



Ministerio de Agricultura  
Instituto Nacional de Recursos Naturales  
Intendencia de Recursos Hídricos  
Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis

# Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales en la Cuenca del río Ramis





# ACTUALIZACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA DEL RÍO RAMIS

## PERSONAL DIRECTIVO.

Ing. Carlos Javier Pagador Moya  
Ing. José Aguilar Huertas

Intendente de Recursos Hídricos  
Director de Recursos Hídricos

Ing. Victor Leandro Silva  
Ing. Isac Humpiri Ramos

Jefe de Proyectos Hidrológicos  
Administrador Técnico del Distrito de  
Riego Ramis

## PERSONAL PARTICIPANTE

Ing. Elmer Francisco Tancayllo Ccalla  
Ing. José Arapa Carcasi

Estudio de Hidrología.  
Inventario de Fuentes de Aguas  
Superficiales.

Ing. Bach. Carlos Cambillo Castro  
Ing. Bach. Eberth Mendoza Huanca  
Ing. Bach. Federico Condori Quispe  
Téc. Martín Calcina García  
Téc. Peter Espinoza Rodríguez

Sistema de Información Geográfica (SIG).  
Técnico de Campo.  
Técnico de Campo.  
Técnico de Campo.

## Inventario de Fuentes de Agua Superficial



ATDR Ramis  
Ayaviri, Melgar, Puno  
Agosto 2008

# ACTUALIZACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA DEL RÍO RAMIS

## Inventario de Fuentes de Agua Superficial RESUMEN

El presente informe contiene el Inventario de Fuentes de Agua Superficial realizada en el marco del proyecto: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis, ejecutado por la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis, bajo la supervisión de la Intendencia de Recursos Hídricos del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). El proyecto comprendió los componentes: Estudio Hidrológico e Inventario de Fuentes de Agua Superficial de la cuenca del río Ramis, los mismos que fueron realizados de manera simultánea. El Inventario de Fuentes de Agua Superficial permite conocer la distribución espacial, cantidad, disponibilidad temporal y usos de las fuentes de agua registradas.

La memoria ha sido estructurada en seis partes, en los que se presenta los aspectos más relevantes, de la caracterización hídrica, así como las metodologías empleadas en su análisis y tratamiento exhaustivo de las fuentes de agua superficial, con el objeto de obtener información de las características hídricas, geográficas, geopolíticas, usos y otros, para su utilización con fines de planificación y gestión de los recursos hídricos de la cuenca. Dicha memoria va acompañada, además de los correspondientes cuadros y figuras explicativas, también se adjuntan anexos que contienen información adicional que amplían o justifican lo expresado en la memoria.

En la primera parte (Capítulo 2) En ella se describe la cuenca en estudio y se discretiza la cuenca del río Ramis en 8 subcuencas (Crucero, San José, Azángaro, Nuñoa, Santa Rosa Llallimayo, Ayaviri y Ramis) que posteriormente son caracterizadas en función de una serie de parámetros físicos relativos a su fisiografía y red de drenaje. Se ha validado la discretización realizada, con el criterio de definir unidades hidrológicas de rasgos diferenciados y que permitan cumplir con los objetivos prefijados para el proyecto.

La definición de sus límites (coincidentes con las divisorias hidrográficas) ha estado condicionada por el sistema hidráulico existente de la cuenca del río Ramis y la ubicación de las estaciones de aforo.

En la segunda parte de la memoria (Capítulo 3) se refiere a la recopilación exhaustiva de la información inventario de fuentes de agua superficial, generalidades, descripción general de las fuentes inventariadas, tipos de fuentes evaluadas, entre ellas se cita la evaluación de Manantiales, Bofedales, Ríos, Quebradas, Lagunas y Represas. Esto se ha realizado por subcuencas, además se incluye la descripción en resumen por tipo y derecho de uso de las fuentes hídricas superficiales inventariadas.

Se inventarió 2,962 fuentes de agua superficial, conformadas por 792 manantiales, 139 lagunas, 125 Ríos y 1708 quebradas, 06 represas, además se tiene 446 fuentes hídricas con derechos de uso, sean estos Permisos o Licencias con fines Poblacionales, Agrícolas, Mineros e Industrial.

En los anexos, se ha formulado los Diagramas de Flujo que han permitido establecer el sistema hidráulico actual para la gestión del recurso hídrico. Aquí también, al sistema hidráulico de la cuenca del río Ramis, se le ha dividido en 8 subsistemas hidráulicos coincidente con cada subcuencas, y se ha definido las características básicas como: longitud, área y pendiente de los subsistemas; se tomaron puntos de interés donde se realizaron los aforos de caudales. Además se ha recopilado la información en fichas de campo, con la información precedente, obtenida en campo; se presenta 08 volúmenes de fichas de campo y fotografías sin embargo, del análisis de cada sub cuenca se observa la carencia de estaciones de aforo y accesos a las fuentes de aforo alejadas dentro de la cuenca, es por ello que se han utilizados vehículos menores (motos) y otros medios, siendo el tiempo y el acceso una limitante en el cumplimiento de los objetivos.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	3
Tabla de contenido .....	4
CAPITULO 1.....	6
1 ASPECTOS GENERALES.....	6
1.1 INTRODUCCIÓN.....	8
1.2 ANTECEDENTES .....	8
1.3 OBJETIVOS .....	9
1.4 JUSTIFICACION.....	10
1.5 CONCEPTOS GENERALES .....	12
1.6 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA EMPLEADA.....	18
1.6.1 <i>Metodos de Recoleccion de Datos</i> .....	18
1.6.2 <i>Actividades Preliminares</i> .....	18
1.6.3 <i>Recopilación de Información Básica</i> .....	18
1.6.3.1 <i>Recopilación de Expedientes Técnicos y Antecedentes</i> .....	18
1.6.3.2 <i>Información cartográfica</i> .....	19
1.6.3.3 <i>Automatizacion y Depuracion de Informacion a Través del Sistema Información Geografica SIG</i> .....	19
1.6.3.4 <i>Reconocimiento del Area de Estudios</i> .....	19
1.6.4 <i>Trabajos de Campo</i> .....	19
1.6.5 <i>Metodos de Aforo</i> .....	20
1.6.6 <i>Trabajos de Gabinete</i> .....	22
1.6.7 <i>Fuentes de Informacion</i> .....	24
1.6.8 <i>Estudios y Trabajos de Inventario Anteriormente Realizados</i> .....	24
1.6.9 <i>Cartografia</i> .....	24
CAPITULO 2.....	26
2 DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA.....	26
2.1 UBICACIÓN DE LA CUENCA.....	28
2.1.1 UBICACION GEGRAFICA .....	28
2.1.2 DEMARCACION POLITICA .....	30
2.1.3 DEMARCACION ADMINISTRATIVA.....	32
2.2 <b>DELIMITACION Y CODIFICACION HIDROGRAFICA DE LA CUENCA METODO PFASTETTER</b> .....	33
2.3 AREA DE ESTUDIO.....	39
2.4 RECOPIACION DE INFORMACION .....	39
2.4.1 <i>Informacion Demografica, Climatica y Ecologica</i> .....	39
2.4.2 <i>Geologia Sismicidad</i> .....	45
2.5 DESCRIPCION DE LAS UNIDADES HIDROGRAFICAS DE TRABAJO .....	49
2.5.1 <i>Subcuenca del Rio Crucero</i> .....	52
2.5.2 <i>Subcuenca del Rio San Jose</i> .....	57
2.5.3 <i>Subcuenca de Rio Azangaro</i> .....	60
2.5.4 <i>Subcuenca del Rio Nuñoa</i> .....	64
2.5.5 <i>Subcuenca del Rio Santa Rosa</i> .....	68
2.5.5 <i>Subcuenca del Rio Llallimayo</i> .....	71
2.5.6 <i>Subcuenca del Rio Ayaviris</i> .....	74
2.5.5 <i>Subcuenca del Rio Ramis</i> .....	77
2.6 CONTAMINACION DE AGUAS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RIO RAMIS.....	80

CAPITULO 3.....	80
3 INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA .....	81
3.1 GENERALIDADES .....	81
3.1.1 <i>Descripcion General de las Fuentes Inventariadas</i> .....	81
3.1.2 <i>Tipo de Fuentes Infentariadas</i> .....	82
3.1.3 <i>Estado de las Fuentes Inventariadas</i> .....	97
3.1.4 <i>Uso de las Fuentes de Agua</i> .....	98
3.1.5 <i>Descripcion y Resumen por Unidad Hidrografica</i> .....	98
3.1.5.1 <i>Subcuenca del Rio Crucero</i> .....	53
3.1.5.2 <i>Subcuenca del Rio San Jose</i> .....	58
3.1.5.3 <i>Subcuenca de Rio Azangaro</i> .....	61
3.1.5.4 <i>Subcuenca del Rio Nuñoa</i> .....	65
3.1.5.5 <i>Subcuenca del Rio Santa Rosa</i> .....	69
3.1.5.5 <i>Subcuenca del Rio Llallimayo</i> .....	72
2.1.5.6 <i>Subcuenca del Rio Ayaviris</i> .....	75
3.1.5.7 <i>Subcuenca del Rio Ramis</i> .....	78
CAPITULO 4.....	125
4 DERECHOS ADQUIRIDOS PARA EL USO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES .....	125
CAPITULO 5.....	126
5 VALIDACION DE LOS TRABAJOS REALIZADOS .....	126
CAPITULO 6.....	127
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	127
6.1 CONCLUSIONES.....	127
6.2 RECOMENDACIONES.....	132
ANEXOS.....	
A-1 MAPAS .....	
A-2 CUADROS .....	
A-2-1 <i>Manantiales</i> .....	
A-2-2 <i>Bofedales</i> .....	
A-2-3 <i>Quebradas</i> .....	
A-2-4 <i>Rios</i> .....	
A-2-5 <i>Lagunas</i> .....	
A-2-6 <i>Resumen Fuentes de Aguas Superficiales con Derechos de Uso</i> .....	
A-3 VOLUMEN III SUBCUENCAS CRUCERO.....	
A-4 VOLUMEN IV SUBCUENCAS SAN JOSE.....	
A-5 VOLUMEN V SUBCUENCAS AZANGARO .....	
A-6 VOLUMEN VI SUBCUENCAS NUÑOA.....	
A-7 VOLUMEN VII SUBCUENCAS SANTA ROSA .....	
A-8 VOLUMEN VIII SUBCUENCAS LLALLIMAYO .....	
A-9 VOLUMEN IX SUBCUENCAS AYAVIRI .....	
A-10 VOLUMEN X SUBCUENCAS RAMIS .....	





# Capítulo 1

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El inventario de fuentes de agua superficial en la cuenca del río Ramis, constituye una acción básica y de significativa importancia en el conocimiento, no sólo de sus características físicas, sino principalmente de su distribución espacial y estado de uso actual, constituyéndose así en una imprescindible fuente de información para la planificación de su óptimo uso y adecuada descripción del funcionamiento hidrológico de la cuenca.

Bajo esta afirmación, la Intendencia de Recursos hídricos (IRH) del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), en coordinación con la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis, ejecutó el Proyecto: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis.

El desarrollo del proyecto, Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del río Ramis, se realiza en cumplimiento al Decreto Supremo N° 034-2007-EM; sobre una extensión de 14,706 Km<sup>2</sup>, iniciándose los trabajos en el mes de marzo y finalizándose en el mes de agosto del 2008, ejecutándose y cumpliéndose con las metas del proyecto. Las actividades de inventario de fuentes de agua superficial, se iniciaron en la subcuenca Crucero, continuando con San José, Azángaro, Nuñoa, Santa Rosa, Llallimayo, Ayaviri y Ramis, abarcando así el total del área en estudio.

El alcance del proyecto es la realización, bajo una metodología participativa del inventario y



## Inventario de Fuentes de Agua Superficial

evaluación de las fuentes de agua superficial de la cuenca del río Ramis, tales como lagunas, ríos, quebradas y manantiales. Elaborándose una base de datos alfanumérica y cartográfica digital de diferentes características físicas y de ubicación espacial de dichas fuentes, conjuntamente con la información del estado actual del tipo y derecho de uso, disponible para optimizar la planificación de su uso.

Durante el desarrollo del inventario se registraron 2,962 fuentes de agua superficial, de las cuales 792 son manantiales, 139 lagunas, 125 Ríos y 1708 quebradas, 06 represas. Además se tiene 446 fuentes hídricas con derechos de uso, sean estos Permisos y/o Licencias con fines Poblacionales, Agrícolas, Mineros e Industrial.

De las 2,962 fuentes inventariadas, 1,708 son quebradas (57.66%), 792 manantiales (26.74 %), 139 lagunas (4.69%), 192 bofedales (6.48%) y 6 represas (0,2%), 1,415 son utilizadas y 1,547 sin uso.

El caudal promedio de manantiales es 3.45 l/s, el espejo de agua en lagunas oscila entre 0.003 y 5.89 Km<sup>2</sup>, el volumen de agua almacenado en las mismas es de 88.36 MMC.

## Introducción



## 1.2 ANTECEDENTES

*El Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) ha ejecutado el proyecto, “Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis”, por razones de dar cumplimiento al Decreto Supremo No 034-2007-EM aprobado el 03 de Julio del 2007.*

*Mediante convenio de fecha 23 de julio del 2003, el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y el PELT, firman el convenio de cooperación institucional, en función a ello es que deciden realizar el estudio Hidrológico. Es así que mediante la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis (ATDR Ramis) se realizó los estudios iniciales de inventario de fuentes de agua superficial.*

*El INRENA, mediante la Intendencia de Recursos Hídricos tiene, entre otras, las funciones de proponer, supervisar y controlar las políticas, planes, programas, proyectos y normas sobre el uso y aprovechamiento sostenible del agua, asimismo, tiene transitoriamente la competencia de supervisar, promover, evaluar el uso y aprovechamiento del agua de riego, su otorgamiento en el ámbito nacional y la participación de los usuarios de agua de riego y sus organizaciones.*

*En el estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Ramis realizado el año 2003, en la que el potencial de fuentes de agua superficial inventariada en la cuenca del río Ramis, en 14,706 Km<sup>2</sup>, se estimaba en un total de 693 unidades, de las cuales 53 son lagunas, 60 manantiales, 380 ríos, 200 quebradas, según el estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Ramis.*

*Bajo esta afirmación, la Intendencia de Recursos hídricos (IRH) del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), en coordinación con la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis, se inicia los estudios para lo cual se contrata a un equipo profesional con el objetivo de cumplir con dichas metas del proyecto: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis, con la que se validó y actualizó la información inventariándose un total de 2,962 fuentes de aguas superficiales los mismos que se describen en el capítulo 3.*

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivos Generales

### 1.3.2 Objetivos Específicos

#### 1.3.1 Objetivos Generales

- Û *Realizar el Inventario de las fuentes de agua superficial, como: Almacenamientos (lagunas y embalses), manantiales, quebradas ríos etc., enmarcado en el ámbito del Distrito de Riego Ramis en una extensión de 14,706 Km<sup>2</sup>, de la cuenca del río Ramis.*

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Û *Identificar, localizar, cuantificar y aforar los caudales en los ríos, quebradas, lagunas, represamientos bofedales y manantiales, en un área de 14706 km<sup>2</sup>, en las unidades hidrográficas Crucero, San José, Nuñoa, Santa Rosa, Llallimayo, Ayaviri y Ramis, dentro del ámbito de la cuenca del río Ramis.*
- Û *Cuantificar la información del potencial o rendimiento hídrico de cada una de las fuentes inventariadas y evaluadas*
- Û *Conocer el estado situacional de uso de las fuentes de agua superficial inventariadas, en cuanto a tipo y derechos de uso.*
- Û *Implementar con una base de datos alfa-numérica y cartográfica con información básica de las diferentes fuentes de agua superficiales ríos, quebradas, lagunas, represamientos, y bofedales del área de estudio.*
- Û *Sistematizar la información de inventario de fuentes de agua en el entorno de un (sistema de información geográfica).*
- Û *Elaborar un documento técnico y dotar a la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis la información actualizada sobre las fuentes hídricas superficiales existentes en su jurisdicción, base para la optimización de la gestión y planificación de su uso en el marco normativo vigente.*

## 1.4 Justificación

*En el año 2003, se ha realizado el inventario de FAS en la cuenca del río Ramis. El actual estudio es un complemento y actualización de la información existente, lo que permitirá optimizar la gestión de la autoridad local de aguas.*

*En ese entender el Inventario de Fuentes de Agua Superficial, permitirá contar con una base de datos con información básica de las diferentes fuentes de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas, manantiales, etc.), dentro de los ámbitos de las subcuencas Crucero, Nuñoa, Azángaro, Santa Rosa, LLallimayo, Ayaviri y Ramis, permitiéndonos conocer su uso y volumen de sus aguas.*

*En la actualidad la demanda del recurso hídrico en la cuenca alta, media y baja del río Ramis es cada vez mayor, debido al incremento de la potencialidad de los diversos usos, existiendo en muchos casos un déficit de disponibilidad hídrica, generándose conflictos entre los diversos usuarios, no sólo por la escasez de agua sino también por la falta de equidad en su distribución.*

# Conceptos Generales



Foto Nro 1; Se observa el desarrollo de la actividad de inventario de fuentes de agua superficial

*Para una mayor comprensión en el proceso y desarrollo del presente Proyecto, es necesaria la explicación de algunos términos o conceptos básicos utilizados en el desarrollo del proyecto Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del río Ramis.*



Foto Nro 2; En la foto se observa el desarrollo de la ganadería en el altiplano de la cuenca Ramis



Foto Nro.3; En la foto se observa el desarrollo de la agricultura en la subcuenca Llallimayo



Foto Nro. 4; En la fotografía se observa el deshielo de los nevados en las partes altas de la cuenca Ramis.

## 1.5 Conceptos Generales.- Definición de términos empleados en el estudio.

- ü **Aforo de caudal;** Conjunto de operaciones para determinar el caudal de un curso de agua para un nivel (tirante) observado, a un cierto nivel o porcentaje de exactitud.
- ü **Aguas de recuperación o drenaje;** Agua de flujo sub-superficial, procedente de los excedentes de otros usos, que afloran en forma de manantiales o a través de drenes naturales y/o artificiales.
- ü **Aguas residuales;** Las aguas de composición variada proveniente de las descargas de usos poblacionales, industriales, agrícolas, pecuarios, y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.
- ü **Aguas subterráneas;** Agua encontrada debajo de la superficie terrestre, normalmente en mantos acuíferos, los cuales abastecen a pozos y manantiales.
- ü **Aguas superficiales;** Toda el agua expuesta naturalmente a la atmósfera (ríos, lagos, lagunas, depósitos, estanques, charcos, arroyos, presas, etc.) y todos los manantiales, pozos u otros recolectores directamente influenciados por aguas superficiales.
- ü **Almacenamiento máximo (Hm<sup>3</sup>);** Volumen total no desbordable que puede almacenar una laguna, depende de las condiciones topográficas y disponibilidad de la depresión del vaso.
- ü **Almacenamiento útil (Hm<sup>3</sup>);** Volumen aprovechable almacenado en una laguna, generalmente resulta de la diferencia del volumen total y el volumen de material sedimentado en el vaso o laguna.
- ü **Altitud (m.s.n.m);** Ubicación o distancia altitudinal en metros de un determinado lugar geográfico tomando como referencia el nivel medio del mar. Para su determinación se utiliza el altímetro barométrico, GPS o un mapa topográfico local.
- ü **Altura de cauce máxima (m);** Es la altura del tirante de agua en el cauce en época de avenidas.
- ü **Altura de cauce mínima (m);** Es la altura del tirante de agua en el cauce en época de estiaje.
- ü **Altura de presa (m);** Altura de la estructura o barrera hidráulica, tomada desde el punto de intersección con el terreno hasta el borde de la corona de presa.
- ü **Ancho de cauce máximo (m);** Es el ancho del cauce en épocas de avenidas.
- ü **Ancho de cauce mínimo (m);** Es el ancho del cauce en época de estiaje y con flujo de agua.
- ü **Ambiente;** Conjunto o sistemas de elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica o sociocultural, en constante interacción y en permanente modificación por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.
- ü **Área de estudio;** Ámbito de las subcuencas de los ríos Crucero, San José, Nuñoa, Santa Rosa, Llallimayo, Ayaviri y Ramis.
- ü **Área de superficie libre de agua (m<sup>2</sup>);** Llamada también espejo de agua, corresponde a la superficie de agua horizontal cuyos puntos de intersección con el terreno tienen una misma cota bajo condiciones atmosféricas normales.
- ü **ATDR R;** Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis.
- ü **Bosques;** Agrupaciones vegetales en las que predominan los árboles y otras plantas y asociaciones vegetales que viven en el mismo lugar.

- Ü **Bofedal**; Zona húmeda con presencia de pastizales, generalmente se encuentra en zonas alto andinas.
- Ü **Carretera afirmada**; Superficie vial de transporte vehicular, con superficie de rodadura con tratamiento estructural de sub base y/o base. Denominada como vía de segundo orden.
- Ü **Carretera asfaltada**; Superficie vial de transporte vehicular, con superficie de rodadura con tratamiento estructural hasta la capa asfáltica. Denominada como vía de primer orden.
- Ü **Carretera sin afirmar**; Superficie vial de transporte vehicular, con superficie de rodadura sin tratamiento estructural. Denominada también trocha carrozable o vía de tercer orden.
- Ü **Caudal continuo (l/s)**; Corriente de agua o manantial que fluye durante todo un año hidrológico, en época de estiaje es alimentado por el flujo del acuífero de su cuenca receptora.
- Ü **Caudal de salida (l/s) (De una laguna o embalse)**; Caudal de salida de un vaso de almacenamiento; para el caso de lagunas, generalmente es el inicio de un río, y en otros casos es la fuente de abastecimiento de un sistema de conducción o aprovechamiento de la fuente.
- Ü **Caudal esporádico (l/s)**; Corriente de agua o manantial que fluye solamente durante el periodo hidrológico de precipitaciones, o mientras tenga una fuente base de alimentación.
- Ü **Coordenadas UTM Norte – Y (m) y Coordenadas UTM Este – X (m)**; Posicionamiento geográfico, en el sistema UTM-WGS84, Zona 19 para el caso de la cuenca Ramis, de un determinado punto del terreno coincidente con la ubicación de una fuente hídrica. La información puede ser brindada por un GPS o mapa topográfico local.
- Ü **Cuenca hidrográfica**; Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar (Ley general de aguas D. L. 17752).
- Ü **Cuenca interna**; Es un área de drenaje que no contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua, tales como un océano o lago.
- Ü **Distrito de Riego**; Es el ámbito geográfico delimitado por una o más cuencas hidrográficas. También se define como cada una de las demarcaciones establecidas para la distribución y administración de las aguas (Ley general de aguas D. L. 17752).
- Ü **GPS; Global Position System** (Sistema de Posicionamiento Global).
- Ü **GWS84**; Acrónimo de Word Geodetic System 1984 sistemas de coordenadas mundiales que data de 1984, que es la base para sistemas de posicionamiento globales como el GPS.
- Ü **IGN**; Instituto Geográfico Nacional.
- Ü **INRENA**; Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- Ü **subcuencas**; Es un área que recibe drenaje de otra unidad aguas arriba, exclusivamente, del flujo que es considerado como río principal, y permite el paso de este hacia la unidad de drenaje vecina aguas abajo. En otras palabras, una subcuencas, es una unidad de drenaje de tránsito del río principal.
- Ü **IRH**; Intendencia de Recursos Hídricos.
- Ü **Laguna**; Depósito natural de agua de menores dimensiones que un lago.
- Ü **Longitud de corona (m)**; Se define como la longitud del muro de contención de la presa y perpendicular al flujo del agua de la presa.
- Ü **Manantial de filtración**; Manantial que se presenta en forma difusa, siendo necesario realizar obras de drenaje superficial para hacer factible una captación de agua acumulada.

- Ü **Manantial de fisura;** Manantial que emana de una formación rocosa estructuralmente fisurada.
- Ü **Manantial de fondo de valle;** Manantial ubicado en la zona más baja de un valle, inicio del talud de una vertiente.
- Ü **Manantial de ladera;** Manantial ubicado en una vertiente de un determinado valle.
- Ü **Manantial de piso;** Manantial ubicado en una zona o terreno de morfología tipo planicie.
- Ü **Manantial;** Lugar donde el agua aflora naturalmente de una roca o del suelo a la tierra o a una masa de agua superficial natural o artificial. Denominado también manante, y en nuestro medio andino como puquio.
- Ü **Metodología Pfafstetter;** Denominación hecha al Sistema de Delimitación y Codificación Pfafstetter de cuencas hidrográficas, desarrollado por el Ingeniero Brasileño Otto Pfafstetter en 1989. Es una metodología para asignar jerárquicamente identificadores “ids” a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie del terreno; dicho de otro modo asigna “Ids” a una cuenca para relacionarla con sus cuencas vecinas, locales o internas, de tal forma que no exista área del territorio sin codificar y hace que la cuenca o subcuencas sea única dentro de un continente. La metodología tiene las siguientes características: El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos. -A cada subcuencas se le asigna un específico código Pfafstetter, basado en su ubicación dentro del sistema total de drenaje que ocupa, de tal forma que éste sea único dentro de un continente. -Este método hace un uso mínimo de la cantidad de dígitos en los códigos, cuyas cantidades, solamente dependen del nivel que se está codificando.
- Ü **Nombre de fuente;** Es la denominación que tiene la fuente de agua, la misma que se obtiene de la Carta Nacional, por indicación del guía de campo o por versión de los habitantes del lugar. ejemplo: río “Crucero”, quebrada “Condor sayani”, manantial “Chucunquiana”, laguna “Rinconada”, presa “Cotarsaya”; para el caso de aguas de recuperación o de drenaje se debe indicar D - 1, D - 2 así sucesivamente.
- Ü **Presa de concreto;** Presa construida a partir de un diseño de ingeniería preestablecido, empleando como materiales el concreto armado.
- Ü **Presa de mampostería de piedra;** Presa construida a partir de un diseño de ingeniería preestablecido, empleando como material de construcción tierra con diferentes contenidos de arcilla y grava.
- Ü **Presa de tierra;** Presa construida a partir de un diseño de ingeniería preestablecido, empleando como material de construcción tierra con diferentes contenidos de arcilla y grava.
- Ü **Presa rústica;** Presa construida de forma artesanal, sin un diseño de ingeniería preestablecido, empleando materiales de la zona, como tierra y piedras.
- Ü **Profundidad media (m) (de una laguna o embalse);** Diferencia de nivel promedio entre la superficie libre y el fondo del vaso de una laguna o embalse. Para su determinación se emplea sondas mecánicas y ecosondas.
- Ü **Quebrada;** Abertura estrecha y continua entre dos vertientes que sirve de medio de escurrimiento hídrico, generalmente es causada por la erosión del flujo de agua que se presenta en forma esporádica o continua.
- Ü **Río;** Corriente de agua continua que sirve de canal natural de drenaje de una cuenca, que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar. Se denomina también corriente de agua, curso de agua, riachuelo o canal.

- Ü **Tipo de aforo;** Metodología de aforo o medición de la disponibilidad hídrica de una fuente hídrica, puede ser el método área-velocidad con correntómetro o flotador, método de la carga hidráulica con vertedero, método volumétrico (con depósito graduado y cronómetro) u otras técnicas de medición del caudal.
- Ü **Tipo de uso;** Uso consuntivo (poblacional, pecuario, piscícola, agrícola, industrial, minero, u otro) o no consuntivo (energético, minero, u otro) que tiene una determinada fuente de agua.
- Ü **Tipo de derecho;** Documento administrativo por el cual el ente consumidor de agua tiene el derecho de uso de una determinada fuente hídrica en un caudal o volumen, establecido en función de sus necesidades y disponibilidad de dicha fuente hídrica. Según la vigente normatividad en materia de aguas, el derecho de uso de agua, tiene las modalidades de licencia, permiso y autorización, y es otorgada por la correspondiente autoridad de aguas.
- Ü **UTM;** (Universal Transverse Mercator). Sistema de coordenadas universal transversal de mercator.
- Ü **Hidrometría;** Proviene de las palabras griegas: hydro=agua y metría=medida. Entonces, hidrometría significa “medición del agua”, sea el agua que corre en un riachuelo o en un río, la que pasa por una tubería o un canal, la que se consume en una ciudad, industria o vivienda, etcétera. Hydro = agua, Metría = medición, Hidrometría = Agua + medición.
- Ü **Caudal (Q);** Es el volumen del líquido que pasa por un punto (sección del canal) del canal en un determinado tiempo. La sección del canal se obtiene realizando un corte ideal en forma vertical, donde se mide la altura del agua, el ancho de la base y el ancho del pelo de agua.  $Q = A \times V$ , Caudal = Área x Velocidad.

Ü **Agua en movimiento (aforo).**

Cuando el agua está en movimiento la medida se expresa en unidades de volumen por unidad de tiempo:

$m^3/s$	Metros cúbicos por segundo.
$m^3/h$	Metros cúbicos por hora.
$l/s$	Litros por segundo.
$l/h$	Litros por hora.

Ü **Agua estática.**

Cuando el agua está almacenada en un depósito se mide en unidades de volumen:

$m^3$	Metros cúbicos.
$l$	Litros.
$dm^3$	Decímetros cúbicos.
$cm^3$	Centímetros cúbicos.

- Ü **Red hidrométrica;** Es el conjunto de puntos de medición del agua estratégicamente ubicados en un sistema de riego, de tal forma que constituya una red que permita interrelacionar la información obtenida.
- Ü **Punto de control;** Son los puntos donde se registran los caudales que pasan por la sección. Los puntos de control son de gran variedad de tipos, como: estaciones hidrométricas en el río, la presa de almacenamiento, las compuertas de la estructura de captación o de toma, las obras de toma del canal principal, las caídas, vertedero, medidor Parshall.
- Ü **Registro;** Es la colección de todos los datos que nos permiten cuantificar el caudal que pasa por la sección de un determinado punto de control.

El registro de caudales y volúmenes de riego se ejecuta de acuerdo a las necesidades de información requeridas para la gestión del sistema. Los registros se efectúan en el momento de realizar el aforo o mediciones en miras o reglas, dependiendo del método de aforo.

Dependiendo de la ubicación del punto de control, los registros obtenidos son:

- Registro de los caudales en ríos de la cuenca hidrográfica.
- Registro de salidas de agua de los reservorios.
- Registro de caudales captados y que entran al sistema de riego.
- Registro de distribución de caudales de agua en canales del sistema de riego.
- Registro de caudales entregados para el riego en parcela.

- Ü **Reporte;** Es el resultado del procesamiento de un conjunto de datos obtenidos, en el cual normalmente una secuencia de caudales medidos se convierte en un volumen por período mayor ( $m^3/\text{día}$ ,  $m^3/\text{mes}$ ).
- Ü **Correntómetro;** Son instrumentos que miden la velocidad de la corriente, y el más popular de todos ellos es el molinete. El molinete es un instrumento que posee un mecanismo que cuenta el número de vueltas de su hélice, para luego asociarlo a la velocidad de la corriente donde se encuentra sumergida. Además de los molinetes existen otros medidores de velocidad como son las propelas y las turbinas; el uso de éstos últimos no son comunes en la irrigación, pero son muy usados en los laboratorios y sirven para calibrar otros instrumentos.
- Ü **Contaminación del agua;** La contaminación de ríos y arroyos por contaminantes químicos se ha convertido en uno de los problemas ambientales más graves de nuestra sociedad. Cada año mueren varios millones de personas en el mundo por beber agua contaminada.

# Descripción de la Metodología Empleada



Foto Nro. 5; Una de las herramientas básicas para el desplazamiento de los técnicos fueron las motos debido a inaccesibilidad de las fuentes hídricas superficiales



Foto Nro. 6; En la fotografía se observa los trabajos de consolidación de información utilizando equipos de computo, actividad realizada después de las actividades de campo.



Foto Nro. 7; En la foto se observa la actividad de Traslado de la unidad móvil (moto) de la margen derecha a la izquierda del río Ramis.

La metodología general de trabajo tiene carácter participativo, con la intervención de las entidades relacionadas con la gestión y uso de los recursos hídricos superficiales de la cuenca, como Administración Técnica, Dirección Regional Agraria, Organizaciones de Usuarios de uso agrícola del agua, Municipalidades, PRONAMACHCS, Comunidades Campesinas y otros.

## 1.6 Descripción de la Metodología Empleada

### 1.6.1 Métodos de Recolección de Datos

La recopilación de información necesaria para la ejecución de los trabajos se realiza de forma impresa y en formato digital de instituciones públicas y privadas.

### 1.6.2 Actividades Preliminares

Las actividades preliminares a la ejecución del proyecto se indican a continuación:

- ü Se ha realizado coordinaciones con los directivos de las juntas de usuarios y comisiones de regantes de Ramis, con la finalidad de hacer conocer la ejecución del proyecto.
- ü Coordinaciones con personal de la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis con sede en la ciudad de Ayaviri, con la finalidad de solicitarle información sobre trabajos similares realizados anteriormente, en el ámbito de la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Ramis.
- ü Se ha realizado coordinaciones con autoridades de los distritos de Ananea, Crucero, y Gobernaciones, con la finalidad de hacer conocer los trabajos referidos al proyecto.
- ü Se ha generado planos a escala 1: 50,000 para el trabajo de campo, los cuales contienen la siguiente información: delimitación por subcuenca, delimitación política (distrital, provincial), límite de cuenca; hidrografía: ríos, quebradas, lagunas con numeración correlativa (ríos, quebradas, lagunas y manantiales: 1, 2,...) además nombres de los ríos y quebradas; vías: caminos de herradura, carreteras sin afirmar y carreteras afirmadas, curvas topográficas y ubicación de centros poblados.

### 1.6.3 Recopilación de Información Básica

#### 1.6.3.1 Recopilación de Expedientes Técnicos y Antecedentes

- ü “Aplicación del Sistema de Información Geográfica en el Estudio Hidrológico de la Cuenca del río Ramis”, 2003, Tesis de Grado Facultad de Ingeniería Agrícola, UNA, Puno, Julio Vilca Velásquez.
- ü Estudio integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Ramis, Componente Inventario de Fuentes de Agua Superficial, realizado en el año 2003 por la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis, convenio INRENA Proyecto Especial Lago Titicaca – PELT.
- ü Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y Salar de Coipasa (Sistema TDPS). Volumen A, Enero 1995.
- ü Plan Director Global Binacional - de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Proyectos de Riego y Necesidades de agua en el Sistema TDPS. Julio 1993.
- ü Plan Director Global Binacional - de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Gestión del Agua en Afluentes al lago Titicaca. Sistema TDPS. Julio 1993.
- ü Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS). Estudio de Climatología. Julio 1993.

- Û Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Estudio de Suelos y Erosión. Julio 1993.
- Û Diagnóstico Socioeconómico Sistema TDPS. Julio 1993.

### **1.6.3.2 Información Cartográfica**

- Û Cartas Nacionales con curvas con equidistancia de 50 metros; pertenecientes a las hojas 29 U, 29 V, 29 X, 30 T, 30 U, 30 V, 30 X, 30 Y, 31 U, 31 V y 31 X, a escala 1:100 000; elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Û Información hidrometeorológica, correspondiente a caudales del río Ramis y otras estaciones de aforo, precipitaciones, temperatura y evaporación, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.

### **1.6.3.3 Automatización y depuración de información a través del Sistema de Información Geográfica**

La utilización de una herramienta en el inventario de fuentes de agua superficial en el ámbito del Distrito de Riego Ramis, hace posible que la actualización y digitalización de información se haga de forma rápida y eficaz.

Para dicho trabajo se tomó la información digital de Cartas Nacionales (Zona 19) procesadas para el entorno del ámbito de la cuenca, la división política (departamentos, provincias y distritos).

La digitalización de las fichas obtenidas de campo hace posible la actualización de la información y de igual manera ésta se verá reflejada en los mapas y cuadros finales.

Todos los mapas están en una proyección UTM (Universal Transverse Mercator) y el Datum utilizado es WGS84.

### **1.6.3.4 Reconocimiento del área de estudio**

El equipo técnico, ha realizado el reconocimiento de la cuenca del río Ramis, contando para ello con Cartas Nacionales digitalizadas a escala 1:50,000; GPS y una camioneta doble tracción, con la cual se realizó el recorrido; este reconocimiento ha servido como base para efectuar de manera real la programación de las acciones de campo y gabinete detallado en el plan de trabajo.

### **1.6.4 Trabajos de Campo**

El trabajo de campo ha comprendido la evaluación, inventario y recolección in-situ de información de todas las fuentes de agua superficial del área de estudio (ríos, lagunas manantiales, filtraciones, quebradas), para lo cual se empleó formatos preestablecidos de consignación de datos propuestos por la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA; estos datos comprenden básicamente la ubicación de la fuente, la cantidad de agua y el tipo de uso de ésta; abarcando las subcuencas; Crucero, San José, Azángaro, Nuñoa, Santa Rosa, Llallimayo, Ayaviri y Ramis. Para el trabajo de campo fue necesario utilizar GPS y mapas de campo por subcuencas para ubicar las fuentes de agua. Las estimaciones de los aportes de las fuentes inventariadas se realizaron mediante aforos, para lo cual se tuvo el siguiente instrumental: Correntómetro de hélice OTT-Z 215 (de la ATDR Ramis), cronómetros, baldes graduados, winchas, cámara fotográfica, otros; y para la movilización del personal se utilizó una camioneta doble tracción y 03 motocicletas, con la cual se facilita el acceso a las fuentes de agua.

La información semanal recabada en campo, es entregada al responsable de la información geográfica, para su procesamiento y georeferenciación dentro del Sistema de Información Geográfica.

### 1.6.5 Métodos de Aforo

Dentro de los métodos conocidos para la medición de caudales se encuentran:

- ü **Aforo Volumétrico:** Método usado para medir caudales pequeños hasta 20 litros por segundo. Consiste en medir el tiempo que dura el llenado de un recipiente graduado.

$$Q = V/T$$

$Q =$  Caudal.

$V =$  Volumen llenado.

$T =$  Tiempo de llenado.

#### **Equipos y materiales utilizados:**

- Baldes graduados de 5,10, 20 a 30 litros.
- Un cronómetro o reloj.
- Tubo de plástico o pequeña canaleta, de unos 2 a 3 metros.
- Plástico de 2x3 metros.

Consiste en desviar toda el agua del cauce y hacerla pasar a través del tubo o canaleta hasta el cilindro o balde, el plástico se utiliza para encausar las aguas, adhiriéndose a la superficie o sección irregular. Luego se mide el tiempo que demora en llenar dicho cilindro o balde con cuyos datos se obtiene el caudal que pasa por ese cauce.

#### ü **Aforo con Velocidad y Sección**

##### **Utilizando flotadores:**

##### **a ) Flotadores**

Para este método se debe utilizar:

- *Un flotador*
- *Un reloj*

$$V = E/T$$

Se hacen 3 pruebas con el flotador anotando los resultados.

Luego el tiempo promedio. Para luego calcular la velocidad superficial con la formula:

Velocidad superficial = Espacio/Tiempo en metros/segundos.

#### **Cuadro Nº 1.1**

*Valores del factor de corrección.*

VALORES DEL FACTOR DE CORRECCIÓN	
Canal de concreto, profundidad del agua mayor a 15 centímetros.	0.8
Canal de tierra. Profundidad del agua mayor a 15 centímetros.	0.7
Arroyo o riachuelo con una profundidad de agua mayor a 15 centímetros.	0.5
Arroyos o canales de tierra con profundidades menores de 15 centímetros	0.5 a 0.25

Si la profundidad del arroyo en la parte central es de 15 centímetros aproximadamente, entonces de la tabla de factores de correlación se puede asignar un factor de 0.5.

## Ü Secciones transversales.

El área de la sección se calcula de acuerdo a las características del cauce. Si la sección es irregular, se establecen varias secciones cuyas distancias horizontales son iguales. El área de la sección es la resultante de la sumatoria de las áreas parciales.

Las secciones transversales se obtienen midiendo solamente hasta el nivel del agua en cualquier tipo de canal, no se considera el espesor del muro ni su altura total, esto es importante que consideres para obtener una medida correcta.

El caudal se obtiene con la fórmula siguiente:

$$Q = V \times A$$

$$Q = \text{caudal (m}^3/\text{s.)}$$

$$V = \text{velocidad (m/s.)}$$

$$A = \text{Área (m}^2\text{)}$$

Para calcular el área promedio de la sección transversal se mide la profundidad en varios puntos a lo ancho del arroyo, y se saca un promedio de estas profundidades.

El siguiente paso es medir el ancho y la profundidad promedio con los que se puede obtener el área de la sección transversal.

$$\text{Área} = \text{Ancho} * \text{Profundidad}$$

Luego de hallar el área de la sección transversal entonces se puede usar la fórmula del caudal.

$$Q = \text{Velocidad media} * \text{área}$$

Luego se hace la conversión de metros cúbicos a litros.

Para obtener la respuesta en litros/segundo;  $1\text{m}^3 = 1000$  litros.

$$Q = \text{Litros/segundo.}$$

## Ü b) Equipos especializados (Correntómetros).

En este método la velocidad del agua se mide por medio de un instrumento llamado correntómetro que mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua.

Existen varios tipos de correntómetros, siendo los más empleados los de hélice de los cuales hay de varios tamaños; cuando más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del aparato.

Cada correntómetro debe tener un certificado de calibración en el que figura la fórmula para calcular la velocidad sabiendo el número de vueltas o revoluciones de la hélice por segundo. Estos correntómetros se calibran en laboratorios de hidráulica: una fórmula de calibración es la siguiente:

$$v = a n + b$$

Donde:

V es la velocidad del agua, en m/s.

n es el número de vueltas de la hélice por segundo.

a es el paso real de la hélice en metros.

b es la llamada velocidad de frotamiento en m/s.

Como el Correntómetro mide la velocidad en un punto, para obtener la velocidad media de un curso de agua se deben en ciertos casos, medir la velocidad en dos, tres o más puntos, a diversas profundidades a lo largo de una vertical y a partir de la superficie del agua.

Las profundidades en las cuales se mide las velocidades con el correntómetro en función de la altura del tirante de agua (d).

### Cuadro N° 1.2

Consideraciones para el aforo de caudales  
con correntómetro

Tirante de agua ( d )	Profundidad de lectura del Correntómetro
Cm.	Cm.
< 15	d / 2
15 < d < 45	0.6 d
> 45	0.2 d y 0.8 d o 0.2 d, 0.6 d y 0.8 d

Conocidas las profundidades se calcula el área de la sección transversal, la que se utilizara para el cálculo del caudal

$$Q = v \times A$$

Donde:

V: Velocidad determinada con el correntómetro

A: Área de la sección transversal

#### Ü Medición de Volumen de Agua en Estanques (Reservorios)

Los estanques (reservorios) son estructuras de almacenamiento de agua, sirve para depositar el agua proveniente de los manantiales durante las noches, y distribuirlos durante el día para los cultivos o consumo poblacional.

Es importante conocer la capacidad de estas estructuras, porque facilitará determinar la oferta hídrica diaria y establecer un balance con demanda diaria. De tal forma se logra una distribución equitativa a los usuarios.

Existen estanques de diferentes formas, para el cálculo del volumen de agua se toma las formulas comunes, como se muestra a continuación

$$V=a*b*c$$

Donde:

V volumen

a, b, c, lados del reservorio

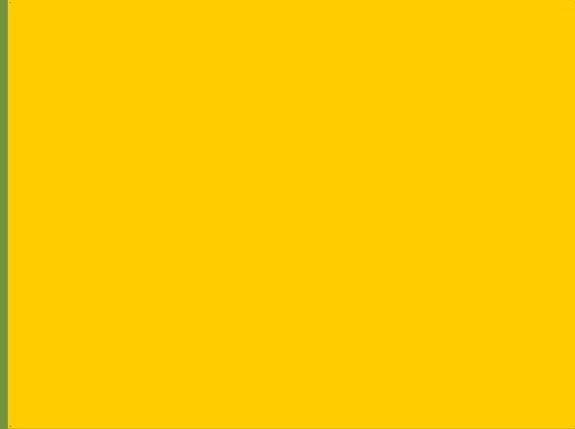
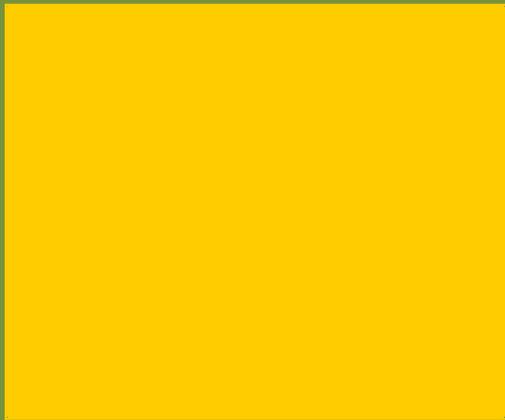
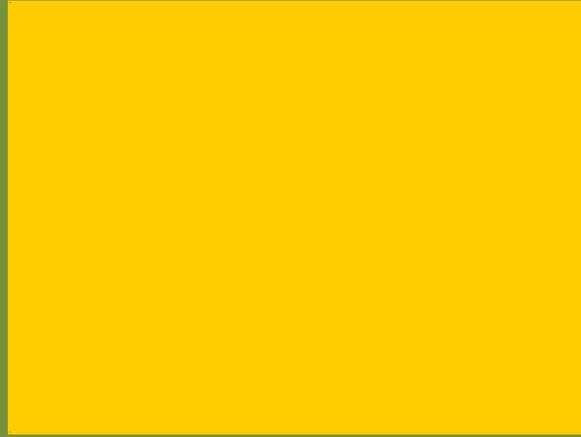
## 1.6.6 Trabajos de Gabinete

### 1.6.6.1 Ordenamiento y sistematización de la información de campo

- Con la información semanal recabada en campo, el responsable del sistema de información geográfica procede a la sistematización e introducción de la información dentro del Sistema de Información Geográfica.
- Esta sistematización de información se realiza paralelamente a los trabajos de campo; transcribiendo la información de campo a las hojas de cálculo Excel, los mismos que son exportados luego al programa del sistema de información geográfica, generando puntos y/o líneas de representación cartográfica de manantiales, ríos, quebradas,

represas y otros, una vez definidas las tablas, se interceptan con otras coberturas, como límites distritales, división de subcuencas y micro cuencas, entre otras, generando nuevas tablas que proporcionan una información más completa de presentación del proyecto.

# Información Básica Requerida



### **1.6.7 Fuentes de Información**

Las fuentes de información que sirven como referencias para la ejecución del proyecto han sido obtenidas de:

- ü Información obtenida correspondiente al Plan Director Global Binacional, del Proyecto Especial lago Titicaca, (PELT).
- ü Información correspondiente a padrones de usuarios con área bajo riego e infraestructura de riego, información de balance de agua y asignación, proporcionada por la ATDR Ramis.
- ü Información hidrometereológica, correspondiente a caudales del río Ramis, precipitaciones, temperatura y evaporación, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.
- ü Padrones de usuarios con área bajo riego de las subcuencas: Crucero, San José, Azángaro, Nuñoa, Santa rosa, Llallimayo, Ayaviri y Rami, información proporcionada por la Junta de Usuarios Ramis.

### **1.6.8 Estudios y trabajos de inventario anteriormente realizados**

- ü “Aplicación del Sistema de Información Geográfica, en el Estudio Hidrológico de la Cuenca del río Ramis” 2003, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Agrícola, UNA, Puno, Julio Vilca Velásquez.
- ü Estudio integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Ramis, Componente Inventario de Fuentes de Agua Superficial, realizado en el año 2003, por la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis, convenio INRENA – PELT.
- ü Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS). Proyectos de Riego y Necesidades de agua en el Sistema TDPS. Julio 1993.
- ü Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Gestión del Agua en Afluentes al lago Titicaca. Sistema TDPS, Julio 1993.
- ü Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS). Estudio de Climatología, Julio 1993.
- ü Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopo y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS). Estudio de Suelos y Erosión, Julio 1993.
- ü Diagnóstico Socioeconómico Sistema TDPS, Julio 1993.

### **1.6.9 Cartografía**

Cartas Nacionales escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional - IGN, pertenecientes a las hojas 29 U, 29 V, 29 X, 30 T, 30 U, 30 V, 30 X, 30 Y, 31 U, 31 V y 31 X.

# Capítulo 2

## Descripción General de la Cuenca.

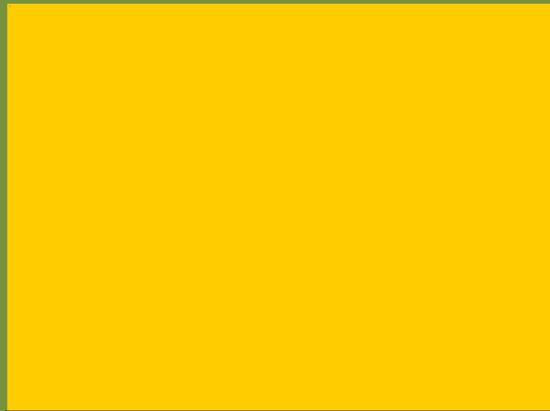


Foto Nro. 8; actividad de toma en ficha de inventario de fuentes hídricas superficiales

La cuenca del río Ramis, tiene cuatro sub cuencas aportantes de flujo superficial de agua, debido a que se encuentran en la cabecera de los principales ríos aportantes de caudal al río Ramis, las subcuencas son: Crucero, Nuñoa, Santa Rosa y Llallimayo.



Foto Nro. 9; Laguna huayrapata ubicada en la subcuenca Azángaro, utilizada con fines pecuarias

## 2. Descripción General de la Cuenca

La Cuenca del lago Titicaca, está conformada por las cuencas de los ríos afluentes peruanos y bolivianos. En el territorio peruano tenemos las cuencas de los ríos: Ilave, Illpa, Coata, Ramis, Huancané y parte de la cuenca del río Suches, y en el territorio boliviano tenemos los ríos: Catari, Keka, Tiahuanaco y parte de la cuenca del río Suches. Además existen otros ríos y quebradas pequeñas las cuales dan directamente al Lago Titicaca. Ver Cuadro N°. 2.1. Esta cuenca también tiene un único punto de desagüe que es el río Desaguadero.

De todos estos tributarios destaca por su volumen de aportación en el siguiente orden: río Ramis, Coata, Ilave, Huancané y Suches, los mismos que aportan casi el 85% del total de la escorrentía superficial de la cuenca.<sup>(1)</sup> Así mismo, más del 62% del área de la cuenca se ubica en territorio peruano, aproximadamente.

**Cuadro N°. 2.1**

*Cuencas Internas de la Cuenca del Lago Titicaca - Territorio Peruano.*

Cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Ramis	14,706	26.14
Coata	4,552	8.09
Ilave	7,705	13.69
Huancané	3,545	6.30
Suches*	2,825	5.02
Illpa	1,291	2.29
Otros*	21,646	38.47
Titicaca	56,270	100

\* Cuenca ubicada en los territorios Perú y Bolivia.

La cuenca del río Ramis se encuentra en la vertiente hidrográfica del lago Titicaca, ubicada en la parte Norte de la vertiente, siguiendo una dirección de noroeste a sureste.

La cuenca posee un área total de 14,706 Km<sup>2</sup>, la cual se divide por una curva imaginaria que define la precipitación acumulada media anual de 709.70 mm, agua abajo de esta curva se encuentra la cuenca seca y agua arriba de esta se encuentra la cuenca húmeda.

Se observa que el régimen de la variación anual de precipitación promedio multianual, es el mismo en todas las estaciones, con un valor máximo de 182.2 mm., en el mes de enero en la estación Llalli y un valor mínimo 1.6 mm., en la estación Progreso. En esta distribución anual, también se observa valores altos (118.1, 182.2, 152.7, 140.1) mm., entre los meses de diciembre a marzo y valores bajos (53.8, 10.0...,49.0, 66.1) mm., entre los meses de abril a noviembre. En la cuenca del río Ramis se tiene registrado 36,880 ha, de superficie con cultivos 1,091.78 ha, de superficie de pastizales 1,675.13 Km<sup>2</sup>, de zona de cultivos agropecuarios y 10,350.87 Km<sup>2</sup>, de pajonales, ver mapa de cobertura vegetal en anexo.

**Cuadro N°. 2.2**

*Tipos de Tierras Según su Uso en la Cuenca del río Ramis (ha)*

PROVINCIAS	NUMERO DE PRODUCTORES	AREAS AGRICOLAS			SUPERFICIE CON PASTOS NATURALES	SUPERFICIE FORESTAL	SUPERFICIE CON OTRAS TIERRAS	SUPERFICIE TOTAL
		TOTAL	SUPERFICIE CON CULTIVOS	SUPERFICIE EN SECANO				
MELGAR	11,337.00	15,730.00	10,200.00	5,530.00	500,200.00	4,030.00	124,725.00	644,685.00
AZANGARO	21,072.00	42,200.00	21,700.00	20,500.00	339,449.00	950.00	66,534.00	449,133.00
CARABAYA	4,400.00	8,830.00	4,980.00	3,850.00	252,130.00	197,180.00	191,460.00	649,600.00

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA - OFICINA DE INFORMACION AGRARIA

(1) Gestión del Agua en Afluentes al lago Titicaca. Sistema TDPS, Julio 1993

## 2.1 Ubicación de la cuenca Ramis

### 2.1.1 Ubicación Geográfica

La cuenca del río Ramis, geográficamente se ubica entre las coordenadas 454461 (69°25'28,46") Este y a 272134 (71°06'36.24") Oeste y de los 8291534 (15°26'35,33") Sur a los 8445932 (14°03'25,10") Norte, entre los 3,802 msnm que es la desembocadura al lago y hasta los 5,694 msnm en el nevado Ananea.

Hidrográficamente pertenece a la cuenca del lago Titicaca y limita por el norte con la cuenca del río Inambari, por el sur con la cuenca del río Coata, por el este con las cuencas de Huancané y Suches y por el oeste con la cuenca del río Vilcanota.

A continuación y en forma gráfica se muestra el Mapa de Ubicación de la cuenca del río Ramis.

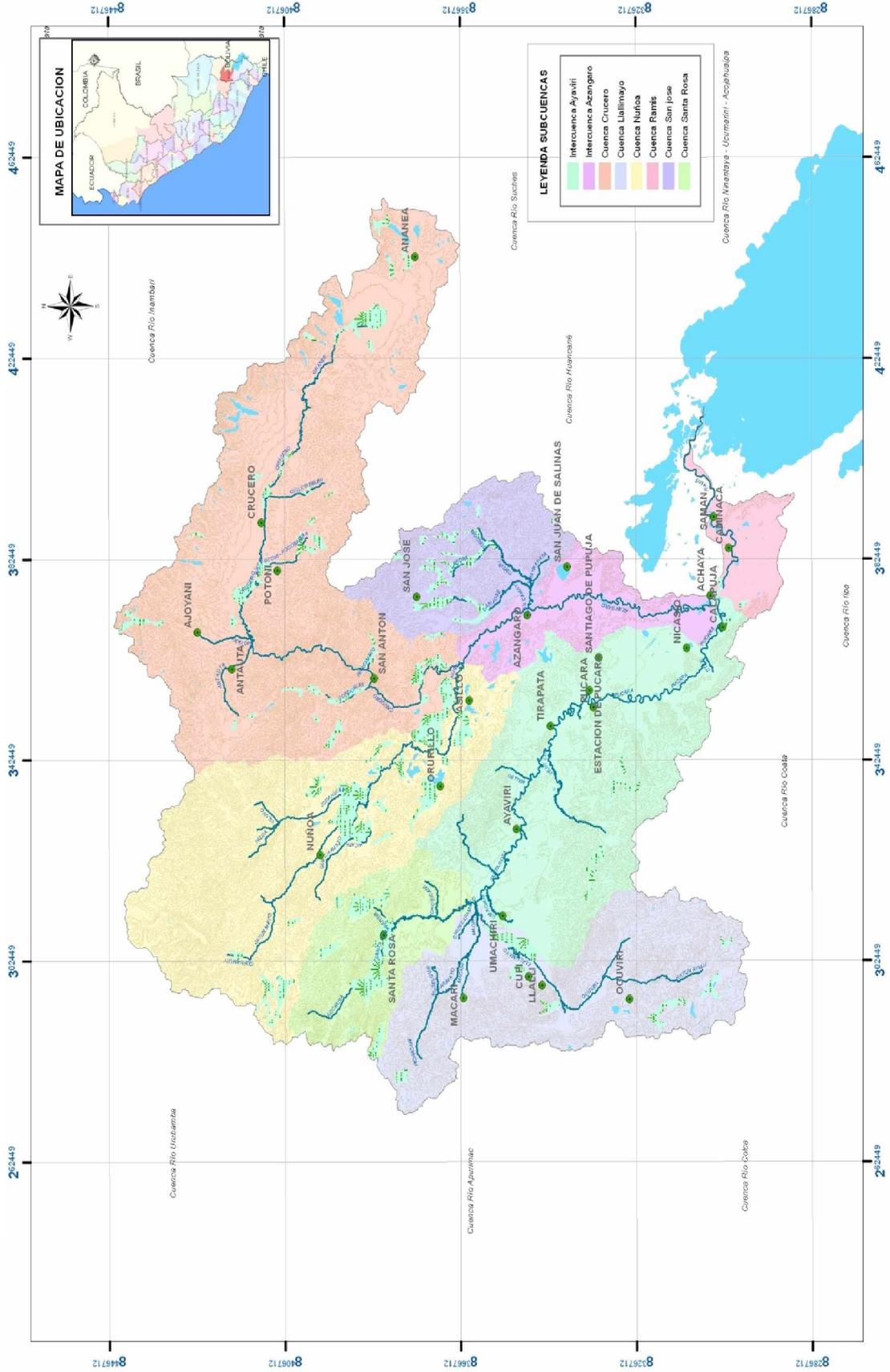
En el cuadro 2.3 se indica los vértices principales que corresponden a la ubicación geográfica de la cuenca del río Ramis.

**Cuadro N° 2.3**

*Coordenadas de ubicación de la cuenca del Río Ramis.*

Sistema	Datum	Componentes	Vértices			
			(1)	(2)	(3)	(4)
Coordenadas geográficas	Horizontal	Longitud Oeste	71°06'35.24"	71°06'35.24"	71°06'35.24"	71°06'35.24"
	WGS 1984	Latitud Sur	71°06'35.24"	71°06'35.24"	71°06'35.24"	71°06'35.24"
Coordenadas UTM	Horizontal	Metros Este	272134	454461	454461	272134
Zona 19	WGS 1984	Metros Norte	8445932	8445932	8291534	8291534
Altitud	Vertical	msnm	Cerro Nevado Rinconada: 5694			

**Figura N° 2.1.**  
Ubicación Geográfica de la Cuenca del Río Ramis



### **2.1.2 Demarcación Política**

Políticamente la cuenca del río Ramis se encuentra inmerso en la región Puno, dentro de la cuenca podemos encontrar a las provincias de Putina, Azángaro, Melgar, Lampa, Sandia, Carabaya y parte de la provincia de Canchis del departamento de Cusco y los distritos de Ananea, Potoni, Muñani, San José, San Antón, Asillo, Arapa, Caminaca, Azángaro, Samán, Ayaviri, Orurillo, Nuñoa, Santa Rosa, Macari, Cupi, Llalli, Umachiri, Pucara, Calapuja, Ocuvi, Vilavila, Cuyo Cuyo, Patambuco, Limbani, Crucero, Ajoyani, Coasa, Usicayo y Marangani.

La cuenca del río Ramis pertenece a los departamentos de Puno y en un menor área al Cusco; en el departamento de Puno ocupa las provincias de Putina, Azángaro, Melgar, Lampa, Sandia, Carabaya, Putina y Canchis Canas, Espinar, en el departamento de Cusco. La demarcación política de la cuenca se indica en el Cuadro 2.4 y en forma gráfica se muestra el Figura N° 2.2. Mayor detalle sobre la demarcación política de la cuenca se muestra en Anexo Mapa N° 2: Mapa de Demarcación Política.

#### ***Límites de la Cuenca.***

Los límites de la Cuenca del río Ramis son los siguientes:

- Por el Norte : Cuenca Vilcanota y Cuenca Inambari
- Por el Este : Cuenca Suches y Cuenca Huancané
- Por el Sur : Cuenca Coata y Cuenca Huancané.
- Por el Oeste : Cuenca Apurímac, Colca y Cuenca Coata

#### ***Límites de la Administración Técnica.***

Los límites de la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis son los siguientes:

- Por el Norte : Distritos de Riego Sicuani e Inambari
- Por el Este : Distrito de Riego Huancané
- Por el Sur : Distritos de Riego Juliaca
- Por el Oeste : Distrito de Riego Sicuani

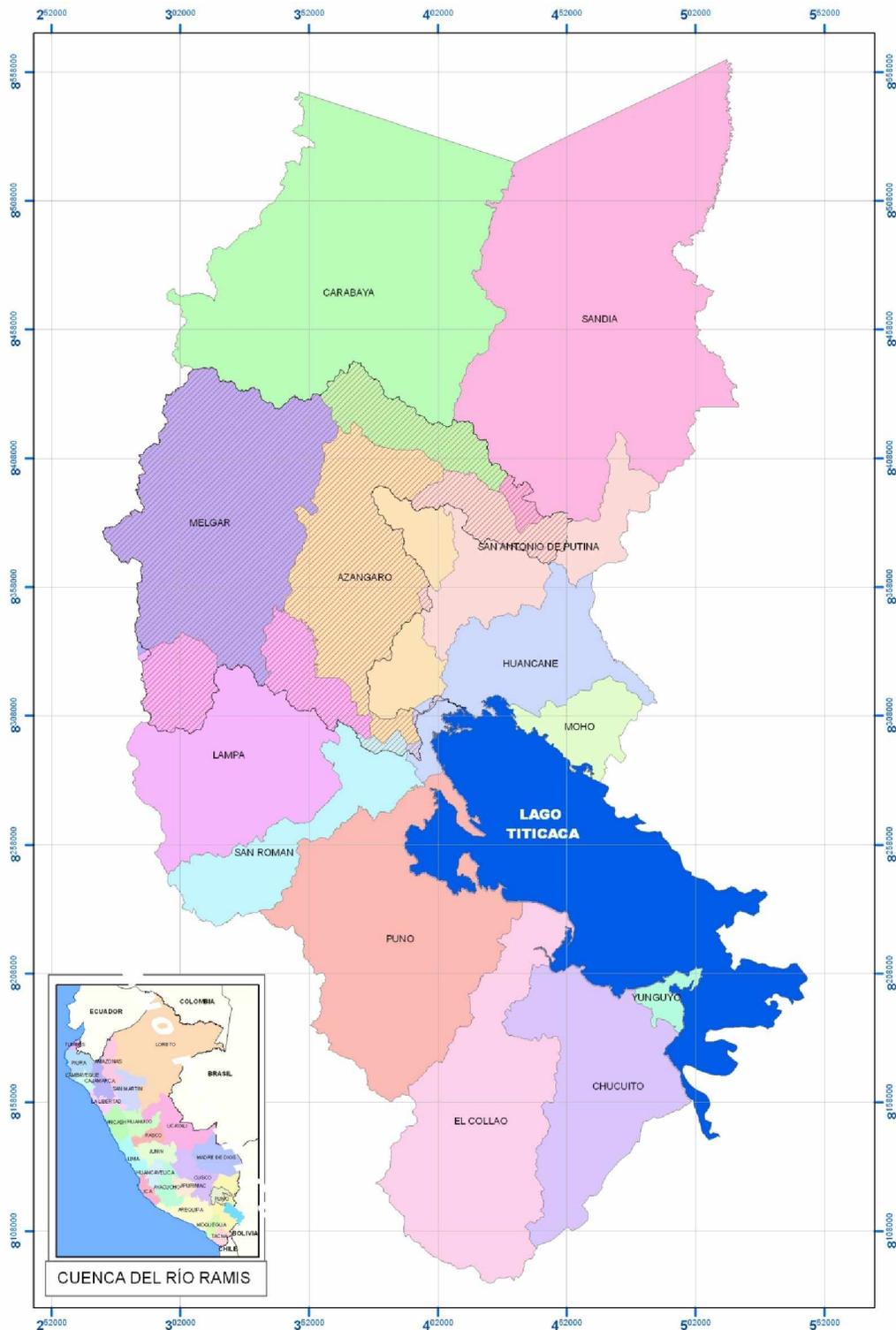
**Cuadro N° 2.4**

Demarcación Política de la Cuenca del río Ramis

Departamento	Provincia	Distrito	Área	%	
CUSCO	CANAS	LAYO	1.32	0.01	
		MARANGANI	0.59	0.00	
	CANCHIS	SAN PABLO	0.22	0.00	
		SICUANI	0.76	0.01	
	ESPINAR	ALTO PICHIGUA	0.06	0.00	
		CONDOROMA	2.44	0.02	
PALLPATA		1.52	0.01		
PUNO	AZANGARO	ACHAYA	85.72	0.58	
		ARAPA	99.11	0.67	
		ASILLO	402.86	2.74	
		AZANGARO	719.76	4.89	
		CAMINACA	87.57	0.60	
		JOSE DOMINGO CHOQUEHUANCA	66.81	0.45	
		MUÑANI	159.04	1.08	
		POTONI	621.07	4.22	
		SAMAN	73.12	0.50	
		SAN ANTON	514.67	3.50	
		SAN JOSE	397.61	2.70	
		SAN JUAN DE SALINAS	103.74	0.71	
		SANTIAGO DE PUPUJA	318.39	2.17	
		TIRAPATA	200.55	1.36	
	CARABAYA	AJOYANI	382.98	2.60	
		COASA	0.37	0.00	
		CORANI	0.50	0.00	
		CRUCERO	855.51	5.82	
		ITUATA	0.10	0.00	
		MACUSANI	1.70	0.01	
	HUANCANE	USICAYOS	14.42	0.10	
		COJATA	0.00	0.00	
		HUANCANE	2.35	0.02	
		PUSI	26.29	0.18	
	LAMPA	TARACO	23.74	0.16	
		CALAPUJA	143.32	0.97	
		LAMPA	125.39	0.85	
		NICASIO	134.99	0.92	
		OCUVIRI	855.97	5.82	
		PALCA	23.59	0.16	
		PARATIA	0.79	0.01	
		PUCARA	524.73	3.57	
		SANTA LUCIA	0.75	0.01	
		VILAVILA	1.99	0.01	
	MELGAR	ANTAUTA	652.86	4.44	
		AYAVIRI	1016.94	6.92	
		CUPI	216.86	1.47	
		LLALLI	218.83	1.49	
		MACARI	690.97	4.70	
		NUÑO	2197.39	14.94	
		ORURILLO	397.03	2.70	
		SANTA ROSA	803.14	5.46	
		UMACHIRI	330.60	2.25	
		ANANEA	460.24	3.13	
	SAN ANTONIO DE PUTINA	PEDRO VILCA APAZA	0.09	0.00	
		PUTINA	454.05	3.09	
		QUILCAPUNCU	7.84	0.05	
	SAN ROMAN	JULIACA	104.56	0.71	
	SANDIA	CUYOCUYO	176.76	1.20	
		LIMBANI	0.67	0.00	
		PATAMBUCO	0.64	0.00	
		QUIACA	0.03	0.00	
	Total			14705.89	100.00

**Figura Nº 2.2**

*Demarcación Política de la Cuenca del Río Ramis*



### 2.1.3 Demarcación Administrativa

La Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis, es la encargada de administrar los recursos hídricos en toda la cuenca, depende de la Dirección Agraria de Puno y funcionalmente de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA.

Las oficinas de la Administración Técnica del Distrito de Riego Ramis se ubican en la avenida Túpac Amaru S/N, distrito de Ayaviri, provincia de Melgar y departamento de Puno.

Para el manejo de los recursos hídricos, la cuenca se ha dividido en 8 sectores de riego (aún no reconocidos, en su totalidad); el organigrama institucional encargada de la gestión del agua en la cuenca del río Ramis se indica en el gráfico 2.1.

**Gráfico N° 2.1**

*Organigrama de la gestión del agua  
en la cuenca del río Ramis*



El 28 de Junio del 2008, se promulgo el Decreto Legislativo N° 1081.

Crea el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos a fin de:

- Articular la gestión de la oferta y la demanda de los recursos hídricos en cantidad, calidad y oportunidad.
- La Autoridad Nacional del Agua (ANA), creará la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) con funciones normativas, reguladoras, supervisoras, fiscalizadoras, sancionadoras y de solución de conflictos, orientadas a proteger, conservar, recuperar, desarrollar y preservar los recursos hídricos.

Las AAA desarrollarán mecanismos efectivos de coordinación interinstitucional y participación ciudadana que les permita cumplir con sus funciones.

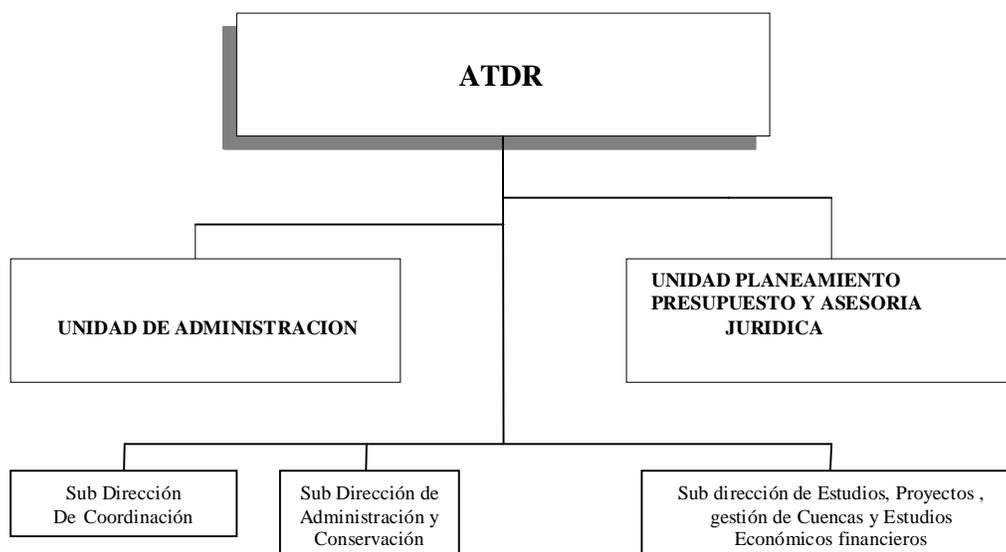
La Administración Técnica del Distrito de Riego: Administra las aguas de uso agrario y no agrario de su ámbito.

El ámbito territorial de los Distritos de Riego se aprueba, a propuesta de la Jefatura de la ANA, mediante Resolución Ministerial, en base a la agrupación de unidades hidrográficas indivisas.

**La ATDR;** Es la autoridad de aguas en el ámbito del Distrito de Riego respectivo, depende del Director de la AAA, en el grafico 2.2. Se observa el organigrama de la gestión del agua en la cuenca del río Ramis, la misma que estará en funcionamiento una vez implementada su organización y reglamento.

**Gráfico N° 2.2**

*Organigrama de la gestión del agua en la Cuenca del río Ramis según D.L. 1081*



La cuenca se ha dividido en 10 sectores de riego, los que corresponden al Distrito de Riego Ramis, tal como se indica en el cuadro 2.5 de sectorización de las organizaciones de regantes en 10 sectores de regantes.

**Cuadro N° 2.5**

*Sectores de Riego de la Cuenca del río Ramis*

Sector de Riego	Superficie (Km2.)	%
Asilo Progreso	768.82	5.23
Ayaviri	14,36.77	9.77
Azángaro	1,598.06	10.87
Crucero	2,420.63	16.46
Llalli	1,681.90	11.44
Nuñoa	2,215.55	15.07
Pucara	1,053.84	7.17
San Antón	1,694.71	11.52
Santa Rosa Macari	1,488.03	10.12
Taraco	347.58	2.36
Total	14,706.00	100.00

FUENTE: ATDRR

## 2.2 Delimitación hidrográfica de la cuenca

Respecto a la delimitación de la cuenca, al inicio del trabajo se considero utilizar el estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Ramis, realizado el año 2003, en la que se asume trabajar por cuenca y subcuencas, maneniendo y actualizando la información de fuentes de aguas superficiales inventariadas.

## 2.3 Área de estudio.

El inventario de fuentes de aguas superficiales en la cuenca del río Ramis se realizó sobre un área de 14,706 Km<sup>2</sup>, se dio inicio a las actividades de evaluación y conteo de fuentes de agua superficial, empezando por la zona de mayor interés y más lejana correspondiente a la subcuencas Crucero con un área de 4,396.29 Km<sup>2</sup>., en seguida se realiza el conteo de fuentes superficiales en las subcuencas San José y Azángaro correspondiente a un área de 1,626.24 Km<sup>2</sup>, se evalúa la parte alta media y baja de las subcuencas Crucero, San José y Azángaro, correspondiente al 41.00% del total de la cuenca del río Ramis (14,706 Km<sup>2</sup>), y posteriormente las subcuencas Nuñoa, Santa Rosa, Llallimayo, Ayaviri y Ramis tal como se muestra en el cuadro 2.6.

**Cuadro Nº 2.6**

*Características Básicas de las subcuencas del Área de Estudio*

Subcuencas	Perímetro Km	Área Km2	Coordenadas UTM				Cota Baja msnm	Cota Alta msnm	Longitud Río (Km)
			Xi	Yi	Xf	Yf			
Crucero	462	4396	339513	8366396	454337	8445589	3869	5750	219
San José	162	950	365497	8340303	399791	8393307	3850	5162	69
Azángaro	177	676	357851	8308975	386192	8367970	3839	4560	96
Nuñoa	325	2763	285818	8353229	361549	8443335	3869	5553	150
Santa Rosa	167	933	282632	8363259	324871	8406383	3894	5553	89
Llallimayo	284	1971	271888	8300863	314201	8385821	3894	5472	88
Ayaviri	298	2668	300814	8301125	375340	8377292	3839	5560	152
Ramis	141	348	370496	8290627	412783	8315898	3810	4400	60
Total		14706							

## 2.4 Recopilación de Información Básica

### 2.4.1 Información Demográfica, Climática y Ecológica.

#### 2.4.1.1 Demografía

La densidad de la población rural en la parte norte de la región del Proyecto, es relativamente alta, sobre todo a orillas del lago Titicaca (llegando hasta 190 hab/km<sup>2</sup>) así como también en las cercanías del curso de agua de las sub cuencas norte-sur, constituido por los ríos Crucero, Azángaro, San José, Nuñoa, Santa Rosa, Llallimaro, Ayaviri y Ramis.

De las zonas sobrepobladas y de las zonas alejadas y áridas existe un fuerte flujo migratorio hacia las ciudades, zonas tropicales, y valles templados.

En las zonas cercanas a las orillas del lago Titicaca la población vive principalmente de la agricultura, mientras que en las zonas más alejadas y a mayor altitud y grandes planicies como Ayaviri se dedican mayormente a la ganadería por ser zonas con predominancia de pastos naturales y no ser apropiadas para cultivos por los riesgos inherentes al clima (ocurrencia de sequías, heladas, y bajas temperaturas).

Las condiciones climáticas irregulares, unidas a la gran altitud en que se encuentra la región (entre 3,700 m.s.n.m. y 4,200 m.s.n.m.), determinan que los resultados productivos del sector sean de bajo rendimiento y muy inestables, lo que vuelve extremadamente difíciles las condiciones de vida de la población.

### 2.4.1.2 Climatología

La inclinación de la superficie de la tierra del área en estudio en relación al sol, permite hacer una primera definición absoluta y astronómica del clima, es decir, una clasificación climática en función de las coordenadas geográficas, (latitud y longitud). Una segunda clasificación se daría por la localización de las estaciones de observación, es decir en función de las condiciones geográficas afines: altitud, topografía y orientación, cercanías a ríos y lagos, etc.

Pero es evidente que la situación y configuración geográfica no determinan ellos solos el clima, por lo que es necesario además, tener en cuenta el comportamiento de la atmosfera y la circulación de las masas de aire por encima de la región para comprender mejor la variación temporal y espacial de los distintos parámetros climáticos.

Es en este sentido, el presente estudio climático, se ha iniciado con un análisis de la circulación atmosférica: la oscilación del anticiclón del pacífico (ACP), del anticiclón del Atlántico (ACA), de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), masas de aire frio de origen polar, etc., para luego continuar en los capítulos siguientes, con el estudio analítico y descriptivo de las distintas variables climáticas: precipitación, temperatura, radiación solar, viento; sobre la base de los datos registrados en las estaciones meteorológicas operantes en el área de estudio. Cada una de estas variables se plasmara en mapas de isolineas, con el fin de conocer su distribución espacial en la región.

Finalmente, el resultado de los anteriores elementos contribuirá al análisis y determinación de la evapotranspiración potencial y caracterización climática dentro la cuenca Ramis.

#### a. Precipitación

De acuerdo a la información obtenida, la variación de la precipitación media acumulada anual varía desde 575.2 mm; hasta los 854.9 mm.

Para el análisis pluviométrico se consideró las estaciones de Ananea, Antauta, Ayaviri, Azángaro, Chuquibambilla, Cojata, Crucero, Llalli, Nuñoa, Orurillo, Progreso, Pucará, Santa Rosa, y Taraco, su ubicación altitudinal, es desde 3,820 msnm, estación Taraco, hasta los 4,660 msnm. Así también se consideraron las estaciones de Condorama, La Raya, Quillisani, Arapa, Capachica, Huancané, Juliaca, La Raya, Lampa, Macusani, Muñani, Pampahuta, Putina, Quillisani, Sicuani y Yauri. Ubicadas en las cuencas vecinas de Huancané, Inambari, Juliaca, y Sicuani. En la tabla 2.1 se muestra las estaciones antes señaladas con sus respectivos valores medios anuales en el periodo de 1964 a 2007, así también con ayuda de estas estaciones se elaboró el mapa de Isoyetas para el año promedio histórico 1964 - 2007, el cual se puede apreciar de forma gráfica en el volumen de hidrología. Más adelante se muestra las figuras 2.5 y 2.6 figura de barras y líneas de Precipitación Total Anual – Promedio Multianual (1964-2007), Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas.

Tabla N° 2.1

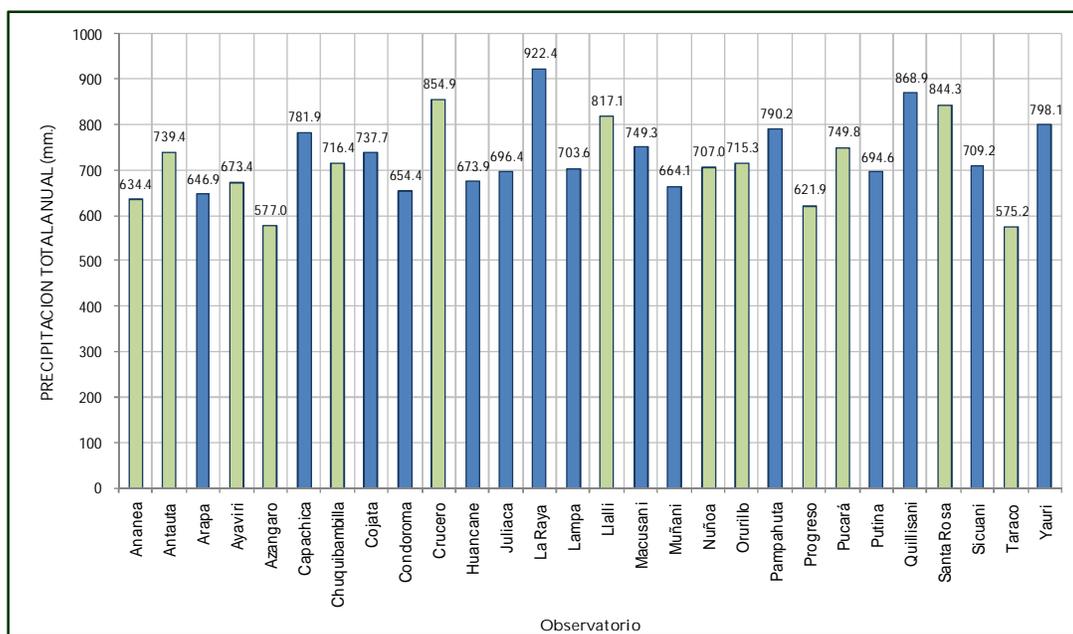
Precipitación Total Mensual – Promedio Multianual (1964 - 2007) – Completada y Consistente  
Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas

N°	Observatorio	Altitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1	Ananea	4660	124.2	105.2	92.2	45.3	15.6	7.6	6.0	14.9	25.2	46.4	59.0	92.6	634.4
2	Antauta	4150	131.1	116.7	123.7	54.6	19.0	10.0	8.4	23.3	31.5	48.9	74.3	97.7	739.4
3	Arapa	3830	128.3	101.6	106.3	46.2	12.9	8.6	5.4	13.9	26.3	47.9	62.1	87.5	646.9
4	Ayaviri	3928	149.0	119.3	105.6	44.0	7.9	3.8	2.0	10.9	16.3	49.1	64.6	100.8	673.4
5	Azángaro	3863	119.7	92.5	87.1	38.5	8.3	3.5	2.3	9.0	23.1	43.6	61.5	87.7	577.0
6	Capachica	3933	176.2	149.9	145.7	49.6	11.1	4.7	4.0	11.4	25.6	40.5	60.6	102.5	781.9
7	Chuquibambilla	3971	151.1	120.4	124.8	50.7	8.0	3.7	2.1	6.8	18.7	50.5	69.2	110.4	716.4
8	Cojata	4380	149.8	118.4	108.6	54.8	16.9	8.4	5.8	15.5	35.3	55.2	69.3	99.8	737.7
9	Condoroma	4160	162.5	136.8	117.4	41.7	8.0	3.2	2.9	9.2	19.0	23.7	41.9	88.1	654.4
10	Crucero	4130	168.2	150.4	122.7	57.1	15.0	7.4	5.1	14.0	37.2	58.3	86.9	132.5	854.9
11	Huancané	3890	139.7	107.2	106.3	42.4	11.5	5.2	4.0	10.4	29.2	47.9	65.8	104.3	673.9
12	Julíaca	3826	155.6	118.8	111.2	49.5	9.7	5.8	1.6	8.2	22.8	52.3	64.9	95.9	696.4
13	La Raya	4120	183.0	151.7	154.9	72.3	23.9	6.1	5.7	10.5	27.1	67.7	94.5	125.1	922.4
14	Lampa	3892	153.3	125.7	111.6	47.8	7.7	4.1	1.7	8.7	22.5	45.4	65.8	109.3	703.6
15	Llalli	3980	182.2	152.7	140.1	53.8	10.0	5.6	3.1	15.3	21.1	49.0	66.1	118.1	817.1
16	Macusani	4341	133.6	142.4	114.2	51.7	15.5	5.4	7.1	11.7	24.7	50.3	71.8	120.8	749.3
17	Muñani	3948	142.1	111.0	90.8	47.2	10.2	6.3	5.1	9.5	26.5	45.9	66.9	102.7	664.1
18	Nuñoa	4135	144.8	136.6	118.5	35.1	12.0	4.3	5.6	9.6	21.8	55.5	63.5	99.8	707.0
19	Orurillo	3920	152.1	119.2	120.7	55.4	8.5	5.0	3.3	7.2	25.2	43.9	69.4	105.4	715.3
20	Pampahuta	4400	177.2	159.2	134.8	51.9	11.0	3.2	3.2	8.6	15.5	37.8	69.0	119.0	790.2
21	Progreso	3970	129.6	99.1	103.3	43.8	7.8	1.6	3.0	6.2	21.6	48.0	66.6	91.3	621.9
22	Pucará	3910	156.8	129.0	122.5	50.3	8.5	4.5	3.0	9.5	23.2	58.7	67.5	116.4	749.8
23	Putina	3878	149.8	104.5	102.2	52.7	11.7	5.6	4.5	9.8	30.6	51.7	76.1	95.5	694.6
24	Quillisaní	4600	176.4	178.0	143.6	58.0	10.7	5.0	4.2	14.5	23.6	44.8	77.6	132.4	868.9
25	Santa Rosa	3966	174.0	141.7	141.9	53.8	9.9	3.7	3.4	10.6	29.5	60.2	82.8	132.9	844.3
26	Sicuani	3546	137.8	118.6	111.7	54.6	13.1	7.7	8.4	12.6	25.0	49.2	71.6	99.0	709.2
27	Taraco	3820	128.3	96.9	84.4	38.0	8.5	7.8	4.2	9.7	23.9	38.0	52.1	83.5	575.2
28	Yauri	3940	176.2	171.6	127.0	70.4	12.7	10.7	5.8	13.3	24.9	39.1	51.2	95.2	798.1

Fuente: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis; Componente Estudio Hidrológico

Figura N° 2.5

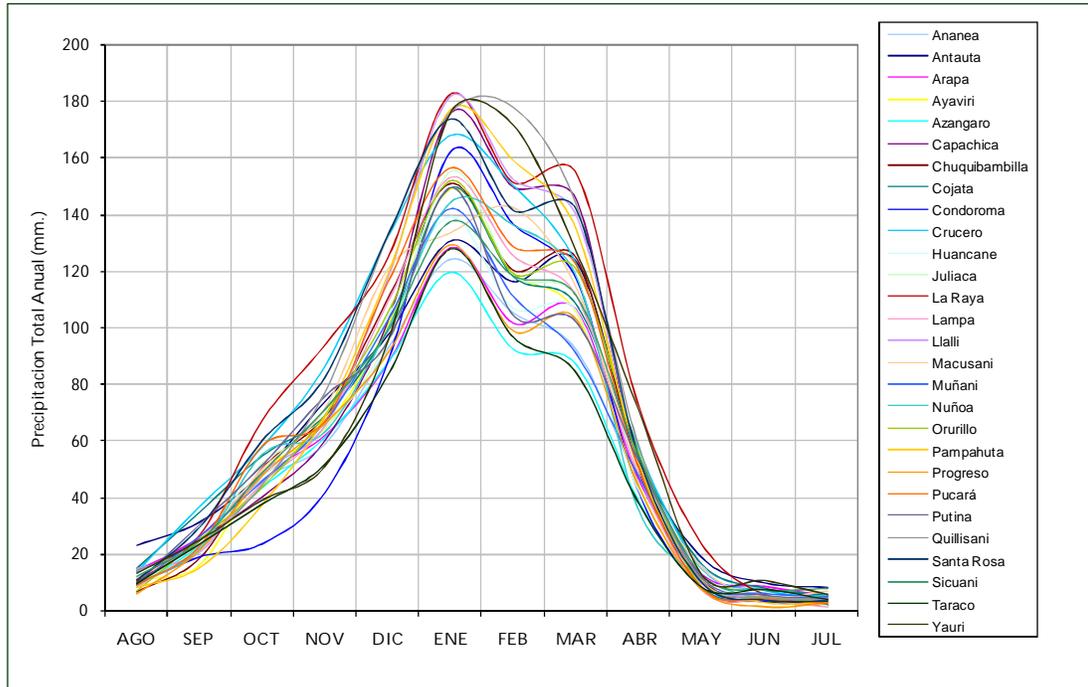
Precipitación Total Anual – Promedio Multianual (1964-2007)  
Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas



Fuente: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis; Componente Estudio Hidrológico

Figura N° 2.6

Precipitación Total Mensual – Promedio Multianual (1964 - 2007)  
Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas



Fuente: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis; Componente Estudio Hidrológico

## b. Temperatura

La temperatura y sus variaciones diurnas y estacionales son muy importantes para el desarrollo de las plantas constituyendo uno de los factores primordiales que influyen directamente en la velocidad del crecimiento, en la longitud del ciclo vegetativo y en la etapa de desarrollo de las plantas de período vegetativo anuales.

La red de estaciones de temperatura en la cuenca del río Ramis fueron: Ananea, Arapa, Ayaviri, Azángaro, Capachica, Chuquibambilla, Cojata, Crucero, Huancané, Juliaca, Lampa, Llalli, Macusani, Muñani, Pampahuta, Progreso, Pucara, Taraco, Antauta, Condoroma, La Raya, Nuñoa, Orurillo, Putina, Quillisani, Santa Rosa y Sicuani, En la tabla 2.2 se pueden observar estas estaciones con sus valores medios mensuales y anuales, así también se muestra la Figura N° 2.7, Distribución de la Temperatura Media Mensual (°C) – Promedio Multianual, Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas, con los datos de la tabla 2.2 se grafica el mapa con las isotermas medias anuales de toda la cuenca, mayor detalle ver el volumen de Hidrología y en anexo de mapas; Mapa de Isotermas.

En temperatura de acuerdo a la información obtenida, la variación de la temperatura media anual varía desde 3.7 (°C) hasta los 9.1 (°C), y 10.2 (°C) en la estación Sicuni de la Cuenca vecina del río Vilcanota.

Tabla N° 2.2

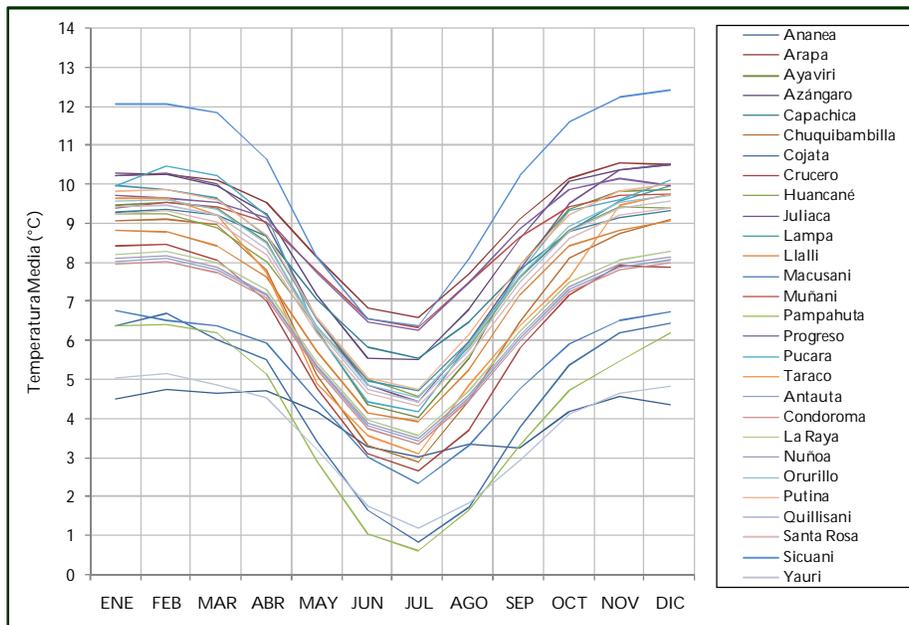
Temperatura Media Mensual (°C) – Promedio Multianual  
Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas

N°	Observatorio	Altitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1	Ananea	4660	4.5	4.8	4.6	4.7	4.2	3.3	3.0	3.4	3.3	4.2	4.6	4.4	4.1
2	Arapa	3830	10.2	10.3	10.1	9.5	8.1	6.8	6.6	7.7	9.1	10.2	10.5	10.5	9.1
3	Ayaviri	3928	9.5	9.5	9.4	8.5	6.3	4.3	4.0	5.6	7.9	9.4	9.8	9.9	7.8
4	Azángaro	3863	10.3	10.3	10.0	9.3	7.2	5.6	5.5	6.8	8.6	10.1	10.4	10.5	8.7
5	Capachica	3933	9.3	9.4	9.2	8.7	7.1	5.8	5.6	6.5	7.8	8.8	9.1	9.3	8.1
6	Chuquibambilla	3971	9.1	9.1	9.0	7.8	5.1	3.3	2.9	4.5	6.5	8.1	8.7	9.1	6.9
7	Cojata	4380	6.4	6.7	6.0	5.5	3.4	1.7	0.8	1.7	3.8	5.4	6.2	6.5	4.5
8	Crucero	4130	8.4	8.5	8.0	7.0	4.8	3.1	2.6	3.7	5.8	7.2	7.9	7.9	6.2
9	Huancané	3890	9.3	9.2	8.9	8.0	6.3	5.0	4.6	5.8	7.6	8.8	9.4	9.4	7.7
10	Juliaca	3826	10.2	10.3	10.0	9.0	6.5	4.9	4.4	6.0	7.8	9.5	10.4	10.5	8.3
11	Lampa	3892	10.0	9.9	9.7	8.7	6.5	5.0	4.7	6.0	7.6	8.8	9.6	10.0	8.0
12	Llalli	3980	8.8	8.8	8.4	7.6	5.7	4.1	3.9	5.2	7.1	8.4	8.8	9.1	7.2
13	Macusani	4341	6.8	6.5	6.4	5.9	4.4	3.0	2.3	3.3	4.8	5.9	6.5	6.7	5.2
14	Muñani	3948	9.4	9.5	9.4	9.0	7.8	6.5	6.3	7.5	8.7	9.4	9.7	9.8	8.6
15	Pampahuta	4400	6.4	6.4	6.2	5.2	2.9	1.0	0.6	1.7	3.3	4.7	5.5	6.2	4.2
16	Progreso	3970	9.7	9.6	9.5	9.1	7.7	6.5	6.3	7.5	8.9	9.9	10.1	10.0	8.7
17	Pucara	3910	10.0	10.5	10.2	9.2	6.2	4.4	4.2	5.9	7.7	9.3	9.6	10.1	8.1
18	Taraco	3820	9.7	9.7	9.2	7.7	4.9	3.6	3.1	4.8	6.4	7.6	9.5	9.8	7.1
19	Antauta	4150	8.0	8.1	7.8	7.1	5.3	3.8	3.4	4.5	6.0	7.3	7.9	8.1	6.4
20	Condorama	4160	8.0	8.0	7.8	7.1	5.3	3.8	3.4	4.5	6.0	7.2	7.8	8.0	6.4
21	La Raya	4120	8.2	8.3	8.0	7.3	5.4	4.0	3.6	4.7	6.2	7.5	8.1	8.3	6.6
22	Nuñoa	4135	8.1	8.2	7.9	7.2	5.4	3.9	3.5	4.6	6.1	7.4	8.0	8.2	6.5
23	Orurillo	3920	9.6	9.6	9.3	8.5	6.4	4.9	4.5	5.9	7.6	8.9	9.5	9.7	7.9
24	Putina	3878	9.8	9.9	9.6	8.7	6.6	5.1	4.8	6.1	7.9	9.2	9.8	10.0	8.1
25	Quillisani	4600	5.0	5.1	4.8	4.5	3.2	1.8	1.2	1.9	2.9	4.1	4.6	4.8	3.7
26	Santa Rosa	3966	9.3	9.3	9.0	8.2	6.2	4.7	4.3	5.6	7.3	8.6	9.2	9.4	7.6
27	Sicuani	3546	12.1	12.1	11.8	10.7	8.2	6.6	6.4	8.1	10.2	11.6	12.2	12.4	10.2
28	Yauri	3940	9.4	9.5	9.2	8.4	6.3	4.8	4.4	5.8	7.5	8.8	9.4	9.6	7.7

Fuente: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis; Componente Estudio Hidrológico

Figura N° 2.7

Distribución de la Temperatura Media Mensual (°C) – Promedio Multianual  
Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas



Fuente: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis; Componente Estudio Hidrológico

### c. Evaporación

Se observa que la intensidad de evaporación varía en sentido inverso al incremento de las temperaturas, es decir que es menor en los meses febrero a junio no obstante que posee las evaporaciones más altas en los meses de setiembre a diciembre y las lluvias más abundantes; y mayor durante el mes de enero a marzo.

Se asume así también que la intensidad de la evaporación varía en sentido inverso al incremento de la altitud; la evaporación presenta una mayor variabilidad a orillas del lago Titicaca respecto a la cordillera.

En la Tabla 2.3 y la Figura 2.8 se observa la distribución Evaporación Total Promedio Mensual (mm.) – Promedio Multianual, en la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas.

Tabla N° 2.3

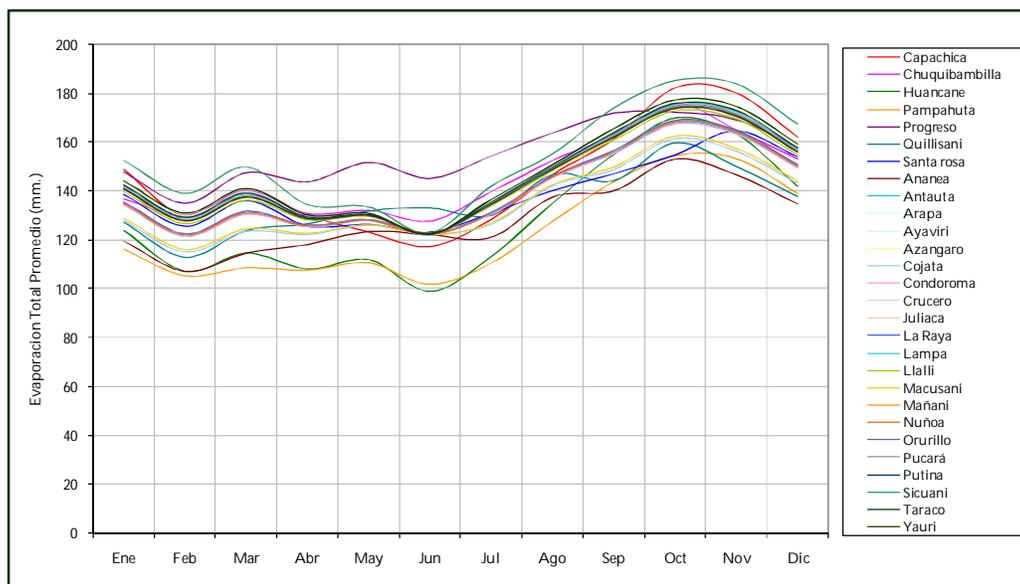
Evaporación Total Promedio Mensual (mm.) – Promedio Multianual  
Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas

N°	Observatorio	Altitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1	Capachica	3933	149.1	129.9	141.1	130.3	123.4	117.4	128.7	147.1	161.6	182.6	180.5	162.5	146.2
2	Chuquibambilla	3971	137.0	130.2	140.2	131.0	132.3	127.9	140.0	152.7	163.1	176.1	165.2	153.3	145.8
3	Huancané	3890	123.7	107.0	114.4	108.0	111.8	98.8	113.0	134.9	154.9	169.8	163.4	141.8	128.5
4	Pampahuta	4400	116.1	105.4	108.6	107.6	110.7	101.8	110.6	127.6	143.8	154.5	153.2	139.1	123.3
5	Progreso	3970	147.8	135.3	147.6	143.9	151.8	145.3	154.4	163.7	171.7	172.1	169.1	158.0	155.1
6	Quillisani	4600	127.4	113.1	123.9	126.8	132.0	133.2	130.2	146.9	144.4	159.8	150.2	137.9	135.5
7	Santa rosa	3966	138.8	125.7	136.2	125.8	126.5	123.3	131.0	140.3	147.2	155.0	164.8	154.3	139.1
8	Ananea	4660	119.5	107.1	114.5	118.1	123.4	122.1	121.1	137.7	140.2	153.2	146.8	134.9	128.2
9	Antauta	4150	134.7	121.7	130.8	125.6	128.0	122.4	130.7	145.8	155.8	168.0	163.9	149.9	139.8
10	Arapa	3830	144.2	130.9	141.0	130.3	130.9	122.6	136.7	150.9	165.5	177.3	174.6	159.3	147.0
11	Ayaviri	3928	141.3	128.1	137.9	128.9	130.0	122.6	134.9	149.3	162.6	174.4	171.3	156.4	144.8
12	Azángaro	3863	143.2	130.0	139.9	129.8	130.6	122.6	136.1	150.3	164.5	176.3	173.5	158.3	146.3
13	Cojata	4380	127.8	115.1	123.5	122.3	126.0	122.3	126.4	142.1	148.8	161.3	156.2	143.2	134.6
14	Condoroma	4160	134.4	121.4	130.5	125.5	128.0	122.4	130.5	145.6	155.5	167.7	163.5	149.6	139.6
15	Crucero	4130	135.3	122.3	131.4	125.9	128.2	122.4	131.1	146.1	156.4	168.6	164.6	150.5	140.2
16	Juliaca	3826	144.3	131.0	141.1	130.4	131.0	122.6	136.8	150.9	165.7	177.4	174.7	159.4	147.1
17	La Raya	4120	135.6	122.6	131.7	126.1	128.3	122.4	131.3	146.2	156.7	168.9	164.9	150.8	140.5
18	Lampa	3892	142.4	129.1	139.0	129.4	130.4	122.6	135.6	149.9	163.6	175.5	172.5	157.5	145.6
19	Llalli	3980	139.7	126.6	136.2	128.1	129.6	122.5	133.9	148.5	161.0	172.9	169.6	154.9	143.6
20	Macusani	4341	129.0	116.2	124.7	122.8	126.3	122.3	127.1	142.7	149.9	162.5	157.5	144.3	135.5
21	Mañani	3948	140.7	127.5	137.2	128.6	129.9	122.5	134.5	149.0	161.9	173.9	170.7	155.9	144.4
22	Nuñoa	4135	135.1	122.1	131.3	125.8	128.2	122.4	131.0	146.0	156.2	168.4	164.4	150.4	140.1
23	Orurillo	3920	141.5	128.3	138.1	129.0	130.1	122.6	135.0	149.4	162.8	174.7	171.6	156.7	145.0
24	Pucará	3910	141.8	128.6	138.4	129.2	130.2	122.6	135.2	149.6	163.1	175.0	171.9	157.0	145.2
25	Putina	3878	142.8	129.5	139.4	129.6	130.5	122.6	135.8	150.1	164.1	175.9	173.0	157.9	145.9
26	Sicuani	3546	152.7	139.1	150.0	134.5	133.5	122.8	142.1	155.4	174.2	185.5	184.1	167.7	153.5
27	Taraco	3820	144.5	131.2	141.3	130.5	131.0	122.6	136.9	151.0	165.8	177.6	174.9	159.6	147.3
28	Yauri	3940	140.9	127.7	137.5	128.7	129.9	122.6	134.7	149.1	162.2	174.1	170.9	156.1	144.5

Fuente: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis; Componente Estudio Hidrológico

Figura N° 2.8

Evaporación Total Promedio Mensual (mm.) – Promedio Multianual  
Observatorios de la Cuenca del río Ramis y Cuencas Vecinas



Fuente: Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis; Componente Estudio Hidrológico

## 2.4.2 Geología Sismicidad

### 2.4.2.1 Marco Geológico: Rasgos Geomorfológicos

A continuación describiremos la información geológica básica sobre los recursos existentes en la cuenca del río Ramis. La zona del proyecto está ubicada en la unidad morfo estructural Cordillera Oriental. Esta unidad en la zona del proyecto está manifestada por cuatro subunidades denominada de Oeste a Este, Pre-Cordillera de Carabaya, depresión longitudinal de Crucero-Ananea-Cojata, cadena de nevados y vertiente Amazónica.

#### **Pre-Cordillera de Carabaya**

Esta sub-unidad está al suroeste del valle del río Grande y sus límites se extienden fuera de la zona de estudio. La Pre-Cordillera se orienta de SE-NO y se caracteriza porque las colinas tienen perfiles redondeados, cuyas crestas están entre 4,400 y 4,800 msnm., y algunos superan los 5,000 msnm. (Cerro Yanacaca llega a 5,143 msnm.) Esta cordillera está modelada sobre rocas del paleozoico y parcialmente sobre rocas cretáceas.

#### **Depresión longitudinal del Crucero Ananea–Cojata**

Esta sub-unidad coincide con la cuenca superior del valle del río Grande. Este relieve está orientado de sureste a noroeste y por su parte central discurre el río con un cauce muy amplio.

El valle tiene una superficie suavemente inclinada a prácticamente plana, pudiendo considerarse una llanura aluvial. Dentro de esta unidad los relieves planos son denominados pampas y entre las más importantes tenemos: Parinani, Baltimore, Limapampa, Chaipitianapampa, Islapampa y Pampablanca.

Otro relieve típico que está dentro de la depresión está conformado por las lagunas de origen glacial cuyos diques son morrenas frontales. Las principales lagunas son: Pacharia, Saracucho, Queo, Rinconada, Sillacunca y Pararani.

Esta depresión está ocupada por potentes depósitos glaciales y fluvioglaciales que yacen en forma de abanicos, procedentes de la precordillera de Carabaya y los nevados ubicados al Noreste.

### **Cadena de Nevados**

Los principales nevados están concentrados al Noreste de la laguna la Rinconada y al Este de la zona de estudio. Estas geofomas se desarrollan entre 4,800 a 5,850 msnm.

La sub – unidad se caracteriza por su topografía abrupta y perfiles angulosos y la presencia de potentes glaciares. Los principales nevados son: Nacaria (5,360msnm), Vilacota (5,179msnm), Ananea (5,600msnm.), Ananea Grande (5,829msnm), Ritipata (5,350msnm), Chapi (5,400msnm) y Callejón (5,350msnm).

### **Unidades Litológicas**

En el área de estudio afloran rocas que en edad van desde el Paleozoico Inferior (Ordovícico) hasta el Cenozoico (Terciario Superior). Depósitos de origen glacial y aluvial de gran potencia están limitados a la depresión de Crucero - Ananea y de menor magnitud al fondo de los valles.

## Cuadro N 2.9

*Columna Estratigráfica Unidades Litoestratigráficas*

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS DE TIEMPO			UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS		
ERA	SISTEMA	SERIE	MONBRE	SIMBOLO	LITOLOGIA
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	DEPOSITO	Q-al	Grava y arena
			DEPOSITO ALUVIAL	Q-fg	Grava y arena
			DEPOSITO FLUVIO-GLACIAL	Q-g	Grava, arena y finos
	TERCIARIO	PLIOCENO	DEPOSITO GLACIAL	Np-aj	Lutita y conglomerado
			FORMACION PICOTANI	Np-pic	Tufos
PALEOZOICO	PERMICO	INFERIOR	GRUPO COPACABANA	Pi-c	Caliza y arenisca
	CARBONIFERO	PENSILVANIANO	GRUPO TARMA	Cs-t	Arenisca Cuarzosa
		MISISIPIANO	GRUPO AMBO	Ci-a	Conglomerado, arenisca y lutita
	SILURICO DEVONICO		FORMACION ANANEA	SD-a	Pizarra negra
	ORDOVICICO	SUPERIOR	FORMACION SANDIA	Os-s	Cuarcita con Pizarra
		INFERIOR	FORMACION SAN JOSE	Oj-sj	Lutita pizarrosa

### **Formación San José**

La litología consiste de lutitas negras intercaladas con capas de areniscas claras y delgadas. Esta unidad está infrayaciendo a la formación Sandia y le han asignado una edad Ordovicico Medio.

### **Formación Sandia**

La litología consiste de limolitas pizarrosas de color gris oscuro intercaladas con capas de areniscas de grano fino y color gris clara. Estas rocas son las portadoras de los yacimientos de oro, por lo que se considera como una formación con valor económico.

### **Formación Ananea**

Litológicamente consiste de pizarras color gris oscuro, en paquetes de 20 hasta 80 cm. El mayor afloramiento está en la zona de Rinconada.

#### **2.4.2.2 Unidades Litológicas del Paleozoico Superior**

Las rocas del paleozoico superior que afloran en la zona son partes de las unidades litoestratigráficas denominadas grupo Ambo, Tarma y Copacabana. Alberga escasos depósitos minerales.

El grupo Ambo está constituido por varios niveles litológicos. De la base al techo la secuencia consta de conglomerados con areniscas de grano medio a fino, lutitas negras a violáceas y finalmente areniscas grises de grano medio.

El grupo Tarma está formado por limolitas, areniscas finas y lutitas de color verde, en la parte inferior; y areniscas cuarzosas de grano fino a medio, en la parte superior.

El grupo Copacabana, de la base al techo, consiste de calizas negras finas, calizas masivas con algunas capas de lutitas marrones, areniscas masivas y calizas bioclásticas.

##### **Ü Formación Picotani**

La litología de esta unidad consiste de tufos blanco, masivo y homogéneo y de estructura columnar. La edad asignada es Plioceno y es posterior a la depresión Crucero-Ananea.

##### **Ü Formación Arco Aja**

Esta unidad está compuesta por estratos de arcilla y grava en la parte inferior y estratos de grava con arena en la parte superior. Los elementos gruesos son cuarcitas y pizarras. La formación ha sido ubicada en el Plioceno. Aflora formando las pampas de Baltimore y Parirani, y alrededor de la laguna Sillacunca y las pampas de Urubambilla y Pampa Blanca

#### **2.4.2.3 Depósitos Glaciales, Fluvio Glaciales y Aluviales**

Los depósitos glaciales son portadores del oro y constituyen los yacimientos auríferos, que están en la cuenca superior del río Grande. Ocupan los flancos y fondo de la depresión Crucero- Ananea, como morrenas laterales y frontales, drumlis y llanuras.

Los depósitos fluvio glaciales consisten de cantos y gravas redondeados con matriz areno - limosa.

Los depósitos aluviales ocupan el cauce y márgenes del río y están formados por cantos, grava y arena.

#### **2.4.2.4 Rocas Intrusivas**

##### **Ü Stock de Utccuccacca**

Es un intrusivo en forma de stock que aflora al norte de la mina Rinconada y en la naciente del río Sandía. Es de granito blanco, de grano grueso y masivo.

Los minerales que lo forman son cuarzo, feldespatos, muscovita, biotita, etc. La edad asignada a este stock es Silúrico – Devónico.

##### **Ü Batolito de Limbani**

Este cuerpo intrusivo es adamelita formada por cuarzo, ortosa, plagioclasa, biotita, etc. La edad del batolito es inferida como Pérmico Superior. Aflora aguas arriba del distrito de Limbani.

#### Ü **Hidrogeología**

Los factores que controlan las condiciones hidrogeológicas de un medio geológico son: las unidades de roca y suelo donde se acumula el agua y el recurso hídrico que lo recarga.

#### Ü **Acuíferos**

El acuífero es el medio donde se almacena el agua subterránea. En forma general se puede diferenciar dos acuíferos, relacionados con el basamento rocoso y los depósitos de superficie.

#### Ü **Basamento rocoso**

El basamento rocoso formado por pizarras y cuarcitas es prácticamente impermeable por porosidad intersticial, por lo tanto sus condiciones hidrogeológicas para almacenar aguas son malas. Esta roca ha sufrido un intenso tectonismo, por lo tanto es de esperar zonas locales muy fracturadas donde podría almacenarse el agua y a su vez circular; es decir es posible la presencia de acuíferos locales, muy en especial en la corteza superficial de meteorización.

#### Ü **Depresión Ananea**

La depresión Crucero-Ananea, rellena por sedimentos cuaternarios, puede constituir un buen acuífero. Esta depresión, aguas abajo del desvío a Sandia, ha sido rellena por los tufos Picotani; dividiéndola en dos sub-depresiones locales. La sub-depresión superior que está en el área de estudio, para fines de evaluación hidrogeológica, se le está identificando como subdepresión Ananea. Esta Paleoforma está colmatada con sedimentos de la formación Arco Aja y depósitos glaciales, fluvio-glaciales y aluviales.

#### Ü **Recarga**

Los factores para la recarga de un acuífero son: precipitaciones pluviales, escorrentía superficial, morfología del terreno, presencia de vegetaciones, porosidad y permeabilidad del terreno, etc.

El aporte hídrico es básico para la recarga del acuífero. En el área del Estudio, el recurso hídrico está presente en forma de precipitaciones, glaciales, lagunas y escorrentías; por lo tanto existe suficiente aporte hídrico para saturar los depósitos. La precipitación promedio anual es 725.63 mm/año. El relieve suave y uniforme y de poca inclinación es favorable a la infiltración. Se desconoce el coeficiente de permeabilidad que, por su granulometría puede ser considerada como media a baja, aun cuando puede haber lentes de suelos de alta permeabilidad.

### **2.4.2.5 Peligros Geológicos**

#### Ü **Peligro Sísmico: Fuentes Sismogénicas**

La actividad sísmica está relacionada con los principales accidentes tectónicos activos que en el estudio de peligro sísmico son considerados como fuentes sismogénicas.

Según la actividad sísmica, la costa del Perú ha sido dividida en tres zonas (Dorbath y otros, 1990). La zona Norte está al Norte de la latitud 10°S; la zona central, entre las latitudes 10°S y 15.5°S y la zona Sur, desde la latitud 15.5°S hasta la frontera con Chile. El proyecto está dentro de la influencia de la zona Sur.

La actividad sísmica de la zona Sur está considerada como simple, sin embargo, se tiene registrado el sismo más grande de Perú con Mw de 8.8 (1868). En esta zona se tiene registrado cuatro grandes sismos, con período de retorno de 80 a 100 años, de los cuales el sismo del año 1868 es el último; por lo que, los estudios de sismicidad de la zona indican que es altamente probable que en el futuro cercano ocurra un gran evento sísmico.

#### Ü **Peligros asociados con fenómenos geodinámicos externos**

La depresión Ananea está en la región geográfica Puna caracterizada por su morfología suave. No evidencia fenómenos geodinámicos recientes ni activos.

El flanco este de la Cordillera Oriental presenta laderas escarpadas y valles encañonados.

En esta zona han tenido lugar deslizamientos y desprendimientos de rocas y erosión por la construcción de carreteras.

#### **2.4.2.6 Geología Económica**

El área de estudio está dentro del área metalogénica aurífera XII Ananea-Sandia. En esta área según el criterio genético existen yacimientos primarios (Endógenos) de tipo veta y mantos, y yacimientos secundarios (Exógenos) denominados placeres. Los yacimientos en mantos son Gavilán de Oro, Untuca, Anamaria y La Riconada; y yacimientos en vetas son: Quince Mil, Manco Cápac, Benditani y Santo Domingo. Los yacimientos en placer son: San Antonio de Poto y Ancocala.

Los principales yacimientos están concentrados en la cabecera del río Grande (Ananea) y en el Cerro San Francisco, más conocido como Rinconada. Para fines de este estudio, según los tamaños y tipos de depósitos e intensidad de la actividad minera; los yacimientos han sido agrupados en cuatro zonas; la zona de Rinconada, la zona Ananea (San Antonio de Poto), la zona Ancocala – Laca y a zona del flanco Este de la Cordillera Oriental.

### **2.4.3 Ecología**

#### **2.4.3.1 Introducción**

La denominación de formaciones ecológicas altitudinales se debe a que las áreas que ocupan son pisos de altura variable sobre el nivel del mar (Ver mapa Ecológico). Estos pisos son Montano, comprendido entre 3,812 y 4,100 msnm. Sobre el cual se han desarrollado la formación vegetal Pradera o Bosque Húmedo Montano y la asociación vegetal atmosférica.

Bosque Húmedo Montano matorral; el piso altitudinal Sub-Alpino, entre los 4,100 y 4,600msnm, que comprende las formaciones Monte o Paramo muy Húmedo Sub-Alpino y Monte o Paramo Húmedo Sub-Alpino; el piso altitudinal Alpino, entre los 4,600 y 4,800 msnm, que comprende las formaciones vegetales Tundra muy Húmeda Alpino y Tundra Pluvial Alpino y finalmente el piso altitudinal Nival, situado por encima de los 4,800 msnm. Cabe señalar que la altitud es uno de los factores que juegan un rol de primerísima importancia en la caracterización climática de cada una de las formaciones, de tal modo que la formación Pradera o Bosque Húmedo

Montano y la asociación vegetal atmosférica. Bosque Húmedo Montano matorral, que ocupan los niveles más bajos del Sector estudiado (3,812 a 4,100 msnm.) son las que poseen las mejores condiciones medio ambientales.

En cambio, las otras cinco formaciones que se extienden por encima de los 4,100 msnm, presentan condiciones climáticas menos favorables, las cuales se van acentuando peligrosamente conforme se asciende desde el piso Sub-Alpino a los pisos Alpino y Nival, éste último arriba de los 4,800 msnm.

Es de notar que sólo dentro de dos de estos últimos pisos altitudinales (Sub-Alpino y Alpino) se hayan originado cuatro formaciones ecológicas perfectamente caracterizadas. Así, en el piso Sub-Alpino (4,100 a 4,600 msnm.) se encuentran las formaciones vegetales Monte o Páramo muy Húmedo Sub-Alpino y Monte o Paramo Húmedo Sub-Alpino. La explicación de este hecho se halla en la cantidad de precipitación pluvial promedio anual recibida en cada una, siendo mayor en la primera formación que en la segunda. Esta es la razón por la cual se han desarrollado diferentes formas biológicas en respuesta a diferentes necesidades de agua dentro del mismo piso altitudinal.

Similar fenómeno se observa en el piso inmediato superior (4,100 a 4,800 msnm.), que también presenta dos formaciones ecológicas: la Tundra muy Húmeda Alpino y la Tundra Pluvial Alpino, cuya única diferencia fundamental es el mayor volumen de precipitación pluvial promedio anual que se registra en la segunda formación.

#### **2.4.3.2 Pradera o Bosque Montano (PBHM)**

##### **a) Ubicación y Clima**

Esta formación ecológica se extiende desde la orilla del Lago Titicaca hasta la cota de 4,100 msnm, aproximadamente. Comprende aéreas que le confieren un clima benigno convirtiéndola en el centro de las principales actividades agrícola-ganaderas de la Cuenca del río Ramis.

Dentro de esta formación vegetal se ha desarrollado el BHM matorral, que puede identificarse como una "Asociación vegetal atmosférica", ya que su presencia se debe justamente a la influencia de los elementos meteorológicos típicos de la ribera del Lago Titicaca.

El Bosque Húmedo Montano matorral presenta las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de la agricultura. El resto de la formación está integrada en su mayor parte por grandes pampas cubiertas de pastos naturales, ideales para la ganadería de ovinos y vacunos, reservando para los últimos las sierras más bajas.

El clima imperante en esta formación vegetal es frío pero sin llegar a ser extremo, lo cual es una condición que favorece el mejoramiento y el buen desarrollo de los pastos naturales para beneficio de la ganadería.

##### **b) Topografía, Suelos y Vegetación**

Topográficamente los terrenos que comprende esta vasta formación presentan declives dominantes de fisonomía suave o plana, en aquellas aéreas ubicadas sobre las extensas y monótonas pampas altiplánicas que matizan la geomorfología de la cuenca. Al lado de estas llanuras y en menor proporción, se tienen terrenos más inclinados y quebradas que conforman los promontorios y cerros que irrumpen la homogeneidad topográfica dominante. Las planicies extensas que tipifican a esta formación se encuentran conformadas por depósitos lacustres y rellenos fluviales jóvenes de naturaleza y espesores variados. Estos sedimentos, bajo la acción

del clima y del factor drenaje han dado origen a numerosos cuerpos edáficos de características y morfologías diferentes.

En su morfología general, estos suelos son profundos, de matices predominantemente oscuros, cálcicos, de textura fina y limitados por una tabla acuífera, normalmente a partir de los 70 cm. de profundidad. Son suelos con tendencia a acumular detritus orgánico parcialmente descompuesto, debido a las condiciones húmedas y anaeróbicas prevalentes.

La potencialidad agronómica de estos terrenos está vinculada a la capacidad de drenaje o al grado de evolución del proceso de glaciación. Normalmente, se prestan para el desarrollo de una actividad pecuaria (principalmente lanar), sobre la base de pasturas cultivadas o mejoradas.

Entre otros grupos intrazonales del Sector evaluado, se tienen, en pequeña proporción (0.49/o del área total evaluada), suelos de naturaleza calomórfica y halo-hidromórfica. Los primeros están representados por las Rendzinas Andinas (variedad blanca), de morfología esencialmente calcárea y yesífera. El grupo de los halo-hidromórficos se encuentra representado por los Solonchak Andinos, es decir, suelos dominados por exceso de sales, paralelamente asociados a condiciones inapropiadas de drenaje. En su mayor extensión, ambos grupos presentan muy bajo potencial para fines agronómicos o pecuarios.

El grupo Azonal está representado por los rellenos aluviónicos efectuados por los numerosos cauces de agua (Ramis, Azángaro, Ayaviri, Corahuira y su red detrítica de afluentes), de fisiografía joven, que sesgan las extensas planicies del sector evaluado. Las características de estos suelos aluviales modernos se encuentran determinadas esencialmente por la naturaleza de los materiales de los cuales se han derivado y de la forma como se han depositado. Dentro de este gran grupo, se han podido diferenciar dos formas o familias edáficas: Aluviales profundos y aluviales superficiales de naturaleza esquelética. Los primeros, representados por la serie Achaya, consisten de suelos fértiles, bien drenados y de buena productividad. Constituyen una de las mejores unidades edáficas para fines agronómicos de uso intensivo. Los segundos, aluviales superficiales, presentan una morfología esquelética (arena, grava o piedras). A partir de los 20 a 40 cm. de profundidad.

De acuerdo a estas características, son absorbentes (secos), de drenaje excesivo y de baja fertilidad natural. La capacidad productiva de estos suelos está vinculada a la profundidad del horizonte superficial, al contenido de grava y piedras y al factor subclimático dominante.

Esta formación tiene una cubierta vegetal cuya fisionomía es muy característica por la densidad y variedad de especies, constituida en un alto porcentaje por hierbas gramíneas de muy buen vigor. También son abundantes los arbustos; en cambio, los árboles son más bien escasos por razones de un intensivo uso por el hombre.

En las proximidades del lago, aparece una variante de la típica pradera montana, cuya fisionomía es muy peculiar y la distingue de la formación clímax. La vegetación está constituida por especies arbustivas que forman un matorral de plantas que llegan a 1.50 m. de altura.

### **2.4.3.3 Monte muy Húmedo Sub Alpino (MMHSA) y Monte Húmedo Sub Alpino (MHSA)**

#### **a) Ubicación y Clima**

La primera formación ocupa el sector NO del Lago, a una altitud de 4,100 a 4,600 msnm, aproximadamente. El clima imperante en toda su área se caracteriza por ser extremadamente frío. Esto no permite el desarrollo de la agricultura ni el crecimiento de más diversas variedades de pastos naturales nutritivos que se desarrollan perfectamente bien en la formación anterior.

Su precipitación pluvial abundante (alrededor de 800 mm) permite que la vegetación climática prolifere abundantemente y adquiera vigorosidad en su desarrollo.

La segunda formación, Monte húmedo Sub-Alpino (MHSA) ocupa el sector O y NO del Lago y se encuentra a la misma altitud y con el mismo clima que la formación anterior, pero su precipitación pluvial es menor (alrededor de 500 mm), lo cual confiere a la vegetación natural un aspecto de menor vigorosidad y proliferación.

#### **b) Topografía, Suelos y Vegetación**

Estas formaciones ecológicas se encuentran matizadas por un relieve topográfico fuertemente quebrado y complejo, salpicado por escasas áreas aisladas de pendientes un tanto más suaves, numerosos cursos de agua de fisiografía muy joven y estrecha, matizan el cuadro físico de estas formaciones, situadas entre los 4,100 y 4,600 msnm, aproximadamente. El marco geológico se encuentra representado por materiales diversos de origen sedimentario (areniscas, calizas y lutitas, principalmente) y volcánicos, sobre estos materiales primarios, se extiende la cubierta regolítica que ha generado, debido al factor topográfico, suelos de morfología delgada, entre ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, según el material parental predominante, de texturas medianas a medianamente pesadas y de escasa capacidad productiva. La variante ecológica de Monte muy Húmedo. Sub-Alpino agrupa cuerpos edáficos con horizontes superficiales Al de matices mucho limas oscuros que los suelos que integran in variante de Monte Húmedo Sub-Alpino, esto se debe a que en la primera formación señalada, por razones de mayor precipitación pluvial, existe una abundante cubierta vegetativa que actúa de incorporadora de material orgánica, en cambio, en in variante "Húmeda Sub-Alpino", con menor precipitación pluvial, in vegetación es más abierta v de menor vigorosidad, apareciendo el manto edáfico mas descubierto, seco v de tonos claro rojizos, por otro lado, la erosión en surcos es un rasgo característico de la faz extrema del medio edáfico que matiza a esta formación húmeda Sub-alpino.

En las superficies de topografía más suave el cuadro edáfico ha gradado hacia las formaciones zonales alto-andinas llamados suelos de Paramo Andino. Estos suelos, generalmente, presentan un horizonte orgánico- mineral Al, relativamente profundo y diferenciado.

En términos generales, el potencial agronómico de estos terrenos, paralelamente a las condiciones climáticas y edáficas, se encuentra estrechamente vinculado al factor topográfico. Son tierras que se prestan para el desarrollo de una actividad pecuaria (auquénidos, principalmente) sobre la base de las pasturas nativas. En las áreas de mejores condiciones topo-edáficas es posible llevar a cabo una política de mejoramiento de los pastores naturales. En el piso inmediato superior a la pradera se halla una cubierta vegetal que caracteriza al Monte Húmedo Sub-Alpino. La vegetación predominante está conformada por especies herbáceas, arbustivas y leñosas, los montes que existen son pocos y se hallan en lugares aislados y poco accesibles al ganado y al hombre.

El monte húmedo Sub-Alpino se caracteriza por la predominancia de gramíneas altas (microtérnicas) y, entre estas, se encuentran muchas hierbas de tamaño enano. En las laderas o cerros abrigados y con poco pastoreo, llegan a formar una cobertura bastante densa.

#### **2.4.3.4 Tundra Pluvial Alpino (TPA) y Tundra muy Húmedo Alpino (TMHA)**

##### **a) Ubicación y Clima**

La formación Tundra Pluvial Alpino (TPA) ocupa la parte más alta de la zona NO del Lago, a una altura de 4,600 a 4,800 msnm. Su clima caracteriza por ser muy extremadamente frío y con abundante precipitación pluvial. La vegetación natural existente es muy escasa pero, gracias a

la fuerte humedad ambiental, ha logrado proliferar bien. Sus condiciones térmicas hacen a esta formación inapta para la agricultura y ganadería no autóctona.

La formación Tundra muy Húmeda Alpino (Tml- A) ocupa el lado O del Lago, a una altitud igual a la de la formación anterior. Su clima se diferencia solo en la precipitación pluvial que es menor por lo que la vegetación natural existente no ha proliferado bien, presentando poca vigorosidad.

## **b) Topografía, Suelos y Vegetación**

El relieve topográfico mantiene su fisonomía fuertemente quebrada, revistiendo en muchos lugares un aspecto abrupto. Numerosos cauces estrechos, afloramientos rocosos, áreas denudadas, laderas peñascosas y mesas onduladas, que representan las áreas residuales del antiguo peniplano andino del terciario inferior, cortadas por quebradas glaciales y fluviales, conforman el cuadro físico de esta formación ecológica alpina. El material geológico, al igual que la formación anterior, se encuentra representado por materiales diversos de origen sedimentario (areniscas, calizas, lutitas, entre los más importantes) y volcánico.

Los suelos son de morfología litológica, de características embrionarias, debido a las condiciones topo-climáticas inapropiadas: pendientes extremadamente empinadas y clima muy frío. Los suelos zonales, clasificados como PARAMO ANDINO, aparecen donde el relieve topográfico se suaviza, permitiendo el desarrollo de caracteres edáficos un tanto más definidos. Dondequiera que la pendiente exceda el 70%, los suelos gradan hacia formas definitivamente litológicas, en general, los suelos tienden a ser más ácidos (si provienen de rocas sedimentarias no calcáreas, oscuros y de mayor contenido orgánico hacia la "Tundra Pluvial Alpino".

El potencial agronómico de estos suelos, dadas sus características topo-climáticas desfavorables, es muy escaso, pudiendo prestar cierta utilización para pastoreo extensivo del ganado auquénido.

La vegetación está conformada por especies de apariencia arrestada o almohadillada. Sus especies son enanas, elevándose apenas unos pocos centímetros sobre la superficie del suelo (2 a 5 Cm.).

En la Tundra muy Húmeda Alpino la vegetación disminuye bastante; las gramíneas, si las hay, existen en forma muy dispersa y son de poca altura. Este piso altitudinal corresponde a alturas superiores a los 4,800 msnm. Su clima es perennemente gélido y prácticamente no presenta vegetación. Su precipitación pluvial es de alrededor de los 900 mm., lo cual le confiere el carácter de zona gélida muy húmeda.

## **2.4.4 Suelos**

### **2.4.4.1 Clasificación de los Suelos según su Origen y Fisiografía**

Los suelos de la zona estudiada obedecen a varios orígenes y ocupan diferentes situaciones o posiciones fisiográficas. De acuerdo a esto, las formaciones edáficas pueden clasificarse bajo el esquema siguiente:

- a. Suelos Lacustres o Aluvio Locales de Áreas Depresionadas.
- b. Suelos Lacustres y Aluvio Locales de la Altiplanicie.
- c. Suelos Aluviales y Aluvio Locales propios de la Altiplanicie y Quebradas.
- d. Suelos Aluvio Locales y Glacio-Fluviales.
- e. Suelos Residuales o In-Situ en Ladera y Circa de Cerros.

#### **a. Suelos Lacustres o Aluvio Locales de Áreas Depresionadas.**

Los suelos de este grupo se han formado a partir de materiales acarreados de lugares cercanos dentro del lago que antiguamente ocupaba la zona. Se caracterizan por estar constituidos por sedimentos finos, permanentemente con exceso de humedad o con alto acumulamiento de sales solubles. Este grupo está representado por la Asociación Limnos y por la Asociación Muni, que representan alrededor de 15,861 Has, de la superficie total evaluada.

#### **b. Suelos Lacustres y Aluvio Locales de la Altiplanicie.**

Estos suelos se han formado a partir de sedimentos relativamente finos y profundos de origen lacustre y aluvio locales. Ocupan la mayor parte del Altiplano central y abarcan una superficie aproximada de 270,923 Has.

De acuerdo a sus condiciones de drenaje, estos suelos se sub-dividen en: (1) tierras de drenaje normal y (2) tierras con características de drenaje imperfecto.

En el primer sub-grupo se encuentran las asociaciones Pucara, Chuquibambilla, Pacobamba, Choccorossi y Sunata. Todos estos suelos, a excepción de Choccorossi, que son Intrazonales, conforman los exponentes zonales típicos y más antiguos de la zona evaluada.

En el segundo sub-grupo se encuentran las asociaciones Titicaca, Sorani, Umachiri, Pupuja, Parpuma y Cala-cala, todas las cuales son Intrazonales, dominadas en mayor o menor grado por la acción del factor hidromorfo. Generalmente, ambos sub-grupos se encuentran cubiertos por pastos naturales y cuando son cultivados, se conducen ciertos cultivos de altura como la papa amarga, papa dulce, cebada, quinua, avena forrajera, etc.

#### **c. Suelos Aluviales y Aluvio Locales propios de la Altiplanicie y Quebradas.**

Los suelos de este grupo se han originado a partir de sedimentos aluvionicos de textura y espesores variados, depositados por la acción de las aguas de los ríos Ayaviri, Azángaro y Ramis, así como por los numerosos afluentes de estos. Ocupan un total de 90,347 Has., en angostas fajas irregulares y discontinuas sobre las márgenes de los ríos señalados. En este grupo, se encuentran las Asociaciones Calapuja y Achaya, cuyos suelos son zonales, de evolución mucho más joven que los del grupo anterior.

Generalmente estas tierras se encuentran cubiertas también por pastos naturales permanentes pudiendo conducirse los mismos cultivos que en el grupo anterior.

#### **d. Suelos Aluvio Locales y Glacio - Fluviales.**

Estos suelos se han derivado de materiales marcadamente gruesos, acarreados por la acción de los ríos Corahuiña y Nuñoa, Este grupo incluye solamente a la asociación Nuñoa, que abarca aproximadamente 29,040 Has. Son suelos delgados, bastante planos, con alto acumulamiento de grava y piedras. Casi en su mayor parte, estos suelos se encuentran bajo una vegetación permanente de pastos nativos.

#### **e. Suelos Residuales o In-Situ en Ladera y Cima de Cerros.**

Este grupo de suelos primarios o de formación in-situ (originados en el lugar) se ha originado a partir de materiales sedimentarios (calizas, lutitas y areniscas, principalmente) y de origen volcánico, dentro de este grupo, se han delimitado las Asociaciones Pusi, Ayabacas, Jacco y Sara que cubren una superficie aproximada de 903,506 Has. Son suelos muy superficiales, de fuertes pendientes, de alta susceptibilidad a la erosión pluvial y de baja capacidad productiva. Su aptitud agropecuaria es muy limitada.

#### **2.4.4.2 Descripción de los Suelos**

En esta parte del estudio, se describe en detalle las principales series que integran las asociaciones reconocidas en base a su posición topográfica o material generador o parental.

### **a. Asociación Limnos**

Este grupo de suelos, caracterizados por encontrarse bajo condiciones excesivas de humedad, ocupan aproximadamente 11,554 Has. Estos suelos tienen texturas que varían entre franco a franco limoso, son profundos, de color gris muy oscuro, de drenaje muy pobre y por consiguiente de capacidad productiva muy baja, se extienden diseminados principalmente sobre la ribera o lugares vecinos al Lago Titicaca, ocupando preferentemente la localidad de Paucarcolla y las aéreas adyacentes a la desembocadura del río Ramis. La fisonomía topográfica es predominantemente plana o depresionada, con menos del 10% de gradientes. Se hallan normalmente cubiertas por un tapiz herbáceo, tupido y corto. El principal suelo identificado y descrito dentro de esta Asociación es la serie Limnos

#### **- Serie Limnos.**

Esta serie consiste de suelos intrazonales dominados marcadamente por el factor hidromórfico y en consecuencia sometidos al proceso de gelivación, por esta razón, han sufrido notables y profundos cambios en su morfología y características fisicoquímicas.

Estos suelos son profundos, constituidos por sedimentos lacustres principalmente de textura mediana y que se han desarrollado bajo un régimen acuífero v anaeróbico persistente. Consecuentemente las condiciones de drenaje, tanto en sus aspectos externos como internos son muy pobres, durante ciertas épocas del año debido a la elevación de la tabla acuífera por el aumento del nivel de las aguas del Lago o de algunos ríos, estos suelos se convierten en verdaderas aéreas pantanosas.

Estos suelos se encuentran cubiertos por una vegetación nativa herbácea de desarrollo hidrofítico y su capacidad productiva es muy restringida, debido a las condiciones indeseables de su sistema de drenaje, quedando relegados para pastoreo temporal y extensivo del ganado local.

### **b. Asociación Muni.**

Esta Asociación es la menos importante desde su aspecto agropecuario dentro del sector reconocido, comprende alrededor de 2,408 Has, de suelos que han sufrido la acción conjunta de los fenómenos de gelivación y salinización, estos últimos en grados extremos.

Estos suelos se caracterizan por sus coloraciones pardas o pardas oscuras o muy oscuras, de textura entre mediana a fina, de drenaje muy pobre y de alto acumulamiento de sales, las que normalmente afloran en la superficie, se encuentran ocupando pequeñas aéreas depresionadas y hoyadas entre Micullanampa y las Salinas, en la margen izquierda del río Azángaro, hallándose casi desprovistas de vegetación. El principal suelo identificado y descrito dentro de esta Asociación es la Serie Muni.

#### **- Serie Muni.**

Los miembros de esta serie son suelos intrazonales, formados principalmente a partir de sedimentos lacustres, los que han sufrido profundas transformaciones bajo los excesos de humedad y salinización.

Estos suelos se encuentran distribuidos muy localmente en la zona reconocida destacando preferencialmente aquellos que se extienden sobre las vecindades de la hacienda Ccjela, Micullapampa y Las Salinas. Gran parte de esta formación edáfica constituye verdaderos depósitos salinos, actualmente en explotación.

Son de naturaleza ligeramente alcalina (pH: 7.8) y pobres en materia orgánica. En su mayor parte estos suelos se encuentran cubiertos por una escasa vegetación herbácea de crecimiento halofítico. Su aptitud de uso es pobre o nula, constituyendo tierras sin ningún valor para fines agropecuarios.

### **c. Asociación Titicaca**

Esta asociación ocupa aproximadamente 83,737 Has., y se extiende desde el Lago Titicaca hasta las vecindades del río Ramis y la laguna Arapa, comprendiendo la gran planicie enmarcada por las localidades de Paucarcolla, Caracoto y Juliaca, hasta la península de Capachica.

El relieve topográfico se caracteriza por ser casi a nivel o plano. Se halla cubierta por tapiz herbáceo nativo predominantemente gramíneo, por lo cual se les destina casi exclusivamente para pastoreo extensivo de ganado lanar y vacuno. En las áreas cultivadas se conducen cultivos de papa, cañihua, quinua y cebada forrajera, principalmente. El principal suelo identificado y descrito de esta Asociación es la Serie Titicaca.

#### **- Serie Titicaca**

Esta serie consiste de suelos que se han derivado a partir sedimentos principalmente de origen lacustre, cuyas características de drenaje decrecen paulatinamente hacia el Lago, gradando hacia miembros decididamente pertenecientes a la Serie Limnos. Son suelos relativamente profundos cuya fisonomía topográfica es marcadamente plana o casi a nivel. Químicamente, son suelos de naturaleza medianamente acida en las porciones superiores del perfil y fuertemente alcalinas (pH: 8.5) en las capas medias e inferiores del mismo. La fertilidad natural de estos suelos es regular y su capacidad productiva puede calificarse como mediana. Su aptitud de uso queda relegada para sustentar una vegetación permanente a base de pastos cultivados y muy limitados cultivos arables de altura, como papa amarga, cebada forrajera y quinua entre otros.

#### **d. Asociación Sorani**

Esta asociación comprende aproximadamente 21,135 Has. de suelos profundos, de coloraciones negras, franco limosos a franco arcillosos, de drenaje imperfecto y de mediana capacidad productiva. Se extiende principalmente entre las localidades de Ayaviri y Umachiri, en la margen derecha del río Ayaviri. La vegetación nativa que cubre a los suelos de esta Asociación pertenece a las de hábitat hidrofítico. El principal suelo identificado y descrito dentro de esta Asociación edáfica es la Serie Sorani.

#### **- Serie Sorani**

Esta serie de suelos se ha derivado a partir de sedimentos medianamente fines de origen lacustre y aluvio local. El relieve topográfico es marcadamente plano. El sistema de drenaje interno es un tanto imperfecto debido a una napa freática que varía entre 70 y 130 cm. de profundidad.

Son suelos relativamente profundos de características no muy desarrolladas y sin presencia de horizontes claramente esbozados. Químicamente, son moderadamente alcalinos (pH: 8.0), presentándose un tanto más alcalinos a medida que se profundiza.

El material orgánico parcialmente descompuesto, se encuentra bien expresado en las capas superiores.

La fertilidad natural de estos suelos es regular y la capacidad productiva puede considerarse como restringida debido a las condiciones un tanto inapropiadas del sistema de drenaje, pudiéndose utilizar para la fijación de pasturas cultivadas o mejoradas.

#### **e. Asociación Umachiri**

Esta Asociación, compuesta de suelos hidromorficos, abarca aproximadamente 3,725 Has., distribuyéndose cerca a la localidad de Umachiri. Consiste de suelos negros, franco arcilloso y franco arcillo-limosos, profundo, de drenaje pobre y de baja capacidad productiva. La vegetación nativa se encuentra conformada por pastos. El principal suelo descrito y representativo de esta Asociación edáfica es la Serie Umachiri.

#### **- Serie Umachiri**

Esta serie está compuesta por suelos marcadamente negros, de textura franco arcillosa a franco arcillo limosa, los que han sido formados a partir de sedimentos lacustres y depósitos aluvio locales. Estos suelos se extienden ocupando las pampas cercanas a la localidad de Umachiri y corren distribuidos entre los suelos pertenecientes a las series Calapuja y Sorani. La fisonomía topográfica general es predominantemente plana. Los suelos de esta serie se han desarrollado bajo condiciones de excesiva humedad y muestran afinidad con los suelos de la serie Sorani. El sistema de drenaje es difícil por la existencia de depresiones u hoyadas.

Dentro de sus caracteres químicos son suelos de reacción ligera a moderadamente alcalinos (pH: 7.7 a 8.0). Presentan cantidades elevadas de materia orgánica, acumuladas principalmente en los horizontes superficiales. La capacidad productiva es baja, debido esencialmente a las condiciones restringidas del sistema de drenaje, presentando inferior potencialidad de uso que los suelos de la serie Sorani, por lo que quedan relegados para la fijación de una actividad pecuaria a base de pastos mejorados.

#### **f. Asociación Pucara-Pupuja**

Esta asociación abarca aproximadamente 6,853 Has. de suelos profundos, derivados a partir de sedimentos de origen lacustre y aluvio local. Ocupa aéreas relativamente cerradas, como las pampas ubicadas entre Santiago de Pupuja y el río Azángaro. Esta Asociación está compuesta por dos series de suelos de orígenes similares pero de características y evoluciones diferentes. La Serie Pucara representa el 40% de la Asociación y la Serie Pupuja representa el 60% de la misma.

##### **- Serie Pucara**

Esta serie, una de las más importantes de la zona reconocida, se describe en detalle en el acápite j concerniente a la Asociación Pucara.

##### **- Serie Pupuja**

Esta serie está conformada por suelos de morfología profunda de color pardo gris, de textura fina que han sido formados a partir de sedimentos de origen lacustre principalmente y depósitos aluvio locales. Son suelos que se han desarrollado bajo condiciones de exceso humedad y ocupan aquellos lugares planos o depresionados, que influyen en un deficiente sistema de drenaje.

Dentro de sus rasgos químicos, son suelos ligeramente ácidos (pH: 6.1), en las capas superiores y moderadamente alcalinos (pH: 8.0) en los estratos medios e inferiores. La materia orgánica se encuentra en dotaciones altas, debido a las condiciones hidromórficas imperantes. Son suelos ricos en potasio, calcio y magnesio, presentando cantidades variables de fósforo. La capacidad productiva de estos suelos es similar a la de la serie Umachiri, siendo el drenaje difícil el factor negativo que restringe su potencialidad de uso. Sin embargo, se adaptan bien para el desarrollo de una actividad pecuaria a base de pastos mejorados.

#### **g. Asociación Parpuma**

Los suelos de esta Asociación abarcan 13,216 Has. y son esencialmente hidromórficos y de baja capacidad productiva. Se encuentra distribuida principalmente sobre las márgenes del río Azángaro, sujeta muchas veces a inundaciones periódicas. Se le encuentra formando un complejo con la Asociación Limnos, al Norte de la laguna Orurillo y, en menor escala en las áreas depresionadas sobre la margen izquierda del río Corahuina.

##### **- Serie Parpuma**

Estos suelos son de matices pardo oscuros de textura franco arcillo limosa a franco arcillosa. Se han formado a partir de sedimentos principalmente lacustres y de depósitos aluviales finos. Debido a su morfología hidromórfica, se enlazan muy estrechamente con los suelos de las series Sorani, Umachiri y Pupuja.

Dentro de sus caracteres químicos, tienen reacción ligeramente alcalina (pH: 7.7) en la porción superior y fuertemente alcalinos (pH: 8.5) en la inferior. El material orgánico se acumula en los primeros 40 cm. de espesor. El fósforo y el potasio se encuentran generalmente en dotaciones altas. La capacidad productiva de los suelos de esta serie es relativamente baja, debido esencialmente a las condiciones inapropiadas de drenaje, prestándose para uso pecuario a base de pastas mejoradas.

#### **h. Asociación Cala-Cala**

Esta Asociación compuesta por suelos Intrazonales de características hidro-calcimórficas, abarca una superficie aproximada de 6,043 Has. y ocupa las planicies comprendidas entre el río Ventilla y Ayaviri. Consiste de suelos negros o pardos muy oscuros francos, relativamente superficiales, de drenaje deficiente y de mediana a baja capacidad productiva.

El principal suelo descrito y representativo de esta Asociación es la Serie Cala-Cala.

##### **- Serie Cala-Cala.**

Esta serie está integrada por suelos relativamente superficiales, de tonalidades predominantemente oscuras, franco limoso, derivados a partir de depósitos lacustres. La configuración topográfica general es casi a nivel. El sistema de drenaje es en general imperfecto.

Estos suelos se han desarrollado bajo condiciones de exceso de humedad y a partir de materiales de naturaleza calcárea. Dentro de sus caracteres químicos, son suelos moderados a fuertemente alcalinos (pH: 7.9 a 3.7). El contenido de materia orgánica se encuentra en dotaciones altas y concentrado en sus primeros 20 cm. de espesor. El fósforo y potasio se encuentran en niveles bajos.

La capacidad productiva es de mediana a baja, relacionada a las condiciones de su sistema de drenaje inapropiado. Además, el exceso del elemento calcáreo crea problemas en el sistema nutricional de estos suelos. En base a sus características fisicoquímicas, el índice comparativo de productividad puede ser asociado con los miembros de las Series Pupuja, Umachiri y Parpuma, prestándose para uso pecuario a base de pastas mejoradas.

#### **i. Asociación Choccorossi**

Esta Asociación, de muy escaso valor agropecuario, cubre una superficie de 2.136 Has., encontrándose en la margen izquierda del río Ayaviri, en las cercanías de la localidad de Pucara. Consiste de suelos Intrazonales, debido a la naturaleza especial de su material parental.

La configuración topográfica es característica, conformada por micro ondulaciones y micro depresiones, que le dan un aspecto "a mamelonado". El sistema de drenaje general es bueno. El principal suelo identificado y descrito es la Serie Choccorossi.

##### **- Serie Choccorossi**

Estos suelos se han derivado de materiales de naturaleza calcárea y yesífera. Dentro de sus rasgos físico-morfológicos, son suelos poco desarrollados y muy superficiales. El material parental, fuertemente calcáreo, es el que domina e imprime sus características a estos suelos, constituyendo el rasgo morfológico más saltante de este grupo edáfico. Dentro de sus propiedades químicas son suelos de naturaleza moderada a fuertemente alcalina (pH: 8 a 8.5). El material orgánico se acumula en proporciones variables en la capa superficial del perfil. El fósforo se encuentra en dotaciones bajas y el potasio, en cantidades variables. El calcio y el magnesio son los elementos que dominan y saturan al complejo de cambio. La capacidad productiva es baja, siendo difícil establecer la fijación de cultivos anuales de altura y aun de pastos cultivados o mejorados. Su valor es muy limitado quedando relegados para un uso pecuario restringido, sobre la base de pastos naturales.

## **j. Asociación Pucara**

Esta Asociación, una de las más importantes tanto por su extensión como por la calidad de los suelos, cubre una superficie de 111,268 Has., ocupando las extensas planicies y terrazas altas disectadas por los cauces de los ríos Ayaviri, Azángaro y Ramis, principalmente.

Dentro de esta Asociación, es donde se asienta y desarrolla la máxima actividad agrícola del Sector, especialmente en el área correspondiente a las localidades de Taraco, Saman y las riberas de la laguna Arapa. Consiste de suelos Zonales relativamente maduros, profundos de color pardo rojizo a pardo rojizo oscuro, franco a franco arcilloso, bien drenado de buena fertilidad natural y capacidad productiva. Su configuración topográfica dominante es casi plana a ligeramente inclinada. El principal suelo identificado dentro de esta asociación es la Serie Pucara.

### **- Serie Pucara**

Estos suelos se han derivado a partir de materiales medianamente finos, de origen lacustre y de depósitos aluvio y coluvio locales. Se han desarrollado bajo una fisonomía topográfica plana o ligeramente inclinada.

Son suelos relativamente desarrollados o semi-maduros, bastante profundos. Dentro de sus características químicas, son suelos medianamente ácidos (pH: 5.6) en la porción superficial del suelo, variando a moderados y hasta fuertemente alcalinos (pH: 8.2 a 8.8) en las capas medias e inferiores. El material orgánico se encuentra en dotaciones adecuadas en los primeros 10 cm. de espesor; luego, decrece bruscamente con la profundidad.

Tienen buena fertilidad natural, constituyendo posiblemente los de mayor capacidad productiva de la zona reconocida, dependiendo estrechamente del factor climático. Así los suelos termo-regulados por la influencia del lago son los más receptivos desde el punto de vista agrícola y admiten la mayor parte de los cultivos anuales arables del Altiplano, en contraste, existen miembros de esta misma serie que por su ubicación climática, propia de las planicies (fuertes vientos y oscilaciones amplias de temperatura), su capacidad receptiva queda reducida a unos cuantos cultivos arables tolerantes a este cuadro climático.

## **k. Asociación Chuquibambilla**

Esta Asociación consiste de suelos maduros, pardo amarillentos oscuros, franco arcillosos a arcillosos, moderadamente bien drenados, de mediana fertilidad natural y capacidad productiva. Se distribuye principalmente sobre las planicies y terrazas altas de la cuenca del río Ayaviri y en menor proporción en la margen izquierda del río Azángaro, abarcando 12,622 Has. El principal suelo descrito e identificado dentro de esta asociación es la Serie Chuquibambilla.

### **- Serie Chuquibambilla**

Estos suelos se han derivado a partir de sedimentos lacustres y depósitos aluvio locales, habiéndose desarrollado bajo un relieve topográfico casi plano. Son suelos bien desarrollados, profundos y con horizontes bien esbozados. Tienen coloraciones pardas amarillento oscuro, franco arcilloso a arcillosos y posiblemente conforman los suelos más viejos o evolucionados.

En cuanto a sus caracteres químicos, son suelos mediana a fuertemente ácidos (pH: 5.7 a 5.3) en la parte superior del perfil y ligeramente alcalinos (pH: 7.8) en los horizontes inferiores. Presentan mediana a buena fertilidad. La capacidad productiva puede calificarse de mediana y relacionada con la ubicación climática de los suelos. Su aptitud agrícola es algo inferior a la de la Serie Pucara, permitiendo la fijación de ciertos cultivos de altura y el desarrollo de una actividad pecuaria amplia a base de pastos naturales mejorados.

## **l. Asociación Pacobamba**

Esta Asociación abarca, una superficie aproximada de 1,230 Has, de suelos franco arcillosos a arcillosos, profundos, pardo rojizos oscuros, de drenaje moderado y de mediana capacidad

productiva. Fisiográficamente, ocupan las pampas que se extienden sobre la margen derecha del río Ayaviri. El principal suelo descrito e identificado dentro de esta Asociación es la Serie Pacobamba.

#### **- Serie Pacobamba**

Los miembros que integran esta serie han sido formados a partir de sedimentos de origen lacustre y depósitos aluvio-locales. Presentan una configuración topográfica marcadamente plana. Son suelos de morfología desarrollada, de horizontes bien esbozados y de evolución madura. Presentan perfiles profundos, de tonalidades pardo rojizo oscuro, franco arcilloso a franco arcillo limoso y, conjuntamente con los miembros de la Serie Chuquibambilla, conforman los suelos más evolucionados del Sector.

Químicamente son de naturaleza entre mediana a fuertemente ácida (pH: 5.6 a 5.3). La materia orgánica se encuentra en dotaciones regulares. Son suelos medianamente previstos de fósforo y ricos en potasio. La capacidad productiva es mediana, muy similares en este aspecto a la Serie Chuquibambilla. Pueden ser utilizados de acuerdo a su ubicación climática para pastos cultivados y ciertos cultivos arables propios de altura.

#### **m. Asociación Sunata**

Esta Asociación abarca 6,924 Has de suelos pardo rojizo claros, profundos, arcillo calcáreos, de topografía fuertemente quebrada, erosionables y de baja capacidad productiva. Se encuentran sobre la margen izquierda del río Azángaro, sobre materiales parentales de naturaleza calcárea. El principal suelo descrito e identificado dentro de esta Asociación es la Serie Sunata.

#### **- Serie Sunata**

Los miembros de esta serie se han formado a partir de materiales finos de origen lacustre y de naturaleza calcárea. Ocupan una zona de geomorfología monticulada y fuertemente quebrada. La superficie en general se encuentra fuertemente erosionada, presentando numerosas quebradas de ancho y profundidad variables. El drenaje natural es variable de acuerdo a su posición topográfica. Son suelos fuertemente alcalinos (pH: 8.5) en la mayor parte del perfil. Contienen medianas cantidades de materia orgánica, dotaciones muy bajas de fósforo y proporciones moderadas de potasio. La potencialidad para uso agrícola es muy inferior a la de los suelos de la Serie Pucara, debido a sus condiciones topo-fisiográficas. En aquellas zonas con declives entre 4 y 25, se prestan para una actividad pecuaria sobre la base de pastos naturales mejorados.

#### **n. Asociación Calapuja**

Consiste de suelos Azonales, aluvionicos, pardo amarillentos oscuros a pardo oscuros, franco superficiales, de drenaje un tanto excesivo y de mediana capacidad productiva. Ocupan 59,536 Has, y se ubican en las terrazas bajas de las márgenes de los ríos Ayaviri y Azángaro. La fisonomía topográfica es casi plana, con declives promedios de 2%. El principal suelo identificado y descrito dentro de esta Asociación edáfica es la Serie Calapuja.

#### **- Serie Calapuja**

Son suelos jóvenes que se han derivado a partir de sedimentos de origen aluvial y aluvio local. El sistema de drenaje es un tanto excesivo, debido a la presencia de estratos gruesos y sueltos en las partes media e inferior del perfil. Son suelos de características poco desarrolladas y superficiales. Químicamente, son de naturaleza medianamente ácida (pH: 5.6). La materia orgánica se encuentra en proporciones bajas, siendo mínimos los niveles de nitrógeno. Contienen cantidades medianas de fósforo y dotaciones altas de potasio. La capacidad productiva puede calificarse de mediana a baja, relacionada con la escasa profundidad efectiva del suelo y con el drenaje un tanto excesivo, pueden ser utilizados para la fijación de ciertos cultivos arables de altura, así como para pastos cultivados.

#### **o. Asociación Achaya**

Esta Asociación, una de las más importantes desde el aspecto agropecuario, se encuentra integrada por suelos Azonales de origen aluvial, pardo grises oscuros o pardo oscuros, franco arenoso a franco limosos, de profundidad mediana, relativamente fértiles y de buena capacidad productiva. Abarca 29,578 Has., ocupando posiciones algo más altas que la Asociación Calapuja, principalmente sobre las márgenes de los ríos Ayaviri, Azángaro y Ramis. El principal suelo descrito y representativo de esta asociación edáfica es la Serie Achaya.

##### **- Serie Achaya**

Los suelos de esta serie se han derivado a partir de sedimentos de naturaleza medianamente ligera o mediana, de origen aluvial y aluvio local. La fisonomía topográfica está conformada por pendientes casi a nivel, entre 1 y 3. El sistema de drenaje dominante es bueno, condicionado por la topografía suave y la presencia de capas u horizontes permeables, encontrándose libres de los peligros de la erosión por el agua.

Son suelos relativamente profundos de matices pardos gris oscuro, francos arenosos o francos, porosos y de excelente permeabilidad, como son escasamente desarrollados, el perfil aparece como una masa homogénea, sin horizontes claramente definidos.

Químicamente, son de ligera a moderadamente alcalinos (pH: 7.7 a 8.1). La materia orgánica se encuentra en dotaciones bajas, el fósforo en cantidades medias y el potasio en dotaciones bien expresadas.

Presentan buena fertilidad natural y conjuntamente con la Serie Pucara, constituyen las unidades edáficas de mayor valor y capacidad productiva dentro de la zona evaluada. La capacidad productiva es excelente dentro de los términos relativos y limitativos del cuadro climático imperante. Las áreas climáticas termo reguladas por el Lago o por efecto orográfico permiten una agricultura intensiva a base de cultivos arables propios de altura. En cambio, las áreas sometidas al clima propio de las pampas, pueden ser utilizadas solo para, pasturas cultivadas y ciertos cultivos arables tolerantes a tales condiciones climáticas

#### **p. Asociación Nuñoa**

Esta Asociación se encuentra compuesta por suelos Azonales, de origen aluvionico o glacio fluvial, pardo a pardo amarillentos oscuros, franco gravoso a franco areno gravoso o pedregoso, muy superficiales, absorbentes y de baja capacidad productiva. Ocupa alrededor de 29,040 Has, y se distribuye sobre las planicies y terrazas disectadas por los ríos Nuñoa y Corahuíña.

##### **- Serie Nuñoa**

Los miembros de esta serie se encuentran compuestos por suelos jóvenes, sin mayor desarrollo, derivados a partir de materiales gruesos que han sido depositados por acción aluvionica y glacio-fluvial en las cuencas de los ríos Nuñoa y Corahuíña.

Morfológicamente, son de naturaleza esquelética, altamente gravosa y pedregosa, tanto en su fisonomía externa como interna. Químicamente, son de naturaleza fuertemente acida (pH: 4.9). La capacidad productiva es baja, relacionada directamente con las características físicas inapropiadas, pudiendo ser utilizadas para una actividad pecuaria (ovinos) a base de pastos naturales mejorados. Los lugares más elevados y fríos quedan relegados para el pastoreo de ganado auquénido, sobre la base exclusiva de pastos naturales.

#### **q. Asociación Pusi**

Esta extensa Asociación que abarca 303,179 Has., está compuesta por suelos residuales o de formación in-situ, franco a franco arenoso, generalmente superficial, de topografía quebrada y de baja capacidad productiva. Ocupa las laderas y cimas de cerros, integrando materiales parentales sedimentarios, constituidos por areniscas. El relieve topográfico es quebrado y complejo, habiéndose delimitado tres posiciones o fases de pendientes principales: empinada

(15 a 25'), muy empinada (25 a 50') y extremadamente empinada (más del 50'), siendo las dos últimas las más extensas y representativas de esta Asociación edáfica. El principal suelo descrito e identificado dentro de esta Asociación es la Serie Pusi.

#### **- Serie Pusi**

Los miembros de esta serie, formados sobre materiales sedimentarios, principalmente a base de areniscas, son de coloraciones pardas oscuras a pardo rojizas oscuras y de textura franco arenosa hasta franco arcillo arenosa, son de naturaleza ligeramente ácida (pH: 6.1 a 6.4), relativamente bajos de materia orgánica y por consiguiente, pobres en nitrógeno. El fósforo, potasio, calcio y magnesio se encuentran en cantidades adecuadas.

La capacidad productiva es baja, ligada directamente a las condiciones topoclimatológicas inapropiadas. Los miembros de esta serie, situados en posiciones topográficas relativamente suaves (15 a 25%), revisten cierto valor para el desarrollo de una actividad pecuaria, sobre la base de pastos naturales mejorados. El resto de la formación edáfica no presenta mayor valor para fines agropecuarios, salvo para un pastoreo extensivo de ganado auquénido.

#### **r. Asociación Ayabacas**

Esta Asociación abarca una superficie de 232,281 Has, de suelos residuales, franca arcillo limosos a arcillo limosos, de topografía quebrada y de baja capacidad productiva. Ocupan laderas y cim.as de los cerros, sobre materiales parentales sedimentarios, constituidos por calizas o dolomitas. La fisonomía topográfica es quebrada, habiéndose delimitado las mismas faces de pendientes que en el caso anterior. El principal suelo descrito e identificado dentro de esa Asociación edáfica es la Serie Ayabacas.

#### **- Serie Ayabacas**

Los miembros de esta serie se han formado a partir de materiales sedimentarios, a base de calizas o dolomitas. Son de tonalidades pardas rojizas a rojizas oscuras, de textura variable, predominando el franco arcillo limoso. Son de drenaje externo excesivo y de naturaleza entre ligera a moderadamente alcalina (pH: 7.8 a 8.2), poco provistos de materia orgánica y deficientes en nitrógeno. Están bien dotados de fósforo, potasio, calcio y magnesio. La capacidad productiva es relativamente baja, vinculada directamente a las condiciones topoclimáticas inapropiadas. Las áreas con relieve topográfico suave (pendientes entre 15 y 25%), son las que presentan mayor valor para el desarrollo de una actividad pecuaria sobre la base de pastos naturales mejorados.

#### **s. Asociación Sara**

Esta Asociación comprende 96,143 Has. de suelos residuales, franco arcillo arenoso, de relieve fuertemente quebrado, erosionable y de baja capacidad productiva. Ocupa también las laderas y cimas de cerros, sobre materiales parentales constituidos por lutitas. La fisonomía topográfica es marcadamente quebrada, habiéndose delimitado las mismas fases de pendiente que en las series anteriores. El suelo principal identificado y descrito dentro de esta Asociación es la Serie Sara.

#### **- Serie Sara**

Los miembros de esta serie son de tonalidades pardo amarillento oscuro variando a pardo oscuro, franco gravoso a franco arcillo arenoso gravosos. El drenaje externo es rápido, predisponiendo a estos suelos a una alta susceptibilidad a la erosión pluvial.

Químicamente, son de naturaleza entre mediana a ligeramente ácida (pH: 6.0 a 6.5). La materia orgánica se encuentra en dotaciones bajas, siendo pobres los niveles de nitrógeno, y medianamente dotados de fósforo y potasio. La capacidad productiva de estos suelos es baja, vinculada estrechamente a las condiciones topo-climáticas inapropiadas. Similarmente a los suelos de las Series Pusi, Ayabacas y Jacco, las unidades de mayor potencial Tara fines

agropecuarios son aquellas que se encuentran en posiciones topográficas algo más suaves y unidas en forma directa a las pampas o planicies.

#### **2.4.5 Clasificación de los Suelos según su Capacidad de Uso**

En esta parte del estudio, se describe en detalle las principales series que integran las asociaciones reconocidas en base a su posición topográfica o material generador o parental.

##### **Generalidades**

La capacidad de uso de un suelo es definida como su aptitud natural para producir constantemente bajo tratamientos continuos y usos específicos.

La clasificación de capacidades de uso de las tierras es un ordenamiento sistemático, práctico e interpretativo de los diferentes grupos de suelos, con el fin de mostrar sus usos, problemas o limitaciones, necesidades y prácticas de manejo adecuadas, todo lo cual es de gran valor y utilidad para la programación de los planes de desarrollo agrícola.

La capacidad de uso se basa en las limitaciones permanentes del terreno, el cual requiere continuas prácticas para superar los riesgos después que ha sido acondicionado para el uso. Los factores que fijan estas limitaciones son:

- Riesgos de erosión Condiciones de suelos Condiciones de drenaje o humedad
- Riesgos por erosión.- Están íntimamente relacionados con las condiciones topográficas, permeabilidad y clima (pluviosidad).
- Condiciones de suelos.- Están relacionada con las propiedades edáficas, como textura, estructura, profundidad efectiva, pedregosidad o gravosidad, salinidad o alcalinidad, fertilidad, etc.
- Condiciones de drenaje o humedad.- Se relacionan con el sistema de drenaje natural de los suelos.
- Condiciones de clima.- Se relaciona con el cuadro climático dominante, como sequías, excesiva pluviosidad, heladas, etc.

Este sistema de clasificación presenta diferentes niveles o categorías de grupos de suelos, La más alta categoría divide a las tierras en tres grandes divisiones o grupos:

- Tierras arables, aptas para cultivos temporales (intensivos) y permanentes.
- Tierras no arables, aptas solo para cultivos permanentes, y
- Tierras no aptas para fines agropecuarios.

La primera visión o grupo se subdivide en cuatro clases de capacidad: I a IV, que aumentan progresivamente sus limitaciones, necesidades y prácticas de manejo de la Clase I a la Clase IV. El segundo grupo se subdivide en tres clases de aptitudes de uso: V a VII, que aumentan progresivamente sus limitaciones de la Clase V a VII. El tercer grupo solo consta de una clase de capacidad, la Clase VIII, que presenta muchas limitaciones severas que la hacen inapropiada para fines agropecuarios.

Las clases de capacidad II a VIII, se subdividen a su vez en cuatro subclases o factores básicos de limitación, ya señalados.

- Erosión (e)
- Suelo (s)
- Drenaje o Humedad (w)
- Clima (c)

La Clase I es considerada la mejor y carece prácticamente de limitaciones.

En el área de estudio han sido agrupados en las Clases III, IV, V, VI, VII y VIII. Las Clases I y II se encuentran ausentes debido a las condiciones climáticas adversas, propias del Altiplano, que eliminan las posibilidades de la existencia de una máxima calidad agrícola

#### **2.4.5.1 Clases de Capacidad de Uso**

##### **CLASE III**

Los suelos en esta clase son profundos, de topografía suave, bien drenados, retentivos al agua y a los nutrientes vegetales, de buena fertilidad natural y de alta capacidad productiva. Requieren la aplicación de prácticas de manejo un tanto intensivas y cuidadosas. Las mayores limitaciones que presentan están ligadas a ciertas características edáficas (estructura, principalmente). Son tierras buena, arables, aptas para cultivos temporales propios de altura, así como para la fijación de vegetación permanente (pastos).

Constituyen las mejores tierras del Sector reconocido, abarcando una superficie de 65,461 Has. 4.8% del área total Dentro de esta Clase, se ha reconocido una subclase de capacidad: IIIs (por condición de suelo).

##### **- Subclase IIIs**

En esta subclase, se incluyen los siguientes suelos: Series Pucara y Achaya. Son suelos cuyos problemas de uso se encuentran ligados a ciertas características edáficas, como estructura y contenido de materia orgánica, desarrollándose dentro del marco climático termo-regulado por la acción del Lago: Por esta razón, presentan una mayor receptividad en el número de cultivos de altura a implantares.

Entre las prácticas de control, se pueden indicar las siguientes: (a) incorporación de residuos de cosechas, abonos verdes o estiércol; (b) aplicaciones de fertilizantes nitrogenados orgánicos o minerales y fosfáticos; (c) araduras adecuadas e (d) inclusión de una leguminosa en la rotación de cultivos que se adopte

Los cultivos más adaptables son: para amarga, papa dulce, cebada, avena, quinua y pastos cultivados, entre los principales.

##### **CLASE IV**

Estos suelos requieren prácticas de manejo y conservación más cuidadosas e intensivas que la Clase III, ya que presentan mayores limitaciones que estos, relacionadas al factor suelo (escasa profundidad efectiva, textura pesada y acidez) y condiciones climáticas adversas. En términos generales, pueden considerarse como moderadamente Buenas para cultivos estables propios de altura, así como para el establecimiento de vegetación permianente a base de pastos cultivados.

Abarcan una superficie de 100,231 Has., o sea el 7.3% del área total. En esta Clase, se ha reconocido una sub-clase de capacidad de uso: IVs (por condición de suelo).

##### **- Subclase IVs**

De acuerdo a los sub-tipos climáticos que dominan a esta sub-clase, los suelos incluidos son los siguientes:

—Suelos dentro del sub-tipo termo-regulado por el Lago o por efecto orográfico: Series Calapuja y Chuquibambilla.

—Suelos del sub-tipo climático caracterizado por amplias oscilaciones de temperatura y los vientos: Series Pucara, Achaya Pacobamba y Chuquibambilla.

Los problemas de manejo más importantes son los siguientes: (a) deficiencia de materia orgánica y nitrógeno (suelos Pucara y Achaya); (b) escasa profundidad efectiva, baja

capacidad retentiva y absorbente (suelos Calapuja); (c) textura pesada y reacción acida (suelos Chuquibambilla y Pacobamba) y (d) condiciones climáticas adversas.

Entre las practicas de control o tratamientos adecuados, pueden citarse las siguientes: (a) mejoras orgánicas a base de residuos de cosecha, abonos verdes o estiércol; (b) aplicaciones de fertilizantes nitrogenados minerales u orgánicos y fosfáticos, principalmente; (c) araduras un tanto profundas para los suelos Chuquibambilla y Pacobamba y araduras ligeras y superficiales para los suelos Calapuja; la inclusión de una leguminosa en la rotación que se adopte y (e) riego suplementario con el fin de adelantar la época de siembra y neutralizar los peligros de helaras o sequias.

Estas tierras admiten los mismos cultivos señalados para los suelos de la Clase III: papa dulce, papa amarga., quinua, cebada, avena y pastes cultivados. En los suelos ubicados bajo condiciones climáticas desfavorables, se recomiendan la papa amarga, quinua y pasturas cultivadas.

### **Tierras para vegetación permanente CLASE V**

Los suelos de esta Clase presentan limitaciones algo más severas que las tierras de las Clases III y IV. Se ubican en terrenos de topografía casi plana, no erosionables, pero con ciertas características físicas que los hacen más apropiados para la fijación de vegetación permanente y desarrollo de una actividad pecuaria.

Las mayores limitaciones de uso en esta Clase radican en la presencia de suelos superficiales y condiciones de humedad y clima adverso. Esta Clase abarca 151,677 Has. o el 11.1% del área total. Se han reconocido dos subclases de capacidad de uso: Vs (por condición de suelo y Vw (por condición de drenaje o humedad).

#### **- Subclase Vs**

En esta subclase, se incluye el suelo Calapuja. Son tierras cuyos problemas de uso, aparte de las condiciones climáticas adversas, se encuentran estrechamente vinculadas a la escasa profundidad efectiva y al bajo poder retentivo.

Entre los problemas de manejo, se tienen los siguientes: (a) deficiencia de materia orgánica y de nitrógeno; (b) escasa profundidad efectiva; (c) suelos de bajo poder retentivo y absorbente y (d) condiciones climáticas adversas.

Entre los tratamientos de control apropiados, se puede mencionar los siguientes: (a) aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, minerales u orgánicos y fosfáticos; (b) introducción de pastos, principalmente leguminosas; (c) apropiado para el pastoreo rotativo de los animales y control del número de animales y (d) araduras adecuadas e inclusión de una leguminosa en la rotación que se adopte.

Asimismo enmiendas orgánicas a base de residuos de cosechas, abonos verdes y estiércol. Los cultivos más recomendables serian la papa amarga y quinua.

#### **- Subclase Vw**

En esta subclase, se incluyen los siguientes suelos: Series Titicaca y Sorani.

Estos suelos comprenden tierras que se desenvuelven dentro de los sub-tipos climáticos modificados por el Lago o por efecto orográfico o sometido a amplias oscilaciones térmicas, siendo este ultimo sub-tipo micro-climático el que enmarca y domina a la mayor parte de la subclase.

Entre los problemas de manejo o limitaciones que pueden señalarse para los suelos pertenecientes a esta subclase, se tienen los siguientes: (a) problemas en la asimilabilidad de ciertos nutrientes vegetales, como fosforo y boro; (b) relación aire/agua un tanto desfavorable;

(c) tabla freática generalmente a partir de los 70 6 90 cm. de profundidad y humedecimiento de las porciones inferiores del perfil edáfico y (d) condiciones climáticas generalmente adversas.

Entre las practicas de control destinadas al manejo y uso de estas tierras, deben mencionarse las siguientes: (a) aplicación de fertilizantes nitrogenados minerales y fosfáticos; (b) introducción de pastas, ya sean leguminosas o gramíneas; (c) cercado para el pastoreo rotativo de los campos y control del número de animales; (d) en los terrenos mejor drenados, se requerirá efectuar enmiendas orgánicas a base de residuos de cosecha, abonos verdes y estiércol y (e) de ser factible el riego de estas tierras, especialmente aquellas menos húmedas, es más recomendable la utilización de aguas del subsuelo que el empleo de aguas superficiales ya que ello contribuirá a bajar la tabla freática.

Los cultivos agronómicos más indicados para esta clase de tierras son la papa amarga y la quinua, presentando excelentes condiciones para el desarrollo de una actividad pecuaria intensiva sobre la base de pasturas permanentes cultivadas.

## **CLASE VI**

Las severas limitaciones que afectan esta clase de suelos los hace generalmente inapropiados para llevar a cabo cultivos de carácter intensivo. Son tierras moderadamente buenas para el desarrollo de una actividad pecuaria (lanar principalmente), sobre la base de pasturas permanentes mejoradas.

Las limitaciones más importantes que presentan están relacionadas estrechamente a condiciones de drenaje pobre, suelos muy superficiales, susceptibilidad a la erosión y clima adverso, principalmente. Esta Clase ocupa una extensión de 79,430 Has. o 5.8% del área total.

En esta Clase, se han reconocido tres subclases de capacidad: VI<sub>s</sub> (limitación por suelo), VI<sub>w</sub> (limitación por drenaje o humedad) y VI<sub>e</sub> (susceptibilidad a la erosión o problemas ligados a la pendiente).

### **- Subclase VI<sub>s</sub>**

En esta subclase, se incluye el siguiente suelos Serie Naffed, Son tierras cuyos problemas de uso se encuentran afectados por condiciones climáticas adversas y a características desfavorables del factor edáfico, coma escasa profundidad efectiva y exceso de grava o pedregosidad. Son de topografía excelente, pianos, no erosionables, pero de características morfológicas esqueléticas, con predominio del material gravoso o pedregoso. La tierra agrícola se reduce a unos 15 a 20 cm. de espesor, por lo cual es muy filtrante, poco retentiva o absorbente. Entre los problemas de manejo, se tienen los siguientes: (a) deficiencia de materia orgánica y de nitrógeno; (b) muy escasa profundidad efectiva; (c) alto contenido gravoso o pedregoso; (d) muy baja capacidad retentiva y (e) condiciones climáticas adversas

Entre los tratamientos de control, se tienen los siguientes (a) aplicación de fertilizantes minerales nitrogenados y fosfáticos. (b) selección de pastos nativos; (c) cercado para el pastoreo de los campos y control del número de animales par hectárea y (d) labores de desempiedro.

El uso más recomendable para estos suelos es el pastoreo de ganado lanar, sobre la base de pasturas mejoradas.

### **- Subclase VI<sub>w</sub>**

En esta subclase se incluyen los suelos de las Series Pupuja, Humachiri, Cala- Cala y Calapuja (en su fase húmeda).

Estas tierras se encuentran limitadas por condiciones de drenaje imperfecto o pobre y susceptibilidad a inundaciones periódicas durante la época de lluvias.

Se desenvuelven bajo micro-climas modificados por efecto orográfico o sometido a amplias oscilaciones térmicas.

Son tierras que pueden considerarse como moderadamente buenas para el desarrollo de una actividad pecuaria (lanar, principalmente) sobre la base de pasturas mejoradas. No se considera factible el establecimiento de drenes ni la protección contra los peligros de inundación.

Entre los problemas de manejo, se tienen los siguientes: (a) napa freática alta, especialmente durante la época de lluvias; (b) relación aire agua desfavorable; (c) capas densas muy poco permeables; (d) inundaciones periódicas y (e) condiciones climáticas generalmente adversas.

Entre los principales tratamientos de control, pueden citarse los siguientes: (a) aplicación de fertilizantes minerales nitrogenados y fosfóricos; (b) selección de pastos nativos y (c) cercado para el pastoreo rotativo de los animales y control del número de animales por hectárea.

El uso recomendable para estas tierras sería el pastoreo de ganado lanar sobre la base de pasturas mejoradas.

#### **- Subclase VIe**

En esta subclase de capacidad, se incluyen las siguientes unidas edáficas:

—Serie Sinata, fases moderadamente inclinada (4% a 15%) y empinada (15%o a 25%).

—Serie Jacco, fase empinada (15 a 25%). —Serie Pusi, fase empinada (15N a 25%).

—Serie Ayabacas, fase empinada (15% a 25%).

Los suelos de esta subclase presentan limitaciones relacionadas a la erosión pluvial o problemas de pendiente. Por lo general, se encuentran en terrenos de laderas suaves, cercanas a las pampas extensas donde discurren los ríos Ayaviri, Azángaro y Ramis.

Son tierras moderadamente buenas para la fijación de una actividad pecuaria sobre la base de pasturas mejoradas. Se desarrollan generalmente dentro de los sub-tipos climáticos termo-regulados por el Lago o bajo amplias oscilaciones de temperatura.

Entre los problemas de manejo que presentan estos suelos, se tienen los siguientes: (a) deficiencia de materia orgánica y de nitrógeno; (b) pendientes un tanto inclinadas; (c) erosión activa o susceptibilidad a la erosión pluvial y (d) condiciones climáticas generalmente adversas.

Entre las practicas de control recomendables para los suelos de esta subclase, se tienen: (a) aplicación de fertilizantes minerales nitrogenados y fosfáticos; (b) selección de pastos y resiembras en las áreas un tanto denudadas, con el objeto de proveer al suelo de una cubierta protectora contra la erosión pluvial y (c) cercado de campos para el pastoreo rotativo, control del número de animales por hectárea y favorecer el desarrollo de una adecuada cubierta vegetativa.

El uso recomendable para esta sub-clase es el pastoreo de ganado sobre la base de pasturas mejoradas.

#### **CLASE VII**

Los suelos de esta clase presentan muy severas limitaciones, haciéndolos inadecuados para cultivos intensivos y relegándolos fundamentalmente para sustentar un pastoreo extensivo de ganado lanar (auquénidos, principalmente).

Las condiciones físicas de estas tierras son tales que hacen impráctico aplicar aquellas técnicas o medidas señaladas para los suelos de la Clase VI. Las restricciones son más severas debido a las limitaciones desfavorables continuas de suelos (muy superficiales, gravosos o pedregosos y exceso de calcáreo y yeso), drenaje muy pobre, pendientes

pronunciadas, problemas de erosión y condiciones climáticas rigurosas, que no pueden ser corregidas.

Esta Clase abarca una superficie de 519,15g Has. o 37.9% del área total. En esta Clase de capacidad se han reconocido tres subclases de aptitud: VIIs (limitación por suelo), VIIw (limitación por drenaje o exceso de humedad) y VIIe (Susceptibilidad a la erosión o problemas ligados a la pendiente).

#### **- Subclase VIIs**

De acuerdo a los sub-tipos climáticos que predominan en los suelos de esta Subclase, estos se pueden agrupar en la siguiente forma:

—Suelos bajo un clima sometido a amplias oscilaciones de temperatura y fuertes vientos: Serie Choccorossi.

—Suelos bajo un clima de puna alta o paramo: Series Nuñoa, Calapuja, Jacco, Sara, Ayabacas y Pusi. La fase correspondiente a las cuatro últimas series, corresponde a pendientes entre 0 y 4% y en posiciones altas y aisladas.

Estos suelos consisten de tierras cuyos problemas de uso se encuentran vinculados a características edáficas y climáticas muy desfavorables. Son de topografía generalmente plana, no erosionable y consideradas como regulares para el desarrollo extensivo de una actividad pecuaria lanar (ovinos y auquénidos), sobre la base de las pasturas naturales.

Las limitaciones de uso que presentan estos suelos son las siguientes: (a) suelos muy superficiales; (b) exceso de materiales calcáreos y yesíferos; (c) exceso de material gravoso y pedregoso; (d) bajo poder retentivo y (e) condiciones climáticas rigurosas.

Son muy escasas las prácticas recomendables para este tipo de tierras, ya que, como se ha indicado, la mayor parte de las medidas señaladas para la Clase VI son imprácticas de aplicar. En ciertos lugares de esta Subclase, especialmente donde ocurren los suelos Calapuja y Nuñoa, es posible realizar un cercado de los campos con el fin de controlar el número de animales y propender a mantener una cubierta natural adecuada.

El uso más apropiado de estas tierras, como ha quedado claramente señalado, es destinarla para pastoreo extensivo de ganado lanar.

#### **- Subclase VIIw**

En esta subclase, se incluyen los siguientes suelos: Series Limnos, Parpuma y Calapuja (fase húmeda).-- Los dos suelos corresponden al sub-tipo climático de paramo. Son tierras cuyos problemas de uso se encuentran limitados severamente por condiciones de drenaje indeseable o inundado por largos periodos de tiempo. Por estas características inapropiadas, quedan relegados para pastoreo temporal y extensivo, sobre la base de pasturas naturales que prosperan bajo tales condiciones hidrofíticas.

Las limitaciones de uso que presenta este tipo de tierras son las siguientes: (a) suelos de drenaje muy pobre con tabla freática alta; (b) la mayor parte del perfil es siempre humedecido e (c) inundación durante gran parte del año. No es posible señalar medidas de control por ser imprácticas o muy poco justificables para este tipo de tierras. Tienen cierto valor como tierras de pastoreo temporal y extensivo del ganado local.

#### **- Subclase VIIe**

En esta subclase se incluyen los siguientes suelos: Series Sunata, Jacco, Sara, Pusi y Ayabacas. A esta subclase, corresponden los suelos de las series indicadas en la fase moderadamente inclinada (de 4 a 15%), empinada (15 a 25%) y muy empinada (25 a 50%), en posiciones altas, aisladas y clima dominante propio de paramo.

Esta subclase comprende las tierras cuyas limitaciones básicas estriban en alta susceptibilidad a la erosión, erosión severa actual o activa y pendiente pronunciada. Por estas condiciones físicas, estas tierras tienen valor exclusivo para pastoreo extensivo de ganado lanar (auquénidos, especialmente). Entre las principales limitaciones que afectan el uso de estas tierras, se tienen las siguientes: (a) pendientes pronunciadas; (b) alta susceptibilidad a la erosión pluvial o problemas severos de erosión activa; (c) suelos muy superficiales asociados con áreas litológicas o afloramientos rocosos y (d) clima riguroso propio de puna alta o paramo.

Debido a estas serias limitaciones, no se justifica la aplicación de técnicas o medidas de control. Quizás, en los terrenos con declives menos pronunciados (menores del 25%), sea factible el cercado. En términos generales, estas tierras deben destinarse al pastoreo extensivo de ganado lanar, principalmente auquénido.

## **CLASE VIII**

Los suelos y la forma del terreno en esta Clase presentan limitaciones muy severas o extremas, que los hacen inapropiados para fines agropecuarios. Esta Clase abarca una superficie aproximada de 453,747 Has. 6 el 33.1% del área total.

En esta Clase de capacidad se han reconocido cuatro subclases: VIII<sub>s</sub> (limitación por factor edáfico), VIII<sub>e</sub> (limitación por erosión o pendiente); VIII<sub>ln</sub> (limitación por formación nival) y VIII<sub>lw</sub> (limitación por drenaje).

### **- Subclase VIII<sub>s</sub>**

En esta subclase, se incluyen las siguientes unidades: Series Muni y Tierras Misceláneas de cauce de río. Esta subclase incluye las tierras muy severamente afectadas por el alcali blanco. Son terrenos casi planos o depresionados, no erosionables, de drenaje muy pobre, sin ningún valor para fines agropecuarios, pudiendo prestar cierta utilización para vida silvestre o para la explotación del material salino. También se incluyen en este grupo, todas aquellas tierras arenopedregosas fluviales (River wash o cauce de río) sin ningún valor para propósitos agronómicos.

### **- Subclase VIII<sub>e</sub>**

Esta subclase se encuentra conformada por los siguientes suelos: Series Sunata, Jacco, Pusi, Sara y Ayabacas, todas en su Fase extremadamente empinada (pendiente mayor de 5096). Esta subclase comprende todas las tierras afectadas severamente por la erosión pluvial o que revisten muy alta susceptibilidad a la erosión o presentan problemas vinculados al factor pendiente. Estas tierras, dominadas en su mayor extensión por condiciones climáticas propias de puna alta o paramo, se asocian con suelos de naturaleza litológica, afloramientos rocosos y escarpados. Como medida de control, es recomendable evitar la quema indiscriminada. Su valor es muy escaso para fines agropecuarios.

### **- Subclase VIII<sub>ln</sub>**

En esta subclase, se incluyen las tierras misceláneas, como las formaciones nivales (nieves perpetuas), áreas fuertemente denudadas por acción de las masas de hielo en asociación con superficies puramente líticas, escarpados etc. Su valor para fines agropecuarios es nulo.

### **- Subclase VIII<sub>lw</sub>**

En esta subclase, se incluyen las tierras misceláneas de naturaleza pantanosa, bajo inundación permanente. Prestan valor solo para vida silvestre, pesca, etc.

## 2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE TRABAJO

Las unidades hidrográficas de trabajo del inventario de fuentes de agua superficial se realizó en base al estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Ramis, componente: recursos hídricos superficiales, sub componente: inventario de fuentes de agua superficial y en atención al Decreto Supremo N° 034-2007-EM, mediante el proyecto Actualización del balance Hídrico de la Cuenca del Río Ramis, el trabajo se realiza por subcuencas, se indican en el cuadro 2.10 y en el gráfico 2.3 se indica el esquema fluvial de las subcuencas del área de estudio.

**Cuadro N° 2.10.**

*Subcuencas del área de estudio*

subcuencas	Perímetro Km	Área Km2
Crucero	462	4396
San José	162	950
Azángaro	177	676
Nuñoa	325	2763
Santa Rosa	167	933
Llallimayo	284	1971
Ayaviri	298	2668
Ramis	141	348
Total		14,706

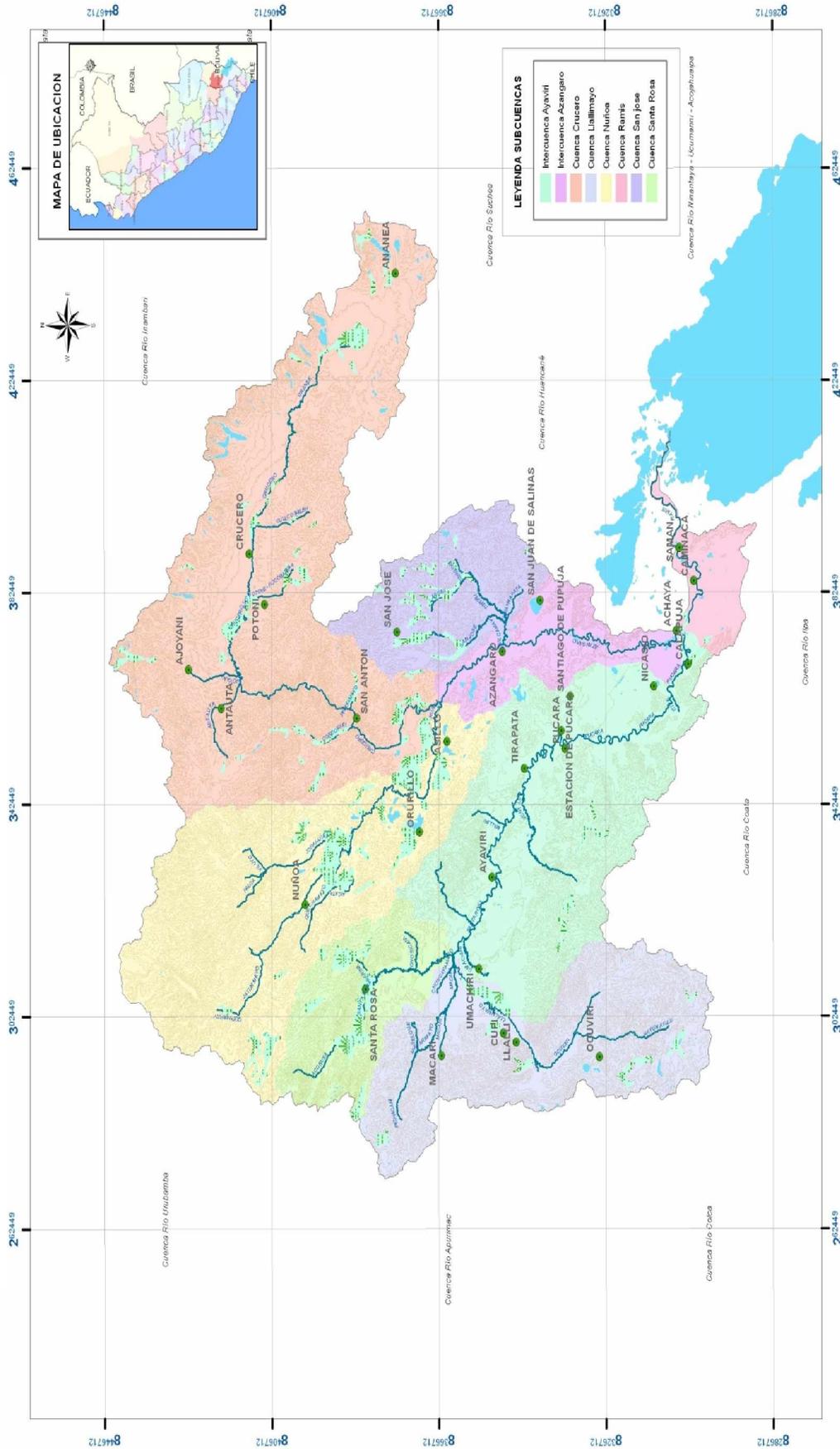
A continuación se describe cada subcuenca, utilizando para ello los mapas de clasificación ordinal de ríos, topográfico y vial, los cuales se muestran en forma gráfica más adelante y con más detalle en Anexo. Mapa de Clasificación ordinal de ríos, Topográfico y Vial por subcuencas.

**Figura N° 2.9.**

*Subcuencas del área de estudio*

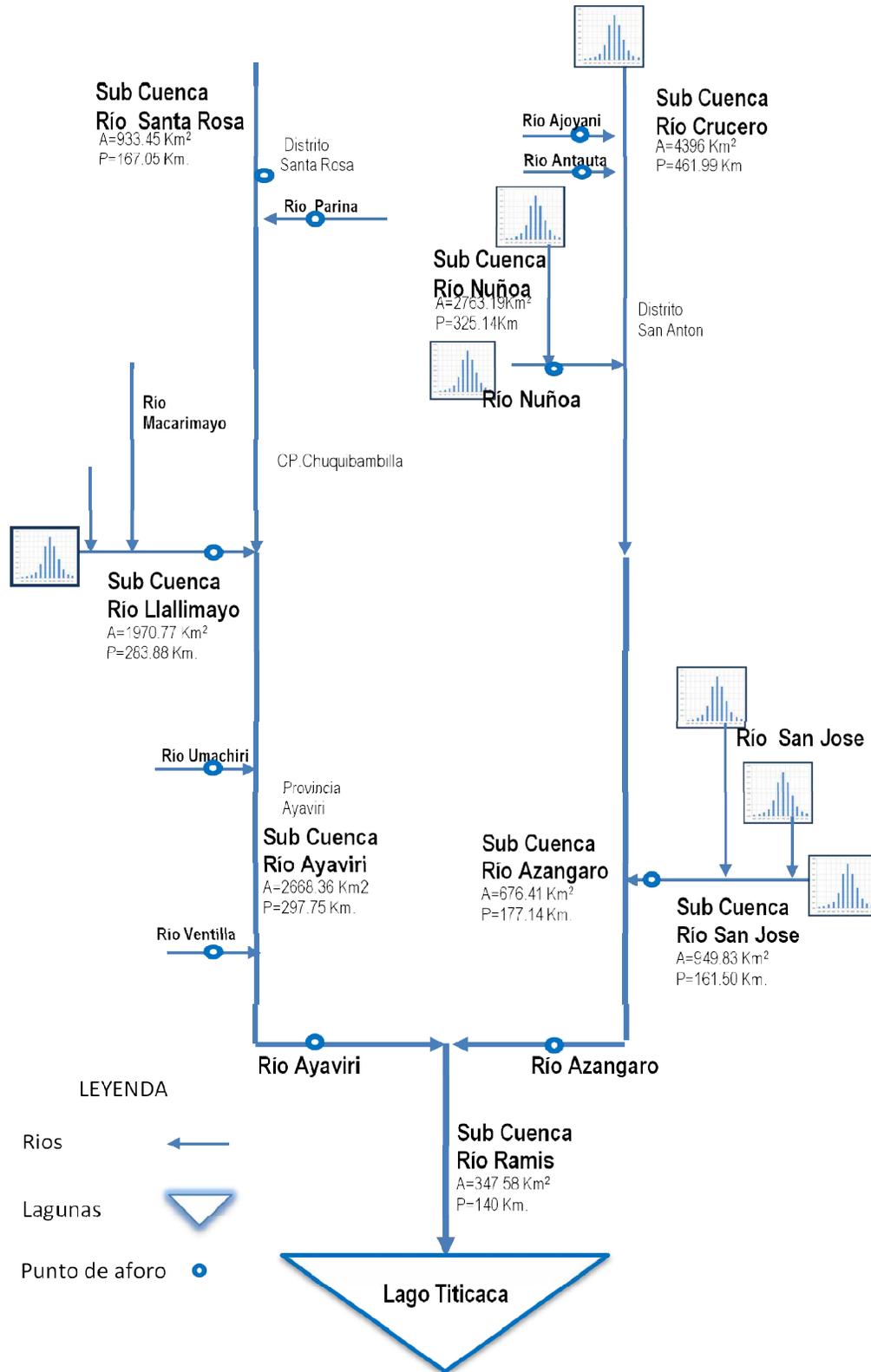


**Figura N° 2.10.**  
**División Hidrográfica por subcuencas de la cuenca del río Ramis**



**Gráfico N° 2.3**

**Diagrama distribución de subcuencas en la cuenca del río Ramis**



### 2.5.1 Subcuenca Crucero.

La subcuenca del río Crucero ocupa una superficie de 4,396.29 Km<sup>2</sup> que representa el 29,89% del total de la cuenca del río Ramis (14,706.00 Km<sup>2</sup>); presenta una pendiente media de 0.815%; la temperatura media es de 6.2°C y la precipitación media anual es 854.9 mm, esto según la estación Crucero y los mapas de isotermas e isoyetas presentados; la evapotranspiración potencial es de 140.2 mm.

Se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8366395 a 8445589 y Este 339513 a 454336.

Políticamente se encuentra ubicada en el departamento de Puno, provincias de Putina, Sandía, Carabaya y Azángaro en los distritos de Ananea, Muñani, Potoni, Asillo, San Antón, Cuyo Cuyo, Patambuco, Limbani, Crucero, Ajoyani, Coasa y Usicayos.

La subcuenca tiene un perímetro de 462 km, su parte más elevada está en la cota 5,650 msnm y se ubica en el nevado Ananea Chico y su parte más baja se ubica en la cota 3,869 msnm donde confluye con el río Nuñoa.

El principal afluente toma diferentes nombres en su recorrido desde sus orígenes así tenemos que en la parte alta se denomina río Grande, Unión de los ríos Ananea y quebradas, en la naciente, y en la parte media llamado río Carabaya y en la parte baja río Crucero.

El río principal tiene una longitud total de 219 km; resultando una pendiente mínima de 0.13% en las partes bajas y de 1.5% en sus partes altas, presenta una dirección de Noroeste, Suroeste y Sur y tiene forma rectangular en la parte alta, cuadrada en la parte media y triangular en la parte baja, el número de orden de la cuenca es 6 y su altura media es de 4459 msnm. Según plano a escala 1:100,000 la cuenca presenta una textura media.

Los ríos principales de la cuenca son: Antauta, Ajoyani, Inambari y las lagunas de importancia son: Parcharúa, Soracocha, Aricoma, Rinconada, Suytucocha, Casa Blanca, Sillacunca (represada), y Ticllacocha. Como nevados principales tenemos al nevado Ananea Chico, Callejón y Ananea Grande.

La precipitación total que presenta la cuenca Crucero tiene un promedio anual de 762 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a abril, un mínimo de 621.9 mm en la estación progreso y una precipitación máxima de 854.9 mm., en la estación Crucero.

La temperatura media anual es de 6.2°C, producto de la temperatura media varía entre 2.6°C (julio) a 8.5°C (febrero); la precipitación media anual es 71.24 mm y la evapotranspiración potencia anual 104.5 mm.

Para llegar a la cuenca es a través de carretera afirmada que une las ciudades de Juliaca – Azángaro - Crucero y Juliaca – Putina – Ananea, zona norte de Puno, la cual cruza el distrito de Putina; la vía se inicia en la ciudad de Juliaca, cuyo rumbo es por la margen izquierda del río Ramis (aguas arriba del puente Ramis) hasta llegar a los poblados de Oriental, y por la ciudad de Ayaviri, se toma la vía asfaltada, Transoceanica, pasando la ciudad de Asillo, capital de distrito y el poblado de Progreso, llegando al poblado de Carlos Gutiérrez y río Crucero respectivamente.

El caudal máximo medio mensual del río Crucero según la estación hidrométrica Limnimétrica de Sillota (puente Sillota) es de 468.37 m<sup>3</sup>/s en el mes de marzo de 1999 y el caudal mínimo

medio mensual de 0.44 m<sup>3</sup>/s para el mes de setiembre de 1998 (fuente PELT), en el mes abril del 2008 se registro un caudal de 1.71 m<sup>3</sup>/s.

En esta cuenca se realizaron 879 puntos de aforo y se tiene 01 punto planteado para su evaluación obligatoria, la misma que se ubica en el puente Sillota y 04 puntos de aforo como de segundo orden de prioridad, ubicados en la desembocadura de la subcuencas de Antauta, Condoriri, Ajoyani, y cuenca de Crucero.

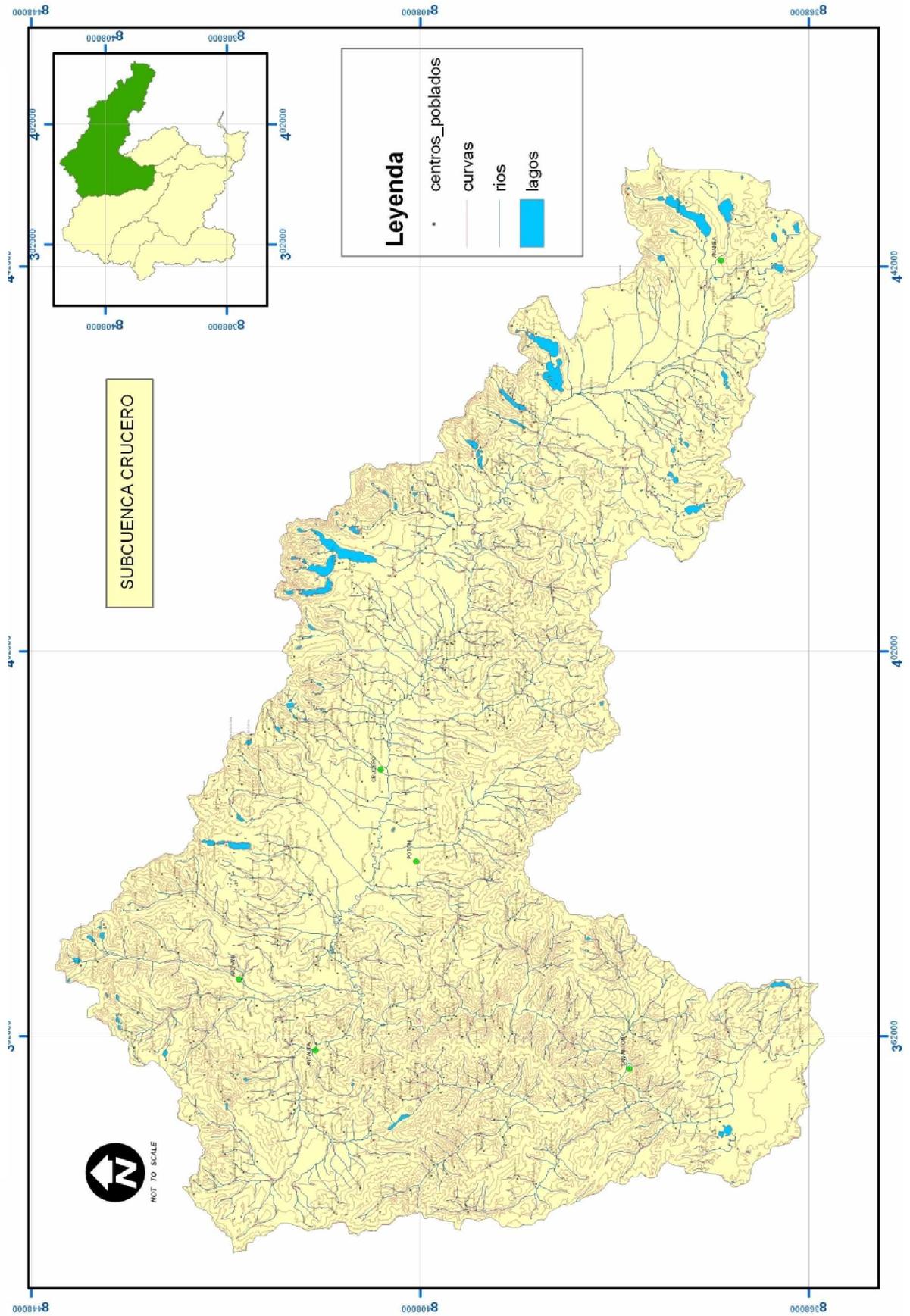
Las superficies aptas para el cultivo en esta subcuenca mayormente corresponden la parte baja de la subcuenca San Antón (en cultivos de pastos mejorados en 85 % y algunos tuberculos y cereales en menor cantidad), las mismas que se encuentran en ambas márgenes y su uso en agricultura es con agua proveniente del río Crucero.

En esta subcuenca las fuentes de agua superficial inventariadas son las aguas de 879 quebradas, 85 manantiales, 79 bofedales, 55 lagunas y 4 represas.

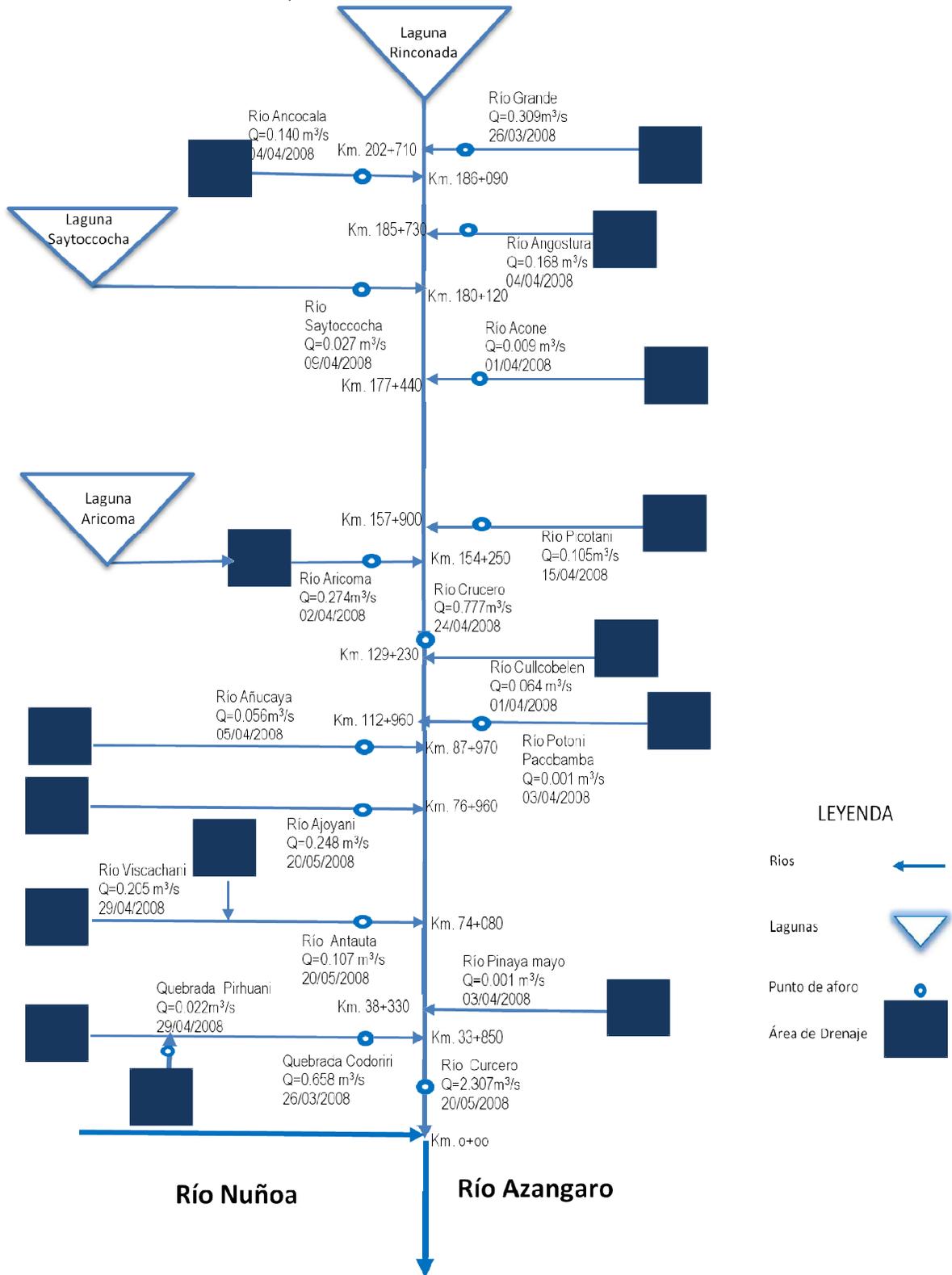


*Foto N° 10 se observa las actividades de inventario de la Laguna Saytucocha ubicada en la cuenca Ramis Distrito de Cuyo Cuyo, Provincia de Sandia Departamento de Puno Coorrdenadas: 427105 Este, 8397153 Norte a una altitud de 4415msnm, sus aguas son utilizadas con fines piscícolas.*

**Figura N° 2.11.**  
**Mapa de la subcuenca Crucero**



**Gráfico N° 2.4**  
**Esquema Fluvial de la subcuenca Crucero**



### 2.5.2 Subcuenca San José

La cuenca ocupa una superficie de 950 Km<sup>2</sup> que representa el 6.46% del total de la cuenca (14,706 Km<sup>2</sup>); presenta una pendiente media de 2.33%; la temperatura media es de 8.7°C y la precipitación media anual es 48.09 mm, esto según la estación Azángaro y mapas de isotermas e isoyetas presentados, la evapotranspiración potencial es de 107.86 mm.

La cuenca del río San José tiene un perímetro de 162 km, su parte más elevada está en la cota 5,162 msnm, se ubica en el nevado Surapana y su parte más baja se ubica en la cota 3,850 msnm, donde confluye con el río Azángaro, se ubica entre las coordenadas Este de 365497 a 399791 y Norte de 8340303 a los 8393307.

La vía de acceso a la cuenca se inicia en la carretera Transoceanica que une toda la zona sur del Perú de Norte (Brasil) a Sur (Perú), partiendo de la ciudad de Juliaca a través de una carretera asfaltada, cuyo rumbo es por la margen izquierda del río Ramis (aguas arriba del puente Ramis) cruzando por los distritos de Pucara y río Azángaro hasta llegar a los poblados de Azángaro y San José.

En esta subcuenca las fuentes de agua inventariados son 207, de las cuales 31 son manantiales, 131 quebradas, 23 ríos, 17 bofedales y 5 lagunas.

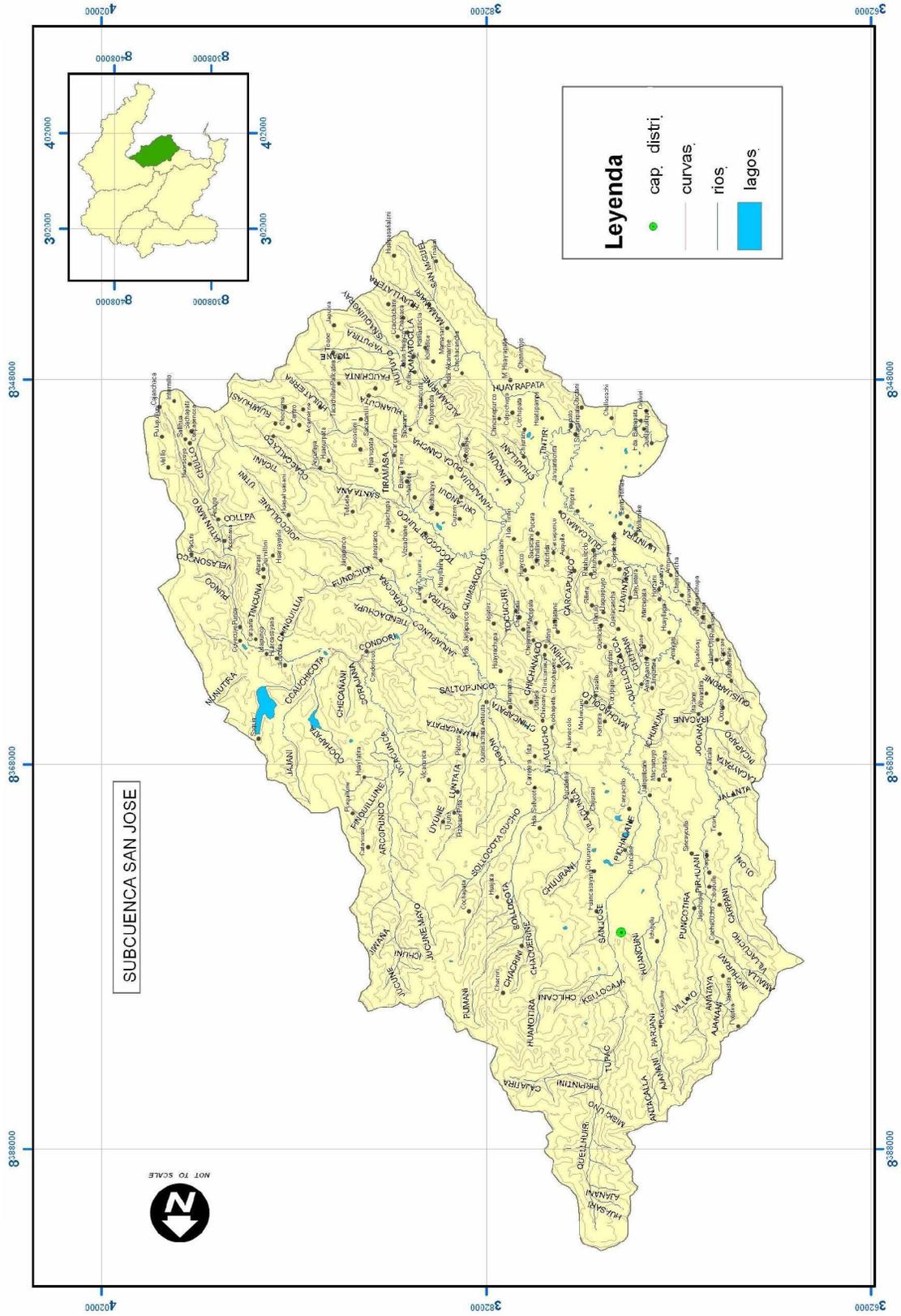
La longitud total del río principal es de 69 Km; resultando una pendiente mínima de 0.16% en las partes bajas a 4.5% en las partes altas, presenta una dirección Noreste a Suroeste y tiene forma de pera, el número de orden de la cuenca es 5 y su altura media es de 4,158 msnm, la cuenca presenta un drenaje rectangular según observación realizada en un plano a escala 1:100,000.

Los ríos principales de la cuenca son: el río Condoriri, Tintiri, Santa Ana, Quilcamayo, Jacara, Pirhuani, Lagoni, y Carpani, las lagunas de importancia son: Alta Gracia y Salinas, como nevados principales se tiene al nevado de Surapana.

La precipitación total que presenta la cuenca San José tiene un promedio anual de 48.09 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a marzo, no existe ni existió estación hidrométrica en la desembocadura del río en mención, sin embargo, se realizó unos aforos parciales en el mes de mayo resultando un caudal de 0.068 m<sup>3</sup>/s, el punto de aforo fue ubicado en el puente San José.

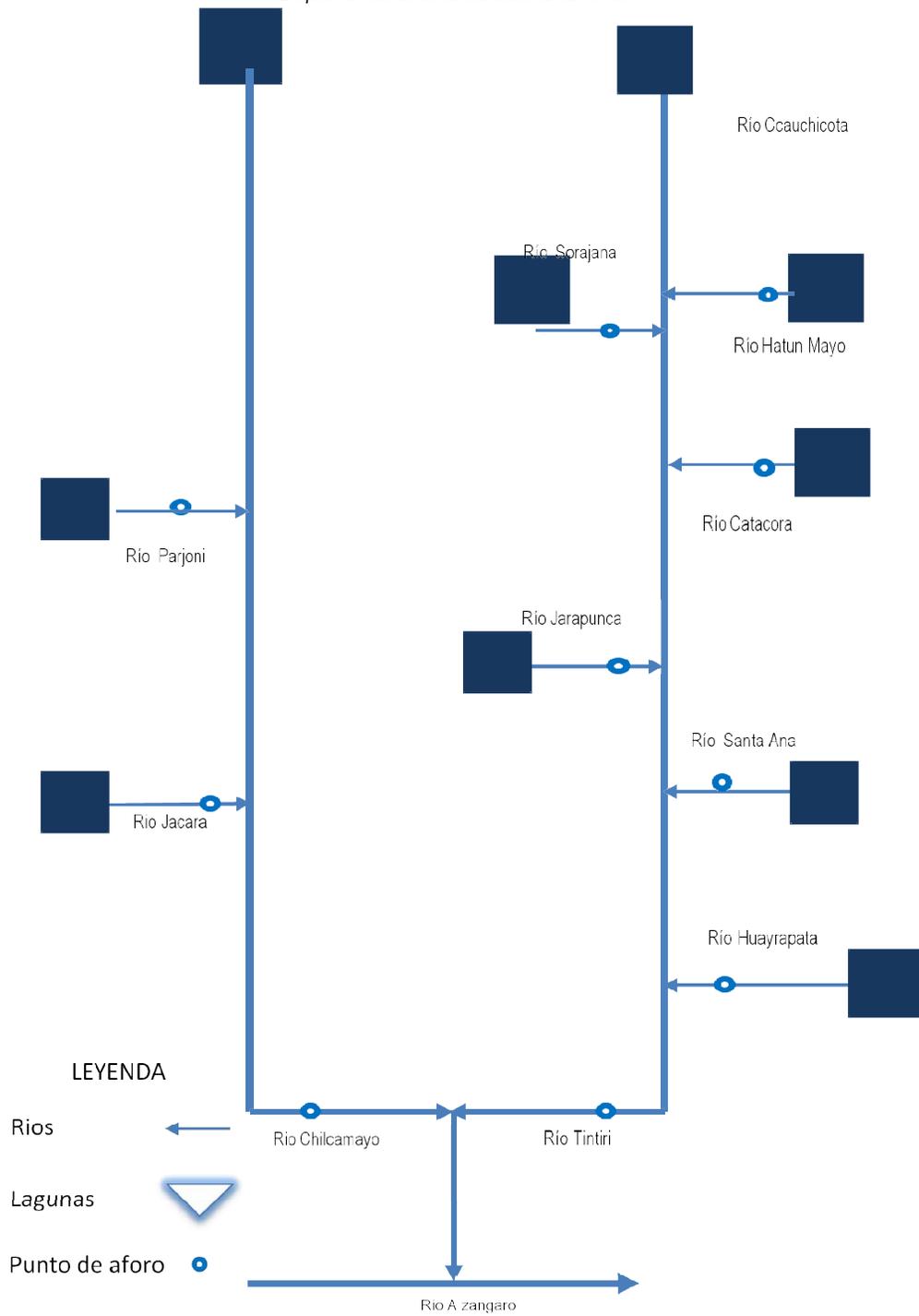
Las superficies en esta zona son reducidas, debido a la escasez de agua, el río San José es de régimen Intermitente, y más aún parte del agua es utilizada con fines pecuarios (parte media y baja de la cuenca), se presenta el esquema fluvial de la subcuenca en el gráfico 2.5.

**Figura N° 2.12.**  
**Mapa de la Subcuenca San José**



### Gráfico N° 2.5

Esquema Fluvial de la Subcuenca San José



### 2.5.3 Subcuenca Azángaro.

Esta subcuenca del río Azángaro, se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8308975 a los 8367970 y Este de 357851 a 386192.

Políticamente se encuentra ubicada en el departamento de Puno, provincia de Azángaro; parcialmente se ubica en los distritos de Arapa y en mayor área en el distrito de Azángaro.

Esta subcuenca ocupa una superficie de 676 Km<sup>2</sup> lo cual representa el 4.60% del total del área de la cuenca (14,706 Km<sup>2</sup>), esta subcuenca pertenece a la parte baja de la cuenca.

La fuente principal es el río Azángaro, su pendiente del cauce en este tramo es de 0.053 %.

La subcuenca del río Azángaro tiene un perímetro de 177 km, su parte más elevada está en la cota 4,560 msnm y se ubica en el cerro Viluyo y su parte más baja se ubica en la cota 3,839 msnm donde confluye con el río Ayaviri.

La longitud total del río principal es de 96 km resultando una pendiente mínima de 0.015% en las partes bajas a 0.09% en las partes altas, presenta una dirección sureste a sur y tiene forma rectangular, el número de orden de la cuenca es 6 y su altura media es de 3,940 msnm.

Los ríos principales de la subcuenca son: el río Arrieromayo, Yanamayo y Chuñojani y las lagunas de importancia son: Quearia, Quequerani y San Juan de Salinas.

La precipitación total anual que presenta la Subcuenca Azángaro es de 577 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a marzo, el caudal medio anual del río Azángaro es de 49.9 m<sup>3</sup>/s según datos de la estación hidrométrica limnimétrica Azángaro (puente Azángaro), variando de 144.2 m<sup>3</sup>/s en el mes de marzo a 5.7 m<sup>3</sup>/s para el mes de agosto.

En esta subcuenca se realizaron 87 puntos de aforo y se tiene 01 punto planteado para su evaluación obligatoria la misma que se ubica en el sector denominado Achaya y también 01 punto de aforo como de segundo orden de prioridad ubicado en el puente Azángaro.

La temperatura media es de 8.7°C y la precipitación media anual es 48.08, esto según la estación Azángaro y mapas de isotermas e isoyetas presentados; respecto a la evaporación potencial es de 107.86 mm.

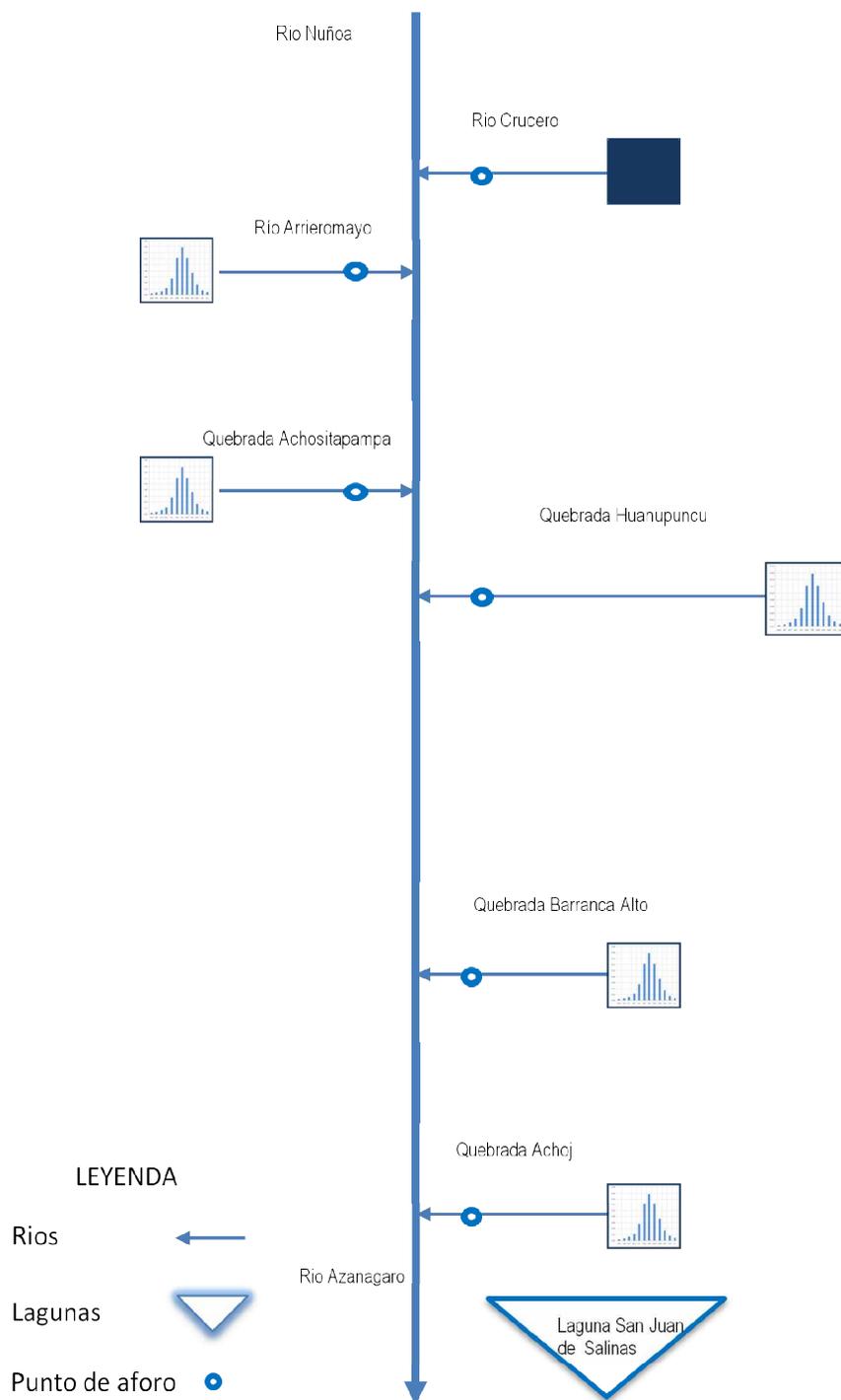
Para llegar a la cuenca es a través de una carretera asfaltada que se inicia en la ciudad de Ayaviri, Pucara (carretera Transoceánica), cuyo rumbo es por la margen derecha del río Ramis (aguas arriba del puente Ramis) hasta llegar a los poblados de Calapuja, Mataro Chico y Azángaro, capital de la provincia de Azángaro.

En esta cuenca las fuentes de agua superficial inventariadas son: 119 puntos de aforo de aguas de de las cuales, 46 son manantiales, 16 lagunas y 53 quebradas.



### Gráfico N° 2.6

#### Esquema Fluvial de la Subcuenca Azángaro



#### 2.5.4 Subcuenca Nuñoa

Esta Subcuenca se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8353229 a 8443335 y Este 285817 a 361549, políticamente se encuentra ubicada en el departamento de Puno y Cusco en menor área en la provincia de Canchis, distrito de Marangani, en el departamento de Puno la provincia de Melgar; en los distritos de Orurillo y Nuñoa.

Esta subcuenca ocupa una superficie de 2,763 Km<sup>2</sup> lo cual representa el 18.79% del total del área de la cuenca (14,706 Km<sup>2</sup>), en las nacientes del río Armas Quenamari, la subcuenca es húmeda producto de la descongelación del nevado Kunurana.

La subcuenca del río Nuñoa tiene un perímetro de 325 km, su parte más elevada está en la cota 5,553 msnm y se ubica en el nevado Kunurana y su parte más baja se ubica en la cota 3,869 msnm, donde confluye con el río Crucero.

La longitud total del cauce principal es de 150 km, resultando una pendiente mínima de 0.08% en la parte baja y una máxima de 4.0% en las partes altas, presenta una dirección sureste, el número de orden de la cuenca es 5 y su cota media es de 4,402 msnm, observado el plano a escala 1:100,000 la cuenca presenta un drenaje dendrítico.

Los ríos principales de la subcuenca son: Quenamari, Jatunmayo, Patiani, Antacalla, Totorani, Palca, Huayco, Saluyo, Jurahuiña, Chillipalca, Lloncacarca, Challuta, Pite, Piscotira y las lagunas de importancia son: Ututo, Ñequecota, Humamanca, Quellacocha, Qomercocha, Caycopuncu, Jilocota y como nevados principales tenemos al Ñequecota, Olloquenamari, Quellma, Junurana, Sapanota, Pumanota, Cuchocucho, Culi, Canta casa.

La precipitación total que presenta la cuenca Nuñoa tiene un promedio anual de 707 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a marzo. El caudal aforado en el mes de junio es de 2.470 m<sup>3</sup>/s.

En esta cuenca se realizaron 663 puntos de aforo y se tiene 01 punto planteado para su evaluación obligatoria la misma que se ubica en el puente Asillo y 03 puntos de aforo como de segundo orden de prioridad ubicada en la desembocadura de los Ríos de Nuñoa y Jorahuiña así como en el puente Nuñoa.

La fuente principal de la cuenca es el río Nuñoa que tiene una pendiente del cauce de 2.04 %.

La temperatura media es de 6.5°C y la precipitación total anual es 707 mm, esto según la estación Nuñoa y mapas de isotermas e isoyetas presentados; la evapotranspiración potencial es de 99.30 mm.

Para llegar a la cuenca se realiza a través de una carretera afirmada que se inicia en la ciudad de Ayaviri (carretera Ayaviri - Orurillo), cuyo rumbo es por la margen derecha del río Nuñoa (aguas arriba del puente Asillo) hasta llegar a los poblados de Orurillo y Nuñoa.

La otra vía a la cuenca es a través de la vía asfaltada que se inicia en la ciudad de Ayaviri, desviando en el poblado de Santa Rosa hasta llegar al poblado de Nuñoa por carretera afirmada

En esta cuenca las fuentes de agua superficial inventariadas son: 218 manantiales, 364 quebradas 43 bofedales y 16 lagunas.

**Figura N° 2.14.**  
**Mapa de la Subcuenca Nuñoa**

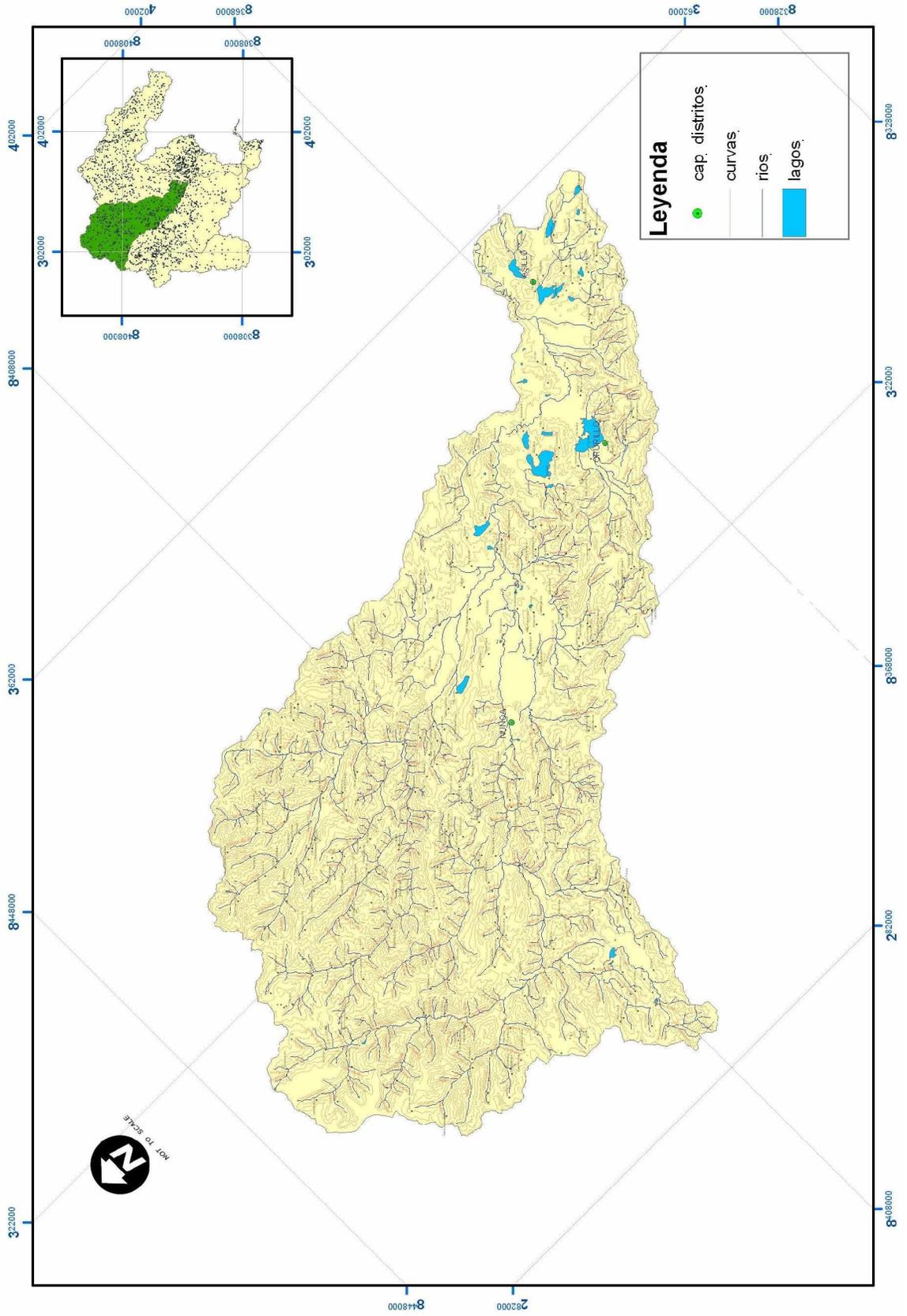
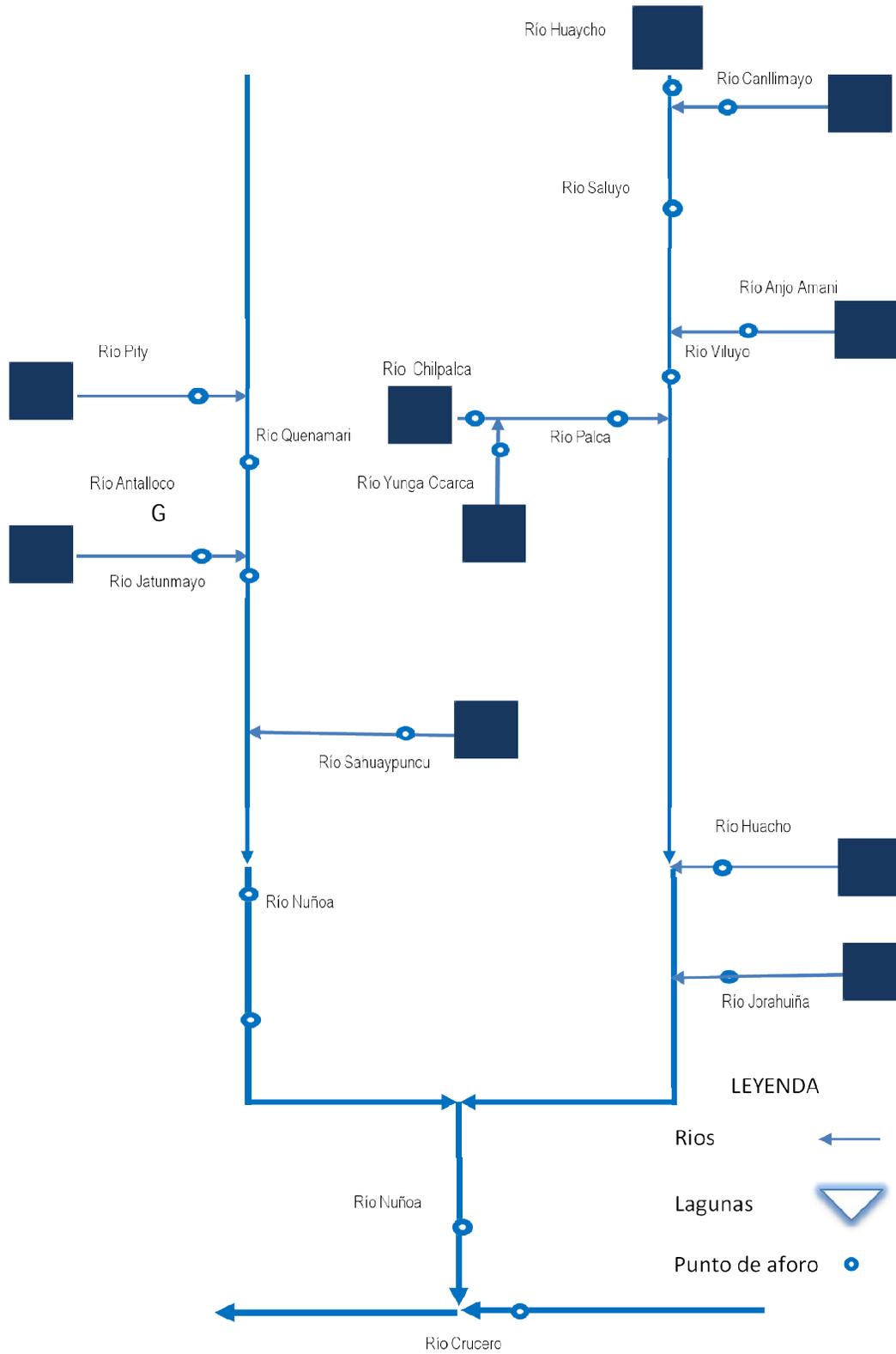


Gráfico N° 2.7

Esquema Fluvial de la Subcuenca Nuñoa



### 2.5.5 Subcuenca Santa Rosa.

Esta Subcuenca se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8363259 a los 8406383 y Este 282632 a 324871, políticamente se encuentra ubicada en el departamento o región Puno, provincia de Melgar; parcialmente se ubica en los distritos de Santa Rosa y Macari.

Esta subcuenca ocupa una superficie de 933 km<sup>2</sup> lo cual representa el 6.35% del total del área de la cuenca del río Ramis (14,706 Km<sup>2</sup>).

La subcuenca del río Santa Rosa tiene un perímetro de 167 km, su parte más elevada está en la cota 5,472 msnm, en el nevado Chimboya y su parte más baja se ubica en la cota 3,894 msnm donde confluye con el río Llallimayo formando el río Ayaviri.

La longitud total del río principal es de 89 km, resultando una pendiente mínima de 0.05% en las partes bajas y de 9.7% en las partes altas, presenta una dirección Sureste y tiene forma rectangular alargada hacia su desembocadura. El número de orden de la cuenca es 5, su altura media es de 4,309 msnm, la cuenca presenta textura media.

Los ríos principales de la cuenca son: el río Parina, Achaco, Chosicani, Inkañan, Vilacota y los nevados de importancia son el nevado Kunurana y Chimboya.

La precipitación que presenta la cuenca Santa Rosa es de 844.3 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año, produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a marzo.

En esta subcuenca se realizaron 16 puntos de aforo y se tiene 01 punto planteado para su monitoreo obligatorio, la misma que se ubica en el puente Chuquibambilla y 02 puntos de aforo como de segundo orden de prioridad ubicados en la desembocadura del río Parina y en el río Santa Rosa antes de su confluencia con el río Parina.

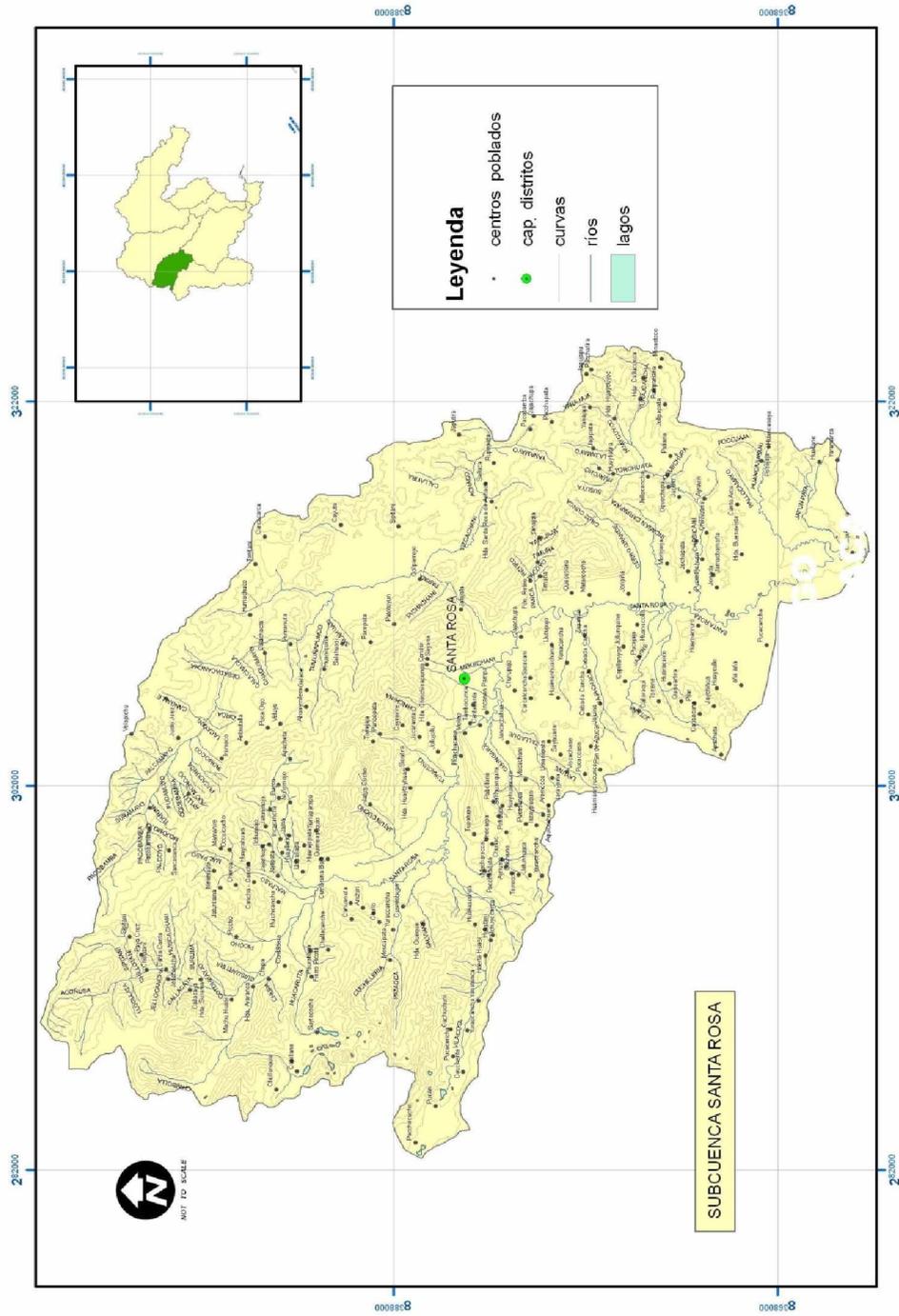
Por la confluencia de los ríos Quishuarani y Huacanuta, nace el río Santa Rosa y que tiene una pendiente del cauce es de 4.88 %.

La temperatura media es de 7.6°C y la precipitación total anual es de 844.3 mm, según la información de la estación Santa Rosa.

Para llegar a la cuenca es a través de una pista asfaltada que une las ciudades de Puno, Juliaca, Ayaviri y Sicuani.

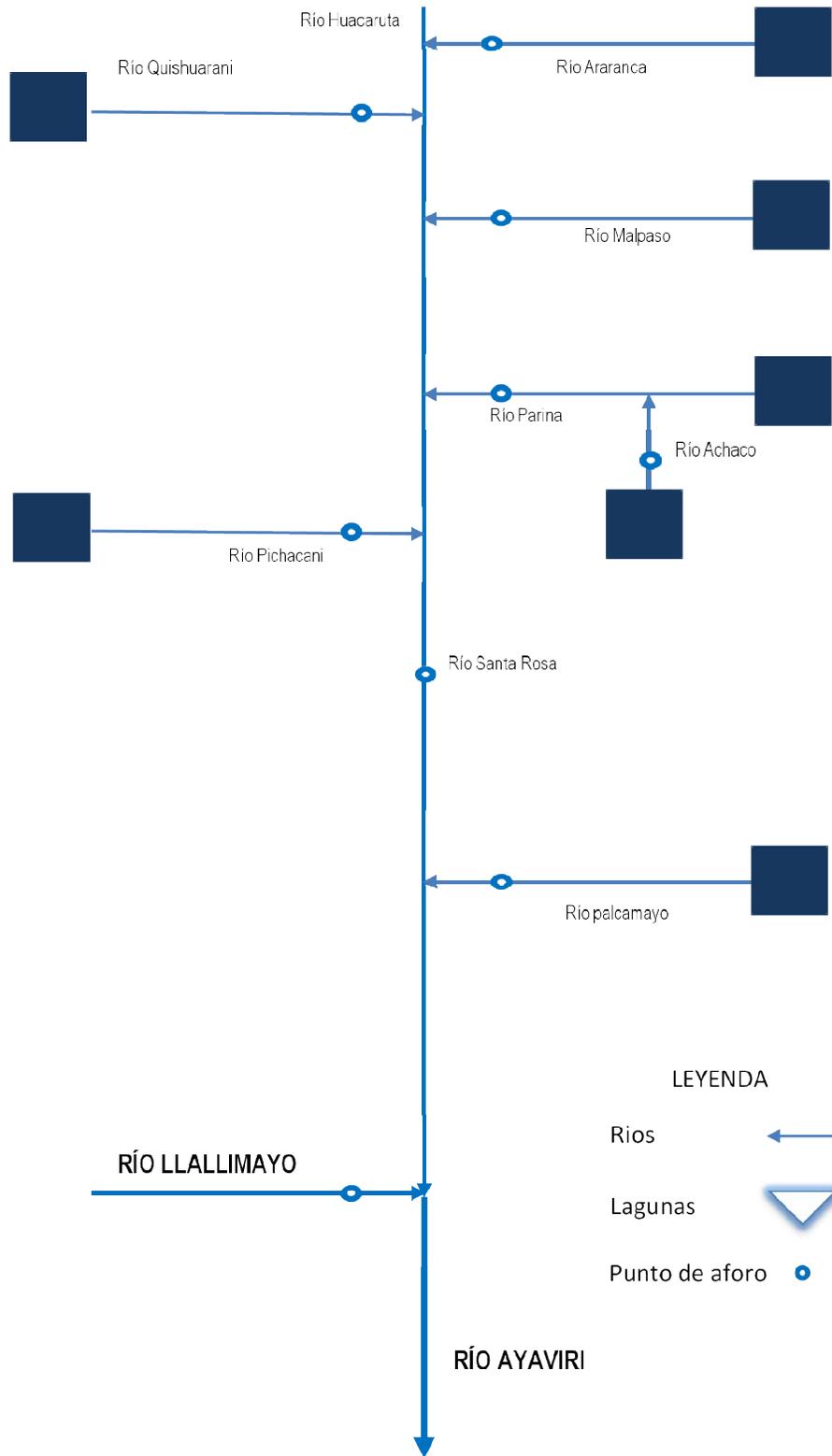
En esta cuenca se han inventariado 78 quebradas, 72 manantiales, 8 bofedales

**Figura N° 2.15.**  
**Mapa de la subcuenca Santa Rosa**



**Gráfico N° 2.8**

*Esquema Fluvial de la Subcuenca Santa Rosa*



## 2.5.6 Subcuenca Llallimayo.

Esta Subcuenca se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8300863 a 8385821 y Este 271887 a 314201, políticamente se encuentra ubicada en el departamento y región Puno, provincia de Melgar; corresponde a los distritos de Macari, Cupi y Llalli.

La vía de acceso a la subcuenca Llallimayo, se inicia en la ciudad de Ayaviri rumbo al lugar denominado Macari, Cupi, Llalli y Ocuvi, a través de una vía afirmada en la provincia de Melgar, luego por trochas a las diferentes quebradas, no habiendo acceso para vehículos en algunas zonas al interior de la cuenca la movilización se realiza a través de caminos peatonales.

La cuenca del río Llallimayo tiene un perímetro de 284 km, su parte más elevada está en la cota 5,327 msnm, en el nevado de Lamparasi y su parte más baja se ubica en la cota 3,894 msnm, donde el río Llallimayo confluye con el río Santa Rosa, limita con las cuencas de Apurimac, Coata, Santa Rosa y Ayaviri.

La longitud total del río principal es de 88 km resultando una pendiente mínima de 0.16% en las partes bajas a 3.9% en las partes altas, presenta la dirección Este y tiene forma triangular con su base mayor en la línea que unen las lagunas de Ananta y Chullpia y como vértice su salida al río Ayaviri en el sector denominado Chuquibambilla. El número de orden de la cuenca es 6 y su altura media es de 4,415 msnm. Presenta un suelo de textura media a fina.

Los principales ríos de la cuenca son: Cupimayo, Macarimayo, Turmana, Jayllahua, Sayna, Selque, Cachiunu, Ocuvi, Vilcamarca, Surapata y Hatunayllu, como lagunas principales tenemos: Chullpia (Transvasado), Iniquilla, Saguanani, Matarcocha y Calera, como nevados principales tenemos: Lamparasi, Oscollani y Quilca.

La precipitación promedio anual es 838 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año, produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a Marzo. El caudal medio anual del río Llallimayo es de 26.0 m<sup>3</sup>/s según la estación hidrométrica limnimétrica denominada Bocatoma Llalli, variando de 90.2 m<sup>3</sup>/s en el mes de febrero a 3.0 m<sup>3</sup>/s para el mes de agosto.

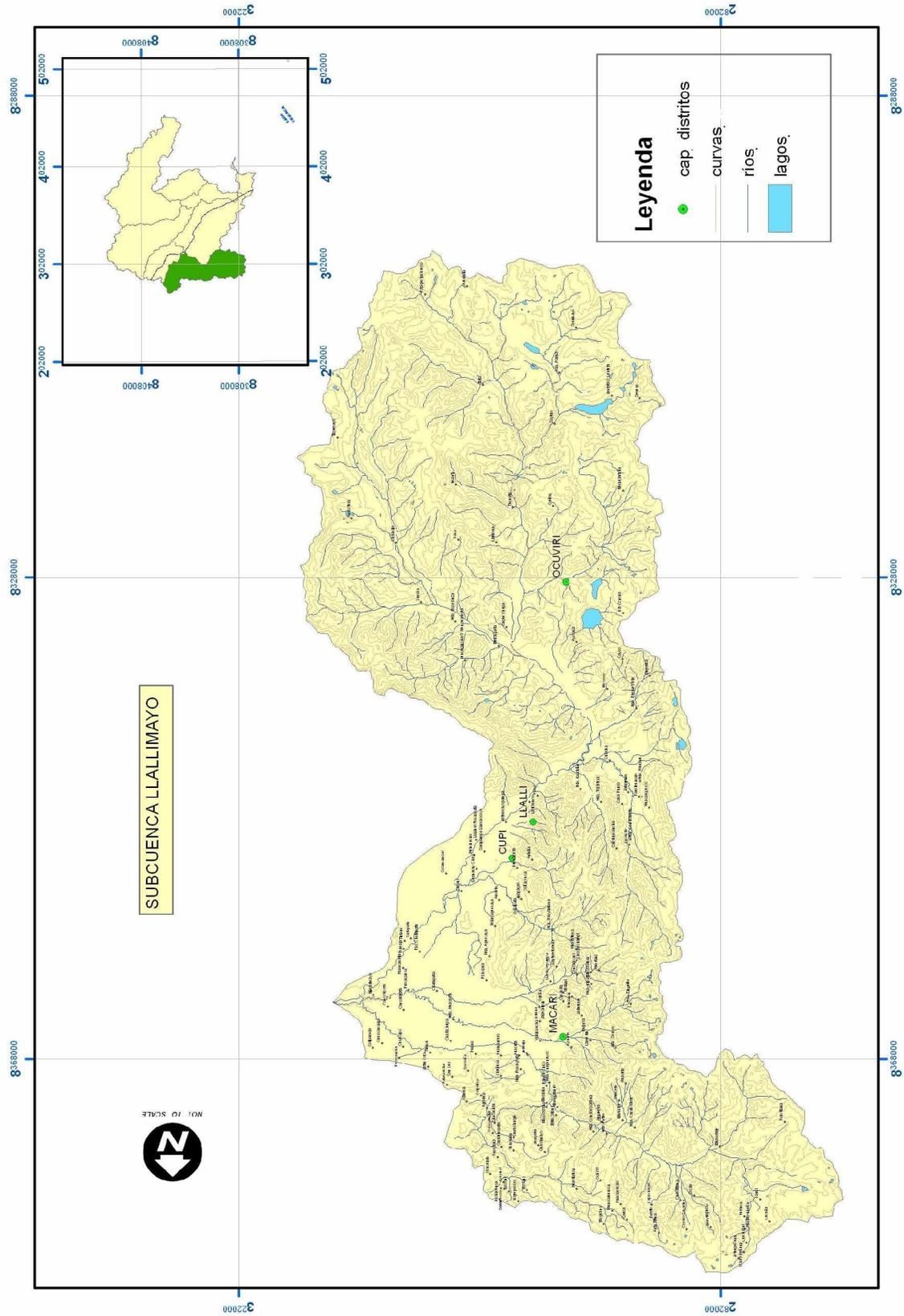
La topografía del área de estudio es variada, grandes cañones en las cabecera de los ríos Macari, Llallimayo, Ocuvi (parte alta), que oscilan entre los 4,634 parte media de la subcuencas a 4,892 metros a más; sin embargo por arriba de los 3,890 msnm la topografía del terreno es ondulada.

En esta cuenca se realizaron 650 puntos de aforo y se tiene 01 punto planteado para su monitoreo obligatorio la misma que se ubica antes de la confluencia del río Llallimayo con el río Ayaviri y 07 puntos de aforo como de segundo orden de prioridad ubicados en el puente San Juan, Puente Macarimayo, río Selque, río Macari antes de su unión con el río Selque, río Hatunayllu, Ocuvi y río Vilcamarca.

En esta cuenca se han inventariado 261 quebradas, 305 manantiales, 37 bofedales, 15 ríos, 30 lagunas y 2 represamientos.

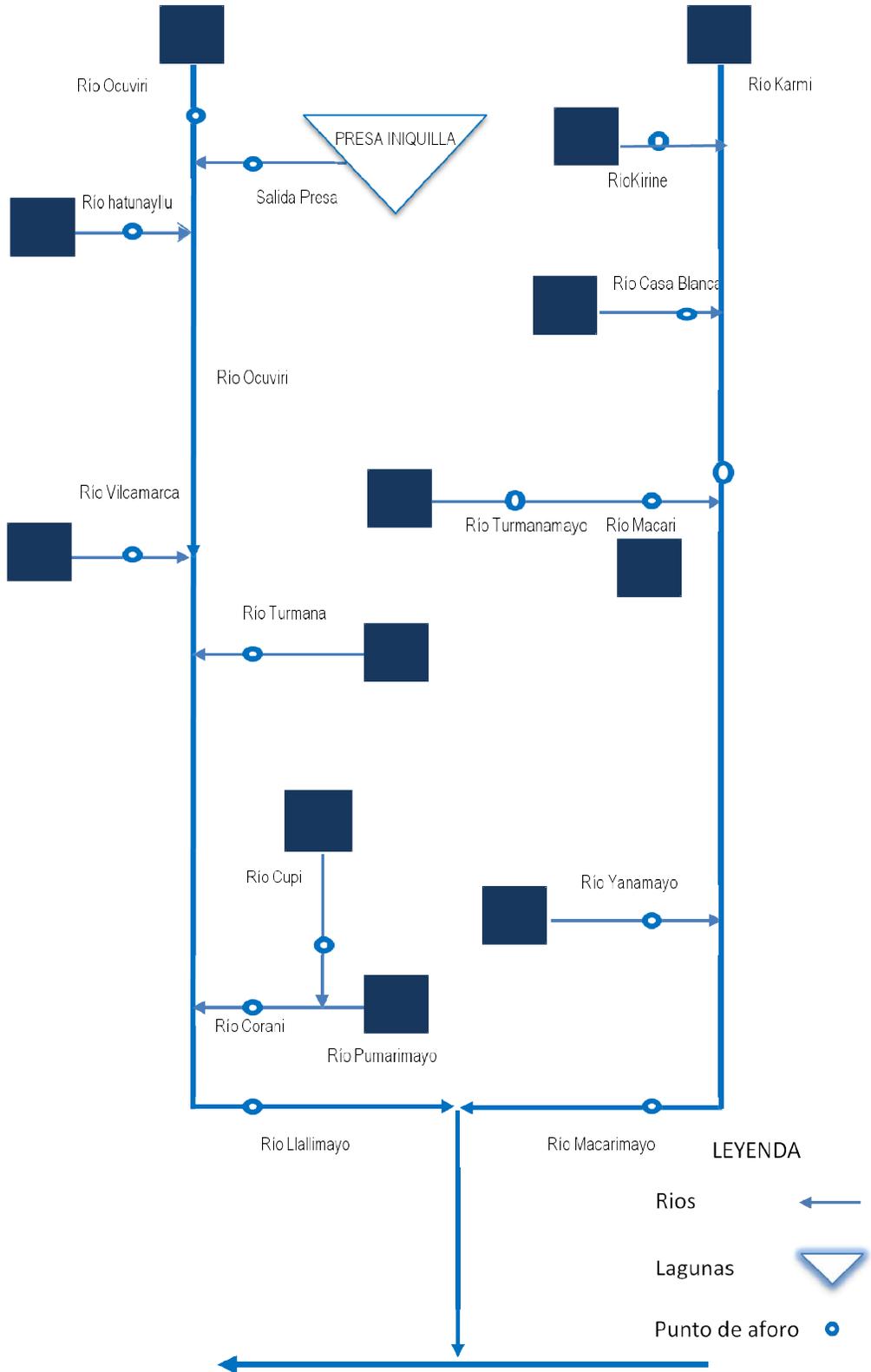
Figura N° 2.15.

### Mapa de la subcuenca Llallimayo



**Gráfico N° 2.9**

*Esquema Fluvial de la subcuencas Llallimayo*



### **2.5.7 Subcuenca Ayaviri.**

La Subcuenca del río Ayaviri tiene un área de 2,668 km<sup>2</sup> con un perímetro de 298 km, su parte más elevada está en la cota 5,162 msnm en el cerro Sapansalla y su parte más baja se ubica en la cota 3,839 msnm, donde el río Ayaviri confluye con el río Azángaro, se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 Este de 300814 a 375340 y Norte de 8301125 a los 8377292.

La longitud total del río principal es de 152 km, resultando una pendiente mínima de 0.017% en las partes bajas a 0.05% en las partes altas, presenta una dirección Sureste y tiene forma trapezoidal. El número de orden de la cuenca es 6 y su altura media es de 4,084 msnm. La subcuenca presenta un drenaje medio a grueso especialmente en la parte baja, esta observación se realizó en un plano a escala 1:100,000.

Los ríos principales de la subcuenca son: Cahuasiri – Puncu Puncu, Vilacarca, Umachiri, Condormilla; Actani, Vilcamayo, Machacmarca y Sora, como laguna principal es la laguna de Tantani.

La precipitación total que presenta la subcuenca Ayaviri tiene un promedio anual de 714 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a abril, el caudal medio anual del río Ayaviri es de 28.2 m<sup>3</sup>/s según la estación hidrométrica limnimétrica de Ayaviri (Puente Ayaviri), variando de 76.6 m<sup>3</sup>/s en el mes de marzo a 3.4 m<sup>3</sup>/s para el mes de setiembre.

En esta cuenca se realizaron 238 aforos, 34 manantiales, 199 quebradas y se tiene 01 punto planteado para su monitoreo obligatorio la misma que se ubica en el sector denominado Achaya antes de su confluencia con el río Azángaro y 04 puntos de aforo como de segundo orden de prioridad ubicados en la salida del río Umachiri en el puente Ayaviri, Ventilla y Puente Pucara.

**Figura N° 2.16.**  
**Mapa de la Subcuenca Ayaviri**

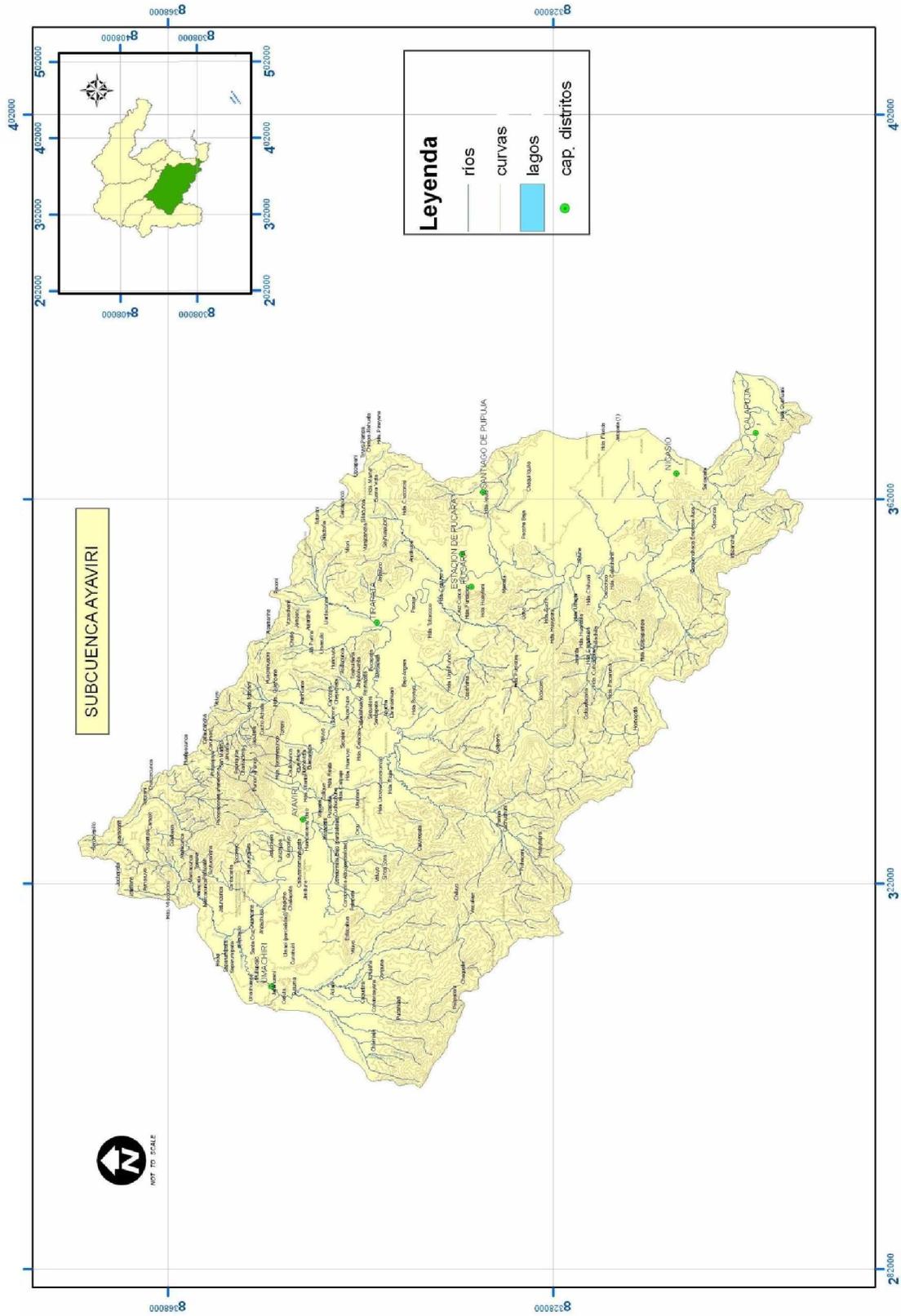
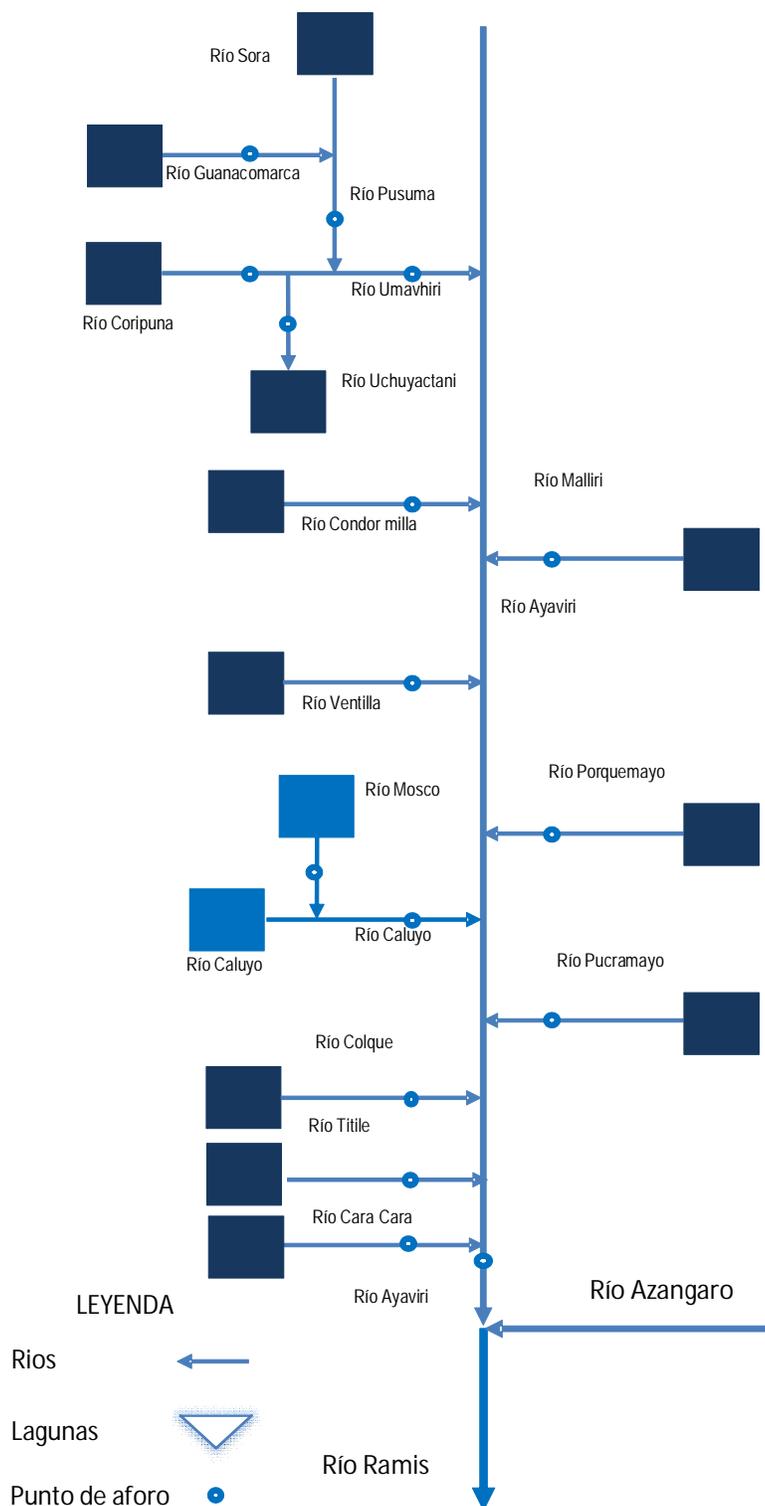


Gráfico N° 2.10

Esquema Fluvial de la Subcuenca Ayaviri



### 2.5.8 Subcuenca Ramis.

La subcuenca del río Ramis tiene un área de 348 km<sup>2</sup> con un perímetro de 140 km, su parte más elevada está en la cota 4,400 msnm en el cerro denominado Iniquito y su parte más baja se ubica en la cota 3,810 msnm, donde el río Ramis desemboca al lago Titicaca, se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 Este de 370496 a 412783 y Norte de 8290626 a 8315898.

La longitud total del río principal es de 60 km resultando una pendiente media de 0.05%, presenta una dirección Oeste a Sur-Este y tiene forma rectangular. El número de orden de la cuenca es 7 y su altura media es de 3,856 msnm. Presenta un drenaje desordenado, según observación realizada en un plano a escala 1:100,000.

En la subcuenca prácticamente no se tienen fuentes hídricas aportantes, el río Ramis en este sector es básicamente un canal de conducción de los ríos Azángaro y Ayaviri, sin embargo, se tiene pequeñas lagunas como la laguna Choccatcha y Chillincha.

La precipitación total que presenta la subcuenca Ramis tiene un promedio anual de 595 mm y se distribuyen de manera desigual durante el año produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de noviembre a abril. El caudal medio anual del río Ramis es de 72.6 m<sup>3</sup>/s según la estación hidrométrica limnimétrica de Ramis (Puente Ramis), variando de 209.8 m<sup>3</sup>/s en el mes de febrero a 9.4 m<sup>3</sup>/s para el mes de setiembre.

En esta subcuenca se realizaron 31 puntos de aforo y se tiene 01 punto planteado para su evaluación obligatoria la misma que se ubica en el puente Ramis y 01 punto de aforo de segundo orden de prioridad ubicado en el puente Saman.

La vía de acceso, se inicia en el lugar denominado Ayaviri a través de una vía asfaltada que cruza los poblados de Pucara, Calapuja, en la provincia de Lampa, al interior de la cuenca la movilización se realiza a través de una carretera afirmada que parte de la ciudad de Pucara - Calapuja son carreteras afirmadas para llegar a los distritos de Saman, Caminaca, de la provincia de Azángaro, Lampa y los distritos de Pucara y Calapuja.

Se ha definido la subcuencas en un esquema fluvial se observa en el gráfico 2.11.

**Figura N° 2.17.**  
**Mapa de la Subcuenca Ramis**

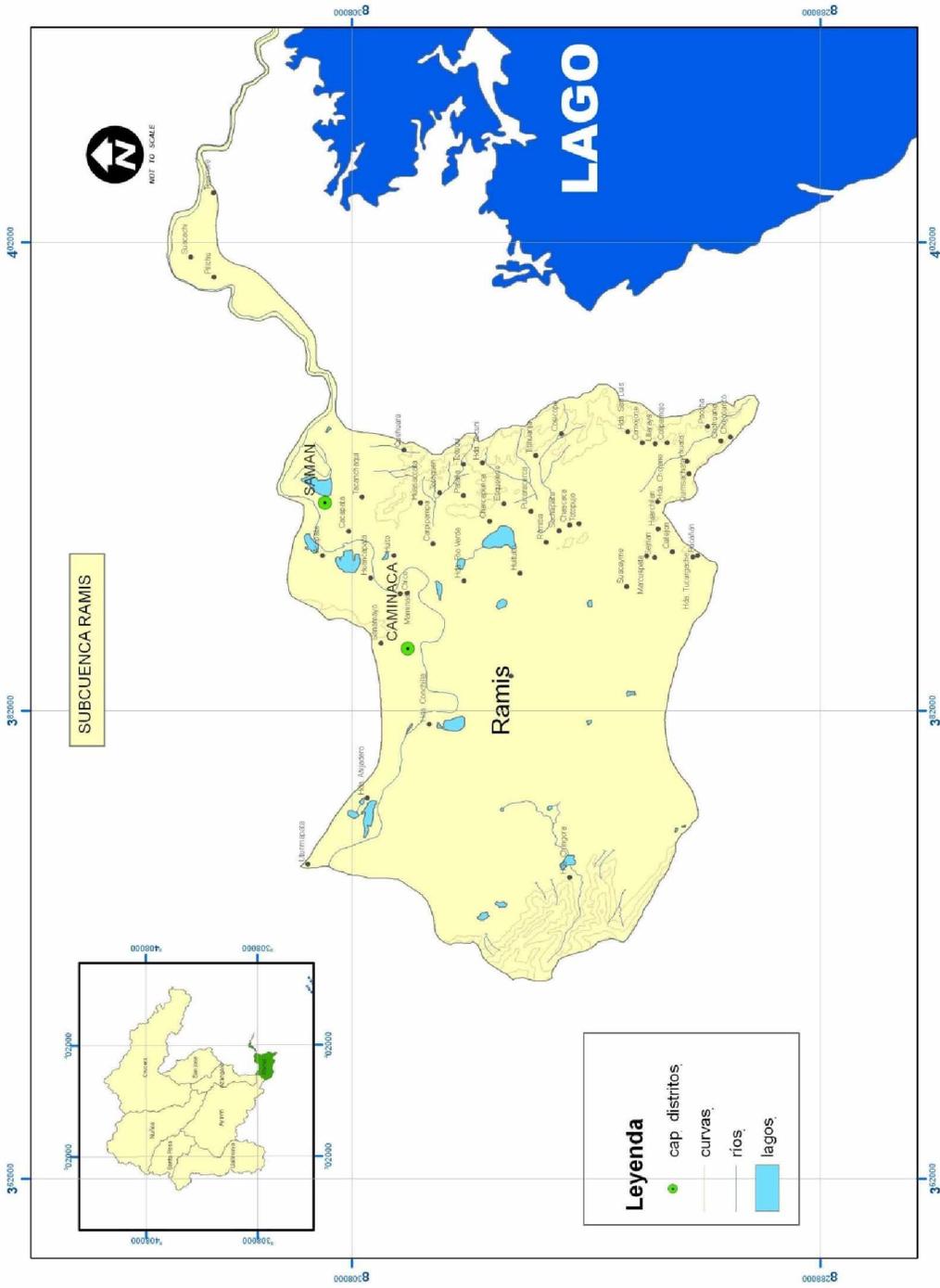
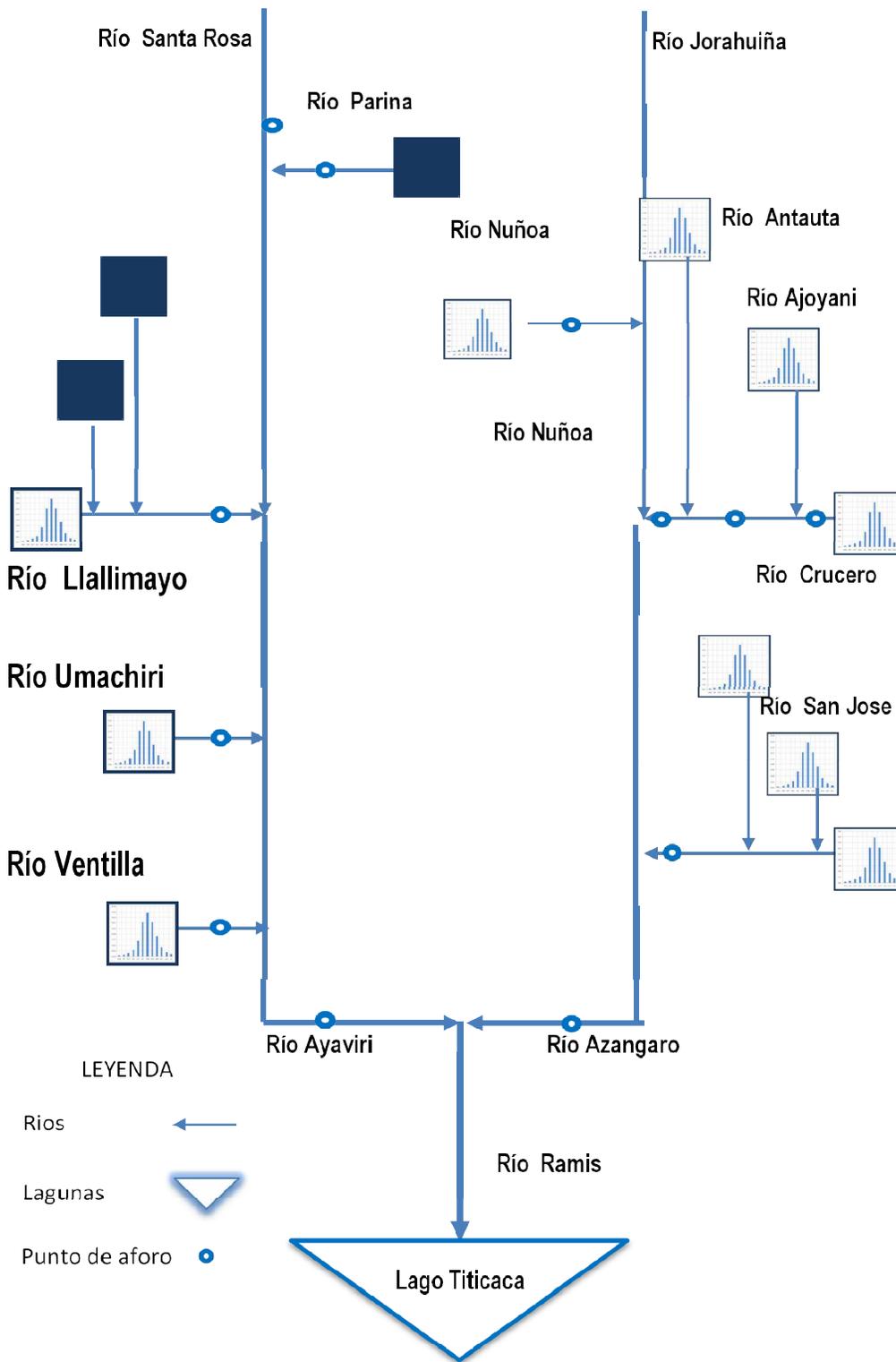


Gráfico N° 2.11

Esquema Fluvial de la Subcuenca Ramis



## 2.6 Contaminación de Aguas Superficiales en la Cuenca del Río Ramis.

El río Ramis, es uno de los tributarios más importantes del Lago Titicaca y posee recursos naturales que permiten la explotación minera en la parte alta de la cuenca, además de la explotación pecuaria, agrícola, pesquera y turística en la parte media y baja de la cuenca.

La contaminación ambiental proviene de los sectores de la Rinconada y Cerro Lunar cabecera de la cuenca Ramis, se observa que la actividad minera es intensiva y focalizada en la cabecera de la naciente del río Ramis, al mismo tiempo en los sectores de Chaquiminas, y Ancocala.



La contaminación de las aguas se debe a la actividad minera informal, por sólidos en suspensión y con metales pesados, igualmente por mineros artesanales informales.

Los sistemas de agua potable en todos los municipios en el trayecto de la cuenca, son captados en su mayoría del río motivo de estudio, tal como es el caso de la localidad de Azángaro; quienes poseen sistema de Alcantarillado, no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales.

### Algunas acciones a tomar en cuenta.

- Implementar mesas de concertación y dialogo con los actores involucrados.
- Monitorear la actividad minera en todo el ámbito de la cuenca Ramis.
- Implementar un sistema de valoración económica de los daños ambientales ocasionados por la contaminación y el conflicto en la cuenca Ramis.
- Los principales actores en el conflicto por el agua en la cuenca Ramis son agricultores y mineros.