

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES CON FINES
DE PLANEAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO ILAVE”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FELIX PARI CARRION

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PROMOCION 2004

PUNO – PERÚ

2015

TESIS PRESENTADA A LA COORDINACION DE INVESTIGACION DE LA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA COMO REQUISITO

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO REVISOR

PRESIDENTE



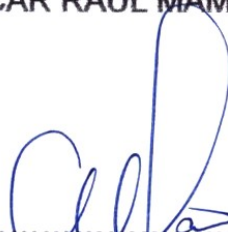
DR. EDUARDO FLORES CONDORI

PRIMER MIEMBRO



M.Sc. OSCAR RAUL MAMANI LUQUE

SEGUNDO MIEMBRO



M.Sc. ROBERTO ALFARO ALEJO

DIRECTOR



ING. PERCY ARTURO GINEZ CHOQUE

ASESOR



DR. EDUARDO LUIS FLORES QUISPE

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Ordenamiento territorial
LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre **Victoria** (†), por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, ser mi guía constante en todo el camino recorrido durante mi vida y en especial durante mi formación profesional.

Con mucho cariño y afecto a mi Padre **Domingo** y hermanas; **Elsa, Leonarda**, y mi esposa **Hilda**, que siempre me guiaron, por su orientación y por ser el ejemplo a seguir.

A mis hijos; **Ruddy, Milagros y Rocio**, que cada día me dio fuerzas para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y particularmente a la Facultad de Ingeniería Agrícola.
- A los Docentes del Facultad de Ingeniería Agrícola, por su valiosa preparación y enseñanzas.
- Al Dr. Eduardo Flores Condori - Presidente de Jurado, M.Sc. Oscar Mamani Luque – Primer Miembro del jurado, M.Sc. Roberto Alfaro Alejo - Segundo Miembro del jurado por su orientación y acertados consejos en el desarrollo del trabajo de investigación.
- A la Administracion Local de Agua llave, por permitirme elaborar esta investigación en el ámbito de su jurisdicción.

A los pobladores de las Comunidades, del Ambito de ALA – llave, por permitirme recolectar la información necesaria para la elaboración de esta investigación y lograr mis objetivos.

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN.....	9
INTRODUCCION.....	10
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1.Plantemiento y formulación del problema	13
1.2. Antecedentes.....	18
1.3.- Justificacion	19
1.4.Objetivos.....	21
1.4.1. Objetivo general	21
1.4.2. Objetivos específicos.....	21
1.5. Hipótesis	21
1.5.1. Hipótesis General	21
1.5.2.Hipótesis específicas.....	21
CAPITULO II : MARCO TEORICO CONCEPTUAL	23
2.1. Cuenca Hidrográfica	23

2.2. Manejo de Cuencas Hidrográficas	24
2.3. Evaluación de la Cuenca	25
2.4. Diagnostico de la cuenca y de los recursos hídricos	26
2.5.Principios Generales para Realizar el Diagnostico	28
2.5.1. Métodos y técnicas del diagnostico	29
2.5.2. Inventariado de los Recursos Hídricos	29
2.5.4. Los recursos hidráulicos y la planificación	30
2.5.5. Determinación del potencial de agua disponible.	31
2.6. Balance demanda – disponibilidad:.....	31
2.7. El Plan de Manejo de la Cuenca.....	32
2.7.1. Diagnóstico del problema de inundaciones:	32
2.7.2. Diagnóstico del problema de la erosión.....	33
2.7.3. Diagnóstico del problema de sequías:.....	34
2.7.4. Diagnóstico de los problemas creados por la acción del hombre:.....	34
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	35
3.1. Ubicacion	35
3.1.1.- Ubicación Geográfica	35

3.1.2.- Ubicación Hidrográfica	35
3.1.3.- Ubicación Política	35
3.1.4.- Límites Hidrográficos	35
3.2.INFORMACION BASICA	39
3.2.1.Información Cartográfica	39
3.2.2.- Información Hidrometeorológica	39
3.3.METODOLOGIA.....	40
3.4.-CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO ILAVE	40
3.4.1.- Subdivisión hidrográfica de la cuenca	44
3.4.2.- Parámetros de relieve de la cuenca.....	68
3.4.3.- Parámetros de la red hidrográfica	80
3.4.4.- Sistema hidrográfico.....	91
3.4.5.- Esquema fluvial	94
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION	97
4.1. Las fuentes de agua superficial en las microcuencas tributarios a través de un inventario y mediciones puntuales de la cuenca del rio llave.	97
4.1.1. Ríos.....	100

4.1.2. Quebradas.....	102
4.1.3. Manantiales.....	103
4.1.4. Lagunas.....	104
4.1.5. Bofedales	105
4.2.- demandas actuales de agua.....	107
4.3- DEMANDAS FUTURAS DE AGUA	110
4.3.1. balance hidrico con demandas actuales de agua.....	117
4.3.2.BALANCE HIDRICO CON DEMANDAS ACTUALES Y FUTURAS DE AGUA.....	129
CAPITULO V : CONCLUSIONES	138
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	143
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	144

RESUMEN

La cuenca llave se ubica íntegramente dentro del Departamento de Puno, ocupa las superficies de las provincias de Puno, El Collao y Chucuito. La cuenca está conformada básicamente por dos subcuencas principales de los ríos Huenque y Aguas Calientes. La superficie total de la cuenca llave es de 7,832.53 Km², su altitud máxima y mínima es de 5,400 msnm y 3,805 msnm, respectivamente, y su altitud media es de 4,309.31 msnm. La longitud de curso más largo es de 211.00 Km. con una pendiente media de 0.40%. Pluviométricamente es una cuenca con buen rendimiento hídrico. La precipitación total anual en la cuenca varía de 438.4 mm (Estación Coypa Coypa) a 764.8 mm (Estación Laraqueri). Los valores más altos se registran en el entorno del lago Titicaca y en la parte norte de la cuenca. Las temperaturas más bajas se producen en el mes de Julio, mientras que las más elevadas se registran de Noviembre a Marzo, por lo general centradas en Diciembre. Las fuentes de oferta hídrica en la cuenca del río llave está representada por el escurrimiento del área de drenaje de las subcuencas Alto llave (río Chichillapi), Llusta (río Llusta Baja), Ayupalca, Conduriri y Aguas Calientes, que aportan sus aguas en forma directa al cauce principal del río llave, el resto de las unidades hidrográficas son intercuencas. Según el inventario de fuentes hídricas hay 3244 fuentes hídricas en la cuenca del río llave, de los cuales 1836 son manantiales, 1300 quebradas, 67 ríos, 27 bofedales y 14 lagunas. Se ha desarrollado el balance hídrico, a nivel de subcuencas con usos actuales y futuras de agua, ello para conocer el déficit y exceso del recurso hídrico en las cuencas de interés. Según el balance hídrico con usos actuales de agua, la subcuenca Alto llave (río Chichillapi) presenta déficit de agua en los meses de octubre y noviembre; y en la subcuenca Conduriri en los meses de agosto a noviembre. Con usos futuros presentan déficit de agua en la subcuenca Alto llave (río Chichillapi) en los meses de agosto a diciembre; subcuenca Medio Alto llave (río Llusta Baja) en el mes de octubre, y en la subcuenca Uncallane en los meses de mayo a diciembre. En resto de las subcuencas no hay déficit del recurso hídrico.

Palabras clave. Inventario, recursos hídricos, aguas superficiales, cuenca, río, llave.

INTRODUCCION

Las actividades humanas generan escasez de agua de tres maneras: por el crecimiento de la población, por la utilización errónea del agua y por la falta de equidad en el acceso a ella. El crecimiento de la población contribuye a la escasez de agua simplemente porque el suministro de agua disponible debe repartirse entre un número cada vez mayor de personas. Cada región tiene una cantidad más o menos fija de recursos hídricos internos, que se definen como el caudal medio anual de los ríos y acuíferos generado por la precipitación. Con el tiempo, esta reserva interna renovable va dividiéndose entre un número cada vez mayor de personas, hasta que sobreviene la escasez de agua (Santayana, 1990).

Por lo general, es difícil establecer generalizaciones acerca del agua. Aunque se puede afirmar que el agua es uno de los recursos más abundantes de la Tierra, se sabe que la proporción disponible con seguridad para el consumo humano no llega al 1 por ciento del total. El agua potable es sin duda indispensable para la supervivencia humana.

En los últimos años, los problemas del agua han sido objeto de una preocupación y un debate crecientes en el plano internacional. En enero de 1992 tuvo lugar en Dublín (Irlanda) la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (ICWE), patrocinada por el sistema de las Naciones Unidas. En 1993 el Banco Mundial publicó un exhaustivo documento de política en el que se definían sus nuevos objetivos en el sector de los recursos hídricos. La FAO, por su parte, ha establecido recientemente un Programa de Acción Internacional sobre el Agua y el Desarrollo

Agrícola Sostenible (PAI-ADAS). En el 2006, en México se realiza el IV Foro mundial del Agua (SESA., 1982).

El principal mensaje emanado de todas estas iniciativas es que el agua es un recurso cada vez más escaso y valioso. Lo más preocupante es que aún no se acepta que las reservas de agua no son infinitas. No cabe duda de que la creciente escasez y el mal aprovechamiento del agua dulce constituyen una grave amenaza para el desarrollo sostenible.

Por lo general, el análisis hidrológico se basa en principios bien establecidos de hidrodinámica, termodinámica y estadísticas. Sin embargo, el problema central del análisis hidrológico es la aplicación de estos principios en un ambiente natural que no es homogéneo, del que se poseen muestras dispersas y que sólo se conoce parcialmente. Los eventos muestreados son en general imprevistos e incontrolados.

Los análisis se efectúan para obtener información espacial y temporal acerca de ciertas variables, generalizaciones regionales y relaciones entre las variables. Los componentes pertinentes, con frecuencia, no se miden directamente. Los análisis se pueden llevar a cabo a través de diferentes enfoques, como son el determinístico, paramétrico, probabilístico y estocástico (Chow, V. T; Maidment, D.R. y Mayes, L. W., 1994).

El análisis que se basa en el enfoque determinístico sigue las leyes que describen los procesos físicos y químicos. En el enfoque paramétrico, el análisis se efectúa por intercomparación de datos hidrológicos registrados en diferentes lugares y tiempos. En el enfoque probabilístico, se analiza la frecuencia de la ocurrencia de diferentes magnitudes de las variables hidrológicas. En el enfoque estocástico, se analizan

tanto el orden secuencial como la frecuencia de ocurrencia de las diferentes magnitudes.

Existen variables que se miden directamente, como el nivel y la velocidad del agua, o que se calculan directamente a partir de mediciones, como el caudal. Hay otras variables que se calculan a partir de una muestra de mediciones directas, por ejemplo la cantidad de precipitaciones en una cuenca. La evaluación de otras variables, como la evaporación de un lago, sólo se puede efectuar indirectamente.

Desde el punto de vista hidrológico se entiende por la disponibilidad hídrica a la cantidad de agua que se dispone en un sistema hidrológico para abastecer la demanda existente y futura. Esta cantidad puede provenir directamente de la lluvia o de los ríos, quebradas, lagunas y entre otros **(Chang Navarro, 1993)**.

En cuanto el cálculo de la disponibilidad hídrica y máximas avenidas nos encontramos generalmente frente a dos situaciones: Primer caso, en que el río o fuente de agua cuenta con una serie de datos de caudales históricos y el Segundo caso es, en que la fuente de agua no tiene datos históricos de caudales. En el presente estudio, solo dispone cerca a la salida de la cuenca con registro histórico de descargas y carece en los ríos tributarios, por lo que se determinará la disponibilidad hídrica y máximas avenidas (puntos de interés) en base a precipitación mediante un Modelo Hidrológico de Precipitación - Escorrentía (Vasquez, 2000).

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Por lo general, el análisis hidrológico se basa en principios bien establecidos de hidrodinámica, termodinámica y estadísticas. Sin embargo, el problema central del análisis hidrológico es la aplicación de estos principios en un ambiente natural que no es homogéneo, del que se poseen muestras dispersas y que sólo se conoce parcialmente. Los eventos muestreados son en general imprevistos e incontrolados (ANA, 2009).

Los análisis se efectúan para obtener información espacial y temporal acerca de ciertas variables, generalizaciones regionales y relaciones entre las variables. Los componentes pertinentes, con frecuencia, no se miden directamente. Los análisis se pueden llevar a cabo a través de diferentes enfoques, como son el determinístico, paramétrico, probabilístico y estocástico.

El análisis que se basa en el enfoque determinístico sigue las leyes que describen los procesos físicos y químicos. En el enfoque paramétrico, el análisis se efectúa por intercomparación de datos hidrológicos registrados en diferentes lugares y tiempos. En el enfoque probabilístico, se analiza la frecuencia de la ocurrencia de diferentes magnitudes de las variables hidrológicas. En el enfoque estocástico, se analizan tanto el orden secuencial como la frecuencia de ocurrencia de las diferentes magnitudes.

Existen variables que se miden directamente, como el nivel y la velocidad del agua, o que se calculan directamente a partir de mediciones, como el caudal. Hay otras

variables que se calculan a partir de una muestra de mediciones directas, por ejemplo la cantidad de precipitaciones en una cuenca. La evaluación de otras variables, como la evaporación de un lago, sólo se puede efectuar indirectamente (Aparicio Mijares, 1989).

Desde el punto de vista hidrológico se entiende por la disponibilidad hídrica a la cantidad de agua que se dispone en un sistema hidrológico para abastecer la demanda existente y futura. Esta cantidad puede provenir directamente de la lluvia o de los ríos, quebradas, lagunas y entre otros.

En cuanto el cálculo de la disponibilidad hídrica y máximas avenidas nos encontramos generalmente frente a dos situaciones: Primer caso, en que el río o fuente de agua cuenta con una serie de datos de caudales históricos y el Segundo caso es, en que la fuente de agua no tiene datos históricos de caudales. En el presente estudio, solo dispone cerca a la salida de la cuenca con registro histórico de descargas y carece en los ríos tributarios, por lo que se determinará la disponibilidad hídrica y máximas avenidas (puntos de interés) en base a precipitación mediante un Modelo Hidrológico de Precipitación - Escorrentía.

La competencia entre la agricultura, la industria y las ciudades por los limitados suministros de agua ya está restringiendo las actividades de desarrollo en muchos países. A medida que las poblaciones se expandan y las economías crezcan, la competencia por este escaso recurso se intensificará, y con ella, también los conflictos entre los usuarios del agua (Dourojeanni, 1978).

Pese a la escasez de agua, su utilización errónea es un fenómeno generalizado. Las pequeñas comunidades y las grandes urbes, los agricultores y las industrias, los

países en desarrollo y las economías industrializadas, todos están manejando mal los recursos hídricos. La calidad del agua de superficie se está deteriorando en las principales cuencas a causa de los residuos urbanos e industriales. Las aguas freáticas se contaminan desde la superficie y se deterioran irreversiblemente con la intrusión de agua salada. Los acuíferos sobreexplotados están perdiendo su capacidad de contener agua, y las tierras se están hundiendo. Las ciudades no son capaces de atender debidamente las necesidades de agua potable y saneamiento. El anegamiento y la salinización están reduciendo la productividad de las tierras regadas. Y con la merma de los caudales están disminuyendo asimismo la generación de energía hidroeléctrica, la asimilación de la contaminación y el hábitat de los peces y de la flora y fauna silvestres.

A primera vista, la mayoría de estos problemas hídricos no parecen estar directamente relacionados con el sector agrícola. Sin embargo, este sector es, con mucho, el que absorbe la mayor cantidad de agua a nivel mundial. Más de las dos terceras partes del agua extraída de los ríos, lagos y acuíferos del mundo se utilizan para el riego. Ante el aumento de la competencia, los conflictos, la escasez, el desperdicio, la utilización excesiva y la degradación de los recursos hídricos, los responsables de las políticas están volviendo cada vez más la vista hacia la agricultura como la válvula de seguridad del sistema (ONERN., 1980).

La agricultura no sólo es el sector que consume más agua en el mundo en términos de volumen; también representa, en comparación con los otros, un uso de bajo valor, poco eficiente y muy subvencionado. Estos factores están forzando a los gobiernos y a los donantes a reconsiderar las repercusiones económicas, sociales y

ambientales de los grandes proyectos de riego financiados y administrados por el sector público. En el pasado, el gasto interno en riego era la principal partida de los presupuestos agrícolas en países de todo el mundo.

Una parte importante de la asistencia internacional para el desarrollo se ha destinado a establecer sistemas de riego. En los años ochenta, el riego acaparó casi el 30 por ciento de los préstamos agrícolas del Banco Mundial.

Una vez establecidos, los proyectos de riego se convierten en una de las actividades económicas más subvencionadas del mundo. A mediados de los años ochenta, Repetto estimó que las subvenciones medias al riego en seis países asiáticos cubrían el 90 por ciento de los costos totales de funcionamiento y mantenimiento. Los estudios de casos revelan que, por término medio, los derechos que se pagan por el riego representan menos del ocho por ciento del valor de los beneficios que esta actividad aporta.

No obstante las ingentes inversiones y subvenciones, los indicadores de los resultados del riego no alcanzan los niveles esperados en cuanto al aumento del rendimiento, la superficie regada y la eficiencia técnica en el aprovechamiento del agua. En algunos casos se desperdicia hasta el 60 por ciento del agua captada o bombeada para el riego. Aunque ciertas pérdidas son inevitables, con frecuencia el agua en exceso se vuelve a filtrar en el terreno, provocando anegamiento y salinidad. Una cuarta parte de todas las tierras regadas de los países en desarrollo está afectada por grados variables de salinización (ANA, 2009).

Hoy día, la agricultura no está, en muchos casos, en condiciones de competir económicamente por el agua escasa. Las ciudades y las industrias pueden pagar

más por el agua, y su tasa de rentabilidad económica por unidad de agua es más alta que la del sector agrícola. (Para los economistas, el agua fluye cuesta arriba, hacia el dinero.)

Por primera vez en la historia de muchos países, la agricultura se está viendo obligada a ceder agua en favor de usos más valiosos en las ciudades e industrias. En algunas zonas, quienes riegan deben ahora pagar por el agua que reciben, incluido el costo total de su suministro. En otras partes, la nueva reglamentación exige que los agricultores paguen cuando contaminan ríos, lagos y acuíferos.

Muchos proyectos de riego han dado resultados decepcionantes debido a su concepción equivocada, a una construcción y ejecución insuficientes o a una gestión ineficaz. El mediocre desempeño del sector del riego está agravando asimismo muchos problemas socioeconómicos y ambientales; sin embargo, estos problemas no son ni inherentes a la tecnología ni inevitables, como algunos sostienen.

Este dilema que plantea el agua - *cómo producir más de manera sostenible y con menos agua* - pone de relieve la necesidad de establecer mecanismos de regulación de la demanda para reasignar los suministros disponibles, fomentar el aprovechamiento más eficiente y promover el acceso más equitativo. Los encargados de la formulación de políticas habrán de establecer una estructura de incentivos, normas, licencias, restricciones y multas que ayuden a orientar, influenciar y coordinar las formas en que las personas utilizan el agua, promoviendo, al mismo tiempo, las innovaciones en las tecnologías economizadoras de agua.

Hasta hace poco, las prácticas de ordenación de los recursos hídricos estaban dominadas por los criterios de la oferta. El agua se manejaba físicamente con medios técnicos y de ingeniería que la captaban, almacenaban, transportaban y trataban. Sin embargo, la era en que la creciente demanda se satisfacía explotando nuevas fuentes de suministro está llegando a su fin. En la economía hídrica de nuestros días, la ordenación de los recursos no está apuntando ya a captar más agua, sino más bien a formular criterios centrados en la demanda y en los usuarios, que modifiquen los comportamientos (Alcantara, 1986).

¿Cuántas fuentes de recurso hídrico existen, y que cantidad y calidad de agua cuenta la cuenca del río de llave?.

1.2. Antecedentes

Desde el año 2001, la Intendencia de Recursos Hídricos (ex Dirección General de Aguas y Suelos) del Instituto Nacional de Recursos Naturales, actualmente la Autoridad Nacional del Agua, viene desarrollando estudios hidrológicos en diversas cuencas del Perú, como es el caso de las cuencas de los ríos Cañete, Chancay-Huaral, Chili, Caplina, Pisco - Chincha, Acarí - Yauca, Casma - Huarmey, Lampa, Cabanillas, Ramis, etc; y consiente de la necesidad del país de disponer del conocimiento integral y homogéneo de la potencialidad de sus recursos hídricos que conlleven a un uso racional y planificado, desde los puntos de vista social, económico, ecológico y considerando la participación de todos los agentes consumidores de agua de la cuenca, dentro de sus limitaciones existentes, prosigue con sus objetivos iniciales extendiendo estos estudios en otras cuencas, como es el presente caso del río llave en la Región Puno.

Bajo este marco y objetivo integral de proporcionar información valiosa para el ordenamiento y gestión de los recursos hídricos; el presente estudio hidrológico de la cuenca del río llave se sustenta, no sólo en la necesidad de contar con una descripción, evaluación y cuantificación de su disponibilidad hídrica, sino también tener fundamentos que permitan entender el real funcionamiento hidrológico de la cuenca y de ello concluir en cuanto a las restricciones y bondades que nos ofrece este sistema natural como “generador” de agua superficial.

Las dos actividades principales socio-económicas en la cuenca son la agricultura y la ganadería, constituyéndose esta en un eje para el desarrollo de otras labores productivas como transporte, comercio y consumo.

En las zonas cercanas del cauce de los ríos y en la zona circunlacustre del lago Titicaca, la población vive principalmente de la agricultura y ganadería, mientras que en las zonas más alejadas se dedican mayormente a la ganadería por ser zonas con predominancia de pastos naturales y no ser apropiadas para cultivos de pan llevar por los riesgos inherentes al clima (ocurrencia de sequías, heladas por bajas temperaturas).

Por consiguiente, el agua superficial en la cuenca del río llave representa un “input” (entrada) económico de singular importancia para el desarrollo socioeconómico de la Región Puno.

1.3.- Justificación

El presente Reporte denominado “Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río llave”, proporciona la información básica con respecto a los estudios

desarrollados y trabajos de campo realizados con el fin de evaluar y cuantificar las disponibilidades hídricas y requerimiento de las demandas hídricas de las cuencas materia del presente proyecto. Los resultados obtenidos, permitirá disponer de información necesaria para optimizar el ordenamiento y gestión integral de los recursos hídricos para la autoridad de aguas dentro de la cuenca hidrográfica señalada (Dourojeanni, 1978).

El presente proyecto se ha desarrollado en dos componentes principales, como el Inventario de Recursos Hídricos Superficiales, permitirá contar con la información sistematizada en el entorno del Sistema de Información Geográfica, a nivel de unidades hidrográficas, conteniendo toda la información básica sobre las diferentes fuentes del recurso hídrico superficial (ríos, quebradas, lagunas, manantiales, etc.) existentes en el ámbito de la cuenca del río llave. En el presente estudio, el inventario presentará información general en forma resumida sobre las fuentes hídricas existentes en la cuenca. El contenido completo del componente, se presenta en el volumen del inventario de recursos hídricos superficiales, donde proporciona la información sobre las fuentes hídricas y usos actuales de los diferentes agentes consumidores de agua (uso agrícola, poblacional, pecuario, minero, etc.) (ONERN., 1980).

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar la evaluación espacial y temporal del estado actual de los recursos hídricos superficiales a fin de generar las bases para la planificación y gestión integral, haciendo énfasis en el uso del agua para riego; promoviendo así su manejo eficiente, racional y equitativo

1.4.2. Objetivos específicos

1. Identificar y evaluar las fuentes de agua superficial en las microcuencas tributarios a través de un inventario sustentado en trabajos de campo y mediciones puntuales de la cuenca del rio llave.
2. Identificar, evaluar y cuantificar los diferentes usos consuntivos de agua superficial en la cuenca del río llave
3. Generar las bases para la planificación y gestión integral, haciendo énfasis en el uso del agua para la explotación agropecuaria; promoviendo así su manejo eficiente, racional y equitativo.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

En la cuenca del rio llave existe suficiente cantidad de recursos hídricos superficiales y garantiza su explotación en las diferentes actividades tales como agrícolas y pecuarios.

1.5.2.Hipótesis específicas

1. En la actualidad existe suficiente cantidad de agua superficial y de buena calidad y apta para la explotación agropecuaria.
2. Los principales agentes consuntivos de agua superficial son las actividades agrícolas y pecuarios en la cuenca del río llave

3. El inventario detallado de los recursos hídricos permite una buena planificación y gestión integral, haciendo énfasis en el uso del agua para la explotación agropecuaria; promoviendo así su manejo eficiente, racional y equitativo.

CAPITULO II : MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. Cuenca Hidrográfica

(Vasquez, 2000), indica que, la cuenca es el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica (divortium aquarum), que capta la precipitación y drena el agua de escorrentía hasta un colector común, denominado río principal.

(Aparicio Mijares, F.J., 1993) dice que, una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

(Chang Navarro, 1993), manifiesta que, la cuenca hidrográfica o de drenaje de un cauce está delimitada por el contorno en cuyo interior el agua es recogida y concentrada en la entrega al dren mayor.

(Aparicio Mijares, 1989), es al área que es drenada por un río incluyendo los recursos naturales inscritos dentro de ella se caracteriza por:

- Área de drenaje con colector común.

- Es un sistema que se da en un espacio físico sostenido por un manto geológico y en el que existen riquezas naturales que presenta flujos de intercambio con otros sistemas.

- Unidad espacial definida por un complejo sistema de interacciones, físicas, socioeconómicas o una interdependencia de los elementos que la constituyen. Es decir el concepto de la cuenca no es solo una zona de captación de agua sino que incluye los recursos naturales que la conforman, los hombres que la habitan, el espacio geográfico en donde se desarrollan, los intercambios físicos, biológicos y socioeconómicos.

2.2. Manejo de Cuencas Hidrográficas

(Vasquez, 2000), manejo de cuencas son toda las acciones técnicas conducentes al buen uso del espacio de la cuenca y en especial al recurso agua, el cual genera la sostenibilidad del medio ambiente y la satisfacción máxima de las necesidades humanas. Todo ello, en función de la demanda inmediata de agua de los múltiples sectores sociales que la usan (agricultores, ganaderos, consumidores urbanos de las ciudades), o la demanda de los que operan dentro de las cuencas con otros fines (empresas públicas y privadas de agua potable, electricidad, pesquería, turismo, recreación y minería).

(Chang Navarro, 1993), señala que por manejo de cuencas hidrográficas se entiende al conjunto de actividades que los usuarios o población de las cuencas realizan para aprovechar los recursos naturales de las mismas, sobre todo de los recursos agua y suelo, en su propio beneficio, incluyendo las actividades de protección, preservación, conservación y rehabilitación de modo que el aprovechamiento, además de óptimo, sea sostenible, es decir permanente.

(Mejía, 2001), los fenómenos hidrológicos son extremadamente complejos, por lo que nunca serán conocidos completamente. Sin embargo a falta de una concepción perfecta, puede ser representado de forma simplificada mediante el concepto de sistema. Un sistema es un conjunto de componentes interconectados entre sí, que se interrelacionan de acuerdo de una ley de funcionamiento.

El ciclo hidrológico puede considerarse como un sistema con componentes serían: Precipitación, evaporación, escorrentía y los otros componentes del ciclo. Estos componentes pueden ser agrupados a su vez en subsistemas y para analizar todo el sistema, los subsistemas pueden ser tratados por separado y los resultados combinados de acuerdo a las interacciones entre ellos.

El ciclo hidrológico global como un sistema. Las líneas punteadas dividen el sistema total en tres subsistemas: el sistema de agua atmosférica, que contiene evaporación, evapotranspiración y precipitación, el sistema de agua superficial, que contiene los procesos de retención y escorrentía superficial, flujo sobre suelo, flujo subsuperficial y

subterráneo (hacia los cauces a los océanos); y el sistema de agua subsuperficial, que contiene los procesos de infiltración, precolación profunda, ascenso capilar, flujo subsuperficial y flujo subterráneo.

(ANA, 2009), Los fenómenos hidrológicos son extremadamente complejos y es posible que nunca se les entiendan en su totalidad. Sin embargo, en ausencia de conocimiento perfecto, pueden representarse en forma simplificada por medio del concepto de sistema. Un sistema es un conjunto de partes conectadas entre sí, que forman un todo.

El ciclo hidrológico puede tratarse como un sistema cuyos componentes son precipitación, evaporación, escorrentía y otras fases del ciclo hidrológico. Estos componentes pueden agruparse en subsistemas de ciclo total, para analizar el sistema total, estos subsistemas más simples pueden analizarse separadamente y combinarse los resultados de acuerdo con las interacciones entre los subsistemas.

2.3. Evaluación de la Cuenca

(Aparicio Mijares, 1989), la evaluación de una cuenca provee las bases y referencias físicas y económicas para diagnosticar y planificar cuencas. Depende de los objetivos, tiempo, necesidades, presupuesto, personal y otros. La evaluación debe dar recomendaciones integrales y específicas, identificar recursos físicos, problemas sociales, económicos, legales, debe dar alternativas y recomendaciones para solucionar estos problemas.

(Dourojeanni, 1978), En general hay ciertos principios generales de evaluación que, con fines de diagnósticos y planificar cuencas debe ser observadas como son:

El carácter específico de la evaluación de una cuenca depende de los objetivos, tiempo, dinero y personal. El objetivo debe primar. La evaluación de una cuenca puede ser desarrollada en etapas dependiendo de las necesidades. Por ejemplo, puede primero concentrarse la evaluación en aspectos de control de erosión.

Debe no sólo contener información física, sino también identificar los problemas sociales, económicos y legales relacionados con el plan de tratamiento. Debe emitir sugerencias para solucionar serios problemas. Las interpretaciones y recomendaciones

de la evaluación deben encauzarse hacia el diagnóstico en detalle de las problemas, proporcionando las bases para, detectados los mismos, estudiarlos en detalle.

La forma de ejecutar la evaluación varía, se puede usar técnicas de percepción remota, aerofotointerpretando, encuestas e inventarios, lo fundamental es ser sistemáticos en el trabajo, formar buenas brigadas de técnicas y procesar metódicamente los datos y concluir en recomendaciones útiles.

2.4. Diagnóstico de la cuenca y de los recursos hídricos

(Dourojeanni, 1978), Indica que el diagnóstico de una cuenca, es esfuerzo coordinado e integrado de investigaciones y análisis de los medios disponibles para solucionar o aliviar los conflictos y/o problemas para el uso de la cuenca

(SESA., 1982), El diagnóstico es un instrumento que sirve para la planificación y ejecución de acciones de desarrollo. Es el paso inicial para conocer los recursos y obstáculos que presenta una determinada área geográfica para alcanzar su desarrollo.

(Dourojeanni, 1978), señala También que el diagnóstico de una cuenca debe comprender:

- Determinación del potencial de recursos.
- Determinación de necesidades.
- Balance entre oferta y demanda de las necesidades
- Identificación de problemas y/o conflictos
- Identificación de proyectos en operación /estudio
- Síntesis de la situación actual y necesidades de estudios.

(Aparicio Mijares, 1989), indica que el diagnóstico es el paso previo para responder a solucionar, éste último solo se plantea como proyecto de inversión, que se presenta a un plan de estrategia para su ejecución y se hace en forma coordinada, si se tiene un plan.

¿Cuál debe ser el contenido del diagnóstico?

“Los agrarios privilegian, los cultivos, los sociólogos las relaciones sociales, los economistas la estructura económica”. Quien analiza la idiosincrasia campesina, caracteres antropológicos, culturales y otros, es decir existen un vacío en cuanto al instrumental para emprender un diagnóstico, que se investiga ¿quién, quienes y para qué?. Es decir estas preguntas permiten caracterizar los principales actores del desarrollo rural.

Es la jerarquización de problemas, que conduce a la priorización de acciones de desarrollo (plenaria del seminario sobre diagnóstico y estudios en proyectos de desarrollo rural)

Es un estudio rápido y funcional que permite diseñar proyectos, programas o políticas de desarrollo rural (More Dufume).

Estas definiciones es un aporte que dan las condiciones necesarias de lo que se debe buscar en un diagnóstico, es decir es puntual, se trata de una interpretación, no es exhaustivo, no es estático, es una investigación aplicada al desarrollo, es rápido y es previo al tratamiento.

(Dourojeanni, 1978), (ONERN., 1980), (18), (19) y (20), consideran los siguientes conceptos::

El concepto de demanda se entiende como el requerimiento de los diversos grupos de usuarios para satisfacer sus necesidades en cuanto a cantidad y calidad de agua.

En el medio rural, se debe tomar en cuenta la demanda de agua requerida para la subsistencia y desarrollo de los asentamientos rurales, la demanda del medio rural se estima considerando el crecimiento poblacional, la dotación de la población y el consumo pecuario directo. Para las demandas para uso agropecuario, comprende las demandas de uso agrícola y de uso pecuario.

Las demandas agrícolas se calculan sobre la base de las demandas mensuales de las diferentes alternativas de cultivos, que satisfagan las demandas de alimentos de la población, la producción de exportación y de la agroindustria. Las demandas pecuarias, se estiman en función a los requerimientos para éste propósito, en función al tipo de producción pecuaria, en población actual y proyectada de animales y la dotación per cápita respectiva.

El agua comprometida para aspectos ecológicos, cuando se construyen obras de regulación en los cauces se modifica el ecosistema natural, el variar el régimen de escurrimiento de los ríos. En estos casos debe mantenerse como reducción mínima de los ríos regulados, el caudal de estiaje que garantice el mantenimiento del ecosistema.

Una vez estimados todas las demandas parciales dentro de la unidad hidrográfica de análisis, se procede a su agregación para establecer el total del agua demandada en cada unidad y poder controlarla con las disponibilidades. Debe tenerse en cuenta, para la totalización de la demanda, los usos múltiples del agua y las demandas no consuntivas, como la navegación, la generación de energía hidroeléctrica y la recreación.

2.5.Principios Generales para Realizar el Diagnostico

(SESA., 1982), El diagnostico debe tener siempre un propósito definido, de allí que la información y el análisis que se realicen deben orientarse a buscar los datos absolutamente necesarios para cumplir sus propósitos, permitiendo por un lado ahorrar tiempo, recursos y esfuerzos y por otro no sesgar su intencionalidad con abundancia de información y tratamiento estadístico.

Esto implica necesariamente una selección cuidadosa de factores, y dentro de ellos de variables e indicadores que sean fundamentales a los propósitos del diagnostico, y a sus usuarios.

2.5.1. Métodos y técnicas del diagnóstico

Se entiende por método el camino o procedimientos que se sigue para alcanzar un objetivo determinado. Es una sucesión de pasos de acción ligados entre sí para lograr un propósito. El método de trabajo comprende a su vez diversas técnicas.

La elaboración del diagnóstico se enmarca dentro de un método de trabajo que se inicia con la definición del objetivo de estudio y concluye con el informe sobre resultados obtenidos.

Las técnicas son acciones respecto a la manera como se ejecuta o pone en práctica el método. Es el arte de recorrer el camino. La técnica propone:

Normas para ordenar las etapas de la investigación, o simplemente de las acciones.

Aportar Instrumentos y medios para la recolección, ordenamiento, clasificación, cuantificación, sistematización y análisis de los datos o información.

2.5.2. Inventariado de los Recursos Hídricos

(Santayana, 1990), menciona: que, los recursos hídricos están constituidos, principalmente, por las aguas de escurrimiento superficial y las aguas subterráneas.

Los recursos hídricos en el Perú se encuentran distribuidos en tres vertientes con regímenes totalmente diferentes y en gran irregularidad en las descargas de sus ríos. La vertiente del Atlántico es la más extensa y tiene 1'298,281 Km². (78.8%); la del Pacífico comprende la llanura costera y ocupa 229.060 Km² (17.7%); y la del Titicaca 45,953 Km² (3.5%).

Según el "Inventario y Evaluación Nacional de las Aguas Superficiales", realizado en 1,980 por la Oficina de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN), se dispone en un volumen anual total de 2,043.53 Km³. Que corresponde al 5% del escurrimiento de todos los ríos del mundo.

De éste total 1,998.76 Km³. (97.8%) pertenecen a la vertiente del Atlántico; 34.62 Km³. (1.7%), a la del Pacífico y 10.17 Km³. (0.5%) a la del Titicaca ONERN (15).

2.5.4. Los recursos hidráulicos y la planificación

El aprovechamiento eficiente de los recursos hidráulicos emplea el conocimiento de los lugares donde se encuentra el agua y en que cantidad existe y su calidad y patrón de variabilidad; la estimación de las demandas para los diversos usos del agua, tanto en el tiempo como en el espacio y establecer las normas para los usos del agua.

La planificación para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos no puede circunscribirse a los perímetros de las cuencas, ni aún a conjuntos de cuencas hidrográficas. En efecto al analizar la utilización del agua en el ámbito de toda la visión y dentro de un horizonte de tiempo superficialmente grande (30 a 50 años), se pueden vislumbrar graves y complejos problemas.

El plan de aprovechamiento de los recursos hidráulicos constituye el resultado del proceso de planificación nacional hidráulica. El plan puede ser definido como el conjunto de estrategias y directrices que dentro de la política general de desarrollo y del ordenamiento legal e institucional, permite el logro de los siguientes objetivos:

Precisar la cantidad, calidad y ubicación de los recursos hidráulicos del país o de una cuenca.

Satisfacer oportunamente las demandas del agua poblacional, industrial y agrícola.

Asegurar la defensa contra la acción destructiva de las aguas, especialmente de las inundaciones.

Proteger las aguas contra la contaminación.

Garantizar los caudales requeridos para la generación de energía, la piscicultura, la navegación, la recreación y otros usos.

Jerarquizar las diferentes acciones de programas para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos y,

Controlar el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.

2.5.5. Determinación del potencial de agua disponible.

Las características geográficas especiales del Perú, determinan que se presentan contrastes fisiográficas, climáticos e hidráulicos en sus tres regiones naturales, que establecen diferencias en sus regímenes hidrológicos, los cuales presentan variaciones temporales, que van desde períodos muy húmedos a períodos de extrema sequía.

En el Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hídricos del Perú, en su primera versión, deberá efectuarse el inventario nacional de aguas superficiales, a nivel anual. En la segunda versión del Plan deberá considerarse las disponibilidades a nivel mensual sobre todo para la zona de la costa. También debe realizarse el inventario de las reservas de aguas subterráneas.

Con los resultados del inventario nacional de aguas superficiales y conociendo las posibilidades físicas de aprovechamiento, se podrá determinar la potencialidad de los recursos hídricos aprovechables. El empleo de estos recursos requiere de la intervención del hombre que modifique las condiciones naturales, a través de diferentes obras.

2.6. Balance demanda – disponibilidad:

(Santayana, 1990), Indica: que el balance es la comparación en el tiempo y el espacio de las disponibilidades y las demandas de agua, que tiene por objeto definir la existencia de déficit o excesos de agua en las unidades hidrográficas de análisis. Permite asignar los volúmenes de agua disponibles a cada una de las demandas, según las prioridades establecidas por ley, de acuerdo a los requerimientos del proceso de desarrollo sostenido.

La definición de los estados de equilibrio hidráulico permitirá la formulación de las estrategias y las acciones correspondientes para asegurar la suficiente y oportuna satisfacción de las necesidades de agua para los diferentes usos.

Los resultados del balance permitirán conocer con antelación, los conflictos que podrían llegar a presentarse con relación a la disponibilidad de agua, para los diferentes usos y definir a tiempo las alternativas posibles para eliminarlos o mitigarlos.

El balance demanda disponibilidad se realizará para cada unidad hidrográfica de análisis con la visión futura que implica la búsqueda de una situación deseable dado que sería necesario conocer la magnitud local de la demanda con el horizonte del plan, se haría la confrontación en dos niveles de análisis a nivel del horizonte del plan y a nivel de los umbrales del plan.

2.7.El Plan de Manejo de la Cuenca

(Vasquez, 2000), Debe ser elaborada por el equipo multidisciplinario de la cuenca y propuesto a la autoridad de la cuenca respectiva. Este plan no sólo debe contener un diagnóstico del estado de conservación y deterioro de la cuenca y las tecnologías a ser llevadas a cabo para proteger la cuenca sino los mecanismos de compromiso que deberían haber entre los sectores sociales para la realización de las obras, el tiempo en que deberán ser realizadas, los proyectos para las grandes obras que urgentemente se requiere realizar y un plan de promoción de las organizaciones de los sectores de las cuencas. La ejecución debe ser una labor coordinada de acuerdo a ciertas etapas señaladas con antelación y en función de ciertas prioridades y ciertos tiempos, lo más cortos posibles.

Seminario M.E. (27), Dice: que, el Plan de Manejo de una cuenca es un documento directriz, ordenador e integrador para el desarrollo óptimo racional y eficiente de los recursos de una cuenca en función de las necesidades del hombre. Involucrar esencialmente la forma de aprovechamiento, proteger y conservar los recursos de la cuenca mediante la producción sostenida y el equilibrio medio ambiental.

2.7.1.Diagnóstico del problema de inundaciones:

El estudio de las inundaciones se orientará para la primera versión del plan en la definición de las causas y los aspectos del problema, a fin de tomar las previsiones con respecto al aprovechamiento de las zonas inundadas. Este diagnóstico servirá luego

para establecer el plan para prevenir las inundaciones, dentro del aprovechamiento armónico de los recursos.

La metodología del estudio de las inundaciones debe comprender la definición del problema, la identificación de los problemas, el diagnóstico de daños ocasionados y zonificación de áreas con problemas de inundación.

Es importante para el estudio de las inundaciones, la recopilación de información cartográfica, el inventario de los daños, encuestas a los usuarios y personas e instituciones afectadas, etc. Luego en el análisis de la información se debe obtener el listado de los daños ocasionados en cada unidad hidrológica de análisis, catalogación del tipo de daños y su magnitud y un resumen de los tipos de problemas y sus causas. (ONERN., 1980).

2.7.2. Diagnóstico del problema de la erosión

(ONERN., 1980), Dicen: que en el Perú existe una fuerte degradación de los suelos causados por la erosión, por lo cual es muy importante conocer la magnitud y la ubicación de éste problema, de manera de instrumentar las medidas de control, a fin de evitar o disminuir su acción destructiva.

En el diagnóstico de la erosión se debe identificar las características y el origen del problema, de manera de establecer los elementos de juicio que contribuyan a la mejor planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos. De ésta forma, se tratará de detectar los problemas actuales, señalar los problemas futuros posibles e indicar las zonas que requieran de estudios más detallados.

Se debe contar, como mínimo, con la información geológica fisiográfica (mapa de pendientes), mapa de cobertura vegetal e información auxiliar (precipitación: isoyetas, tormentas, intensidades, perímetros, geomorfológicos de las cuencas, aerofotografías, etc.). Como resultado de la recopilación y análisis de la información se producirán los planos de erosión actual y potencial.

2.7.3. Diagnóstico del problema de sequías:

(ONERN., 1980), Indican que, la sequía viene a ser un conflicto creado por el déficit del recurso agua. Este conflicto es casi permanente en las zonas áridas del país y temporal en aquellas zonas de variación significativa de las disponibilidades en el tiempo.

El diagnóstico de los problemas de sequía se puede efectuar tomando como base los resultados del análisis del régimen mensual de descargas y de la comparación con las demandas. Se debe identificar los orígenes y las causas del problema, la zonificación de los problemas, la magnitud y el análisis de las posibles soluciones para cubrir el déficit.

2.7.4. Diagnóstico de los problemas creados por la acción del hombre:

Como reacción a la acción del medio físico sobre la actividad del hombre, éste adecua una serie de elementos de protección, que se construyen con la finalidad de aprovechar mejor los recursos hídricos, traen consigo una serie de problemas, cuyo análisis debe ser considerado dentro del Plan.

Entre éste tipo de conflictos se puede señalar cambios en las condiciones ecológicas: desequilibrios en el medio físico natural (régimen de escorrentía, sedimentos, modificación de los microclimas, entre otros).

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1.Ubicacion

3.1.1.- Ubicación Geográfica

Geográficamente la cuenca del río llave se encuentra en coordenadas UTM (WGS84):

Este : 352,353.0 – 452,052.0

Norte : 8'104,770.0 – 8'248,751.0

Altitudinalmente se encuentra entre las altitudes: 3,805.00 – 5,400.00 m.s.n.m.

3.1.2.- Ubicación Hidrográfica

La cuenca del río llave, hidrográficamente se encuentra ubicada en:

Vertiente : Titicaca

Sistema Hídrico : TDPS

3.1.3.- Ubicación Política

La cuenca del río llave, políticamente se encuentra ubicada en:

Región : Puno

Provincia : Chucuito, El Collao y Puno.

Distrito : Huacullani, Juli, Capaso, Mazocruz, Conduriri, llave, Acora, Platería, Chucuito, Laraqueri, Puno y San Antonio.

Localidad : Varios

3.1.4.- Límites Hidrográficos

La cuenca del río llave, limita con las siguientes cuencas hidrográficas:

Este : Lago Titicaca, Cuencas río Zapatilla, Pusuma y Mauri Chico.

Oeste : Cuencas río Tambo y laguna Loriscota.

Norte : Cuenca río Illpa, zona Circunlacustre del lago Titicaca.

Sur : Cuenca río Maure.

Figura N° 01

PLANO AMBITO DE LA CUENCA ILAVE

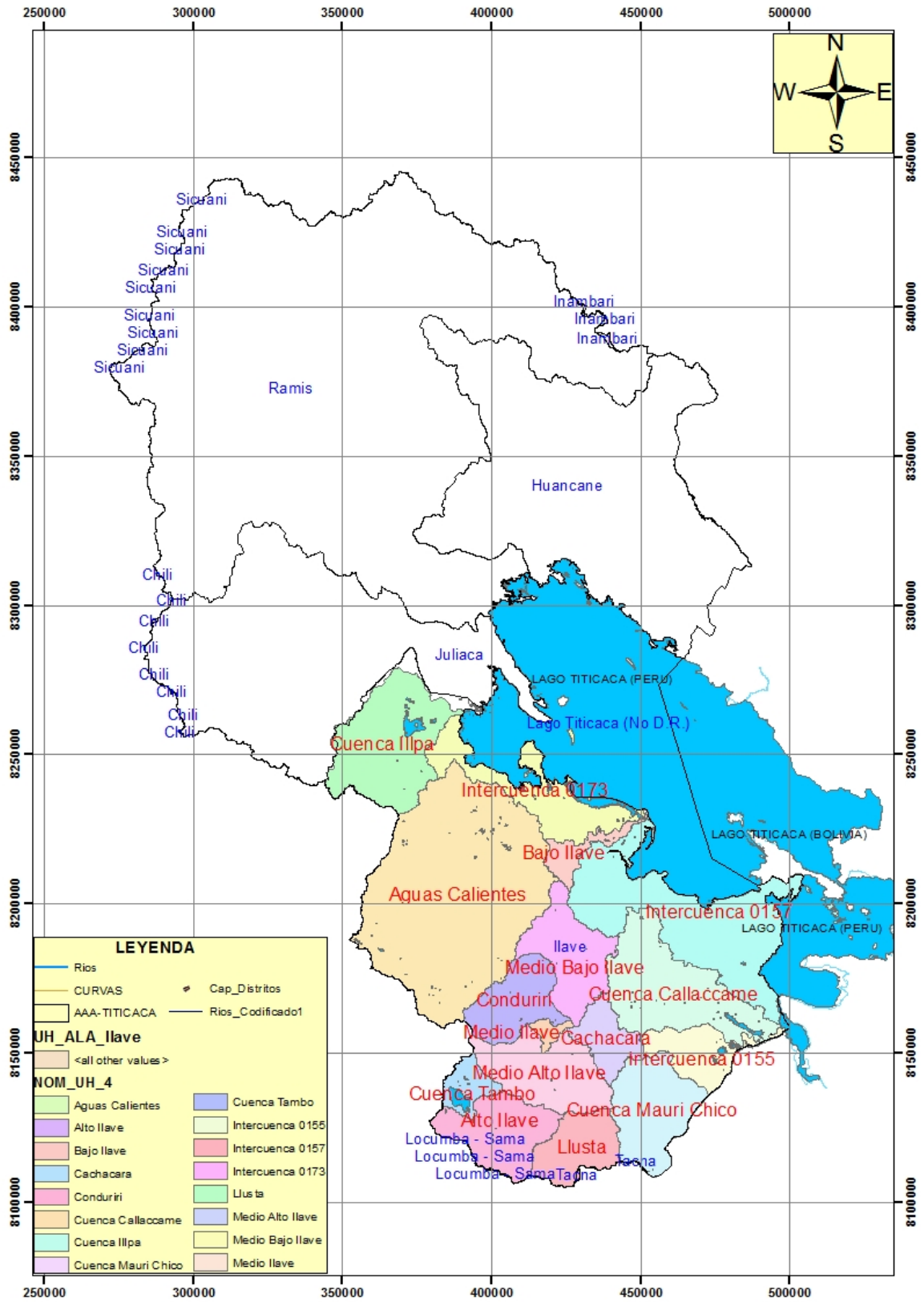
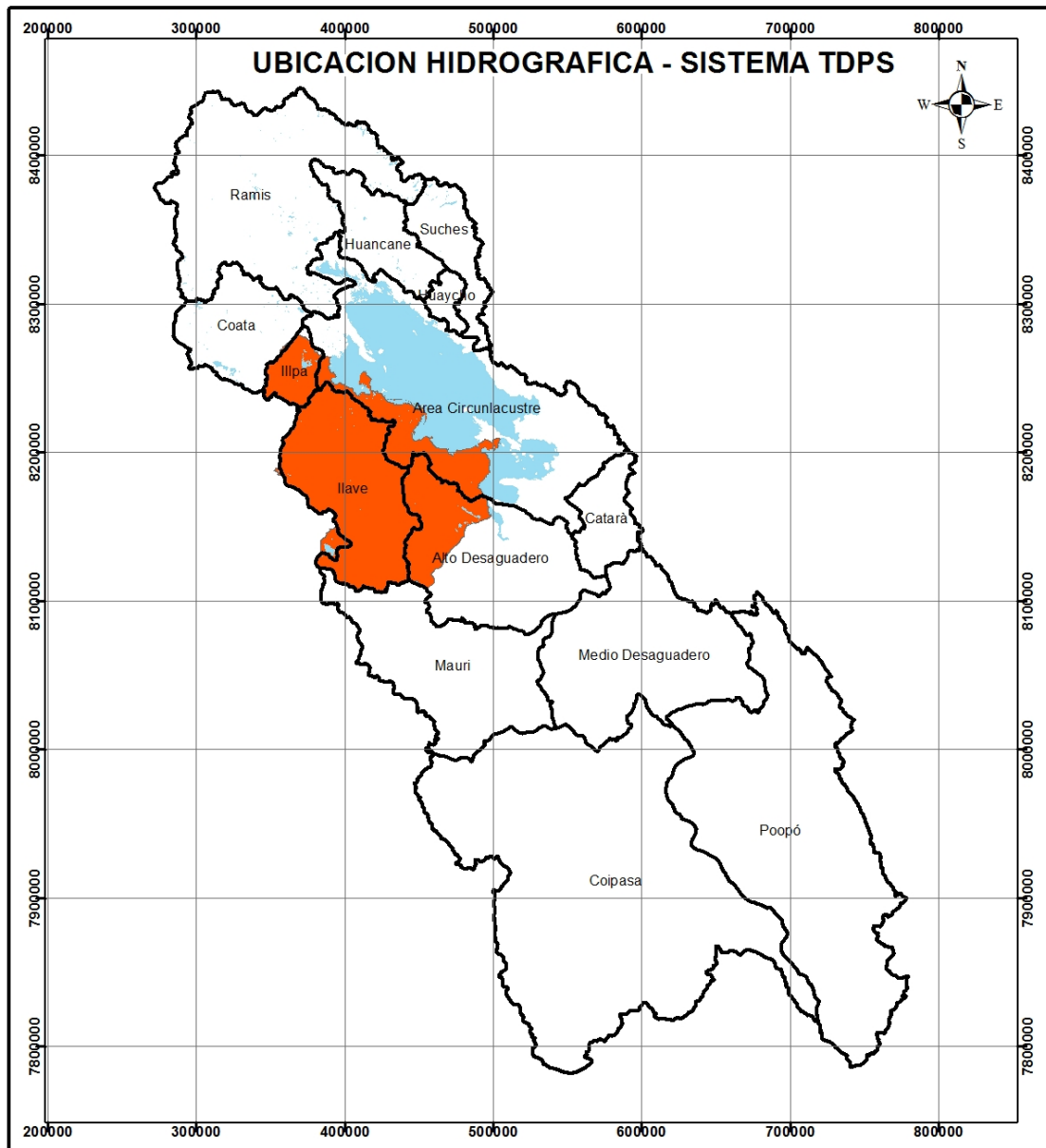


Figura N° 02.



Figura N° 03



3.2. Información Básica

Para el desarrollo del presente estudio se ha recurrido básicamente a la información cartográfica, hidrometeorológica (hidrométrica, pluviométrica y climatológica) y estudios antecedentes. A continuación se detalla cada una de estas informaciones en forma breve (ANA, 2009).

3.2.1. Información Cartográfica

La información cartográfica básica para la realización del estudio hidrológico y la generación de mapas temáticos de la cuenca del río Ilave, así como para el inventario y evaluación de fuentes de agua superficial, consiste en:

Mapas de Cartas Nacionales que abarca la cuenca del río Ilave a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) digitalizado bajo el entorno de SIG con equidistancia mínima entre curvas de nivel de 50 m. (ANA, 2009).

Mapa de Red de Estaciones Meteorológicas administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), información proporcionada por el PELT.

Información cartográfica complementaria existente en la Administración Local del Agua (ALA) Ilave: Mapa de delimitación administrativa con la demarcación de sectores de riego; mapa de ubicación de la ALA Ilave en la Región Puno (ANA, 2009).

3.2.2.- Información Hidrometeorológica

En el ámbito de la cuenca del río Ilave existen dos estaciones hidrométricas, que son: Puente Ilave (controlada por Senamhi Puno) y Llustacucho – río Chichillapi (controlada por PET Tacna). Además existen estaciones hidrométricas de otras

cuencas en la vertiente del Titicaca, dicha información servirá para el análisis y completación de registros de descargas de los ríos Ilave y Chichillapi. En el siguiente cuadro se muestran la información y el período de registro de las descargas medias y descargas máximas de las estaciones hidrométricas (ANA, 2009).

3.3. Metodología

La metodología a seguir para lograr los objetivos del presente proyecto, es la siguiente:

Fase I: Trabajos de Campo

Reconocimiento de las cuencas en el campo.

Evaluación hidrológica de las cuencas (delimitación hidrográfica de las cuencas).

Evaluación de las estaciones hidrometeorológicas.

Fase II: Trabajos de Gabinete

Procesamiento de la información (análisis y depuración de la información hidrometeorológica recopilada) (ONERN., 1980) y (ANA, 2009).

3.4.-Cuenca hidrografica del rio llave

La cuenca del río llave presenta dos ejes principales de drenaje, como son ríos Huenque y Aguas Calientes, que se unen para formar el río llave y luego ésta a desembocar al lago Titicaca.

La cuenca posee una Superficie Total de 7,832.53 Km², a la que le corresponde una superficie de 3,934.00 Km² (50.23%) a la cuenca del río Huenque y una superficie

de 3,693.03 Km² (47.15%) a la cuenca del río Aguas Calientes y la superficie restante de 205.50 Km² (2.62%) a la subcuenca del Bajo llave.

El curso principal de la cuenca del río llave, nace desde el río Coypa Coypa - Chichillapi - río Llusta Baja - río Huenque - río llave - hasta la desembocadura al lago Titicaca. La longitud del cauce principal es de 211.00 Km y tiene una pendiente media de 0.40%.

El altiplano y las cordilleras que lo rodean son el resultado de una evolución estructural larga e intensa, que llega hasta tiempos muy recientes, con fenómenos de levantamiento y vulcanismo muy activos.

En particular, el altiplano es el resultado del relleno de una fosa tectónica que puede ser localizada incluso en el cretáceo, que ha recibido grandes cantidades de materiales clásticos, en gran parte continentales y Vulcano – sedimentarios, acumulados en espesores fuertes y poco cementados.

La actividad estructural reciente ha deformado estos depósitos, creando las serranías que se encuentran en el interior del altiplano, constituidas por materiales fácilmente erosionables, y zonas endorreicas de acumulación, sujetas a inundaciones y embalses de agua.

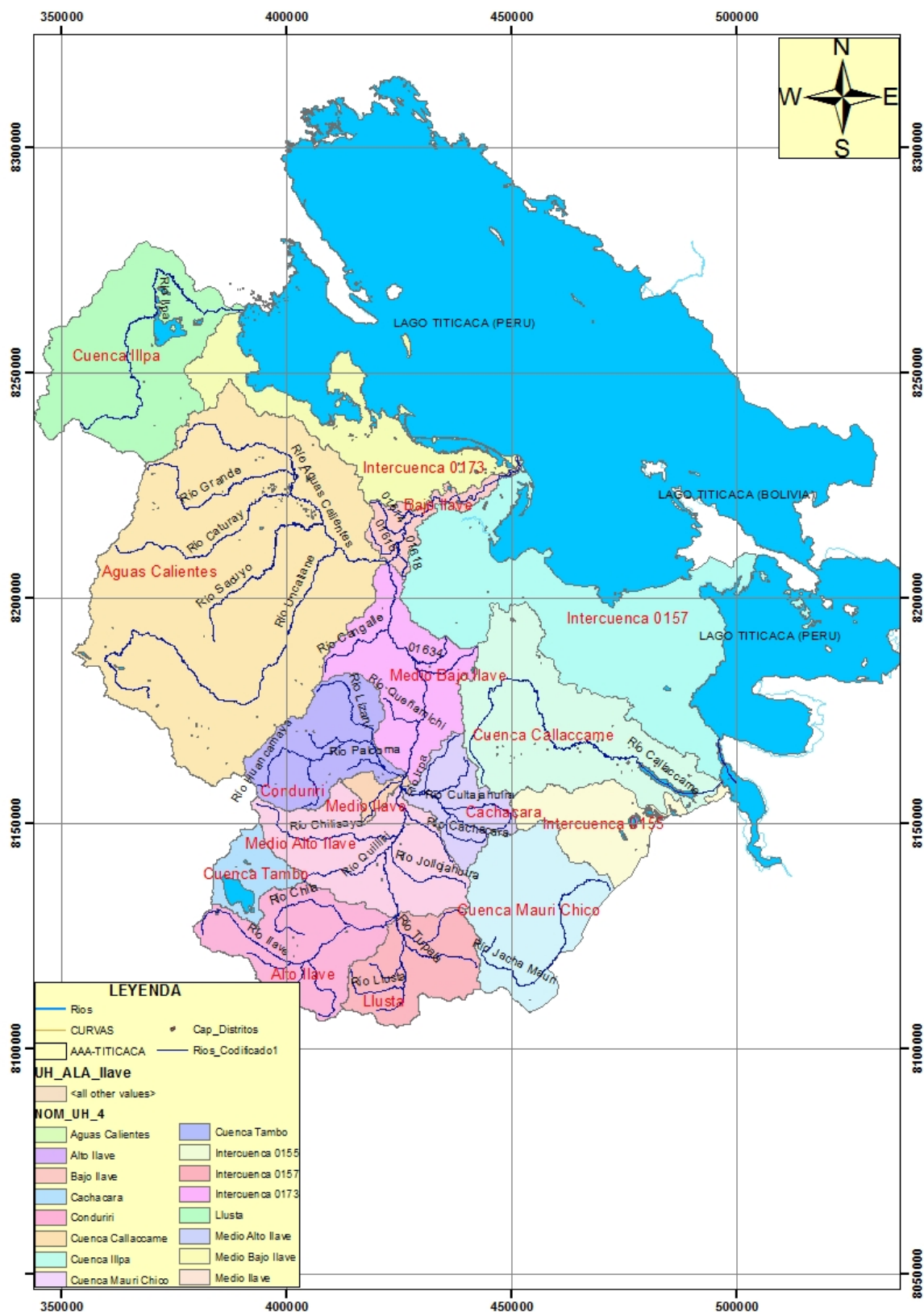
La actividad de levantamiento reciente y todavía en curso ha determinado una dinámica laboriosa de la hidrografía superficial, con variaciones en la forma y localización de las zonas deprimidas; en consecuencia, los depósitos recientes, poco consolidados, se ven expuestos a un ataque intenso. La misma actividad de levantamiento ha favorecido el desarrollo de un retículo de drenaje bien organizado

y bien denso, a lo largo del cual se realizan los fenómenos tanto erosivos como de deposición. En efecto, a lo largo de todos los tramos fluviales se notan trazas de una acción erosiva continua, asociadas con áreas de depósitos y embalse de agua.

Esta situación es consecuencia del régimen fluvial, el cual, durante la estación húmeda, presenta crecidas que determinan el transporte veloz de grandes cantidades de materiales, mientras que en la estación seca el agua tiende a embalsarse en las zonas llanas, incluso en el interior de los valles.

El clima de todo el altiplano contribuye a acentuar los efectos de los fenómenos vinculados a la dinámica fluvial y a los procesos erosivos. En efecto, las lluvias son breves y violentas, concentradas en un periodo de poco más de tres meses. Esto determina una fuerte erosión y transporte sólido de los relieves e, igualmente, inundaciones y depósitos en las áreas deprimidas, resultado de eventos a menudo catastróficos. Durante el resto del año el clima es seco y frío, con heladas nocturnas, que favorecen la disgregación de las rocas, y viento fuerte y frecuente.” (ONERN., 1980) y (Chang Navarro, 1993).

Figura N° 04
Cuenca del río Ilave



3.4.1.- Subdivisión hidrográfica de la cuenca

La denominación de las unidades hidrográficas circunscritas en el área de la cuenca del río llave se ha realizado en función de su extensión y nombre de sus cursos de agua finales o ríos; estableciéndose en base a una relación entre unidades hidrográficas y rangos, nueve (09) unidades hidrográficas básicas o subcuencas. Ver Tabla 1 y Cuadro N°2 y 3. En la Figura N° 4 y 6 se presenta la divisoria de las subcuencas. Esta subdivisión se ha realizado utilizando el método de Pfafstetter (ANA, 2009).

La cuenca del río llave está conformado por nueve subcuencas de nivel 4: Subcuenca Alto llave (río Chichillapi), Llusta (río Llusta alta), río Ayupalca, río Conduriri, río Aguas Calientes, Medio Alto llave (río Llusta Baja), Medio llave (río Huenque zona alta), Medio Bajo llave (río Huenque) y Bajo llave (tramo río llave). Los cinco primeros tienen un aporte efectivo de caudal, los cuatro últimos están definidos como intercuenas al recibir el aporte de las anteriores. Y nueve subcuencas de nivel 5: Subcuenca Alto Aguas Calientes llave (río Malcomayo), río Cutimbo, río Loripongo, río Tunquipa, río Uncallane, Medio Alto Aguas Calientes (río Grande zona alta), Medio Aguas Calientes (río Grande zona media), Medio Bajo Aguas Calientes (río Grande zona baja) y Bajo Aguas Calientes (tramo río Aguas Calientes). Los cinco primeros tienen un aporte efectivo de caudal, los cuatro últimos están definidos como intercuenas al recibir el aporte de las anteriores

Cuadro 01
Unidades Hidrográficas y Rangos

Unidad Hidrográfica	Area (Km2)	Nº de Orden del Río
Microcuenca (pequeña)	10 - 100	1º, 2º ó 3º
Sub cuenca (mediana)	100 - 700	4º ó 5º
Cuenca (grande)	700 - 6000	6º a más

Fuente: DSMC-DGASI / Lima, 1983 – Metodología de Priorización de Cuencas.

Cuadro Nº 02
Sub Unidades Hidrográficas (subcuencas) - Cuenca del rio llave

Nº	CODIGO	NIVEL	UNIDAD HIDROGRAFICA	NOMBRE	RIO PRINCIPAL	AREA		Nº ORDEN DEL RIO
						(Km2)	(%)	
1	0161	4	Subcuenca	Bajo llave	Tramo Río llave	205.50	2.62	7
2	0162	4	Subcuenca	Aguas Calientes	Río Aguas Calientes	3,693.03	47.15	6
3	0163	4	Subcuenca	Medio Bajo llave	Río Huenque	764.32	9.76	6
4	0164	4	Subcuenca	Conduriri	Río Conduriri	606.15	7.74	5
5	0165	4	Subcuenca	Medio llave	Río Huenque (zona alta)	72.04	0.92	6
6	0166	4	Subcuenca	Ayupalca	Río Ayupalca	369.21	4.71	4
7	0167	4	Subcuenca	Medio Alto llave	Río Llusta Baja	869.90	11.11	6
8	0168	4	Subcuenca	Llusta	Río Llusta Alta	525.25	6.71	5
9	0169	4	Subcuenca	Alto llave	Río Chichillapi	727.13	9.28	4
	016	3	Cuenca	llave	Río llave	7,832.53	100.00	7

Cuadro Nº 3
Sub Unidades Hidrográficas (subcuencas) – Subcuenca Aguas Calientes

Nº	CODIGO	NIVEL	UNIDAD HIDROGRAFICA	NOMBRE	RIO PRINCIPAL	AREA		Nº ORDEN DEL RIO
						(Km2)	(%)	
1	01621	5	Subcuenca	Bajo Aguas Calientes	Tramo Río Aguas Calientes	132.52	3.59	6
2	01622	5	Subcuenca	Uncallane	Río Uncallane	1,708.21	46.25	6
3	01623	5	Subcuenca	Medio Bajo Aguas Calientes	Río Grande (zona baja)	52.89	1.43	5
4	01624	5	Subcuenca	Tunquipa	Río Tunquipa	247.90	6.71	4
5	01625	5	Subcuenca	Medio Aguas Calientes	Río Grande (zona media)	109.90	2.98	5
6	01626	5	Subcuenca	Loripongo	Río Loripongo	624.59	16.91	4
7	01627	5	Subcuenca	Medio Alto Aguas Calientes	Río Grande (zona alta)	10.63	0.29	5
8	01628	5	Subcuenca	Cutimbo	Río Cutimbo	279.26	7.56	4
9	01629	5	Subcuenca	Alto Aguas Calientes	Río Malcomayo	527.13	14.27	4
	0162	4	Subcuenca	Aguas Calientes	Río Aguas Calientes	3,693.03	100.00	6

Unidades Hidrográficas de Nivel 4

1) Subcuenca BAJO ILAVE (UH 0161)

La subcuenca Bajo llave políticamente se encuentra ubicada en los distritos de llave y Acora, provincias El Collao y Puno, en el departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte baja del río llave. La subcuenca Bajo llave abarca 205.50 Km², y representa el 2.62% de la cuenca del río llave (7,832.53 Km²). El curso principal es el tramo río llave y cuya longitud es de 52.20 Km., desde la confluencia de los ríos Aguas Calientes y Huenque hasta su desembocadura al lago Titicaca.

El cauce del río Bajo llave presenta una pendiente media de 0.09%. El cauce en su recorrido presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de la baja pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los departamentos de Tacna y Moquegua, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de llave.

2) Subcuenca AGUAS CALIENTES (UH 0162)

La subcuenca Aguas Calientes políticamente se encuentra ubicada en los distritos de llave, Acora, Platería, Chucuito, Puno, San Antonio y Pichacani-Laraqueri; provincias El Collao y Puno, en el departamento de Puno. Hidrográficamente es uno de los ejes principales de drenaje de la cuenca del río llave. La subcuenca Aguas Calientes ocupa una superficie de 3693.03 Km², representa el 47.15% del área total de la cuenca del río llave. Cuya longitud del cauce principal del río es de 127.53 Km., el río Aguas Calientes nace desde la quebrada Hualla Apacheta - quebrada Taipicerca - quebrada Mocsoma - quebrada San Miguel - río Malcomayo – río Grande

– río Aguas Calientes, hasta la confluencia con el río Huenque, lugar donde nace el río llave.

El cauce del río Aguas Calientes presenta una pendiente media de 0.55%. El cauce en su recorrido presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de la baja pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Moquegua, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de llave.

3) Subcuenca MEDIO BAJO ILAVE (UH 0163)

La subcuenca Medio Bajo llave políticamente se encuentra ubicada en los distritos de llave, Juli, Conduriri y Acora; provincias El Collao, Chucuito y Puno, en el departamento de Puno. Hidrográficamente es otro de los ejes principales de drenaje de la cuenca del río llave. La subcuenca Medio Bajo llave ocupa una superficie de 764.32 Km², representa el 9.76% del área total de la cuenca del río llave. El cauce principal es el río Huenque, cuya longitud del cauce es de 62.54 Km., desde la confluencia de las subcuencas río Conduriri y Medio llave, hasta la confluencia con el río Aguas Calientes.

El cauce del río Huenque presenta una pendiente media de 0.15%. El cauce en su recorrido presenta algunas formas meándricas y divagantes a consecuencia de la baja pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Tacna, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de llave.

4) Subcuenca CONDURIRI (UH 0164)

La subcuenca Conduriri políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Ilave, Conduriri y Mazocruz; provincia El Collao, en el departamento de Puno. Hidrográficamente es una de las subcuencas que aporta directamente al cauce principal de la cuenca del río Ilave. La subcuenca Conduriri abarca una superficie de drenaje de 606.15 Km², representa el 7.74% del área total de la cuenca del río Ilave. Cuya longitud del cauce principal del río es de 63.00 Km., el río principal nace desde la quebrada Chacacalaya - quebrada Chacacala - río Piaque - río Huanacamaya - río Conduriri, hasta la confluencia con el río Huenque.

El cauce del río Conduriri presenta una pendiente media de 1.64%. El cauce en su recorrido no presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de la alta pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Tacna, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de Ilave.

5) Subcuenca MEDIO ILAVE (UH 0165)

La subcuenca Medio Ilave políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Conduriri y Mazocruz; provincia El Collao, en el departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte media del curso principal del río Ilave. La subcuenca Medio Ilave ocupa una superficie de 72.04 Km², representa el 0.92% del área total de la cuenca del río Ilave. El cauce principal es el río Huenque (zona alta), cuya longitud del cauce del río es de 3.16 Km., desde la confluencia de los ríos Ayupalca y Llusta Baja (subcuenca Medio Alto Ilave) hasta la confluencia con el río Conduriri.

El cauce del río Huenque (zona alta) presenta una pendiente media de 0.06%. El cauce en su recorrido no presenta formas meándricas. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Tacna, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de Ilave.

6) Subcuenca AYUPALCA (UH 0166)

La subcuenca Ayupalca políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Conduriri, Huacullani y Mazocruz; provincias El Collao y Chucuito, en el departamento de Puno. Hidrográficamente es otra de las subcuencas que aporta directamente al cauce principal de la cuenca del río Ilave. La subcuenca Ayupalca ocupa un área de drenaje de 369.21 Km², representa el 4.71% del área total de la cuenca del río Ilave. Cuya longitud del cauce del río es de 55.82 Km., el río principal nace desde la quebrada Ccoota - quebrada Pusicuchune - río Ayupalca, hasta la confluencia con el río Llusta Baja (subcuenca Medio Alto Ilave).

El cauce del río Ayupalca presenta una pendiente media de 1.44%. El cauce en su recorrido no presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de la alta pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Tacna, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de Ilave.

7) Subcuenca MEDIO ALTO ILAVE (UH 0167)

La subcuenca Medio Alto Ilave políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Conduriri y Mazocruz; provincia El Collao, en el departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte media alta del curso principal del río Ilave.

La subcuenca Medio Alto llave abarca una superficie de 869.90 Km², representa el 11.11% del área total de la cuenca del río llave. El cauce principal es el río Llusta (zona baja), cuya longitud del cauce del río es de 41.80 Km., desde la confluencia de las subcuencas Llusta (río Llusta alta) y Alto llave (río Chichillapi) hasta la confluencia con el río Ayupalca.

El cauce del río Llusta Baja presenta una pendiente media de 0.14%. El cauce en su recorrido no presenta formas meándricas. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Tacna, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de llave.

8) Subcuenca LLUSTA (UH 0168)

La subcuenca Llusta políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Capaso y Mazocruz; provincia El Collao, en el departamento de Puno. Hidrográficamente es otra de las subcuencas que aporta directamente al cauce principal de la cuenca del río llave y ubicada en la parte alta de esta cuenca. La subcuenca Llusta abarca una superficie de drenaje de 525.25 Km², representa el 6.71% del área total de la cuenca del río llave. Cuya longitud del cauce principal del río es de 38.14 Km., el río Llusta nace desde la quebrada Inchupalla Alta - quebrada Inchupalla - río Llaitire - río Viluta - río Humajalso - río Llusta, hasta la confluencia con el río Chichillapi (subcuenca Alto llave). El cauce del río Llusta presenta una pendiente media de 2.27%. El cauce en su recorrido no presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de la alta pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Tacna, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de llave.

Figura N° 05
Sub Unidades Hidrográficas (subcuencas) – Cuenca del río Ilave, Distrito y Vías.

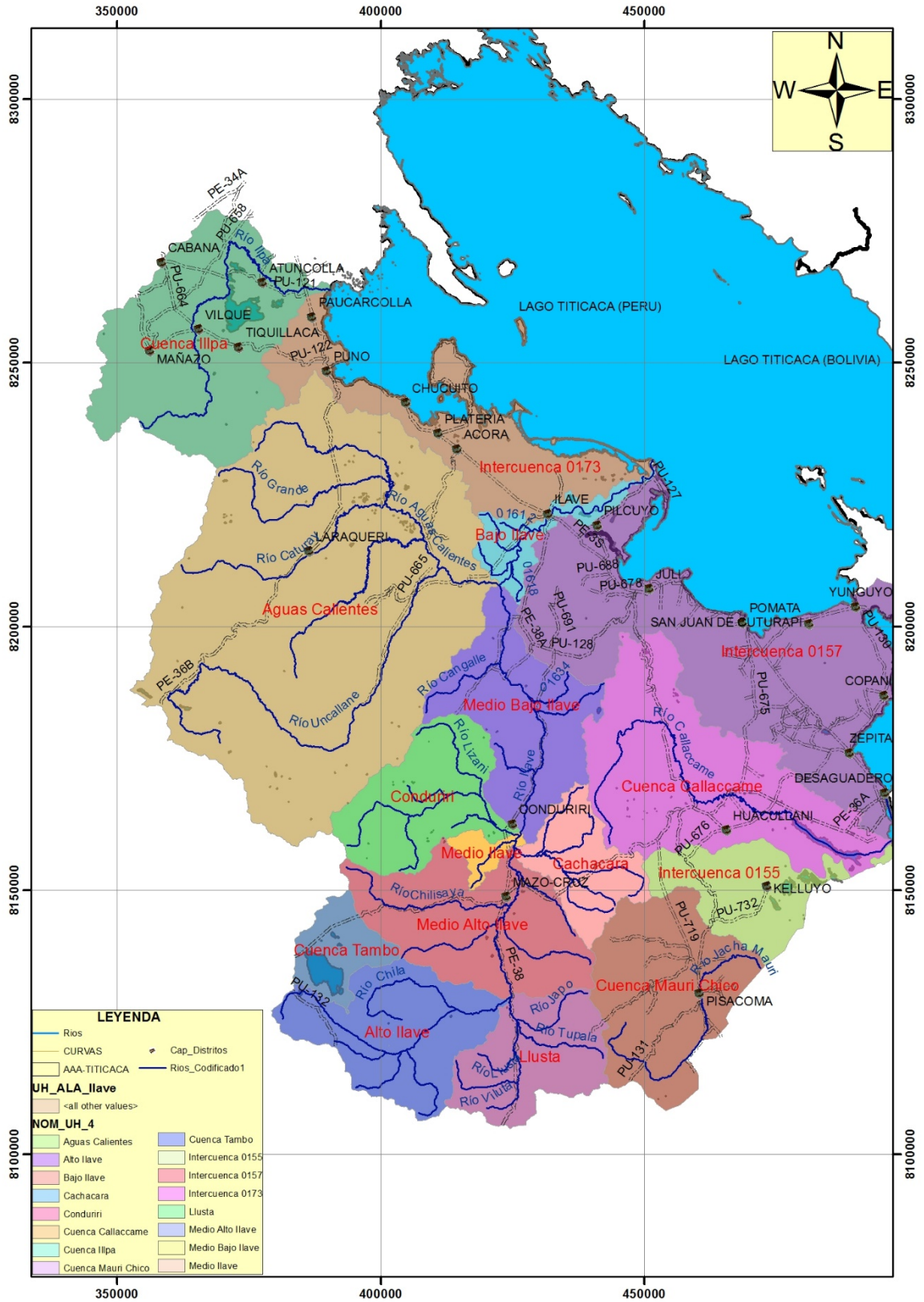


Figura N° 06
Sub Unidades Hidrográficas (subcuencas) – Cuenca del río Ilave



9) Subcuenca ALTO ILAVE (UH 0169)

La subcuenca Alto Ilave políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Mazocruz; provincia El Collao, en el departamento de Puno. Hidrográficamente es otra de las subcuencas que aporta directamente al cauce principal de la cuenca Ilave y se ubica en la parte alta donde nace el río Ilave. La subcuenca Alto Ilave ocupa una superficie de 727.13 Km², representa el 9.28% del área total de la cuenca del río Ilave. El cauce principal es el río Chichillapi, cuya longitud del cauce del río es de 51.30 Km., el curso principal de la subcuenca nace desde el río Coypa Coypa - río Chichillapi, hasta la confluencia con el río Llusta (zona alta).

El cauce del río Chichillapi presenta una pendiente media de 1.23%. El cauce en su recorrido no presenta formas meándricas a consecuencia de la alta pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con el departamento de Tacna, provincias y distritos del entorno a la Ciudad de Ilave.

Unidades Hidrográficas de Nivel 5

1) Subcuenca BAJO AGUAS CALIENTES (UH 01621)

La subcuenca Bajo Aguas Calientes políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Ilave y Acora, provincias El Collao y Puno, en el departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte baja del río Aguas Calientes. La subcuenca Bajo Aguas Calientes abarca 132.52 Km², y representa el 3.59% de la subcuenca del río Aguas Calientes (3,693.03 Km²). El cauce principal es el tramo río Aguas

Calientes y cuya longitud es de 19.95 Km., desde la confluencia de los ríos Uncallane y Grande, hasta la confluencia con el río Huenque.

El cauce del tramo río Aguas Calientes presenta una pendiente media de 0.10%. El cauce en su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamentos de Moquegua.

2) Subcuenca UNCALLANE (UH 01622)

La subcuenca Uncallane políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Acora y Laraqueri; provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente es uno de los ejes principales de drenaje de la cuenca del río Aguas Calientes. La subcuenca Uncallane ocupa una superficie de 1708.21 Km², representa el 46.25% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. Cuya longitud del cauce principal del río es de 119.41 Km., el cauce principal nace desde la quebrada Ccautalaya - quebrada Jahuirá - quebrada Carhuar - río Blanco - río Uncallane, hasta la confluencia con el río Grande, lugar donde nace el río Aguas Calientes.

El cauce del río Uncallane presenta una pendiente media de 0.82%, en su recorrido no presenta formas meándricas a consecuencia de que el cauce está bien formado. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el Dpto de Moquegua.

3) Subcuenca MEDIO BAJO AGUAS CALIENTES (UH 01623)

La subcuenca Medio Bajo Aguas Calientes políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Acora, provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte media del curso principal del río Aguas Calientes. La subcuenca Medio Bajo Aguas Calientes abarca 52.89 Km², y representa el 1.43% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. El cauce principal es el río Grande (zona baja) y cuya longitud es de 5.28 Km., desde la confluencia de los ríos Tunquipa y Grande (subcuenca Medio Aguas Calientes), hasta la confluencia con el río Uncallane.

El cauce del río Grande, en este tramo presenta una pendiente media de 0.38%. El cauce en su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamentos de Moquegua.

4) Subcuenca TUNQUIPA (UH 01624)

La subcuenca Tunquipa políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Acora y Laraqueri; provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente es otro de los ejes principales de drenaje de la cuenca del río Aguas Calientes. La subcuenca Tunquipa ocupa una superficie de 247.90 Km², representa el 6.71% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. Cuya longitud del cauce principal del río es de 73.16 Km., el cauce principal nace desde la quebrada Morocachi - quebrada Timil - río Molla - río Tunquipa - río Sacuyo - río Tunquipa, hasta la confluencia con el río Grande (subcuenca Medio Aguas Calientes).

El cauce del río Tunquipa presenta una pendiente media de 1.07%, en su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de que el cauce tiene pendiente suave en la parte baja generalmente. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamento de Moquegua.

5) Subcuenca MEDIO AGUAS CALIENTES (UH 01625)

La subcuenca Medio Aguas Calientes políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Acora y Platería, provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte media del curso principal del río Aguas Calientes. La subcuenca Medio Aguas Calientes abarca 109.90 Km², y representa el 2.98% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. El cauce principal es el río Grande (zona media) y cuya longitud es de 13.62 Km., desde la confluencia de los ríos Loripongo y Grande (subcuenca Medio Alto Aguas Calientes), hasta la confluencia con el río Tunquipa.

El cauce del río Grande, en este tramo presenta una pendiente media de 0.04%. El cauce en su recorrido presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de la baja pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamentos de Moquegua.

6) Subcuenca LORIPONGO (UH 01626)

La subcuenca Loripongo políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Laraqueri, Acora y Platería; provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente es otro de los ejes principales de drenaje de la cuenca del río Aguas Calientes. La subcuenca Loripongo ocupa una superficie de drenaje de 624.59 Km², representa el 16.91% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. Cuya longitud del cauce principal del río es de 73.87 Km., el cauce principal nace desde la quebrada Apacheta - quebrada Huañaraya - quebrada Challhuani - río Morocollo - río Loripongo, hasta la confluencia con el río Grande - zona alta (subcuenca Medio Alto Aguas Calientes).

El cauce del río Loripongo presenta una pendiente media de 1.12%, en su recorrido presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de que el cauce tiene pendiente suave en la parte baja generalmente. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamento de Moquegua.

7) Subcuenca MEDIO ALTO AGUAS CALIENTES (UH 01627)

La subcuenca Medio Alto Aguas Calientes políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Platería, provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte media del curso principal del río Aguas Calientes. La subcuenca Medio Alto Aguas Calientes abarca una superficie de 10.63 Km², y representa el 0.29% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. El cauce principal es el río Grande (zona alta) y cuya longitud es de 5.38 Km., desde la confluencia de los ríos Cutimbo

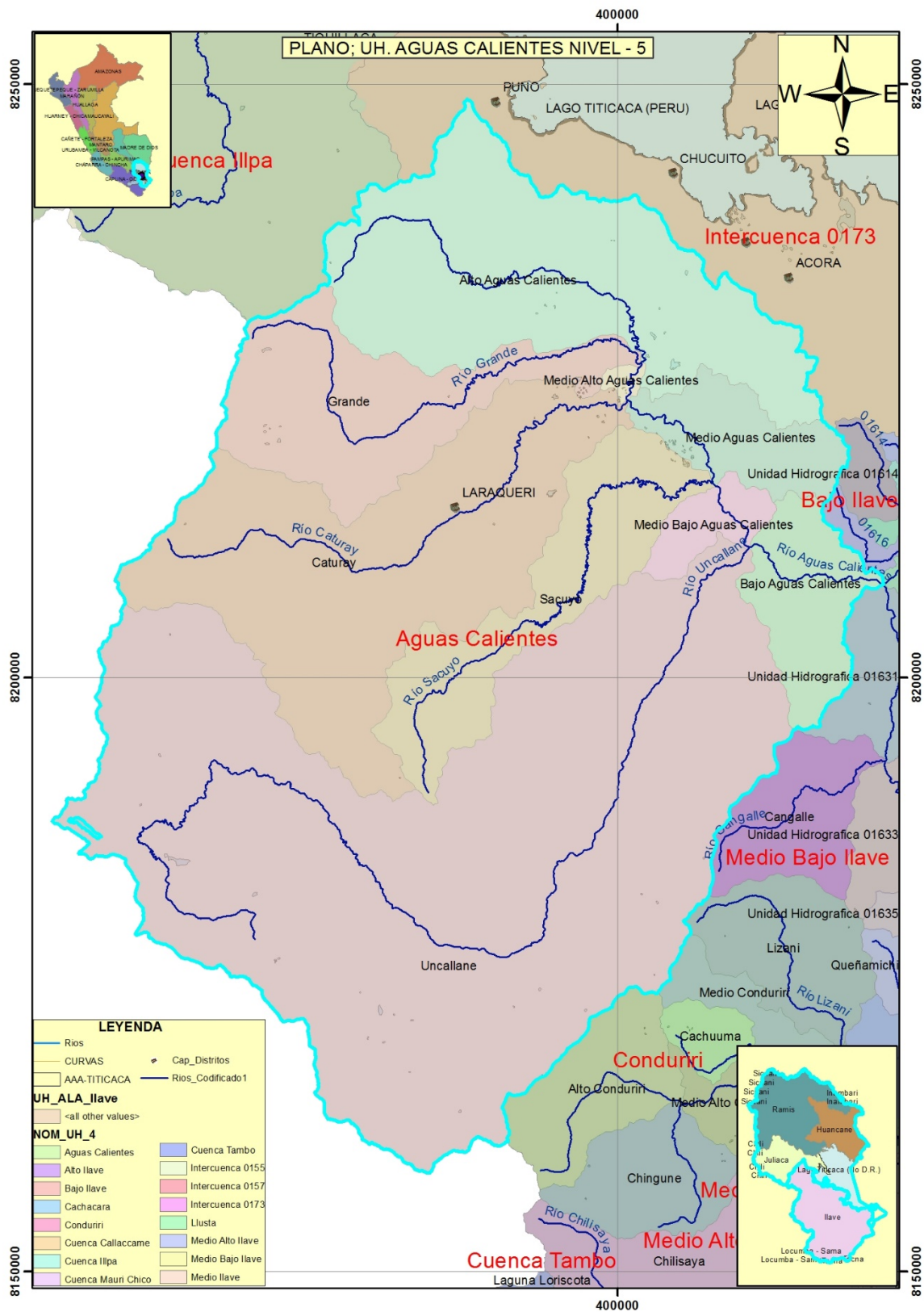
y Malcomayo (subcuenca Alto Aguas Calientes), hasta la confluencia con el río Loripongo.

El cauce del río Grande, en este tramo presenta una pendiente media de 0.02%. El cauce en su recorrido presenta formas meándricas y divagantes a consecuencia de la baja pendiente del cauce. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamentos de Moquegua.

8) Subcuenca CUTIMBO (UH 01628)

La subcuenca Cutimbo políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Platería, Laraqueri y San Antonio; provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente es otra de las subcuencas que aporta sus aguas directamente a la subcuenca Aguas Calientes. La subcuenca Cutimbo ocupa una superficie de drenaje de 279.26 Km², representa el 7.56% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. Cuya longitud del cauce principal del río es de 79.29 Km., el cauce principal nace desde la quebrada Cacahuarane - quebrada Huasicara - quebrada Polacochi - río Santa Rosa - río Chullumpi - río Cutimbo, hasta la confluencia con el río Malcomayo (subcuenca Alto Aguas Calientes), lugar donde nace el río Grande. El cauce del río Cutimbo presenta una pendiente media de 1.12%, en su recorrido presenta algunas formas meándricas a consecuencia de que el cauce tiene pendiente suave en la parte baja generalmente. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con los distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamento de Moquegua.

Figura N° 07
Sub Unidades Hidrográficas (subcuencas) – Subcuenca Aguas Calientes



9) Subcuenca ALTO AGUAS CALIENTES (UH 01629)

La subcuenca Alto Aguas Calientes políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Acora, Platería, Chucuito, Puno y Laraqueri; provincia y departamento de Puno. Hidrográficamente es otra de las subcuencas que aporta sus aguas directamente a la subcuenca Aguas Calientes. La subcuenca Alto Aguas Calientes ocupa una superficie de drenaje de 527.13 Km², representa el 14.27% del área total de la subcuenca del río Aguas Calientes. El cauce principal es el río Malcomayo y cuya longitud es de 83.30 Km., el cauce principal nace desde la quebrada Hualla Apacheta - quebrada Taipicerca - quebrada Mocsoma - quebrada San Miguel - río Samigia - río Malcomayo, hasta la confluencia con el río Cutimbo, lugar donde nace el río Grande.

El cauce del río Malcomayo presenta una pendiente media de 0.79%, en su recorrido presenta algunas formas meándricas a consecuencia de que el cauce tiene pendiente suave en la parte baja generalmente. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican con las provincias, distritos y centros poblados del entorno a la Ciudad de Ilave y con el departamento de Moquegua.

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

Parece claro que existe una fuerte componente probabilística en la determinación de una cuenca mediante sus parámetros y las características de la red de drenaje. Por esta razón se han buscado relaciones de similitud geométrica entre las

características medias de una cuenca y de su red de canales con esas de otras cuencas. Los principales factores de forma son:

- Área de la cuenca (A).
- Perímetro de la cuenca (P).
- Longitud del río principal (L).
- Ancho promedio de la cuenca (A_p).
- Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (K_c).
- Factor de forma (Ff).
- Rectángulo equivalente (R_E).
- Radio de circularidad (R_c).

A.- Área de la cuenca (A)

Es la superficie de la cuenca comprendida dentro de la curva cerrada de divortio aquarum. La magnitud del área se obtiene mediante el planimetrado de la proyección del área de la cuenca sobre un plano horizontal.

Dependiendo de la ubicación de la cuenca, su tamaño influye en mayor o menor grado en el aporte de escorrentía, tanto directa como de flujo de base o flujo sostenido.

Su importancia radica en las siguientes razones:

Es un valor que se utilizará para muchos cálculos en varios modelos hidrológicos.

Para una misma región hidrológica o regiones similares, se puede decir que a mayor área mayor caudal o viceversa.

Bajo las mismas condiciones hidrológicas, cuencas con áreas mayores producen hidrógrafas con variaciones en el tiempo más suaves y más llanas. Sin embargo, en cuencas grandes, se pueden dar hidrógrafas picudas cuando la precipitación fue intensa y en las cercanías, aguas arriba, de la estación de aforo.

El crecimiento del área actúa como un factor de compensación de modo que es más común detectar crecientes instantáneas y de respuesta inmediata en cuencas pequeñas que en las grandes cuencas.

La cuenca del río llave tiene una superficie total de 7,832.53 Km². De las subcuencas hidrográficas de nivel 4, la subcuenca del río Aguas Calientes tiene el mayor área y que representa el 47.15% del área total de la cuenca llave. Las subcuencas Medio Alto llave, Medio Bajo llave, Alto llave, Conduriri, Llusta, Ayupalca, Bajo llave y Medio llave tiene superficies equivalentes a 11.11%, 9.76%, 9.28%, 7.74%, 6.71%, 4.71%, 2.62% y 0.92%, respectivamente. Lo mismo que se muestra en el Cuadro N° 3.31. Similarmente las subunidades hidrográficas de nivel 5, como Uncallane, Loripongo, Alto Aguas Calientes, Cutimbo, Tunquipa, Bajo Aguas Calientes, Medio Aguas Calientes Medio Bajo Aguas Calientes y Medio Alto Aguas Calientes, tienen superficies equivalentes a 46.25%, 16.91%, 14.27%, 7.56%, 6.71%, 3.59%, 2.98%, 1.43% y 0.29% con respecto al área de la subcuenca del río Aguas Calientes (nivel 4) de 3,693.03 Km²; ver Cuadro N° 2.

B.- Perímetro de la cuenca (P)

Es la longitud de la línea de divortio aquarum. Se mide mediante el curvímetro o directamente se obtiene del Software en sistemas digitalizados.

El perímetro de la cuenca del río llave es de 631.97 Km, igualmente en las subunidades hidrográficas (nivel 4) Aguas Calientes 296.65 Km, Conduriri 122.08 Km, Ayupalca 109.05 Km, Llusta 113.53 Km y Alto llave es de 149.38 Km, respectivamente; ver Cuadro N° 2. Similarmente en las subunidades hidrográficas (nivel 5) Uncallane 236.65 Km, Tunquipa 104.83 Km, Loripongo 155.56 Km, Cutimbo 106.05 Km y Alto Aguas Calientes 143.31 Km; ver Cuadro N° 3.

C.- Longitud del río principal (L)

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, puede ser una estación de aforo o desembocadura, expresado en unidades de longitud.

La longitud del río principal de la cuenca del río llave es de 211.00 Km, y en las subunidades hidrográficas (nivel 4) es la siguiente: Aguas Calientes 87.00 Km, Conduriri 46.00 Km, Ayupalca 36.59 Km, Llusta 31.68 Km y Alto llave 52.55 Km; ver Cuadro N° 3.31. Similarmente en las subunidades hidrográficas (nivel 5) Uncallane 119.41 Km, Tunquipa 73.16 Km, Loripongo 73.87 Km, Cutimbo 79.29 Km y Alto Aguas Calientes 83.30 Km; ver Cuadro N° 3.

D.- Ancho promedio de la cuenca (Ap)

Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal, cuya expresión es la siguiente:

$$A_p = \frac{A}{L}$$

Donde:

A_p = ancho promedio de la cuenca (Km).

A = área de la cuenca (Km²).

L = longitud del cauce principal (Km).

El ancho promedio de la cuenca del río llave es de 37.12 Km, y en las subunidades hidrográficas (nivel 4) es la siguiente: Aguas Calientes 28.96 Km, Conduriri 9.62 Km, Ayupalca 6.61 Km, Llusta 13.77 Km y Alto llave 14.17 Km; ver Cuadro N° 2. Similarmente en las subunidades hidrográficas (nivel 5) Uncallane 14.31 Km, Tunquipa 3.39 Km, Loripongo 8.46 Km, Cutimbo 3.52 Km y Alto Aguas Calientes 6.33 Km; ver Cuadro N° 3.

E.- Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (K_c)

Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este parámetro, al igual que el anterior, describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración de del sistema hidrológico.

Las cuencas redondeadas tienen tiempos de concentración cortos con gastos pico muy fuerte y recesiones rápidas, mientras que las alargadas tienen gastos pico más atenuado y recesiones más prolongadas.

$$K_c = 0.282 \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$

Donde:

P = perímetro de la cuenca (Km).

A = área de la cuenca (Km^2).

De la expresión se desprende que K_c siempre es mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca. Este factor adimensional constituye un índice indicativo de la tendencia de avenida en una cuenca.

Una cuenca de forma circular posee el coeficiente mínimo igual a 1 y tiene mayor tendencia a las crecientes en la medida que el valor de K_C se aproxima a la unidad; cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular con relación al círculo.

Cuando el $K_c = 1$: tiempo de concentración menor, cuenca circular, mayor tendencia a crecientes y $K_c = 2$: tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

El coeficiente de compacidad de la cuenca del río llave es de 2.01, este valor es más cercano a 2 que a 1, indica que la cuenca es de forma alargada debiéndose estar menos expuesta a las crecientes que una cuenca de forma redondeada.

Igualmente en las subunidades hidrográficas (nivel 4): Aguas Calientes 1.38, Conduriri 1.40, Ayupalca 1.60, Llusta 1.40 y Alto llave 1.56; ver Cuadro N° 2. Similarmente en las subunidades hidrográficas (nivel 5) Uncallane 1.61, Tunquipa 1.88, Loripongo 1.76, Cutimbo 1.79 y Alto Aguas Calientes 1.76; ver Cuadro N° 3.

Los valores del coeficiente de compacidad de 1.23 – 1.40, están más cercanos a la unidad, lo que indica que la cuenca es de forma circular debiéndose estar más expuesta a las crecientes que una cuenca de forma alargada. Similarmente las subcuencas con coeficientes de compacidad de 1.54 – 1.88, están más cercanos a

2, indica que las subcuencas es de forma irregular debiéndose estar moderadamente expuesta a las crecientes.

F.- Factor de forma (Ff)

Es la relación entre el área (A) de la cuenca y el cuadrado de la longitud máximo recorrido del cauce (L). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños, respectivamente. Es un parámetro adimensional que denota la forma redondeada o alargada de la cuenca.

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

Donde:

A = área de la cuenca (Km²).

L = longitud del cauce principal (Km).

Para un círculo Ff = 0.79, para un cuadrado con la salida en el punto medio de uno de los lados Ff = 1 y con la salida en una esquina Ff = 0.5 (Mintegui et al, 1993).

El Factor de Forma determinado para la cuenca del río llave es de 0.18, lo cual explica que la cuenca es de forma alargada, y estaría menos sujeta a crecientes continuas. Sin embargo en las subunidades hidrográficas (nivel 4 y 5) varía de 0.04 - 0.59, igualmente las subcuencas estarían menos expuesta a crecientes continuas, excepto las subcuencas Medio llave y Medio Bajo Aguas Calientes (intercuencas). Los valores respectivos se muestran en los Cuadros N° 2 y 3.

G.- Rectángulo equivalente (R_E)

Es la representación geométrica de una cuenca definida como un rectángulo que tenga la misma área de la cuenca. La longitud de sus lados esta dado por:

$$R_E = 0.25 \times P \pm \sqrt{\left(\frac{P}{4}\right)^2 - A}$$

Donde:

- L_L = longitud de sus lados del rectángulo (mayor y menor) en Km.
 P = perímetro de la cuenca (Km).
 A = área de la cuenca (Km²).

La longitud mayor y menor de la cuenca del río llave son: 288.871 Km y 27.114 Km.

Para las subunidades hidrográficas se muestran en los Cuadros N° 2 y 3.

H.- Radio de circularidad (R_C)

Relaciona el área de la cuenca y la del círculo que posee una circunferencia de longitud igual al perímetro de la cuenca. Su valor es 1 para una cuenca circular y 0.785 para una cuenca cuadrada.

$$R_C = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Donde:

- P = perímetro de la cuenca (Km).
 A = Area de la cuenca (Km²).

Los valores del Radio de Circularidad de la cuenca llave y subcuencas denotan que las formas son alargadas, ya que todos los valores están por debajo de 0.785. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

3.4.2.- Parámetros de relieve de la cuenca

El relieve posee una incidencia más fuerte sobre la escorrentía que la forma, dado que a una mayor pendiente corresponderá un menor tiempo de concentración de las aguas en la red de drenaje y afluentes al curso principal. Es así como a una mayor pendiente corresponderá una menor duración de concentración de las aguas de escorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal.

Para describir el relieve de una cuenca existen numerosos parámetros que han sido desarrollados por varios autores; entre los más utilizados destacan:

- Curva hipsométrica.
- Polígono de frecuencias.
- Altitud media de la cuenca (Hm).
- Altitud de frecuencia media.
- Altitud más frecuente.
- Pendiente media de la cuenca.
- Índice de pendiente de la cuenca (Ip).
- Coeficiente de masividad (Cm).
- Coeficiente orográfico (Co).
- Coeficiente de torrencialidad (Ct).
- Perfil altimétrico del cauce principal y su pendiente promedio.

A.- Curva hipsométrica

Es utilizada para representar gráficamente cotas de terreno en función de las superficies que encierran. Para su trazado se debe tener en cuenta que sobre la sección de control (altitud mínima de la cuenca), se tiene el cien por ciento de su superficie. Si se ubica en el punto más alto de la cuenca y se calcula a partir de cada curva de nivel, las áreas acumuladas por encima de ellas, se puede construir la curva hipsométrica (Martínez et al, 1996). En general, tanto las alturas como las superficies son definidas en términos porcentuales.

Llamada también Curva de Área – Elevación, representa gráficamente las elevaciones del terreno en función de las superficies correspondientes.

Se define como curva hipsométrica a la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, construida llevando en el eje de las abscisas, longitudes proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca, en Km² o en porcentaje, comprendidas entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total, llevando al eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas.

Las curvas hipsométricas también son asociadas con las edades de los ríos de las respectivas cuencas. Las curvas hipsométricas para la cuenca del río Ilave y las subunidades hidrográficas (nivel 4 y 5) se muestran en las Figuras N° 8.

B.- Polígonos de frecuencia

Se denomina así a la representación gráfica de la relación existente entre altitud y la relación porcentual del área a esa altitud con respecto al área total.

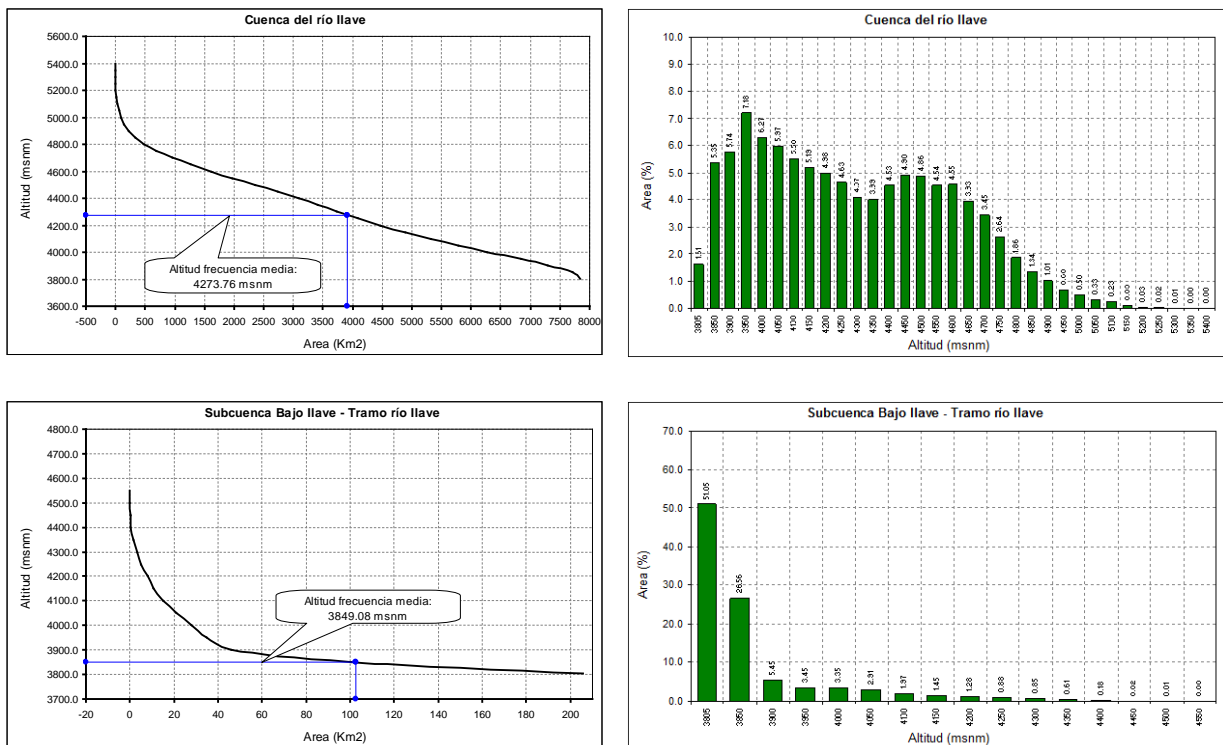
En el polígono de frecuencias existen valores representativos como: la altitud más frecuente, que es el polígono de mayor porcentaje o frecuencia.

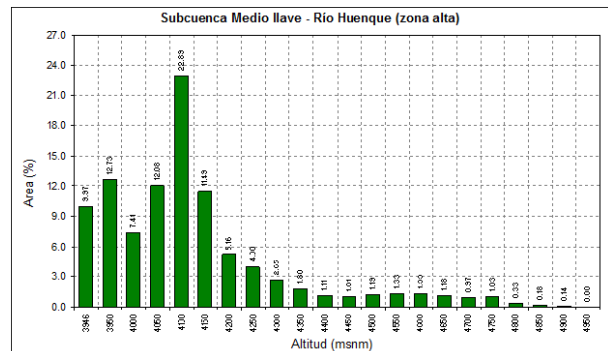
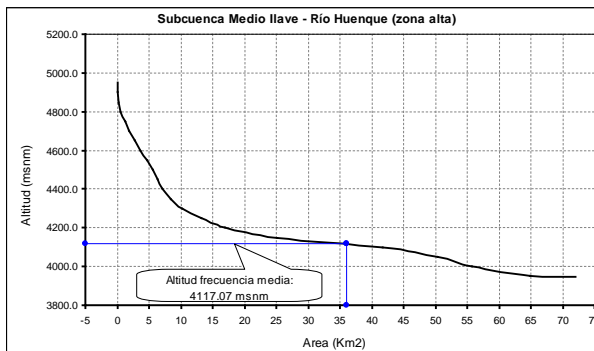
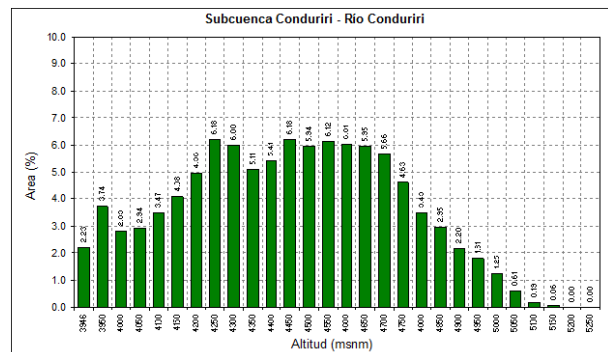
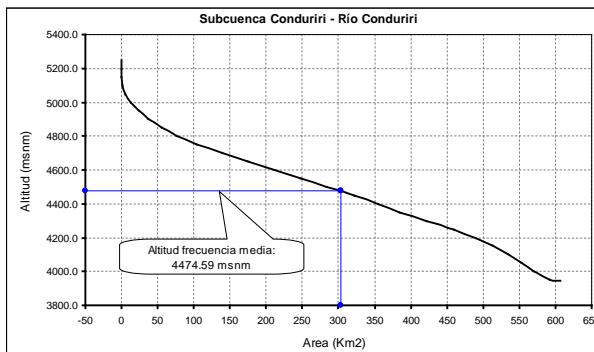
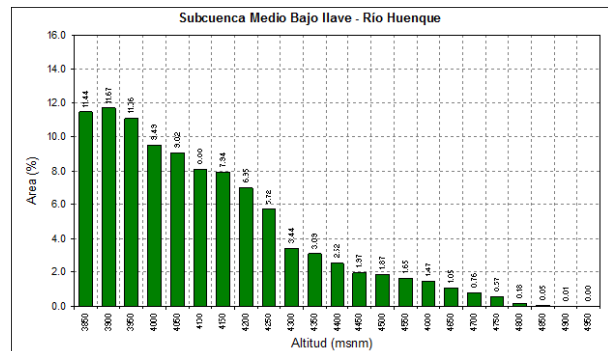
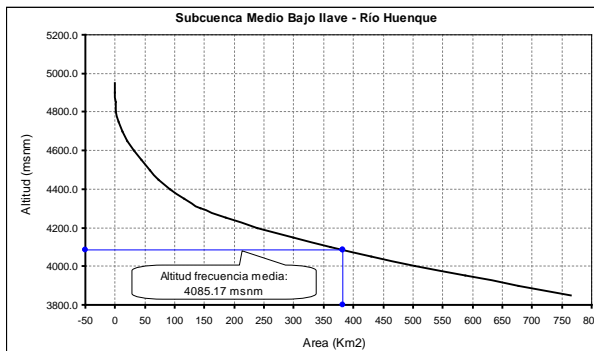
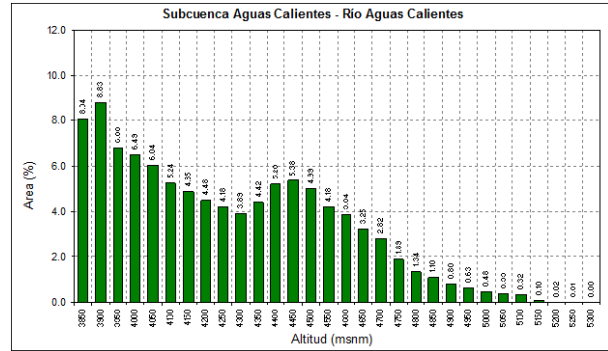
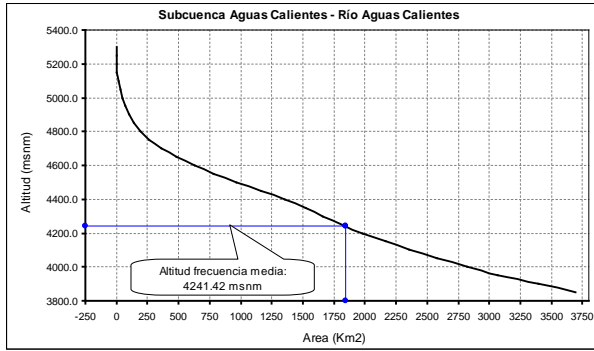
La distribución gráfica del porcentaje de superficies ocupadas por diferentes rangos de altitud para la cuenca y subcuencas del río llave, se distingue en las Figuras N° 8.

La subcuenca bajo llave (51.05%) concentra mayor porcentaje de área en la altitud 3805 msnm. La cuenca del río llave presenta una tendencia de concentración de superficie en la parte baja de la cuenca (60.49%) a partir de la altitud media de la cuenca (4309.31 msnm).

La mayor altitud se concentra en la parte alta de la cuenca, tomando la altitud media como punto de referencia.

Figura N° 08
Curva Hipsométrica y Polígonos de Frecuencia – Cuenca y Subcuencas (nivel 4) del río llave





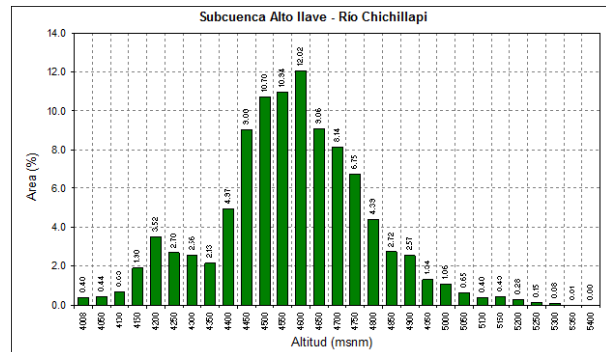
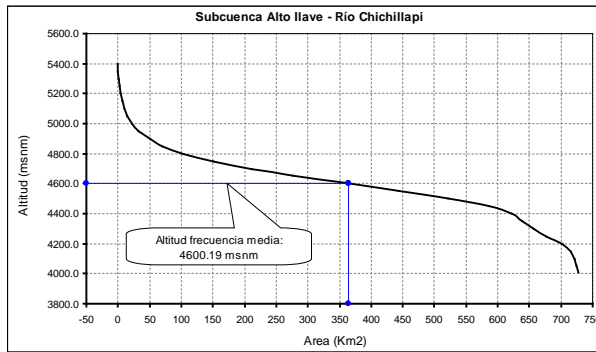
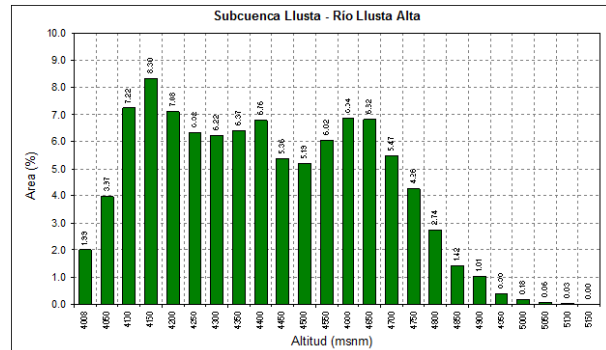
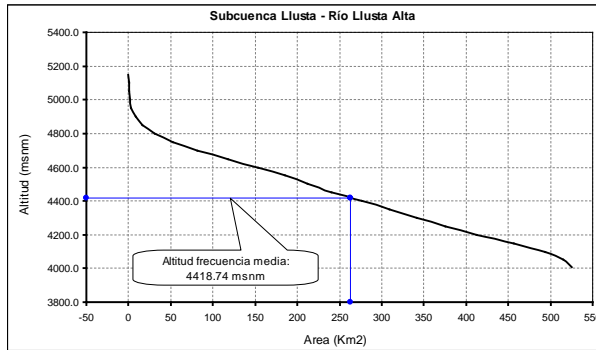
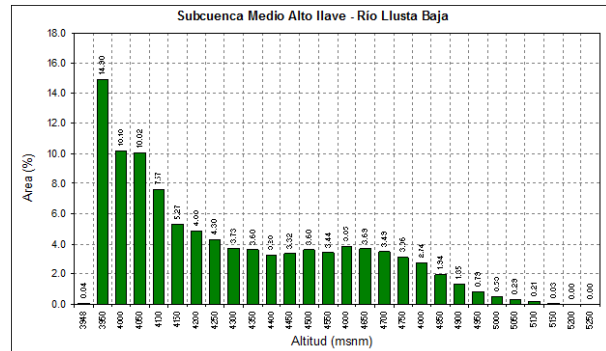
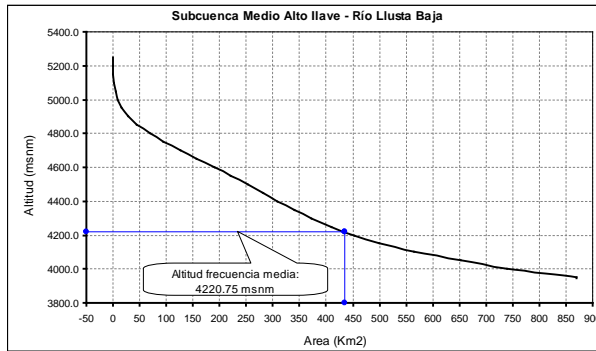
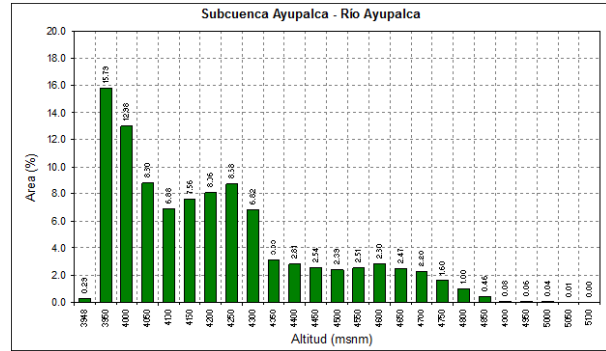
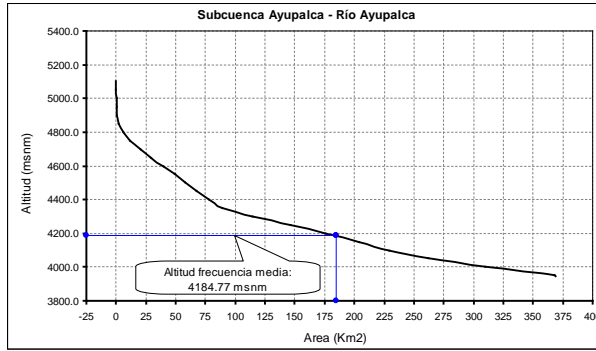
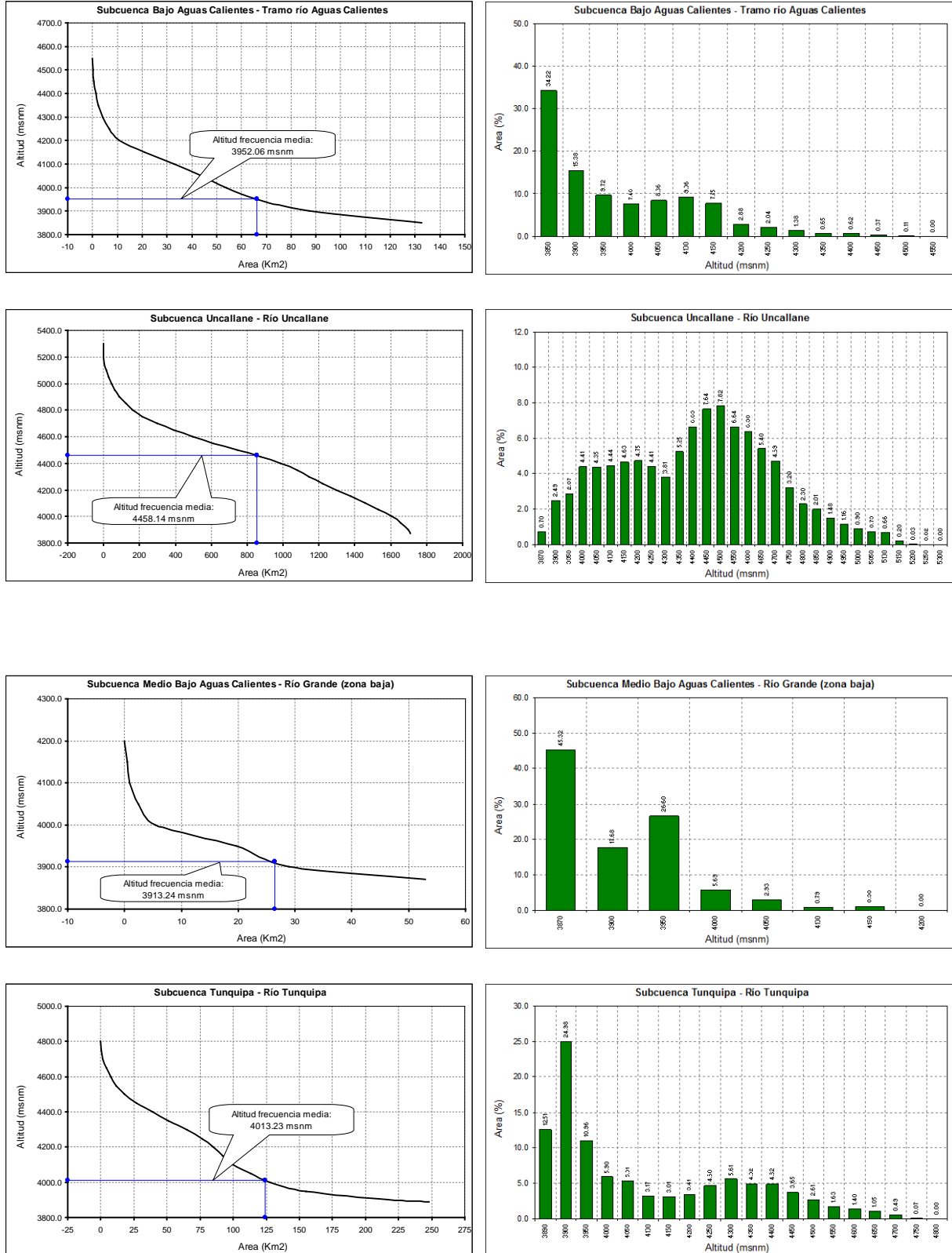
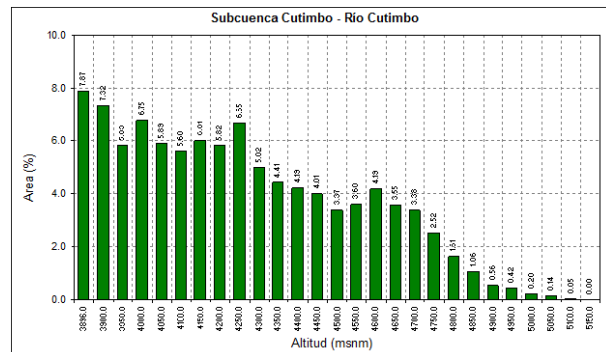
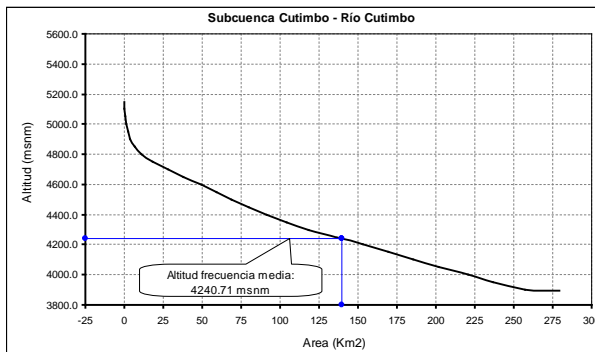
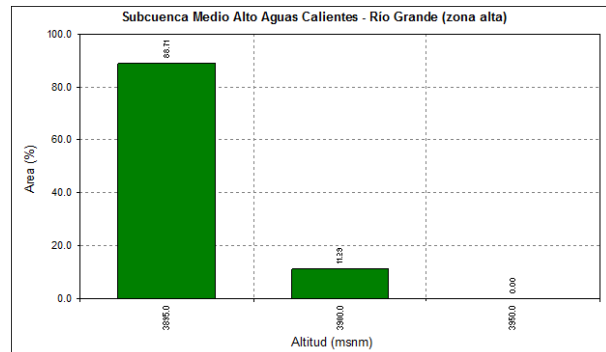
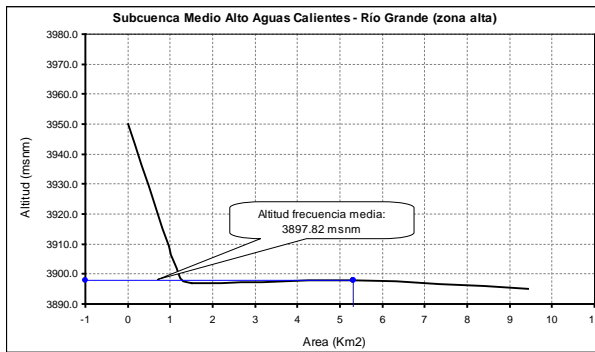
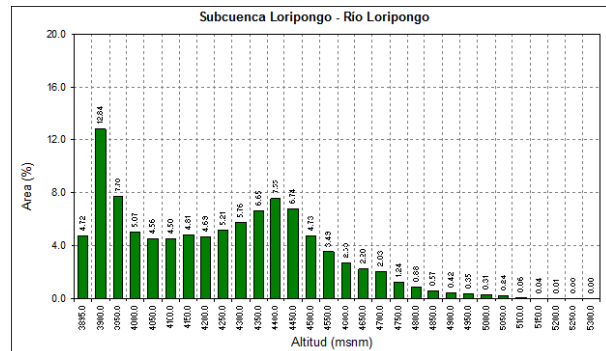
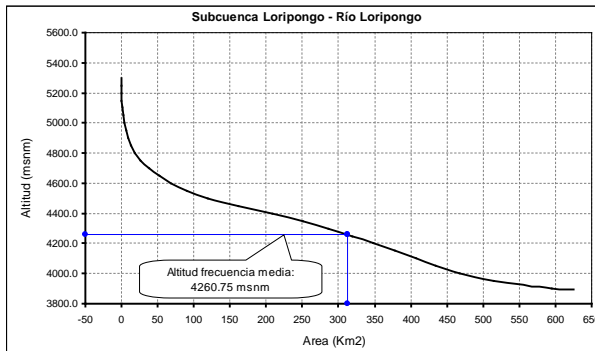
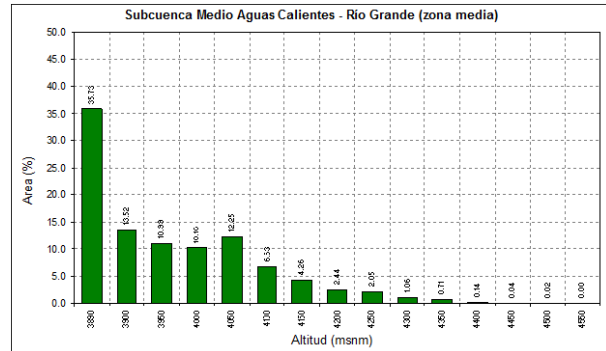
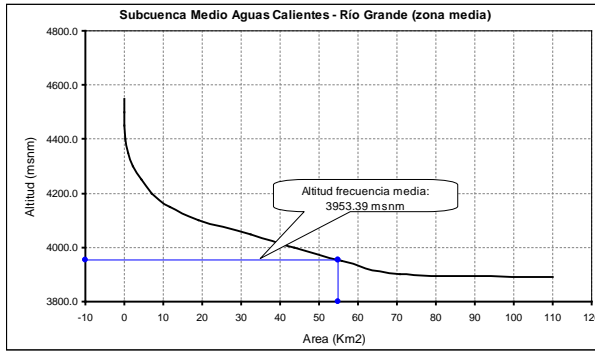
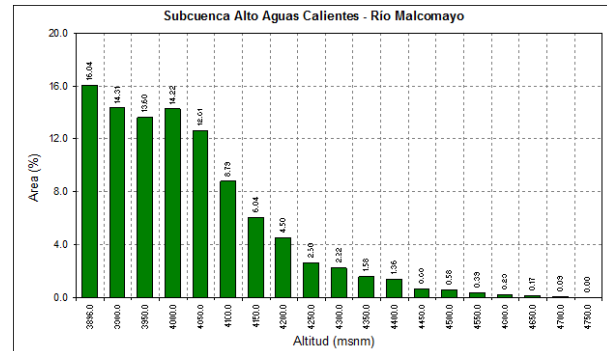
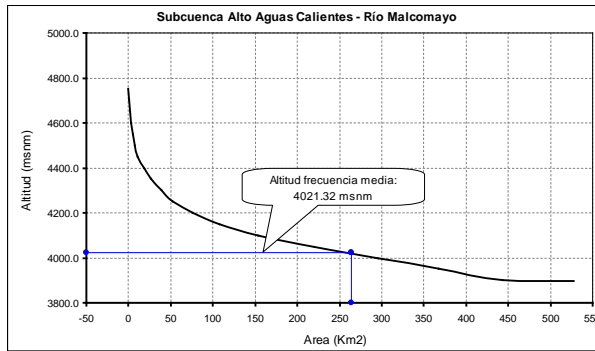


Figura N° 09
Curva Hipsométrica y Polígonos de Frecuencia – Subcuencas (nivel 5)
del río Aguas Calientes







C.- Altitud media de la cuenca

Corresponde a la ordenada media de la curva hipsométrica, y su cálculo obedece a un promedio ponderado: elevación – área de la cuenca.

La altura o elevación media tiene importancia principalmente en zonas montañosas donde influye en el escurrimiento y en otros elementos que también afectan el régimen hidrológico, como el tipo de precipitación, la temperatura, etc. Para obtener la elevación media se aplica un método basado en la siguiente fórmula:

$$Hm = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot a_i)}{A}$$

Donde:

Hm = elevación media de la cuenca (msnm).

C_i = cota media del área i, delimitada por 2 curvas de nivel (msnm).

a_i = área i entre curvas de nivel (Km²).

A = área total de la cuenca (Km²).

La altitud media de la cuenca del río llave es de 4,309.31 msnm, para las subunidades hidrográficas (nivel 4 y 5) varían de 3893.06 msnm – 4597.63 msnm. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

D.- Altitud de frecuencia media

Es la altitud correspondiente al punto de abscisa media de la curva de frecuencia de altitudes, en ella, el 50% del área de la cuenca, está situado por encima de esa altitud y el 50% por debajo de ella.

La altitud de frecuencia media de la cuenca del río llave es de 4273.76 msnm y el área por encima de este cota es 3,916.27 Km², que representa el 50% del total de la superficie de la cuenca. Para las subunidades hidrográficas (nivel 4 y 5) se muestran en los Cuadros N° 2 y 3.

E.- Altitud más frecuente

Es la altitud predominante con mayor porcentaje de área de la cuenca. En la Figura N° 8 para la cuenca del río llave la altitud predominante se encuentra entre el intervalo de las cotas de 3850 a 4750 msnm, es donde se tiene mayor porcentaje de área de la cuenca del río llave. Para las subunidades hidrográficas (nivel 4 y 5) se muestran en los Cuadros N° 2 y 3.

F.- Pendiente media de la cuenca

Este parámetro de relieve es importante debido a su relación con el comportamiento hidráulico de drenaje de la cuenca, y tiene una importancia directa en relación a la

magnitud de las crecidas. Para su estimación se emplea el sistema del “Rectángulo Equivalente”.

$$Sm = \frac{H}{Lm}$$

Donde:

Sm = pendiente media de la cuenca.

H = desnivel total (cota en la parte más alta-cota en la parte más baja), en Km.

Lm = lado mayor del rectángulo equivalente (Km).

La cuenca del río llave tiene una pendiente media de 0.0055 m/m. Para las subunidades hidrográficas (nivel 4 y 5) varían de 0.0101 m/m a 0.0442 m/m. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

G.- Índice de pendiente de la cuenca (I_p)

El índice de pendiente representa la pendiente promedio de todas las áreas elementales de la cuenca y es importante para el estudio de la infiltración, recarga de acuíferos y clasificación de cuencas.

$$I_p = \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})} \frac{1}{\sqrt{L}}$$

Donde:

I_p = índice de pendiente.

n = número de curvas de nivel existente en el rectángulo equivalente, incluido los extremos.

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ = cotas de las n curvas de nivel consideradas (Km).

β_i = fracción de la superficie total de la cuenca comprendida entre las cotas $a_i - a_{i-1}$. ($\beta_i = A_i / A_T$)

L = longitud del lado mayor del rectángulo equivalente (Km).

El índice de pendiente de la cuenca del río llave es 0.0654. Para las subcuencas de nivel 4 y 5 varían de 0.0607 a 0.1690, respectivamente. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

H.- Coeficiente de masividad (Cm)

Es la relación entre la elevación media y el área de la cuenca.

$$Cm = \frac{E}{A}$$

Donde:

E = extensión media del escurrimiento superficial (Km).

A = área de la cuenca (Km²).

El coeficiente de masividad de la cuenca del río llave es de 0.0002, y de las subcuencas de nivel 4 y 5, varían de 0.0003 – 0.1825, respectivamente. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

I.- Coeficiente orográfico (Co)

Es el producto del coeficiente de masividad y la elevación media de la cuenca, este valor permite determinar el relieve en distintos puntos de la cuenca.

$$Co = Cm(E)$$

Donde:

Cm = coeficiente de masividad de la cuenca.

E = extensión media del escurrimiento superficial (Km).

El coeficiente orográfico para la cuenca del río llave es de 0.0003, y de las subcuencas varían de 0.0004 a 0.3541, respectivamente. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

J.- Coeficiente de torrencialidad (Ct)

Este parámetro indica la relación entre el número de cursos de primer orden con el área de la cuenca.

$$Ct = \frac{N^{\circ} R_1}{A}$$

Donde:

$N^{\circ} R_1$ = número de ríos de primer orden.

A = área de la cuenca (Km²).

La cuenca del río llave, tiene un coeficiente de torrencialidad de 0.17, y de las subcuencas de nivel 4 y 5, varían de 0.09 a 0.21, respectivamente. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

3.4.3.- Parámetros de la red hidrográfica

La red hidrográfica corresponde al drenaje natural, permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, hipodérmicos y subterráneos de la cuenca. La red de drenaje es, probablemente, uno de los factores más importantes a la hora de definir un territorio. De ella se puede obtener información en lo que concierne a la roca madre y a los materiales del suelo, a la morfología y a la cantidad de agua que circula, entre otros.

Diversos autores coinciden en afirmar que mientras mayor sea el grado de bifurcación del sistema de drenaje de una cuenca, es decir, entre más corrientes tributarias presente, más rápida será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menos tiempo. En efecto, al presentar una densa red de drenaje, una gota de lluvia deberá recorrer una longitud de ladera pequeña, realizando la mayor parte del recorrido a lo largo de los cauces, donde la velocidad del escurrimiento es mayor.

En virtud de lo anterior, se han propuesto una serie de indicadores de dicho grado de bifurcación, como la densidad de corrientes y la densidad de drenaje. Para analizar la red hidrográfica superficial de una cuenca, se han utilizado los siguientes parámetros:

- Tipo de corriente.
- Número de orden de los ríos.
- Frecuencia de densidad de ríos (Fr).

- Densidad de drenaje (Dd).
- Extensión media del escurrimiento superficial (E).
- Pendiente media del río principal (Sm).
- Altura media del río principal (Hmed).
- Tiempo de concentración (Tc).

A.- Tipo de corriente

Una manera comúnmente usada para clasificar el tipo de corriente es tomar como base la permanencia del flujo en el cauce del río. Los tipos de corriente en una cuenca es la siguiente:

Ríos Perennes.- son ríos que contienen agua permanentemente todo el año.

Ríos Intermitentes.- son ríos que en general contienen agua sólo durante épocas de lluvia y se secan en épocas de estiaje.

Ríos Efímeros.- son ríos que contienen agua, sólo cuando llueve, después se secan (quebradas).

El río llave es de tipo Perenne, igualmente los ríos de las subcuencas, por que los ríos contienen el agua durante todo el año.

B.- Número de orden de los ríos

Es el grado de ramificación de las corrientes de agua, para su determinación se considera el número de bifurcaciones que tienen los tributarios, asignándoles un orden a cada uno de ellos en forma creciente desde su nacimiento hasta su desembocadura. De manera que el orden atribuido al curso nos indique el grado de ramificación del sistema de drenaje. Es decir, los ríos del primer orden son las corrientes que no tienen tributarios, dos ríos del primer orden forman un río de segundo orden, dos ríos de segundo orden forman un río de tercer orden y así sucesivamente hasta llegar al curso principal y finalmente se obtiene el grado de ramificación del sistema de drenaje de una cuenca, el río llave es de orden 7, y las subcuencas varían de 4 - 7, respectivamente. Ver los Cuadros N° 2 y 3. y en la Figura N° 6.

C.- Frecuencia de densidad de ríos (Fr)

Es el número de ríos por unidad de superficie de la cuenca. Se encuentra al dividir el número total del curso de agua (N° ríos) entre el área total de la cuenca (A), es decir, que:

$$Dr = \frac{N^{\circ} \text{ ríos}}{A}$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ ríos}$ = número de ríos de la cuenca.

A = área de la cuenca (Km²).

La densidad de ríos en cuenca del río llave es de 0.22 ríos/Km², y en las subunidades hidrográficas nivel 4 y 5, varían de 0.09 a 0.40 ríos/Km², respectivamente. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

D.- Densidad de drenaje (Dd)

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua: perennes, intermitentes o efímeros de la cuenca y el área total de la misma. Representa la cantidad de kilómetros de curso que existe por cada unidad de superficie.

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

Donde:

Dd = densidad de drenaje (Km/Km²).

L_T = longitud total de ríos de la cuenca (Km).

A = área de la cuenca (Km²).

Según Monsalve S, G. [1999], la densidad de drenaje usualmente toma los valores siguientes:

- Entre 0.5 Km/Km², para hojas con drenaje pobre.
- Hasta 3.5 Km/Km², para hojas excepcionalmente bien drenadas.

La densidad de drenaje de la cuenca del río llave es de 0.75 Km/Km², el cual es mayor que 0.5 Km/Km² y menor que 3.5 Km/Km², lo que indica que la cuenca del río llave tendría drenaje regular y moderadamente propenso a las crecientes. Para las

subunidades hidrográficas (nivel 4 y 5) varían de 0.51 Km/Km² a 0.94 Km/Km², el comportamiento de las subcuencas frente a las crecientes es similar que el caso del río llave, generalmente. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

E.- Extensión media del escurrimiento superficial (E)

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud total de la red hídrica de la misma cuenca, también se puede definir como la distancia promedio en línea recta que el agua precipitada tendría que recorrer para llegar al lecho de un curso de agua. Su valor se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{A}{L_T}$$

Donde:

A = área de la cuenca (Km²).

L_T = longitud total de ríos de la cuenca (Km).

Para la cuenca del río llave, la extensión media del escurrimiento superficial es de 1.33 Km²/Km, y de las subcuencas varían de 1.06 Km²/Km a 1.98 Km²/Km, respectivamente. Los valores se muestran en los Cuadros N° 2 y 3.

F.- Pendiente media del río principal (Sm)

La velocidad de la escorrentía superficial de los cursos de agua depende de la pendiente de sus cauces fluviales; así a mayor pendiente habrá mayor velocidad de escurrimiento. La pendiente media del río es un parámetro empleado para determinar la declividad de una corriente de agua entre dos puntos extremos.

La pendiente media del cauce principal, según Taylor y Schwarz es la relación entre la diferencia de alturas y la longitud del curso principal.

$$S_m = \frac{(H_M - H_m)}{1000 \times L}$$

Donde:

S_m = pendiente media del cauce principal (m/m).

L = longitud del cauce principal (Km).

H_M, H_m = altura máxima y mínima del lecho del río principal, referidos al nivel medio de las aguas del mar (msnm).

El río principal del río llave tiene una pendiente media de 0.0040, y en los ríos de las subcuencas varían de 0.0002 a 0.0227, respectivamente. Los valores se muestran en los Cuadros N° 2 y 3. Los perfiles longitudinales de los ríos se muestran en la Figura N° 11.

G.- Altura media del río principal (Hm)

Es el valor medio entre las alturas de los extremos del río principal.

$$H = \frac{H_{m\acute{a}x} + H_{m\acute{i}n}}{2}$$

Donde:

$H_{m\acute{a}x}$. = altura máxima del lecho del río principal (m.s.n.m.).

$H_{m\acute{i}n}$. = altura mínima del lecho del río principal (m.s.n.m.).

La altura media del cauce principal del río llave es de 4,222.50 msnm, y de las subcuencas varían de 3,827.50 a 4,461.50 msnm, respectivamente. Ver los Cuadros N° 2 y 3.

H.- Tiempo de concentración (T_c)

Este parámetro se refiere al tiempo que tarda el agua en su recorrido entre dos puntos determinados, los cuales son: en extremo superior de la cuenca y el punto donde se mide el flujo, para el cálculo del tiempo de concentración existen numerosas fórmulas empíricas, para el presente se ha utilizado la formula de **Kirpich**, cuya ecuación es la siguiente:

$$T_c = 0.0195 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración (min).

L = longitud del curso principal (m).

S = pendiente media del curso principal (m/m).

El tiempo de concentración de la cuenca del río llave es de 34.30 horas, y en las subcuencas varían de 2.00 – 20.80 horas, respectivamente.

En los Cuadros N° 4 y 5, se muestran el resumen de parámetros geomorfológicos de la cuenca del río llave y de las subcuencas.

Figura N° 10
 Mapa de Clasificación de ríos – Cuenca y Subcuencas del río Ilave

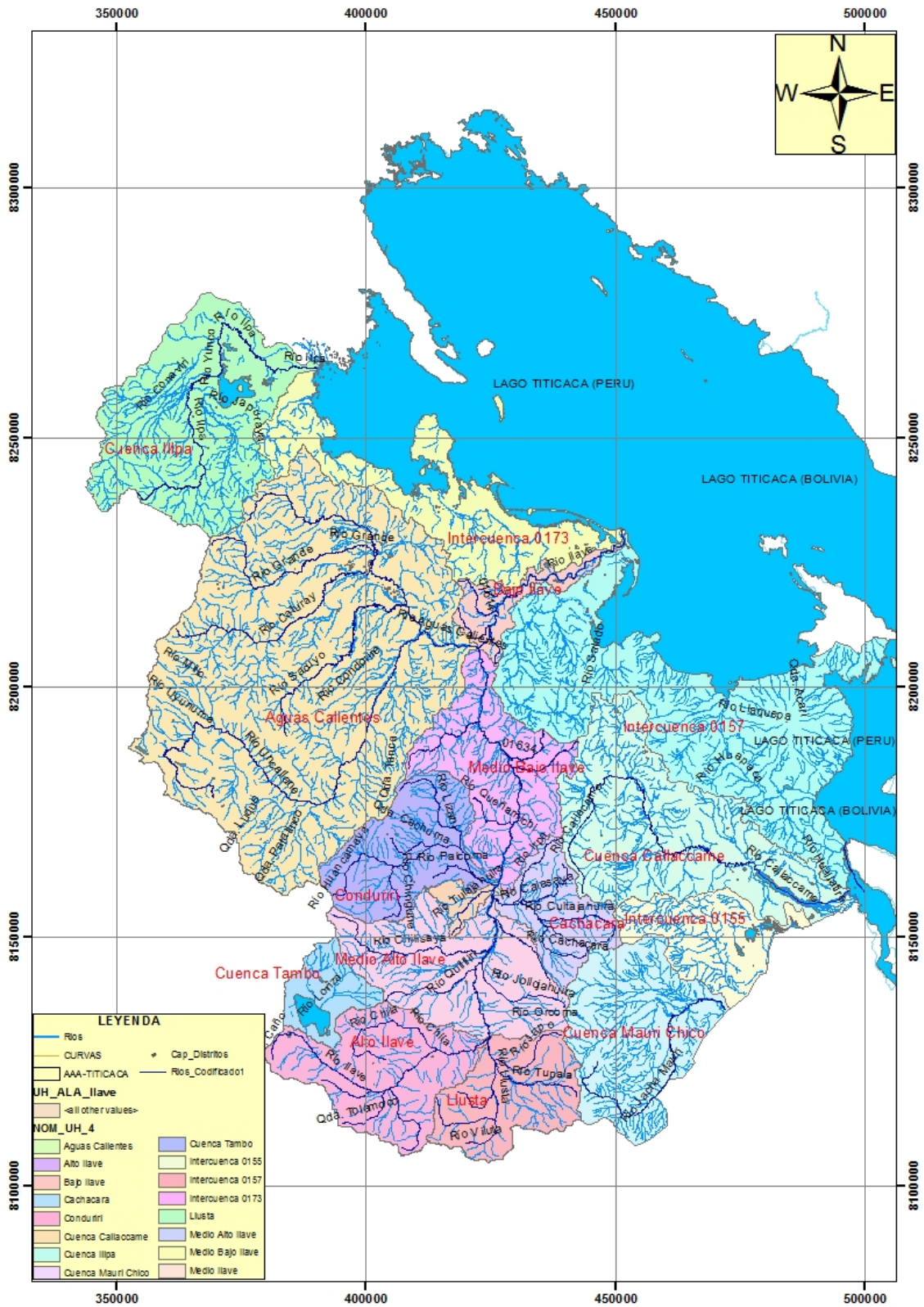
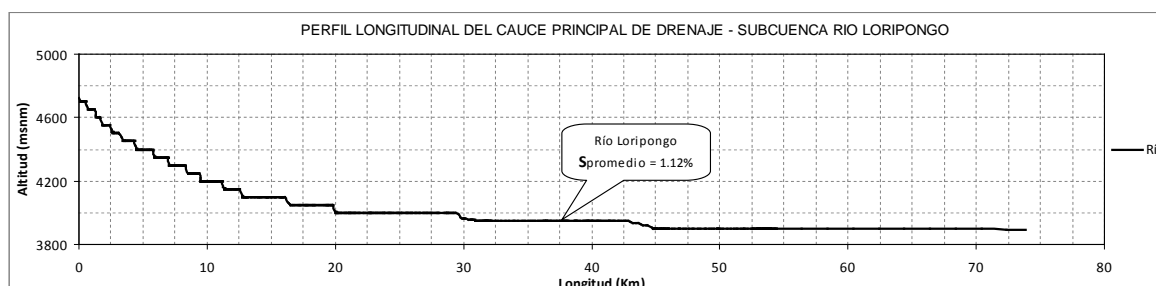
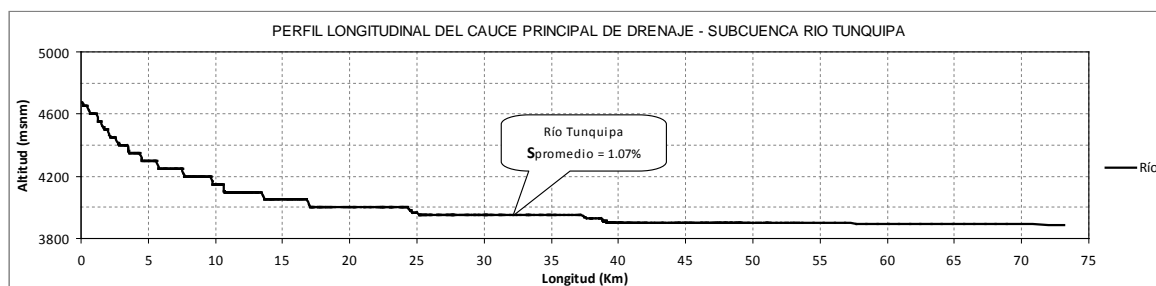
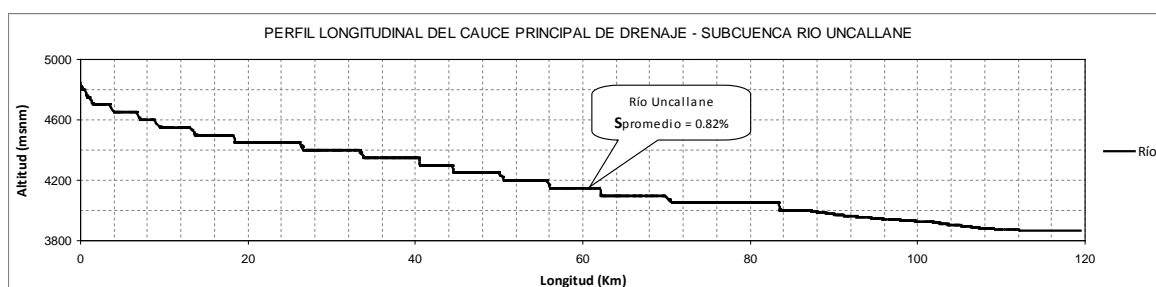
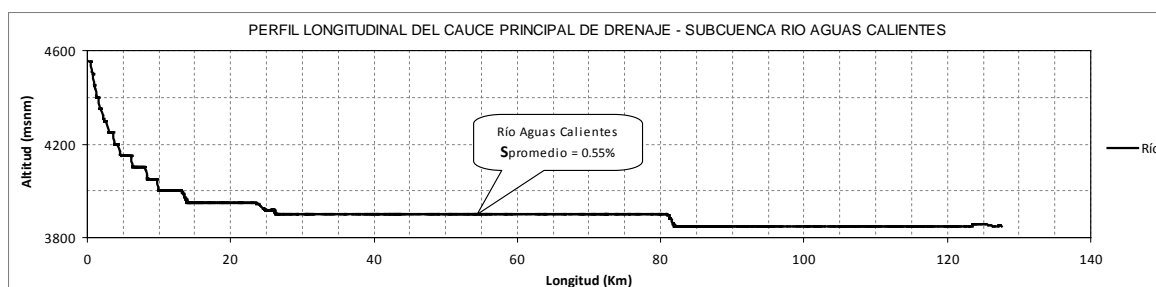
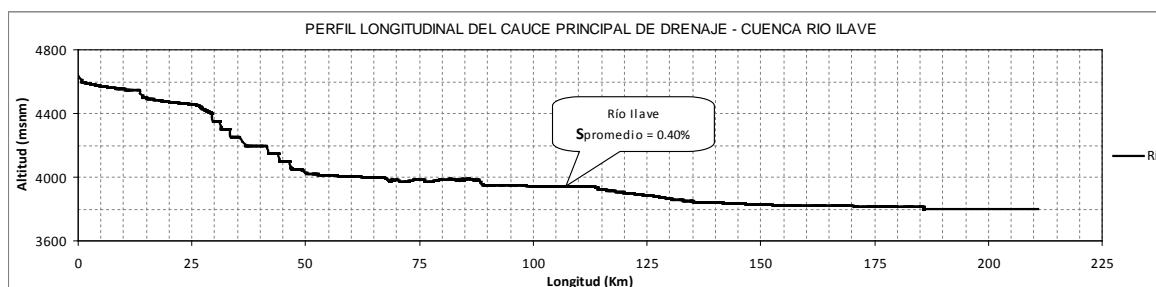
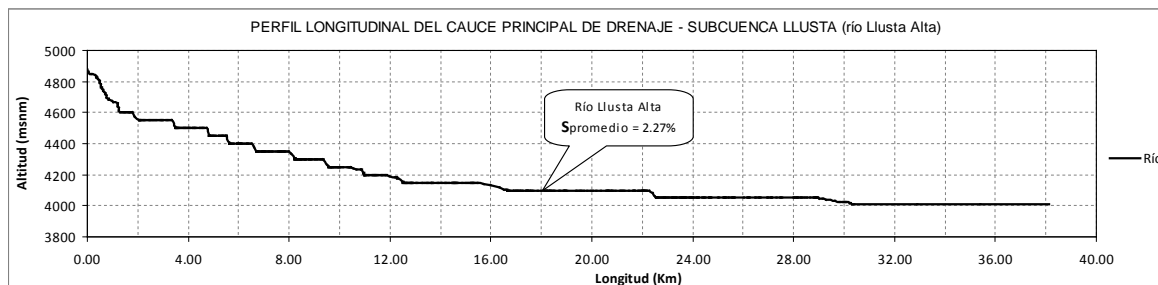
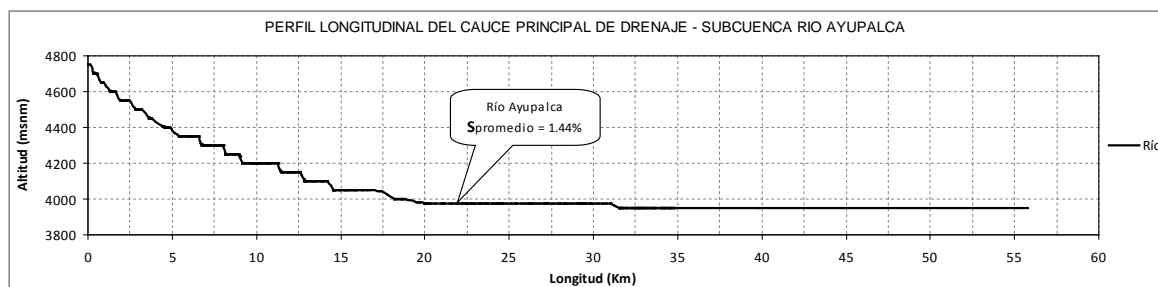
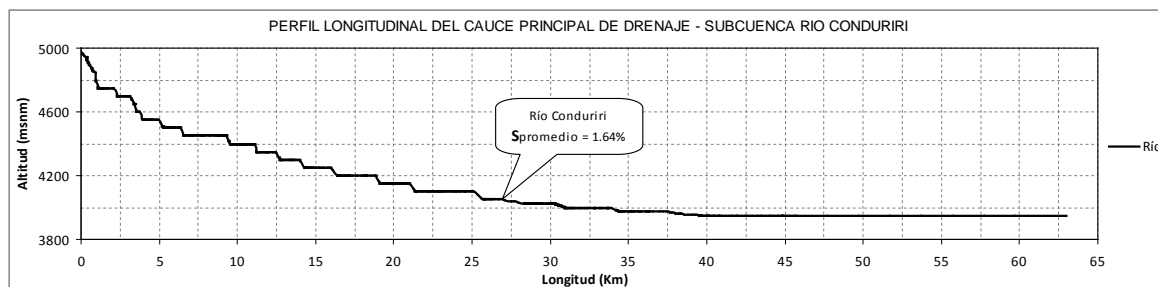
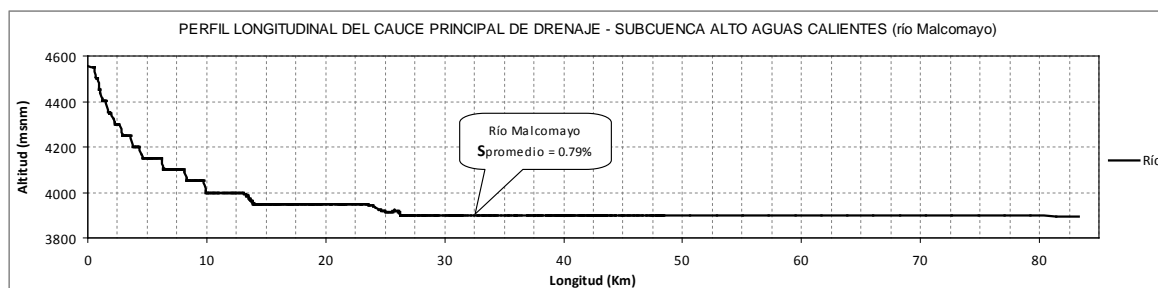
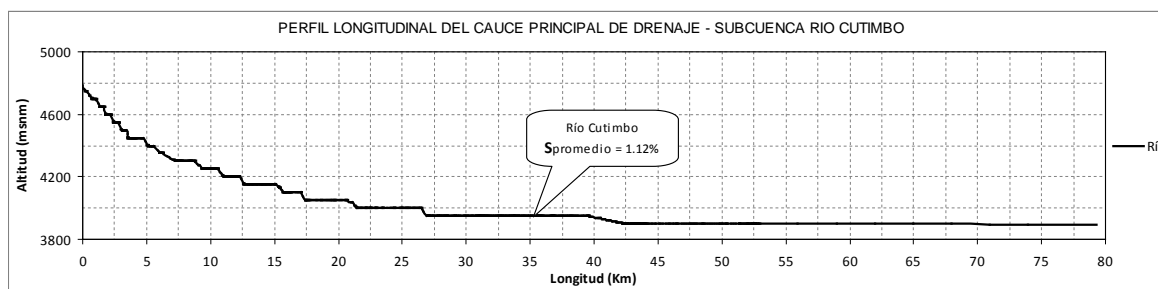
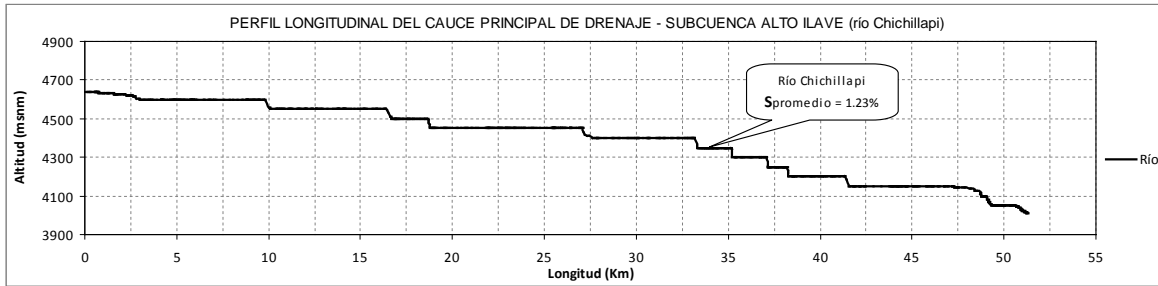


Figura N° 11
 Perfil longitudinal del cauce principal – Cuenca y Subcuencas del río Ilave







Cuadro N° 04

Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca y Subcuencas (nivel 4) del río Ilave

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	SUBCUENCAS												
		CUEENCA												
		Ilave	Bajo Ilave	Aguas Calientes	Medio Bajo Ilave	Conduriri	Medio Ilave	Ayupalca	Medio Alto Ilave	Llusta	Alto Ilave			
		Río principal												
		Río Ilave	Tramo Río Ilave	Río Aguas Calientes	Río Huenuque	Río Conduriri	Río Huenuque (zona alta)	Río Ayupalca	Río Llusta Baja	Río Llusta Alta	Río Chichillapi			
		016	0161	0162	0163	0164	0165	0166	0167	0168	0169			
Código Pfafstetter	-	016	0161	0162	0163	0164	0165	0166	0167	0168	0169			
PARAMETROS DE FORMA DE LA CUENCA	Área total de la cuenca	Km2	7,832.53	205.50	3,693.03	764.32	606.15	72.04	369.21	869.90	525.25	727.13		
	Perímetro de la cuenca	Km	631.97	71.52	296.65	166.48	122.08	51.74	109.05	166.34	113.53	149.38		
	Longitud del río principal	Km	211.00	52.20	127.53	62.54	63.00	3.16	55.82	41.80	38.14	51.30		
	Longitud total de los ríos de diferentes grados	Orden 1	Km	3500.59	65.26	1631.64	415.93	311.48	27.39	192.17	369.19	190.96	296.58	
		Orden 2	Km	1227.09	22.90	688.47	127.35	84.99	10.40	50.51	109.53	74.59	58.36	
		Orden 3	Km	595.63	2.27	356.84	31.32	28.12	6.68	40.64	54.98	30.48	44.28	
		Orden 4	Km	271.70	0.00	164.02	9.02	25.32	0.00	8.77	18.26	20.06	26.26	
		Orden 5	Km	123.50	0.00	68.21	0.00	12.04	0.00	0.00	36.86	6.39	0.00	
		Orden 6	Km	101.91	0.00	26.59	57.87	0.00	3.00	0.00	14.45	0.00	0.00	
		Orden 7	Km	52.20	52.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Longitud total	Km	5,872.61	142.63	2,935.78	841.49	461.94	47.47	292.08	603.26	322.48	425.48		
	Ancho promedio de la cuenca	Km	37.12	3.94	28.96	12.22	9.62	22.80	6.61	20.81	13.77	14.17		
	Coefficiente de compacidad	-	2.01	1.41	1.38	1.70	1.40	1.72	1.60	1.59	1.40	1.56		
	Factor de forma	-	0.18	0.08	0.23	0.20	0.15	0.21	0.12	0.50	0.36	0.28		
	Rectángulo equivalente	Lado mayor	Km	288.871	28.566	116.672	72.731	48.557	22.696	46.602	70.901	45.125	63.181	
Lado menor		Km	27.114	7.194	31.653	10.509	12.483	3.174	7.923	12.269	11.640	11.509		
Radio de circularidad	Km	0.25	0.50	0.53	0.35	0.51	0.34	0.39	0.40	0.51	0.41			
Curva hipsométrica	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Polígonos de frecuencia de altitudes	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
PARAMETROS DE RELIEVE DE LA CUENCA	Altitud media de la cuenca	msnm	4309.31	3893.06	4280.91	4129.05	4467.24	4149.64	4231.51	4310.46	4432.91	4597.63		
	Altitud de frecuencia media	msnm	4273.76	3849.08	4241.42	4085.17	4474.59	4117.07	4184.77	4220.75	4418.74	4600.19		
	Área por encima de frecuencia media	Km2	3916.27	102.75	1846.52	382.16	303.08	36.02	184.61	434.95	262.63	363.57		
	Altitud más frecuente	msnm	3850-4750	3805-3900	3850-4650	3850-4300	3950-4900	3946-4200	3950-4350	3950-4750	4050-4800	4400-4850		
	Pendiente media de la cuenca	Altitud máxima	msnm	5400.00	4550.00	5300.00	4950.00	5250.00	4950.00	5100.00	5250.00	5150.00	5400.00	
		Altitud mínima	msnm	3805.00	3805.00	3850.00	3850.00	3946.00	3946.00	3948.00	3948.00	4008.00	4008.00	
		Pendiente media	m/m	0.0055	0.0261	0.0124	0.0151	0.0269	0.0442	0.0247	0.0184	0.0253	0.0220	
	Índice de pendiente de la cuenca	-	0.0654	0.1117	0.0997	0.1068	0.1517	0.1690	0.1346	0.1204	0.1453	0.1258		
	Coefficiente de masividad	-	0.0002	0.0070	0.0003	0.0016	0.0022	0.0211	0.0034	0.0017	0.0031	0.0024		
	Coefficiente orográfico	-	0.0003	0.0101	0.0004	0.0019	0.0029	0.0321	0.0043	0.0024	0.0051	0.0041		
	Coefficiente de torrencialidad	-	0.17	0.11	0.19	0.20	0.16	0.17	0.16	0.13	0.10	0.11		
	PARAMETROS DE LA RED HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente	-	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	
		Número de orden de los ríos	Número de ríos:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Orden 1	-	1301	22	708	155	100	12	58	111	53	82
			Orden 2	-	295	5	175	31	21	3	12	25	12	11
Orden 3			-	74	1	42	7	5	1	3	7	5	3	
Orden 4			-	18	0	9	1	2	0	1	2	2	1	
Orden 5			-	13	0	9	0	1	0	0	2	1	0	
Orden 6			-	5	0	2	1	0	1	0	1	0	0	
Orden 7			-	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nº total de ríos		-	1707	29	945	195	129	17	74	148	73	97		
Grado ramificación		-	7	7	6	6	5	6	4	6	5	4		
Frecuencia de densidad de ríos		ríos/Km2	0.22	0.14	0.26	0.26	0.21	0.24	0.20	0.17	0.14	0.13		
Densidad de drenaje		Km/Km2	0.75	0.69	0.79	0.84	0.76	0.66	0.79	0.69	0.61	0.59		
Extensión media del escurrimiento superficial		Km2/Km	1.33	1.44	1.26	1.19	1.31	1.52	1.26	1.44	1.63	1.71		
Cotas del cauce principal		Altitud mínima	msnm	3805.00	3805.00	3850.00	3850.00	3946.00	3946.00	3948.00	3948.00	4008.00	4008.00	
	Altitud máxima	msnm	4640.00	3850.00	4550.00	3946.00	4977.00	3948.00	4750.00	4008.00	4875.00	4640.00		
Pendiente media del río principal	m/m	0.0040	0.0009	0.0055	0.0015	0.0164	0.0006	0.0144	0.0014	0.0227	0.0123			
Altura media del río principal	msnm	4,222.50	3,827.50	4,200.00	3,898.00	4,461.50	3,947.00	4,349.00	3,978.00	4,441.50	4,324.00			
Tiempo de concentración	horas	34.30	20.80	20.60	19.60	7.80	2.80	7.50	14.80	4.70	7.50			

Cuadro N° 05

Parámetros Geomorfológicos de las Subcuencas (nivel 5) del río Aguas Calientes

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	SUBCUENCAS											
		Aguas Calientes	Bajo Aguas Calientes	Uncallane	Medio Bajo Aguas Calientes	Tunquipa	Medio Aguas Calientes	Loripongo	Medio Alto Aguas Calientes	Cutimbo	Alto Aguas Calientes		
		Río Aguas Calientes	Tramo Río Aguas Calientes	Río Uncallane	Río Grande (zona baja)	Río Tunquipa	Río Grande (zona media)	Río Loripongo	Río Grande (zona alta)	Río Cutimbo	Río Mulkomayo		
Código Pfafstetter	-	0162	01621	01622	01623	01624	01625	01626	01627	01628	01629		
PARAMETROS DE FORMA DE LA CUENCA	Área total de la cuenca	Km ²	3.693.03	132.52	1.708.21	52.89	247.90	109.90	624.59	10.63	279.26	527.13	
	Perímetro de la cuenca	Km	296.65	57.30	236.65	31.74	104.83	57.26	155.56	14.80	106.05	143.31	
	Longitud del río principal	Km	127.53	19.95	119.41	5.28	73.16	13.62	73.87	5.38	79.29	83.30	
	Longitud total de los ríos de diferentes grados	Orden 1	Km	1631.64	73.81	763.77	20.17	109.46	40.58	287.51	0.00	110.59	225.76
		Orden 2	Km	688.47	17.67	303.83	12.91	59.17	12.82	114.61	0.00	45.50	121.96
		Orden 3	Km	356.84	11.41	160.75	0.79	56.67	11.47	32.09	0.00	19.44	64.21
		Orden 4	Km	164.02	0.00	53.32	0.00	8.73	0.00	47.60	0.00	26.96	27.42
		Orden 5	Km	68.21	0.00	41.32	7.89	0.00	13.62	0.00	5.38	0.00	0.00
		Orden 6	Km	26.59	14.83	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Orden 7	Km	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Longitud total	Km	2.935.78	117.72	1.334.74	41.77	234.02	78.48	481.81	5.38	202.49	439.35	
	Ancho promedio de la cuenca	Km	28.96	6.64	14.31	10.02	3.39	8.07	8.46	1.98	3.52	6.33	
	Coefficiente de compacidad	-	1.38	1.40	1.61	1.23	1.88	1.54	1.76	1.28	1.79	1.76	
Factor de forma	-	0.23	0.33	0.12	1.90	0.05	0.59	0.11	0.37	0.04	0.08		
Rectángulo equivalente	Lado mayor	Km	116.672	22.851	101.494	11.109	47.158	24.063	68.687	5.449	47.095	63.332	
	Lado menor	Km	31.653	5.799	16.831	4.761	5.257	4.567	9.093	1.951	5.930	8.323	
Radio de circularidad	Km	0.53	0.51	0.38	0.66	0.28	0.42	0.32	0.61	0.31	0.32		
Curva hipsométrica	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Polígonos de frecuencia de altitudes	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Altitud media de la cuenca	msnm	4280.91	4000.24	4437.22	3934.31	4117.60	3995.15	4262.17	3900.60	4278.19	4052.01		
Altitud de frecuencia media	msnm	4241.42	3952.06	4458.14	3913.24	4013.23	3953.39	4260.75	3897.82	4240.71	4021.32		
Área por encima de frecuencia media	Km ²	1846.52	66.26	854.11	26.45	123.95	54.95	312.30	5.32	139.63	263.57		
Altitud más frecuente	msnm	3850-4650	3850-4200	4000-4750	3870-4000	3890-4450	3890-4100	3895-4550	3895-3900	3896-4750	3896-4150		
Pendiente media de la cuenca	Altitud máxima	msnm	5300.00	4550.00	5300.00	4200.00	4800.00	4550.00	5300.00	3950.00	5150.00	4750.00	
	Altitud mínima	msnm	3850.00	3850.00	3870.00	3870.00	3890.00	3890.00	3895.00	3895.00	3896.00	3896.00	
	Pendiente media	m/m	0.0124	0.0306	0.0141	0.0297	0.0193	0.0274	0.0205	0.0101	0.0266	0.0135	
Índice de pendiente de la cuenca	-	0.0997	0.1456	0.1088	0.1379	0.1201	0.1210	0.1209	0.0607	0.1465	0.0910		
Coefficiente de masividad	-	0.0003	0.0085	0.0007	0.0240	0.0043	0.0127	0.0021	0.1863	0.0049	0.0023		
Coefficiente orográfico	-	0.0004	0.0096	0.0009	0.0305	0.0046	0.0178	0.0027	0.3689	0.0068	0.0028		
Coefficiente de torrencialidad	-	0.19	0.21	0.19	0.21	0.19	0.16	0.21	0.09	0.15	0.20		
Tipo de corriente	-	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne	Perenne		
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA	Número de orden de los ríos	Número de ríos:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Orden 1	-	708	28	320	11	47	18	134	0	43	107
		Orden 2	-	175	7	78	4	12	3	30	0	11	30
		Orden 3	-	42	2	21	1	2	1	5	0	1	9
		Orden 4	-	9	0	5	0	1	0	1	0	1	1
		Orden 5	-	9	0	2	5	0	1	0	1	0	0
		Orden 6	-	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		Orden 7	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nº total de ríos	-	945	38	427	21	62	23	170	1	56	147
	Grado ramificación	-	6	6	6	5	4	5	4	5	4	4	
	Frecuencia de densidad de ríos	ríos/Km ²	0.26	0.29	0.25	0.40	0.25	0.21	0.27	0.09	0.20	0.28	
	Densidad de drenaje	Km ² /Km ²	0.79	0.89	0.78	0.79	0.94	0.71	0.77	0.51	0.73	0.83	
	Extensión media del escurrimiento superficial	Km ² /Km	1.26	1.13	1.28	1.27	1.06	1.40	1.30	1.98	1.38	1.20	
Cotas del cauce principal	Altitud mínima	msnm	3850.00	3850.00	3870.00	3870.00	3890.00	3890.00	3895.00	3895.00	3896.00	3896.00	
	Altitud máxima	msnm	4550.00	3870.00	4845.00	3890.00	4675.00	3895.00	4725.00	3896.00	4787.00	4550.00	
Pendiente media del río principal	m/m	0.0055	0.0010	0.0082	0.0038	0.0107	0.0004	0.0112	0.0002	0.0112	0.0079		
Altura media del río principal	msnm	4.200.00	3.860.00	4.357.50	3.880.00	4.282.50	3.892.50	4.310.00	3.895.50	4.341.50	4.223.00		
Tiempo de concentración	horas	20.60	9.50	16.80	2.00	10.40	10.10	10.30	6.40	10.80	12.90		

3.4.4.- Sistema hidrográfico.

En el Perú existe tres vertientes hidrográficas, la vertiente u hoya del lago Titicaca, las vertientes del océano Atlántico y océano Pacífico, definidas estas últimas por la cordillera de los Andes (divisoria continental de las aguas). La cuenca del río Ilave se ubica en la vertiente del lago Titicaca.

La cuenca endorreica del lago Titicaca tiene forma algo elipsoidal, se ubica al Sureste del territorio Peruano y abarca los territorios de Perú y Bolivia, ocupa una alta meseta andina, conocida como meseta del Collao o del Titicaca, limita por el Norte con la vertiente del Atlántico, por el Sur con Cuenca Maure y Alto Desaguadero, por el Este ocupa el territorio Boliviano y por el Oeste con la vertiente del Pacífico (ANA, 2009).

La vertiente del lago Titicaca tiene una extensión de 56,493.00 Km² (incluye el área del espejo del Lago de 8,400 Km² en promedio), en esta existen cinco ríos principales (Ramis, Coata, llave, Huancané y Suchez) que desembocan al lago Titicaca, el río desaguadero es el único cauce natural de salida del lago Titicaca.

El lago Titicaca constituye el elemento termorregulador del sistema y tiene un espejo de agua de 8,400 Km² de superficie en promedio y un volumen de 930 Km³ a una altitud media de 3,810.0 m.s.n.m. y es considerado como el lago navegable más alto del mundo. Cerca de las tres partes pertenecen al Perú y el resto a Bolivia. Ambos países dependen de los recursos naturales de la cuenca específicamente del recurso hídrico, la mayoría de los habitantes viven de agricultura y ganadería actividades que dependen del recurso hídrico de esta cuenca.

La cuenca del río llave por su extensión – 7,832.53 Km² – es la segunda en importancia de las que vierten sus aguas al lago Titicaca, solamente precedida por el río Ramis. Sin embargo, según estudios del TDPS, en cuanto a sus aportaciones se ubica en tercer lugar, convirtiéndose en el tercer tributario principal y siendo además el de mayor aportación hídrica específica. Ello es debido fundamentalmente a la moderada pluviosidad que soportan los macizos montañosos que establecen la divisoria con la cuenca del río Maure.

Se encuentra situado a una altitud de 3,805 a 5,400 msnm. La configuración de la cuenca del río llave es la de una hoya hidrográfica variable en cuanto a su fisiografía general, en la parte alta de la cuenca la pendiente es mayor, con régimen de flujo supercrítico, en la parte baja de la cuenca las pendientes de los ríos son bajas, presentando regímenes de flujo subcrítico, en esta zona baja de la cuenca los cauces de los ríos son de mayor profundidad, meándricos, divagantes y el cauce está ocupado por material sólido transportado de la parte alta de la cuenca.

En la cuenca se encuentra pequeños cuerpos de agua superficial (Lagunas) con volúmenes de almacenamiento de menor importancia, los cuales son alimentados principalmente por la escorrentía superficial y precipitaciones pluviales, antes de calentamiento global del medio ambiente existían nevados en la parte alta de la cuenca, pero sin embargo por el cambio climático se desaparecieron y por ende muestra la ausencia de aporte de agua de los deshielos de los nevados.

La cuenca del río llave básicamente se compone de las subcuencas de los ríos Huenque y Aguas Calientes.

La subcuenca del río Huenque, tiene una superficie de drenaje total de 3,934.00 Km² hasta la confluencia con el río Aguas Calientes, lo que equivale al 50.23% del área total de la cuenca llave.

La subcuenca del río Aguas Calientes tiene una extensión de 3,693.03 Km² lo que equivale al 47.15% del área total de la cuenca llave.

El río Huenque tiene sus principales afluentes como: río Chichillapi (subcuenca Alto llave), río Llusta Alta (subcuenca Llusta), río Ayupalca y río Conduriri, que aportan

sus aguas en forma directa. La escorrentía en los cauces indicados es de régimen sostenido durante todo el año. El cauce principal nace desde el río Coypa Coypa – río Chichillapi – río Llusta Baja – río Huenque, cuya longitud del cauce es de 158.80 Km hasta la confluencia con el río Aguas Calientes.

El río Aguas Calientes tiene sus principales afluentes como: río Malcomayo (subcuenca Alto Aguas Calientes), río Cutimbo, río Loripongo, río Tunquipa y río Uncallane, que aportan sus aguas en forma directa. La escorrentía en los cauces indicados es de régimen sostenido durante todo el año. El cauce principal nace desde la Quebrada Huallata Apacheta - Quebrada Taipicerca - Quebrada Mocsoma - Quebrada San Miguel - río Samigia - río Malcomayo - río Grande - río Aguas Calientes, cuya longitud del cauce es de 127.53 Km hasta la confluencia con el río Huenque.

El carácter hidrográfico de esta cuenca es endorreica, por lo tanto es de bajo rendimiento hídrico durante la mayor parte del año (ANA, 2009).

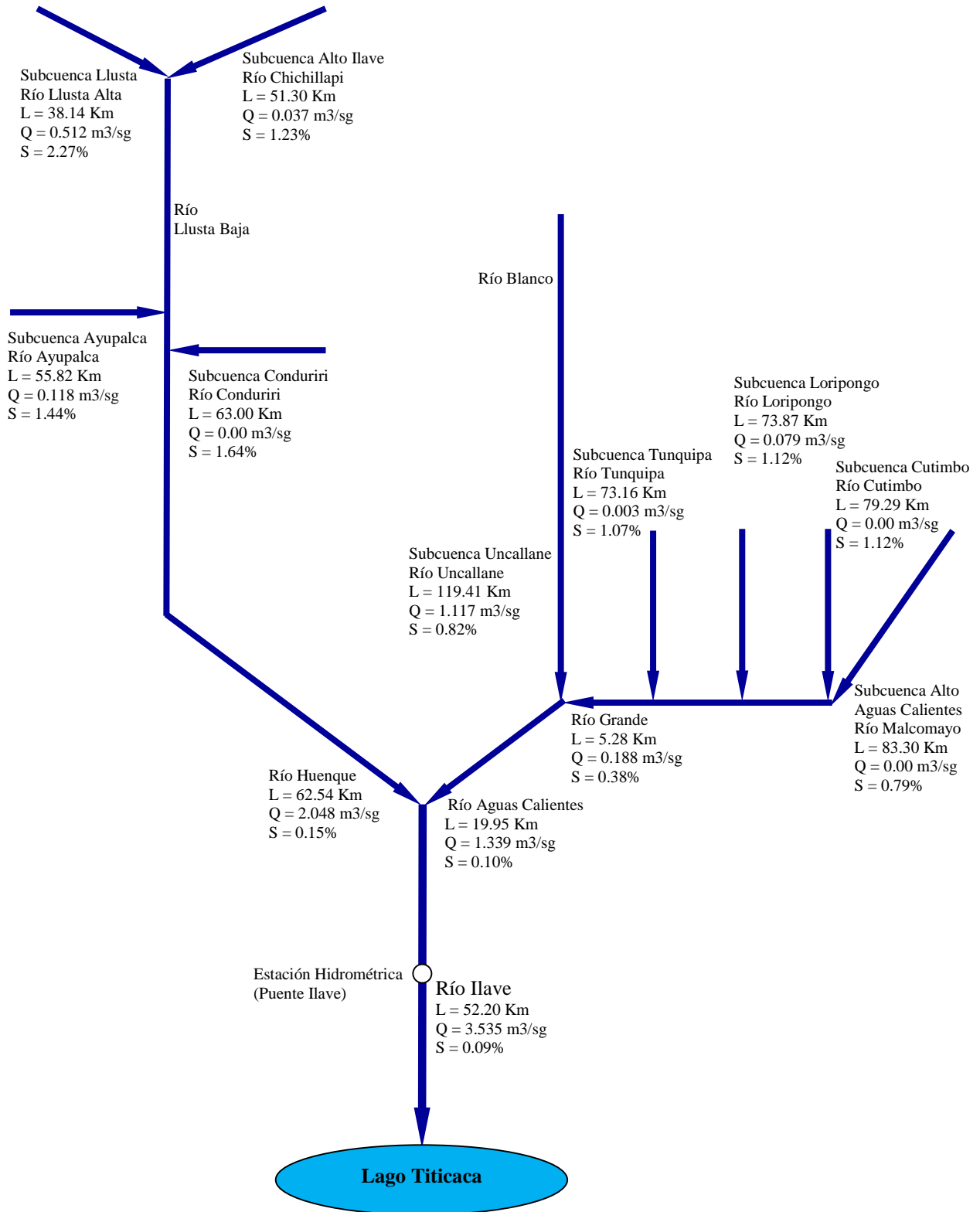
3.4.5.- Esquema fluvial

En la Figura N° 12, se presenta el esquema fluvial general de la cuenca del río llave, donde se muestra las subunidades hidrográficas de nivel 4 (subcuencas Alto llave, Llusta, Ayupalca, Conduriri y Aguas Calientes) y nivel 5 (subcuencas Alto Aguas Calientes, Cutimbo, Loripongo, Tunquipa y Uncallane). Estas subcuencas son los que aportan sus aguas en forma directa a la cuenca del río llave, durante todo el periodo del ciclo hidrológico.

En el esquema siguiente, se muestran nombre de la sub unidad hidrográfica, río principal, longitud del cauce, caudal y pendiente media del río. Los caudales son valores obtenidos en el aforo de ríos, realizado en el mes de Noviembre del año 2008; caso de los ríos Conduriri, Cutimbo y Malcomayo, resultaron cero, debido a que en aguas arriba del punto de aforo, existen usos actuales de agua, además en caso de los dos últimos ríos el agua fluye por debajo del lecho del río, por presentar material suelto (gravas) en el lecho. El aforo se realizado en los puntos de salida en cada subcuenca, con el fin de conocer el caudal de salida en tiempo de estiaje (ANA, 2009).

Figura N° 12

Esquema Fluvial – Cuenca del río Ilave



CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Las fuentes de agua superficial en las microcuencas tributarios a través de un inventario y mediciones puntuales de la cuenca del río llave.

La identificación de las distintas fuentes hídricas superficiales en la cuenca del río llave a través de los trabajos del componente “Inventario de recursos hídricos superficiales de la cuenca del río llave” del presente trabajo, han sido desarrollados paralelamente al desarrollo del presente estudio, y cuyo informe final se detalla en adelante. Las fuentes de agua en la cuenca del río llave son:

- Ríos
- Quebradas
- Manantiales
- Lagunas
- Bofedales

En lo que respecta a la distribución espacial, según el inventario realizado en la cuenca del río llave, existen en total los 3244 fuentes del recurso hídrico superficial distribuidas en ríos, quebradas, manantiales, lagunas y bofedales. La distribución de las fuentes hídricas en unidades hidrográficas de nivel 4 del total de la cuenca, es la siguiente: subcuenca Aguas Calientes 1933 fuentes y representa 59.59% del total de la cuenca, en ésta subcuenca se concentra el mayor número de fuentes; subcuenca Medio Bajo llave 295 fuentes (9.09%); subcuenca Llusta 239 fuentes (7.37%); subcuenca Conduriri 234 fuentes (7.21%); subcuenca Medio Alto llave 218 fuentes (6.72% del total); el porcentaje restante (10.02%) de fuentes se ubica en las subcuencas Alto llave, Ayupalca, Bajo llave y Medio llave. Similarmente en las

unidades hidrográficas de nivel 5: en la subcuenca Uncallane 905 fuentes (46.82%), subcuenca Alto Aguas Calientes 509 fuentes (26.33%), subcuenca Loripongo 164 fuentes (8.48%), subcuenca Cutimbo 137 fuentes (7.09%) y el porcentaje restante de 11.28% corresponde a las subcuencas Tunquipa, Bajo Aguas Calientes, Medio Aguas Calientes, Medio Bajo Aguas Calientes y Medio Alto Aguas Calientes. La mayor concentración de fuentes hídricas se da en la parte alta de la cuenca llave (subcuenca del río Aguas Calientes), lo que significa que las 11 lagunas existentes naturalmente almacenadas de agua en esta subcuenca, tienen una importante contribución en la retención de la cuenca.

En los Cuadros N° 6 y 7, se presenta el consolidado del inventario de fuentes de agua superficial por unidades hidrográficas, según número total de cada tipo de fuente. En la Figura N° 13 se aprecia la distribución del número total de fuentes de agua superficial en la cuenca llave. Y en la Figura N° 7, el número total de fuentes de agua superficial por cada subcuenca.

En la Figura N° 13, se observa que, de los 3244 unidades de fuentes hídricas en la cuenca del río llave, las manantiales existen en mayor cantidad de 1836 unidades y representa 56.60% del total de la cuenca, seguido por quebradas (1300 unidades y 40.07%), ríos (67 unidades y 2.07%), bofedales (27 unidades y 0.83%) y lagunas (14 unidades y 0.43%) en el ámbito de la cuenca (ANA, 2009).

Cuadro N° 6

Consolidado del Inventario de Recursos Hídricos Superficiales – Cuenca del río llave
(Unidades Hidrográficas nivel 4)

Subcuenca	Código	Número de Fuentes de Agua Superficial					Total
		Ríos	Quebradas	Manantiales	Lagunas	Bofedales	
Bajo llave	0161	1	22	12	0	0	35
Aguas Calientes	0162	32	737	1149	11	4	1933
Medio Bajo llave	0163	3	148	143	0	1	295
Conduriri	0164	9	93	127	0	5	234
Medio llave	0165	1	9	11	0	0	21
Ayupalca	0166	1	59	31	0	4	95
Medio Alto llave	0167	10	100	103	2	3	218
Llusta	0168	7	55	172	0	5	239
Alto llave	0169	3	77	88	1	5	174
Total		67	1300	1836	14	27	3244

Cuadro N° 7

Consolidado del Inventario de Recursos Hídricos Superficiales – Subcuenca Aguas Calientes (Unidades Hidrográficas nivel 5)

Subcuenca	Código	Número de Fuentes de Agua Superficial					Total
		Ríos	Quebradas	Manantiales	Lagunas	Bofedales	
Bajo Aguas Calientes	01621	1	28	44	0	0	73
Uncallane	01622	7	344	543	7	4	905
Medio Bajo Aguas Calientes	01623	1	11	6	0	0	18
Tunquipa	01624	4	44	32	0	0	80
Medio Aguas Calientes	01625	1	19	26	0	0	46
Loripongo	01626	5	133	26	0	0	164
Medio Alto Aguas Calientes	01627	1	0	0	0	0	1
Cutimbo	01628	4	50	81	2	0	137
Alto Aguas Calientes	01629	8	108	391	2	0	509
Total		32	737	1149	11	4	1933

Figura N° 13

Distribución del Número de Fuentes de Agua Superficial – Cuenca Ilave

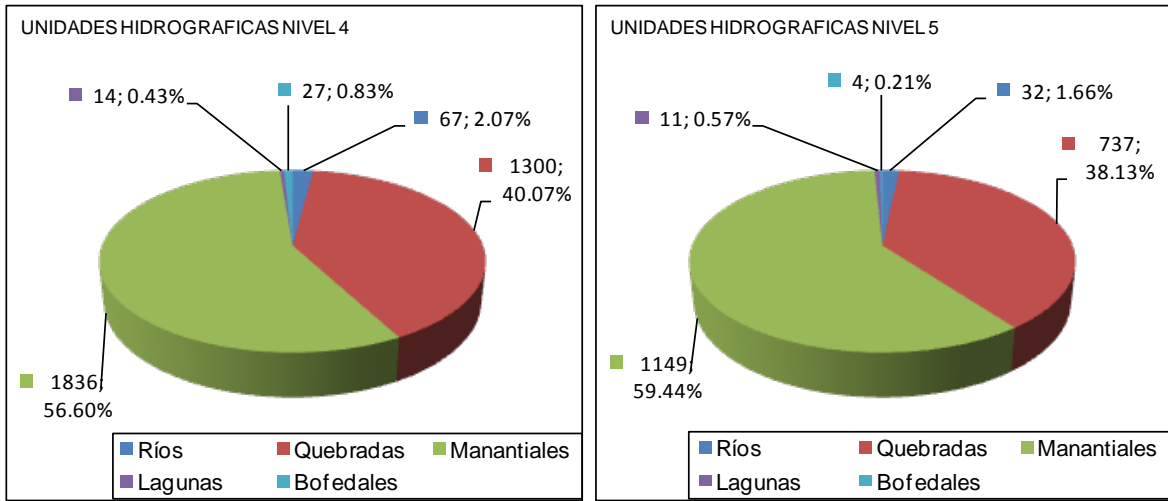
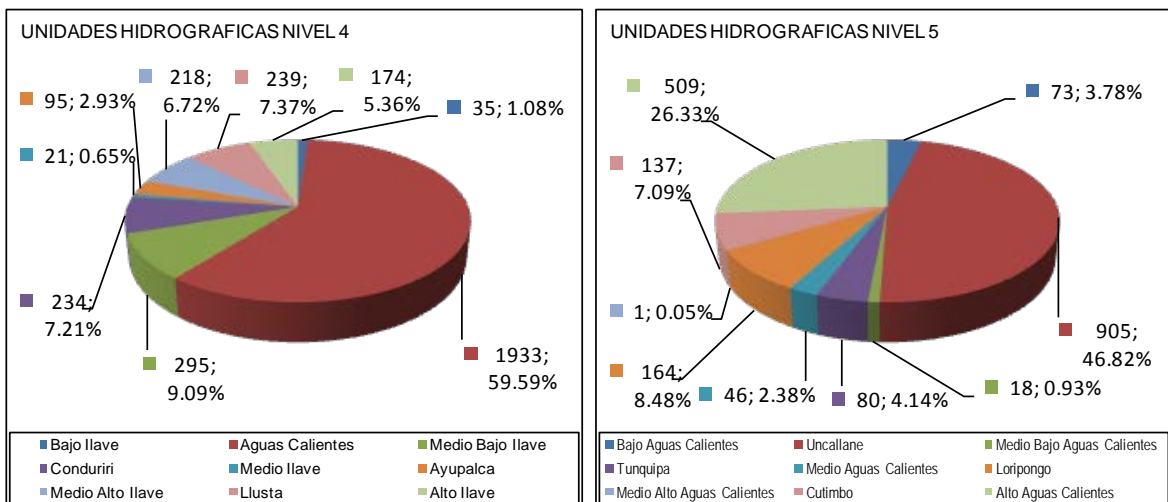


Figura N° 14

Distribución del Número de Fuentes de Agua Superficial por Subcuencas



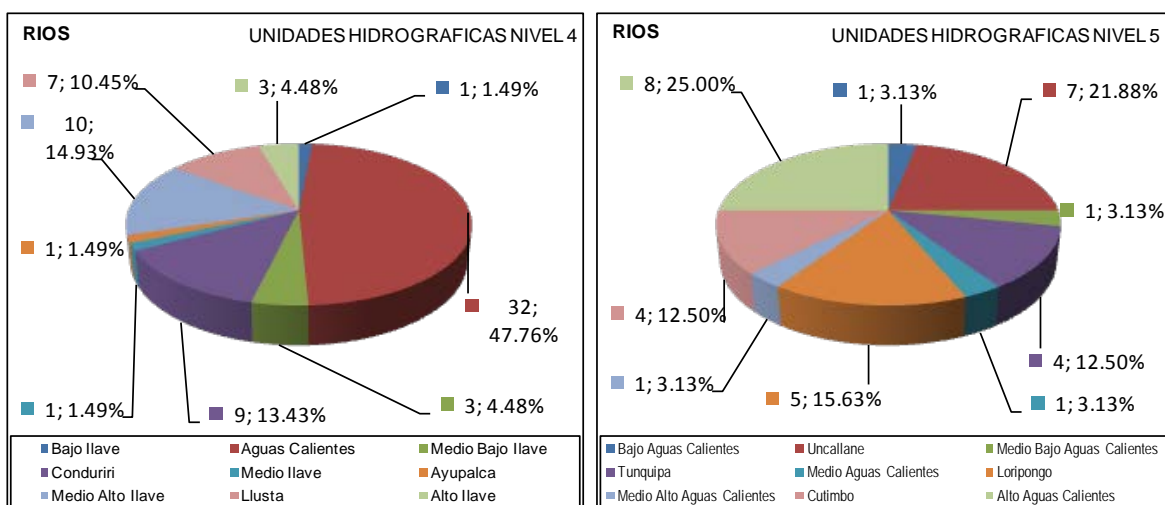
4.1.1. Ríos

El inventario de ríos en la cuenca del río Ilave se ha realizado considerando el concepto de que un río es un cauce natural con agua durante un año hidrológico, los otros cauces endorreicos tienen la denominación de “quebradas”, que son una parte

importante del sistema de drenaje de la cuenca durante la época de precipitaciones pluviales. Una primera descripción del sistema de drenaje de la cuenca, en la que se distingue los principales ríos de esta, se ha realizado.

La fuente de escorrentía superficial más importante en la cuenca llave es el río Huenque y el río Aguas Calientes, siendo el río llave como un dren final hacia el lago Titicaca. El río llave como río de orden 7, posee 1367 afluentes, entre ríos y quebradas según el trabajo de inventario. Se ha identificado 67 ríos, los cuales son de régimen continuo. En los Cuadros N° 6 y 7 se presenta la distribución de ríos por cada subcuenca (nivel 4 y 5).

Figura N° 15
Distribución del Número de Ríos por Subcuencas



En la Figura N° 15, según la distribución de los ríos, se ve que la subcuenca Aguas Calientes (nivel 4) presenta la mayor cantidad de ríos 47.76% del total, seguido por las subcuencas Medio Alto llave (14.93%), Conduriri (13.43%) y el 23.88% corresponde a las subcuencas restantes, en el ámbito de la cuenca llave.

Similarmente para las unidades hidrográficas de nivel 5, en la Figura N° 15 de la distribución de ríos, se ve que la subcuenca Alto Aguas Calientes presenta la mayor cantidad de ríos, 25.00% del total, en las subcuencas Uncallane y Loripongo presentan el 21.88% y 15.63%, y el 37.50% corresponde a las sub unidades hidrográficas restantes en el ámbito de la subcuenca Aguas Calientes.

4.1.2. Quebradas

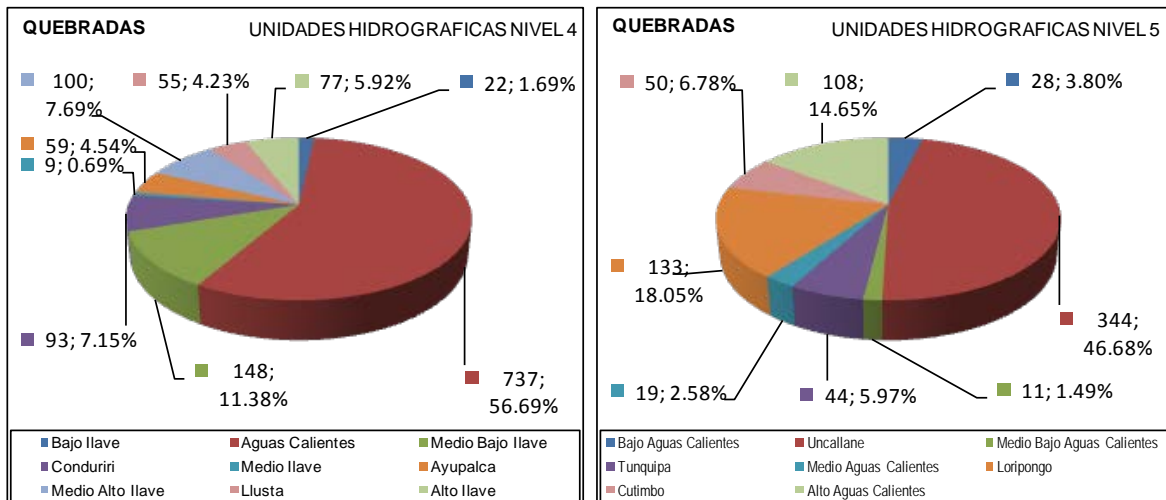
Los cauces de la mayoría de quebradas existentes son cauces de drenaje de carácter endorreico. Según el inventario realizado existen 1300 quebradas en la cuenca llave, y se distribuye lo siguiente en las subcuencas (nivel 4): Aguas Calientes (56.69%), Medio Bajo llave (11.38%) y Medio Alto llave (7.69%), y en las subcuencas (nivel 5) Uncallane (46.68%), Loripongo (18.05%) y Alto Aguas Calientes (14.65%), es donde se ubican en mayor porcentaje el número de quebradas del total de la cuenca. En los Cuadros N° 6 y 7 se presenta la cantidad de quebradas contenidas en cada subcuenca de nivel 4 y 5.

Los cauces de las quebradas en su mayor parte presentan altas pendientes. Generalmente son cauces erosivos, y el material producido en el lecho de estos cauces es transportado en forma de avalancha hacia la parte baja de la cuenca, quedando depositados en los cauces de pendiente baja. A consecuencia de este fenómeno, los terrenos de la cuenca media y baja son lechos aluviales.

En la Figura N° 16, según la distribución de las quebradas, se ve que la subcuenca Aguas Calientes (nivel 4) presenta la mayor cantidad de quebradas el 56.69% del total, en resto de las subcuencas varían de 0.69% a 11.35% del total de la cuenca llave; en forma similar para las unidades hidrográficas (nivel 5), la subcuenca

Uncallane presenta mayor cantidad de quebradas 46.68% y en resto de las subcuencas varían de 1.49% a 18.05% del total de la subcuenca Aguas Calientes, respectivamente.

Figura N° 16
Distribución del Número de Quebradas por Subcuencas



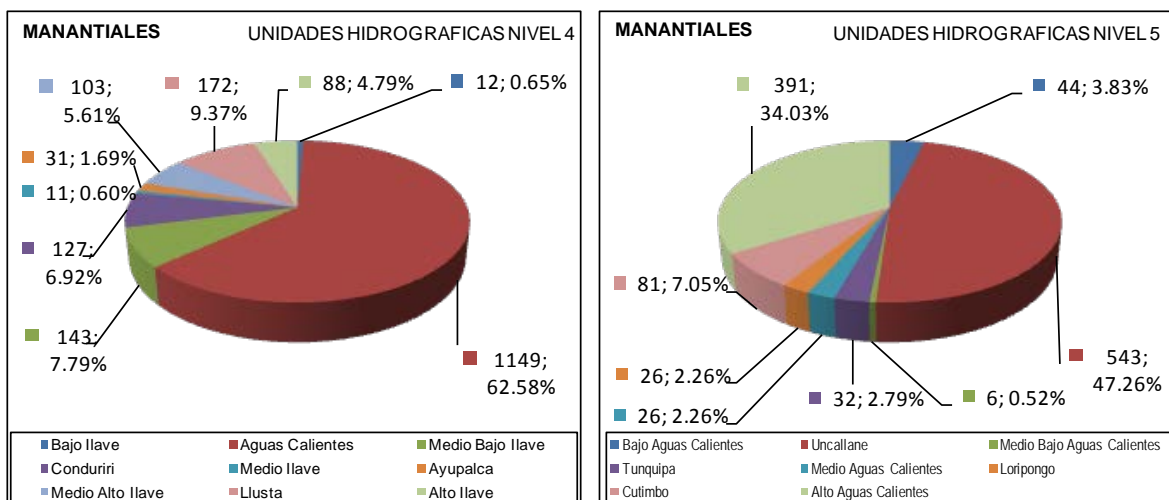
4.1.3. Manantiales

Los manantiales revisten singular importancia en todo el ámbito de la cuenca, pues sus aguas, que generalmente son de buena calidad, son utilizadas para el consumo poblacional, pecuario, piscicultura y de riego. Estas fuentes se presentan con mayor frecuencia en las subcuencas ubicadas en la parte alta y media de la cuenca. Estas fuentes son vitales para la subsistencia del medio biológico, ya que en muchos sectores son las únicas fuentes que suministran el recurso hídrico en forma permanente.

En el inventario efectuado, existen 1836 manantes en el ámbito de la cuenca Ilave, de ésta se distribuye en las subcuencas (nivel 4) de la siguiente forma: Aguas Calientes (62.58%), Llusta (9.37%) y Medio Bajo Ilave (7.79%), y en forma similar en las unidades hidrográficas (nivel 5) la subcuenca Uncallane (47.26%), Alto Aguas

Calientes (34.03%) y Cutimbo (7.05% del total de la subcuenca Aguas Calientes), es donde se ubican la mayor cantidad de manantiales en la cuenca llave. En los Cuadros N° 3.33 y 3.34, y la Figura N° 3.46 se presentan la cantidad y distribución de manantiales contenidas en cada subcuenca.

Figura N° 17
Distribución del Número de Manantiales por Subcuencas



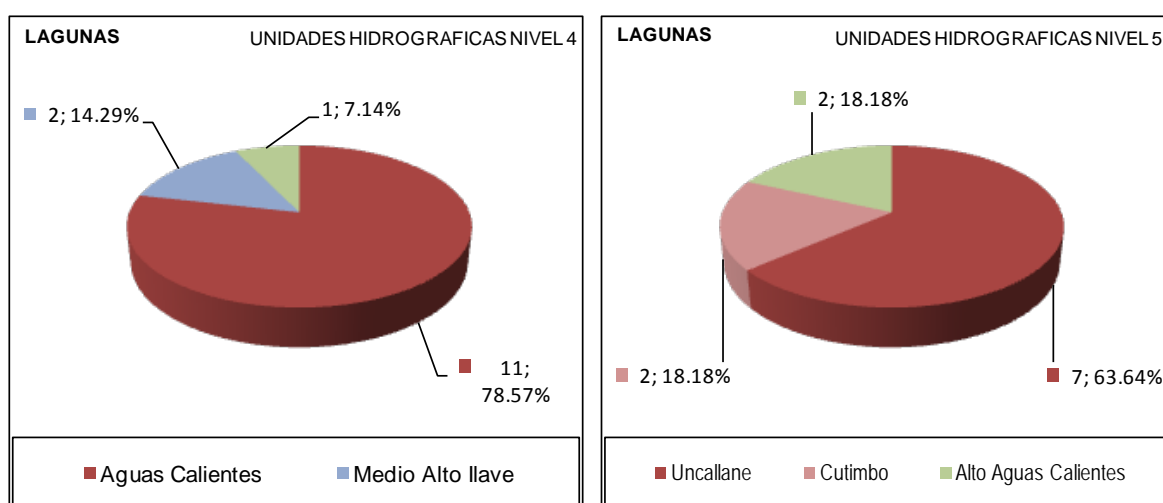
4.1.4. Lagunas

La cuenca alta del río llave presenta, como la mayoría de casos, depresiones de terreno en las que se han formado almacenamientos de agua o lagunas, que se ubican entre las altitudes 3,937 y 4,902 msnm. Se ha inventariado un total de 14 lagunas naturales. La totalidad de estos almacenamientos de agua permanecen en estado natural, representando un potencial hídrico para futuras demandas de la cuenca.

Como se aprecia en los Cuadros N° 2 y 3 y en la Figura N° 7 existen solo en las subcuencas Aguas Calientes (11 lagunas, 78.57% del total), Medio Alto llave (2 lagunas, 14.29% del total) y Alto llave (1 lagunas, 7.14% del total) en la cuenca llave,

mientras que en otras subcuencas no existen lagunas. En forma similar para las subcuencas de nivel 5, solo existe en las subcuencas Uncallane (7 lagunas, 63.64% del total), subcuenca Cutimbo (2 lagunas, 18.18% del total) y subcuenca Alto Aguas Calientes (2 lagunas, 18.18% del total) en la subcuenca Aguas Calientes.

Figura N° 18
Distribución del Número de Lagunas por Subcuencas



4.1.5. Bofedales

Los bofedales o humedales son fuentes hídricas de gran importancia. Se ubican mayormente en la parte alta de la cuenca. Estos orígenes de agua mayormente sirven para mantener la humedad de los terrenos aledaños a su ubicación y cumplen un vital recurso para la actividad pecuaria. Además estas fuentes son bolsones de agua que sirven para la alimentación de la descarga de caudal de la cuenca en épocas de estiaje, generalmente.

Según el inventario efectuado en la cuenca llave, existen 27 bofedales, y se distribuye lo siguiente: subcuenca Alto llave (18.52%), Llusta (18.52%) y Conduriri (18.52%), es donde se ubican en mayor porcentaje el número de bofedales del total

de la cuenca; mientras en la unidad hidrográfica de nivel 5, solo en la subcuenca Uncallane hay 4 bofedales, ver la Figura N° 18. En los Cuadros N° 6 y 7 se presenta la cantidad de bofedales contenidas en cada subcuenca de nivel 4 y 5.

4.2. Identificación y cuantificación de los agentes consuntivos de agua superficial en la cuenca.

La demanda de agua es el requerimiento de los usuarios para satisfacer una necesidad. En tal sentido el agua se caracteriza no sólo por la diversidad de usos, sino por la multiplicidad de usuarios.

Para la determinación de las demandas de agua para los cultivos, es necesario conocer la cédula de cultivos de acuerdo de la zona, periodo de vegetación, coeficiente de cultivo, evapotranspiración potencial, precipitación efectiva, eficiencia de riego, evapotranspiración del cultivo, las áreas de cultivo y otros necesarios; cuando se trata de un nuevo proyecto.

En cuanto las demandas hídricas, se debe obtener la información de usos actuales, proyectados y/o futuros. Los usos de agua pueden ser, de riego, poblacional, industrial, piscicultura, entre otras.

La determinación del uso y demanda actual del agua en la cuenca del río llave tiene como principal objetivo la determinación del balance hídrico con énfasis en el consumo de agua con fines agrícolas y poblacionales en el ámbito de la cuenca señalada.

Es necesario precisar que en la cuenca llave se distingue varios tipos de uso o consumo de agua superficial; siendo en orden de prioridad, por la magnitud de volumen consumido: Demanda agrícola, poblacional, pecuario y piscicultura.

El consumo agrícola es el de mayor significación no sólo por ser notablemente superior respecto a los otros, sino también por su importancia socio-económica.

En el presente estudio, la determinación de las demandas hídricas para el desarrollo del balance hídrico de la cuenca llave, se ha dividido en dos partes, tales como demandas actuales de agua y demandas futuras de agua, que a continuación se describe en forma breve cada uno de ellos.

4.2.- demandas actuales de agua

Las demandas de usos actuales de agua en el ámbito de la cuenca del río llave, son específicamente uso de agua en bofedales, pastos naturales y uso poblacional. Esta información se ha obtenido de la Administración Técnica del Distrito de Riego (ATDR) Puno – llave, dicha información se adjunta en el Anexo 1.

El cultivo principal del uso actual de agua, es generalmente los Pastos Naturales, Bofedales y Alfalfa en menor porcentaje.

Las demandas mensuales de usos actuales de agua en la cuenca del río llave, según la información recopilada, se aprecia que las demandas hídricas generalmente se utilizan en los meses de Junio a Diciembre.

Los caudales de los usos actuales de agua en bofedales fueron convertidos a caudal de consumo real multiplicando por un coeficiente de 0.40, el cual significa que una

hectárea de bofedales consumiría 0.40 lt/sg/ha (información obtenida del campo, Fuente: Balance hídrico preliminar de la cuenca llave – ALT 2006).

Con la información recopilada se ha establecido a nivel de subcuencas acumulando los usos de agua de acuerdo el área de influencia de cada subcuenca, es la información que se utilizará en el desarrollo de balance hídrico de las subcuencas en el presente estudio.

Se muestra las demandas actuales de agua, acumulados por subcuencas, donde se aprecia los nombres de las comisiones y comités de regantes, según la influencia de área de cada subcuenca en estudio.

El tiempo de uso de agua en el riego (pastos naturales) es de 24 horas, mientras en el uso poblacional es de 12 horas generalmente.

A continuación se muestran las demandas actuales de agua, establecidos para cada subcuenca en estudio, en unidades de lt/sg y el volumen en MMC.

Cuadro N° 8

Demandas Hídricas (lt/sg) - Subcuenca río Huenque
(Demandas Actuales de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (lt/sg)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Llusta (Río Llusta Alta)	Riego: Bofedal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.40	204.90	243.49	260.57	289.67	293.22	231.12	128.03
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.40	204.90	243.49	260.57	289.67	293.22	231.12
2	Alto llave (Río Chichillapi)	Riego: Bofedal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	352.22	417.06	445.29	482.14	482.60	386.11	213.79
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	352.22	417.06	445.29	482.14	482.60	386.11
3	Medio Alto llave (Río Llusta Baja)	Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.18	722.00	856.43	916.72	1004.28	1010.91	808.88	445.20
		Uso Poblacional	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
		Total	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	24.32	723.14	857.57	917.86	1005.42	1012.05	810.02	446.34
4	Ayupalca (Río Ayupalca)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.61	32.08	36.31	21.83	35.18	19.58	13.63
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.61	32.08	36.31	21.83	35.18	19.58	13.63
5	Conduriri (Río Conduriri)	Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.74	420.63	546.37	607.84	621.39	700.25	556.64	290.91
		Uso Poblacional	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93
		Total	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	40.67	423.56	549.30	610.77	624.32	703.18	559.57	293.84
6	Huenque (Río Huenque)	Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.97	1240.53	1533.67	1670.77	1769.02	1877.71	1493.41	805.01
		Uso Poblacional	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43
		Total	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	79.40	1244.96	1538.10	1675.20	1773.45	1882.14	1497.84	809.44

Cuadro N° 9
Demandas Hídricas (MMC) - Subcuenca río Huenque
(Demandas Actuales de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (MMC)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Llusta (Río Llusta Alta)	Riego: Bofedal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.55	0.65	0.68	0.78	0.76	0.62	0.34
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.55	0.65	0.68	0.78	0.76	0.62	0.34
2	Alto llave (Río Chichillapi)	Riego: Bofedal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.12	1.15	1.29	1.25	1.03	0.57
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.12	1.15	1.29	1.25	1.03	0.57
3	Medio Alto llave (Río Llusta Baja)	Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.93	2.29	2.38	2.69	2.62	2.17	1.18
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.93	2.29	2.38	2.69	2.62	2.17	1.18
4	Ayupalca (Río Ayupalca)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.09	0.06	0.09	0.05	0.04
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.09	0.06	0.09	0.05	0.04
5	Conduriri (Río Conduriri)	Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.13	1.46	1.58	1.66	1.82	1.49	0.77
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.13	1.46	1.58	1.66	1.82	1.49	0.77
6	Huenque (Río Huenque)	Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	3.32	4.11	4.33	4.74	4.87	4.00	2.13
		Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Total	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	3.33	4.12	4.34	4.75	4.88	4.01	2.14

Cuadro N° 10
Demandas Hídricas (lt/sg) - Subcuenca río Aguas Calientes
(Demandas Actuales de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (lt/sg)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Alto Aguas Calientes (Río Malcomayo)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.72	72.22	80.02	82.31	71.39	60.73	36.70
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.72	72.22	80.02	82.31	71.39	60.73	36.70
2	Cutimbo (Río Cutimbo)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Loripongo (Río Loripongo)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.69	105.58	116.97	120.31	104.42	88.83	53.65
		Uso Poblacional	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33
		Total	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	116.02	113.91	125.30	128.64	112.75	97.16	61.98
4	Tunquipa (Río Tunquipa)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.07	16.73	18.53	19.06	16.53	14.07	8.50
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.07	16.73	18.53	19.06	16.53	14.07	8.50
5	Río Grande (Río Grande)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	239.96	235.17	260.55	268.00	232.51	197.80	119.50
		Uso Poblacional	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33
		Total	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	248.29	243.50	268.88	276.33	240.84	206.13	127.83
6	Uncallane (Río Uncallane)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	553.84	542.72	601.13	618.51	536.16	456.15	275.71
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	553.84	542.72	601.13	618.51	536.16	456.15	275.71
7	Aguas Calientes (Río Aguas Calientes)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	793.80	777.89	861.68	886.51	768.67	653.95	395.21
		Uso Poblacional	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33
		Total	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	802.13	786.22	870.01	894.84	777.00	662.28	403.54

Cuadro N° 11
Demandas Hídricas (MMC) - Subcuenca río Aguas Calientes
(Demandas Actuales de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (MMC)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Alto Aguas Calientes (Río Malcomayo)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.19	0.21	0.22	0.19	0.16	0.10
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.19	0.21	0.22	0.19	0.16	0.10
2	Cutimbo (Río Cutimbo)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Loripongo (Río Loripongo)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.28	0.30	0.32	0.27	0.24	0.14
		Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Total	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.30	0.29	0.31	0.33	0.28	0.25	0.15
4	Tunquipa (Río Tunquipa)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02
5	Río Grande (Río Grande)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.63	0.68	0.72	0.60	0.53	0.32
		Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Total	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.65	0.64	0.69	0.73	0.61	0.54	0.33
6	Uncallane (Río Uncallane)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.45	1.56	1.66	1.39	1.22	0.73
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.45	1.56	1.66	1.39	1.22	0.73
7	Aguas Calientes (Río Aguas Calientes)	Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	2.08	2.23	2.37	1.99	1.75	1.05
		Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Total	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	2.14	2.09	2.24	2.38	2.00	1.76	1.06

4.3- demandas futuras de agua

Las demandas hídricas de usos futuros de agua, se ha obtenido de los estudios realizados a nivel de perfiles de proyectos de pre-inversión en el ámbito de la cuenca del río Ilave, realizado por la Autoridad Autónoma Binacional del Lago Titicaca – ALT.

Los proyectos de riego son:

- Proyecto: Mejoramiento de la Bocatoma Irrigación Llustacucho.
- Proyecto: Construcción Irrigación Casana – Lacotuyo.
- Proyecto: Instalación del Sistema de Riego en los Sectores de Laca y Cuirare de la Comunidad de Chichillapi (Irrigación Chila).
- Proyecto: Instalación del Sistema de Riego Tupala.
- Proyecto: Instalación del Sistema de Riego Chua.

Los cinco proyectos se encuentran a nivel de perfil de proyecto, uno de los proyectos antes mencionados debe estar inscrito en el SNIP para su financiamiento, gestión que está realizando el PELT, y los otros deben estar gestionándose por los interesados a través de los gobiernos locales correspondientes.

El cultivo principal de los proyectos anteriormente mencionados es el Bofedal (cultivo natural permanente), son zonas donde da mejor alternativa para la alimentación de los camélidos sudamericanos. Además consume poco recurso hídrico en su periodo vegetativo, en cambio para la nueva formación de bofedales necesita en mayor cantidad de agua.

Por otro lado también, se ha recopilado las demandas futuras de agua, de los proyectos en estudio, del Proyecto Especial Binacional del Lago Titicaca – PELT, tales como:

- * Perfil del Proyecto Construcción y Ampliación de Irrigación Integral Acora Totorani, 2008:
 - Módulo Totorani.
 - Módulo Acora.
 - Módulo Collini.
 - Módulo Carumas.
 - Módulo Chajana.
 - Uso Poblacional llave, Acora y Platería.
- * Proyecto Irrigación Viluyo (Estudio Hidrológico), 2007.

En plan de cultivo planteado en los proyectos mencionados, se muestran en adelante para cada módulo anteriormente mencionados.

Cuadro Nº 12
Cédula de Cultivos – Módulo Totorani

Cultivo	Area Sembrada (Ha)	Período Vegetativo (meses)	Mes de Siembra	Calendario de Siembra													
				Meses													
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
Papa dulce	250.00	6	Octubre	250	250	250	-	-	-	-	-	-	-	-	250	250	250
Papa amarga	300.00	6	Octubre	300	300	300	-	-	-	-	-	-	-	-	300	300	300
Quinua	150.00	6	Octubre	150	150	150	-	-	-	-	-	-	-	-	150	150	150
Tarwi	80.00	6	Octubre	80	80	80	-	-	-	-	-	-	-	-	80	80	80
Haba	120.00	8	Agosto	120	120	120	-	-	-	-	-	120	120	120	120	120	120
Cebada grano	180.00	8	Setiembre	180	180	180	-	-	-	-	-	-	180	180	180	180	180
Avena grano	200.00	8	Setiembre	200	200	200	-	-	-	-	-	-	200	200	200	200	200
Maca	60.00	9	Octubre	60	60	60	60	60	60	-	-	-	-	-	60	60	60
Cañihua	60.00	5	Noviembre	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	60
Tuberculos nativos	50.00	8	Octubre	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-	-	50	50	50
Cebada forrajera	62.00	6	Setiembre	62	62	-	-	-	-	-	-	-	-	62	62	62	62
	62.00	6	Abril	-	-	-	62	62	62	62	62	62	62	-	-	-	-
Avena forrajera	184.00	6	Setiembre	184	184	-	-	-	-	-	-	-	184	184	184	184	184
	92.00	6	Abril	-	-	-	92	92	92	92	92	92	92	-	-	-	-
Pastos cultivados	1,388.00	12	Permanente	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388	1,388
Total	3,238.00	-	-	3,084	3,084	2,838	1,652	1,652	1,602	1,542	1,662	2,288	3,024	3,084	3,084	3,084	3,084

Cuadro N° 13
Cédula de Cultivos – Módulo Acora

Cultivo	Area Sembrada (Ha)	Periodo Vegetativo (meses)	Mes de Siembra	Calendario de Siembra												
				Meses												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Papa dulce	519.00	6	Octubre	519	519	519	-	-	-	-	-	-	-	519	519	519
Papa amarga	78.00	6	Octubre	78	78	78	-	-	-	-	-	-	-	78	78	78
Quinua	274.00	7	Octubre	274	274	274	274	-	-	-	-	-	-	274	274	274
Haba	511.00	8	Agosto	511	511	511	511	-	-	-	-	511	511	511	511	511
Cebada grano	278.00	8	Setiembre	278	278	278	278	-	-	-	-	278	278	278	278	278
Avena grano	110.00	7	Setiembre	110	110	110	110	-	-	-	-	-	-	110	110	110
Cañihua	41.00	5	octubre	41	41	-	-	-	-	-	-	-	-	41	41	41
Cebada forrajera	61.00	6	Octubre	61	61	61	-	-	-	-	-	-	-	61	61	61
	61.00	6	Abril	-	-	-	61	61	61	61	61	61	-	-	-	-
Avena forrajera	233.00	6	Octubre	233	233	233	-	-	-	-	-	-	-	233	233	233
	131.00	6	Abril	-	-	-	131	131	131	131	131	131	-	-	-	-
Pastos cultivados	1,985.00	12	Permanente	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985	1,985
Total	4,282.00	-	-	4,090	4,090	4,049	3,350	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177	2,966	4,090	4,090	4,090

Cuadro N° 14.
Cédula de Cultivos – Módulo Collini

Cultivo	Area Sembrada (Ha)	Periodo Vegetativo (meses)	Mes de Siembra	Calendario de Siembra												
				Meses												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Papa dulce	440.00	6	Octubre	440	440	440	-	-	-	-	-	-	-	440	440	440
Papa amarga	66.00	6	Octubre	66	66	66	-	-	-	-	-	-	-	66	66	66
Quinua	233.00	7	Octubre	233	233	233	233	-	-	-	-	-	-	233	233	233
Haba	433.00	8	Setiembre	433	433	433	433	-	-	-	-	433	433	433	433	433
Cebada grano	236.00	8	Setiembre	236	236	236	236	-	-	-	-	236	236	236	236	236
Avena grano	94.00	7	Setiembre	94	94	94	94	-	-	-	-	-	-	94	94	94
Cañihua	35.00	5	Octubre	35	35	-	-	-	-	-	-	-	-	35	35	35
Cebada forrajera	52.00	6	Octubre	52	52	52	-	-	-	-	-	-	-	52	52	52
	52.00	6	Abril	-	-	-	52	52	52	52	52	52	-	-	-	-
Avena forrajera	198.00	6	Octubre	198	198	198	-	-	-	-	-	-	-	198	198	198
	131.00	6	Abril	-	-	-	198	198	198	198	198	198	-	-	-	-
Pastos cultivados	1,682.00	12	Permanente	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682
Total	3,652.00	-	-	3,469	3,469	3,434	2,928	1,932	1,932	1,932	1,932	1,932	2,601	3,469	3,469	3,469

Cuadro N° 15
Cédula de Cultivos – Módulo Carumas

Cultivo	Area Sembrada (Ha)	Periodo Vegetativo (meses)	Mes de Siembra	Calendario de Siembra												
				Meses												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Papa dulce	73.00	6	Octubre	73	73	73	-	-	-	-	-	-	-	73	73	73
Papa amarga	87.00	6	Octubre	87	87	87	-	-	-	-	-	-	-	87	87	87
Quinua	44.00	6	Octubre	44	44	44	-	-	-	-	-	-	-	44	44	44
Tarwi	23.00	6	Octubre	23	23	23	-	-	-	-	-	-	-	23	23	23
Haba	35.00	8	Agosto	35	35	35	-	-	-	-	35	35	35	35	35	35
Cebada grano	52.00	8	Setiembre	52	52	52	-	-	-	-	-	52	52	52	52	52
Avena grano	58.00	8	Setiembre	58	58	58	-	-	-	-	-	58	58	58	58	58
Maca	18.00	9	Octubre	18	18	18	18	18	18	-	-	-	-	18	18	18
Cañihua	18.00	5	Noviembre	18	18	18	-	-	-	-	-	-	-	18	18	18
Tuberculos nativos	15.00	8	Octubre	15	15	15	15	15	-	-	-	-	-	15	15	15
Cebada forrajera	18.00	6	Setiembre	18	18	-	-	-	-	-	-	18	18	18	18	18
	18.00	6	Abril	-	-	-	18	18	18	18	18	18	-	-	-	-
Avena forrajera	54.00	6	Setiembre	54	54	-	-	-	-	-	-	54	54	54	54	54
	27.00	6	Abril	-	-	-	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-
Pastos cultivados	405.00	12	Permanente	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405
Total	945.00	-	-	900	900	828	483	483	468	450	485	667	882	900	900	900

Cuadro N° 16
Cédula de Cultivos – Módulo Chajana

Cultivo	Área Sembrada (Ha)	Periodo Vegetativo (meses)	Mes de Siembra	Calendario de Siembra												
				Meses												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Papa dulce	69.00	6	Octubre	69	69	69	-	-	-	-	-	-	-	69	69	69
Papa amarga	83.00	6	Octubre	83	83	83	-	-	-	-	-	-	-	83	83	83
Quinua	42.00	6	Octubre	42	42	42	-	-	-	-	-	-	-	42	42	42
Tarwi	22.00	6	Octubre	22	22	22	-	-	-	-	-	-	-	22	22	22
Haba	33.00	8	Agosto	33	33	33	-	-	-	-	-	33	33	33	33	33
Cebada grano	50.00	8	Setiembre	50	50	50	-	-	-	-	-	-	50	50	50	50
Avena grano	56.00	8	Setiembre	56	56	56	-	-	-	-	-	-	56	56	56	56
Maca	17.00	9	Octubre	17	17	17	17	17	17	-	-	-	-	17	17	17
Cañihua	17.00	5	Noviembre	17	17	17	-	-	-	-	-	-	-	-	17	17
Tuberculos nativos	14.00	8	Octubre	14	14	14	14	14	-	-	-	-	-	14	14	14
Cebada forrajera	17.00	6	Setiembre	17	17	-	-	-	-	-	-	-	17	17	17	17
	17.00	6	Abril	-	-	-	17	17	17	17	17	17	-	-	-	-
Avena forrajera	51.00	6	Setiembre	51	51	-	-	-	-	-	-	-	51	51	51	51
	26.00	6	Abril	-	-	-	26	26	26	26	26	26	-	-	-	-
Pastos cultivados	384.00	12	Permanente	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
Total	898.00	-	-	855	855	787	458	458	444	427	460	634	838	855	855	855

Teniendo la información de demandas de agua, desarrolladas por las entidades públicas (Alt y Pelt), no es necesario recalcular nuevamente, debido a que éstas demandas ya están consideradas para su ejecución posterior, cuando el proyecto se apruebe a nivel definitivo, actualmente se encuentran algunos inscritas en el SNIP, y otros a nivel de perfil elaborados.

A continuación se muestra la relación de las demandas mensuales de usos futuros de agua de los proyectos mencionados anteriormente:

Cuadro N° 17
Demandas Futuras de Agua de los Proyectos de Riego – Cuenca Ilave

Distrito de Riego	Junta de Usuarios	Nombre de la irrigación	Ubicación Hidrográfica			Área Bajo Riego (Has)	Demandas hídricas (m3/sg)												Tipo de Cultivo	
			Cuenca	Subcuenca	Río		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
ILAVE	ILAVE	Irrigación Chua	Ilave	Llusta	Río Llusta Alta	46.00	0.000	0.000	0.004	0.021	0.016	0.018	0.023	0.017	0.022	0.025	0.025	0.012	Bofedal	
		Irrigación Tupala	Ilave	Llusta	Río Llusta Alta	24.00	0.000	0.000	0.002	0.011	0.008	0.009	0.012	0.009	0.011	0.013	0.013	0.006	Bofedal	
		Irrigación Chila	Ilave	Alto Ilave	Río Chila	275.00	0.000	0.005	0.027	0.112	0.083	0.093	0.119	0.090	0.114	0.129	0.148	0.115	Bofedal	
		Irrigación Llustacucho	Ilave	Alto Ilave	Río Chichillapi	185.00	0.000	0.000	0.008	0.076	0.056	0.063	0.081	0.061	0.077	0.085	0.092	0.047	Bofedal	
		Irrigación Casana Lacotuyo	Ilave	Medio Alto Ilave	Río Llusta Baja	1.850.00	0.000	0.000	0.005	0.785	0.631	0.706	0.905	0.683	0.872	0.982	0.985	0.443	Bofedal	
		Proyecto Integral Irrigación Acora Totorani:																		
		Módulo Totorani	Ilave	Uncallane	Río Uncallane	3.084.00	1.00	1.58	1.60	1.85	1.82	1.38	1.39	1.20	1.27	2.27	2.15	2.34	Cultivos	
		Módulo Acora	Ilave	Uncallane	Río Uncallane	4.090.00	1.59	1.98	1.52	2.53	2.53	1.94	1.96	1.58	1.92	3.59	3.73	3.77	Cultivos	
		Módulo Collini	Ilave	Uncallane	Río Uncallane	3.469.00	1.35	1.68	1.29	2.15	2.15	1.66	1.68	1.37	1.64	3.05	3.17	3.19	Cultivos	
		Módulo Carumas	Ilave	Uncallane	Río Blanco	900.00	0.31	0.46	0.41	0.54	0.53	0.40	0.41	0.35	0.38	0.68	0.67	0.73	Cultivos	
		Módulo Chajana	Ilave	Uncallane	Río Blanco	855.00	0.30	0.44	0.39	0.52	0.51	0.38	0.39	0.33	0.36	0.64	0.63	0.69	Cultivos	
		Uso poblacional - Ilave, Acora y Platería	Ilave	Uncallane	Río Uncallane	-	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	Agua potable	
		Irrigación Vituyo	Ilave	Loripongo	Río Loripongo	1.370.00	1.08	0.00	0.00	0.08	0.14	0.11	0.12	0.60	0.86	1.27	1.59	1.57	Cultivos	
TOTAL						16,148.00	5.69	6.21	5.32	8.74	8.54	6.82	7.15	6.35	7.59	12.80	13.26	12.97		

Fuente: Estudios de Perfil de Proyectos de Preinversión, ALT y PELT.

En los Cuadros N° 17 a 18, se muestran resumen de las demandas futuras de agua, establecidos para cada subcuenca en estudio, en unidades de lt/sg y en volumen de MMC.

Cuadro N° 18
Demandas Hídricas (m³/sg) - Subcuenca río Huenque
(Demandas Futuras de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (m ³ /sg)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Llusta (Río Llusta Alta)	Riego: Bofedal	0.000	0.000	0.006	0.032	0.024	0.027	0.035	0.026	0.033	0.038	0.038	0.018	0.02
		Uso Poblacional	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
		Total	0.000	0.000	0.006	0.032	0.024	0.027	0.035	0.026	0.033	0.038	0.038	0.018	0.02
2	Alto llave (Río Chichillapi)	Riego: Bofedal	0.000	0.005	0.035	0.188	0.139	0.156	0.200	0.151	0.191	0.214	0.240	0.162	0.14
		Uso Poblacional	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
		Total	0.000	0.005	0.035	0.188	0.139	0.156	0.200	0.151	0.191	0.214	0.240	0.162	0.14
3	Medio Alto llave (Río Llusta Baja)	Riego: Bofedal	0.00	0.01	0.05	1.01	0.79	0.89	1.14	0.86	1.10	1.23	1.26	0.62	0.75
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.01	0.05	1.01	0.79	0.89	1.14	0.86	1.10	1.23	1.26	0.62	0.75
4	Huenque (Río Huenque)	Riego: Bofedal	0.00	0.01	0.05	1.01	0.79	0.89	1.14	0.86	1.10	1.23	1.26	0.62	0.75
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.01	0.05	1.01	0.79	0.89	1.14	0.86	1.10	1.23	1.26	0.62	0.75

Cuadro N° 19
Demandas Hídricas (MMC) - Subcuenca río Huenque
(Demandas Futuras de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (MMC)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Llusta (Río Llusta Alta)	Riego: Bofedal	0.00	0.00	0.02	0.08	0.06	0.07	0.09	0.07	0.09	0.10	0.10	0.05	0.06
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.02	0.08	0.06	0.07	0.09	0.07	0.09	0.10	0.10	0.05	0.06
2	Alto llave (Río Chichillapi)	Riego: Bofedal	0.00	0.01	0.09	0.49	0.37	0.40	0.54	0.40	0.50	0.57	0.62	0.43	0.37
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.01	0.09	0.49	0.37	0.40	0.54	0.40	0.50	0.57	0.62	0.43	0.37
3	Medio Alto llave (Río Llusta Baja)	Riego: Bofedal	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97
4	Huenque (Río Huenque)	Riego: Bofedal	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97

Cuadro N° 20
Demandas Hídricas (m³/sg) - Subcuenca río Aguas Calientes
(Demandas Futuras de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (m ³ /sg)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Loripongo (Río Loripongo)	Riego: Cultivos	1.08	0.00	0.00	0.08	0.14	0.11	0.12	0.60	0.86	1.27	1.59	1.57	0.62
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	1.08	0.00	0.00	0.08	0.14	0.11	0.12	0.60	0.86	1.27	1.59	1.57	0.62
2	Río Grande (Río Grande)	Riego: Cultivos	1.08	0.00	0.00	0.08	0.14	0.11	0.12	0.60	0.86	1.27	1.59	1.57	0.62
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	1.08	0.00	0.00	0.08	0.14	0.11	0.12	0.60	0.86	1.27	1.59	1.57	0.62
3	Uncallane (Río Uncallane)	Riego: Cultivos	4.55	6.14	5.21	7.59	7.54	5.76	5.83	4.83	5.57	10.23	10.35	10.72	7.03
		Uso Poblacional	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		Total	4.61	6.20	5.27	7.65	7.60	5.82	5.89	4.89	5.63	10.29	10.41	10.78	7.09
4	Aguas Calientes (Río Aguas Calientes)	Riego: Cultivos	5.63	6.14	5.21	7.67	7.68	5.87	5.95	5.43	6.43	11.50	11.94	12.29	7.65
		Uso Poblacional	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		Total	5.69	6.20	5.27	7.73	7.74	5.93	6.01	5.49	6.49	11.56	12.00	12.35	7.71

Cuadro N° 21
Demandas Hídricas (MMC) - Subcuenca río Aguas Calientes
(Demandas Futuras de Agua)

N°	SUBCUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (MMC)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Loripongo (Río Loripongo)	Riego: Cultivos	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
2	Río Grande (Río Grande)	Riego: Cultivos	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
		Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
3	Uncallane (Río Uncallane)	Riego: Cultivos	7.11	8.66	8.14	11.48	11.78	8.71	9.11	7.55	8.42	15.98	15.65	16.75	10.78
		Uso Poblacional	0.17	0.15	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17
		Total	7.28	8.81	8.31	11.64	11.95	8.87	9.28	7.72	8.58	16.15	15.81	16.92	10.94
4	Aguas Calientes (Río Aguas Calientes)	Riego: Cultivos	8.80	8.66	8.14	11.60	12.00	8.88	9.30	8.48	9.72	17.97	18.05	19.20	11.73
		Uso Poblacional	0.17	0.15	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17
		Total	8.97	8.81	8.31	11.76	12.17	9.04	9.47	8.65	9.88	18.14	18.21	19.37	11.90

Cuadro N° 22
Demandas Hídricas (m3/sg) - Cuenca río Ilave
(Demandas Futuras de Agua)

N°	CUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (m3/sg)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Río Ilave	Riego:Bofedales/Cultivos	5.63	6.15	5.26	8.68	8.47	6.76	7.09	6.29	7.53	12.73	13.20	12.91	8.39
		Uso Poblacional	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		Total	5.69	6.21	5.32	8.74	8.54	6.82	7.15	6.35	7.59	12.80	13.26	12.97	8.45

Cuadro N° 23
Demandas Hídricas (MMC) - Cuenca río Ilave
(Demandas Futuras de Agua)

N°	CUENCA	TIPO USO AGUA	DEMANDAS DE AGUA (MMC)												PROM
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Río Ilave	Riego:Bofedales/Cultivos	8.80	8.67	8.21	13.12	13.24	10.22	11.08	9.83	11.38	19.90	19.96	20.18	12.88
		Uso Poblacional	0.17	0.15	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17
		Total	8.97	8.82	8.38	13.28	13.41	10.38	11.25	10.00	11.54	20.07	20.12	20.35	13.05

4.3.1. Bases para la planificación y gestión integral, haciendo énfasis en el uso del agua para la explotación agropecuaria.

El balance hídrico es la comparación entre la oferta y demanda hídrica de una cuenca, en el presente estudio se ha realizado en forma independiente cada subcuenca de interés dentro de la cuenca del río Ilave.

En el ámbito de cada una de las subcuencas se ha fijado un punto conocido como la “Salida de la cuenca”. El balance hídrico se ha efectuado en este punto, tanto la disponibilidad hídrica como la demanda hídrica se contabiliza a partir de este punto,

con el propósito de conocer el déficit y exceso del recurso hídrico en la cuenca. En el ámbito de la cuenca llave, actualmente no existe en funcionamiento una irrigación implementada con infraestructura de riego a mayor escala, por esta razón el balance se ha realizado a nivel de subcuencas

4.3.2. Ecuación del balance hídrico de la cuenca

La ecuación general para el balance hídrico a utilizarse, en un punto del río, es la siguiente:

$$\boxed{\text{Balance Hídrico} = Q - D}$$

Donde:

Q = caudal (oferta hídrica) en el río.

D = demandas hídricas (usos de agua).

El caudal medido en un punto del río, es la disponibilidad hídrica que ofrece el río en ese punto en situación natural, por lo que el caudal vendría ser la precipitación efectiva o escorrentía directa de la cuenca.

Sin embargo, el caudal medido o generado en las subcuencas del río llave, vendría ser la oferta hídrica en situación natural. Por lo que se sabe que este valor ya influye la precipitación, evapotranspiración, infiltración, aportes subterráneos (manantes y otras), etc.; por esta razón las variables del ciclo hidrológico mencionados anteriormente no se consideran en la ecuación de balance hídrico descrito anteriormente.

4.3.3. Variables de balance hídrico de la cuenca

A.- Caudal (oferta hídrica)

Es la disponibilidad hídrica de un río en estado natural, se puede obtener a partir del registro histórico de descargas ó generar esta información.

B.- Demandas hídricas (usos de agua)

La demanda de agua es el requerimiento de los usuarios para satisfacer una necesidad. En tal sentido el agua se caracteriza no sólo por la diversidad de usos, sino por la multiplicidad de usuarios.

En cuanto las demandas hídricas, se debe obtener la información de usos actuales, proyectados y/o futuros. Los usos de agua pueden ser, de riego, poblacional, industrial, piscicultura, entre otras.

En el presente estudio, el balance hídrico se ha desarrollado en dos partes, primero con usos actuales de agua, y el segundo con usos actuales y futuras de agua.

Una vez definido la disponibilidad hídrica y las demandas hídricas actuales, así como disponibilidad hídrica con asignaciones y demandas hídricas futuras, en forma global, en el punto de salida de las subcuencas se ha realizado el balance hídrico respectivo.

4.3.1. balance hidrico con demandas actuales de agua

Para el desarrollo del balance hídrico de las subcuencas de interés, se ha desarrollado con las demandas actuales de agua, con el fin de determinar la situación actual del recurso hídrico es las subcuencas: Alto llave, Llusta, Medio Alto llave,

Ayupalca, Conduriri, Huenque, Alto Aguas Calientes, Loripongo, Tunquipa, río Grande, Uncallane y Aguas Calientes. Caso de la cuenca llave, las descargas registradas en la estación hidrométrica (puente llave), ya se encuentra afectada por las demandas hídricas actuales, y no siendo necesario realizar el balance respectivo.

Con la información de la disponibilidad hídrica y demandas actuales de agua establecidas, se ha realizado el balance hídrico a nivel de subcuencas y/o unidades hidrográficas. En adelante se muestran los cuadros de análisis respectivo. Donde los excesos de agua aparecen con signo positivo y los déficit de agua con signo negativo, respectivamente.

Los resultados del balance hídrico con demandas actuales de agua, es el siguiente:

Subcuenca Alto llave (río Chichillapi): Haciendo la comparación entre las demandas y ofertas hídricas, resulta que hay déficit del recurso hídrico en los meses de octubre (-0.06 MMC) y noviembre (-0.34 MMC), el exceso del recurso hídrico oscila entre 0.15 MMC (setiembre) y 5.88 MMC (Febrero), la demanda mínima es de 0.94 MMC (julio) y la demanda máxima es de 1.29 MMC (octubre). El uso de agua consiste en riego de bofedales. Ver Cuadro N° 8.

Subcuenca Llusta (río Llusta Alta): Realizando la comparación de las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo el año, el exceso del recurso hídrico varía de 0.48 MMC (octubre) a 6.22 MMC (Febrero), la demanda mínima es de 0.03 MMC (junio) y la demanda máxima llega a ser de 0.78 MMC (octubre). El uso actual del recurso hídrico es en el riego de bofedales. Ver Cuadro N° 8.

Subcuenca Medio Alto Ilave (río Llusta Baja): Efectuando la comparación entre las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico en todo los meses del año, el exceso del recurso hídrico oscila entre 3.10 MMC (octubre) y 26.44 MMC (febrero), la demanda mínima es de 0.06 MMC (junio) y la demanda máxima viene a ser de 2.69 MMC (octubre). El riego actual es en bofedales y pastos naturales. Ver Cuadro N° 8.

Subcuenca Ayupalca: Haciendo la comparación de los valores de las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico en todo el año, el exceso del recurso hídrico varía entre los valores de 0.66 MMC (agosto) y 6.10 MMC (febrero), la demanda mínima es de 0.05 MMC (julio y diciembre) y la demanda máxima es de 0.09 MMC (agosto, setiembre y noviembre). El consumo actual del recurso hídrico es en el riego de pastos naturales. Ver Cuadro N° 8

Subcuenca Conduriri: En la comparación de las demandas y ofertas hídricas, resulta que hay déficit del recurso hídrico en los meses de agosto (-0.01 MMC) y noviembre (-0.08 MMC), el exceso del recurso hídrico varía entre los rangos de 0.45 MMC (julio) y 10.35 MMC (Febrero), la demanda mínima es de 0.10 MMC (junio) y la demanda máxima llega a ser 1.82 MMC (noviembre). El uso actual del agua es en el riego de bofedales y pastos naturales. Ver Cuadro N° 8.

Subcuenca Huenque: Realizando el balance entre las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo el año, el exceso del recurso hídrico está oscila entre los valores de 4.42 MMC (setiembre) y 55.37 MMC (febrero), la demanda mínima es 0.01 MMC (enero a mayo) y la demanda máxima

4.88 MMC (noviembre). Actualmente el recurso agua está utilizándose en uso poblacional y riego de bofedales y pastos naturales. Ver Cuadro N° 8.

Subcuenca Alto Aguas Calientes (río Malcomayo): El balance entre las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante el año, el exceso del recurso hídrico varía entre 0.10 MMC (agosto) y 13.55 MMC (febrero), la demanda mínima es de 0.20 MMC (julio) y la demanda máxima es de 0.22 MMC (octubre). El riego actual es en pastos naturales. Ver Cuadro N° 8.

Subcuenca Loripongo: La comparación entre los valores de las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo el año, el exceso del recurso hídrico está en el rango de 0.96 MMC (setiembre) y 15.38 MMC (febrero), la demanda mínima es de 0.01 MMC (junio) y la máxima es de 0.33 MMC (octubre). El uso actual de agua se está utilizando en uso poblacional y riego de pastos naturales. Ver Cuadro N° 9.

Subcuenca Tunquipa: Haciendo la comparación entre los valores de las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico en todo el año, el exceso del recurso hídrico oscila entre 0.36 MMC (setiembre) y 5.93 MMC (febrero), la demanda mínima es de 0.05 MMC (julio, setiembre y octubre) y la máxima es de 0.04 MMC (agosto, noviembre y diciembre). El uso actual del agua es, en el riego de pastos naturales. Ver Cuadro N° 17.

Subcuenca río Grande: Efectuando el balance entre las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico en todos los meses del año, el exceso del recurso hídrico varía entre 1.68 MMC (octubre) y 41.62 MMC (febrero), la demanda mínima es de 0.01 MMC (enero a junio) y la demanda máxima es 0.73

MMC (octubre). Actualmente el uso del agua es en el riego de pastos naturales y consumo poblacional. Ver Cuadro N° 18.

Subcuenca Uncallane: Realizando la comparación entre las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante el año, el exceso del recurso hídrico varía entre los valores de 1.84 MMC (agosto) y 44.95 MMC (febrero), la demanda mínima es de 1.22 MMC (diciembre) y la demanda máxima llega a ser 1.66 MMC (octubre). El uso actual del agua es en el riego de pastos naturales. Ver Cuadro N° 19

Subcuenca Aguas Calientes: Desarrollando el balance entre las demandas y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo los meses del año, el exceso del recurso hídrico oscila entre los valores de 4.93 MMC (agosto) y 98.60 MMC (febrero), la demanda mínima es de 0.01 MMC (enero a junio) y la máxima es de 2.38 MMC (octubre). El uso actual del recurso hídrico, es en riego de pastos naturales y uso poblacional. Ver Cuadro N° 18.

En mayoría de las subcuencas, los volúmenes de agua, generalmente en los meses de estiaje, resultan bajos, si aplicamos el caudal ecológico de la cuenca, resultaría déficit de agua, para obtener el caudal ecológico en una cuenca determinada depende de muchos factores, y no es simplemente estimar un valor que no es algo real, para ello se debería realizar una investigación in situ. Algunos autores recomiendan unos porcentajes de la disponibilidad hídrica y eso en mayoría de los casos no funciona, debido a ello en el presente estudio no se ha considerado en el balance hídrico. Por lo tanto, para cualquier proyecto hidráulico futuro, el proyectista

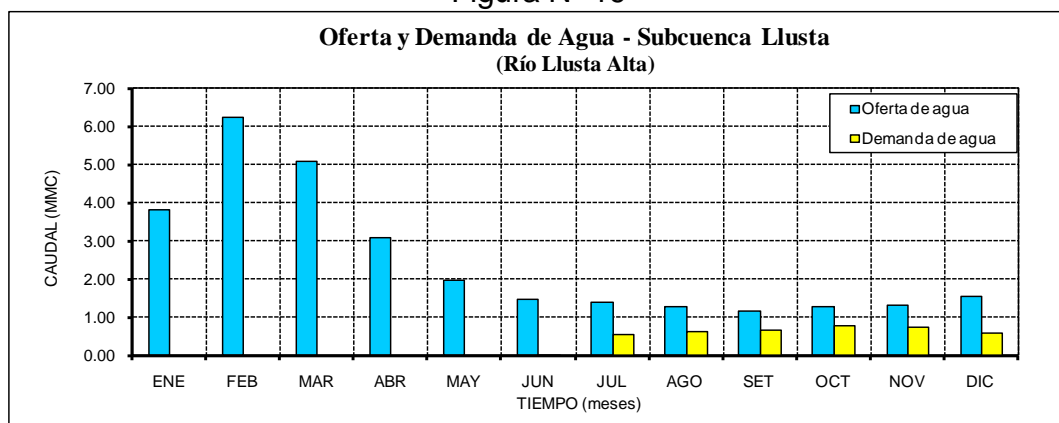
debe considerar el caudal ecológico del río con un análisis adecuado, para no extraer el recurso hídrico a mayor porcentaje del total disponible.

Cuadro N° 24
Balance Hídrico de la Subcuenca Llusta
(Río Llusta Alta)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	3.80	6.22	5.06	3.08	1.96	1.48	1.37	1.26	1.17	1.26	1.30	1.53	2.46
1.1.- Descargas medias del río al 75%													
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.55	0.65	0.68	0.78	0.76	0.62	0.34
2.1.- Riego: Bofedal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.55	0.65	0.68	0.78	0.76	0.62	0.34
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	3.80	6.22	5.06	3.08	1.96	1.45	0.82	0.61	0.49	0.48	0.54	0.91	2.12

Figura N° 19

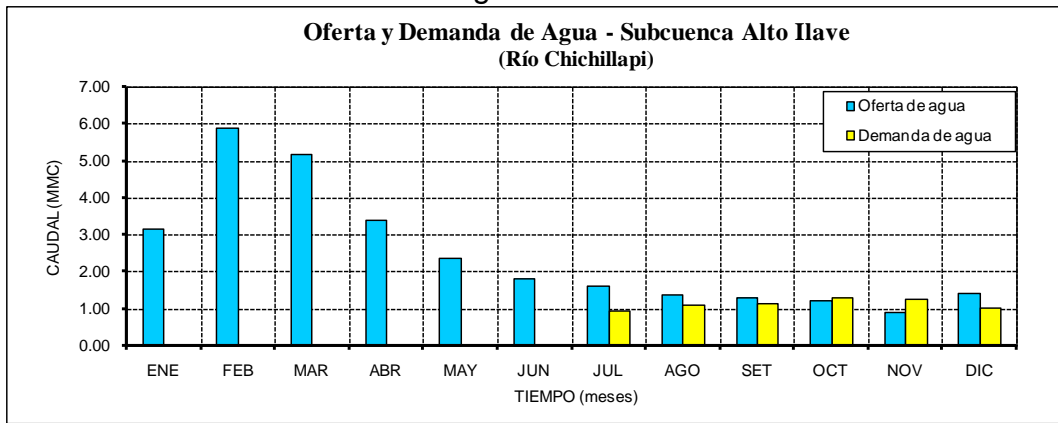


Cuadro N° 25
Balance Hídrico de la Subcuenca Alto Ilave
(Río Chichillapi)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	3.16	5.88	5.20	3.40	2.36	1.81	1.61	1.39	1.30	1.23	0.91	1.42	2.47
1.1.- Descargas medias del río al 75%	3.16	5.88	5.20	3.40	2.36	1.81	1.61	1.39	1.30	1.23	0.91	1.42	2.47
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.12	1.15	1.29	1.25	1.03	0.57
2.1.- Riego: Bofedal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.12	1.15	1.29	1.25	1.03	0.57
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	3.16	5.88	5.20	3.40	2.36	1.81	0.67	0.27	0.15	-0.06	-0.34	0.39	1.91

Figura N° 20



Cuadro N° 26

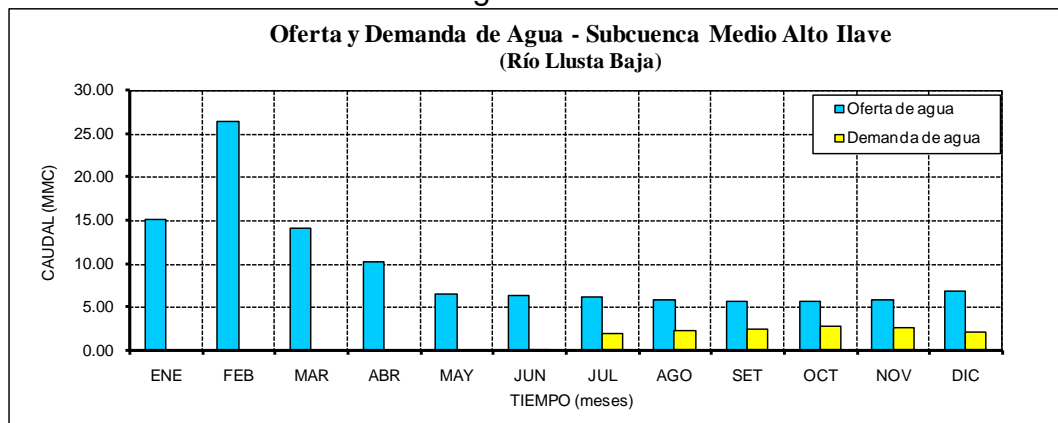
Balance Hídrico de la Subcuenca Medio Alto Ilave

(Río Llusta Baja)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	15.13	26.44	14.12	10.34	6.59	6.38	6.16	5.95	5.73	5.79	5.94	6.91	9.62
1.1.- Descargas medias del río al 75%	15.13	26.44	14.12	10.34	6.59	6.38	6.16	5.95	5.73	5.79	5.94	6.91	9.62
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.93	2.29	2.38	2.69	2.62	2.17	1.18
2.1.- Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.93	2.29	2.38	2.69	2.62	2.17	1.18
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	15.13	26.44	14.12	10.34	6.59	6.32	4.23	3.66	3.35	3.10	3.32	4.74	8.45

Figura N° 21

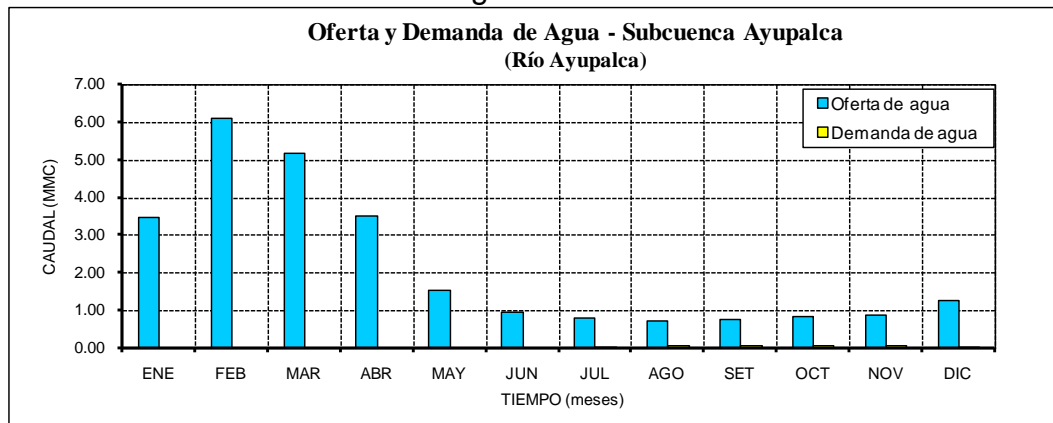


Cuadro N° 27
Balance Hídrico de la Subcuenca Ayupalca
(Río Ayupalca)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	3.48	6.10	5.20	3.50	1.53	0.96	0.80	0.75	0.78	0.86	0.88	1.26	2.18
1.1.- Descargas medias del río al 75%	3.48	6.10	5.20	3.50	1.53	0.96	0.80	0.75	0.78	0.86	0.88	1.26	2.18
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.09	0.06	0.09	0.05	0.04
2.1.- Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.09	0.06	0.09	0.05	0.04
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	3.48	6.10	5.20	3.50	1.53	0.96	0.75	0.66	0.69	0.80	0.79	1.21	2.14

Figura N° 22

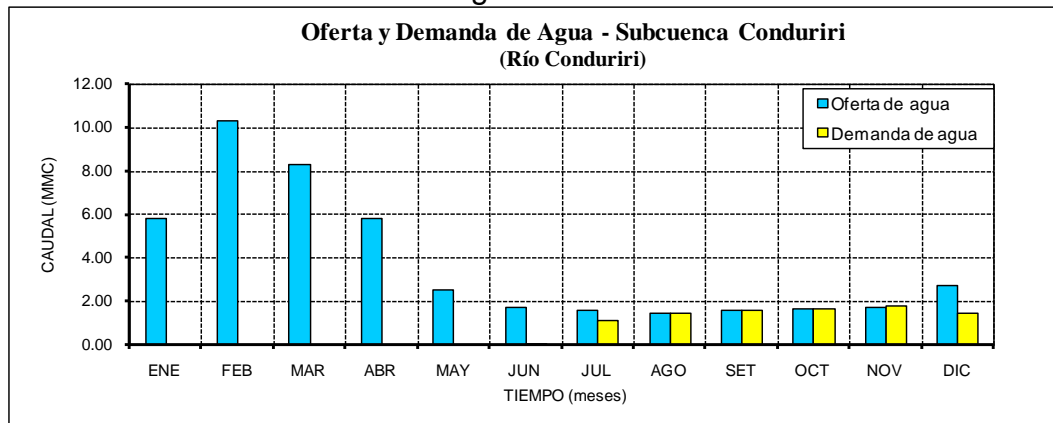


Cuadro N° 28
Balance Hídrico de la Subcuenca Conduriri
(Río Conduriri)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	5.81	10.35	8.33	5.81	2.54	1.76	1.58	1.45	1.58	1.66	1.74	2.73	3.78
1.1.- Descargas medias del río al 75%	5.81	10.35	8.33	5.81	2.54	1.76	1.58	1.45	1.58	1.66	1.74	2.73	3.78
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.13	1.46	1.58	1.66	1.82	1.49	0.77
2.1.- Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.13	1.46	1.58	1.66	1.82	1.49	0.77
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	5.81	10.35	8.33	5.81	2.54	1.66	0.45	-0.01	0.00	0.00	-0.08	1.24	3.01

Figura N° 23

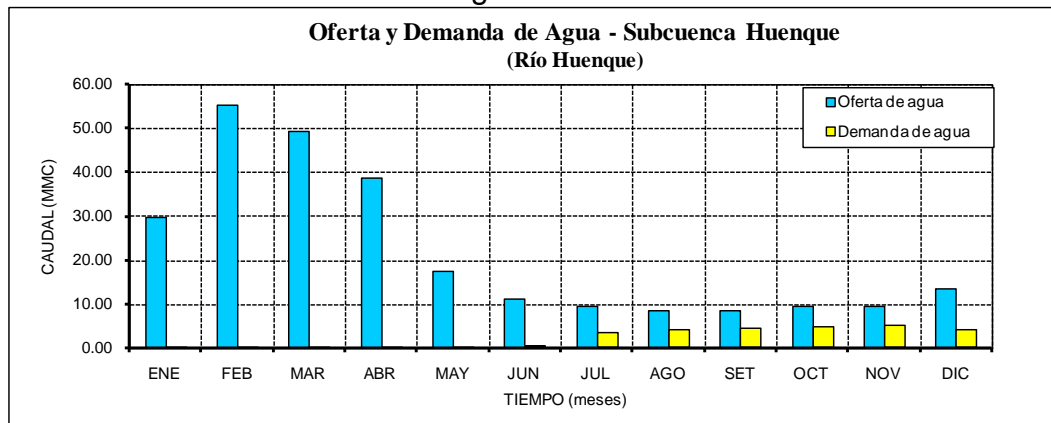


Cuadro N° 29
Balance Hídrico de la Subcuenca Huenque
(Río Huenque)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	29.81	55.38	49.39	38.65	17.41	11.40	9.45	8.65	8.76	9.45	9.54	13.47	21.78
1.1.- Descargas medias del río al 75%	29.81	55.38	49.39	38.65	17.41	11.40	9.45	8.65	8.76	9.45	9.54	13.47	21.78
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	3.33	4.12	4.34	4.75	4.88	4.01	2.14
2.1.- Riego: Bofedal/Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	3.32	4.11	4.33	4.74	4.87	4.00	2.13
2.3.- Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	29.80	55.37	49.38	38.64	17.40	11.20	6.12	4.53	4.42	4.70	4.66	9.46	19.64

Figura N° 24

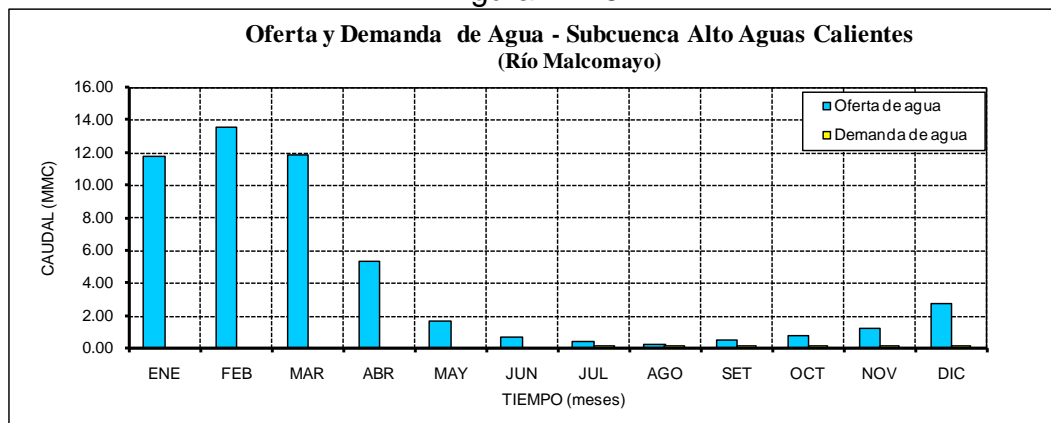


Cuadro N° 30
Balance Hídrico de la Subcuenca Alto Aguas Calientes
(Río Malcomayo)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	11.76	13.55	11.92	5.34	1.74	0.75	0.43	0.29	0.57	0.78	1.24	2.76	4.26
1.1.- Descargas medias del río al 75%	11.76	13.55	11.92	5.34	1.74	0.75	0.43	0.29	0.57	0.78	1.24	2.76	4.26
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.19	0.21	0.22	0.19	0.16	0.10
2.1.- Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.19	0.21	0.22	0.19	0.16	0.10
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	11.76	13.55	11.92	5.34	1.74	0.75	0.23	0.10	0.36	0.56	1.05	2.60	4.16

Figura N° 25

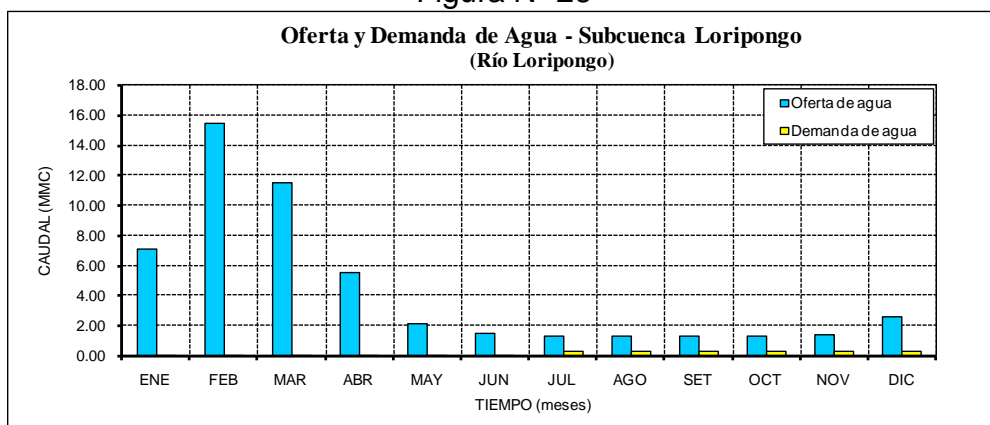


Cuadro N° 31
Balance Hídrico de la Subcuenca Loripongo
(Río Loripongo)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	7.04	15.39	11.52	5.52	2.12	1.43	1.31	1.26	1.27	1.31	1.40	2.57	4.35
1.1.- Descargas medias del río al 75%	7.04	15.39	11.52	5.52	2.12	1.43	1.31	1.26	1.27	1.31	1.40	2.57	4.35
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.30	0.29	0.31	0.33	0.28	0.25	0.15
2.1.- Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.28	0.30	0.32	0.27	0.24	0.14
2.3.- Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	7.03	15.38	11.51	5.51	2.11	1.42	1.01	0.97	0.96	0.98	1.12	2.32	4.19

Figura N° 26

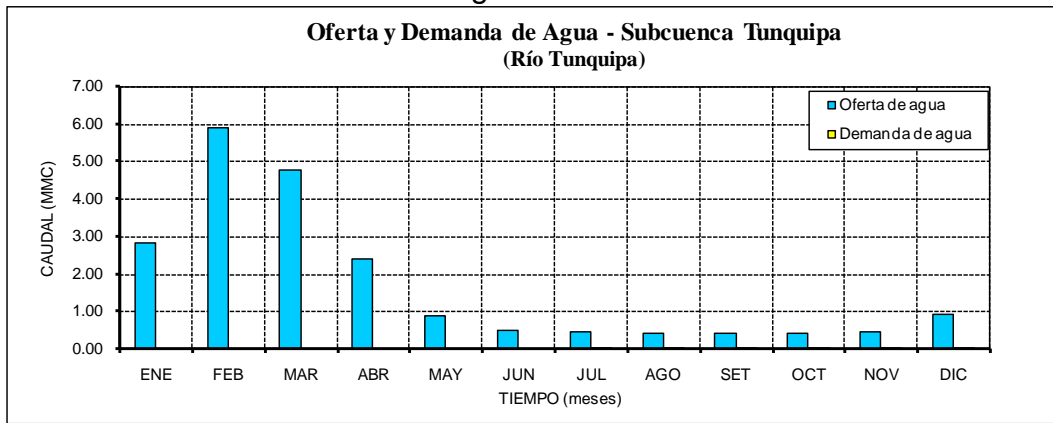


Cuadro N° 32
Balance Hídrico de la Subcuenca Tunquipa
(Río Tunquipa)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	2.84	5.93	4.77	2.41	0.88	0.52	0.48	0.43	0.41	0.43	0.47	0.94	1.71
1.1.- Descargas medias del río al 75%	2.84	5.93	4.77	2.41	0.88	0.52	0.48	0.43	0.41	0.43	0.47	0.94	1.71
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02
2.1.- Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	2.84	5.93	4.77	2.41	0.88	0.52	0.43	0.39	0.36	0.38	0.43	0.90	1.69

Figura N° 27



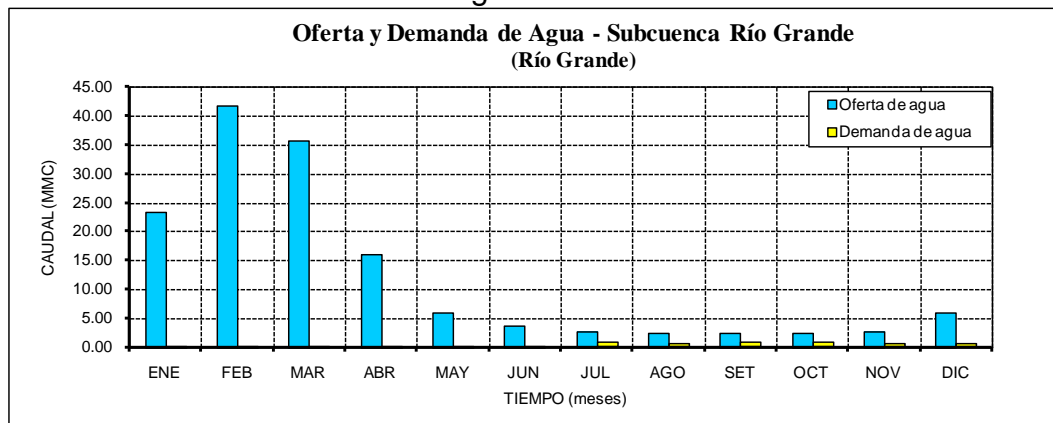
Cuadro N° 33

Balance Hídrico de la Subcuenca Río Grande
(Río Grande)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	23.33	41.63	35.76	15.97	6.05	3.71	2.79	2.41	2.59	2.41	2.70	6.11	12.12
1.1.- Descargas medias del río al 75%	23.33	41.63	35.76	15.97	6.05	3.71	2.79	2.41	2.59	2.41	2.70	6.11	12.12
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.65	0.64	0.69	0.73	0.61	0.54	0.33
2.1.- Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.63	0.68	0.72	0.60	0.53	0.32
2.3.- Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	23.32	41.62	35.75	15.96	6.04	3.70	2.14	1.77	1.90	1.68	2.09	5.57	11.80

Figura N° 28



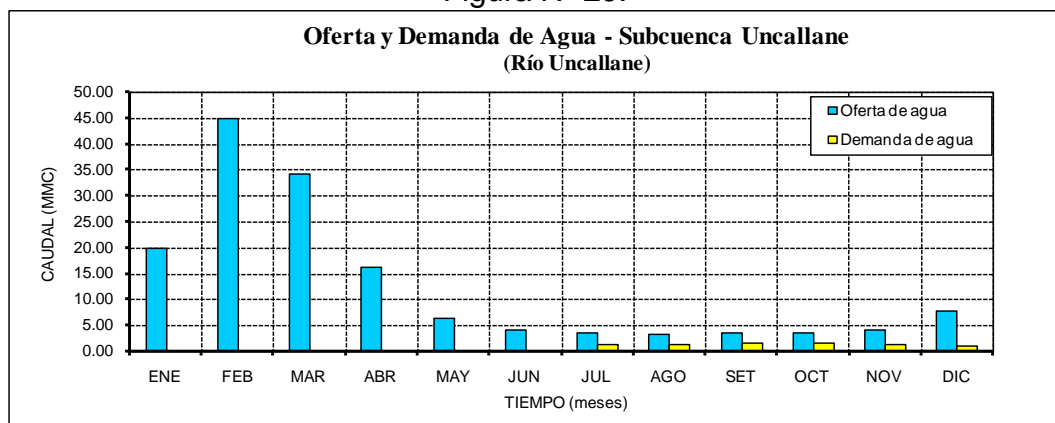
Cuadro N° 34

Balance Hídrico de la Subcuenca Uncallane
(Río Uncallane)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	20.03	44.95	34.28	16.41	6.54	4.28	3.59	3.29	3.58	3.75	4.28	7.93	12.74
1.1.- Descargas medias del río al 75%	20.03	44.95	34.28	16.41	6.54	4.28	3.59	3.29	3.58	3.75	4.28	7.93	12.74
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.45	1.56	1.66	1.39	1.22	0.73
2.1.- Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.45	1.56	1.66	1.39	1.22	0.73
2.3.- Uso Poblacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	20.03	44.95	34.28	16.41	6.54	4.28	2.11	1.84	2.02	2.09	2.89	6.71	12.01

Figura N° 29.



Cuadro N° 35

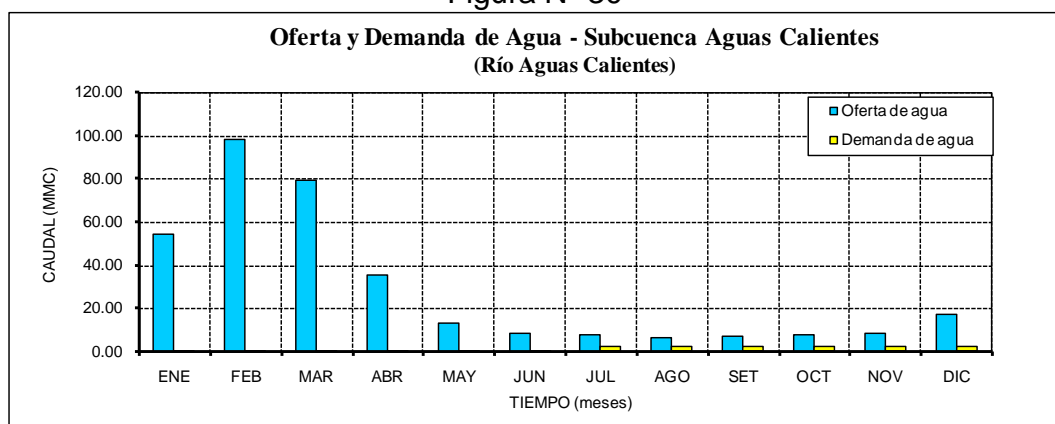
Balance Hídrico de la Subcuenca Aguas Calientes

(Río Aguas Calientes)

Balance Hídrico con Demandas Actuales de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	54.48	98.61	79.41	35.46	13.39	8.86	7.77	7.02	7.75	7.85	9.05	17.46	28.93
1.1.- Descargas medias del río al 75%	54.48	98.61	79.41	35.46	13.39	8.86	7.77	7.02	7.75	7.85	9.05	17.46	28.93
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	2.14	2.09	2.24	2.38	2.00	1.76	1.06
2.1.- Riego: Pastos naturales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	2.08	2.23	2.37	1.99	1.75	1.05
2.3.- Uso Poblacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	54.47	98.60	79.40	35.45	13.38	8.85	5.63	4.93	5.51	5.47	7.05	15.70	27.87

Figura N° 30



4.3.2. Balance hídrico con demandas actuales y futuras de agua

En este caso, el desarrollo del balance hídrico de las subcuencas de interés, se ha desarrollado con la suma de las demandas actuales y futuras de agua. Las subcuencas son: Alto llave, Llusta, Medio Alto llave, Huenque, Loripongo, río Grande, Uncallane, Aguas Calientes y cuenca llave.

Con la información de la disponibilidad hídrica - asignaciones y demandas actuales - futuras de agua establecidas, se ha realizado el balance hídrico a nivel de subcuencas y/o unidades hidrográficas. En adelante se muestran los cuadros de análisis respectivo.

Los resultados de desarrollo del balance hídrico con demandas actuales y futuras del agua, es el siguiente:

Subcuenca Alto llave (río Chichillapi): El balance entre las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas, resulta que hay déficit del recurso hídrico en los meses de agosto (-0.13 MMC), setiembre (-0.35 MMC), octubre (-0.63 MMC), noviembre (-0.96 MMC) y diciembre (-0.04 MMC); el exceso del recurso hídrico está entre 0.13 MMC (julio) y 5.87 MMC (Febrero); la demanda mínima es de 0.01 MMC (febrero) y la demanda máxima es de 1.87 MMC (noviembre). El uso de agua actual y futuro consiste en riego de bofedales. Ver Cuadro N° 11.

Subcuenca Llusta (río Llusta Alta): Efectuando la comparación de las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo el año; el exceso del recurso hídrico varía entre los valores de 0.38 MMC (octubre) a 6.22 MMC (Febrero), la demanda mínima es de 0.02 MMC (marzo)

y la demanda máxima llega a ser los 0.88 MMC (octubre). El uso actual y futuro del recurso hídrico es en el riego de bofedales. Ver Cuadro N° 11.

Subcuenca Medio Alto Ilave (río Llusta Baja): Realizando el balance entre las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas, resulta que hay déficit del recurso hídrico en el mes de octubre (-0.21 MMC); el exceso del recurso hídrico oscila entre los valores de 0.05 MMC (noviembre) a 26.43 MMC (febrero); la demanda mínima es de 0.01 MMC (febrero) y la máxima viene a ser los 6.00 MMC (octubre). El riego actual y futuro es en bofedales y pastos naturales. Ver Cuadro N° 11.

Subcuenca Huenque: Efectuando el balance entre las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas, resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo el año; el exceso del recurso hídrico oscila entre los valores de 1.39 MMC (octubre y noviembre) y 55.36 MMC (febrero); la demanda mínima es 0.01 MMC (enero) y la demanda máxima 8.15 MMC (noviembre). El uso actual y futuro del agua es en poblacional y riego de bofedales y pastos naturales. Ver Cuadro N° 11.

Subcuenca Loripongo: La comparación entre los valores de las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas (con afianzamiento del embalse Morocollo), resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo el año; el exceso del recurso hídrico varía entre 2.06 MMC (setiembre) y 8.75 MMC (febrero); la demanda mínima es de 0.01 MMC (febrero y marzo) y la máxima es de 3.01 MMC (noviembre). El uso actual y futuro del agua es en poblacional y riego de pastos naturales y cultivos. Ver Cuadro N° 11.

Subcuenca río Grande: Realizando el balance entre las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas (con afianzamiento del embalse Morocollo), resulta que no

hay déficit del recurso hídrico en todo los meses del año; el exceso del recurso hídrico oscila entre 2.33 MMC (agosto) y 35.55 MMC (febrero); la demanda mínima es de 0.01 MMC (febrero y marzo) y la demanda máxima es 3.01 MMC (noviembre). El uso actual y futuro del agua es en poblacional y riego de pastos naturales y cultivos. Ver Cuadro N° 11.

Subcuenca Uncallane: Desarrollando el balance entre las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas (con afianzamiento del embalse San Fernando), resulta que hay déficit del recurso hídrico en los meses de mayo (-1.91 MMC), junio (-1.59 MMC), julio (-1.67 MMC), agosto (-1.38 MMC), setiembre (-1.56 MMC), octubre (-3.56 MMC), noviembre (-2.92 MMC) y diciembre (-2.21 MMC); el exceso del recurso hídrico varía entre los valores de 1.67 MMC (abril) y 12.71 MMC (febrero); la demanda mínima es de 7.28 MMC (enero) y la demanda máxima llega a ser los 18.14 MMC (diciembre). El uso actual y futuro del agua es en el riego de pastos naturales y cultivos. Ver Cuadro N° 12.

Subcuenca Aguas Calientes: El balance entre las demandas (actuales y futuras) y ofertas hídricas (con afianzamiento de los embalses Morocollo y San Fernando), resulta que no hay déficit del recurso hídrico durante todo los meses del año; el exceso del recurso hídrico oscila entre los valores de 0.93 MMC (octubre) y 65.13 MMC (febrero); la demanda mínima es de 8.32 MMC (marzo) y la máxima es de 21.13 MMC (diciembre). El uso actual y futuro del agua es en poblacional y riego en pastos naturales y cultivos. Ver Cuadro N° 12.

Cuenca Ilave: Haciendo la comparación entre las demandas (futuras) y ofertas hídricas (con afianzamiento de los embalses Morocollo y San Fernando), resulta que

no hay déficit del recurso hídrico durante todo el año; el exceso del recurso hídrico varía entre los valores de 5.33 MMC (noviembre) y 76.33 MMC (febrero); la demanda mínima es de 8.38 MMC (marzo) y la demandas máxima viene ser los 20.35 MMC (diciembre). El uso actual y futuro del agua, es en poblacional y riego de bofedales, pastos naturales y cultivos. Ver Cuadro N° 12.

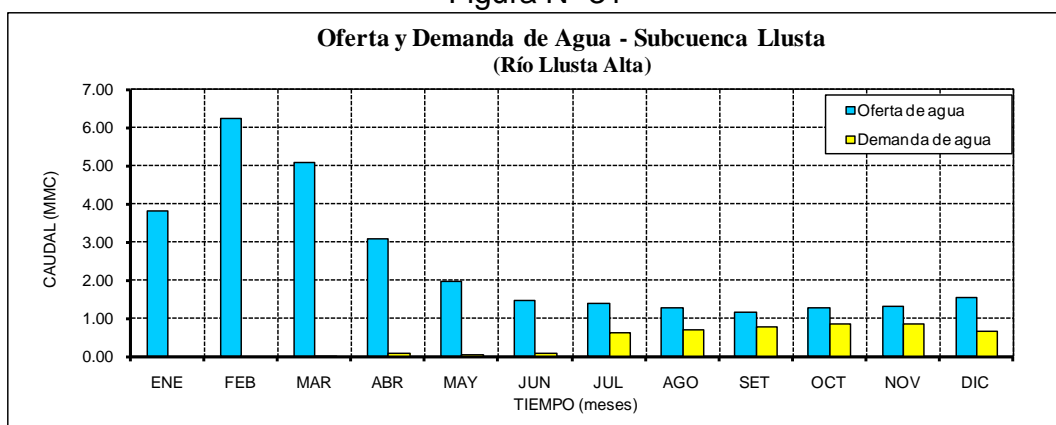
Según los resultados del balance hídrico, en la mayoría de las subcuencas ubicadas en la parte alta de la cuenca del río llave, el recurso hídrico resulta bajo en los meses de estiaje generalmente, si se aplicaría el caudal ecológico del río resultaría escasez de dicho recurso agua. Teniendo esta consideración para nuevos proyectos futuros se tendría que almacenar el agua en represas en tiempos de avenidas, para su uso en tiempos de estiaje y satisfacer a la demanda requerida; conociendo que desde Enero a Marzo, en mayoría de las subcuencas aportan sus aguas en forma total, directamente al lago Titicaca a través del río llave.

Cuadro N° 36
Balance Hídrico de la Subcuenca Llusta
(Río Llusta Alta)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	3.80	6.22	5.06	3.08	1.96	1.48	1.37	1.26	1.17	1.26	1.30	1.53	2.46
1.1.- Descargas medias del río al 75%	3.80	6.22	5.06	3.08	1.96	1.48	1.37	1.26	1.17	1.26	1.30	1.53	2.46
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.00	0.02	0.08	0.06	0.10	0.64	0.72	0.77	0.88	0.86	0.67	0.40
2.1.- Demandas actuales de agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.55	0.65	0.68	0.78	0.76	0.62	0.34
2.3.- Demandas futuras de agua	0.00	0.00	0.02	0.08	0.06	0.07	0.09	0.07	0.09	0.10	0.10	0.05	0.06
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	3.80	6.22	5.04	3.00	1.90	1.38	0.73	0.54	0.40	0.38	0.44	0.86	2.06

Figura N° 31



Cuadro N° 37

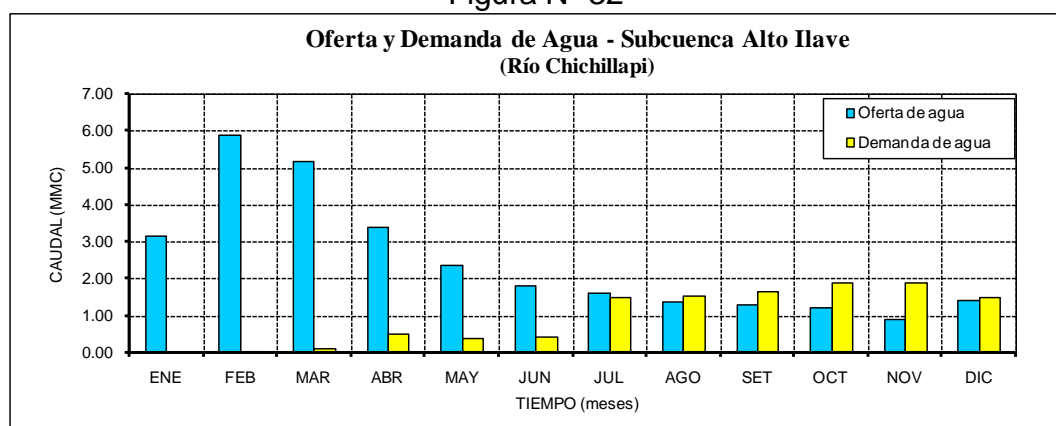
Balance Hídrico de la Subcuenca Alto Ilave

(Río Chichillapi)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	3.16	5.88	5.20	3.40	2.36	1.81	1.61	1.39	1.30	1.23	0.91	1.42	2.47
1.1.- Descargas medias del río al 75%	3.16	5.88	5.20	3.40	2.36	1.81	1.61	1.39	1.30	1.23	0.91	1.42	2.47
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.01	0.09	0.49	0.37	0.40	1.48	1.52	1.65	1.86	1.87	1.46	0.93
2.1.- Demandas actuales de agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.12	1.15	1.29	1.25	1.03	0.57
2.3.- Demandas futuras de agua	0.00	0.01	0.09	0.49	0.37	0.40	0.54	0.40	0.50	0.57	0.62	0.43	0.37
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	3.16	5.87	5.11	2.91	1.99	1.41	0.13	-0.13	-0.35	-0.63	-0.96	-0.04	1.54

Figura N° 32

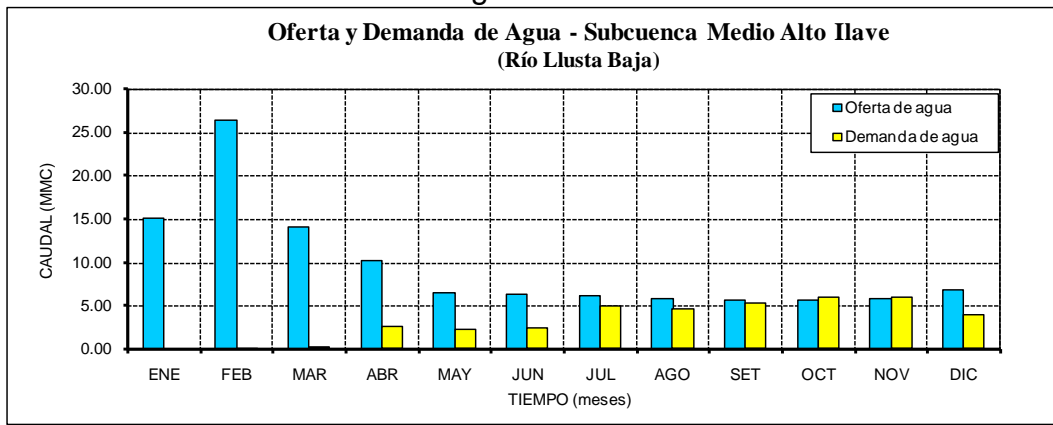


Cuadro N° 38
Balance Hídrico de la Subcuenca Medio Alto Ilave
 (Río Llusta Baja)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	15.13	26.44	14.12	10.34	6.59	6.38	6.16	5.95	5.73	5.79	5.94	6.91	9.62
1.1.- Descargas medias del río al 75%	15.13	26.44	14.12	10.34	6.59	6.38	6.16	5.95	5.73	5.79	5.94	6.91	9.62
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.36	4.98	4.59	5.22	6.00	5.89	3.84	3.15
2.1.- Demandas actuales de agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.93	2.29	2.38	2.69	2.62	2.17	1.18
2.3.- Demandas futuras de agua	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	15.13	26.43	14.00	7.74	4.46	4.02	1.18	1.36	0.51	-0.21	0.05	3.07	6.48

Figura N° 33

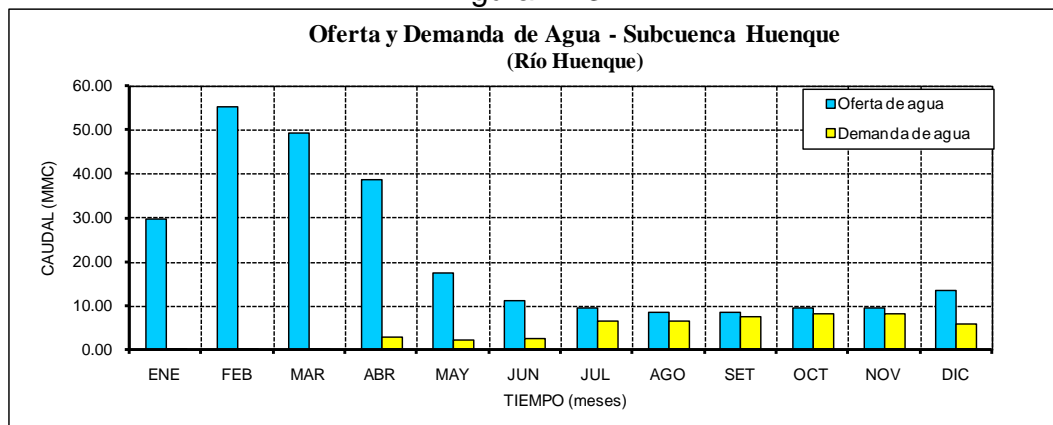


Cuadro N° 39
Balance Hídrico de la Subcuenca Huenque
 (Río Huenque)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	29.81	55.38	49.39	38.65	17.41	11.40	9.45	8.65	8.76	9.45	9.54	13.47	21.78
1.1.- Descargas medias del río al 75%	29.81	55.38	49.39	38.65	17.41	11.40	9.45	8.65	8.76	9.45	9.54	13.47	21.78
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	0.01	0.02	0.13	2.61	2.14	2.50	6.38	6.42	7.18	8.06	8.15	5.68	4.11
2.1.- Demandas actuales de agua	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	3.33	4.12	4.34	4.75	4.88	4.01	2.14
2.3.- Demandas futuras de agua	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	29.80	55.36	49.26	36.04	15.27	8.90	3.07	2.23	1.58	1.39	1.39	7.79	17.67

Figura N° 34

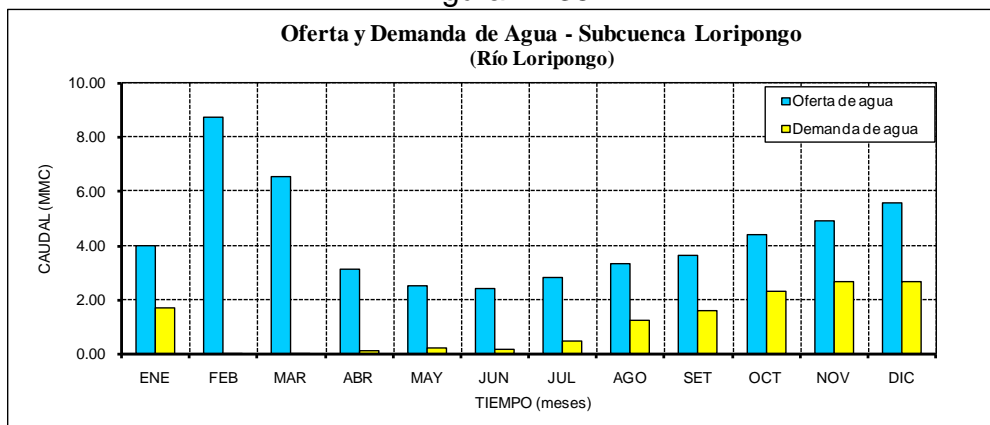


Cuadro N° 40
Balance Hídrico de la Subcuenca Loripongo
(Río Loripongo)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	4.01	8.76	6.56	3.14	2.52	2.43	2.81	3.36	3.67	4.41	4.90	5.57	4.35
1.1.- Descargas medias del río al 75%	7.04	15.39	11.52	5.52	2.12	1.43	1.31	1.26	1.27	1.31	1.40	2.57	4.35
1.2.- Asignación descargas con presa	-3.03	-6.63	-4.96	-2.38	0.40	1.00	1.50	2.10	2.40	3.10	3.50	3.00	0.00
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	1.70	0.01	0.01	0.13	0.23	0.18	0.49	1.23	1.61	2.31	2.68	2.70	1.11
2.1.- Demandas actuales de agua	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.30	0.29	0.31	0.33	0.28	0.25	0.15
2.3.- Demandas futuras de agua	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	2.31	8.75	6.55	3.01	2.29	2.25	2.32	2.13	2.06	2.10	2.22	2.87	3.24

Figura N° 35

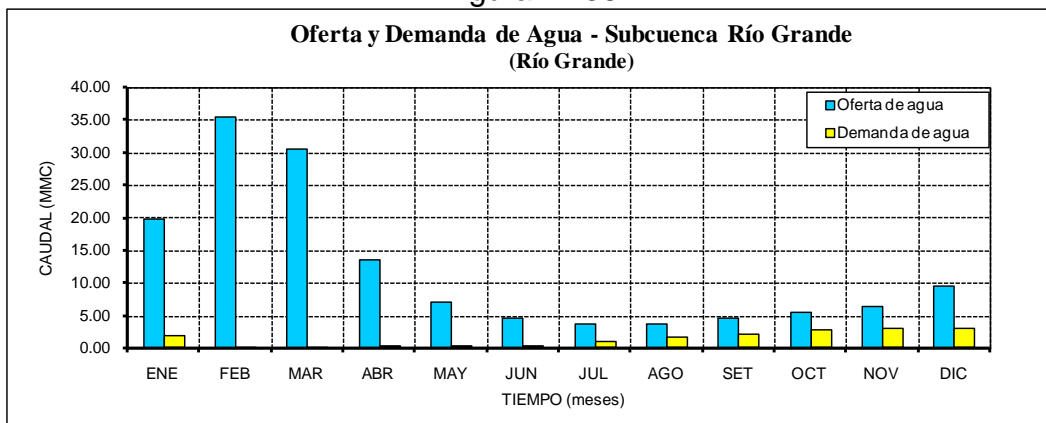


Cuadro N° 41
Balance Hídrico de la Subcuenca Río Grande
(Río Grande)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	19.93	35.56	30.55	13.64	7.05	4.71	3.79	3.91	4.59	5.61	6.40	9.71	12.12
1.1.- Descargas medias del río al 75%	23.33	41.63	35.76	15.97	6.05	3.71	2.79	2.41	2.59	2.41	2.70	6.11	12.12
1.2.- Asignación descargas con presa	-3.40	-6.07	-5.21	-2.33	1.00	1.00	1.00	1.50	2.00	3.20	3.70	3.60	0.00
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	1.70	0.01	0.01	0.13	0.23	0.18	0.84	1.58	1.99	2.71	3.01	2.99	1.28
2.1.- Demandas actuales de agua	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.65	0.64	0.69	0.73	0.61	0.54	0.33
2.3.- Demandas futuras de agua	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	18.23	35.55	30.54	13.51	6.82	4.53	2.95	2.33	2.60	2.90	3.39	6.72	10.84

Figura N° 36

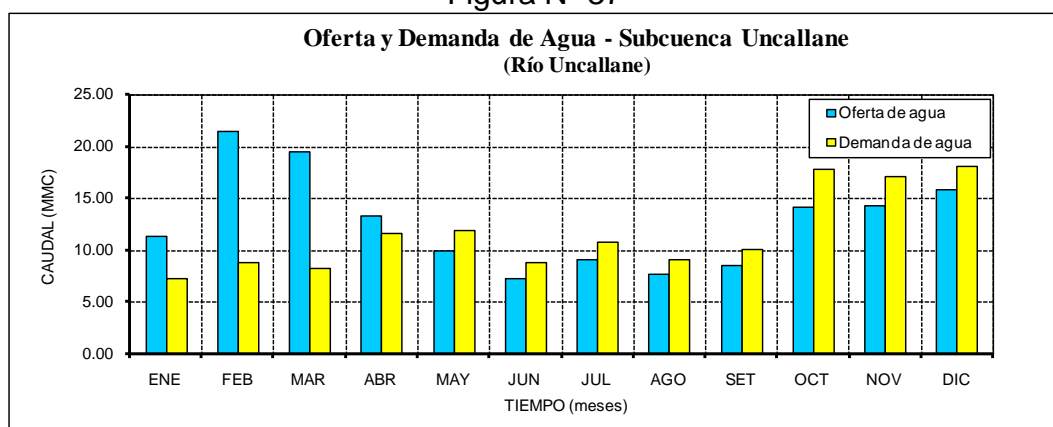


Cuadro N° 42
Balance Hídrico de la Subcuenca Uncallane
 (Río Uncallane)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	11.37	21.52	19.46	13.31	10.04	7.28	9.09	7.79	8.58	14.25	14.28	15.93	12.74
1.1.- Descargas medias del río al 75%	20.03	44.95	34.28	16.41	6.54	4.28	3.59	3.29	3.58	3.75	4.28	7.93	12.74
1.2.- Asignación descargas con presa	-8.66	-23.43	-14.82	-3.10	3.50	3.00	5.50	4.50	5.00	10.50	10.00	8.00	0.00
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	7.28	8.81	8.31	11.64	11.95	8.87	10.76	9.17	10.14	17.81	17.20	18.14	11.67
2.1.- Demandas actuales de agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.45	1.56	1.66	1.39	1.22	0.73
2.3.- Demandas futuras de agua	7.28	8.81	8.31	11.64	11.95	8.87	9.28	7.72	8.58	16.15	15.81	16.92	10.94
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	4.09	12.71	11.15	1.67	-1.91	-1.59	-1.67	-1.38	-1.56	-3.56	-2.92	-2.21	1.07

Figura N° 37

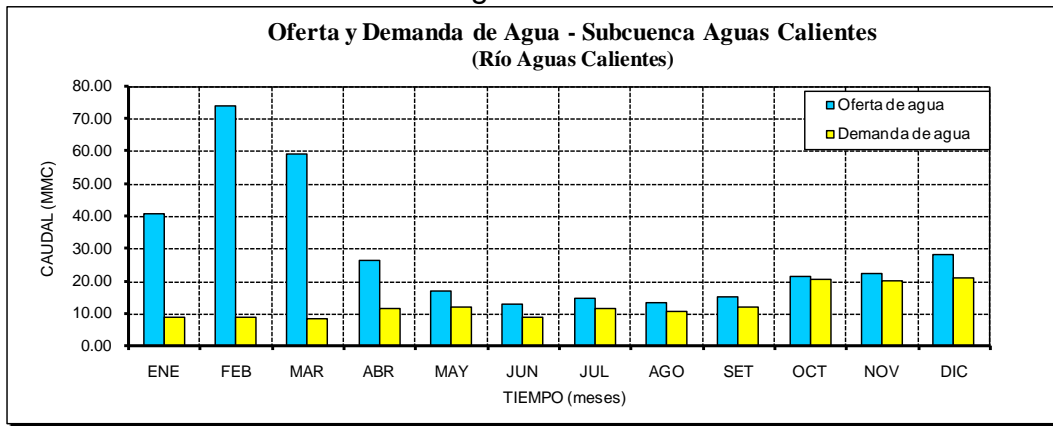


Cuadro N° 43
Balance Hídrico de la Subcuenca Aguas Calientes
 (Río Aguas Calientes)

Balance Hídrico con Demandas Actuales y Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	40.86	73.95	59.55	26.60	17.29	12.86	14.77	13.62	15.15	21.45	22.55	28.46	28.93
1.1.- Descargas medias del río al 75%	54.48	98.61	79.41	35.46	13.39	8.86	7.77	7.02	7.75	7.85	9.05	17.46	28.93
1.2.- Asignación descargas con presa	-13.62	-24.66	-19.86	-8.86	3.90	4.00	7.00	6.60	7.40	13.60	13.50	11.00	0.00
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	8.98	8.82	8.32	11.77	12.18	9.05	11.61	10.74	12.12	20.52	20.21	21.13	12.95
2.1.- Demandas actuales de agua	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	2.14	2.09	2.24	2.38	2.00	1.76	1.06
2.3.- Demandas futuras de agua	8.97	8.81	8.31	11.76	12.17	9.04	9.47	8.65	9.88	18.14	18.21	19.37	11.90
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	31.88	65.13	51.23	14.83	5.11	3.81	3.16	2.88	3.03	0.93	2.34	7.33	15.97

Figura N° 38



Cuadro N° 44

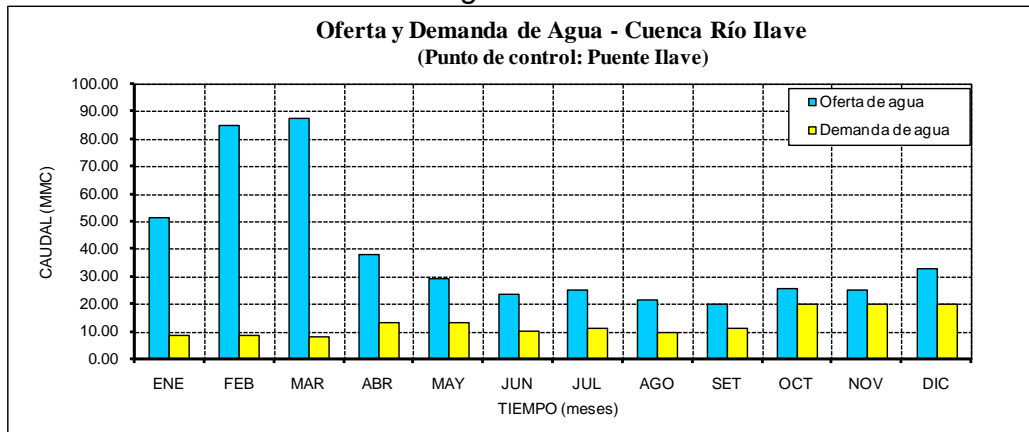
Balance Hídrico de la Cuenca Ilave

(Río Ilave)

Balance Hídrico con Demandas Futuras de Agua

VARIABLES	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1.- OFERTA DE AGUA (MMC)	51.58	85.15	87.62	38.20	29.13	23.85	25.37	21.49	20.26	25.84	25.45	33.12	38.92
1.1.- Descargas medias del río al 75%	64.74	106.88	109.98	47.95	25.23	19.85	18.37	14.89	12.86	12.24	11.95	22.12	38.92
1.2.- Asignación descargas con presa	-13.16	-21.73	-22.36	-9.75	3.90	4.00	7.00	6.60	7.40	13.60	13.50	11.00	0.00
2.- DEMANDA DE AGUA (MMC)	8.97	8.82	8.38	13.28	13.41	10.38	11.25	10.00	11.54	20.07	20.12	20.35	13.05
2.1.- Demandas actuales de agua													
2.3.- Demandas futuras de agua	8.97	8.82	8.38	13.28	13.41	10.38	11.25	10.00	11.54	20.07	20.12	20.35	13.05
3.- BALANCE HIDRICO (MMC)	42.61	76.33	79.24	24.92	15.72	13.47	14.12	11.49	8.72	5.77	5.33	12.77	25.87

Figura N° 39



CAPITULO V : CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio corresponden al análisis de las variables meteorológicas de 18 estaciones de observación ubicadas en el ámbito y contorno exterior de la cuenca del río llave. El registro meteorológico disponible corresponde al periodo 1960 - 2007.

Las variables climatológicas analizadas en el presente estudio, son: Precipitación, temperaturas (media, máxima y mínima), humedad relativa, evaporación, horas de sol, velocidad y dirección del viento, y evapotranspiración potencial. El régimen de precipitaciones total anual en la cuenca llave, describe los valores altos en la parte baja y en el entorno del lago Titicaca (Juli 867.6 mm) y parte norte (Laraqueri 764.8 mm) y en la parte alta al sur de la cuenca se registran valores más bajos (Pampa Umalzo 397.0 mm y Coypa Coypa 438.4 mm).

La cuenca del río llave (Area = 7,832.53 Km²), se ha dividido según la metodología Pfafstetter en 09 subunidades hidrográficas (subcuencas) de nivel 4, de los cuales 05 subcuencas aportan directamente sus aguas al curso principal de la cuenca del río llave, y el restante son intercuencas. Así como también la subcuenca Aguas Calientes se ha dividido en 09 subcuencas de nivel 5, razón a que el área de esta subcuenca (47.15% del área de la cuenca llave) es mucho mayor que los demás subcuencas de nivel 4.

A partir del análisis pluviométrico, se ha determinado las precipitaciones areales para las subcuencas de interés, en la cuenca del río llave, información que ha servido para la generación de descargas medias mensuales en la subcuencas.

Mediante el análisis hidrométrico se ha obtenido la serie de descargas medias mensuales de los ríos Ilave y Chichillapi (periodo 1960-2007), información básica para el modelamiento y calibración del modelo hidrológico en los ríos mencionados.

Se ha realizado el modelamiento y calibración del Modelo Hidrológico de Lutz Scholz para los ríos Ilave y Chichillapi. Utilizando los parámetros calibrados en los puntos con información hidrométrica, se ha realizado el modelamiento hidrológico y generación de las descargas medias mensuales para las subcuencas de interés.

A partir de la información de las descargas medias mensuales generadas, se ha determinado la disponibilidad hídrica para 50%, 75% y 95% de probabilidad de persistencia, aparte de las descargas medias mensuales. Por otro lado también se ha obtenido la disponibilidad hídrica con el afianzamiento hídrico (represamientos de agua, embalse San Fernando y embalse Morocollo) en las subcuencas del río Loripongo, río Grande, río Uncallane, río Aguas Calientes y el río Ilave. A continuación se presenta las ofertas hídricas para 75% de probabilidad y con afianzamiento de volúmenes de agua con embalses por subcuencas.

DISPONIBILIDAD HIDRICA (MMC) DE LAS SUBCUENCAS/CUENCAS AL 75% DE PROBABILIDAD DE PERSISTENCIA														
SUBCUENCA	RIO PRINCIPAL	MESES												PROM
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Llusta (UH 0168)	Río Llusta Alta	3.80	6.22	5.06	3.08	1.96	1.48	1.37	1.26	1.17	1.26	1.30	1.53	2.46
Alto Ilave (UH 0169)	Río Chichillapi	3.16	5.88	5.20	3.40	2.36	1.81	1.61	1.39	1.30	1.23	0.91	1.42	2.47
Medio Alto Ilave (UH 0165)	Río Llusta Baja	15.13	26.44	14.12	10.34	6.59	6.38	6.16	5.95	5.73	5.79	5.94	6.91	9.62
Ayupalca (UH 0166)	Río Ayupalca	3.48	6.10	5.20	3.50	1.53	0.96	0.80	0.75	0.78	0.86	0.88	1.26	2.18
Conduriri (UH 0164)	Río Conduriri	5.81	10.35	8.33	5.81	2.54	1.76	1.58	1.45	1.58	1.66	1.74	2.73	3.78
Huenque	Río Huenque	29.81	55.38	49.39	38.65	17.41	11.40	9.45	8.65	8.76	9.45	9.54	13.47	21.78
Aguas Calientes (UH 0162)	Río Aguas Calientes	54.48	98.61	79.41	35.46	13.39	8.86	7.77	7.02	7.75	7.85	9.05	17.46	28.93
Alto Aguas Calientes	Río Malcomayo	11.76	13.55	11.92	5.34	1.74	0.75	0.43	0.29	0.57	0.78	1.24	2.76	4.26
Loripongo (UH 01626)	Río Loripongo	7.04	15.39	11.52	5.52	2.12	1.43	1.31	1.26	1.27	1.31	1.40	2.57	4.35
Tunquipa (UH 01624)	Río Tunquipa	2.84	5.93	4.77	2.41	0.88	0.52	0.48	0.43	0.41	0.43	0.47	0.94	1.71
Río Grande	Río Grande	23.33	41.63	35.76	15.97	6.05	3.71	2.79	2.41	2.59	2.41	2.70	6.11	12.12
Uncallane (UH 01622)	Río Uncallane	20.03	44.95	34.28	16.41	6.54	4.28	3.59	3.29	3.58	3.75	4.28	7.93	12.74
Ilave (UH 016)	Río Ilave	64.74	106.88	109.98	47.95	25.23	19.85	18.37	14.89	12.86	12.24	11.95	22.12	38.92

DISPONIBILIDAD HIDRICA (MMC) DE LAS SUBCUENCAS/CUENCAS (75% DE PROBABILIDAD DE PERSISTENCIA + AFIANZAMIENTO DE AGUA DE LOS EMBALSSES FUTUROS)														
SUBCUENCA	RIO PRINCIPAL	MESES												PROM
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Aguas Calientes (UH 0162)	Río Aguas Calientes	40.86	73.95	59.55	26.60	17.29	12.86	14.77	13.62	15.15	21.45	22.55	28.46	28.93
Loripongo (UH 01626)	Río Loripongo	4.01	8.76	6.56	3.14	2.52	2.43	2.81	3.36	3.67	4.41	4.90	5.57	4.35
Río Grande	Río Grande	19.93	35.56	30.55	13.64	7.05	4.71	3.79	3.91	4.59	5.61	6.40	9.71	12.12
Uncallane (UH 01622)	Río Uncallane	11.37	21.52	19.46	13.31	10.04	7.28	9.09	7.79	8.58	14.25	14.28	15.93	12.74
Ilave (UH 016)	Río Ilave	51.58	85.15	87.62	38.20	29.13	23.85	25.37	21.49	20.26	25.84	25.45	33.12	38.92

Para el desarrollo del balance hídrico a nivel de subcuencas, se ha establecido las demandas de usos actuales de agua y demandas de usos futuros de agua, en las subcuencas de interés determinados. Los usos actuales de agua, actualmente se utilizan en riego de pastos naturales y bofedales (periodo de demanda de Junio a Diciembre generalmente), y las demandas futuras, en cultivos de pan llevar, pastos cultivados, bofedales y agua potables (periodo de demanda de Enero a Diciembre generalmente).

DEMANDAS ACTUALES DE AGUA (MMC)														
SUBCUENCA	RIO PRINCIPAL	MESES												PROM
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Llusta (UH 0168)	Río Llusta Alta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.55	0.65	0.68	0.78	0.76	0.62	0.34
Alto llave (UH 0169)	Río Chichillapi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.12	1.15	1.29	1.25	1.03	0.57
Medio Alto llave (UH 0165)	Río Llusta Baja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.93	2.29	2.38	2.69	2.62	2.17	1.18
Ayupalca (UH 0166)	Río Ayupalca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.09	0.06	0.09	0.05	0.04
Conduriri (UH 0164)	Río Conduriri	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.13	1.46	1.58	1.66	1.82	1.49	0.77
Huenque	Río Huenque	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	3.33	4.12	4.34	4.75	4.88	4.01	2.14
Aguas Calientes (UH 0162)	Río Aguas Calientes	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	2.14	2.09	2.24	2.38	2.00	1.76	1.06
Alto Aguas Calientes	Río Malcomayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.19	0.21	0.22	0.19	0.16	0.10
Loripongo (UH 01626)	Río Loripongo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.30	0.29	0.31	0.33	0.28	0.25	0.15
Tunquipa (UH 01624)	Río Tunquipa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02
Río Grande	Río Grande	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.65	0.64	0.69	0.73	0.61	0.54	0.33
Uncallane (UH 01622)	Río Uncallane	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.45	1.56	1.66	1.39	1.22	0.73
llave (UH 016)	Río llave	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.28	5.57	6.36	6.74	7.30	7.04	5.92	3.30

DEMANDAS FUTURAS DE AGUA (MMC)														
SUBCUENCA	RIO PRINCIPAL	MESES												PROM
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Llusta (UH 0168)	Río Llusta Alta	0.00	0.00	0.02	0.08	0.06	0.07	0.09	0.07	0.09	0.10	0.10	0.05	0.06
Alto llave (UH 0169)	Río Chichillapi	0.00	0.01	0.09	0.49	0.37	0.40	0.54	0.40	0.50	0.57	0.62	0.43	0.37
Medio Alto llave (UH 0165)	Río Llusta Baja	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97
Huenque	Río Huenque	0.00	0.01	0.12	2.60	2.13	2.30	3.05	2.30	2.84	3.31	3.27	1.67	1.97
Aguas Calientes (UH 0162)	Río Aguas Calientes	8.97	8.81	8.31	11.76	12.17	9.04	9.47	8.65	9.88	18.14	18.21	19.37	11.90
Loripongo (UH 01626)	Río Loripongo	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
Río Grande	Río Grande	1.69	0.00	0.00	0.12	0.22	0.17	0.19	0.94	1.30	1.98	2.40	2.45	0.96
Uncallane (UH 01622)	Río Uncallane	7.28	8.81	8.31	11.64	11.95	8.87	9.28	7.72	8.58	16.15	15.81	16.92	10.94
llave (UH 016)	Río llave	8.97	8.82	8.38	13.28	13.41	10.38	11.25	10.00	11.54	20.07	20.12	20.35	13.05

Se ha desarrollado el balance hídrico, a nivel de subcuencas con usos actuales y futuras de agua, ello para conocer el déficit y exceso del recurso hídrico en las cuencas de interés. Según el balance hídrico con usos actuales de agua, la subcuenca Alto llave (río Chichillapi) presenta déficit de agua en los meses de octubre y noviembre; y en la subcuenca Conduriri en los meses de agosto a noviembre. Con usos futuros presentan déficit de agua en la subcuenca Alto llave (río Chichillapi) en los meses de agosto a diciembre; subcuenca Medio Alto llave (río

Llusta Baja) en el mes de octubre, y en la subcuenca Uncallane en los meses de mayo a diciembre. En resto de las subcuencas no hay déficit del recurso hídrico.

BALANCE HIDRICO CON USOS ACTUALES DE AGUA (MMC)														
SUBCUENCA	RIO PRINCIPAL	MESES												PROM
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Llusta (UH 0168)	Río Llusta Alta	3.80	6.22	5.06	3.08	1.96	1.45	0.82	0.61	0.49	0.48	0.54	0.91	2.12
Alto llave (UH 0169)	Río Chichillapi	3.16	5.88	5.20	3.40	2.36	1.81	0.67	0.27	0.15	-0.06	-0.34	0.39	1.91
Medio Alto llave (UH 0165)	Río Llusta Baja	15.13	26.44	14.12	10.34	6.59	6.32	4.23	3.66	3.35	3.10	3.32	4.74	8.45
Ayupalca (UH 0166)	Río Ayupalca	3.48	6.10	5.20	3.50	1.53	0.96	0.75	0.66	0.69	0.80	0.79	1.21	2.14
Conduriri (UH 0164)	Río Conduriri	5.81	10.35	8.33	5.81	2.54	1.66	0.45	-0.01	0.00	0.00	-0.08	1.24	3.01
Huenque	Río Huenque	29.80	55.37	49.38	38.64	17.40	11.20	6.12	4.53	4.42	4.70	4.66	9.46	19.64
Aguas Calientes (UH 0162)	Río Aguas Calientes	54.47	98.60	79.40	35.45	13.38	8.85	5.63	4.93	5.51	5.47	7.05	15.70	27.87
Alto Aguas Calientes	Río Malcomayo	11.76	13.55	11.92	5.34	1.74	0.75	0.23	0.10	0.36	0.56	1.05	2.60	4.16
Loripongo (UH 01626)	Río Loripongo	7.03	15.38	11.51	5.51	2.11	1.42	1.01	0.97	0.96	0.98	1.12	2.32	4.19
Tunquipa (UH 01624)	Río Tunquipa	2.84	5.93	4.77	2.41	0.88	0.52	0.43	0.39	0.36	0.38	0.43	0.90	1.69
Río Grande	Río Grande	23.32	41.62	35.75	15.96	6.04	3.70	2.14	1.77	1.90	1.68	2.09	5.57	11.80
Uncallane (UH 01622)	Río Uncallane	20.03	44.95	34.28	16.41	6.54	4.28	2.11	1.84	2.02	2.09	2.89	6.71	12.01

BALANCE HIDRICO CON USOS ACTUALES Y FUTURAS DE AGUA (MMC)														
SUBCUENCA	RIO PRINCIPAL	MESES												PROM
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Llusta (UH 0168)	Río Llusta Alta	3.80	6.22	5.04	3.00	1.90	1.38	0.73	0.54	0.40	0.38	0.44	0.86	2.06
Alto llave (UH 0169)	Río Chichillapi	3.16	5.87	5.11	2.91	1.99	1.41	0.13	-0.13	-0.35	-0.63	-0.96	-0.04	1.54
Medio Alto llave (UH 0165)	Río Llusta Baja	15.13	26.43	14.00	7.74	4.46	4.02	1.18	1.36	0.51	-0.21	0.05	3.07	6.48
Huenque	Río Huenque	29.80	55.36	49.26	36.04	15.27	8.90	3.07	2.23	1.58	1.39	1.39	7.79	17.67
Aguas Calientes (UH 0162)	Río Aguas Calientes	31.88	65.13	51.23	14.83	5.11	3.81	3.16	2.88	3.03	0.93	2.34	7.33	15.97
Loripongo (UH 01626)	Río Loripongo	2.31	8.75	6.55	3.01	2.29	2.25	2.32	2.13	2.06	2.10	2.22	2.87	3.24
Río Grande	Río Grande	18.23	35.55	30.54	13.51	6.82	4.53	2.95	2.33	2.60	2.90	3.39	6.72	10.84
Uncallane (UH 01622)	Río Uncallane	4.09	12.71	11.15	1.67	-1.91	-1.59	-1.67	-1.38	-1.56	-3.56	-2.92	-2.21	1.07
llave (UH 016)	Río llave	42.61	76.33	79.24	24.92	15.72	13.47	14.12	11.49	8.72	5.77	5.33	12.77	25.87

Caso de caudal ecológico en el balance hidrológico de las subcuencas en estudio, no se ha considerado, razón a que es un poco complicado determinar un valor real, existen autores que mencionan unos porcentajes de caudal del río, pero sin embargo ello no es fácilmente aplicable a cualquier río. Para ello se debe realizarse una investigación para poder conocer el caudal ecológico de un río cualquiera en la cuenca llave. Según los resultados del balance, en algunos casos el excedente de caudal resulta mínimo, ello se debe considerar como parte del caudal ecológico del río para el mantenimiento del ecosistema del mismo

Se ha realizado el análisis de eventos extremos, en este caso las máximas avenidas y la sequía. Caso de máximas avenidas se ha realizado el análisis de frecuencia de los caudales máximos instantáneos del río llave, obteniéndose el caudal máximo para los periodos de retorno de 2 años a 1000 años, obteniéndose en este caso el caudal máximo instantáneo de 1,200 m³/sg para 50 años de periodo de retorno.

Además se ha determinado los caudales máximos instantáneos para las subcuencas de interés (Conduriri, Alto Aguas Calientes - río Malcomayo, Cutimbo y Loripongo), utilizando el método del Hidrograma Unitario Sintético del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). Igualmente se ha realizado el análisis de sequía meteorológica y hidrológica, encontrándose una sequía meteorológica de duración de 6 años consecutivos del periodo 1987-1992, y con mayor intensidad en corta duración en el periodo 1982-1983, una sequía crítica.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

En la cuenca las fuentes del recurso hídrico son limitados, generalmente en las subcuencas altas, por consiguiente, es necesario poner restricciones a la expansión de nuevas áreas para el riego, las mismas que no están consideradas en los usos futuros de agua.

En las subcuencas con déficit del recurso hídrico, se debe realizar almacenamiento de agua en represas, generalmente en épocas de lluvia, para utilizarlas después en épocas de estiaje donde más se necesita el recurso agua. Según el balance hídrico hay excedentes de agua en los meses de avenida en toda las subcuencas.

La Administración Local de Agua llave, debe realizar campaña de aforo de caudales en los ríos y en los puntos de la cabecera de riego, a nivel de subcuencas en el ámbito de la cuenca del río llave; información que serviría en posterior para el balance a nivel de la cabecera de riego y para ajustar los resultados obtenidos en el presente estudio.

La información hidrometeorológica que se ha procesado y está disponible en el presente Reporte Técnico, debería ser utilizada en forma inmediata para una mejor Gestión de la administración del agua dentro del ámbito de la ALA llave.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Garcia V. J.; Sanchez C. O. y Paredes R. (1999). Metodo de estimacion de la Evapotranspiracion potencial en Funcion del Rango Diurno de Temperatura (DT) y radiacion Solar Extraterrestre (Qs). Lima Peru: Anales Cientificos Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Alcantara, R. J. (1986). Calculo de la demanda de agua de un Proyecto de Riego. Curso de Hidrologia Aplicada. Lima Peru: Asociacion de Ingenieros Agricolas del Peru.
- Allen R.; Pereira, L.; Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop Evaporation-Guidelines for computing crop water requeriments-FAO Irrigation and Drainage. Paper 56 FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome Italy.
- Almenar, R. (1998). La sostenibilidad del desarrollo: El Caso Valenciano. españa: Fundacion Bancaixa, Universidad de Valencia.
- American Society of Civel Engineers. (1973). Consumptive use of water and irrigation Water requeriments. Ed. By M. E. Jensen, Tecnical Commitee on Irregation Water Requirements. New York.
- ANA. (2009). "Evaluación de los Recursos Hídricos en la cuenca del río llave" volumen I. Puno - Perú: Estudio Hidrológico.
- Aparicio Mijares, F. (1989). Fundamentos de Hidrologia Superficial. Mexico: Primera Edicion Editorial Limusa Pp-203, 206, 208 y 252.
- Aparicio Mijares, F.J. (1993). Fundamentos de Hidrologia de Superficie. Mexico: Editorial Limusa S. A. de C.V. Grupo Noriega Editores.

- Chang Navarro, L. (1993). Manejo de las Cuencas Hidrograficas en el Peru. Lima Peru: Proyecto de Fomento de Transferencia de la Tecnologia.
- Chereque, M. (1989). Hidrologia. Lima Peru: CONCYTEC Pontificia Universidad Catolica de Lima. Pag 146.
- Chow, V. T; Maidment, D.R. y Mayes, L. W. (1994). Hidrologia Aplicada. Santa Fe de Bogota Colombia: Primera edicion McGRAW-HILL 584 pags.
- Doorenbos, J. y. (1977). Las Necesidades de Agua por los Cultivos. Roma Italia: FAO Naciones Unidas (Publicacion N° 24).
- Dourojeanni, R. (1978). Principios para elaborar un Plan de Proteccion de Cuencas. Boletin Tecnico N° 11 Ministerio de Agricultura Lima Peru, 24 pags.
- FAO. (2006). Evapotranspiracion del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma-Italia: Estudio de riego Drenaje (FAO) Publicacion 56.
- flores. (s.f.).
- Fuentes Yague, J.L. (1996). Tecnicas de Riego. Madrid España: Segunda edicion Ediciones Mundi-Prensa 471 Pgs.
- Garcia Benavides, J. y Lopez Diaz, J. (1970). Formula para el Calculo de la evapotranspiracion Potencial Adoptada al Tropico. Maracay Venezuela: Centro de Investigaciones Agronomicas.
- Gurovich, R. L. (1999). Riego Superficial tecnificado. D. F. Mexico: Segunda Edicion Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. Mexico.
- Harnet, D.L. y Murray, J.L. (1980). Introductory Statistical Analysis. Massachussets USA: Addison Wesley 712 Pags.

- Irmak, S. y Haman, D.Z. (2003). Evapotranspiration Potential or Reference. Florida EE. UU. 3Pgs.: Series of the agricultural and Biological Engineering Department, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) University of Florida.
- Mejia, M. A. (2001). Hidrologia Aplicada Vol I. Lima Peru: Editorial DRAT-UNALM 108 Pags.
- Olarte, W. (1987). Manual de Riego por Gravedad. Cusco Peru: Serie Manuales tecnico N° 1 CCTA-Peru.
- ONERN. (1980). Inventario y Evaluacion Nacional de las aguas Superficiales.
- ONERN. (1980). Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidraulicos del Peru- Bases Metodologicos. Lima Peru: OEA CIDIAT-ONERN.
- Raudkivi, A. J. (1979). Hydrology. Osford: Pergamon Press.
- Santayana, V. S. (1990). Ingenieria de recursos Hidricos. Lima Peru: Departamento de Recursos de Agua y Tierra UNALM .
- Serruto C., R. (1993). Una Nueva Formula para el Calculo de la Evapotranspiracion Potencial. Puno Peru: PIWA.
- SESA. (1982). Manual Silvo Agropecuario. Guia para Elaboracion de Diagnosticos. Tomo II. Cajamarca Peru: 136 Pgs.
- Vasquez, V. A. (2000). Manejo de Cuencas Alto Andinas. Tomo I. Lima: Impreso en Peru 512 Pags.
- Vasquez, V.A. y Chang, L. (1992). El Riego Principios Basicos parte I. Lima Peru: Publi-DRAT.

ANEXO FOTOGRAFIAS



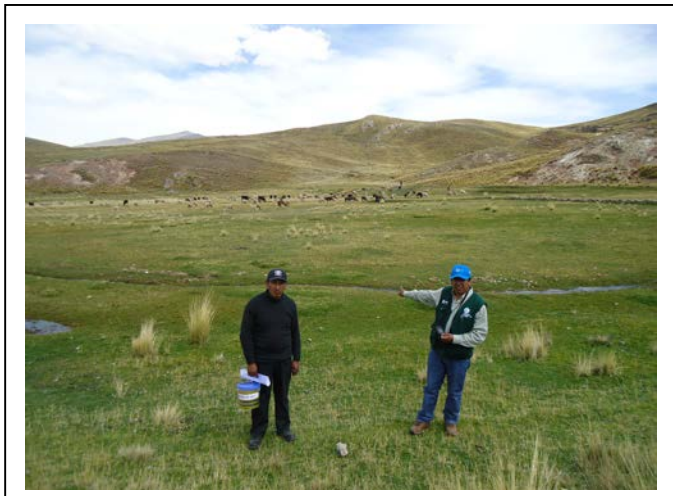
AFORO DE MANANTIAL FINES ACUICOLAS



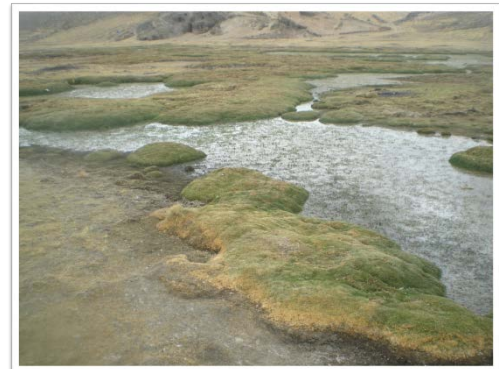
AFORO DE MANANTIAL PARA FINES AGRARIOS



AFORO DE MANANTIAL PARA FINES POBLACIONALES



AREA FINES AGRARIOS



AREA BOFEDAL



AFORO DEL RIO HUENQUE



AFORO DEL RIO CHICHILLAPI