas seleccionadas.

#### Río Caracha

Área de recepción = 4 287,72  $\text{km}^2$

Perímetro de la sub cuenca = 370,53 km

Longitud mayor del Cauce = 120,27 km

Coefficiente de Compacidad = 1,58

Factor de forma = 0,30

Pendiente media = 1,34 %

Altitud media = 4 000 m.s.n.m.

#### Río Alto Pampas

Área de recepción = 3 734,00  $\text{km}^2$

Perímetro de la sub cuenca = 394,07 km

Longitud mayor del Cauce = 124,19 km

Coefficiente de Compacidad = 1,81

Factor de forma = 0,24

Pendiente media = 1,48 %

Altitud media = 4 500 m.s.n.m.

#### b) Perímetro (P)

El perímetro de la cuenca del río Pampas (P), está definido por la longitud de la línea de división de aguas, que se conoce como el “parte aguas o Divortium Acuarium”, la unidad de medida es en km.

Es perímetro de la cuenca del río Pampas es: 1 171,06 km.

#### c) Longitud de Cauce Principal (L)

Recibe éste nombre, el mayor cauce longitudinal que tiene una cuenca determinada, es decir, el recorrido que realiza el río desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades hasta un punto fijo, que puede ser una estación de aforo o desembocadura o punto de interés.

Longitud mayor del río Pampas, considerando el cauce natural desde sus nacientes hasta la desembocadura en el río Apurímac es:

La longitud del cauce del río Pampas es: 424,07 km.

**d) Ancho Promedio**

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud mayor del curso del río.

La expresión es la siguiente:  $A_p = A/L$

Donde:

$A_p$  = Ancho promedio de la cuenca o Unidad Hidrográfica (km)

$A$  = Área de la cuenca o Unidades Hidrográficas (km<sup>2</sup>)

$L$  = Longitud mayor del río (km)

Entonces, el ancho promedio de la cuenca del río Pampas es: 54,79 km.

**f) Pendiente Media del Curso Principal (S)**

Es la relación entre la diferencia de altitudes del cauce principal y la proyección horizontal del mismo. Su influencia en el comportamiento hidrológico se refleja en la velocidad de las aguas en el cauce, lo que a su vez determina la rapidez de respuesta de la cuenca ante eventos pluviales intensos y la capacidad erosiva de las aguas como consecuencia de su energía cinética. Se ha determinado la pendiente del cauce principal del río Pampas y para cada una de las Unidades Hidrográficas seleccionadas que la conforman, expresado en porcentaje (%). La pendiente media del río Pampas es: 0,82%.

**g) Coeficiente de Compacidad (Kc)**

El Coeficiente de Compacidad ( $K_c$ , adimensional), o Índice de Gravelious, constituye la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área - igual a la de un círculo - es equivalente al área de la cuenca en estudio, se determina mediante la siguiente expresión:

$$K_c = 0.28 \cdot \frac{P}{A^{1/2}}$$

Donde:  $K_c$  = Coeficiente de compacidad

$P$  = Perímetro de la cuenca (km)

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

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similitud con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO, 1985):

Clase  $K_c1$ : Rango entre 1 y 1,25 corresponde a forma redonda a oval redonda

Clase  $K_c2$ : Rango entre 1,25 y 1,5 corresponde a forma oval redonda a oval oblonga

Clase  $K_c3$ : Rango entre 1,5 y 1,75 corresponde a forma oval oblonga a rectangular oblonga.





Una cuenca se aproximará a una forma circular cuando el valor  $K_c$  se acerque a la unidad. Cuando se aleja de la unidad, presente una forma más irregular en relación al círculo.

Si este coeficiente fuera igual a la unidad, significa que habrá mayores oportunidades de crecientes debido a que los Tiempos de Concentración,  $T_c$  (duración necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de aquella, llegue a salida o desembocadura), de los diferentes puntos de la cuenca serían iguales. El coeficiente de compacidad de la cuenca del río Pampas es: 2,15

#### h) Factor de Forma (Ff)

El Factor de Forma (Ff, adimensional), es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca, en tanto la forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximo.

El Factor de Forma tiene la siguiente expresión:

$$Ff = \frac{Am}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde: Ff = Factor de forma

Am = Ancho medio de la cuenca (km)

L = Longitud del curso más largo (km)

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

Una cuenca con factor de Forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño pero con Factor de Forma mayor.

El factor de forma de la cuenca del río Pampas es: 0.13

Con este valor de  $Ff = 0,13$  la Cuenca del río Pampas, no estaría sujeta a crecientes continuas.

Una cuenca tiende a ser alargada si el factor de forma tiende a cero, mientras que su forma es redonda, en la medida que el factor forma tiende a uno. Este factor, como los otros que se utilizan en este estudio, es un referente para establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial en una cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas, tienden a presentar un flujo de agua más veloz, a comparación de las cuencas redondeadas, logrando una evacuación de la cuenca más rápida, mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente.

De manera general, una cuenca con Factor de Forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño pero con un Factor de Forma mayor. Se ha determinado el Factor de Forma (Ff) para la cuenca del río Pampas y para cada una de las Unidades Hidrográficas seleccionadas.

#### i) Sistema de Drenaje

El sistema de drenaje de una cuenca está conformado por curso principal y sus tributarios; observándose por lo general, que cuanto más largo sea el

curso de agua principal, más llena de bifurcaciones será la red de drenaje.

Con la finalidad de determinar las características de dicha red, se definen los siguientes índices:

### **i.1 Grado de Ramificación**

Para definir el grado de ramificación de un curso de agua principal, (según Horton), se ha considerado el número de bifurcaciones que presentan sus tributarios, asignándole un orden a cada uno de ellos en forma creciente desde el curso principal hasta el encuentro con la divisoria de la cuenca.

### **i. 2 Densidad de Drenaje**

Indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (Li) y el área total de la misma (A).

Valores altos de densidad refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder relativamente rápido al influjo de la precipitación, es decir que las precipitaciones influirán inmediatamente sobre las descargas de los ríos (Tiempos de Concentración cortos).

Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta. Una baja densidad de drenaje es favorecida en regiones donde el material del subsuelo es altamente resistente bajo una cubierta de vegetación muy densa y de relieve plano.

La densidad de drenaje tiende a uno en ciertas regiones desérticas de topografía plana y terrenos arcillosos arenosos, y a un valor alto en regiones húmedas, montañosas y de terrenos impermeables.

Esta última situación es la más favorable, pues si una cuenca posee una red de drenaje bien desarrollada, la extensión media de los terrenos a través de los cuales se produce el escurrimiento superficial es corto y el tiempo en alcanzar los cursos de agua también será corto; por consiguiente la intensidad de las precipitaciones influirá inmediatamente sobre el volumen de las descargas de los ríos.

La expresión es como sigue:

$$Dd = Li/A$$

Donde:

Dd = Densidad de Drenaje (km/km<sup>2</sup>)

Li = Longitud total de los cursos de agua perennes e intermitentes (km)

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

MONSALVE (Referencia Bibliográfica), refiere que Dd usualmente toma los siguientes valores:

Entre 0,5 km/km<sup>2</sup> para hoyas con drenaje pobre.

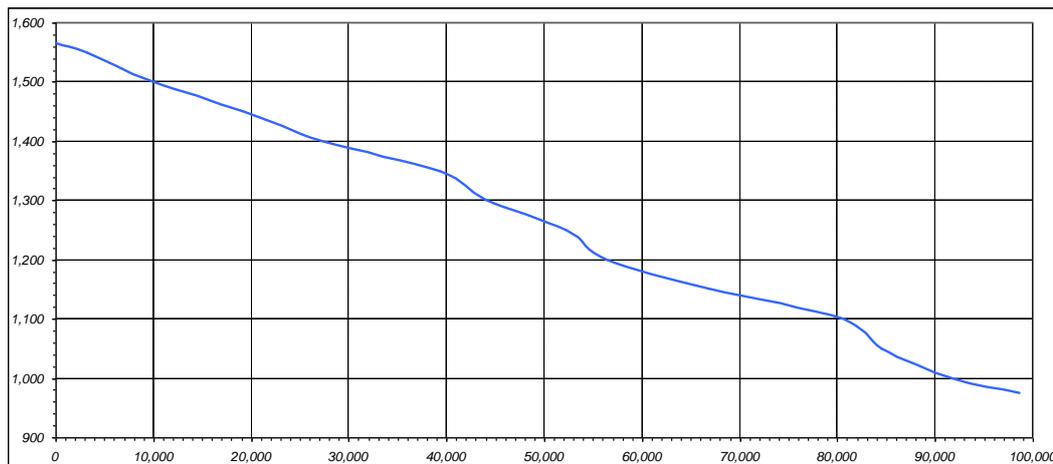
Hasta 3,5 km/km<sup>2</sup> para hoyas excepcionalmente bien drenadas.

## **2.13.2. Parámetros de Relieve**

### **Relieve del cauce principal**

El relieve del cauce principal se representa mediante el perfil longitudinal y puede ser cuantificado mediante parámetros que relacionan la altitud con la longitud del cauce principal. En los Gráficos N°2.1 al 2.7 (Anexo VIII Gráficos), se muestran los perfiles longitudinales de los cauces principales de cada Unidad Hidrográfica seleccionada.

Gráfico N°2.1  
PERFIL LONGITUDINAL RIO BAJO PAMPAS  
UNIDAD HIDROGRÁFICA N°49981



### Relieve de la cuenca

El relieve de la cuenca se representa mediante la curva hipsométrica y puede ser cuantificado con parámetros que relacionan la altitud con la superficie de la cuenca. Los principales son el rectángulo equivalente, la altitud media de la cuenca y la pendiente media de la cuenca.

#### a) Altitud Media de la Cuenca (H)

La Altitud Media (H) de una cuenca es importante por la influencia que ejerce sobre la precipitación, sobre las pérdidas de agua por evaporación, transpiración y consecuentemente sobre el caudal medio. Se calcula midiendo el área entre los contornos de las diferentes altitudes características consecutivas de la cuenca; en la altitud media, el 50% del área está por encima de ella y el otro 50% por debajo de ella. La altitud media del río Pampas es 4 066 m.s.n.m.

#### b) Rectángulo Equivalente:

Este parámetro de relieve consiste en una transformación geométrica que determina la longitud mayor y menor que tienen los lados de un rectángulo cuya área y perímetro son los correspondientes al área y perímetro de la cuenca.

$$L \times l = A \quad (\text{Km}^2)$$

$$2(L + l) = P \quad (\text{Km})$$

Donde:

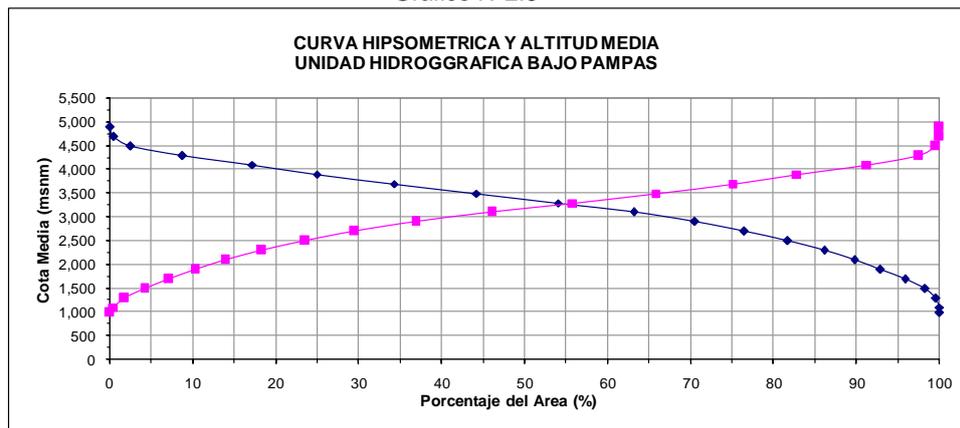
$L$  = Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente (km.)

$l$  = Longitud del lado menor del rectángulo equivalente (km.)

Para la cuenca del río Pampas y para cada una de sus sub-cuencas más importantes, se han determinado los lados mayor y menor del rectángulo equivalente y éstos están expresados en km.

En los Gráficos del 2.8 al 2.14 (Anexo VII Gráficos), se muestran las curvas hipsométricas de las Unidades Hidrográficas.

Gráfico N°2.8



### 2.13.3. Parámetros de Drenaje

Es otra característica importante en el estudio de una cuenca, ya que manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante, es decir la rapidez con que desaloja la cantidad de agua que recibe. La forma de drenaje, proporciona también indicios de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca.

El sistema o red de drenaje de una cuenca está conformado por un curso de agua principal y sus tributarios; observándose por lo general, que cuanto más largo sea el curso de agua principal, más bifurcaciones tendrá la red de drenaje.

La definición de los parámetros de drenaje se presenta a continuación:

#### Orden de ríos

El orden de corrientes se determina de la siguiente manera: Una corriente de orden 1 es un tributario sin ramificaciones, así dos corrientes de orden 1 forman una de orden 2, dos de orden 2 forman una de 3 y así sucesivamente. Entre más corrientes tributarias tenga una cuenca, es decir, mayor el grado de bifurcación de su sistema de drenaje, por consiguientes más rápida será su respuesta a la precipitación.

#### Frecuencia de los ríos

Esta dado por el número total de ríos dividido con el área de la cuenca. Se mide en ríos/km<sup>2</sup>.

#### Densidad de Drenaje

La Densidad de Drenaje (Dd), indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (Lt) y el área total de la misma (A).

La densidad de drenaje tiende a 1, en ciertas regiones desérticas de topografía plana y terrenos arenosos, y a un valor alto en regiones húmedas, montañosas y de terrenos impermeables. Esta última situación es la más favorable, pues si una cuenca posee una red de drenaje bien desarrollada, la extensión media de los terrenos a través de los cuales se produce el escurrimiento superficial es corto y el tiempo en alcanzar los cursos de agua también será corto; por consiguiente la intensidad de las precipitaciones influirá inmediatamente sobre el volumen de las descargas de los ríos.

Se define como:

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad (\text{Km} / \text{Km}^2)$$

Donde:

$L_t$  : Suma de longitudes de todos los tributarios y cauce principal (Km)  
 $A$  : Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

### **Coefficiente de Torrencialidad**

Es la relación entre el número de cursos de agua de primer orden y el área total de la cuenca.

Se define como:

$$Ct = \frac{\# \text{ de cursos de primer orden}}{A} \quad (\text{ríos} / \text{Km}^2)$$

### **Pendiente Media del Río (Ic)**

El agua superficial concentrada en los lechos fluviales escurre con una velocidad que depende directamente de la declividad de éstos, así a mayor declividad habrá mayor velocidad de escurrimiento.

La pendiente media del río es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos.

Se determina mediante la siguiente relación:

$$Ic = (HM - Hm) / (1000 * L)$$

Siendo:

Ic = Pendiente media del río.

L = Longitud del río (Km)

HM y Hm = Altitud máxima y mínima del lecho del río; referidas al nivel medio de las aguas del mar m.s.n.m.

Pendiente Media del río Pampas (Ic).

$$Ic = (HM - Hm) / (1000 * L)$$

Para la cuenca del río Pampas la pendiente media del río es:

$$Ic = 0,82$$

$$Ic = 82 \%$$

Para la cuenca del río Pampas, el orden de los ríos es 5, la frecuencia de los ríos es 0,416 ríos/Km<sup>2</sup>, la densidad de drenaje es 0,665 km/km<sup>2</sup>, y el coeficiente de torrencialidad es 0,004 ríos/km<sup>2</sup>.

Para las Unidades Hidrográficas consideradas en el estudio se han determinado sus parámetros fisiográficos como son el área, perímetro, longitud de cauce principal, pendiente del cauce y altitud media, la cual es mostrada en el Cuadro N° 2.13 (Anexo I – Información Base).

Cuadro N°2.13  
PARAMETROS FISIAGRÁFICOS  
CUENCA DEL RÍO PAMPAS

CUENCA	AREA ( km <sup>2</sup> )	PERIMETRO ( km )	COEFICIENTE DE COMPACIDAD	FACTOR DE FORMA	LONGITUD DE CAUCE PRINCIPAL( km )	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL ( % )	ALTITUD MEDIA ( msnm )	RECTANGULO EQUIVALENTE	
								LADO MAYOR ( km )	LADO MENOR ( km )
Bajo Pampas	2,727.12	313.65	1.68	0.28	98.59	0.60	1,690	136.90	19.92
Torobamba	1,039.97	177.10	1.54	0.22	68.51	3.80	3,210	74.61	13.94
Chicha (Sorás)	2,797.70	305.58	1.62	0.21	114.27	2.05	3,650	131.52	21.27
Sondondo	3,640.16	342.56	1.59	0.25	119.95	1.78	3,500	146.42	24.86
Alto Pampas	3,734.00	394.07	1.81	0.24	124.19	1.48	4,500	175.80	21.24
Caracha	4,287.72	370.53	1.58	0.30	120.27	1.34	4,000	158.15	27.11
Pampas	23,236.37	1,171.06	2.15	0.13	424.07	0.82	4,066	542.71	42.82

#### 2.14. Delimitación Hidrográfica - Método Pfafstetter

El método Pfafstetter de codificación y delimitación de unidades hidrográficas, es un sistema analítico, organizado y con características de aplicación global, que se basa, principalmente, en la superficie de las unidades de drenaje y de la ubicación de ésta dentro del contexto hidrográfico en el que se encuentra, en relación con las unidades de drenaje vecinas, respondiendo a criterios netamente topológicos.

En 1,997, el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), ocho años después que el método fue creado (1,989), debido a las características ventajosas, ya conocidas lo adoptó como sistema de codificación de carácter global. Esto conllevó, a que este sistema, sea actualmente reconocido como estándar internacional.

En la delimitación, el Sistema Pfafstetter, determina, dentro de una unidad de drenaje mayor, un flujo principal o río principal, y cuatro tributarios, cuyas áreas de drenaje sean las mayores dentro del ámbito de esa unidad mayor; quedando el área restante para dar origen a las tres intercuenas.

El sistema Pfafstetter emplea nueve dígitos del sistema decimal (1 al 9) para codificar las nuevas unidades de drenaje obtenidas. Esto quiere decir, que el máximo número de sub-unidades de drenaje que se pueden obtener al dividir una unidad de drenaje mayor, son nueve: cuatro cuencas y tres intercuenas. A éstas, los códigos le son asignados, siguiendo una dirección que va desde "aguas abajo" hacia "aguas arriba" del río principal, de la unidad de drenaje mayor dividida. Los códigos son repartidos tomando en cuenta el tipo de unidad de drenaje y la ubicación de ésta dentro de la unidad mayor, de la siguiente manera: dígitos pares para las cuencas y dígitos impares para las intercuenas; con lo cual obtendríamos cuatro cuencas con los códigos 2, 4, 6 y 8; y cinco intercuenas con los códigos 1, 3, 5, 7 y 9. Existe un caso especial, cuando se trata de cuencas cerradas o internas, pues a este tipo de unidades se les asigna el dígito 0.

La aplicación de este sistema en el Perú, es de orden imperativo, pues si deseamos emprender un proceso de administración eficiente de nuestro territorio de manera integral y sostenida, que mejor inicio, que organizar coherentemente la distribución territorial de manera natural y ordenada, utilizando el método Pfafstetter, que además de los importantes beneficios que ofrece, nos ayudará a integrarnos en el contexto regional y mundial, que ayudaría en gran medida en el desarrollo del país.

Utilizando esta metodología al territorio nacional le corresponden 19 unidades hidrográficas, dentro de las cuales se puede mencionar las principales: en la Vertiente del Amazonas, tenemos: Ucayali y el Marañón; en la Vertiente del Pacífico, tenemos: Chili, Camaná, Santa, Ocoña, y Chira; y para la Vertiente del

Titicaca, tenemos: llave y Ramis.

En la cuenca del río Pampas el criterio empleado para la conformación de las Unidades Hidrográficas, está principalmente basado en la determinación adecuada de las Unidades Hidrográficas Pfafstetter, en ese sentido se ha delimitado nueve Unidades Hidrográficas, que en su conjunto, constituyen la cuenca del río Pampas. Para fines de estudio se han considerado solamente seis Unidades Hidrográficas (Cuadro N° 2.14).

Cuadro N°2.14  
CODIFICACIÓN PFAFSTTER

Código Pfafstetter	Unidad Hidrográfica
49981	Bajo Pampas
49982	Torobamba
49984	Chicha(Soras)
49986	Sondondo
49988	Alto Pampas
49989	Caracha
4998	Pampas

Fuente: ANA

## 2.15. Descripción General de la Cuenca del Río Pampas

La cuenca del río Pampas, pertenece al sistema hidrográfico de la vertiente del océano atlántico, tiene una superficie de drenaje total de 23,236 km<sup>2</sup>, desde sus nacientes en la laguna de Choclococha y Orcocochoa, en la región Huancavelica, hasta su desembocadura en la margen izquierda del río Apurímac, en el Mapa N°11 denominada Mapa Hidrográfico se muestra la cuenca del río Pampas, mientras que en el Mapa N°12 Unidades Hidrográficas.

La zona en general, presenta un territorio muy accidentado y un clima muy variado debido a la diversidad de pisos altitudinales. Las precipitaciones ocurren en los meses de noviembre a abril y esporádicamente de Mayo a Octubre.

El sistema hidrográfico de la cuenca del río Pampas, está conformado por las Unidades Hidrográficas: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y Bajo Pampas, siendo 4 066 msnm la altitud media de la cuenca de río Pampas.

El río Pampas, desde sus nacientes en la laguna de Choclococha y Orcocochoa, en la región Huancavelica, sigue su recorrido en dirección sur este hasta la confluencia con el río Sondondo, cambiando su recorrido en dirección norte hasta la confluencia con el río Torobamba, cambiando nuevamente su recorrido en dirección sur este hasta desembocar en la margen izquierda del río Apurímac a la altura de la localidad de Lagunas. El río Pampas tiene un recorrido de aproximadamente 424 km y un perímetro de 1171 km, siendo su pendiente promedio de 0.82 %, una altitud media de 4066 msnm, un coeficiente de compacidad de 2,15 y un factor de forma de 0,13.

En el área de estudio se encuentran una serie de ríos y quebradas diseminados en toda la cuenca del río Pampas; el uso es mayormente agrícola, pues sirve para regar los terrenos de cultivo próximos al cauce de los ríos, agua potable, energía y pecuario.

En las unidades hidrográficas: Alto Pampas se ha identificado 20 ríos principales, Caracha 11 ríos principales, Sondondo 32 ríos, Chicha Soras 21 ríos, Torobamba 6 ríos, Bajo Pampas 18 ríos. A continuación se describen las subcuencas principales, en las cuales se determinarán descargas medias mensuales.

### **Unidad Hidrográfica Alto Pampas**

La naciente del río Pampas es en las lagunas Orcococha, Choclococha, Caracocha, Yanacocha, Lauracocha, Azulcocha, Patahuasi, de aguas permanentes provenientes de manantiales, o aportes sub-superficiales. La Unidad Hidrográfica Alto Pampas tiene un área 3734 km<sup>2</sup>, un perímetro de 394 km, una altitud media de 4500 msnm., presenta una pendiente de cauce en el orden 1,48%, una longitud de cauce principal 124 km; el factor de forma es de 0,24 mientras que el coeficiente de compacidad determinado es de 1,81.

En esta subcuenca se ubican los ríos Apacheta, Seco, Checlla, Totos, diversas quebradas como: Pucaruni, Yuraccancha, Amaro, Yuracolpa, Chalmuamayo, Vizcacha, y otras, posee una densidad de drenaje de 0,62 km/km<sup>2</sup> y una declividad de los terrenos de 0,22.

### **Unidad Hidrográfica de Caracha**

Esta Unidad Hidrográfica tiene un superficie de 4288 km<sup>2</sup>, un perímetro de 371 km, siendo su altitud media de 4000 msnm., presenta una pendiente de cauce en el orden 1,34%, y una longitud de cauce principal 120 km. El factor de forma es de 0,30 mientras que el coeficiente de compacidad es de 1,58.

Existen varias lagunas que dan origen a la formación del río Caracha: Turpococha, Huachhuaccasa, Chalmuamayo, Chinchinca, Palccamayo, Tiococha, Huanzo, Taccracocha, Orjoruccyo, Callcocha, Tipecc. En su desarrollo recibe el aporte de varios ríos como: Hellomayo, Ñipacclla, Huancasancos, Ccellocruz, Pucapuca, Churmi, Lucanamarca, Yanacolpa, Paliza y quebradas como: Negromayo, Mistipsaman, Yanocolpa, Osno, Sora, Pachachaca, Hyaulapata, Condorillo existiendo además quebradas secas con aportes eventuales; tiene un sistema hidrográfico con densidad de drenaje de 0,46/km/km<sup>2</sup> con una frecuencia de ríos de 0.12 ríos/km<sup>2</sup> y una declividad de los terrenos de 0,25. Esta unidad encierra lagunas de gran importancia económica: Turpococha.

### **Unidad Hidrográfica Sondondo**

El río Sondondo está formado por los ríos Andamarca y Mayobamba, los que a su vez nacen de las lagunas de Tuntococha, Sahuacocha, Suytujocha, Hijatojocha, Chaupijocha, Accaccua, Turiana, Parjajocha. Entre otros afluentes del río Sondondo se tiene: río Michcca, Paljacha, Cactahuayco, Chonta, Cabracancha, Pichjane. Esta Unidad Hidrográfica tiene un superficie de 3640 km<sup>2</sup>, un perímetro de 343 km, y una altitud media de 3500 msnm., presenta una pendiente de cauce en el orden 1,78%, y una longitud de cauce principal 120 km.

El factor de forma es de 0,25 mientras que el coeficiente de compacidad determinado es de 1,59. Tiene un sistema hidrográfico con una densidad de drenaje de 1,09 km/km<sup>2</sup> y una frecuencia de ríos de 0,88 ríos/km<sup>2</sup> y una declividad de los terrenos de 0,20.

### **Unidad Hidrográfica Torobamba**

El río Torobamba se forma en las lagunas Hatunticclla, Toctococha y Uhcococha y los río Yanamito, Chacabamba; sus principales afluentes son el río Uras, Miskihauico; las quebradas secas afluentes son: Illahura, Socosmayo, Condoray, Rapijasa, Anjihay, Auquirajay.

Esta Unidad Hidrográfica tiene un superficie de 1040 km<sup>2</sup>, un perímetro de 177 km, la altitud media de 3210 msnm., presenta una pendiente de cauce en el orden 3,80%, y una longitud de cauce principal 69 km. El factor de forma es de 0,22 mientras que el coeficiente de compacidad es de 1,54.

### **Unidad Hidrográfica Chicha – Soras**

El río Soras se forma de las lagunas Llumpata, Llactajocham, Lliptacocha,



Caranjacocha, Kerojocha, Huamkahocho, que dan origen a los tributarios: Pachachaca, Challhua, Huancani, Ccantuchayoc, Huayllaripa, Yanamayo, que en su conjunto forman el río Soras; el río Pauche y el río Ocharán juntamente con el río Soras forman el río Chicha.

Esta Unidad Hidrográfica tiene un área de 2798 km<sup>2</sup>, un perímetro de 301km, siendo su altitud media de 3650 msnm., presenta una pendiente de cauce en el orden 2,05%, y una longitud de cauce principal 114 km. El factor de forma es de 0,21 mientras que el coeficiente de compacidad es de 1,62.

### **Unidad Hidrográfica Bajo Pampas**

Recibe la confluencia de las aguas de los ríos, aguas arriba: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha-Soras y Torobamba y, a partir de la cota 1 566,20, se forma el curso principal del río Pampas; es este tramo recepciona las aguas de los afluentes como: Ccocas que nace de la laguna Pacucha; río Chumbao, que nace de las lagunas Huachoccocha, Antacoccocha, Pacoccocha; Pincos que nace de la laguna Moroccocha, Totoroccocha, Upisuyuna, Aceroccocha; las quebradas mas importantes son: Cochahuayco, Ajoscco, Cuncataka, Huancane, Huachucuri, Palljasmayo, Chacabamba, Huarichocho.

Esta Unidad Hidrográfica tiene un superficie de 2727 km<sup>2</sup>, un perímetro de 314 km, y una altitud media de 1690 msnm., presenta una pendiente de cauce en el orden 0.60%, y una longitud de cauce principal 99 km. El factor de forma es de 0,28 mientras que el coeficiente de compacidad determinado es de 1,68.

## **2.16. Diagnóstico de la Red de Estaciones**

Se ha efectuado el diagnóstico de la red de estaciones hidrometeorológicas de las más representativas dentro del ámbito de estudio y que han correspondido a las estaciones meteorológicas (Pampas, Chipao y Andamarca) y dentro de las hidrométricas (Pampas y Huasapampa).

### **2.16.1 Estaciones Meteorológicas**

#### **Estación Pampas**

Se encuentra ubicado en el centro poblado río Blanco, se llega por medio de una trocha, en cinco minutos desde el Puente Pampas, tomando un desvío a la izquierda cuando se va desde Ayacucho a Chincheros.

Se pudo observar que la estación se encuentra en regular estado de conservación, presentando enrejado con mallas metálicas, tiene pluviómetro, caseta meteorológica, anemómetro. En el interior del área cercada por la malla, en donde se encuentran los instrumentos meteorológicos, han sembrado árboles frutales, así también el área enmallada está rodeada por árboles frutales altos y frondosos, como se puede apreciar en las fotografías.



### Estación Chipao

Se encuentra ubicado en el distrito de Chipao, la operación estuvo a cargo del Instituto Tecnológico de Chipao, pero por falta de personal no se tienen registros de los instrumentos que tiene la estación.

Se pudo observar que la estación se encuentra en regular estado de conservación, presentando enrejado con malla metálica, tiene pluviómetro, caseta meteorológica con termómetro de máximas y mínimas, como se puede apreciar en las fotografías adjuntas.



### Estación Andamarca

Se encuentra ubicado en el distrito de Andamarca, la operación estuvo a cargo del Instituto Tecnológico de Andamarca, pero por falta de personal no se tienen registros de los instrumentos que tiene la estación.

Se pudo observar que la estación se encuentra en regular estado de conservación, presentando enrejado con malla metálica, tiene pluviómetro, caseta meteorológica con termómetro de máximas y mínimas, como se puede apreciar en las fotografías adjuntas.



### 2.16.2 Estaciones Hidrométricas

#### Estación Pampas

Está ubicada en la margen derecha del río Pampas; el Limnómetro está ubicado junto al estribo del puente, que comunica la región Ayacucho, con el distrito de Huaccana, centro poblado de Ahuayro, región Apurímac.

Se pudo observar que la estación se encuentra en mal estado, presentando una caseta limnigráfica; la mira se encuentra en mal estado con rajaduras, agujeros y es ilegible la numeración; ver fotografías adjuntas.

En el mes de noviembre se aforó, aguas arriba del puente Pampas, 35 m<sup>3</sup>/s; en el mes de diciembre estaba pasando aproximadamente el doble de caudal, sin embargo, el espejo de agua del río no llega a la base del limnógrafo.



### Estación Huasapampa

Está ubicada en la margen izquierda del río Sondondo; el Limnómetro está ubicado junto al estribo del puente colonial, que da acceso al distrito de Aucará.

Se pudo observar que la estación se encuentra en mal estado de conservación, presentando una caseta limnigráfica; la numeración de la mira es ilegible, se ha marcado con pintura blanca cada metro en la tubería, de la cual el primer metro se encuentra oxidado y carcomido por la corrosión, como se puede apreciar en las fotografías adjuntas. El aforo de  $2.7 \text{ m}^3/\text{s}$  el espejo de agua no llegaba al cero del limnógrafo.



### III. CLIMATOLOGÍA

#### 3.1. Variables Climáticas

En muchas áreas del planeta, específicamente en países subdesarrollados, la investigación hidrológica se dificulta por la escasez de series confiables de datos de largo plazo, ya que obstaculizan la aplicación y desarrollo de modelos hidrológicos. En muchas regiones las redes hidrometeorológicas son muy poco densas e incluso inexistentes debido, entre otras razones, a que su establecimiento y mantenimiento es oneroso, particularmente, por el costo del equipo, su operación y el desarrollo de bases de datos.

La cuenca Pampas se caracteriza por presentar una baja densidad de estaciones climáticas, cortos e incompletos periodos de registro. Para paliar este déficit de información es posible obtener de fuentes alternativas, registros históricos para diferentes variables hidrológicas en lugares donde no existen estaciones climáticas in situ. Instituciones científicas en todo el mundo generan y distribuyen información climática georeferenciada como es el caso del TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) y el modelo climático de la CRU (Climatic Research Unit).

Los parámetros climatológicos como son la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y evapotranspiración; son los de mayor importancia para los objetivos del presente estudio, la información corresponde a series anuales de modelos climáticos mundiales desarrollados por el Climatic Research Unit (CRU), la cual se encuentra codificada mediante numeración asignada; en el Cuadro N°3.1 se muestra la relación de estaciones virtuales utilizadas, mientras que en los Cuadros N°3.2 al 3.6, del Anexo II – Información Climatológica, se presenta la relación de 126 estaciones virtuales utilizadas, las mismas que han registrado las variables: temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa media mensual y velocidad de viento, los registros históricos multianuales muestran el comportamiento de cada una estas variables.

Debido a la extensión de la cuenca Pampas, se procedió a subdividirla en siete subcuencas, en donde la caracterización climática se realizó en la plataforma del ArcGIS, utilizando el método de interpolación Kriging para todo el ámbito de la cuenca, luego con las herramientas de análisis espacial se calculó el valor medio de la variable climática para cada subcuenca en estudio, posteriormente estos valores se utilizaron en el modelamiento hidrológico.

##### 3.1.1 Temperatura

En el ámbito de la cuenca del río Pampas, el CRU registra desde 1960 hasta 1990 información del comportamiento de esta variable, cuyos registros han sido utilizados para determinar su variabilidad a nivel de toda la cuenca del río Pampas; información que ha servido para elaborar el Mapa N°13 Isotherma Anual.

En el Cuadro N°3.7 se presenta la variación media mensual de la temperatura en el ámbito de la cuenca del río Pampas desde los 1157 a los 4788 msnm, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Cuadro N°3.7  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
TEMPERATURA MEDIA

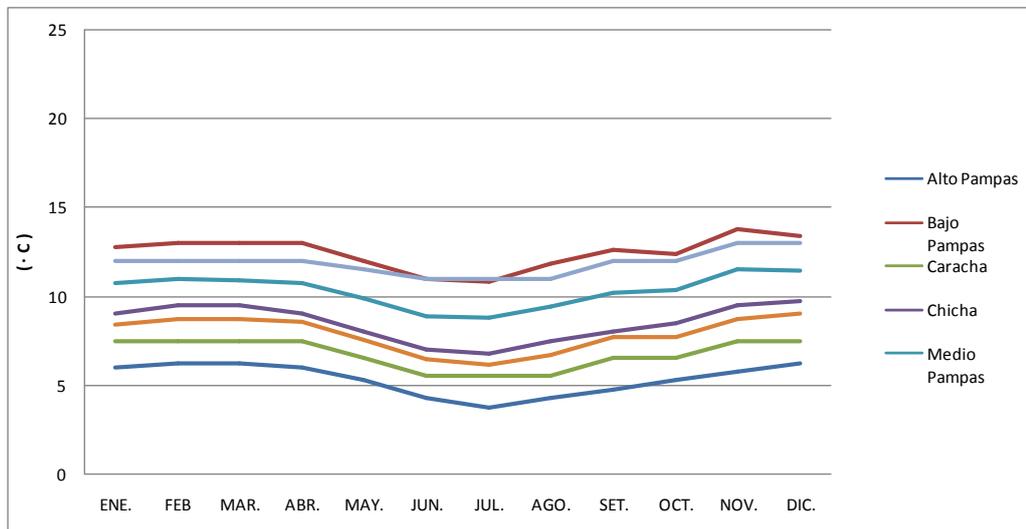
ALTITUD (msnm)		RANGO (°C)		
		Prom.	Máx.	Mín.
4788	4208	4.5	7.8	0.3
4183	4000	6.5	8.4	4.1
3988	3622	8.6	12.1	5.1
3578	3040	11.9	15.5	7.2
2997	1157	16.1	22.5	9.8

El Cuadro N°3.8 y Gráfico N°3.1 se muestra la variación de la temperatura media mensual en las subcuencas en estudio.

Cuadro N°3.8  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
TEMPERATURA MEDIA EN LAS SUBCUENCAS (°C)

Subcuenca	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Alto Pampas	6.0	6.3	6.3	6.0	5.3	4.3	3.8	4.3	4.8	5.3	5.8	6.3
Bajo Pampas	12.8	13.0	13.0	13.0	12.0	11.0	10.8	11.8	12.6	12.4	13.8	13.4
Caracha	7.5	7.5	7.5	7.5	6.5	5.5	5.5	5.5	6.5	6.5	7.5	7.5
Chicha	9.0	9.5	9.5	9.0	8.0	7.0	6.8	7.5	8.0	8.5	9.5	9.8
Medio Pampas	10.8	11.0	10.9	10.8	9.9	8.9	8.8	9.4	10.2	10.3	11.6	11.4
Sondondo	8.4	8.7	8.7	8.6	7.6	6.4	6.1	6.7	7.7	7.7	8.7	9.0
Torobamba	12.0	12.0	12.0	12.0	11.5	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	13.0	13.0

Gráfico N° 3.1  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA A NIVEL DE SUBCUENCAS (°C)



El Cuadro N° 3.9 muestra la variación de la temperatura máxima mensual a nivel de toda la cuenca del río Pampas desde los 1157 a los 4788 msnm, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Cuadro N°3.9  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
TEMPERATURA MÁXIMA

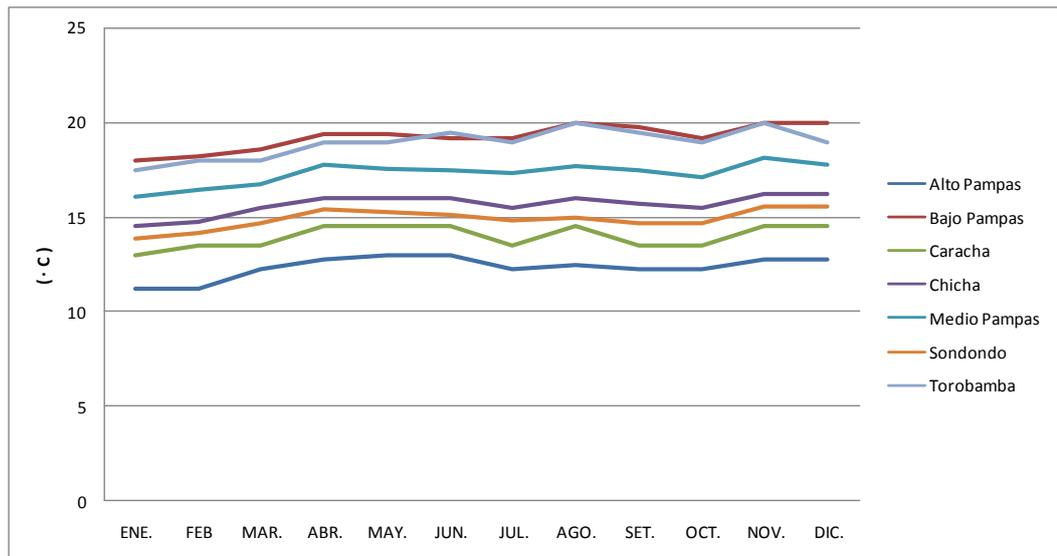
ALTITUD (msnm)	RANGO (°C)		
	Prom.	Máy.	Mín.
4788 4208	12.3	15.4	8.6
4183 4000	14.0	15.7	12.2
3988 3622	16.1	19.4	13.4
3578 3040	19.3	22.4	15.2
2997 1157	23.0	28.1	17.2

El Cuadro N°3.10 y Gráfico N°3.2 se muestra la variación de la temperatura máxima mensual en las subcuencas en estudio.

Cuadro N°3.10  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
TEMPERATURA MÁXIMA EN LAS SUBCUENCAS (°C)

Subcuenca	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Alto Pampas	11.3	11.3	12.3	12.8	13.0	13.0	12.3	12.5	12.3	12.3	12.8	12.8
Bajo Pampas	18.0	18.2	18.6	19.4	19.4	19.2	19.2	20.0	19.8	19.2	20.0	20.0
Caracha	13.0	13.5	13.5	14.5	14.5	14.5	13.5	14.5	13.5	13.5	14.5	14.5
Chicha	14.5	14.8	15.5	16.0	16.0	16.0	15.5	16.0	15.8	15.5	16.3	16.3
Medio Pampas	16.1	16.4	16.8	17.8	17.6	17.4	17.3	17.7	17.4	17.1	18.1	17.8
Sondondo	13.9	14.1	14.7	15.4	15.3	15.1	14.9	15.0	14.7	14.7	15.6	15.6
Torobamba	17.5	18.0	18.0	19.0	19.0	19.5	19.0	20.0	19.5	19.0	20.0	19.0

Gráfico N° 3.2  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÁXIMA  
A NIVEL DE SUBCUENCAS (°C)





En el Cuadro N° 3.11 se presenta la variación de la temperatura mínima mensual en la cuenca del río Pampas desde los 1157 a los 4788 msnm, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Cuadro N°3.11  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
TEMPERATURA MÍNIMA

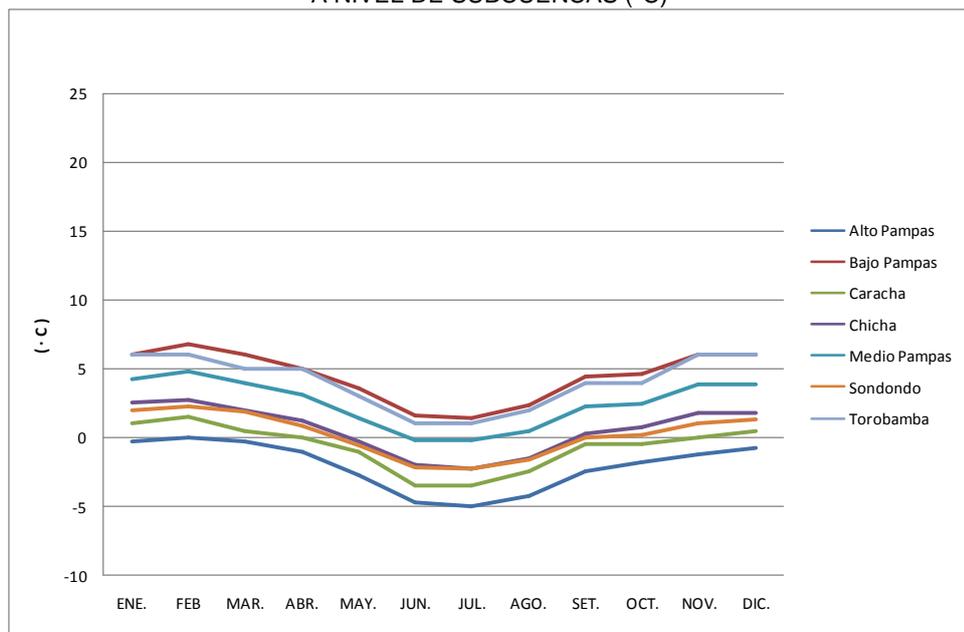
ALTITUD (msnm)	RANGO (°C)			
	Prom.	Máx.	Mín.	
4788	4208	-3.3	1.3	-9.4
4183	4000	-1.1	2.2	-5.1
3988	3622	1.0	5.4	-3.7
3578	3040	4.6	8.9	-1.2
2997	1157	9.2	17.5	2.1

El Cuadro N° 3.12 y Gráfico N°3.2 se muestra la variación de la temperatura mínima mensual en las subcuencas en estudio, mientras que en el Mapa N°13 se muestra el Mapa de Isotermas.

Cuadro N°3.12  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
TEMPERATURA MÍNIMA EN LAS SUBCUENCAS (°C)

Subcuenca	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Alto Pampas	-0.3	0.0	-0.3	-1.0	-2.8	-4.8	-5.0	-4.3	-2.5	-1.8	-1.3	-0.8
Bajo Pampas	6.0	6.8	6.0	5.0	3.6	1.6	1.4	2.4	4.4	4.6	6.0	6.0
Caracha	1.0	1.5	0.5	0.0	-1.0	-3.5	-3.5	-2.5	-0.5	-0.5	0.0	0.5
Chicha	2.5	2.8	2.0	1.3	-0.3	-2.0	-2.3	-1.5	0.3	0.8	1.8	1.8
Medio Pampas	4.2	4.8	4.0	3.1	1.4	-0.2	-0.2	0.4	2.2	2.4	3.9	3.9
Sondondo	2.0	2.3	1.9	0.9	-0.6	-2.1	-2.3	-1.6	0.0	0.1	1.0	1.3
Torobamba	6.0	6.0	5.0	5.0	3.0	1.0	1.0	2.0	4.0	4.0	6.0	6.0

Gráfico N° 3.3  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÍNIMA  
A NIVEL DE SUBCUENCAS (°C)



### 3.1.2 Humedad Relativa

En la cuenca del río Pampas, el CRU registra desde 1960 hasta 1990 información de la humedad relativa media mensual, la cual ha servido para determinar el comportamiento de esta variable en la cuenca del río Pampas.

En el Cuadro N°3.13 se presenta la variación media mensual de la Humedad Relativa para diferentes rangos de altitud en el ámbito de estudio, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Cuadro N°3.13  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
HUMEDAD RELATIVA

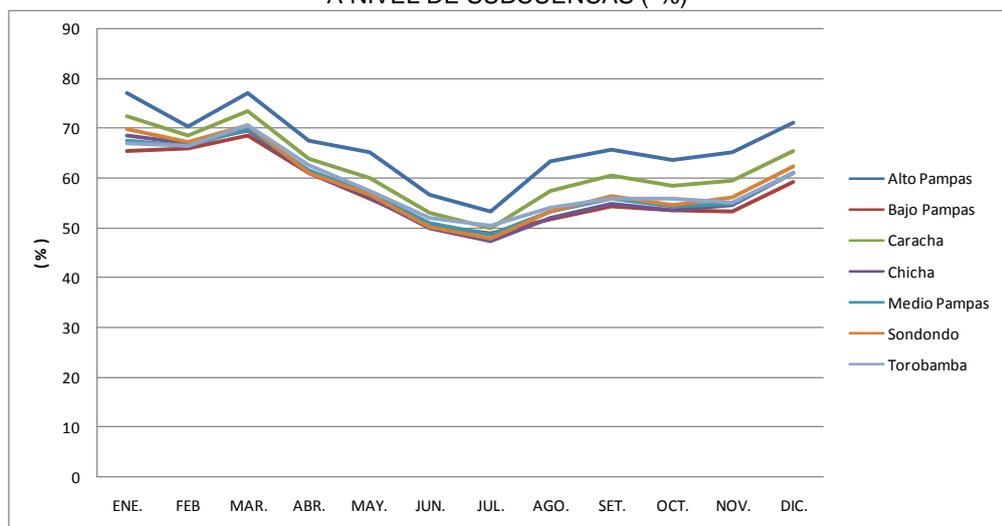
ALTITUD (msnm)		RANGO (%)		
		Prom.	Máx.	Mín.
4788	4208	63.6	83.2	45.8
4183	4000	62.5	77.9	46.1
3988	3622	60.1	74.7	46.4
3578	3040	58.0	73.5	47.0
2997	1157	57.9	71.1	48.4

El Cuadro N° 3.14 y Gráfico N°3.4 se muestra la variación de la humedad relativa media mensual en las subcuencas en estudio.

Cuadro N°3.14  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA  
HUMEDAD RELATIVA EN LAS SUBCUENCAS (%HR)

Subcuenca	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Alto Pampas	77.0	70.3	77.0	67.5	65.0	56.5	53.3	63.3	65.8	63.5	65.3	71.0
Bajo Pampas	65.4	66.0	68.6	61.2	56.0	50.6	49.0	51.8	54.4	53.6	53.4	59.2
Caracha	72.5	68.5	73.5	64.0	60.0	53.0	50.0	57.5	60.5	58.5	59.5	65.5
Chicha	68.5	67.0	69.5	61.0	56.0	49.8	47.3	52.0	54.8	53.5	54.5	61.0
Medio Pampas	67.7	66.6	69.9	61.6	56.9	50.9	48.7	53.4	56.0	54.4	54.9	61.1
Sonondo	69.9	67.4	70.7	61.3	56.9	50.3	48.0	53.4	56.6	54.7	56.1	62.4
Torobamba	67.0	66.5	70.5	62.5	57.5	52.0	50.5	54.0	56.0	56.0	55.0	61.0

Gráfico N° 3.4  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA HUMEDAD RELATIVA  
A NIVEL DE SUBCUENCAS (°%)



### 3.1.3 Velocidad del Viento

En la cuenca del río Pampas, el CRU registra desde 1960 hasta 1990 información climática, la cual ha servido para analizar el comportamiento de esta variable en la en la cuenca. En el Cuadro N°3.15 se presenta los promedios mensuales de la velocidad del viento en cada una de las estaciones, que se ubican desde los 1157 a los 4788 msnm, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Cuadro N°3.15  
VARIACIÓN MENSUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)

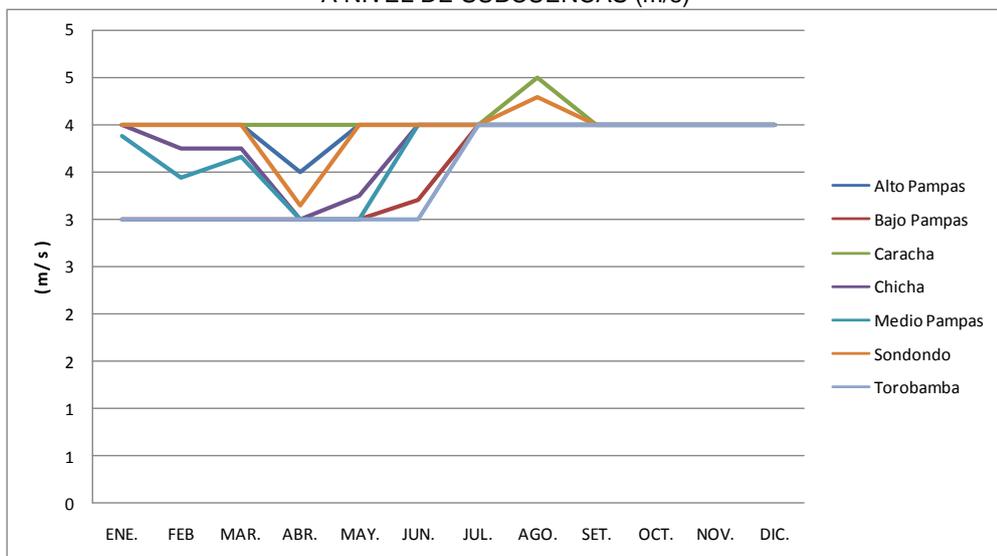
ALTITUD (msnm)	RANGO (m/s)			
	Prom.	Máx.	Mín.	
4788	4208	4.0	4.7	3.1
4183	4000	4.1	4.7	3.3
3988	3622	3.8	4.7	2.9
3578	3040	3.6	4.6	2.8
2997	1157	3.4	4.7	2.6

El Cuadro N° 3.16 y Gráfico N° 3.5 se muestra la variación de la velocidad media mensual del viento en las subcuencas en estudio.

Cuadro N°3.16  
VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA EN LAS SUBCUENCAS (m/s)

Subcuenca	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Alto Pampas	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Bajo Pampas	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Caracha	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0
Chicha	4.0	3.8	3.8	3.0	3.3	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Medio Pampas	3.9	3.4	3.7	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Sondondo	4.0	4.0	4.0	3.1	4.0	4.0	4.0	4.3	4.0	4.0	4.0	4.0
Torobamba	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Gráfico N° 3.5  
VARIACIÓN MEDIA DEL VIENTO A NIVEL DE SUBCUENCAS (m/s)



### 3.1.4 Evapotranspiración Potencial

#### Metodología de Cálculo – Resultados de ETp

La ecuación utiliza datos climáticos de radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. La evapotranspiración potencial para las subcuencas en el ámbito de la cuenca del río Pampas ha sido calculada por el método de Penman Modificado por la FAO, el cual considera la siguiente ecuación:

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \frac{900}{T + 273} U^2 (e_x - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Donde:

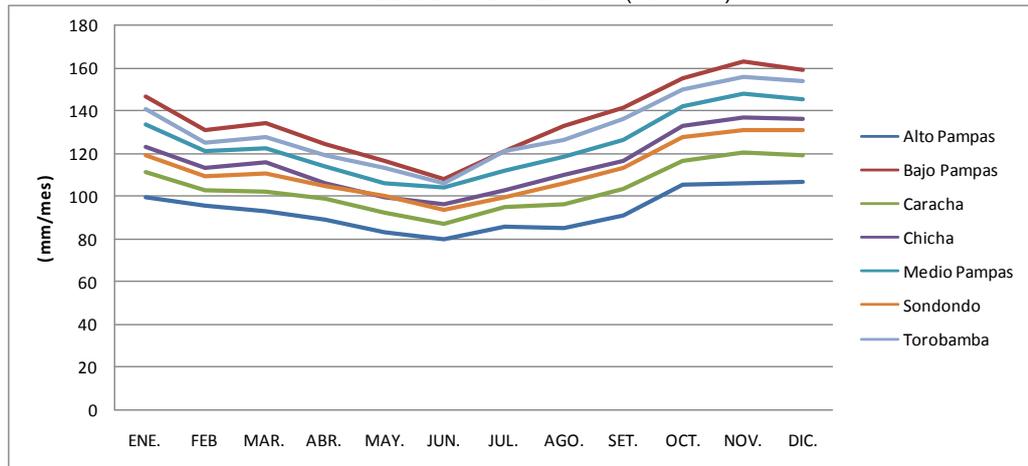
- ET = Evapotranspiración de Referencia (mm/día-1)
- Rn = Radiación Neta en la Superficie del Cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)
- Ra = Radiación Extraterrestre (mm día<sup>-1</sup>)
- G = Flujo de Calor de Suelo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)
- T = Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
- u<sub>2</sub> = Velocidad del viento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>)
- e<sub>x</sub> = Presión de vapor de saturación (kpa)
- e<sub>a</sub> = Presión real de vapor (kpa)
- e<sub>x</sub> = Déficit de presión de vapor (kpa)
- Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor (kpa °C<sup>-1</sup>)
- γ = Constante psicométrica (kpa °C<sup>-1</sup>)

Se ha evaluado la ETp, mediante la metodología de Penman Montith; para las unidades hidrográficas: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Medio Pampas, Bajo Pampas y Torobamba. En el Cuadro N°3.17 y Gráfico N°3.6 se muestra la variación de la evapotranspiración potencial mensual para las subcuencas en estudio.

Cuadro N°3.17  
VARIACIÓN DE LA  
EVAPOTRANSPIRACIÓN MEDIA (mm/mes)

Subcuenca	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Alto Pampas	99.1	95.1	92.9	89.1	82.7	79.7	85.2	85.2	91.0	105.5	105.9	106.4
Bajo Pampas	147.1	130.9	134.5	124.6	116.3	108.0	121.4	132.9	141.5	155.6	163.4	159.5
Caracha	111.2	102.6	102.1	98.9	92.1	87.1	94.9	96.3	103.3	116.8	120.6	119.0
Chicha	123.4	113.3	116.0	106.6	99.5	96.5	103.3	110.4	116.6	133.1	137.2	136.4
Medio Pampas	133.5	120.9	122.4	114.0	106.0	103.9	111.5	118.4	126.6	142.3	148.1	145.5
Sondondo	119.0	109.3	110.7	104.6	99.9	93.4	99.6	105.7	113.2	127.4	131.0	130.7
Torobamba	140.6	125.5	127.7	119.1	113.1	106.2	121.0	126.3	136.3	149.9	155.9	154.0

Gráfico N° 3.6  
VARIACIÓN MEDIA DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN  
A NIVEL DE SUBCUENCAS (mm/mes)



### 3.2 Clasificación Climática

Para caracterizar el clima de la Cuenca de Río Pampas se utilizó la metodología de Thornthwaite el cual considera como datos de entrada la precipitación y la evapotranspiración y a partir de ella realizar el balance hídrico, determinándose los periodos de exceso y déficit con el cual es posible la caracterización climática.

La nomenclatura de la caracterización Climática de Thornthwaite está compuesta por cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, se refieren al “Índice de humedad” y a la “Eficacia térmica” de la zona, respectivamente. La letra tercera y cuarta, minúsculas, corresponden a la “Variación estacional de la humedad” y a la “Concentración térmica en verano” respectivamente.

Determinación del Índice de Humedad según Thornthwaite.

Es necesario hacer un balance de agua del suelo en el que intervengan: Precipitaciones medias mensuales (P); Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales (ETP); Déficits (D) y Excesos (E) mensuales de agua.

El Índice de humedad de Thornthwaite se determina por la expresión:

$$I_h = I_E - 0,6 I_D$$

Siendo:

$I_E$  = el índice de exceso, que se calcula por la siguiente expresión:

$$I_E = \frac{E}{ETP} \cdot 100$$

$I_D$  = el índice de déficit y se calcula de la siguiente forma:

$$I_D = \frac{D}{ETP} \cdot 100$$

**Determinación de la Eficiencia Térmica.**

Según Thornthwaite, la evapotranspiración potencial (ETP) es un índice de eficacia térmica. La suma de las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado.

**Determinación de la Variación Estacional de la Humedad.**

Interesa determinar si en los climas húmedos existe periodo seco y viceversa, si en los climas secos existe periodo húmedo.

**Determinación de la concentración térmica en verano.**

Está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual, y expresada en %.

$$C_v = \frac{ETP_{\text{verano}}}{ETP_{\text{anual}}} \cdot 100$$

**Clasificación Climática según Thornthwaite, Tablas y parámetros de Clasificación.**

Los límites de separación entre los tipos hídricos, están determinados por los valores del índice hídrico y se designan con las letras mayúsculas sin acentuar; en el Cuadro N°3.18, se aprecia la clasificación para climática según el Índice Hídrico.

Cuadro N°3.18  
CLASIFICACION CLIMÁTICA SEGÚN THORNTHWAITE

PROVINCIAS DE HUMEDAD		
Clasificación según Índice Hídrico		
TIPO	Índice de Pluvial	CLIMA
A	> a 100	Super húmedo
B4	80 a 100	Muy húmedo
B3	60 a 80	Húmedo
B2	40 a 60	Moderadamente húmedo
B1	20 a 40	Ligeramente húmedo
C2	0 a 20	Semi-húmedo
C1	(-20) a 0	Semi-seco
D	(-40 a -20)	Seco
E	(-60 a -40)	Arido

Estas provincias de humedad se subdividen atendiendo el régimen pluviométrico anual, mediante la determinación de la falta de exceso de agua.

Los sub-tipos de humedad se designan por letras minúsculas sin acentuar y su significado; se presenta en el Cuadro N°3.19

Cuadro N°3.19  
CLASIFICACION POR SUBTIPOS DE HUMEDAD

<b>SubClasificación de Humedad según Índice de Exceso e Índice de Déficit</b>		
<b>SUB-TIPO</b>	<b>Índice de Exceso (%)</b>	<b>CLIMA SECO (por exceso de agua)</b>
w'2	> 20	Exceso grande en invierno
s'2	> 20	Exceso grande en verano
w'	10 a 20	Exceso moderado en invierno
s'	10 a 20	Exceso moderado en verano
d	0 a 10	Poco o ningún exceso
<b>SUB-TIPO</b>	<b>Índice de Deficit (%)</b>	<b>CLIMA HUMEDO (por falta de agua)</b>
w2	> 33.3	Déficit grande en invierno
s2	> 33.3	Déficit grande en verano
w	16.7 a 33.3	Déficit moderado en invierno
s	16.7 a 33.3	Déficit moderado en verano
r	0 a 16.7	Déficit pequeño o ninguno

Como parámetro para la clasificación térmica que usa la evapotranspiración potencial, que no es un índice hidrológico sino una función de la temperatura media solar. Los límites entre los tipo térmicos se designan con letras mayúsculas acentuadas; el Cuadro N°3.20 indica la clasificación térmica según la evapotranspiración.

Cuadro N°3.20  
CLASIFICACIÓN TÉRMICA SEGÚN  
LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

<b>PROVINCIAS TERMICAS</b>		
<b>Provincias Térmicas según Índice de Evapotranspiración Potencial</b>		
<b>TIPO</b>	<b>Eto (cm)</b>	<b>CLIMA</b>
A'	> a 114.0	Cálido
B'4	99.7 a 114.0	Semicálido
B'3	85.5 a 99.7	Templado cálido
B'2	71.2 a 85.5	Templado frío
B'1	57.0 a 71.2	Semi frío
C'2	42.7 a 57.0	Frío moderado
C'1	28.5 a 42.7	Frío acentuado
D'	14.2 a 28.5	De tundra
E'	< a 14.2	Helado

Estos tipos climáticos se subdividen en sub-tipos teniendo en cuenta el régimen térmico anual, según el porcentaje de concentración de calor anual, dentro del período estival o de verano.

Estos sub-tipos se especifican por medio de letras minúsculas acentuadas y su significado se señala en el Cuadro N°3.21.

Cuadro N°3.21  
CLASIFICACIÓN POR SUBTIPOS  
SEGÚN RÉGIMEN TÉRMICO

SubClasificación de Provincias Térmicas	
SUB-TIPO	Concentración Estival (Base % Eto del Verano)
d'	> 88.0
c'1	76.3 a 88.0
c'2	68.0 a 76.3
b'1	61.6 a 68.0
b'2	56.3 a 61.6
b'3	51.9 a 56.3
b'4	48.0 a 51.9
a'	< a 48.0

Se ha efectuado la clasificación del clima para las subcuencas Pampas, Caracha, Sondongo, Chicha, Bajo Pampas, Medio Pampas y Torobamba, la información utilizada su muestra en los Cuadros N°3.22 y 3.23 y que corresponden a la evapotranspiración potencial y precipitación media mensual.

Cuadro N°3.22  
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL(mm/mes)

Subcuenca	Elev(msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Pampas	4241	135.1	120.1	125.2	112.6	108.0	98.5	104.0	114.3	117.9	133.9	135.0	138.7	1443.3
Caracha	3993	111.2	102.6	102.1	98.9	92.1	87.1	94.9	96.3	103.3	116.8	120.6	119.0	1244.9
Sondongo	3808	119.0	109.3	110.7	104.6	99.9	93.4	99.6	105.7	113.2	127.4	131.0	130.7	1344.6
Chicha	3736	123.4	113.3	116.0	106.6	99.5	96.5	103.3	110.4	116.6	133.1	137.2	136.4	1392.4
Bajo Pampas	3580	147.1	130.9	134.5	124.6	116.3	108.0	121.4	132.9	141.5	155.6	163.4	159.5	1635.6
Medio Pampas	3738	133.5	120.9	122.4	114.0	106.0	103.9	111.5	118.4	126.6	142.3	148.1	145.5	1493.0
Torobamba	3313	140.6	125.5	127.7	119.1	113.1	106.2	121.0	126.3	136.3	149.9	155.9	154.0	1575.5

Cuadro N°3.23  
PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm/mes)

Subcuenca	Elev(msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Pampas	4241	87.9	110.5	120.3	41.9	5.0	0.5	0.2	0.8	3.1	9.4	18.0	40.7	438.2
Caracha	3993	129.3	136.5	125.1	42.7	11.3	3.9	4.4	10.8	17.0	26.3	33.9	70.6	611.8
Sondongo	3808	124.1	135.0	124.7	43.5	13.3	5.9	9.5	13.5	22.5	31.1	37.7	73.0	633.9
Chicha	3736	145.1	150.3	142.8	46.8	14.1	8.0	11.3	18.9	30.2	48.7	56.7	90.3	763.3
Bajo Pampas	3580	136.0	136.0	124.7	43.8	15.7	9.7	9.2	17.4	30.8	54.6	70.8	92.7	741.4
Medio Pampas	3738	147.6	154.3	135.3	45.8	14.9	7.4	9.9	19.0	31.4	51.7	60.9	92.6	770.9
Torobamba	3313	124.3	122.9	112.7	39.5	16.0	7.5	8.3	12.7	30.0	46.6	59.8	87.7	667.9

De acuerdo con el sistema de clasificación de clima, en general se ha identificado para las subcuencas Pampas, Caracha, Sondongo, Chicha, Bajo Pampas, Medio Pampas y Torobamba un tipo de Clima Seco.



## IV. ANALISIS Y TRATAMIENTO DE LA PRECIPITACION

### 4.1. Red de Estaciones Pluviométricas

#### 4.1.1 Información Histórica

La información pluviométrica disponible se recabo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La cuenca Pampas se caracteriza por presentar una baja densidad de pluviómetros, cortos periodos de registro con interrupciones discontinuas en su secuencia y otros completos. Adicionalmente se utilizo información climática georeferenciada del TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) de la NASA.

En el Cuadro N° 4.1 se presenta la relación de estaciones pluviométricas que se encuentran en la cuenca del río Pampas y cuencas vecinas, y muestra el nombre de la estación, tipo, cuenca, ubicación política y geográfica, información procedente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI y que corresponden a: Hornada, Túnel Cero, Los Libertadores, Paras, Huaca Huacs, Chuschi, Rayusca, Urubamba, Huancasancos, Huancapi, Vischongo, Vilcashuaman, Huancapi, Pampahuasi, Pampamarca, Putacsa, Andamarca, Aucara, Huacaña, Ccecaña, Urayma, Chalhuanca, Pampachiri, Pecope, Chilcayoc, Carhuanca, Huancaray, Uripa, Pampas, Andahuaylas, Andarapa, Quinoa, Luricocha, San Miguel.

Cuadro N°4.1  
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

N°	TIPO	NOMBRE	CUENCA	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	ALTITUD (msnm.)	PERIODO		LONGITUD	LATITUD
								INICIO	FINAL		
1	CO	ANDAHUAYLAS	PAMPAS	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	ANDAHUAYLAS	2866	1964	2007	73°22'14.0"	13°39'24.0"
2	CO	ANDAMARCA	PAMPAS	AYACUCHO	LUCANAS	CARMEN SALCEDO	3490	1963	1983	73°58'00.0"	14°23'00.0"
3	PLU	ANDARAPA	PAMPAS	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	ANDARAPA	3215	1963	1982	73°22'00.0"	13°31'00.0"
4	PLU	AUCARA	PAMPAS	AYACUCHO	LUCANAS	AUCARA	3220	1963	1989	73°58'00.0"	14°17'00.0"
5	PLU	CARHUANCA	PAMPAS	AYACUCHO	VILCAS HUAMAN	CARHUANCA	3100	1963	1982	73°47'00.0"	13°44'00.0"
6	PLU	CCECCADA	ACARI	AYACUCHO	LUCANAS	PUQUIO	4100	1963	1981	74°00'00.0"	14°36'00.0"
7	CO	CHALHUANCA II	APURIMAC	APURIMAC	AYMARAES	CHALHUANCA	2850	1964	1999	73°10'00.0"	14°20'00.0"
8	CO	CHILCAYOC	PAMPAS	AYACUCHO	SUCRE	CHILCAYOC	3410	1963	2007	73°43'35.0"	13°52'57.0"
9	PLU	CHUNGUI	PAMPAS	AYACUCHO	LA MAR	CHUNGUI	3468	1963	1983	73°37'00.0"	13°13'00.0"
10	PLU	CHUSCHI	PAMPAS	AYACUCHO	CANGALLO	CHUSCHI	3141	1963	1982	74°21'00.0"	13°35'00.0"
11	PLU	HORNADA	ICA	HUANCAVELICA	HUAYTARA	PILPICHACA	4430	1980	1996	75°06'00.0"	13°26'00.0"
12	PLU	HUACADA	PAMPAS	AYACUCHO	SUCRE	HUACADA	3150	1963	1981	73°53'00.0"	14°10'00.0"
13	CO	HUAC-HUAS	GRANDE	AYACUCHO	LUCANAS	HUAC-HUAS	3025	1980	2007	74°56'26.0"	14°07'55.0"
14	CO	HUANCAPÍ	PAMPAS	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	HUANCAPÍ	3186	1964	2007	74°04'05.0"	13°44'56.0"
15	PLU	HUANCARAY	PAMPAS	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	HUANCARAY	2902	1963	1982	73°32'00.0"	13°45'00.0"
16	PLU	HUANCASANCOS	PAMPAS	AYACUCHO	HUANCA SANCOS	SANCOS	3700	1996	2007	74°20'00.0"	13°55'00.0"
17	CO	LA QUINUA	MANTARO	AYACUCHO	HUAMANGA	QUINUA	3260	1964	2007	74°08'29.0"	13°03'19.0"
18	PLU	LOS LIBERTADORES	PAMPAS	HUANCAVELICA	HUAYTARA	PILPICHACA	3710	1971	1982	74°58'00.0"	13°20'00.0"
19	PLU	LURICOCHA	MANTARO	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	2625	1963	1999	74°14'00.0"	12°49'00.0"
20	CO	PAMPACHIRI	PAMPAS	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	PAMPACHIRI	3364	1963	1979	73°33'00.0"	14°11'00.0"
21	PLU	PAMPAHUASI	ACARI	AYACUCHO	LUCANAS	LUCANAS	3650	1962	1980	74°15'00.0"	14°29'00.0"
22	PLU	PAMPAMARCA	PAMPAS	AYACUCHO	LUCANAS	AUCARA	3400	1963	1997	74°12'00.0"	14°14'00.0"
23	CO	PAMPAS	PAMPAS	APURIMAC	CHINCHEROS	HUACCANA	2032	2003	2007	73°49'41.0"	13°26'00.0"
24	PLU	PARAS	PAMPAS	AYACUCHO	CANGALLO	PARAS	3330	1963	1982	74°38'00.0"	13°33'00.0"
25	PLU	PECOPE	PAMPAS	APURIMAC	ANDAHUAYLAS	TUMAY HUARACA	4050	1964	1978	73°27'00.0"	14°04'00.0"
26	PLU	PUTACCSA	PAMPAS	AYACUCHO	LUCANAS	AUCARA	4100	1968	1984	74°12'00.0"	14°07'00.0"
27	PLU	RAYUSCA	PAMPAS	AYACUCHO	LUCANAS	SANCOS	3735	1967	1996	74°25'00.0"	13°53'00.0"
28	CO	SAN MIGUEL	PAMPAS	AYACUCHO	LA MAR	SAN MIGUEL	2661	1964	1978	73°59'00.0"	13°01'00.0"
29	CO	TUNEL CERO	PAMPAS	HUANCAVELICA	HUAYTARA	PILPICHACA	4425	1958	2007	75°05'08.0"	13°15'32.0"
30	PLU	URAYHUMA	OCODÁ	AYACUCHO	PARINACOCAS	UPAHUACHO	4170	1963	1979	73°34'00.0"	14°36'00.0"
31	PLU	URIPA	PAMPAS	APURIMAC	CHINCHEROS	ANCO-HUALLO	3280	1965	1972	73°41'00.0"	13°32'00.0"
32	PLU	URUBAMBA	URUBAMBA	AYACUCHO	HUANCA SANCOS	SACSAMARCA	3700	1972	1992	74°25'00.0"	14°07'00.0"
33	CO	VILCASHUAMAN	PAMPAS	AYACUCHO	VILCAS HUAMAN	VILCAS HUAMAN	3540	1965	2007	73°57'16.0"	13°39'36.0"
34	PLU	VISCHONGO	PAMPAS	AYACUCHO	VILCAS HUAMAN	VISCHONGO	3141	1963	1982	74°00'00.0"	13°35'00.0"

Fuente: Senamhi

#### 4.1.2 Información Indirecta

También se ha incluido información climatológica satelital del sensor TRMM 3B-43 (Tropical Rainfall Measuring Mission), el cual está distribuido espacialmente con una grilla de 0,25°X0,25° y en donde las series mensuales abarcan el periodo

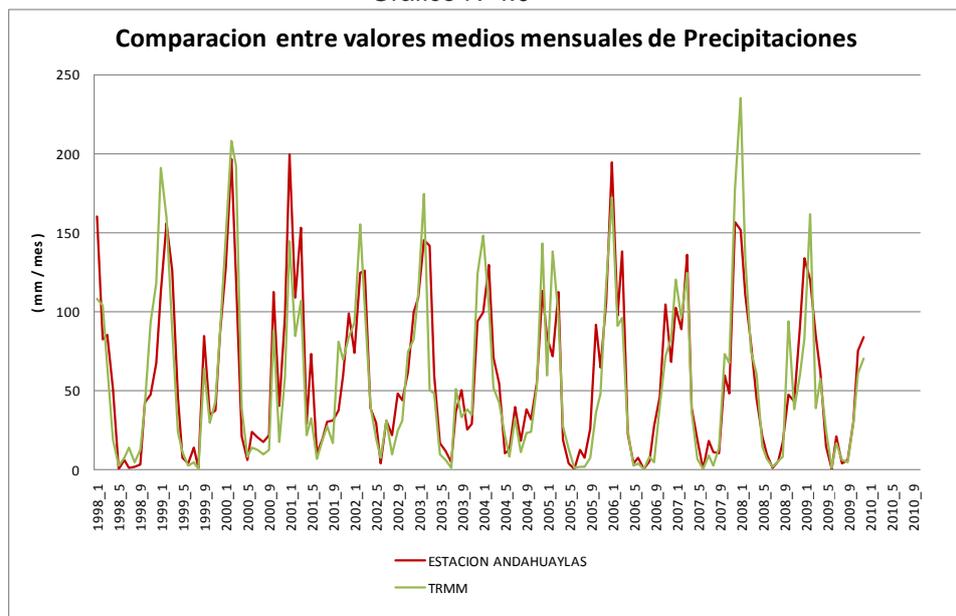
1998-2009. Esta información se utilizara exclusivamente en lugares donde no se tenga información del SENAMHI.

### Validación de información Satelital

Varios productos derivados de observaciones satelitales están disponibles para estudiar la convección tropical y un grupo de métodos y algoritmos se han desarrollado para estimar la precipitación mediante el uso de imágenes en las bandas visible, infrarroja y microondas. En este grupo se encuentra el TRMM. Este sensor fue validado por algunos autores en Perú y Bolivia con buena correlación entre la información y datos a nivel de superficie.

La validación se basa en comparar los registros de precipitación de ambas bases de datos, con el fin de comprobar que los datos del TRMM representan adecuadamente los patrones de precipitación de las estaciones del SENAMHI. Al lado del control visual del diagrama gráfico, se deberá utilizar criterios de error para obtener una clasificación más objetiva de las diferencias entre los valores del sensor y los observados, la raíz del error cuadrático medio relativo y el coeficiente de correlación. El periodo elegido de comparación es desde el año 1998 hasta el 2009.

Gráfico N°4.0



En el Gráfico N°4.0 se observa una buena correlación entre los valores del SENAMHI y el TRMM, los estadísticos: el coeficiente de correlación Pearson ( $r=0.88$ ), el error cuadrático medio ( $r=0.78$ ) y el error relativo igual a 11%, nos muestran resultados aceptables y una ligera sobreestimación de la lluvia en los periodos de avenidas, en términos generales podemos concluir que los datos del TRMM describen adecuadamente los regímenes de lluvia en la cuenca Pampas en el periodo considerado.

### 4.2 Relación Precipitación – Altitud

Es conocido el efecto de la variación altitudinal sobre la magnitud de precipitación, por lo que se analizó la relación existente entre ambas variables en el ámbito del estudio, al respecto se concluye que existe una baja correlación en la ecuación

precipitación-altitud así como una variabilidad espacial de las lluvias debido a la forma de la cuenca. Por estos motivos no se utilizara la relación precipitación-altitud, en cambio se realizara una sectorizaron de las estaciones de lluvia por subcuencas.

#### 4.3. Análisis de la Información Pluviométrica

La precipitación es el elemento básico que determina el comportamiento hidrológico de una cuenca y como tal debe analizarse su comportamiento estacional, multianual e incluso regional.

Para el análisis de información pluviométrica se ha considerado trabajar con 34 estaciones pluviométricas ubicadas dentro de la cuenca y cuencas vecinas procedente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía SENAMHI para el periodo entre 1964-2009, así como también de un total de 13 estaciones satelitales virtuales de la TRMM para el periodo 1998-2009.

En el Cuadro N°4.2 se muestran las estaciones satelitales codificadas en el ámbito de las cuencas y aledañas.

Cuadro N°4.2  
ESTACIONES SATELITALES

N°	ALTITUD (msnm.)	FUENTE	PERIODO		LONGITUD (°)	LATITUD (°)
			INICIO	FINAL		
1	3933	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-74.625000	-14.375000
2	4302	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-74.375000	-14.375000
3	4511	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-73.625000	-14.375000
4	3752	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-73.375000	-14.125000
5	3684	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-74.875000	-13.875000
6	3235	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-73.125000	-13.625000
7	4651	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-74.625000	-13.375000
8	4012	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-74.125000	-13.375000
9	4753	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-75.125000	-13.125000
10	4426	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-74.875000	-13.125000
11	2205	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-73.875000	-13.125000
12	4313	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-74.125000	-12.875000
13	4029	Tropical Rainfall Measuring Mission	1998	2009	-73.875000	-12.875000

Fuente: Tropical Rainfall Measuring Mission

En los Cuadros N° 4.3 al 4.49 del Anexo III – Información Pluviométrica, se presentan registros históricos de precipitación total mensual.

La información proveniente del SENAMHI, serán tratadas estadísticamente, completadas, y extendidas, para tener información uniforme, Adicionalmente se empleara información del sensor TRMM previa validación, esta información también fue extendida y servirán de apoyo para el trazado de las isoyetas, tal como se muestra en el Mapa N°14 – Mapa de Isoyeta Anual

##### 4.3.1. Análisis de Consistencia

Este análisis consistió en detectar y eliminar posibles inconsistencias y no homogeneidades, de las series históricas para obtener registros más confiables y de menor riesgo, para ello se realizó el análisis gráfico, doble masa y estadístico si fuera necesario.

##### Análisis Gráfico

Se elaboraron hidrogramas a nivel mensual y anual con la finalidad de investigar posibles saltos o tendencias durante el periodo de registro de la información, así como para detectar valores extremadamente altos o bajos que no reflejen el comportamiento de la variable en el periodo de registro.

Los hidrogramas se usaron también con la finalidad de establecer el período de registro más confiable en cada serie, es decir estos fueron comparados simultáneamente con la finalidad de visualizar si tenían un comportamiento similar.

En los Gráficos N°4.2 al 4.47 (Anexo VII – Gráficos), se muestra los hidrogramas históricos de precipitación total anual, mientras que en los Gráficos del 4.48 al 4.94(Anexo VII – Gráficos), los hidrogramas mensuales de las estaciones pluviométricas que se ubican en el ámbito de la cuenca del río Pampas y cuencas vecinas.

### **Análisis de Doble Masa**

Se efectuó el análisis de doble masa para las estaciones que se ubican en la cuenca del río Pampas y cuencas vecinas con la finalidad de conocer la consistencia de la información de precipitación.

El análisis de doble masa se basó con el criterio de que los valores acumulados de la precipitación, en cada estación, graficados con los valores acumulados de una estación modelo o base, para un período considerado, deben ser una línea recta de pendiente constante, además se debe tener cuidado, pues los cambios en la ubicación de las estaciones, toma de datos (metodología, instrumentación, personal operador), puedan afectar tal relación.

Para efectuar el análisis de doble masa, se optó por agruparlas teniendo como criterio la distribución espacial dentro de las subcuencas, régimen pluviométrico y período de registro concurrente, en el Cuadro N°4.50 al 4.52(Anexo III – Información Pluviométrica), se muestra la información que ha servido para definir los periodos de análisis, así se estableció lo siguiente:

- Unidad Hidrográfica Sondondo: estaciones Cceccaña, Urayhuma, Pampamarca, Andamarca, Pampachiri, Chipao, Aucara, Huacaña y Chilcayoc, periodo 1964-1980
- Unidad Hidrográfica Caracha: estaciones Pampamarca, Huas\_Huas, Laramate y Urabamba, periodo 1985-1992.
- Unidad Hidrográfica Bajo Pampas: estaciones Vischongo, Vilcabamba, Uripa, Huancaray, Huancapi, Huancabamba, Chungui, Carhuanca, Andahuaylas, Chilcayoc, Querobamba, Allpachaca y Chuschi, periodo 1964-1980
- Unidad Hidrográfica Chicha: estaciones Chipao, Uruyhuma, Huacaña, Querobamba, Chalhuanca, Chilcayoc, Pampachiri, Pecope y Huancaray, periodo 1964-1980
- Unidad Hidrográfica Bajo Pampas: estaciones Allpachaca, Jesús Túnel, Accnococho, Pariona, Los Libertadores, Paras y Chuschi, periodo 1971-1982
- Unidad Hidrográfica Torobamba: estaciones San Miguel, Luricocha, Quinoa y Chungui, periodo 1965-1981.

En el Gráficos N°4.95 al 4.100(Anexo VII – Gráficos), se presenta el Diagrama de Doble Masa correspondiente a la información histórica de la precipitación total anual de cada una de las estaciones; de la evaluación de los gráficos, las estaciones siguen una tendencia recta, información que es corroborada por los histogramas mensuales y anuales, lo cual nos indicaría la consistencia de la información pluviométrica.

### **Análisis Estadístico**

No fue necesario efectuar análisis estadístico, dada la consistencia de los datos verificados a nivel anual, mensual y mediante el diagrama de doble masa.

## **Análisis de Tendencias**

No se evidenciaron tendencias en las series históricas de precipitación, que hayan requerido ser corregidas.

### **4.3.2. Completación y Extensión de la Información**

Realizado el análisis de consistencia de la información histórica, se procedió a la completación de datos faltantes y extensión de los registros a un período común 1964-2009, que corresponde a 46 años.

La completación y extensión de los datos se realizó utilizando el Software denominado HEC4 del Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) que forma parte del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE), muy conocido por su validez en el campo de la Hidrología.

En los Cuadros N°4.53 al 4.99 del Anexo III – Información Pluviométrica, se muestran los registros completados y/o extendidos de las estaciones pluviométricas para las estaciones que se ubican en el ámbito de la cuenca del río Pampas y cuencas vecinas.

### **4.3.3. Precipitación Areal en la Cuenca**

La precipitación representativa de una cuenca hidrográfica es denominada precipitación areal, existen varias metodologías para determinar la precipitación areal de una cuenca entre las que destaca la de isoyetas.

De acuerdo a las características de la cuenca del río Pampas se optó por usar el método de isoyetas ya que es de mejor aproximación y representatividad al incluir el efecto espacial en la cuenca, comportamiento debido a la baja correlación encontrada en relación precipitación vs altitud descrita en el ítem anterior.

Este método consiste en utilizar isolíneas de igual precipitación (isoyetas), cuyo trazado es semejante al de una curva de nivel, asimismo se emplearon estaciones virtuales del satélite TRMM para representar adecuadamente el comportamiento espacial de las precipitaciones en la cuenca de río Pampas.

### **4.3.4. Precipitación Media Mensual en las Subcuencas**

Debido a las características físicas y la complejidad climática de la cuenca del río Pampas, hace que la precipitación no tenga una relación directa con la altura y que por tanto, su modelización sea más precisa sin tener en cuenta la tendencia de la altura.

El método de las isoyetas, ha demostrado ser el de mayor precisión para la estimación de precipitaciones medias en un área geográfica. El mayor uso del método de las isoyetas, es el cálculo de precipitaciones medias de una zona geográfica, a partir de las precipitaciones medias de las estaciones respectivas. Sin embargo, su principal limitación es el alto nivel de trabajo que demanda, por lo que resulta clave la elección de los métodos de interpolación utilizados para realizar los mapas de precipitación.

#### **Interpolación por Método Kriging**

El método geo-estadístico o Kriging, describe la correlación tanto espacial como temporal que existe entre los valores de un atributo. Tradicionalmente se le ha utilizado en las llamadas geo-ciencias (geofísica, hidrología, etc.), sin embargo, sus principios se aplican cada vez más en una amplia variedad de campos científicos como pesqueras, silvicultura, ingeniería civil, procesamiento de imágenes, cartografía, meteorología, etc.

El interpolador de Kriging, utiliza en la estimación las características de variabilidad y correlación espacial del fenómeno estudiado, por lo que su uso

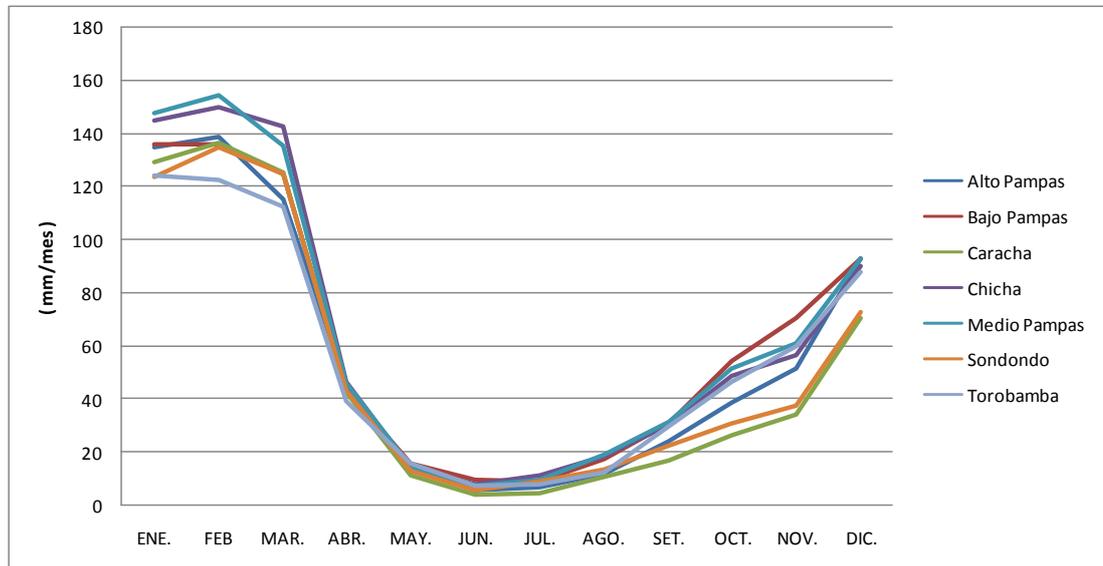
implica un análisis previo de la información, con el objeto de definir o extraer de esta información inicial un modelo que represente su continuidad espacial. La generación de series mensuales a partir de las estaciones seleccionadas se realizó en la plataforma del ArcGIS, utilizando el método de interpolación Kriging para todo el ámbito de la cuenca, luego con las herramientas de análisis espacial se calculó la precipitación media para cada subcuenca, el paso de tiempo considerado es mensual y las series generadas están comprendidas en el periodo 1964-2009.

En el cuadro resumen N°4.100 y Gráfico N°4.101 muestra la variación de la precipitación media anual en las subcuencas en estudio y en los Cuadros N°4.101 al 4.107 del Anexo III – Información Pluviométrica, se muestran los registros de precipitaciones mensuales para las subcuencas que se ubican en el ámbito de la cuenca del río Pampas, mientras que en el Mapa N°14 se presenta el Mapa de Isoyetas Anuales.

Cuadro N°4.100  
VARIACIÓN DE LA PRECIPITACION MEDIA (mm/mes)

Subcuenca	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Alto Pampas	135.0	138.6	115.0	45.1	14.1	5.6	6.8	11.7	24.1	38.4	51.5	93.0
Bajo Pampas	136.0	136.0	124.7	43.8	15.7	9.7	9.2	17.4	30.8	54.6	70.8	92.7
Caracha	129.3	136.5	125.1	42.7	11.3	3.9	4.4	10.8	17.0	26.3	33.9	70.6
Chicha	145.1	150.3	142.8	46.8	14.1	8.0	11.3	18.9	30.2	48.7	56.7	90.3
Medio Pampas	147.6	154.3	135.3	45.8	14.9	7.4	9.9	19.0	31.4	51.7	60.9	92.6
Sonondo	124.1	135.0	124.7	43.5	13.3	5.9	9.5	13.5	22.5	31.1	37.7	73.0
Torobamba	124.3	122.9	112.7	39.5	16.0	7.5	8.3	12.7	30.0	46.6	59.8	87.7

Gráfico N° 4.101  
VARIACION DE LA PRECIPITACION MENSUAL  
POR SUBCUENCAS



## V. ANALISIS Y TRATAMIENTO DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL

### 5.1 Estaciones Hidrométricas

#### Estación hidrométrica Pampas

La estación hidrométrica Pampas, está ubicada en la margen derecha del río Pampas, el Limnómetro junto al estribo del puente, que comunica la región Ayacucho, con el distrito de Huaccana, Centro Poblado de Ahuayro, región Apurímac.

La estación está a cargo del SENAMHI, tiene una persona que es la encargada de la toma de datos los que son reportados a SENAMHI Cuzco. En la actualidad, el limnómetro está inoperativo, la mira instalada se ha despegado del muro del puente, está rota y dividida en tres partes que están flameando al aire, a manera de bandera, limnógrafo (que está inoperativo), además el lecho del río se ha profundizado por el arrastre de material grueso, bolonería influenciados directamente por la pendiente del río.

#### Estación hidrométrica Huasapampa

La estación Huasapampa mide las descargas del río Sondondo y está ubicada en el Puente Colonial que da acceso al Distrito de Aucará, junto al estribo del puente, cuando se realizó el aforo ( $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) el pelo del agua no llegaba al 00 (cero) del limnógrafo, faltando aproximadamente 30 cm. (para que el pelo de agua llegue al cero del limnómetro).

La mira está en mal estado, no pudiendo leerse la numeración, por lo que se ha pintado cada metro en la tubería; encontrándose el primer metro oxidado y carcomido por la corrosión, además el lecho del río está conformado por rocas de de 0,80 a 1,0 metro de un diámetro, por lo que las lecturas no son muy precisas.

### 5.2 Información Histórica

Se recopiló información hidrométrica de las estaciones Pampas (Marcelino Cerna) y Huasapampa que un primer momento fueron operadas por el SENAMHI, en ese sentido se utilizaron los registros mensuales del periodo 1965-1978 para Pampas y desde el año 1965 hasta 1988 para Huasapampa. Posteriormente la estación Pampas fue desactivada y no se cuenta con registros actualizados

Es necesario aclarar que la estación Huasapampa continua registrando caudales diarios a partir del año 1996 hasta la fecha según la información proporcionada por la OIRH (Oficina de Información de Recursos Hídricos de la ANA), pero en los hidrogramas se observan caudales muy elevados y poco confiables, por este motivo no será considerado para los fines del presente estudio.

El análisis de las descargas medias mensuales del río Pampas ha sido evaluado utilizando la información de la estación Pampas y las descargas del río Sondondo se ha analizado con la estación Huasapampa, la ubicación de ambas se muestra en el Cuadro N° 5.1

Cuadro N°5.1  
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS

N°	ESTACION	UBICACIÓN POLÍTICA			UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
		DPTO.	PROV.	DIST.	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
1	HUASAPAMPA	AYACUCHO	LUCANAS	AUCARA	73° 57'	14° 16'	2900
2	MARCELINO CERNA(PTE. PAMPA)	APURIMAC	CHINCHEROS	CHINCHEROS	73° 50'	13° 26'	2032

Fuente: Senamhi

### 5.3 Análisis de Consistencia

Se evaluó la consistencia de la información descargas medias mensuales, para establecer si existen posibles fenómenos de no homogeneidad e inconsistencia de los datos, que puede reflejarse como “saltos” y/o tendencias en las series de tiempo históricas, el procedimiento a seguirse en todo análisis de consistencia comprende: análisis de hidrogramas anuales y mensuales, análisis de doble masa y análisis estadístico. La información hidrométrica correspondió a los registros históricos de las estaciones Pampas (río Pampas), Huasapampa (río Sondondo), información que se presenta en los Cuadros N°5.2 y 5.3 del Anexo IV – Información Hidrométrica.

Para efectos de análisis, se estableció un período común entre las estaciones de descargas, en función al período de registro existente, y correspondió a 1965-1978 para los ríos Pampas y Sondondo.

Básicamente es detectar posibles inconsistencias y no homogeneidades, previa evaluación de las series históricas para obtener registros más confiables y de menor riesgo, este procedimiento consiste en el análisis gráfico, doble masa y estadístico.

#### **Análisis Gráfico**

Se elaboraron hidrogramas históricos a nivel anual y mensual con la finalidad de analizar posibles saltos o tendencias durante el período de registro de la información existente, así como para detectar y eliminar valores extremadamente altos o bajos que no reflejen el comportamiento de la variable analizada.

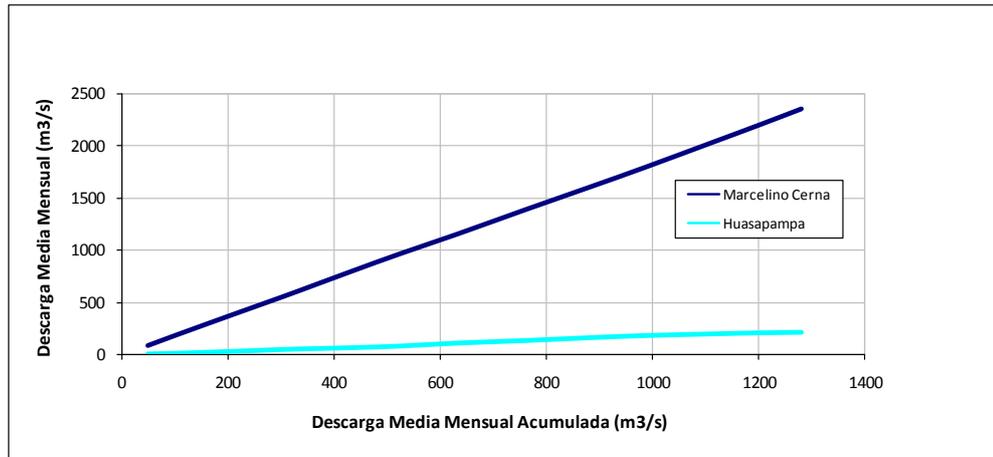
Los hidrogramas se usaron también con la finalidad de establecer el período de registro más confiable en cada serie analizada, es decir estos fueron comparados simultáneamente a nivel mensual y anual, con la finalidad de visualizar si tenían un comportamiento similar; así en los Gráficos N°5.1 y 5.2 se presenta los hidrogramas de descargas medias anuales, mientras que en el Gráfico N° 5.3 y 5.4 los histogramas mensuales de los ríos Pampas y Sondondo, y que forma parte del Anexo VIII – Gráficos.

#### **Análisis de Doble Masa y Análisis Estadístico**

El gráfico de doble masa muestra una buena correspondencia entre los registros de ambas estaciones, las curvas no presentan dispersiones ni quiebres. No fue necesario efectuar el análisis estadístico, en razón a que visualmente la data histórica es consistente para el periodo 1964-1978(Cuadro N°5.4). En el Gráfico N°5.5 se muestran las curvas de doble masa para los ríos Pampas y Sondondo.



Gráfico N°5.5  
 DIAGRAMA DE DOBLE MASA  
 PERIODO 1965-1978



#### 5.4 Completación y Extensión de la Información Hidrométrica

Evaluada la consistencia de la estación hidrométrica Pampas (río Pampas), esta fue extendida por el método transformación lluvia-escorrentía utilizando la plataforma del Sistema para Evaluación y Planeación del Agua (WEAP) para el periodo 1965-2009. En el Cuadro N°5.5 se presenta las descargas medias mensuales del río Pampas para el periodo de registro 1964-2009, y que forma parte del Anexo IV – Información Hidrométrica.

Para el caso del río Sondondo, el periodo sin registros (1989-2009) fue completado y extendido usando la plataforma del Sistema para Evaluación y Planeación del Agua (WEAP). En el Cuadro N°5.6 se presenta los registros de descargas medias mensuales para el periodo 1965-2009, y que forma parte del Anexo IV – Información Hidrométrica.

**Cuadro N°5.5**  
**DESCARGAS MEDIAS MENSUALES EXTENDIDO – RIO PAMPAS (m<sup>3</sup>/s)**  
**ESTACION MARCELINO CERNA**

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.
1965	69.4	160.8	322.2	102.4	66.7	53.0	47.7	42.9	46.1	42.9	39.9	58.9	87.7
1966	105.7	221.5	375.7	91.4	69.9	40.0	32.7	26.6	24.9	66.5	82.6	147.5	107.1
1967	156.4	666.8	813.1	192.8	75.2	99.8	82.2	58.6	56.9	71.6	46.0	60.0	198.3
1968	183.7	172.2	378.9	140.9	56.6	60.7	51.1	41.1	35.8	37.8	63.0	89.3	109.3
1969	146.9	215.1	337.2	160.2	58.5	43.2	39.8	32.3	32.8	36.4	39.2	85.3	102.2
1970	689.4	607.0	388.7	183.3	119.3	47.8	42.2	36.2	40.3	34.6	36.8	72.3	191.5
1971	311.5	404.2	552.8	325.0	109.6	81.1	51.0	41.3	33.8	30.0	26.7	49.3	168.0
1972	296.7	426.2	650.9	349.7	111.2	70.0	59.5	45.3	49.6	44.5	44.4	89.4	186.5
1973	339.3	455.3	704.2	437.4	227.6	119.7	89.7	74.8	68.4	54.8	56.7	159.3	232.3
1974	525.6	652.3	509.5	333.6	177.5	135.6	71.0	86.7	67.9	49.3	49.6	52.4	225.9
1975	148.0	300.3	842.7	213.5	140.2	62.7	71.5	48.2	47.3	44.6	36.7	89.7	170.4
1976	335.3	811.1	676.5	311.7	180.5	145.9	137.1	35.2	41.8	42.4	45.8	139.9	241.9
1977	388.4	562.5	421.8	159.9	77.5	53.4	41.8	28.8	32.0	37.9	84.2	72.7	163.4
1978	331.3	297.0	307.0	100.6	76.9	50.3	40.0	36.7	30.0	34.2	66.0	138.2	125.7
1979	365.1	359.0	209.7	120.4	59.0	42.4	34.4	32.2	42.2	51.4	65.6	91.5	122.7
1980	128.7	237.0	303.5	117.7	56.7	40.7	34.0	29.6	33.9	31.6	29.3	46.7	90.8
1981	137.1	187.9	256.4	102.4	60.3	40.0	37.6	30.3	34.6	64.9	55.5	75.4	90.2
1982	197.6	549.2	326.4	205.0	73.7	46.7	34.0	47.5	60.8	58.8	75.1	185.1	155.0
1983	313.8	389.0	285.8	153.1	64.6	44.5	33.8	29.0	38.5	79.8	114.3	102.7	137.4
1984	148.4	177.6	205.5	117.8	58.5	39.8	32.3	38.5	40.6	39.6	34.2	111.6	87.0
1985	256.1	663.9	496.5	223.8	103.4	70.0	42.8	35.4	39.0	53.9	83.4	149.6	184.8
1986	193.1	344.6	313.8	177.9	99.8	63.2	43.1	32.9	40.6	40.3	44.5	95.5	124.1
1987	386.4	694.0	532.2	243.9	89.9	53.3	47.4	41.7	41.1	36.3	38.2	98.0	191.9
1988	376.4	320.0	207.3	123.9	63.3	47.8	40.1	33.4	32.4	46.5	44.9	72.9	117.4
1989	345.2	453.4	399.0	243.7	100.6	54.5	40.4	32.2	37.6	39.7	33.2	106.2	157.1
1990	306.1	527.4	482.8	251.4	130.0	63.8	55.9	55.1	50.4	85.5	75.8	86.6	180.9
1991	243.8	283.9	224.9	120.0	66.5	66.9	42.1	34.2	38.6	51.1	128.1	236.5	128.1
1992	325.5	473.8	414.7	197.0	104.1	61.6	41.7	35.1	40.0	45.0	57.0	84.4	156.7
1993	169.0	197.7	153.9	95.7	49.3	39.0	35.9	33.5	31.2	39.2	82.4	92.7	84.9
1994	438.4	423.2	442.8	264.5	97.4	59.2	55.3	44.3	43.3	83.9	151.7	285.2	199.1
1995	418.5	679.5	546.8	240.5	95.1	63.1	46.3	37.9	39.3	46.5	68.8	133.6	201.3
1996	297.7	351.0	356.8	147.0	64.7	47.7	41.9	33.4	38.7	43.6	81.5	145.9	137.5
1997	321.1	538.4	588.5	296.0	100.4	59.0	45.2	46.1	44.5	45.9	50.0	105.2	186.7
1998	290.0	418.7	297.8	143.3	82.9	50.5	39.2	39.7	50.4	46.3	77.3	148.1	140.3
1999	396.4	434.3	393.2	163.0	68.5	49.1	38.7	31.9	35.3	38.2	53.5	114.3	151.4
2000	297.5	518.2	555.6	205.5	90.4	53.9	53.1	38.2	59.0	77.4	61.1	99.1	175.8
2001	255.9	649.3	565.0	227.8	91.7	58.6	44.4	41.3	40.7	77.6	67.4	137.5	188.1
2002	362.3	541.5	418.4	205.7	109.7	62.2	48.0	41.5	41.7	58.8	79.0	116.7	173.8
2003	155.3	385.9	403.5	190.0	96.5	58.5	57.0	44.9	57.2	64.7	86.2	134.5	144.5
2004	212.5	404.6	380.8	165.9	71.0	47.9	38.2	35.7	42.3	45.6	38.5	101.4	132.0
2005	212.2	336.4	309.8	143.4	64.3	47.3	43.2	34.7	40.1	40.3	37.4	109.5	118.2
2006	161.4	242.5	324.0	132.3	60.3	41.4	33.7	34.0	38.7	41.6	42.7	126.4	106.6
2007	356.9	482.3	408.5	188.0	67.9	47.8	36.0	33.4	33.0	41.8	72.4	138.4	158.9
2008	249.2	319.9	468.3	196.7	75.0	48.5	38.4	31.0	35.5	35.8	45.3	141.7	140.4
2009	436.8	665.4	430.0	166.9	75.5	56.1	39.1	32.3	33.2	35.6	37.6	102.6	175.9
<b>MEDIA</b>	<b>284.04</b>	<b>426.70</b>	<b>421.85</b>	<b>192.73</b>	<b>89.74</b>	<b>59.74</b>	<b>47.78</b>	<b>39.46</b>	<b>41.82</b>	<b>49.22</b>	<b>60.66</b>	<b>112.88</b>	<b>152.22</b>
<b>D. EST.</b>	<b>119.89</b>	<b>166.04</b>	<b>154.05</b>	<b>75.50</b>	<b>35.64</b>	<b>23.05</b>	<b>18.33</b>	<b>11.21</b>	<b>9.56</b>	<b>14.57</b>	<b>25.82</b>	<b>45.16</b>	<b>40.32</b>
<b>MAX.</b>	<b>689.39</b>	<b>811.13</b>	<b>842.74</b>	<b>437.43</b>	<b>227.61</b>	<b>145.90</b>	<b>137.13</b>	<b>86.72</b>	<b>68.39</b>	<b>85.52</b>	<b>151.74</b>	<b>285.19</b>	<b>241.92</b>
<b>MÍN.</b>	<b>69.43</b>	<b>160.83</b>	<b>153.87</b>	<b>91.43</b>	<b>49.26</b>	<b>39.03</b>	<b>32.33</b>	<b>26.61</b>	<b>24.89</b>	<b>30.00</b>	<b>26.65</b>	<b>46.69</b>	<b>84.94</b>

Fuente: Senamhi  
 Datos extendidos con WEAP

## 5.5 Análisis de Persistencia

La disponibilidad hídrica para los ríos Pampas y Sondono a diferentes niveles de persistencia se ha determinado empleando la fórmula de Weibull y que corresponden al 50%, 75% y 95% persistencia en el tiempo, optándose por este método debido a que no se trata de extrapolar valores fuera del rango de frecuencias de los valores observados.

La fórmula de Weibull, corresponde:

$$p = \frac{i}{n + 1}$$

Donde: “i” es el orden del evento, siendo i = 1 para el primer valor y “n” es el número de años del registro. Al calcular la probabilidad empírica para las observaciones de la muestra, estamos más cerca del comportamiento real del régimen fluvial del río Pampas.

En el Cuadro N°5.7 y 5.8 se presentan el análisis de frecuencia relativas de caudales para las persistencias del 50%, 75% y 95% para los ríos Pampas y Sondoño respectivamente (Anexo IV – Información Hidrométrica).

**Cuadro N°5.7**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIAS RELATIVAS**  
**DESCARGAS MENSUALES – RIO PAMPAS (m<sup>3</sup>/s)**  
**ESTACION MARCELINO**

ORDEN	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROB.
1	689.4	811.1	842.7	437.4	227.6	145.9	137.1	86.7	68.4	85.5	151.7	285.2	2.2
2	525.6	694.0	813.1	349.7	180.5	135.6	89.7	74.8	67.9	83.9	128.1	236.5	4.3
3	438.4	679.5	704.2	333.6	177.5	119.7	82.2	58.6	60.8	79.8	114.3	185.1	6.5
4	436.8	666.8	676.5	325.0	140.2	99.8	71.5	55.1	59.0	77.6	86.2	159.3	8.7
5	418.5	665.4	650.9	311.7	130.0	81.1	71.0	48.2	57.2	77.4	84.2	149.6	10.9
6	396.4	663.9	588.5	296.0	119.3	70.0	59.5	47.5	56.9	71.6	83.4	148.1	13.0
7	388.4	652.3	565.0	264.5	111.2	70.0	57.0	46.1	50.4	66.5	82.6	147.5	15.2
8	386.4	649.3	555.6	251.4	109.7	66.9	55.9	45.3	50.4	64.9	82.4	145.9	17.4
9	376.4	607.0	552.8	243.9	109.6	63.8	55.3	44.9	49.6	64.7	81.5	141.7	19.6
10	365.1	562.5	546.8	243.7	104.1	63.2	53.1	44.3	47.3	58.8	79.0	139.9	21.7
11	362.3	549.2	532.2	240.5	103.4	63.1	51.1	42.9	46.1	58.8	77.3	138.4	23.9
12	356.9	541.5	509.5	227.8	100.6	62.7	51.0	41.7	44.5	54.8	75.8	138.2	26.1
13	345.2	538.4	496.5	223.8	100.4	62.2	48.0	41.5	43.3	53.9	75.1	137.5	28.3
14	339.3	527.4	482.8	213.5	99.8	61.6	47.7	41.3	42.3	51.4	72.4	134.5	30.4
15	335.3	518.2	468.3	205.7	97.4	60.7	47.4	41.3	42.2	51.1	68.8	133.6	32.6
16	331.3	482.3	442.8	205.5	96.5	59.2	46.3	41.1	41.8	49.3	67.4	126.4	34.8
17	325.5	473.8	430.0	205.0	95.1	59.0	45.2	39.7	41.7	46.5	66.0	116.7	37.0
18	321.1	455.3	421.8	197.0	91.7	58.6	44.4	38.5	41.1	46.5	65.6	114.3	39.1
19	313.8	453.4	418.4	196.7	90.4	58.5	43.2	38.2	40.7	46.3	63.0	111.6	41.3
20	311.5	434.3	414.7	192.8	89.9	56.1	43.1	37.9	40.6	45.9	61.1	109.5	43.5
21	306.1	426.2	408.5	190.0	82.9	54.5	42.8	36.7	40.6	45.6	57.0	106.2	45.7
22	297.7	423.2	403.5	188.0	77.5	53.9	42.2	36.2	40.3	45.0	56.7	105.2	47.8
23	297.5	418.7	399.0	183.3	76.9	53.4	42.1	35.7	40.1	44.6	55.5	102.7	50.0
24	296.7	404.6	393.2	177.9	75.5	53.3	41.9	35.4	40.0	44.5	53.5	102.6	52.2
25	290.0	404.2	388.7	166.9	75.2	53.0	41.8	35.2	39.3	43.6	50.0	101.4	54.3
26	256.1	389.0	380.8	165.9	75.0	50.5	41.7	35.1	39.0	42.9	49.6	99.1	56.5
27	255.9	385.9	378.9	163.0	73.7	50.3	40.4	34.7	38.7	42.4	46.0	98.0	58.7
28	249.2	359.0	375.7	160.2	71.0	49.1	40.1	34.2	38.7	41.8	45.8	95.5	60.9
29	243.8	351.0	356.8	159.9	69.9	48.5	40.0	34.0	38.6	41.6	45.3	92.7	63.0
30	212.5	344.6	337.2	153.1	68.5	47.9	39.8	33.5	38.5	40.3	44.9	91.5	65.2
31	212.2	336.4	326.4	147.0	67.9	47.8	39.2	33.4	37.6	40.3	44.5	89.7	67.4
32	197.6	320.0	324.0	143.4	66.7	47.8	39.1	33.4	35.8	39.7	44.4	89.4	69.6
33	193.1	319.9	322.2	143.3	66.5	47.8	38.7	33.4	35.5	39.6	42.7	89.3	71.7
34	183.7	300.3	313.8	140.9	64.7	47.7	38.4	32.9	35.3	39.2	39.9	86.6	73.9
35	169.0	297.0	309.8	132.3	64.6	47.3	38.2	32.3	34.6	38.2	39.2	85.3	76.1
36	161.4	283.9	307.0	123.9	64.3	46.7	37.6	32.3	33.9	37.9	38.5	84.4	78.3
37	156.4	242.5	303.5	120.4	63.3	44.5	36.0	32.2	33.8	37.8	38.2	75.4	80.4
38	155.3	237.0	297.8	120.0	60.3	43.2	35.9	32.2	33.2	36.4	37.6	72.9	82.6
39	148.4	221.5	285.8	117.8	60.3	42.4	34.4	31.9	33.0	36.3	37.4	72.7	84.8
40	148.0	215.1	256.4	117.7	59.0	41.4	34.0	31.0	32.8	35.8	36.8	72.3	87.0
41	146.9	197.7	224.9	102.4	58.5	40.7	34.0	30.3	32.4	35.6	36.7	60.0	89.1
42	137.1	187.9	209.7	102.4	58.5	40.0	33.8	29.6	32.0	34.6	34.2	58.9	91.3
43	128.7	177.6	207.3	100.6	56.7	40.0	33.7	29.0	31.2	34.2	33.2	52.4	93.5
44	105.7	172.2	205.5	95.7	56.6	39.8	32.7	28.8	30.0	31.6	29.3	49.3	95.7
45	69.4	160.8	153.9	91.4	49.3	39.0	32.3	26.6	24.9	30.0	26.7	46.7	97.8
<b>PROM.</b>	<b>284.0</b>	<b>426.7</b>	<b>421.9</b>	<b>192.7</b>	<b>89.7</b>	<b>59.7</b>	<b>47.8</b>	<b>39.5</b>	<b>41.8</b>	<b>49.2</b>	<b>60.7</b>	<b>112.9</b>	<b>152.2</b>
<b>Q(50%)</b>	<b>297.5</b>	<b>418.7</b>	<b>399.0</b>	<b>183.3</b>	<b>76.9</b>	<b>53.4</b>	<b>42.1</b>	<b>35.7</b>	<b>40.1</b>	<b>44.6</b>	<b>55.5</b>	<b>102.7</b>	
<b>Q(75%)</b>	<b>176.4</b>	<b>298.7</b>	<b>311.8</b>	<b>136.6</b>	<b>64.6</b>	<b>47.5</b>	<b>38.3</b>	<b>32.6</b>	<b>34.9</b>	<b>38.7</b>	<b>39.5</b>	<b>85.9</b>	
<b>Q(95%)</b>	<b>112.6</b>	<b>173.8</b>	<b>206.1</b>	<b>97.2</b>	<b>56.6</b>	<b>39.9</b>	<b>33.0</b>	<b>28.9</b>	<b>30.3</b>	<b>32.4</b>	<b>30.5</b>	<b>50.2</b>	

## VI. DEMANDA DE AGUA EN LA CUENCA DEL RIO PAMPAS

## 6.1 Demanda de Agua de los Cultivos a nivel de Subcuencas

Se ha determinado la demanda de agua de los cultivos a nivel de las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba, la metodología consistió en obtener la cedula de cultivos, coeficientes de cultivo Kc, y la determinación de la demanda de agua.

En el Cuadro N°6.1, se presenta la información desagregada de cada Unidad Hidrográfica (Subcuenca), Comisiones de Regantes, Provincia, Distrito, Área Total y Bajo Riego y Número de Usuarios. De este cuadro se ha podido establecer que el área bajo riego es de 30 982,19 ha.

Cuadro N°6.1  
AREA TOTAL Y BAJO RIEGO A NIVEL  
DE COMISION DE REGANTES Y POR UNIDAD HIDROGRAFICA

UNIDAD HIDROGRAFICA	COMISION DE REGANTES	PROVINCIA	DISTRITO	AREA BAJO RIEGO		AREA TOTAL		Nº USUARIOS
				Ha	%	Ha	%	
Alto Pampas	Chuschi	Cangallo	Chuschi	786	2.5	1,050	2.7	1,634
	Paras	Cangallo	Paras	707	2.3	795	2.0	546
	Totos	Cangallo	Totos	362	1.2	372	0.9	536
	Vilcanchos	Fajardo	Vilcanchos	211	0.7	226	0.6	435
	M.P. de Bellido	Cangallo	M.P. de Bellido	775	2.5	1,973	5.0	930
<b>Sub Total</b>				<b>2,840</b>	<b>-</b>	<b>4,417</b>	<b>-</b>	<b>4081</b>
Bajo Pampas	Anadahuyaylas	Andahuaylas	Anadahuyaylas	2,154	7.0	2,394	6.0	4,847
	San Jeronimo	Andahuaylas	San Jeronimo	1,521	4.9	1,889	4.8	4,032
	Chicmo	Andahuaylas	Chicmo	1,540	5.0	2,097	5.3	3,934
	Talavera	Andahuaylas	Talavera	825	2.7	1,214	3.1	3,144
	Kakiabamba	Andahuaylas	Kakiabamba	51	0.2	75	0.2	261
	Andarapa	Andahuaylas	Andarapa	110	0.4	146	0.4	706
	Kishuara	Andahuaylas	Kishuara	723	2.3	1,228	3.1	5,022
	Ranracancha	Chincheros	Ranracancha	267	0.9	477	1.2	1,812
	Huaccana	Chincheros	Huaccana	186	0.6	465	1.2	1,608
Ocobamba	Chincheros	Ocobamba	112	0.4	138	0.3	618	
<b>Sub Total</b>				<b>7,489</b>	<b>-</b>	<b>10,122</b>	<b>-</b>	<b>25984</b>
Caracha	Carapo	Huanca Sancos	Carapo	733	2.4	736	1.9	1,253
	Huamanquiqla	Fajardo	Huamanquiqla	30	0.1	30	0.1	80
	Sacsamarca	Huanca Sancos	Sacsamarca	92	0.3	298	0.8	161
	Sancos	Huanca Sancos	Sancos	117	0.4	336	0.8	291
	Lucanamarca	Huanca Sancos	Lucanamarca	764	2.5	868	2.2	776
	Sarhua	Fajardo	Sarhua	121	0.4	124	0.3	268
<b>Sub Total</b>				<b>1,856</b>	<b>-</b>	<b>2,393</b>	<b>-</b>	<b>2,829</b>
Chicha- Soras	Chalcos	Querobamba	Chalcos	16	0.1	26	0.1	41
<b>Sub Total</b>				<b>16</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>41</b>
Medio Pampas	Huaccaffa	Vilcas Huamán	Huaccaffa	49	0.2	56	0.1	66
	Accomarca	Vilcas Huamán	Accomarca	107	0.3	158	0.4	325
	Alcamenca	Fajardo	Alcamenca	54	0.2	91	0.2	161
	Canaria	Fajardo	Canaria	67	0.2	82	0.2	141
	Cangallo	Cangallo	Cangallo	74	0.2	115	0.3	294
	Carhuanca	Vilcas Huamán	Carhuanca	13	0.0	40	0.1	35
	Cayara	Fajardo	Cayara	248	0.8	253	0.6	314
	Colca	Fajardo	Colca	462	1.5	760	1.9	313
	Concepcion	Vilcas Huamán	Concepcion	6	0.0	26	0.1	35
	Huaya	Fajardo	Huaya	69	0.2	174	0.4	249
	Huambalpa	Vilcas Huamán	Huambalpa	157	0.5	157	0.4	191
	Huancapi	Fajardo	Huancapi	161	0.5	187	0.5	195
	Huancaraylla	Fajardo	Huancaraylla	31	0.1	31	0.1	100
	Independencia	Vilcas Huamán	Independencia	201	0.6	251	0.6	403
	Los Morochucos	Cangallo	Los Morochucos	3,530	11.4	5,138	13.0	2,198
	Vilcas Huaman	Vilcas Huamán	Vilcas Huaman	144	0.5	150	0.4	307
	Vischongo	Vilcas Huamán	Vischongo	125	0.4	140	0.4	329
Chincheros	Chincheros	Chincheros	860	2.8	1,237	3.1	2,561	
Uripa	Chincheros	Uripa	497	1.6	1,144	2.9	3,884	
<b>Sub Total</b>				<b>6,854</b>	<b>-</b>	<b>10,188</b>	<b>-</b>	<b>12101</b>
Sondondo	Andamarca	Lucanas	Andamarca	363	1.2	436	1.1	1,039
	Cabana	Lucanas	Cabana	632	2.0	632	1.6	580
	Aucarà	Lucanas	Aucarà	1,802	5.8	2,329	5.9	1,928
	Huaycahuacho	Lucanas	Huaycahuacho	307	1.0	307	0.8	220
	Querobamba	Sucre	Querobamba	120	0.4	120	0.3	560
	chipab	Lucanas	chipab	744	2.4	857	2.2	662
	Huaccaffa	Sucre	Huaccaffa	628	2.0	444	1.1	511
	Morcolla	Sucre	Morcolla	752	2.4	752	1.9	1,400
	Carmen Salcedo	Lucanas	Carmen Salcedo	438	1.4	441	1.1	1,712
<b>Sub Total</b>				<b>5,786</b>	<b>-</b>	<b>6,318</b>	<b>-</b>	<b>8612</b>
Torobamba	San Miguel	La Mar	San Miguel	4,147	13.4	4,147	10.5	2,420
	Tambo	La Mar	Tambo	1,301	4.2	1,301	3.3	1,400
	Chilcas	La Mar	Chilcas	234	0.8	234	0.6	166
	Luis Carranza	La Mar	Luis Carranza	461	1.5	461	1.2	357
<b>Sub Total</b>				<b>6,142</b>	<b>-</b>	<b>6,142</b>	<b>-</b>	<b>4343</b>
<b>TOTAL</b>				<b>30,982</b>	<b>100</b>	<b>39,606</b>	<b>100</b>	<b>57991</b>

Fuente: ALA Ayacucho, Andahuaylas y Apurimac



Se ha determinado la demanda de agua para cada una de las subcuencas de la cuenca del río Pampas, en función al área bajo riego, coeficientes de cultivo, evapotranspiración potencial, precipitación efectiva y eficiencia de riego. En los Cuadros N°6.2 al 6.8 se presenta la demanda hídrica a nivel mensualizado y su variación, mayor detalle se muestra en el Anexo V- Información de Demanda de Agua; en el Cuadro N°6.9 resumen de demandas para una superficie total de 30 982,19 ha.

Cuadro N°6.9  
 DEMANDA HÍDRICA EN LA CUENCA PAMPAS (Hm<sup>3</sup>)  
 DEMANDA HIDRICA EN LA CUENCA PAMPAS ( Hm<sup>3</sup>)

Subcuenca	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total	Area (ha)
Alto Pampas	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.16	0.15	1.67	1.16	1.57	2.39	0.00	7.43	2,839.97
Bajo Pampas	0.00	0.00	0.00	8.63	0.22	0.44	0.61	7.09	6.53	6.88	13.79	13.15	57.35	7,489.00
Caracha	0.00	0.00	0.00	0.95	0.07	0.15	0.16	1.39	1.55	2.66	4.62	2.26	13.80	1,855.65
Chicha	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.08	15.50
Medio Pampas	0.00	0.00	0.00	5.24	0.14	0.49	0.43	4.97	4.40	5.16	12.83	7.47	41.14	6,854.24
Sondondo	0.00	0.00	0.00	3.62	0.16	0.41	0.29	4.43	4.48	8.33	15.35	9.44	46.51	5,786.00
Torobamba	0.29	0.00	0.00	7.51	0.13	0.46	0.54	6.34	5.09	7.32	13.71	11.10	52.48	6,141.82
<b>TOTAL</b>	<b>0.29</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>26.30</b>	<b>0.71</b>	<b>2.10</b>	<b>2.19</b>	<b>25.90</b>	<b>23.22</b>	<b>31.93</b>	<b>62.72</b>	<b>43.43</b>	<b>218.78</b>	<b>30,982.19</b>

La demanda de agua calculada para las 07 subcuencas del río Pampas asciende a 218,78 Hm<sup>3</sup>, correspondiente a 30 982,19 ha bajo riego según área analizada; la subcuenca con mayor demanda anual es la subcuenca Bajo Pampas con 57,35 Hm<sup>3</sup>, correspondiente a 7 489 ha; en el cuadro antes indicado se muestra la variación mensual de la demanda y área total correspondiente.

## VII. EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS

### 7.1 ANÁLISIS DE MAXIMAS AVENIDAS EN LA SUBCUENCA SONDONDO

#### 7.1.1 Ajuste de Funciones de Distribución de Probabilidad de los datos de Caudales Máximos

La estimación de caudales máximos del río Sondondo se realizara para la parte media de la subcuenca Sondondo en donde se ubica la estación Huasapampa. De acuerdo a las propiedades de los datos observados, los criterios considerados en la selección de funciones de distribución han sido las siguientes:

- La función es continua y definida por valores positivos.
- El extremo inferior debe estar limitado por unos valores positivos.
- El extremo inferior es ilimitado.
- La curva de densidad es asintótica al eje x
- La forma básica es de tipo acampanada.

#### Función de Distribución de Probabilidad Normal de 2 Parámetros

Se dice que una variable tiene una distribución normal, cuando su función de densidad de probabilidades está representada por la siguiente ecuación:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}} \quad \dots\dots(1)$$

Donde:

P(x) = Función de densidad de probabilidades

U = Media de la población

$\sigma$  = Desviación estándar de la población

Esta función tiene las siguientes características:

- Es acampanada y simétrica
- La variable es continua
- Los valores son consecutivos e independientes
- La media, mediana y moda coinciden
- $f(x) \geq 0$

Si la variable x, es estandarizada, forzando a una media cero y varianza unitaria y se considera la variable estandarizada como:

$$t = \frac{X - U}{\sigma}$$

Reemplazando en (1) obtenemos:

$$P(t) = P(T \leq t) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} \int_{-\infty}^t e^{-t^2/2} .dt$$

Donde P(t) es función de la distribución acumula de la distribución normal para la variable estandarizada t, también conocida como variable estándar.

### **Función de Distribución de Probabilidad Log-Normal de 2 Parámetros**

Si los logaritmos,  $\ln x$ , de una variable  $x$  son distribuidos normalmente, entonces la variable  $x$  será distribuida logarítmicamente normal.

La función de distribución de densidades de probabilidades se expresa de la siguiente manera:

$$P(x) = \frac{1}{X \cdot \sigma_y \cdot (2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{(\ln X - U_y)^2}{2 \cdot \sigma_y^2}}$$

Donde:

$U_y$  = Media de los logaritmos naturales de la variable  $x$

$\sigma_y$  = Desviación estándar de los logaritmos naturales

### **Función de Distribución de Probabilidad Log-Normal de 3 Parámetros.**

Así como la distribución Log-normal representa la distribución normal de los logaritmos de la variable  $x$ , así la Log-normal de 3 parámetros nos representa la distribución de los logaritmos de la variable reducida  $(X-a)$ , donde "a" es el límite inferior.

La función de densidad de probabilidades está dada por:

$$P(x) = \frac{1}{(X - a) \cdot \sigma_y \cdot (2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{[\ln(X-a) - U_y]^2}{2 \cdot \sigma_y^2}}$$

Donde:

$P(x)$  = Función de densidad de los logaritmos de  $(x-a)$ , tal que

$U_y$  = Parámetro de escala: media de los logaritmos.

= Parámetro de forma: desviación estándar de los  $\ln(X-a)$

$a$  = Parámetro de posición: límite inferior.

$e$  = Base de los logaritmos naturales.

### **Función de Distribución de Probabilidad Extremo Tipo I**

La distribución Tipo I (Gumbel), es usado para series máximas. Esta distribución de límite inferior mayor de  $n$ , valores de  $X_i$ , a medida que  $n$  crece indefinidamente. Esta distribución supone también que los valores de  $X_i$  son independientes e idénticamente distribuidos con una distribución tipo exponencial.

La función de probabilidad acumulada, es la siguiente:

$$P(X) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Donde:

$\alpha$  = Parámetro de concentración

$\beta$  = Es una medida de tendencia central

Su función de densidad de probabilidad se expresa como:

$$P(X) = \alpha \cdot e^{-\alpha(x-\beta) - e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

### **Función de Distribución de Probabilidad Pearson Tipo III**

La función de distribución d densidad de probabilidad de la distribución Pearson Tipo III es de la forma:

$$P(X) = \frac{1}{\alpha \cdot \Gamma(\beta)} \left( \frac{X - \delta}{\alpha} \right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left[ \frac{X - \delta}{\alpha} \right]}$$

Donde:

$\alpha, \beta$  = Parámetros a ser definidos y es la función gamma.

Si sustituimos  $Y = (\ln X)$  y reemplazamos (5), se obtiene:

$$P(X) = \frac{y^{\beta-1} \cdot e^{-y}}{\Gamma(\beta)}$$

La cual representa la función de parámetro gamma de un parámetro.

### **Función de Distribución de Probabilidad Log-Pearson Tipo III**

Esta distribución nos dice que si los  $\ln x$ , de una variable X son distribuidos como una pearson tipo III, entonces la variable se distribuirá como una log-pearson tipo III, con una función de densidad de probabilidad que tiene la siguiente forma:

$$P(X) = \frac{1}{\alpha \cdot X \cdot \Gamma(\beta)} \left( \frac{\ln X - \delta}{\alpha} \right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left[ \frac{\ln X - \delta}{\alpha} \right]}$$

Donde:

$\alpha, \beta, \delta$  = Son parámetros de escala, forma y colocación.

### **Estimación de Parámetros de las Funciones de Distribución de Probabilidad**

En la estimación de los parámetros de las funciones de distribución de probabilidad, de uso más común son las siguientes:

- Método de Momentos
- Método de Máxima Verosimilitud.

En la estimación de parámetros se debe tener en cuenta las siguientes propiedades:

- Que sean estimadores consistentes.
- Que sean estimadores insesgados,
- Que sean eficientes.

De acuerdo a estas propiedades, el método de máxima verosimilitud es el más apropiado para la estimación de los parámetros.



### Método de Momento

El método de momentos utiliza la ecuación general para el cálculo de los momentos al rededor de la distribución, la ecuación es la siguiente:

$$Ur = \int_{-\infty}^{\infty} X^r p(x).dx$$

### Método de Máxima Verosimilitud

El método de máxima verosimilitud desarrollado por R.A. Fisher, está basado en la función de verosimilitud L.

Esta función es maximizada haciendo la primera derivada de Ln K con respecto a igual a cero, y resolviendo la ecuación resultante para :

$$\frac{d(\text{Ln}K)}{d(\theta)} = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n \text{Ln}(f(K_i, \theta)) \right]}{d(\theta)} = 0$$

Resulta una ecuación simple para una distribución de en términos de K's. Para m parámetros existirá m ecuaciones.

Los estimadores de máxima verosimilitud son consistentes, asintóticamente Normal y eficientes bajo consideraciones generales. El método es completamente numérico, aplicable a todas las funciones seleccionadas de distribución.

#### 7.1.2 Determinación de Caudales Máximos para diferentes Períodos de Retorno

El objetivo principal, es la determinación de caudales máximos del río Sondondo para diferentes períodos de retorno, que puedan servir de base para el diseño, dimensionamiento de infraestructura hidráulica, prevención de desastres, modelamiento de tránsito de avenidas en ríos y planificación hidrológica entre otras. CHOW, Ven te. Handbook of Applied Hydrology. Mc Graw Hill Company, N.Y., propuso una ecuación general, aplicable a muchas distribuciones de frecuencia, en función de su media u, desviación estándar  $\sigma$  y un factor de frecuencia k, la cual es relacionada con el período de retorno (T).

Para cada distribución existirá una relación entre el período de retorno y el factor de frecuencia.

$$X_t = u + K.\sigma$$

En el Cuadro N°7.1 se presenta los caudales máximos anuales para el río Sondondo (Estación Huasapampa) con el cual se procedió a efectuar el análisis de frecuencias, en la Figura N°7.0(Anexo VII – Gráficos), se presenta el histograma de frecuencias.

Las distribuciones de probabilidad que se utilizaron para el análisis de frecuencias correspondieron a la Distribución Log-Normal de 2 Parámetros, Distribución Pearson Tipo III y Distribución Extremo Tipo I – Gumbel.

Cuadro 7.1  
DESCARGAS MÁXIMAS ANUALES - RIO SONDONDO (m3/s)

año	m3/s
1965	75.3
1966	116.0
1967	141.0
1968	126.0
1969	67.2
1970	99.3
1971	91.9
1972	235.0
1973	277.0
1974	257.0
1975	229.0
1977	110.7
1978	63.8
1981	180.0
1982	174.4
1983	32.0
1985	198.1
1986	234.2
1987	298.8
1988	396.0
Maximo	396.0

Fuente: SENAMHI

### Factor de Frecuencia

Se ha demostrado que la mayoría de los modelos probabilísticos aplicables al análisis hidrológico, pueden resolverse de la forma generalizada, CHOW, propuso la siguiente ecuación general:

$$X_t = U + K \cdot \sigma \quad \text{o} \quad X_t = m_1 + K \cdot (m_2)^{1/2}$$

Donde:

$X_t$  = Magnitud del evento para un período de retorno dado

$U$  = Media poblacional estimado por momento muestral,  $m_1$

$\sigma$  = Desviación Standard estimado por momento muestral,  $m_2$

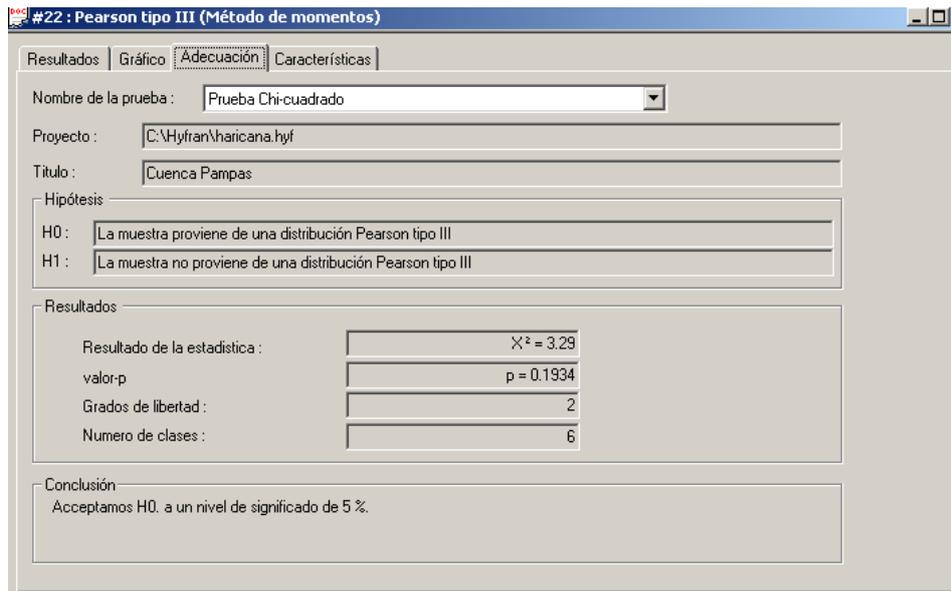
$K$  = Factor de frecuencia, que es función del período de retorno y los parámetros de la distribución.

La información utilizada proviene del Cuadro N°7.1 (Anexo VII – Gráficos), fue procesada mediante el Programa Hyfran y las funciones teóricas de probabilidad, que se utilizaron para el análisis de descargas máximas anuales fueron la Distribución Log-Normal 3P, Distribución Extremo Tipo I – Gumbel y Distribución Pearson Tipo III, cuyos resultados para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años se muestran en el Cuadro N°7.2 (Anexo VII – Gráficos).

### Prueba de Bondad de Ajuste de Funciones de Distribución de Probabilidad

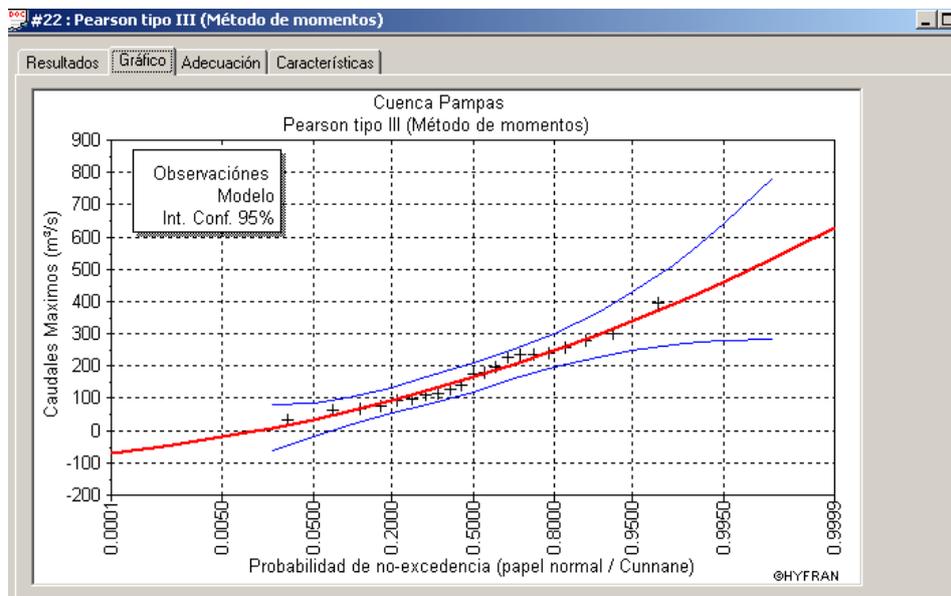
La prueba de bondad de ajuste utilizado fue el Test del CHI Cuadrado, el cual se muestra en Figura 7.1.

Figura 7.1  
PRUEBA CHI CUADRADO  
DISTRIBUCION PEARSON TIPO III - RIO SONDONDO



La distribución seleccionada fue la Distribución Pearson Tipo III, por presentar menor error estándar y mejor ajuste grafico tal como se muestra en la Figura N°7.2, en el Cuadro N°7.3 (Anexo IV – Información Hidrométrica), se presenta los resultados de las descargas máximas para los períodos de retorno de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años.

Figura 7.2  
GRÁFICO DE LA DISTRIBUCION PEARSON TIPO III  
DESCARGAS MÁXIMAS DEL RIO SONDONDO



Cuadro N°7.3  
DESCARGAS MAXIMAS - RIO SONDONDO (m<sup>3</sup>/s)

Tr(años)	probabilidad	caudal	Desviacion	intervalo
200	0.995	460	91.9	280 - 640
100	0.990	426	77	275 - 577
50	0.980	390	62.8	267 - 514
20	0.950	340	45.6	250 - 429
10	0.900	297	34.8	229 - 365

Fuente: Elaboracion propia con apoyo del software HYFRAN

## 7.2 ANÁLISIS DE MAXIMAS AVENIDAS EN LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PAMPAS

### 7.2.1 Información Hidrológica

Se realizó el análisis de frecuencias a partir de los registros de precipitaciones máximas en 24 horas provenientes del SENAMHI. La información corresponde a las estaciones Andamarca, Libertadores, Rayusca, Paico y San Miguel, información que se presenta en los Cuadros N°7.4, la cual fue adecuada y procesada para el ámbito de las siguientes subcuencas: Chicha, Caracha, Alto Pampas, Torobamaba, y Sondondo. En el (Anexo III Información Hidrométrica), se presentan esta información.

Debido a que las estaciones del SENAMHI presentan cortos periodos de registros se utilizo información climatológica satelital diaria del sensor TRMM 3B-42 (Tropical Rainfall Measuring Mission), para completar las estaciones con periodos cortos de registros.

Cuadro N°7.4  
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS  
Estaciones Andamarca, Libertadores, Rayusca y San Miguel

codigo	año	mm/dia	codigo	año	mm/dia	codigo	año	mm/dia	codigo	año	mm/dia
737	1964	17.8	156139	1972	24.3	156207	1968	25.5	157217	1965	31.5
737	1965	32.8	156139	1973	27.8	156207	1969	24.5	157217	1966	30.0
737	1966	42.5	156139	1974	41.8	156207	1970	34.1	157217	1967	27.0
737	1967	30.1	156139	1975	38.2	156207	1971	33.5	157217	1968	55.8
737	1968	32.1	156139	1976	31.4	156207	1972	29.3	157217	1969	29.0
737	1969	29.2	156139	1977	30.4	156207	1973	28.6	157217	1970	22.0
737	1970	19.4	156139	1978	35.2	156207	1974	27.3	157217	1971	30.0
737	1971	22.9	156139	1979	25.7	156207	1975	15.4	157217	1972	26.0
737	1972	39.2	156139	1980	38.0	156207	1976	15.0	157217	1973	31.0
737	1973	21.3	156139	1981	27.9	156207	1977	12.9	157217	1974	35.0
737	1974	20.1	156139	1982	28.4	156207	1978	12.8	157217	1975	25.0
737	1975	19.9	706	1983	37.8	156207	1979	8.6	157217	1976	40.0
737	1976	40	706	1984	34.6	156207	1980	10.9	157217	1977	27.0
737	1977	23.4	706	1985	31.6	156207	1981	22.0	157217	1978	32.0
737	1978	25.8	706	1986	35.5	156207	1982	13.7	157217	1979	23.0
737	1979	23.1	706	1988	38.4	156207	1983	5.9	157217	1980	39.0
737	1980	29.7	706	1989	29.1	156207	1984	21.7	157217	1981	42.5
737	1981	32.6	706	1990	24.2	156207	1985	12.6	157217	1982	45.5
737	1982	23.6	706	1991	34.3	156207	1986	14.3	157217	1983	30.0
737	1983	24.8	TRMM	1998	31.4	156207	1987	9.0	157217	1985	25.2
TRMM	1998	52.3	TRMM	1999	32.3	156207	1988	6.9	157217	1986	35.4
TRMM	1999	40.7	TRMM	2000	36.1	156207	1989	8.2	157217	1988	37.0
TRMM	2000	33.5	TRMM	2001	16.3	156207	1990	5.9	157217	1989	34.2
TRMM	2001	42.5	TRMM	2002	23.7	156207	1991	7.1	157217	1990	17.5
TRMM	2002	20.8	TRMM	2003	16.0	156207	1992	5.0	157217	1994	20.0
TRMM	2003	23.2	TRMM	2004	18.6	156207	1993	6.2	157217	1995	29.0
TRMM	2004	28.3	TRMM	2005	21.2	156207	1994	9.1	157217	1996	41.6
TRMM	2005	24.4	TRMM	2006	21.2	156207	1995	15.3	157217	1997	28.0
TRMM	2006	20.1	TRMM	2007	20.6	156207	1996	29.0	157217	1998	28.0
TRMM	2007	35.3	TRMM	2009	25.2						
TRMM	2008	35.3									
TRMM	2009	32.9									

## 7.2.2 Ajuste de Funciones de Distribución de Probabilidad

La estimación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno, ha sido cuantificada aplicando las distribuciones estadísticas Extremo Tipo I – Gumbel y Pearson Tipo III.

Los resultados y prueba de la bondad del ajuste CHI Cuadrado, se muestran en Cuadros N°7.5 al 7.10 (Anexo III Información Hidrométrica), y los Gráficos N°7.3 al 7.7(Anexo VII – Gráficos).

Cuadro N°7.10

### PRUEBA DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCION EN LAS SUBCUENCAS PRINCIPALES

PRUEBA DE AJUSTE		Estacion Andamarca	Estacion Libertadores	Estacion Rayusca	Estacion Paico	Estacion San Miguel
Distribucion		Gumbel	Pearson Tipo III	Pearson Tipo III	Gumbel	Gumbel
CHI Cuadrado	Calculado	0.41	0.62	0.11	0.62	0.19
	Tabla	5.00	1.73	6.00	2.62	6.00
	Resultado	se acepta	se acepta	se acepta	se acepta	se acepta

Fuente:Elaboracion Propia

## 7.2.3 Características Físicas de las Subcuencas Húmedas.

Para aplicar los métodos de cálculo de máximas avenidas se determino las características topográficas de los cauces y las subcuencas, asimismo con apoyo de Sistema de Información Geográfica y la extensión Hec-Geo HMS se estimó los parámetros hidrológicos a partir de las características de la cuenca, las cuales se muestran en el Cuadro N°7.11 (Anexo III Información Hidrométrica).

Cuadro N°7.11

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS SUBCUENCAS

Estacion de Influencia	Sub-cuenca	Longitud de cuenca (km)	Pendiente cuenca (%)	Area (km <sup>2</sup> )	Curva Numero	LAG (min)	Tc Temez (min)
Paico	Chicha	88	33	2798	72	387	668
Rayusca	Caracha	83	32	4288	73	367	642
Libertadores	Alto Pampas	76	39	2963	75	289	579
San Miguel	Torobamba	56	42	1040	73	237	453
Andamarca	Sondondo	86	35	3640	73	360	649
Andamarca	Alto Sondondo	63	18	2139	72	400	583

Fuente:Elaboracion Propia

Es necesario mencionar que el Numero de Curva se estimo a partir de mapas temáticos de cobertura vegetal y tipo de suelo hidrológico tal como se muestra en la Figura N°7.8(Anexo VII – Gráficos).

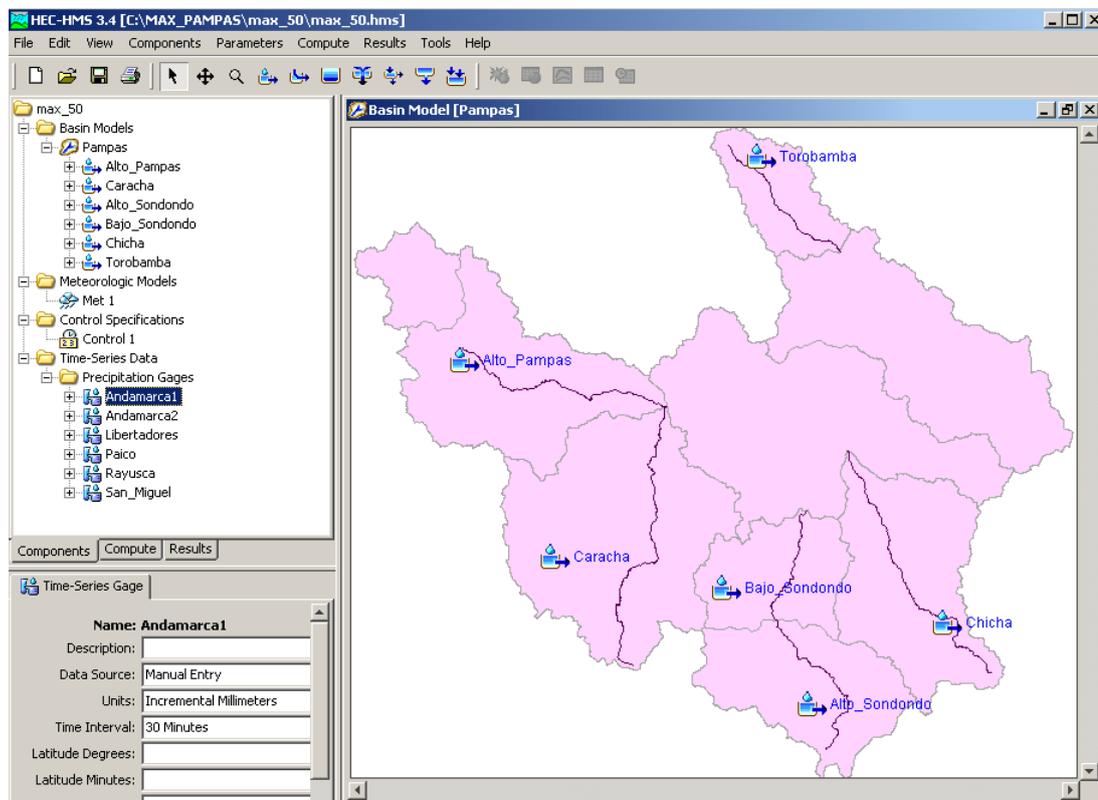
## 7.2.4 Modelo Precipitación – Escorrentía con el HEC-HMS.

Este modelo desarrollado con el programa HEC-HMS 3.4, sirvió para determinar el caudal máximo, estimado para los siguientes periodos de retorno; 20, 50 y 100 años, a partir de una lluvia intensa para ese periodo. El HEC-HMS suministra 10 métodos para calcular las pérdidas de precipitación y 7 métodos para la transformación lluvia-caudal. En este caso se utilizo el método del Soil

Conservation Service (SCS) para calcular las pérdidas y la transformación lluvia-caudal por el método del hidrograma unitario de Clark.

En la Figura N°7.9 se observa la distribución espacial de las 5 subcuencas, asimismo se utilizaron cinco estaciones de precipitación. Las pérdidas fueron calculadas con el método SCS Curve Number (los parámetros de pérdidas fueron tomados del Cuadro N°7.17) y la transformación Lluvia-Caudal se realizó con el método Clark Unit Hydrograph (las lluvias de intensidad máxima utilizadas corresponden a los Cuadros N°7.12 al 7.17 (Anexo III Información Hidrométrica), El intervalo de tiempo utilizado para la simulación fue de 30 minutos y la duración de la lluvia se consideró igual al tiempo de concentración.

Figura N°7.9  
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS SUBCUENCAS  
MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS



El modelo meteorológico del HEC-HMS utiliza los hidrogramas generados para 20, 50 y 100 años de periodo de retorno tal como se muestra en los siguientes cuadros.

En el reporte del HEC-HMS (Figura N°7.10), se muestra el caudal máximo producido para un periodo de retorno igual a 50 años, además el modelo fue calibrado con los caudales máximos registrados en la estación Huasapampa. Es necesario aclarar que los caudales máximos que se muestran es una estimación global, en ese sentido para estudios detallados se recomienda subdividir las subcuencas en áreas menores a 100 km<sup>2</sup> para cálculos más precisos.

Los resultados de los caudales generados por el HEC-HMS se muestran en el Cuadro N°7.18 (Anexo IV - Información Hidrométrica), y el Gráfico N°7.11.

Figura N°7.10  
Caudales Máximos con el modelo hidrológico Hec-Hms  
(período de retorno =50 años)

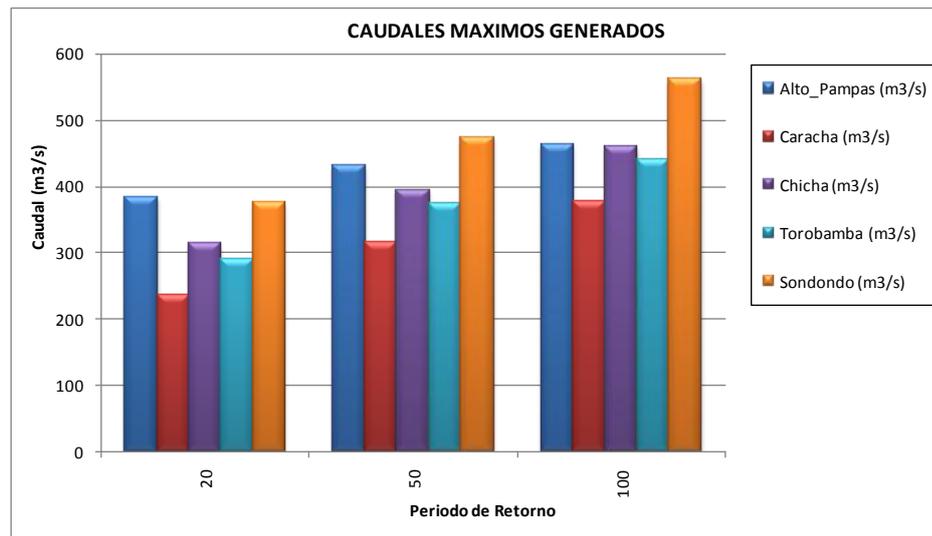
Global Summary Results for Run "Run 1"				
Project: max_50		Simulation Run: Run 1		
Start of Run: 10dic2010, 00:00	Basin Model: Pampas			
End of Run: 10dic2010, 10:30	Meteorologic Model: Met 1			
Compute Time: 10ene2011, 14:41:50	Control Specifications: Control 1			
Show Elements: All Elements	Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3	Sorting: Hydrologic		
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/s)	Time of Peak	Volume (MM)
Alto_Pampas	2963	430.5	10dic2010, 10:30	1.2
Caracha	4288	316.7	10dic2010, 10:30	0.5
Alto_Sondondo	2139	384.0	10dic2010, 10:30	1.5
Bajo_Sondondo	3640	473.4	10dic2010, 10:30	1.0
Chicha	2798	394.4	10dic2010, 10:30	1.1
Torobamba	1040	372.4	10dic2010, 10:30	4.1

Cuadro N°7.18  
Máximas avenidas – Subcuencas

Tr (años)	Caudales				
	Alto_Pampas (m3/s)	Caracha (m3/s)	Sondondo (m3/s)	Chicha (m3/s)	Torobamba (m3/s)
20	384	236	375	313	289
50	431	317	473	394	372
100	463	377	561	459	440

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7.11  
Caudales Máximos Generados para 20, 50 y 100 años



Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que los caudales máximos para diferentes periodos de retorno en las subcuencas en estudio sobrepasan los 200 m3/s.

## VIII. MODELAMIENTO HIDROLOGICO

### 8.1 Caracterización Hidrológica de la Cuenca

La caracterización hidrológica de la cuenca Pampas resulta compleja, además las subcuencas que la conforman presentan características únicas que la identifican y diferencian de su entorno. Sin embargo, los procesos hidrológicos que en ellas se desarrollan son similares: precipitación, infiltración, evapotranspiración, escurrimiento. Cuando se necesita información de los parámetros hidrológicos a nivel de detalle de muchas subcuencas, para sitios específicos o para la totalidad de una cuenca, el cálculo y la aplicación tradicional de las fórmulas resulta muy complejo e incluso impracticable. El trabajo con capas temáticas en el marco de un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite resolver este problema. La aplicación de estos sistemas en el caso particular de las modelizaciones hidrológicas ha ido en aumento en los últimos años, apreciándose actualmente una gran diversidad en los objetivos y resultados.

Con datos hidrológicos previamente adecuados en un sistema de información geográfica se realizara la generación de descargas para la cuenca Pampas, usando la plataforma del Sistema para Evaluación y Planeación del Agua (WEAP). El objetivo del modelamiento será la generación de descargas en los afluentes principales: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y en los puntos de control del Puente Pampas y Huasapampa.

### 8.2 Área del Estudio Hidrológico

El ámbito del modelamiento comprende la evaluación hidrológica de siete subcuencas: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Medio Pampas, Torobamba y Bajo Pampas. La subcuenca Alto Pampas se encuentra parcialmente regulada en la parte alta por el sistema Choclococha.

El Sistema Choclococha actual está referido a un conjunto de embalses y obras hidráulicas (Laguna Orcocochoa, embalses Choclococha y Ccaracochoa y Canal Colector Choclococha), que permiten la derivación trasandina de los recursos hídricos regulados y naturales de una parte de la cuenca alta del río Pampas, para incrementar las disponibilidades del río Ica en estiaje.

Las obras permiten derivar los recursos de aproximadamente 402 km<sup>2</sup> de la cuenca del Pampas, mediante un sistema constituido por tres embalses de regulación, un canal de derivación y un túnel trasandino, los cuales conducen el agua hasta la laguna Pariona, punto de origen del río Ica (Vertiente del Pacífico). De los 402 km<sup>2</sup>, sólo se regula la escorrentía de 279 km<sup>2</sup> (Orcocochoa, Choclococha y Ccaracochoa), discurriendo bajo régimen natural hacia el río Ica los rendimientos hídricos de 123 km<sup>2</sup>.

En el trabajo de campo se ha constatado que el río Pampas solamente recibe aportes de las aguas de la laguna Choclococha cuando hay un exceso de agua; es decir, cuando el nivel de agua supera la cota del aliviadero de demasías de la represa de Choclococha, entonces el rebose del agua comienza a escurrir al cauce del río Pampas. Se nota que desde un inicio el planteamiento hidráulico no estuvo hecho en forma correcta, porque de lo contrario se habría tenido que considerar un caudal mínimo para el río pampas o caudal ecológico.



### 8.3 Descripción del modelo

WEAP apoya la planificación de recursos hídricos balanceando la oferta de agua (generada a través de módulos físicos de tipo hidrológico a escala de subcuenca) con la demanda de agua (caracterizada por un sistema de distribución de variabilidad espacial y temporal con diferencias en las prioridades de demanda y oferta). WEAP emplea una paleta de diferentes objetos y procedimientos accesibles a través de una interfaz gráfica que puede ser usada para analizar un amplio rango de temas e incertidumbres a las que se ven enfrentados los planificadores de recursos hídricos, incluyendo aquellos relacionados con el clima, condiciones de la cuenca, proyecciones de demanda, condiciones regulatorias, objetivos de operación e infraestructura disponible. A diferencia de otros modelos de recursos hídricos típicos basados en modelación hidrológica externa, WEAP es un modelo que utiliza variables climáticas. Por otra parte y de manera similar a estos modelos de recursos hídricos, WEAP incluye rutinas diseñadas para distribuir el agua entre diferentes tipos de usuarios desde una perspectiva humana y ecosistémica.

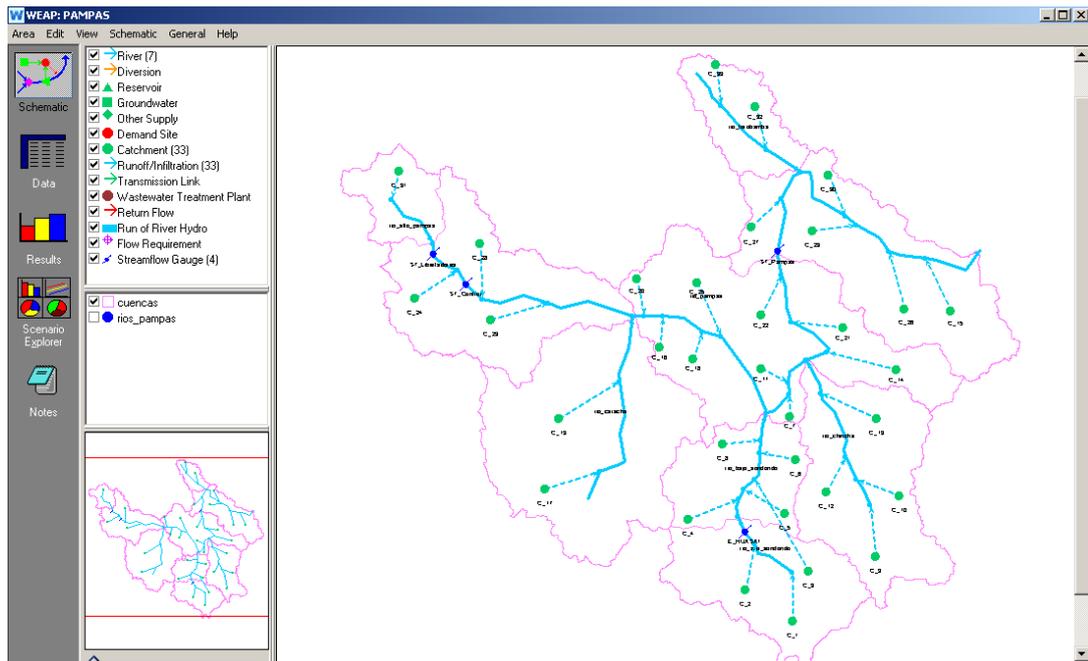
En general, este modelo hidrológico es espacialmente continuo con un área de estudio configurado como un set de subcuencas contiguas que cubren toda la extensión de la cuenca de análisis. Un set homogéneo de datos climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento) es utilizado en cada una de estas subcuencas, que se encuentran divididas en diferentes tipos de cobertura/uso de suelo. Un modelo cuasi físico unidimensional, con dos receptáculos de balance de agua para cada tipo de cobertura/uso de suelo, reparte el agua entre escorrentía superficial, infiltración, evaporación, flujo base y percolación. Los valores de cada una de estas áreas se suman para obtener los valores agregados en una subcuenca. En cada tiempo de corrida del modelo, WEAP calcula primero los flujos hidrológicos, que son traspasados a los ríos y acuíferos asociados. La distribución de agua se realiza para el mismo tiempo de corrida, donde las restricciones relacionadas con las características de los embalses y la red de distribución, las regulaciones ambientales, y a la vez las prioridades y preferencias asignadas a diferentes puntos de demanda son usadas como condiciones de operación de un algoritmo de programación lineal que maximiza la satisfacción de demanda hasta el mayor valor posible.

Basado en el principio de contabilidad del balance de agua, WEAP es aplicable a sistemas agrícolas, cuencas individuales, o sistemas complejos. WEAP tiene capacidad para tratar un amplio rango de temas, incluyendo análisis de demanda sectorial, conservación de agua, derechos de agua y distribución de prioridades, precipitación-escorrentía y flujos mínimos, simulación de agua subterránea y superficial, operaciones de reservorios, generación de hidroelectricidad, calidad del agua, requerimientos de ecosistemas, y análisis de costo-beneficio de proyectos.

### 8.4. Formulación del Modelo

El modelo hidrológico de la cuenca Pampas será integrado en el WEAP, como puede verse en la Figura N° 8.1.

Figura N°8.1  
MODELO HIDROLÓGICO CUENCA PAMPAS EN WEAP



El modelo hidrológico describe el comportamiento de la cuenca de manera semidistribuida, tomando como unidades de análisis hidrológico el espacio definido por las bandas de elevación y las subcuencas denominadas “catchments”. Los catchments tienen que ser definidos a través de procedimientos de delimitación de subcuencas. A través de este proceso se obtiene la caracterización de cobertura vegetal necesaria, incluyendo el estimado de las áreas y la distribución de cobertura vegetal dentro de cada zona de captación. Los datos climáticos requeridos para realizar la modelación incluyen precipitación, temperatura, humedad, viento, latitud y cantidad inicial de nieve (en caso de que esta variable sea relevante). Adicionalmente, datos de caudales en estaciones de medición son necesarios para poder comparar los resultados del modelo y realizar calibraciones. Finalmente, en el análisis de oferta de agua es necesario incorporar la información relativa a la infraestructura física de control y aprovechamiento existente al interior de la cuenca.

## 8.5. Información Básica

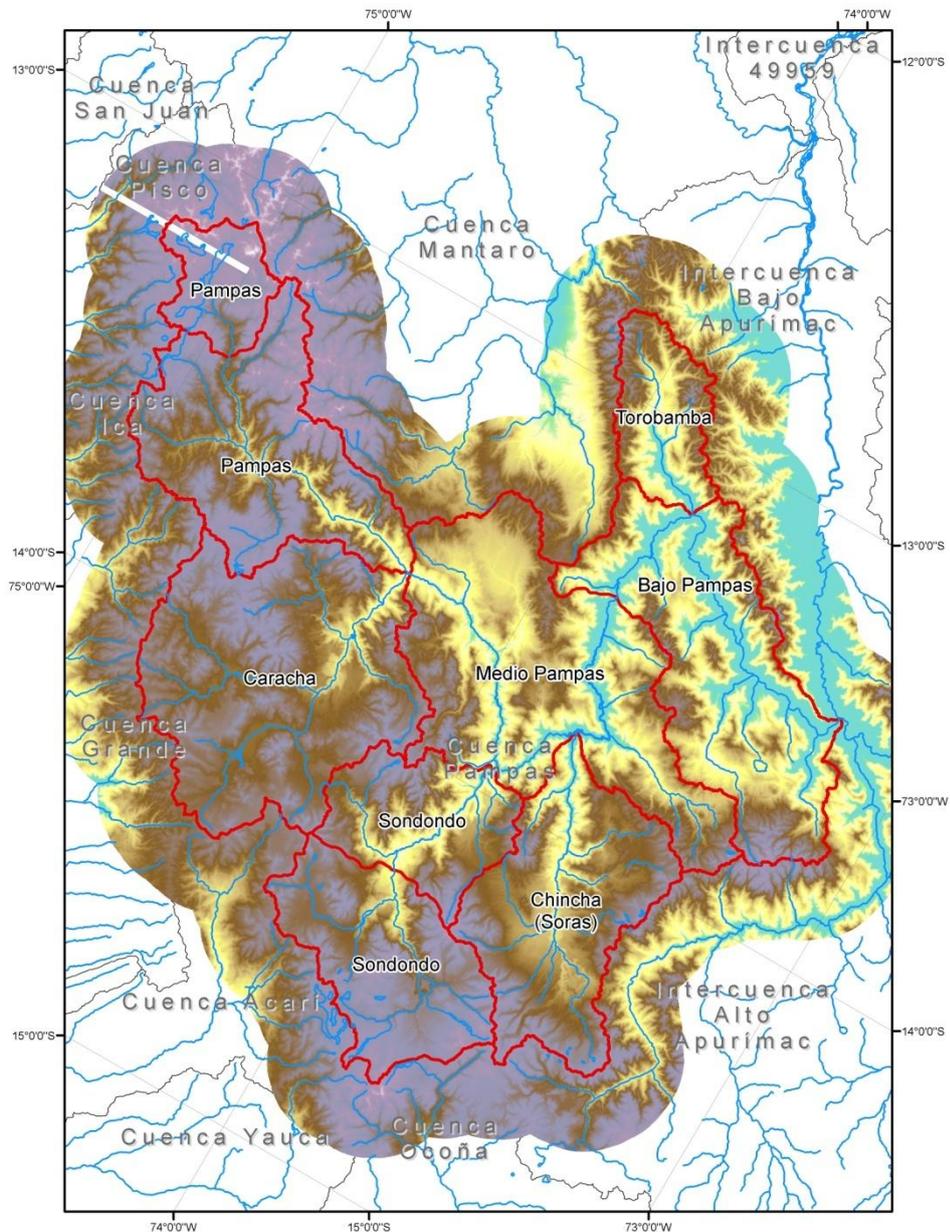
La información empleada en la modelización considera la lista de datos necesarios para construir el modelo (Tabla N°8.1) clasificado de acuerdo con la importancia y prioridad en el modelo.

Las entidades fuente de la información son: SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), ANA (Autoridad Nacional del Agua), DGAA (Dirección General de Asuntos Ambientales), FAO (Archivos digitales de cobertura de suelos), datos climáticos de la CRU y series de precipitación del TRMM.

## 8.6. Caracterización de la Cuenca

En esta etapa se procesaron los datos del modelo de elevación digital (DEM) y cobertura vegetal. El primer paso fue la identificación de las coordenadas de puntos de manejo, los cuales incluyen todos los puntos de la cuenca donde existe aforo de caudales, puntos de captación de agua desde canales. Estas coordenadas se sobrepusieron sobre el DEM y se utilizó la función de delineación de cuencas en el software de sistema de información geográfica (Figura N°8.2).

Figura N°8.2  
UBICACIÓN DE LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO Y  
MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL DE LA CUENCA



Los puntos de control Puente Pampas (subcuenca Medio Pampas) y estación Huasapampa (parte alta de la subcuenca Sondondo), fueron considerados para la calibración del modelo. Las bandas de elevación obtenidas se muestran en el Cuadro N°8.1, se observa que en la subcuenca Alto Pampas no se considera el área regulada (aproximadamente 400 Km<sup>2</sup>) debido a que los aportes de este sector son casi íntegramente trasvasados hacia la cuenca Ica.

Cuadro N°8.1  
BANDAS DE ELEVACIÓN (CATCHMENTS)

SUBCUENCA	BANDA	AREA (Km <sup>2</sup> )	ALTITUD (msnm)
Alto Pampas	C-23	698	3676
	C-24	1339	4319
	C-28	900	4464
	C-31	389	4503
Bajo Pampas	C-15	302	4227
	C-26	1205	3526
	C-27	202	3759
	C-29	1518	2495
Caracha	C-30	203	3891
	C-17	3480	4234
Chicha	C-19	807	3752
	C-10	679	4099
Chicha	C-12	1004	3715
	C-13	201	2867
	C-9	914	4262
	C-11	63	3539
Medio Pampas	C-14	331	4084
	C-16	486	4193
	C-18	256	3553
	C-20	47	4105
	C-21	618	3668
	C-22	1134	2796
	C-25	1363	3690
	C-7	8	4016
Sondondo	C-1	1896	4355
	C-2	243	3612
	C-3	235	3598
	C-4	526	4200
	C-5	273	4247
	C-6	257	3694
Torobamba	C-8	210	2952
	C-32	295	2781
	C-33	745	3844

El área de cada subcuenca aguas arriba de los puntos de manejo se intercepto con las bandas de elevación y con las capas de cobertura vegetal. Cada subcuenca/banda de elevación fue representada en WEAP como un objeto hidrológico denominado catchments. Cada catchments se representa con su área distribuida en porcentajes de cobertura vegetal, los cuales pueden ser variables temporalmente, y con condiciones climáticas homogéneas dentro de su extensión, las cuales son impuestos sobre el modelo en cada paso de tiempo (Figura N°8.3).

Las capas de cobertura vegetal más representativas de la cuenca fueron identificadas como: áreas forestales naturales, agroforestería, tierras altoandinas sin vegetación, matorrales, agricultura en secano, agricultura irrigada, vegetación escasa, tierras de pastoreo, áreas desnudas con pastoreo. Toda esta información fue obtenida de Soil Map of de World (FAO/UNESCO) (Figura N°8.4). La agrupación de los tipos de cobertura vegetal permite simplificar el modelo lo cual se refleja posteriormente en menores tiempo de corrida.

Figura N°8.3  
ESQUEMA DEL MODELO HIDROLÓGICO WEAP  
Y SUS PARÁMETROS

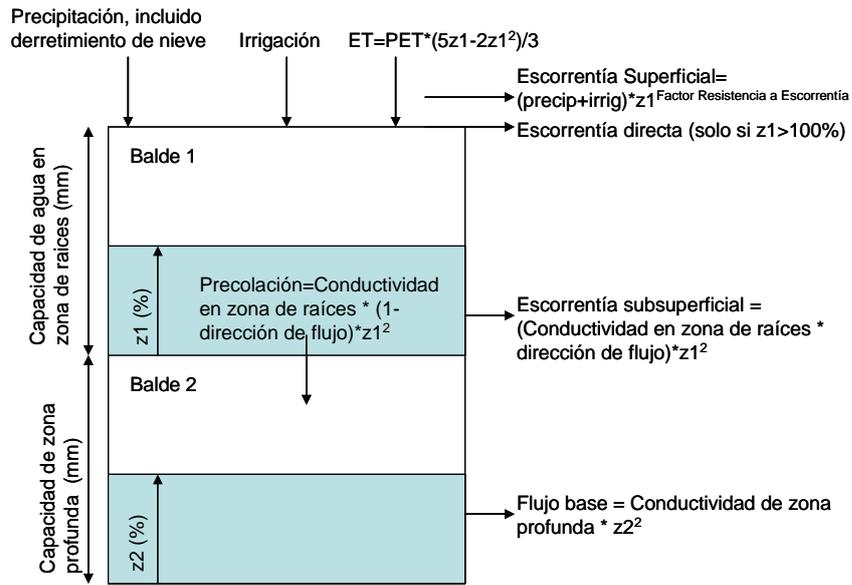
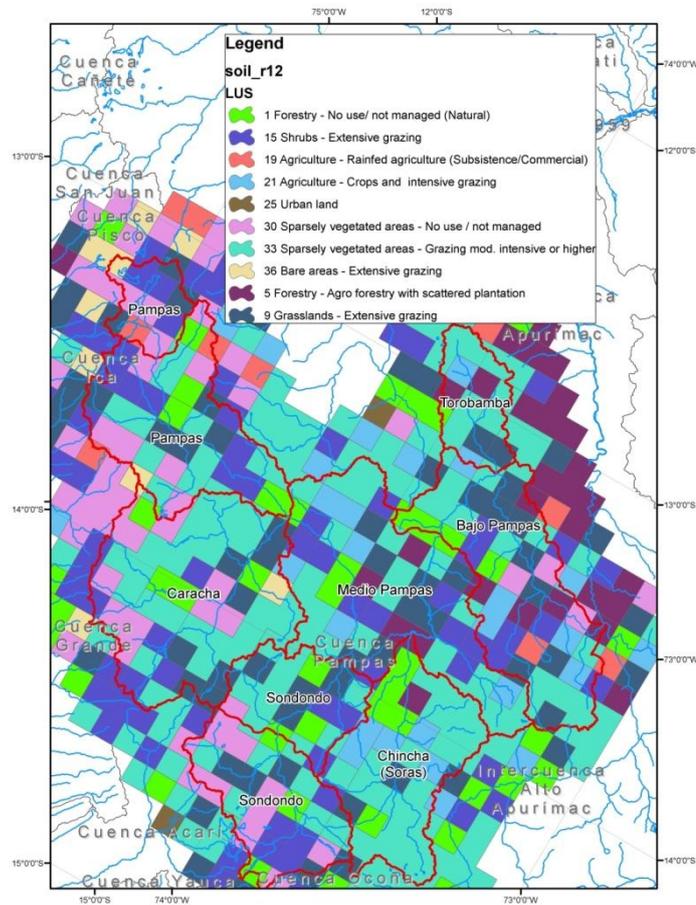


Figura N°8.4  
COBERTURA VEGETAL  
EN LA CUENCA PAMPAS PARA WEAP



## 8.7. Datos de Campo

La información obtenida durante las visitas de campo se utilizan en el proceso de calibración manual del modelo al asignar valores a parámetros como el coeficiente de resistencia a la escorrentía (RRF) el cual es mayor para vegetación más espesa y el factor de partición entre escorrentía superficial y percolación (preferred flow direction) el cual varía entre 0 para flujo vertical y 1 para flujo horizontal y esta correlacionado con la pendiente de la cuenca.

## 8.8. Estimación de Datos de Clima para cada Catchments

El procesamiento de datos climáticos se inició con la evaluación y generación de información climática mediante interpolación para cada subcuenca, las variables procesadas fueron: precipitación, temperatura, viento y humedad relativa. Los datos de precipitación deben ser lo suficientemente detallados como para tener series de tiempo mensuales para cada catchments. Los datos de temperatura, humedad relativa y viento pueden ser generalizados siendo una serie de tiempo anual suficiente para representar cada subcuenca.

Previo a la estimación de las series para cada banda de elevación, se completaron los datos faltantes de precipitación con el procedimiento del HEC 4, para el periodo 1967 - 2008.

Una vez que se tenga la delimitación de los catchments que serán representados en el modelo, la caracterización de cobertura vegetal, y los datos climatológicos de precipitación y temperatura se encuentren analizados, se procedió a incorporar la información dentro del modelo. Para este fin se utilizaron las series anuales desarrolladas en el capítulo de climatología.

### ***Precipitación***

Las series mensuales de precipitación para cada subcuenca se obtuvieron en base a los datos de las estaciones: Hornada, Túnel Cero, Los Libertadores, Paras, Huac Huacs, Chuschi, Rayusca, Urubamba, Huancasancos, Huancapi, Vischongo, Vilcashuaman, Huancapi, Pampahuasi, Pampamarca, Putaccca, Andamarca, Aucara, Huacaña, Ccecaña, Urayma, Chalhuanca, Pampachiri, Pecope, Chilcayoc, Carhuanca, Huancaray, Uripa, Pampas, Andahuaylas, Andarapa, Quinoa, Luricocha y San Miguel, asimismo para ampliar la distribución espacial de las estaciones en lugares donde no se cuenta con estaciones se emplearon series mensuales del sensor TRMM.

### ***Temperatura, Humedad relativa y Velocidad del viento.***

Debido a la extensión de la cuenca Pampas, se procedió a subdividirla en siete subcuencas, en donde la caracterización para las variables: temperatura, viento y humedad relativa se realizó en la plataforma del ArcGIS, utilizando el método de interpolación Kriging para todo el ámbito de la cuenca, luego con las herramientas de análisis espacial se calculó el valor medio de la variable climática para cada subcuenca en estudio.

### ***Estimación de Demandas***

Para las subcuencas consideradas en el modelamiento hidrológico se estimaron las demandas bajo el procedimiento descrito en la publicación de la FAO, en donde el área bajo riego asciende a 30982,19 ha y requiere un volumen de 218,78 Hm<sup>3</sup>.

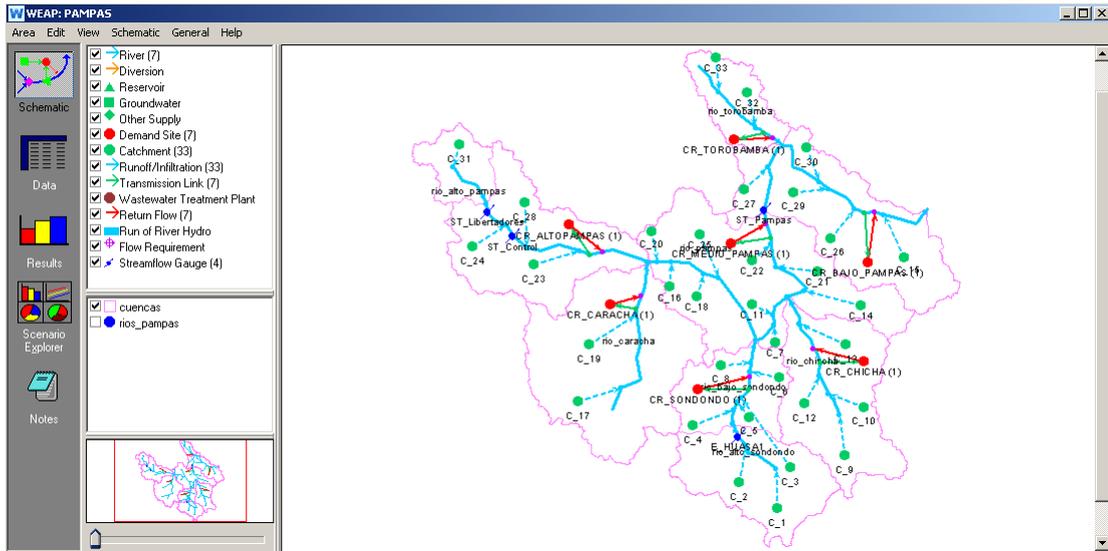
### ***Generación de Caudales***

Para la generación de escorrentía se utilizó el método "Soil Moisture Model" del WEAP, que representa cada banda de elevación en dos capas. En la capa superior se simula la evapotranspiración considerando las lluvias, cobertura

vegetal y uso del suelo. El flujo base hacia los cauces de los ríos y cambios en la humedad del suelo están simulados en la capa inferior. Bajo esta metodología se generaron descargas en: río Alto Pampas, río Caracha, río Sondondo, río Chicha, río Torobamba y en los puntos de control Estación Puente Pampas y Huasapampa.

En la Figura N°8.5 se muestra la representación topológica del Modelo Hidrológico de la cuenca Pampas en WEAP en donde se incluye las demandas.

Figura N°8.5  
REPRESENTACIÓN TOPOLÓGICA  
DEL MODELO HIDROLÓGICO CUENCA PAMPAS EN WEAP



## 8.9. Calibración del Modelo

En la etapa de calibración del modelo se busca lograr un set de parámetros hidrológicos que permitan obtener una representación de caudales y operación de obras de infraestructura que asemeje los datos históricos de la forma más cercana posible. Para esto, es necesario realizar comparaciones entre series de datos de caudales en puntos específicos de la cuenca observadas versus simuladas.

Con base en estas comparaciones se realizan medidas estadísticas para estimar la precisión del modelo y de esta manera ajustar los parámetros hasta lograr la mejor respuesta de dichas medidas estadísticas.

En una primera aproximación es una buena práctica establecer factores de calibración generales para toda el área mencionada, los cuales modifican los parámetros de uso de suelo incluyendo, principalmente:

- Coeficiente de cultivo, Kc
- Capacidad de almacenamiento de agua en la zona de raíces, Sw
- Capacidad de almacenamiento de agua en la zona profunda, Dw
- Factor de resistencia a la escorrentía, RRF
- Conductividad de zona de raíces, Ks
- Conductividad de zona profunda, Kd
- Dirección preferencial de flujo, f

A fin de calibrar y validar el modelo hidrológico se utilizaron las series de descargas de las estaciones de aforos Puente Pampas y Huasapampa. En ese sentido las descargas simuladas y observadas se comparan para evaluar la

calidad de la simulación y modelado. Al lado del control visual del diagrama gráfico, se debe utilizar criterios de error para obtener una clasificación más objetiva de las diferencias entre los valores simulados y observados. La precisión del modelo fue medida con la eficiencia de Nash-Sutcliffe ( $E_2$ ) y la eficiencia Logarítmica ( $E_2^{\log}$ ), este último es un buen indicador en el caso de simulación de descargas en períodos de bajo caudal:

$$E_2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |O_i - S_i|^2}{\sum_{i=1}^n \left| O_i - \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n O_i \right] \right|^2}$$

$$E_2^{\log} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |\ln(O_i) - \ln(S_i)|^2}{\sum_{i=1}^n \left| \ln(O_i) - \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(O_i) \right] \right|^2}$$

Donde  $S_i$  y  $O_i$  son caudales simulados y observados para cada paso de tiempo  $i$ , y  $n$  es el periodo de calibración.

### **Periodo de Calibración**

Los datos recogidos por SENAMHI se consideran desde 1965 hasta el año 1978, cuando se dejó de aforar y actualmente está inoperativo, por este motivo se eligió este período de calibración al tener registros consistentes de la estación Puente Pampas. La estación Huasapampa cuenta con caudales registrados desde 1964 hasta el año 1989.

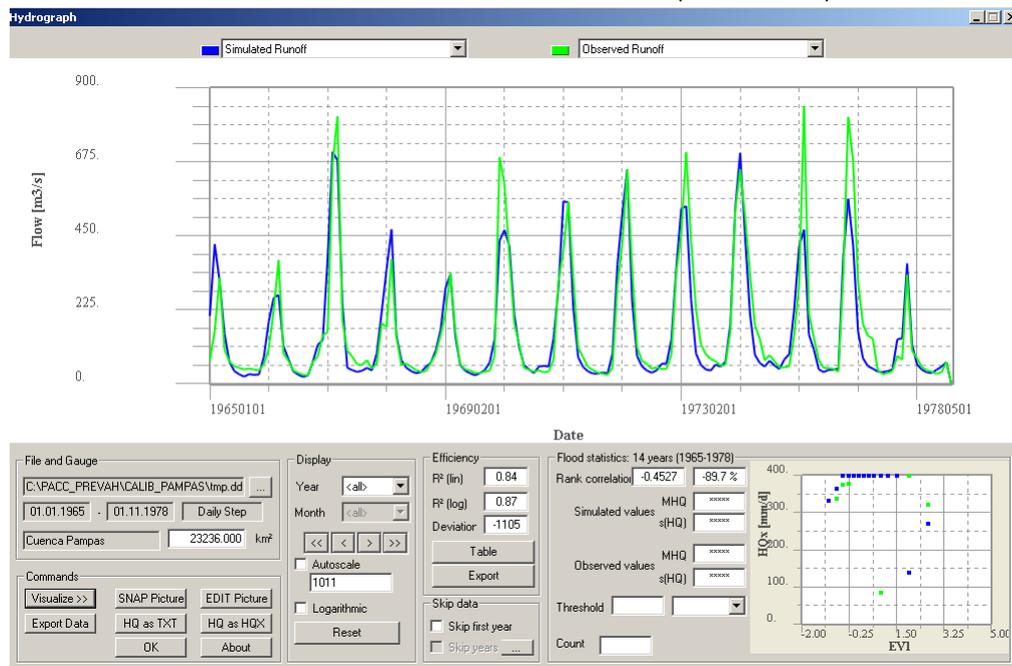
### **Estación Pampas periodo (1965-1978)**

Donde  $n = 151$  meses para el periodo de calibración. Los resultados se presentan en la Figura N°8.6. La eficiencia de Nash-Sutcliffe obtenida ( $E_2=0.84$ ) para el período 1965-2008 indican una buena correspondencia entre los caudales observados y simulados, también se observa que la eficiencia Logarítmica ( $E_2^{\log}=0.87$ ) indica una buena estimación de los flujos base en época de estiaje, además los parámetros como el coeficiente de correlación de Pearson igual a 0.91 obtenido se encuentran dentro de los rangos normales para modelos hidrológicos de paso de tiempo mensual.

Se concluye que los estadísticos nos muestran resultados aceptables y una ligera subestimación de la escorrentía en los periodos de avenidas, sin embargo en términos generales podemos concluir que los descargas generadas por el modelo hidrológico del WEAP describen adecuadamente los regímenes de caudales mensuales en este tramo del río Pampas para el periodo considerado.



Figura N°8.6  
CAUDAL SIMULADO Y OBSERVADO  
ESTACIÓN PUENTE PAMPAS (1965-1978)

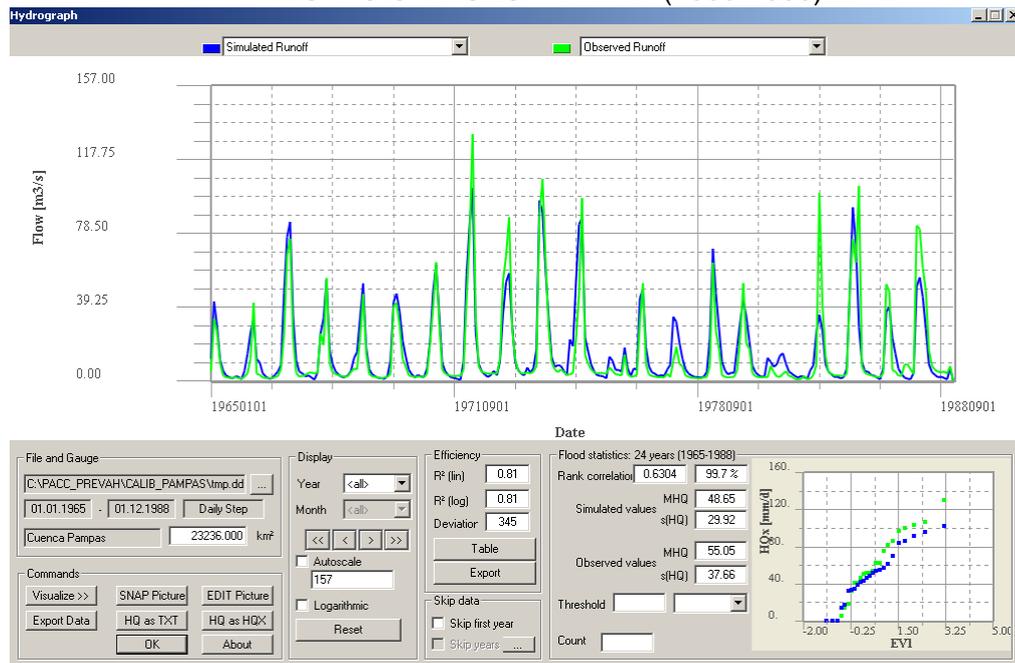


### **Estacion Huasapampa (1965-1988)**

El periodo elegido es desde el año 1965 hasta 1988, donde  $n = 244$  meses para el periodo de calibración. Los resultados se presentan en la Figura N°8.7. La eficiencia de Nash-Sutcliffe obtenida ( $E_2=0.81$ ) para el período 1965-1988 indican una buena correspondencia entre los caudales observados y simulados, también se observa que la eficiencia Logarítmica ( $E_2^{\log}=0.81$ ) indica una buena estimación de los flujos base en época de estiaje, además los parámetros como el coeficiente de correlación de Pearson igual a 0.87 obtenido se encuentran dentro de los rangos normales para modelos hidrológicos de paso de tiempo mensual.

Se concluye que los estadísticos nos muestran resultados aceptables y una ligera subestimación de la escorrentía en los periodos de avenidas, sin embargo en términos generales podemos concluir que las descargas generadas por el modelo hidrológico WEAP describen adecuadamente los regímenes de caudales mensuales del río Sondondo en el periodo considerado.

Figura N°8.7  
CAUDAL SIMULADO Y OBSERVADO  
ESTACIÓN HUASAPAMPA (1965-1988)



## 8.10. Resultados

### *Descargas simuladas en los principales tributarios*

Las principales fuentes de agua en la cuenca provienen de los ríos: Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y en el tramo comprendido entre la parte media y baja del río Pampas.

Como resultado de las calibraciones en las estaciones de aforos Puente Pampas y Huasapampa, se puede estimar con aproximación razonable las descargas de los principales afluentes del río Pampas.

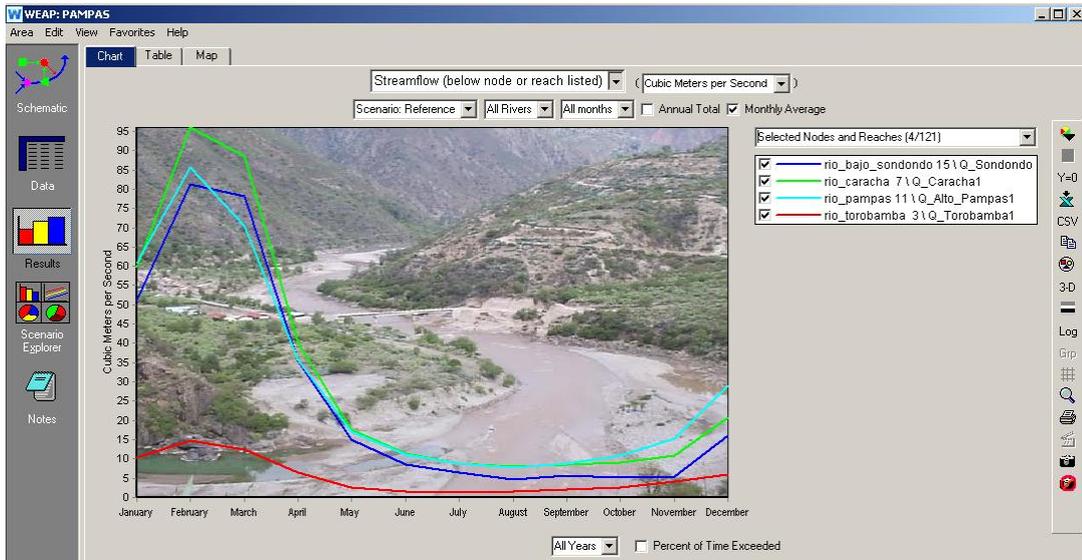
Bajo esta metodología se generaron descargas en los siguientes afluentes: río Alto Pampas, río Caracha, río Sondondo, río Chicha, río Torobamba; y en los puntos de control Estación Puente Pampas y Huasapampa, las cuales se muestran en el Cuadro N°8.2 (Anexo VI – Información del Modelamiento Hidrológico), correspondiente al promedio multianual, y el Figura N°8.8 al 8.11 (Anexo VII – Gráficos).

Las series mensuales generadas para el período 1964-2009 se presentan en los Cuadros N°8.3 al 8.9 (Anexo VI – Información del Modelamiento Hidrológico).

**Cuadro N°8.2**  
**CAUDALES MEDIOS DE LOS TRIBUTARIOS DEL RÍO PAMPAS (m³/s)**

Afluentes	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Río Alto Pampas	61.6	85.9	70.6	35.7	17.0	11.1	8.7	7.7	8.9	10.9	15.4	28.9
Río Caracha	60.1	96.4	89.1	40.1	17.5	11.3	8.8	8.0	8.5	9.0	10.9	20.8
Río Sondondo	51.6	80.9	78.3	35.5	15.1	8.6	6.6	4.7	5.6	5.2	5.5	16.1
Río Chicha	49.5	70.6	67.3	29.6	13.2	9.3	7.9	7.9	9.0	10.9	14.2	22.0
Río Torobamba	10.5	14.6	12.5	6.4	2.7	1.7	1.2	1.5	2.0	2.7	4.1	6.0
Puente Pampas	296.6	441.8	399.2	181.0	80.6	51.4	40.6	35.8	41.5	49.4	63.4	119.5
Huasapampa	31.4	48.9	48.1	22.0	9.3	5.1	3.9	2.7	3.3	3.0	3.4	9.9

**Gráfico N°8.8**  
**CAUDALES MEDIOS DE LOS TRIBUTARIOS DEL RÍO PAMPAS (m³/s)**



**Gráfico N°8.10**  
**CAUDALES MEDIOS DE LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS (m³/s)**

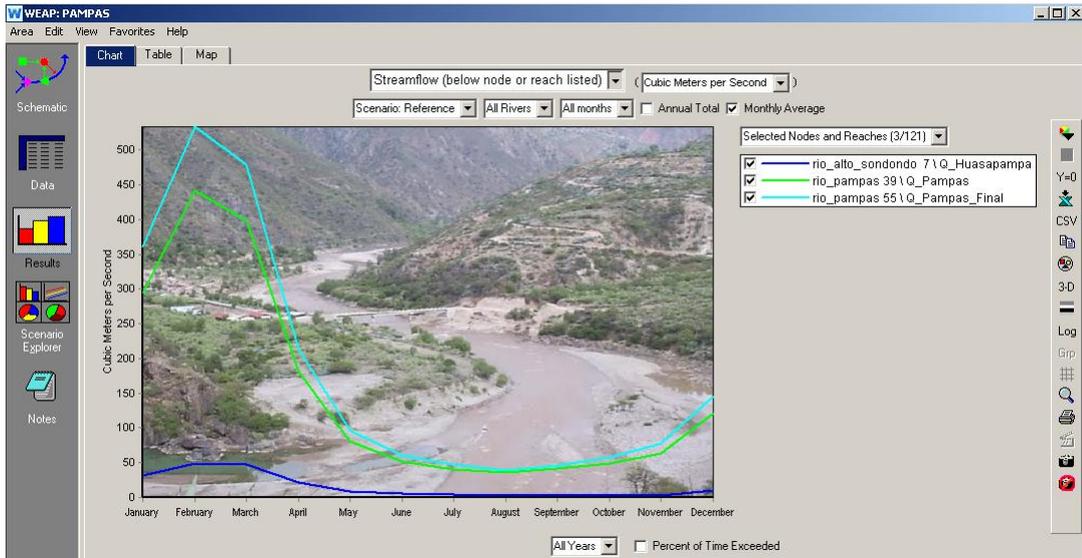


Gráfico N°8.11  
CURVAS DE EXCEDENCIA  
DE CAUDALES SIMULADOS Y OBSERVADOS  
ESTACIÓN PUENTE PAMPAS (m<sup>3</sup>/s)

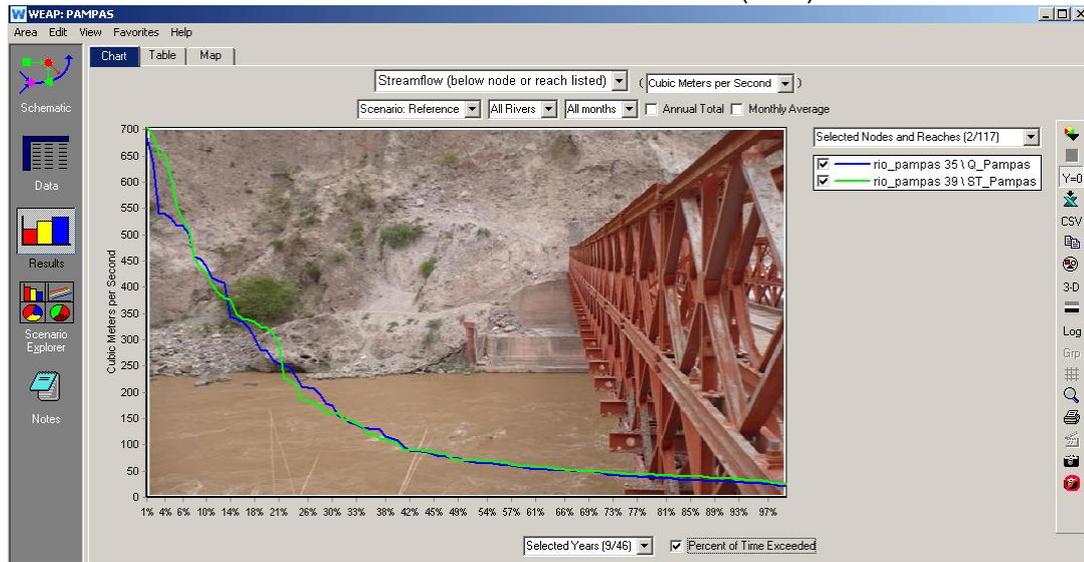
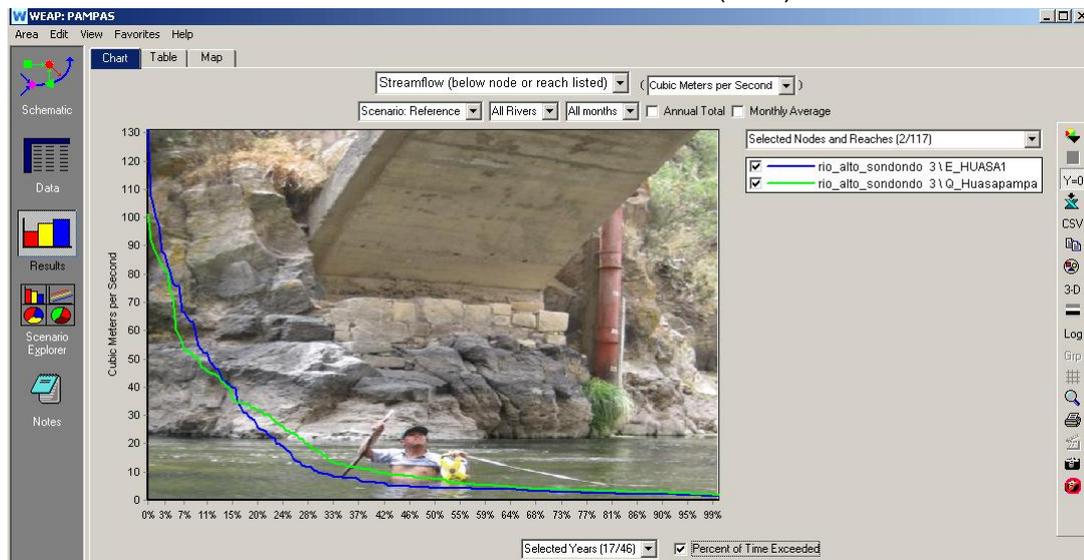


Gráfico N°8.12  
CURVAS DE EXCEDENCIA  
DE CAUDALES SIMULADOS Y OBSERVADOS  
ESTACIÓN HUASAPAMPA (m<sup>3</sup>/s)



### Descargas del río Pampas

Las descargas del río Pampas (tramo correspondiente al Puente Pampas) corresponden a los aportes de las subcuencas; Alto Pampas, Caracha, Sonondo, Chicha y un tramo de la parte media del río Pampas. El sistema Choclococha interviene en la cabecera de cuenca de Alto Pampas.

El Sistema Choclococha actual está referido a un conjunto de embalses y obras hidráulicas (Laguna Orcocochoa, embalses Choclococha y Ccaracochoa y Canal Colector Choclococha), que permiten la derivación trasandina de los recursos

hídricos regulados y naturales de una parte de la cuenca alta del río Pampas, para incrementar las disponibilidades del río Ica en estiaje. Según el estudio "Balance Hidrológico de la Cuenca Integrada del río Ica" - 2002, elaborado por el Ing. Eduardo Chavarri Velarde, los caudales estimados para el sistema Choclococha se muestran en el Cuadro N°8.10.

Cuadro N°8.10  
RESUMEN DE LAS DESCARGAS MEDIAS MENSUALES GENERADAS (m3/s)  
SISTEMA CHOCLOCOCHA  
CUENCA ALTA DEL RIO TAMBO

Fuente Hídrica	AREA (Km <sup>2</sup> )	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Vol.Anual (Hm <sup>3</sup> )	Vol.Anual (*) (Hm <sup>3</sup> )
Sub cuenca del Reservorio Choclococha	149	2.48	2.70	2.52	2.10	1.72	1.68	1.64	1.67	1.79	1.86	1.93	2.28	64.028	105.870
Subcuenca del Reservorio Orcocochoa	92	1.67	1.84	1.65	1.27	0.97	0.91	0.89	0.92	1.05	1.13	1.21	1.50	39.425	
Canal Colector Choclococha	105	1.75	1.90	1.77	1.48	1.21	1.18	1.15	1.18	1.26	1.31	1.36	1.60	45.120	46.260
Subcuenca del Reservorio Ccaracochoa	38	0.63	0.69	0.64	0.54	0.44	0.43	0.42	0.43	0.46	0.48	0.49	0.58	16.329	14.110
Subcuenca del canal colector Ccaracochoa	18.5	0.31	0.34	0.31	0.26	0.21	0.21	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.28	7.950	8.260
Subcuenca del canal colector Ingahuasi	121	2.015	2.192	2.043	1.709	1.394	1.365	1.329	1.357	1.452	1.513	1.57	1.848	51.996	51.340
Subcuenca del Embalse Tambo y canal Aductor	16.6	0.276	0.301	0.28	0.234	0.191	0.187	0.182	0.186	0.199	0.208	0.215	0.254	7.133	7.440
<b>PROM.</b>		1.305	1.422	1.316	1.085	0.876	0.851	0.830	0.850	0.918	0.962	1.003	1.191	231.981	233.280
<b>D. EST.</b>		0.887	0.967	0.896	0.744	0.605	0.591	0.576	0.589	0.631	0.659	0.686	0.811		
<b>MAX</b>		2.482	2.699	2.515	2.104	1.716	1.680	1.636	1.672	1.788	1.863	1.933	2.276		
<b>MIN</b>		0.276	0.301	0.280	0.234	0.191	0.187	0.182	0.186	0.199	0.208	0.215	0.254		

(\*) Gestión de la Oferta de Agua en las cuencas de los Proyectos hidráulicos de Costa del INADE -Oferta de Agua del Proyecto Especial Tambo Ccaracochoa ATA-INADE 2002.

Se considera entonces a la cuenca del río Pampas como una cuenca intervenida por obras de trasvase y el área intervenida por el sistema Choclococha es aproximadamente 402 km<sup>2</sup>, en donde se produce una masa promedio anual de 173 Hm<sup>3</sup> que son trasvasados a la cuenca Ica.

No se considero la simulación con el sistema Choclococha debido a que no se cuentan con registros de operación mensuales y no se sabe el aporte regulado hacia la subcuenca Alto Pampas. Además en el trabajo de campo se ha constatado que el río Pampas solamente recibe aportes de las aguas de la laguna Choclococha cuando hay un exceso de agua; es decir, cuando el nivel de agua supera la cota del aliviadero de demasías de la represa de Choclococha.

Se ha considerado en la simulación a las demandas para uso agrícola de la parte alta de la cuenca, lo cual asciende a 30982,19 ha y requiere un volumen de 218,78 Hm<sup>3</sup>.

Con los resultados de la generación de descargas de caudales en la estación Puente Pampas, estación Huasapampa y el tramo del río Pampas antes de la confluencia con el río Apurímac, se completo y extendió la información histórica existente, los cuales se muestran en los Cuadros N°8.11 y que forma parte del Anexo VI – Información del Modelamiento Hidrológico.

Cuadro N°8.11  
CAUDALES MEDIOS DE LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS (m3/s)

Afluentes	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Puente Pampas	296.6	441.8	399.2	181.0	80.6	51.4	40.6	35.8	41.5	49.4	63.4	119.5
Estacion Huasapampa	31.4	48.9	48.1	22.0	9.3	5.1	3.9	2.7	3.3	3.0	3.4	9.9
Río Pampas	362.3	533.2	480.6	213.0	95.7	60.6	46.7	38.5	46.5	58.4	76.7	144.4

**Descargas naturalizadas del río Pampas**

Para restituir los caudales a régimen natural del río Pampas, es necesario quitar el efecto de la operación del sistema Choclococha, ya que los caudales aforados en la estación Puente Pampas no representan exactamente la producción o rendimiento hídrico natural de la cuenca Pampas.

Las fuentes hídricas que son trasvasados actualmente a la cuenca del río Ica están conformados por la subcuenca del reservorio Choclococha, subcuenca del reservorio Orcocochoa, Canal colector Choclococha, subcuenca del reservorio Ccaracochoa y subcuenca del canal colector Ccaracochoa, tal como se muestra en el Cuadro 8.12.

Cuadro N°8.12  
CAUDAL MEDIO MENSUAL (m<sup>3</sup>/s)

Fuente Hídrica	AREA (Km <sup>2</sup> )	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Vol.Anual (Hm <sup>3</sup> )	Vol.Anual (*) (Hm <sup>3</sup> )
Sub cuenca del Reservorio Choclococha	149	2.48	2.70	2.52	2.10	1.72	1.68	1.64	1.67	1.79	1.86	1.93	2.28	64.03	105.87
Subcuenca del Reservorio Orcocochoa	92	1.67	1.84	1.65	1.27	0.97	0.91	0.89	0.92	1.05	1.13	1.21	1.50	39.43	
Canal Colector Choclococha	105	1.75	1.90	1.77	1.48	1.21	1.18	1.15	1.18	1.26	1.31	1.36	1.60	45.12	46.26
Subcuenca del Reservorio Ccaracochoa	38	0.63	0.69	0.64	0.54	0.44	0.43	0.42	0.43	0.46	0.48	0.49	0.58	16.33	14.11
Subcuenca del canal colector Ccaracochoa	18.5	0.31	0.34	0.31	0.26	0.21	0.21	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.28	7.95	8.26
<b>TOTAL</b>	<b>402.5</b>	<b>6.84</b>	<b>7.46</b>	<b>6.89</b>	<b>5.65</b>	<b>4.55</b>	<b>4.41</b>	<b>4.30</b>	<b>4.40</b>	<b>4.78</b>	<b>5.02</b>	<b>5.24</b>	<b>6.24</b>	<b>172.85</b>	<b>174.50</b>

(\*) Gestión de la Oferta de Agua en las cuencas de los Proyectos hidráulicos de Costa del INADE -Oferta de Agua del Proyecto Especial Tambo Ccaracochoa ATA-INADE 2002.

**Ecuación de naturalización utilizado:**

$$Q_{\text{natural río Pampas}} = Q_{\text{registro Pampas}} + Q_{\text{trasvasado del sistema Choclococha}}$$

Los resultados de la naturalización de caudales en la estación Puente Pampas se muestra en el Cuadro N°8.13 y que forma parte del Anexo VI – Información del Modelamiento Hidrológico, es necesario aclarar que las condiciones naturales difícilmente se reconstruirán en forma exacta, además los efectos de la intervención del sistema Choclococha se mantendrán en el futuro.

Cuadro N°8.13  
CAUDALES MEDIOS NATURALIZADOS EN EL PUENTE PAMPAS (m<sup>3</sup>/s)

Afluentes	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Puente Pampas - Naturalizados	303.5	449.3	406.1	186.6	85.1	55.8	44.9	40.2	46.3	54.4	68.6	125.7

**8.11. Balance Hídrico****8.11.1 Balance Hídrico en Situación Actual**

El escenario intenta representar el sistema tal cual se encuentra actualmente, tanto la cuenca, como las demandas actuales. La fuente principal de abastecimiento de agua para riego son las quebradas y afluentes que abastecen a

las unidades hidrográficas, no se considera los aportes del sistema Choclococha. Los caudales medios mensuales generados con el modelo hidrológico ingresan al sistema WEAP como datos de entrada y son utilizados de acuerdo al consumo y época. El análisis del escenario, toma énfasis en la satisfacción de las demandas agrícolas, por ser esta actividad, la que demanda el mayor volumen de agua.

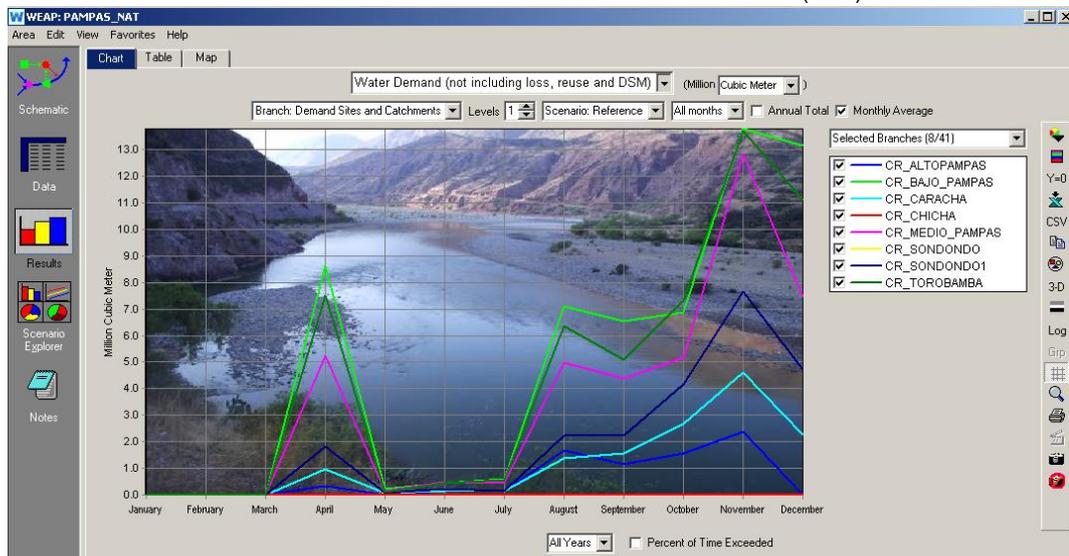
**Demanda agrícola**

Para estimar las demandas agrícolas se tomo como base la información de las ALAS Apurímac y Andahuaylas y la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Ayacucho en el ámbito de las subcuencas, el área total bajo riego en la cuenca Pampas asciende a (30 982,19 ha), a las cuales se efectuaron los ajustes de acuerdo a los trabajos de campo y coordinaciones con los comisiones de regantes, así se estableció una demanda hídrica agrícola que asciende a 218 Hm<sup>3</sup>. El resumen general se muestra en el Cuadro N°8.14 (Anexo VI – Información del Modelamiento Hidrológico), y en la Gráfico N°8.13(Anexo VII – Gráficos).

Cuadro N°8.14  
DEMANDA AGRÍCOLA EN LA CUENCA PAMPAS (Hm3)

Subcuenca	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total	Area (ha)
Alto Pampas	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.16	0.15	1.67	1.16	1.57	2.39	0.00	7.43	2,839.97
Bajo Pampas	0.00	0.00	0.00	8.63	0.22	0.44	0.61	7.09	6.53	6.88	13.79	13.15	57.35	7,489.00
Caracha	0.00	0.00	0.00	0.95	0.07	0.15	0.16	1.39	1.55	2.66	4.62	2.26	13.80	1,855.65
Chicha	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.08	15.50
Medio Pampas	0.00	0.00	0.00	5.24	0.14	0.49	0.43	4.97	4.40	5.16	12.83	7.47	41.14	6,854.24
Sondondo	0.00	0.00	0.00	3.62	0.16	0.41	0.29	4.43	4.48	8.33	15.35	9.44	46.51	5,786.00
Torobamba	0.29	0.00	0.00	7.51	0.13	0.46	0.54	6.34	5.09	7.32	13.71	11.10	52.48	6,141.82
<b>TOTAL</b>	<b>0.29</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>26.30</b>	<b>0.71</b>	<b>2.10</b>	<b>2.19</b>	<b>25.90</b>	<b>23.22</b>	<b>31.93</b>	<b>62.72</b>	<b>43.43</b>	<b>218.78</b>	<b>30,982.19</b>

Gráfico N°8.13  
DEMANDA AGRÍCOLA EN LA CUENCA PAMPAS (Hm<sup>3</sup>)



**Demanda Poblacional en el Valle de Pampas**

La demanda hídrica poblacional en general es baja en el ámbito del valle de Pampas y es atendida íntegramente por manantiales.

**Nivel de cobertura de la demanda**

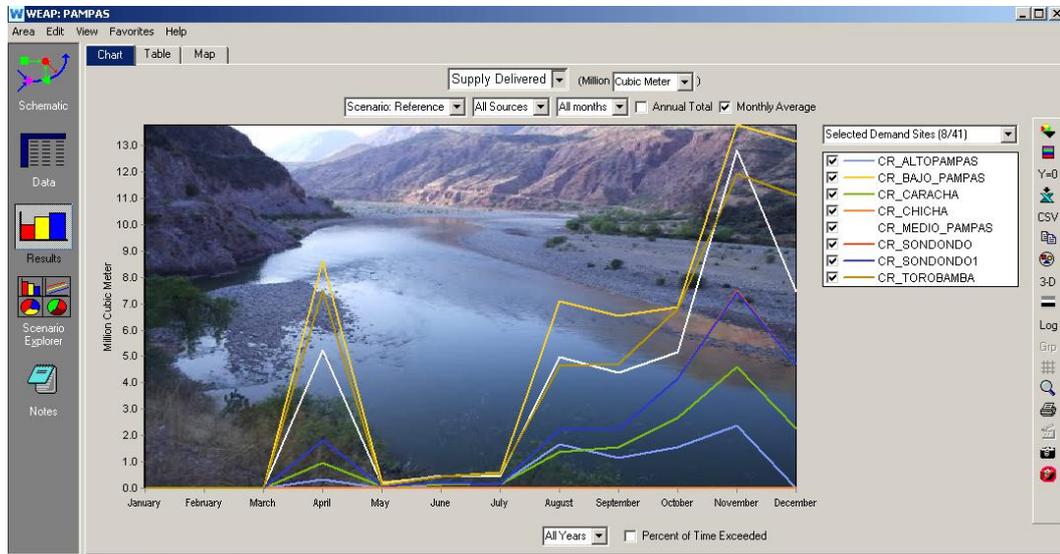
Bajo este escenario, el nivel de cobertura de la demanda en el valle es bueno, en promedio se cubre el 96-100% entre enero-diciembre, la subcuenca Torobamba presenta las más bajas coberturas debido a su alta demanda (aproximadamente

52,48 Hm<sup>3</sup>), en general no se presentan déficits, información que se muestra en los Cuadros 8.15 y 8.16 (Anexo VI – Información del Modelamiento Hidrológico), y los Gráficos N°8.14 y 8.15, información que forma parte del Anexo VII – Gráficos.

Cuadro 8.15  
DEMANDA AGRÍCOLA ATENDIDA EN LAS SUBCUENCAS (Hm<sup>3</sup>)

Volumen (Hm <sup>3</sup> /mes)												
SUBCUENCAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CR_ALTOPAMPAS	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.16	0.15	1.67	1.16	1.57	2.39	0.00
CR_BAJO_PAMPAS	0.00	0.00	0.00	8.63	0.22	0.44	0.61	7.09	6.53	6.88	13.79	13.15
CR_CARACHA	0.00	0.00	0.00	0.95	0.07	0.15	0.16	1.39	1.55	2.66	4.62	2.26
CR_CHICHA	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
CR_MEDIO_PAMPAS	0.00	0.00	0.00	5.24	0.14	0.49	0.43	4.97	4.40	5.16	12.83	7.47
CR_SONDONDO	0.00	0.00	0.00	3.62	0.16	0.41	0.29	4.43	4.48	8.33	14.95	9.44
CR_TOROBAMBA	0.00	0.00	0.00	7.51	0.13	0.46	0.54	4.66	4.71	6.80	11.95	11.10
<b>TOTAL</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>26.30</b>	<b>0.72</b>	<b>2.11</b>	<b>2.18</b>	<b>24.22</b>	<b>22.84</b>	<b>31.41</b>	<b>60.56</b>	<b>43.43</b>

Gráfico N°8.14  
DEMANDA AGRÍCOLA ATENDIDA EN LAS SUBCUENCAS (Hm<sup>3</sup>)

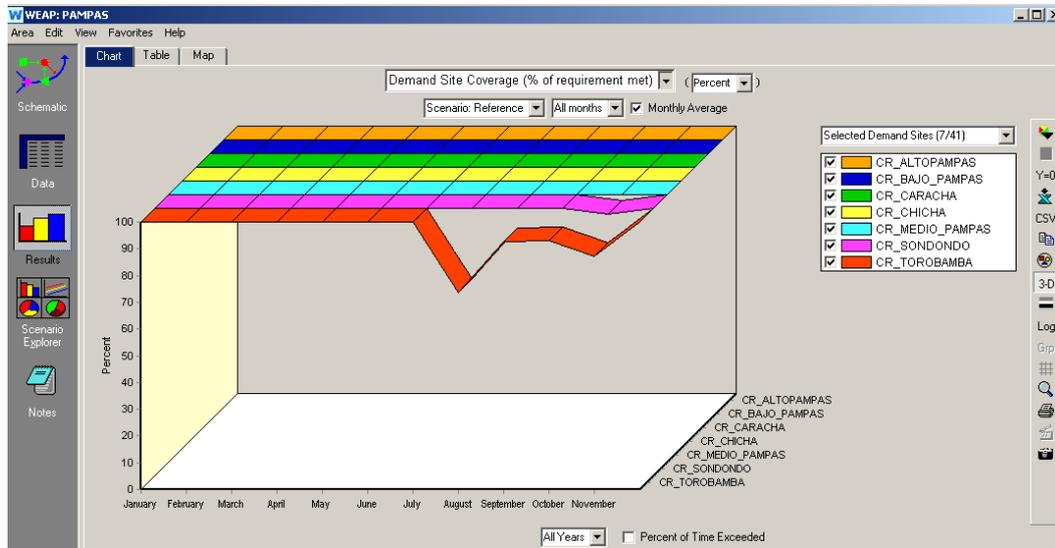


Cuadro 8.16  
NIVEL DE COBERTURA DE LA DEMANDA AGRÍCOLA  
EN LA CUENCA PAMPAS (%)

SUBCUENCAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CR_ALTOPAMPAS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CR_BAJO_PAMPAS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CR_CARACHA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CR_CHICHA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CR_MEDIO_PAMPAS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CR_SONDONDO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100
CR_TOROBAMBA	100	100	100	100	100	100	100	73	93	93	87	100
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>98</b>	<b>100</b>



Gráfico N°8.15  
NIVEL DE COBERTURA DE LA DEMANDA AGRÍCOLA  
EN LA CUENCA PAMPAS (%)



A manera de conclusión podemos comparar la bondad de este escenario, respecto a los indicadores de Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH):

**Confiabilidad:** grado de satisfacción de la demanda con la disponibilidad del sistema, se considera éxito cuando la oferta es mayor que la demanda y fracaso lo contrario, es conveniente que el sistema tenga una confiabilidad superior de 75%.

**Cobertura de la demanda:** indica el porcentaje o la fracción de la demanda que es entregado con la disponibilidad del sistema, de mes a mes, una cobertura del 100% indica que la oferta es igual a la demanda en todos los meses del periodo simulado.

**Vulnerabilidad:** indica el tamaño del déficit, respecto a la demanda total, cuanto mas grande sea este valor sera mas vulnerable el sistema.

**Resiliencia:** es la capacidad que tiene el sistema para salir de un estado de déficit.

**Escenario Simulado:** Este escenario presenta un nivel de cobertura de la demanda en promedio del 99%, unicamente la subcuenca Torobamba presenta baja cobertura; la vulnerabilidad en la cuenca es bastante baja (5,02 Hm<sup>3</sup>). Por todo estos indicadores es un escenario satisfactorio que podria mejorarse con una adecuación de la demanda agrícola y eficiencias del uso de agua en la subcuenca Torobamba.

## 8.12. Apéndice 1. Datos Requeridos para Aplicaciones del Modelo WEAP

El modelo inicial implementado con datos semidetallados, permite evaluar la necesidad de recopilar más datos posteriormente. La aplicación inicial de WEAP no debe ser extremadamente detallada, pero no debe arrojar resultados incorrectos tampoco. Por esta razón, se debe realizar una calibración preliminar. La revisión del modelo precalibrado se debe enfocar en identificar que modificaciones se deben realizar en el modelo y que datos adicionales se deben recopilar para hacer el modelo más preciso. Generalmente los datos adicionales requeridos para mejorar la precisión del modelo pueden incluir mayor procesamiento de datos como por ejemplo una delineación más detallada de las

cuencas en GIS, otros datos necesarios pueden ser de tipo hidrológico, uso de suelo, o datos socioeconómicos.

La Tabla N°8.1 presenta una lista de los datos que se deben recopilar para una aplicación de WEAP. La lista incluye una clasificación de prioridad de datos según su importancia para el modelo (1=Muy importante, 2=Relevante). La idea es que el enfoque inicial debe darse en conseguir los datos marcados con 1. Una vez un modelo inicial ha sido desarrollado se pueden refinar el modelo con la consecución de los datos adicionales (marcados con 2). El formato preferido se da como referencia pero no es un requerimiento, sea cual fuera el formato de los datos, generalmente es necesario hacer un procesamiento para poder entrarlos en el modelo.

## IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. Conclusiones

- La cuenca del río Pampas, presenta un área de drenaje total, hasta su desembocadura con el río Apurímac de 23 236,37 km<sup>2</sup>, una altitud media de 4066 msnm., y una longitud máxima de recorrido desde sus nacientes hasta su desembocadura de 424,07 km, una pendiente promedio de 0,82%.
- Se han determinado para las subcuencas o tributarios principales como son Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y Bajo Pampas y sus parámetros físicos como son el área, altitud media, longitud de cauce principal, pendiente media del cauce como las más representativas.
- En la cuenca del río Pampas, se han identificado quince (15) zonas de vida, en donde el páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical (pmh - SAS) representa el 42.9% del área total de la cuenca.
- En la cuenca del río Pampas, se han identificado once(11) tipos de cobertura vegetal y que corresponden a Bosque seco de valles interandinos (Bs vi), Bosque húmedo de montaña (Bh-m), Queñoal (Q), Matorral (Ma), Pajonal de puna (Pj pu), Pajonal / Césped de puna (Pj/Cp), Herbazal de tundra (Ht), Bofedales (Bo), Tierras altoandinas sin vegetación (Al sv), Tierras altoandinas con escasa y sin vegetación (Al E/Sv) y Cultivos Agropecuarios + Vegetación Secundaria (Cuap/Vs).
- En la cuenca del río Pampas, se han identificado dieciséis (16) de formaciones de capacidad de uso de mayor de suelo y el 31.4% corresponden a Pastoreo de Páramo, Calidad Agrológica Baja-Protección, Limitación por suelo y erosión (P2sc – Xse).
- En la cuenca del río Pampas, se han identificado ocho (08) tipos de unidades forestales y que corresponden a Actividad Agropecuaria (AA), Bosque Húmedo de Montaña (BH- M), Matorral Húmedo Templado (MaH-Te), Matorral Semiárido Semicálido (MaSeA-SeCa), Matorral Subhúmedo Templado (MaSuH-Te), Nival (N), Pajonal Altoandino (Pa/Aa) y Tundra (Tu).
- Se determinaron los parámetros de forma de la cuenca del río Pampas como son el coeficiente de compacidad de 2,15 y de forma 0,13; similarmente se determinaron para las subcuencas o tributarios principales como son Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y Bajo Pampas.
- Se ha evaluado la climatología en la cuenca del río Pampas y las subcuencas Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba, Bajo Pampas y Medio y Bajo Pampas en función a las variables meteorológicas temperatura, humedad relativa y velocidad de viento, a nivel de la cuenca y subcuencas materia del estudio; se elaboro el mapa de isotermas anuales correspondiente, se determino la evapotranspiración potencial y se caracterizo el clima mediante la metodología de Thornthwaite siendo la clasificación de tipo seco principalmente.
- Se evaluó el comportamiento de la precipitación a nivel de cuenca y subcuencas Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba, Bajo Pampas y Medio y Bajo Pampas en función a las estaciones que se ubicaron dentro del ámbito de estudio y apoyado con estaciones virtuales del TRMM de la NASA, como producto de esta evaluación se estableció un periodo común 1964-2009 y mediante interpolación se elaboro el mapa de isoyetas anuales.
- En cuanto a las disponibilidades hídricas, las estaciones hidrométricas existentes dentro del área de la cuenca se tiene la Estación Pampas (periodo 1965-1978) sobre la margen derecha del río Pampas y la Estación

Huasapampa (periodo 1965-1988) que mide las descargas del río Sondo, información que fue evaluada estadísticamente y extendida por el método transformación lluvia-escorrentía utilizando la plataforma del Sistema para Evaluación y Planeación del Agua (WEAP), para el periodo de registro 1965-2009. El promedio multianual para el río Pampas se encuentra en el orden de los 152,2 m<sup>3</sup>/s variando entre 426,70 m<sup>3</sup>/s en el mes febrero y de 39,46 m<sup>3</sup>/s en el mes de agosto, mientras que para el río Huasapampa el promedio multianual se encuentra en 15,9 m<sup>3</sup>/s, variando entre 48,45 m<sup>3</sup>/s en el mes marzo y de 2,79 m<sup>3</sup>/s en el mes de agosto.

- Se estimó la disponibilidad hídrica para los ríos Pampas y Sondo a persistencias correspondientes al 50%, 75% y 95% para el periodo 1965-2009.
- Se determinó la demanda de agua para las 07 subcuencas del río Pampas el cual asciende a 218,78 Hm<sup>3</sup>, y que correspondiente a 30 982,19 ha bajo riego según área analizada de cada una de ellas. El resumen general se muestra en el siguiente cuadro.

DEMANDA HIDRICA EN LA CUENCA PAMPAS ( Hm<sup>3</sup> )

Subcuenca	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total	Area (ha)
Alto Pampas	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.16	0.15	1.67	1.16	1.57	2.39	0.00	7.43	2,839.97
Bajo Pampas	0.00	0.00	0.00	8.63	0.22	0.44	0.61	7.09	6.53	6.88	13.79	13.15	57.35	7,489.00
Caracha	0.00	0.00	0.00	0.95	0.07	0.15	0.16	1.39	1.55	2.66	4.62	2.26	13.80	1,855.65
Chicha	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.08	15.50
Medio Pampas	0.00	0.00	0.00	5.24	0.14	0.49	0.43	4.97	4.40	5.16	12.83	7.47	41.14	6,854.24
Sondo	0.00	0.00	0.00	3.62	0.16	0.41	0.29	4.43	4.48	8.33	15.35	9.44	46.51	5,786.00
Torobamba	0.29	0.00	0.00	7.51	0.13	0.46	0.54	6.34	5.09	7.32	13.71	11.10	52.48	6,141.82
<b>TOTAL</b>	<b>0.29</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>26.30</b>	<b>0.71</b>	<b>2.10</b>	<b>2.19</b>	<b>25.90</b>	<b>23.22</b>	<b>31.93</b>	<b>62.72</b>	<b>43.43</b>	<b>218.78</b>	<b>30,982.19</b>

- Se estimó el caudal máximo del río Sondo (parte alta de la subcuenca Sondo) mediante métodos probabilísticos utilizando los registros máximos mensuales de la estación Huasapampa para el periodo 1965-1988, las funciones teóricas de probabilidad utilizadas fueron la Distribución Log-Normal, Distribución Extremo Tipo I – Gumbel y Distribución Pearson Tipo III. Esta última distribución fue seleccionada por presentar menor error estándar y mejor ajuste gráfico. En el siguiente cuadro se muestran los caudales máximos en m<sup>3</sup>/s.

DESCARGAS MAXIMAS - RIO SONDO (m<sup>3</sup>/s)

Tr(años)	probabilidad	caudal	Desviación	intervalo
200	0.995	460	91.9	280 - 640
100	0.990	426	77	275 - 577
50	0.980	390	62.8	267 - 514
20	0.950	340	45.6	250 - 429
10	0.900	297	34.8	229 - 365

Fuente: Elaboración propia con apoyo del software HYFRAN

- Para las subcuencas Chicha, Caracha, Alto Pampas, Torobamba, y Sondo, la estimación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno, ha sido cuantificada aplicando la distribución estadística Extremo Tipo I – Gumbel y Pearson Tipo III. El modelo precipitación-escorrentía para estimar los caudales máximos es del HEC-HMS, en este caso se utilizó el método del Soil Conservation Service (SCS) para calcular las pérdidas y la transformación lluvia-caudal por el método del

hidrograma unitario de Clark. Los caudales máximos generados se muestran en el siguiente cuadro.

Tr (años)	Caudales				
	Alto Pampas	Caracha	Sonondo	Chicha	Torobamba
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
20	384	236	375	313	289
50	431	317	473	394	372
100	463	377	561	459	440

- La generación de caudales en los puntos de control Estación Pampas y Huasapampa se realizó con el Sistema para Evaluación y Planeación del Agua (WEAP). La calibración en la Estación hidrométrica Pampas (1965-1978), dieron resultados estadísticos satisfactorios en donde la eficiencia de Nash-Sutcliffe obtenida ( $E2=0.84$ ) indica una buena correspondencia entre los caudales observados y simulados, también se observa que la eficiencia Logarítmica ( $E2log =0.87$ ) indica una buena estimación de los flujos base en época de estiaje, además los parámetros como el coeficiente de correlación de Pearson igual a 0.91 obtenido se encuentran dentro de los rangos normales para modelos hidrológicos de paso de tiempo mensual; mientras que para la estación Huasapampa, la eficiencia de Nash-Sutcliffe obtenida ( $E2=0.81$ ) para el período 1965-1988 indican una buena correspondencia entre los caudales observados y simulados, también se observa que la eficiencia Logarítmica ( $E2log =0.81$ ) indica una buena estimación de los flujos base en época de estiaje, además los parámetros como el coeficiente de correlación de Pearson igual a 0.87 obtenido se encuentran dentro de los rangos normales para modelos hidrológicos de paso de tiempo mensual.
- Calibrado el modelo y bajo esta metodología se generaron descargas en los siguientes afluentes: río Alto Pampas, río Caracha, río Sonondo, río Chicha, río Torobamba y los caudales estimados se muestran en m3/s en el siguiente cuadro.

Afluentes	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Río Alto Pampas	61.6	85.9	70.6	35.7	17.0	11.1	8.7	7.7	8.9	10.9	15.4	28.9
Río Caracha	60.1	96.4	89.1	40.1	17.5	11.3	8.8	8.0	8.5	9.0	10.9	20.8
Río Sonondo	51.6	80.9	78.3	35.5	15.1	8.6	6.6	4.7	5.6	5.2	5.5	16.1
Río Chicha	49.5	70.6	67.3	29.6	13.2	9.3	7.9	7.9	9.0	10.9	14.2	22.0
Río Torobamba	10.5	14.6	12.5	6.4	2.7	1.7	1.2	1.5	2.0	2.7	4.1	6.0
Puente Pampas	296.6	441.8	399.2	181.0	80.6	51.4	40.6	35.8	41.5	49.4	63.4	119.5
Huasapampa	31.4	48.9	48.1	22.0	9.3	5.1	3.9	2.7	3.3	3.0	3.4	9.9

- Se efectuó el balance hídrico bajo el escenario en situación actual para una superficie de 30982,19 ha para las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sonondo y Torobamba y cuya demanda asciende a 218,78 Hm<sup>3</sup> y como ofertas los caudales medios mensuales a nivel de estas subcuencas, este balance bajo este escenario indica, que el nivel de cobertura de la demanda es bueno, en promedio se cubre el 96-100% entre enero-diciembre, la subcuenca Torobamba presenta las más bajas coberturas debido a su alta demanda (aproximadamente 52,48 Hm<sup>3</sup>), en general no se presentan déficits.

## 9.2. Recomendaciones

- Remodelar las estaciones hidrométricas de Sondondo y Pampas, que están a cargo del SENAMHI, y que actualmente están inoperativas.
- Instalar Estaciones Hidrométricas, en los lugares mencionados en el cuadro adjunto, para obtener información de los caudales en cada Unidad Hidrográfica.

N°	ESTACION	SUBCUENCA	UBICACIÓN POLÍTICA				UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
			REGIÓN	PROV.	DISTRITO	LOCALIDAD	LONG. W	LAT. S	ALTITUD
1	Pampas	Pampas	Ayacucho	Víctor Fajardo	Sarhua	Sarhua	74°17'33,58"	13°38'1,12"	2610
2	Caracha	Caracha	Ayacucho	Víctor Fajardo	Huamanquiya	Uchu	74°18'50,30"	13°42'38,55"	2732
3	Chicha	Chicha	Ayacucho	Sucre	San Pedro de Lar	Moyta	73°32'5,66"	14°12'55,70"	3369
4	Torobamba	Torobamba	Ayacucho	La Mar	San Miguel	San Migue	73°58'41,97"	13°00'17,62"	2663

- Implementar las estaciones meteorológicas que se encuentran abandonadas en los distritos de Chipao, Soras, Huancasancos y Santa Inés.
- Despejar el área de la estación meteorológica ubicada en el Centro Poblado Río Blanco, Anexo de Ahuayro, distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, que está a cargo del SENAMHI, la cual está rodeada de árboles frutales, causando interferencias.
- El Gobierno Regional y/o las Municipalidades deben incluir en su programación anual el pago de los operadores de las estaciones de Chipao, Soras, Huancasancos y Santa Inés.
- Que la Junta de Usuarios y Comisiones de Regantes dentro de su plan de trabajo anual programen la realización del Inventario de Infraestructura de Riego, con énfasis en la parte media y alta de la cuenca.
- Que las Juntas de Usuarios y Comisiones de Regantes que se encuentran en el ámbito de la jurisdicción de las Administraciones Locales de Aguas Ayacucho, Apurímac y Andahuaylas establezcan dentro de su plan de actividades un seguimiento y monitoreo a los planes de cultivo y riego, que permita conocer las áreas bajo riego reales y en el corto plazo ajustar la demanda de agua.
- Se efectuó un programa de monitoreo de descargas en las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba que permitan en el corto y mediano plazo ajustar el modelo WEAP.
- Es necesario realizar la estimación de la oferta hídrica de la cuenca en los próximos 25 años considerando el efecto del cambio climático sobre la lluvia y temperatura con el fin de evaluar los escenarios en el futuro.
- Es necesario se efectúe en el corto plazo la determinación del caudal ecológico con énfasis en cada una de las subcuencas Alto Pampas, Bajo Pampas, Caracha, Chicha, Medio Pampas, Sondondo y Torobamba, situación que conllevará a ajustar el balance hídrico de la cuenca.