

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

***ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL***



“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA OFERTA AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO, MEDIANTE EL MÉTODO DEL BALANCE HÍDRICO – TÉRMICO, EN LA CUENCA DEL RÍO HIGUERAS - REGIÓN HUÁNUCO – PERÚ, PARA LOS MESES DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2017”.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

PONCE GARCÍA, Alicia

ASESOR:

Ing. CALIXTO SIMION, EDMUNDO

HUANUCO - PERU

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:35 horas del día 27 del mes de DICIEMBRE del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

ING. HEBERTO CALVO TRUJILLO (Presidente)

ING. MARCO ANTONIO TORRES MORQUINA (Secretario)

BLGO. ALEJANDRO ROLANDO DURAN NIEVA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1930-2018-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada:

"ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA OFERTA AMBIENTAL, DEL RECURSO HÍDRICO, MEDIANTE EL MÉTODO DEL BALANCE HÍDRICO-TÉRMICO EN LA CUENCA DEL RÍO HIGUERAS- REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ, PARA LOS MESES DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2017", presentada por el (la) Bachiller ALICIA PONCE GARCÍA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental

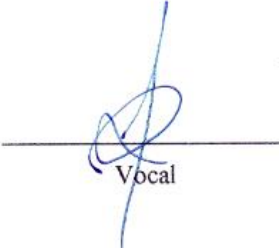
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APTO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:35 horas del día 27 del mes de DICIEMBRE del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A Dios por guiar mi camino,

A mis padres, Miguel Ponce Azca y Daniela García Berna por brindarme su apoyo incondicional, sus consejos y su amor; los mismos que son el motor fundamental para cumplir mis metas.

A mis hermanos Luis, Roberto, Samir por estar siempre cuando los necesito y brindarme su apoyo desinteresado en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por brindarme su bendición y darme las fuerzas y sabiduría para la culminación de este proyecto.

A mis Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco, por haberme transmitido sus conocimientos y trasferido las ganas de ser mejor cada día.

A mi asesor por la ayuda de la elaboración de este proyecto.

A las instituciones (SENAMHI, ANA Alto Huallaga) quienes se mostraron gratos en proporcionarme los datos requeridos.

A cada una de las personas que me guiaron para el desarrollo y culminación de este proyecto.

RESUMEN

En el presente proyecto se determinó la oferta ambiental del recurso hídrico de la cuenca del río Higuera, de igual manera, partiendo de estos datos, se analizó si el recurso en mención satisface las necesidades hídricas de la población sumergida dentro de la cuenca en estudio. Para el desarrollo del proyecto se evaluó tres variables, como es el caso de la temperatura, precipitación y de la evapotranspiración. Así mismo, para determinar la oferta hídrica se realizó el cruce de información entre la precipitación y la evapotranspiración. Para el estudio de la precipitación media se evaluó si los datos de precipitaciones acumuladas era consistentes, además se determinó las áreas efectivas de cada estación con el método de polígonos de Thiessen, y para el cálculo de la evapotranspiración se empleó el método de Thornthwaite, el mismo que está en función de la temperatura media, cabe mencionar que los datos de precipitación y temperatura son históricos (de quince años), debido a que el método utilizado así lo requiere; los mismos que fueron obtenidos del SENAMHI Huánuco; Para el análisis, se buscó conocer si la disponibilidad del recurso hídrico (oferta) satisface a las necesidades de población en cuanto a los usos de dicho recurso, para esto se obtuvo datos de concesiones de agua otorgados por el ALA Alto Huallaga y se procedió al cruce de informaciones entre los datos proporcionados con los datos determinados en la oferta ambiental hídrica, dichas operaciones se realizaron mediante el método del balance hídrico térmico.

Llegándose a la conclusión que el comportamiento de la oferta ambiental del recurso hídrico para sus tres zonas que se establecieron fueron diferentes, siendo así, que para la zona alta presentó un superávit en todos los meses, el mismo comportamiento se registró en la parte media de la cuenca; sin embargo en la parte baja se muestra un déficit del recurso para los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y setiembre; por otro lado el comportamiento de la oferta satisface todos los meses sin problema alguno a la población que está sumergida en la parte alta de la cuenca, por el contrario en la zona media que se estableció, el comportamiento de la oferta ambiental hídrica para el mes de junio no satisface la demanda de la población y en esa misma la oferta para el mes de julio se muestra propenso a sufrir un déficit en el futuro.

ABSTRACT

In the present project the environmental supply of the water resource that the higuera river basin has was determined, in the same way, based on these data, it was analyzed if the resource in the mention meets the needs of the submerged population within the basin under study.

For the development of the project, three climatic variables were evaluated, such as temperature, precipitation and evapotranspiration.

Likewise, to determine the water supply, the information was crossed between precipitation and evapotranspiration. For the study of precipitation, the effective areas of each station were determined using the thiessen polygon method, and for the calculation of evapotranspiration the thornthwaite method was used, which is a function of the average temperature. The precipitation and temperature data are historical (ten years), because the method used requires it; the same ones that were obtained from senamhi Huánuco.

For the analysis, it was sought to know if the availability of the water resource (supply) meets the needs of the population in terms of the uses of this resource, for this data was obtained from water concessions granted by the Huallaga high wing and proceeded to Crossing of information between the data provided with the data determined in the water environmental offer, said operations were carried out using the thermal water balance method.

It was concluded that the behavior of the environmental offer of the water resource for its three zones that were established were different, being that for the high zone it presented a surplus in all the months, the same behavior was registered in the middle part of Basin; However, in the lower part there is a resource deficit for the months of April, May, June, July, August and September, the behavior of the supply satisfies without any problem to the population that is submerged in the upper part of the basin, on the contrary in the middle zone that was established, the behavior of the environmental water supply for the month of June does not satisfy the demand of the population and in that same supply for the month of July is shown to suffer a deficit in the future.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto hace referencia sobre la disposición de la oferta hídrica de la cuenca del río Higueras para los meses de enero a diciembre del 2017, y con la misma se analiza la afectación de este recurso hacia la población.

Conocer la cantidad de agua que se dispone de una cuenca es de mucha ayuda para la planificación del recurso hídrico, ya que la gestión sostenible de una cuenca posibilita a organizar a la población, en relación a la temática ambiental en función de un recurso (el agua) y un territorio compartido (la cuenca) superando la barrera impuesta por los límites político-administrativos y facilitando las comunicaciones entre ellos (J. R. Pérez D. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) República Dominicana); de igual manera el tener información sobre el estado de la cuenca en cuanto a recurso hídrico es un principio para definir las posibles acciones que se puedan realizar sobre ese territorio y así poder asegurar un uso sostenible de los recursos que una cuenca brinda.

En el primer capítulo de esta investigación nos habla sobre el problema, del cual a partir de este nace la presente investigación.

Con el fin de brindar un marco de referencia para interpretar los resultados de la investigación, en el capítulo dos se desarrolla el marco teórico, el mismo que nos ayudará a interpretar, conocer los antecedentes y el significado de los términos utilizados y así poder enfocarnos en el problema planteado sin desviarnos del planteamiento original.

En el capítulo tres nos habla sobre la metodología utilizada para el desarrollo del presente, que en su conjunto con el tipo de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos utilizados y el ámbito geográfico nos conducirá a la búsqueda de resultados deseados.

Los mismos resultados que se presentaran en el capítulo cuatro, el cual nos dará a conocer si hasta el momento la cuenca satisface las necesidades de la población en cuanto a los usos del recurso hídrico.

Y por último en el capítulo cinco pasaremos a analizar y concluir nuestra investigación; de manera que podamos conocer las características de la cuenca en cuanto a la oferta ambiental del recurso hídrico.

INDICE

	Pág
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
INTRODUCCIÓN	vii
 CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	 13
1.1. Descripción del problema	13
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema principal	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación de la investigación.....	15
1.5. Limitaciones de la investigación	16
1.6. Viabilidad de la investigación	16
 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	 18
2.1. Antecedentes de la investigación	18
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	22
2.1.3. Antecedentes locales.....	26
2.2. Bases teóricas	27
2.2.1. Oferta hídrica	27
2.2.2. Método de la ecuación del balance hídrico – térmico	27
2.2.3. Parámetros morfométricos de la Cuenca.....	37
2.2.4. Delimitación de una Cuenca	38
2.2.5. Tratamientos de datos hidrometeorológicos	41
2.2.5.1. Análisis de consistencia	42
2.3. Definiciones conceptuales	44
2.3.1. Oferta ambiental del recurso hídrico	44
2.3.2. Sistema de información geográfica.....	44
2.3.3. Cuenca hidrográfica	44
2.3.4. Parámetros morfológicos de una Cuenca	45
2.3.5. Oferta hídrica	45

2.3.6. Temperatura atmosférica	45
2.3.7. Temperatura media.....	45
2.3.8. Precipitación.....	45
2.3.9. Precipitación media.....	46
2.3.10. Escorrentía	46
2.3.11. Déficit.....	46
2.3.12. Superávit.....	46
2.4. Hipótesis	47
2.4.1. Hipótesis general	47
2.4.2. Hipótesis específicas	47
2.5. Variables.....	48
2.5.1. Variables independientes.....	48
2.5.2. Variables dependientes	48
2.6. Operacionalización de variables.....	49
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
3.1. Tipo de la investigación	50
3.1.1. Enfoque	50
3.1.2. Alcance o nivel	50
3.1.3. Diseño	50
3.2. Población y muestra	51
3.2.1. Población	51
3.2.2. Muestra.....	51
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
3.3.1. Para la Recolección de Datos	51
3.3.2. Técnicas para el procesamiento y análisis de información.....	52
3.3.3. Interpretación de datos y resultados	55
3.4. Ámbito geográfico temporal y periodo de la investigación.....	56
3.4.1. Ámbito Geográfico	56
3.4.2. Posición geográfica.....	56
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	57
4.1. Procesamiento de datos	57
4.1.1. Determinación de los parámetros meteorológicos de la cuenca del rio higuera.....	57
4.1.1.1. Precipitación media real.....	57
4.1.1.2. Temperatura media.....	72
4.1.2. Determinación de la Demanda atmosférica de vapor de agua en la cuenca.....	74

4.1.3. Determinación de la cantidad hídrica disponible en la Cuenca (escorrentía).....	78
4.1.4. Análisis si la oferta hídrica disponible satisface a las necesidades hídricas de la población	82
CAPITULO V : DISCUSION DE RESULTADOS	91
5.1. Contraste de resultados	91
5.1.1. Contraste de hipotesis.....	91
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	100
ANEXO N° 01: RESOLUCION DE APROBACION DE PROYECTO DE INVESTIGACION.....	100
ANEXO N°02: RESOLUCION DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR.....	101
ANEXO N°03: ARBOL DE CAUSA Y EFECTOS	102
ANEXO N°04: ARBOL DE FINES Y MEDIOS.....	103
ANEXO N°05: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	104
ANEXO N°06: UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS	105
ANEXO N°07: COMPONENTES DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS.....	106
ANEXO N°08: DELIMITACION DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS	107
ANEXO N°09: OFERTA DISPONIBLE EN LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS	108
ANEXO N°10: ANALISIS PARA LA ZONA MEDIA.....	109
ANEXO N°11: TABLA F	110
ANEXO N°12: TABLA T	111
ANEXO N°13: SOLICITUD AL SENAMHI	112
ANEXO N°14: PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS OTORGADAS POR EL SENAMHI	113
ANEXO N°15: SOLICITUD AL ALA.....	119
ANEXO N°16: DATOS DE CONSECIONES ENTREGADAS POR EL ALA..	120

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Denominación de la Cuenca según su área	38
Tabla 2. Operacionalización de las variables (dimensiones e indicadores) .	49
Tabla 3. Ubicación geográfica.....	57
Tabla 4. Estaciones meteorológicas	59
Tabla 5. Precipitaciones Acumuladas	60
Tabla 6. Análisis de doble masa	62
Tabla 7. Análisis de salto	63
Tabla 8. Pruebas estadísticas.....	64
Tabla 9. Área efectiva	68
Tabla 10. Distribución espacial de la precipitación	69
Tabla 11. Precipitación media mensual	70
Tabla 12. Temperatura media mensual y annual.....	73
Tabla 13. Índice anual de calor mensual	76
Tabla 14. Exponente “a”.....	76
Tabla 15. Evapotranspiración Potencial.....	77
Tabla 16. Evapotranspiración real	78
Tabla 17. Oferta hídrica	80
Tabla 18. Demanda hídrica -uso poblacional -annual.....	84
Tabla 19. Demanda hídrica - uso poblacional – mensual	85
Tabla 20. Demanda hídrica - uso agrario annual.....	86
Tabla 21. Demanda hídrica - uso agrario -mensual	87
Tabla 22. Balance hídrico- zona alta	88
Tabla 23. Balance hídrico- zona media.....	89
Tabla 24. Balance hídrico- zona baja.....	90
Tabla 25. Cálculo de los estadísticos.....	94

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Polígono de thiseen	32
Gráfico 2. Curvas isoyetas	33
Gráfico 3. Metodología Pfafstetter-paso1	39
Gráfico 4. Metodología Pfafstetter – Paso 2	40
Gráfico 5. Metodología Pfafstetter-paso 3.....	40
Gráfico 6. Metodología Pfafstetter- Paso 4	41
Gráfico 7. Ubicación -Estaciones meteorológicas.....	59
Gráfico 8. Precipitaciones Acumuladas.....	60
Gráfico 9. Análisis de doble masa.....	62
Gráfico 10. Inserción de las estaciones	65
Gráfico 11. Pasos para hallar el área efectiva	66
Gráfico 12. Pasos para hallar el área efectiva	66
Gráfico 13. Pasos para hallar el área efectiva	67
Gráfico 14. Polígono de thiessen	67
Gráfico 15. Distribución espacial de la precipitación.....	69
Gráfico 16. Precipitación media mensual.....	70
Gráfico 17. Precipitación media mensual de canchan	71
Gráfico 18. Precipitación media mensual de jacas chico	72
Gráfico 19. Precipitación media mensual de Huánuco	72
Gráfico 20. Temperatura media mensual.....	73
Gráfico 21. Temperatura media anual.....	74
Gráfico 22. Evapotranspiración real mensual	78
Gráfico 23. Oferta hídrica para la zona alta.....	80
Gráfico 24. Oferta hídrica para la zona media	81
Gráfico 25. Oferta hídrica para la zona baja	82
Gráfico 26. Concesiones de agua otorgadas	83
Gráfico 27. Análisis – zona alta.....	88
Gráfico 28. Analisis– zona media	89
Gráfico 29. Analisis– zona Baja	90
Gráfico 30. Zona de aceptación y rechazo.....	93

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Hasta hace poco se pensaba que el cambio climático era un problema que estaba por venir. Sin embargo, en los últimos años siguen aumentando los hechos que indican que estamos ante un peligro real, y que el cambio climático ya está ocasionando numerosos daños.

Uno de los daños más preocupantes son las situaciones de las cuencas que están en notoria acelerada vía de extinción, hay cambios de clima y de suelo, inundaciones, sequías y desertización. Pero es la acción humana la más drástica: ejerce una deforestación delirante, ignora los conocimientos tradicionales sobre todo de las comunidades indígenas locales y retira el agua de los ríos de diferentes maneras, sin embargo su dependencia de ese elemento no ha hecho más que crecer, ya que cada vez el hombre utiliza el agua para más fines numerosos.

Según datos del Ministerio del Ambiente el Perú cuenta con 106 cuencas hidrográficas por las que escurren 2 046 287 millones de metros cúbicos al año. Así mismo, cuenta con 12,200 lagunas en la sierra y más de 1,007 ríos. Sin embargo, por acción de la naturaleza, la distribución de los recursos hídricos es muy desigual.

A pesar de la riqueza hídrica peruana, el agua cada vez se está convirtiendo en un recurso escaso, debido a diferentes factores como la deforestación, el mal uso del agua y el calentamiento global. Mientras tanto las ciudades siguen creciendo, la agricultura se ve potenciada con Proyectos Agroexportadores y la expansión industrial, prevista en los tratados de libre comercio indican una demanda de agua cada vez mayor.

En la zona de estudio de la cuenca del río Higuera, donde los usos principales del agua se van destinados a la agricultura para riego y al uso poblacional para producción de agua potable, los efectos del

calentamiento global también se han hecho notar con la ausencia de lluvias y a esto se suman el mal manejo de la cuenca.

Es por ello la necesidad de realizar estudios que nos permitan conocer las características hidrológicas actuales y potenciales de la cuenca en estudio, es decir, conocer la cantidad de agua que se dispone en sus cauces ; el mismo que es de mucha ayuda para la planificación de la gestión ambiental del recurso hídrico.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cuánto será la oferta ambiental hídrica disponible, en la cuenca del rio higueras, calculada mediante el método del balance hídrico - térmico, para los meses de enero a diciembre del 2017?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Será posible determinar los parámetros meteorológicos de la cuenca del rio higueras, a partir de los datos meteorológicos existentes dentro y fuera de la cuenca?
- ¿Cuánto será la demanda atmosférica de vapor de agua que se genera en la cuenca del rio higueras?
- ¿Cuánto será la cantidad hídrica disponible en la cuenca del rio higueras?
- ¿La oferta hídrica disponible, satisfacerá las necesidades hídricas de la población inmersa dentro de la cuenca del rio higueras?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar y analizar la oferta ambiental hídrica, en la cuenca del río Higuera, mediante el método del balance hídrico térmico, para los meses de enero a diciembre del 2017.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros meteorológicos de la cuenca del río Higuera, a partir de los datos meteorológicos existentes dentro y fuera de la cuenca.
- Determinar la demanda atmosférica de vapor de agua que se genera en la cuenca del río Higuera.
- Determinar la cantidad hídrica disponible en la cuenca del río Higuera.
- Analizar si se satisfacen las necesidades hídricas de la población inmersa dentro de la cuenca del río Higuera.

1.4. Justificación de la investigación

La importancia que reviste el conocimiento del comportamiento de la oferta hídrica de la cuenca, implica plantear alternativas de solución frente a la problemática descrita, por lo que a través del presente proyecto se plantea realizar un análisis de las estaciones meteorológicas; que se encuentran dentro y cercanas a la cuenca; y a través del método balance hídrico-térmico; (siendo este método elegido por ser el más ideal para determinar la escorrentía cuando no existan muchas estaciones meteorológicas dentro de la cuenca en estudio); llegar al conocimiento de la disponibilidad de agua, mediante la obtención de la escorrentía; adicional a ello se busca analizar la

incidencia que tiene la oferta hacia las necesidades hídricas de la población geográficamente ubicadas en la cuenca, esto mediante datos de concesiones de agua otorgadas por el ALA.

Tal es así que, los resultados de la investigación, contribuirán a la planificación ambiental del manejo de la cuenca del río Higuera, teniendo como eje principal de acción al recurso agua, y como ámbito de planificación a la cuenca hidrográfica; debido a que la cuenca en estudio abastece agua para múltiples usos, siendo importante conocer con cuánto recurso hídrico se dispone para una planificación, gestión adecuada del agua y satisfacción de los diferentes usuarios.

1.5. Limitaciones de la investigación

- La limitación que tenemos para la realización del proyecto es la del idioma, debido a que uno de los procedimientos para la ejecución es la utilización del programa Arcgis, el cual se encuentra en el idioma inglés.

1.6. Viabilidad de la investigación

- La investigación es viable ya que existen software, que nos permiten procesar datos y nos brindan resultados confiables, siendo uno de ellos el Arcgis, el mismo que se utilizó para la realización del proyecto.
- Asimismo se cuenta con diferentes modelos matemáticos hidrológicos, los cuales nos permiten llegar a resultados confiables sobre la determinación de escorrentía de una cuenca, siendo uno de ellos el método del balance hídrico- térmico el que más se ajusta a la cuenca en estudio.
- Además de ello, la cuenca del río Higuera cuenta con dos estaciones meteorológicas y dos estaciones cercanas a la cuenca (Estación Meteorológica de Canchan, Estación Meteorológica de Jacas Chico y la estación de Huánuco, San Rafael y Dos de Mayo).

- Disponibilidad de recurso humano de apoyo para la investigación, debido a que se cuenta con el asesoramiento profesional para el desarrollo de la investigación
- Amplio conocimiento sobre el tema de investigación por parte del investigador, debido a la enseñanza en el curso de manejo de cuencas por parte del docente encargado del área.
- Disponibilidad de otorgar datos, esto parte de la Autoridad Local del Agua y del SENAMHI para la obtención de datos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Respecto a nuestro proyecto de investigación, a nivel internacional, existen trabajos relacionados a nuestro tema, las cuales son:

- Rodríguez, D. (2014), en su tesis denominado: “Análisis de la oferta y demanda del servicio ecosistémico provisión de agua en cuenca de Purapel en Nirivilo, región del Maule, centro-sur de Chile”. Se basó en los siguientes objetivos:

Estimar la demanda de agua y su distribución espacial en la cuenca de estudio.

Establecer la oferta de agua en la cuenca y estimar si esta es suficiente para suplir la demanda.

Establecer la valoración del servicio ecosistémico provisión de agua por parte de la población.

Este estudio se centra en la cuenca de Purapel en Nirivilo (35°34'S, 72°12'O), ubicada en la Cordillera de la Costa en la región del Maule, zona centro-sur de Chile. Esta cuenca se encuentra inserta en tres comunas: San Javier (SE), Empedrado (SO) y Constitución (NO). El área total de la cuenca es de 263,77 km², siendo monitoreada por la Dirección General de Aguas (Little et al, 2009). En particular, el río Purapel se origina en la Cordillera de la Costa, a 325 m s.n.m. corriendo su cauce de Oeste a Este casi paralelo al río Maule. Para cumplir con los objetivos mencionados la metodología empleada en la presente investigación constó de tres etapas. En la primera se consultaron netamente fuentes bibliográficas, pues se hizo

necesaria la recopilación y análisis de información previa al trabajo de campo. En este ítem se consideraron la oferta y demanda de agua en la cuenca; y en la segunda parte se trabajó en terreno consultando a la población y a los distintos actores sociales sobre el conocimiento de éstos sobre el recurso hídrico como servicio eco sistémico, el consumo y el manejo del mismo. Para finalizar, se analizaron en forma cruzada los datos obtenidos en las primeras dos etapas, con el fin de conocer las percepciones de los distintos actores sociales involucrados en el manejo y consumo de los recursos hídricos de la zona.

Llegando a la conclusión que Dos sub cuencas de estudio mostraron una demanda de agua similar en cuanto a cantidad y, en su conjunto, representan casi la totalidad de los derechos de aprovechamiento de agua otorgados en la cuenca de Purapel en Nirivilo. En cuanto a la distribución de los derechos, éstos se concentran en su mayoría en los sectores poblados (Santa Olga y Nirivilo). En el cálculo de la oferta y demanda de agua, la cuenca de Purapel en Nirivilo presentó un balance positivo, sin embargo, en las sub cuencas utilizadas como estudio de caso la demanda supera a la oferta. En cuanto a la valoración del servicio ecosistémico “provisión hídrica” por parte de los actores claves, es evidente que hay información y valoración cruzada. Existen quienes opinan que las plantaciones forestales no tienen un impacto, o “no lo hacen en mayor volumen que el bosque nativo”, mientras que otros plantean que la vegetación nativa regula los ciclos hídricos y es más beneficiosa para la oferta de agua en una cuenca. Sin embargo, la valoración del servicio ecosistémico fue relevante en todos los casos consultados, dejando en claro que la provisión de agua sí se reconoce como importante y fundamental para mantener cualquier sistema de vida, así como también las actividades económicas de la zona estudiada.

- Otaña, L. et al (2008), en su investigación titulada: “estimación de la oferta hídrica con información escasa en ecosistemas estratégicos”, dicho estudio se realizó en el Área de Manejo Especial (AME) “Sistema de Páramos y Bosques Alto andinos del Noroccidente Medio Antioqueño”, localizada en el Departamento de Antioquia, Colombia. El AME tiene una extensión total de 34.358,74 ha. Como objetivo principal de esta investigación se propuso estimar la oferta ambiental del recurso hídrico que se origina en dicho sistema, y como objetivos secundarios estimar el caudal medio mensual y anual que se origina en el sistema, así como también estimar el caudal mínimo anual para diferentes periodos de retorno. Para lograr estos objetivos se empleó el “procedimiento de contabilidad de aguas para efectuar el balance hídrico detallado según Holdridge”, y el método de regionalización de características medias. Como resultados se determinó para el AME una precipitación de 665.288.946,00 m³·año⁻¹, una evapotranspiración real de 242.363.796,00 m³·año⁻¹ y una escurriencia media anual de 422.925.149,57 m³·año⁻¹. Obteniéndose un coeficiente de escurriencia del 63,6%, lo cual significa que el 63,6% de la precipitación se convierte en escurriencia y el 36,4% restante se pierde por evapotranspiración. Se concluye que el área de estudio presenta una precipitación media anual (1.847,4 mm), menor que la precipitación media anual de Colombia (3.000 mm) y mayor que el promedio anual de Suramérica (1.600 mm); y que la oferta hídrica del sistema estudiado (39,032 L s⁻¹ km²), es menor que la oferta hídrica promedio de Colombia (58 L s⁻¹ km²) y mayor que la oferta hídrica promedio suramericana (21 L s⁻¹ km²).
- Carchi, E. (2015), en su tesis denominado “elaboración de un balance hídrico de la cuenca del río machangara - Ecuador” donde se estudió la cuenca del río Machángara ubicada en la provincia de Azuay y Cañar, tiene una superficie de 325 km² y

está compuesta por tres micro cuencas: Río Chulco, Río Machángara Alto y Río Machángara Bajo. Se basó en los siguientes objetivos:

Elaboración de un Balance Hídrico en la Cuenca del Río Machángara,

Evaluar la precipitación y evapotranspiración en la cuenca del río Machángara,

Evaluar la demanda de agua e identificación de los usos más relevantes de los recursos hídricos,

Realizar un balance hídrico de la Cuenca del Río Machángara.

Además evaluó 3 variables climatológicas que más influyen con la cantidad de agua, siendo así la precipitación, temperatura (media, máxima y mínima) y evapotranspiración. Conjuntamente se determinó la demanda de agua e identificación de los usos más relevantes del recurso hídrico.

La disponibilidad hídrica de la cuenca se obtuvo a partir del cruce de información entre la precipitación y evapotranspiración. Para el estudio de la precipitación se determinó las áreas efectivas de cada estación con el método de polígonos de Thiessen, y para el cálculo de la evapotranspiración se empleó el método de Thornthwaite, el mismo que está en función de la temperatura media.

Para el cálculo de la demanda de agua se realizó un análisis y selección preliminar de datos utilizando la información del Banco de Autorizaciones de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).

Llegando a las siguientes conclusiones:

- La disponibilidad hídrica de la cuenca del río Machángara según el análisis de precipitaciones y evapotranspiración demuestran que existen intervalos de tiempo donde el recurso hídrico es insuficiente para satisfacer las necesidades y usos que se dan en la cuenca de estudio,

en zonas altas se ve un déficit del recurso, de igual manera en zonas bajas ya sea esto por inexistencia de lluvias o por un valor alto de la demanda de agua de los diferentes usos, existe un déficit mayor que podría traer consecuencias futuras por la falta del recurso hídrico.

- En este análisis se utiliza la evapotranspiración de referencia (ET_o), por lo tanto los resultados de los balances estarían de lado de la seguridad porque se trabaja con valores máximos de evapotranspiración por cada mes, es decir, los valores de disponibilidad de agua en la cuenca también serían máximos.
- Con el análisis de balance hídrico se obtiene: en la cuenca alta todos los meses la demanda se satisface al 100% a excepción de los meses agosto y septiembre que presentan un déficit del recurso, en la cuenca baja se muestra que hay déficit del recurso hídrico en los meses de enero, junio, julio, agosto y septiembre, conjuntamente en el mes de mayo y octubre se presenta datos bajos de superávit con tendencia de mostrar un déficit del recurso, los meses restantes satisfacen al 100% las necesidades del recurso.
- La cuenca alta y baja presentan periodos de déficit de recurso, que podría en un futuro tener una demanda mayor del agua debido a factores climáticos, aumento de población, crecimiento de usos industriales, riego, etc.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Entre los antecedentes nacionales que guardan relación con nuestro tema, tenemos a las siguientes investigaciones:

- Gálvez, M. (2015), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, denominado “Balance de los recursos hídricos de la laguna Rontococha en la sub cuenca del río Mariño para gestión integrada”. Donde el objetivo general fue investigar

sobre la gestión actual del recurso hídrico, así como los usos que se le da en la laguna, en conjunto a ello se discutió sobre los diversos escenarios planteados del aprovechamiento, establecer la bondad del balance hídrico como herramienta para la gestión de la laguna y en base a los procesos del ciclo hidrológico de la sub cuenca. Esta gestión se aplicó en la sub cuenca del río Mariño; el río en mención tiene sus orígenes en la laguna RONTOCOCHA cuya cota superficial alcanza en promedio 4200 m.s.n.m. El área de estudio es de 7.85 km² promedio, y es la principal micro cuenca que incluye dentro de ella micro cuencas secundarias formadas por 3 lagunas que son las siguientes y cuyas respectivas áreas son:

- Amaruccocha = 0.94 Km² a 2 Km al NE de Rontoccocha, a 4360 m.s.n.m. (no contemplada en éste estudio).
- Allccoccocha = 1.23 Km² a 2 Km al SE de Rontoccocha a 4380 m.s.n.m. (con proyecto de represamiento).
- Alfaraccocha = 1.34 Km² a 2 Km al SSE de Rontoccocha a 4420 m.s.n.m. (con proyecto de represamiento).

En la investigación se realizó un balance hídrico en un escenario basado en los datos de los estudios realizados en la zona hasta el 2013; para un escenario en el año 2030, basado en un modelo regional generado por el SENAMHI (para la sub cuenca del río Mariño) a partir de los modelos globales del panel intergubernamental para el cambio climático (IPCC por sus siglas en inglés); y un tercer escenario para el año 2090, basado en modelos globales que contemplan datos de cambio climático, también generado por el IPCC. Los tres escenarios se desarrollan en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Llegándose a demostrar que el balance hídrico sirve como herramienta para la GIRH, para determinar la disponibilidad de agua en diferentes escenarios (años), en las cuales se debería planificar el manejo de este recurso hídrico.

Para el escenario 2013 podemos ver la importancia del aporte de la escorrentía y las precipitaciones en las estaciones de

lluvia. Con la estimación del balance hídrico realizado en este trabajo se puede notar la importancia del desarrollo de planes de regulación de este tipo de lagunas, sobre todo en épocas de lluvia donde el nivel de la laguna no debe sobrepasar una determinada cota de seguridad, pero que a su vez debe de intentar almacenar la cantidad de agua requerida por la demanda de la población y agrícola. Según los resultados del presente trabajo, para el escenario 2013 se estiman 0.54 MMC como volumen de superávit de la micro cuenca.

Para el escenario 2030 se observó un aumento del recurso hídrico disponible, comparando con el escenario anterior se puede obtener un incremento de hasta 2.05 veces la cantidad de agua actual, con lo cual plantearan retos a la administración del agua de esta micro cuenca al ANA, la EPS EMUSAP ABANCAY y lógicamente al gobierno regional de APURIMAC, es importante recalcar el hecho de reservar en las épocas de lluvia y así poder utilizarlas en las épocas de estiaje.

En el escenario del año 2090, cuando la población en la ciudad de ABANCAY, principalmente, sea mayor y por ende sus demandas hídricas, el volumen entregado estimado para la micro cuenca Rontoccocha habrá descendido a poco menos que la mitad del volumen estimado en el escenario 2013 y prácticamente es lo que se tiene actualmente.

En el desarrollo del presente trabajo, es importante resaltar la importancia del uso del sistema de información geográfica, que ayudó a relacionar la información hidrológica con la geología de la zona.

Tanto en el escenario actual como en los futuros (escenario 2030 y 2090) se concluye que es necesario el acercamiento de información de la situación de los recursos hídricos a la población local. El conflicto social iniciado en torno al manejo del recurso hídrico de la laguna Rontoccocha el año 2009 demostró que si la población local no participa a ningún nivel en el manejo del recurso hídrico de su propia cuenca es de esperar conflictos

futuros. Además como se pudo constatar en el taller realizado en la zona, existe interés de la población en conocer más acerca del estado de sus recursos hídricos que ya son percibidos como recursos agotables y que en la actualidad experimentan cambios en su estacionalidad y en su cantidad.

- Marroquín, A. (2016), en su tesis denominado “Balance hídrico superficial de la sub cuenca del río Paltiture” para optar el título profesional de ingeniero civil.

Evaluó las características hidrológicas de la sub cuenca del río Paltiture, para poder calcular la esorrentía a través del balance hídrico superficial siguiendo la Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur realizada por la Unesco. Para esto, se contó con datos pluviométricos desde el período de 1995 hasta 2010.

Este análisis se realizó con la finalidad de determinar la disponibilidad del recurso hídrico en la sub cuenca y así calcular el volumen que podría tener la presa Paltiture. Para alcanzar los objetivos propuestos se analizaron estadísticamente los datos pluviométricos de las estaciones pertenecientes a la zona de estudio, lo cual permitió estimar el caudal de la zona y la disponibilidad de agua en la sub cuenca.

De esta investigación fue posible concluir lo siguiente:

- el volumen del embalse Paltiture se determinó teniendo en cuenta la capacidad hídrica de la sub cuenca, el caudal ecológico y la interacción entre ambas, obteniéndose tres posibles resultados: 122, 83 y 141 MMC respectivamente.
- El embalse ayudará a disminuir la concentración de elementos contaminantes en el río Tambo por causas litológicas y por ende disminuir los daños ocasionados a la agricultura y la población de la zona.

2.1.3. Antecedentes locales

- Campero, J. en su proyecto titulado: “estudio hidrológico del río Huallaga (margen derecha) defensa ribereña desde afilador, brisas y tingo maría, Perú”; donde se basó en los siguientes objetivos:
 - La construcción de defensas ribereñas en el margen derecho del río Huallaga.
 - Determinar las características hidrológicas de respuesta lluvia-escorrentía, con intensidades máximas y diferentes períodos de retorno.
 - Estimar el cálculo del caudal máximo con diferentes períodos de retorno en el tramo donde se ubica la estructura de la defensa ribereña.

Llegando a las siguientes conclusiones:

- Se analizaron los datos de precipitaciones promedios mensuales y máximas de 24 horas, de las estaciones meteorológicas de san Rafael, Ambo, Yanahuanca, Jacas chico, Huánuco, LLata y Tingo maría.
- La cuenca alta del río Huallaga para su mejor análisis, se demarcaron en seis (06) áreas y/o sub cuencas.
- El caudal que se presenta, con una avenida máxima, donde es necesario tomar en cuenta las medidas necesarias de la ocurrencia de impactos negativos con los parámetros hidrológicos calculadas para el diseño de la estructura de la defensa ribereña es de 2,593.63 m³/seg, para un período de retorno de 100 años, de acuerdo al tirante hidráulico datos concedido por la oficina de "senamhi". su caudal máximo calculado es de 2579.83 m³/seg. En la misma estación fijado como punto de control "g".
- Tirante del río para la máxima avenida = 5.41 metros.

- El caudal que se presenta, en la progresiva km. 5+457 (incremento del tramo) con un caudal máxima, donde es necesario tomar en cuenta las medidas necesarias de la ocurrencia de impactos negativos con los parámetros hidrológicos calculadas para el diseño de la estructura de la defensa ribereña es de 2,645.50 m³/seg.
- Las características hidráulicas en máximas avenidas para un período de retorno de 100 años en la progresiva 5+457 del río Huallaga margen derecha, que se tomarán en cuenta: tirante del río para la máxima avenida = 5.48 metros, velocidad del flujo en máxima avenida = 4.08 metros/seg, área hidráulica = 647.22 m², perímetro mojado = 129.09 metros, radio hidráulico = 5.0149 metros, energía específica = 6.3319 m-kg. /kg.
- Las variables de los parámetros geomorfológicos sirvieron para proponer y tabular las descargas máximas en cada uno de las sub. Cuencas de los puntos de controles.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Oferta hídrica

El instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales en la metodología de cálculo del índice de escasez (2004), hace mención que, “la oferta hídrica de una cuenca es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma”.

2.2.2. Método de la ecuación del balance hídrico – térmico.

En regiones con pocos datos de aforos, también se puede hacerse una evaluación aproximada del caudal medio, para ríos medianos y grandes, mediante la ecuación, $P-E-Q=0$, que

proporciona el balance hídrico de una cuenca para un largo período de tiempo; es decir, el caudal medio (escorrentía) es la diferencia entre la precipitación y la evaporación medias. La precipitación media anual necesaria puede obtenerse de anuarios climatológicos o de un mapa de isoyetas. La evaporación media anual de la ecuación del balance térmico o por medio de fórmulas empíricas. (Unesco, 2008).

El instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales en la metodología de cálculo del índice de escasez (2004), hace mención que, “el cálculo de la oferta hídrica de una cuenca es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma”. Además menciona que, “el conocimiento del caudal del río, su confiabilidad y extensión de la serie del registro histórico son variables que pueden influir en la estimación de la oferta hídrica superficial. Cuando existe información histórica confiable de los caudales con series extensas, el caudal medio anual de ríos es la oferta hídrica de esa cuenca.”

Para los efectos de calcular la oferta hídrica de una cuenca hidrográfica, se aplicaran según cada caso las siguientes metodologías de acuerdo con la información disponible y características físicas de la cuenca.

Balance hídrico: Para cuencas hidrográficas con un registro de las variables climatológicas e hidrológicas mayor de 10 años, situación que permite estimar la oferta hídrica media anual. Esta metodología se aplica en cuencas instrumentales y con área de drenaje mayor (más de 250 km²).

Caudal medio puntual en las corrientes de interés: Cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables (series anuales menores de dos años).

Relación lluvia - escorrentía: Aplicable en cuencas menores, es decir cuyas áreas de drenaje sean inferiores a 250 km², cuencas no instrumentadas y en consecuencia no cuentan con registros de caudal para la estimación de la oferta superficial mensual.

A continuación se detallara el método de balance hídrico por ser el método a utilizar en el presente estudio.

- **Metodología del Balance hídrico**

La estimación de la oferta hídrica para un espacio y periodo específico tiene como base el ciclo hidrológico modelado mediante el balance hídrico el cual determina la disponibilidad del agua en cada una de las fases: precipitación, evapotranspiración real, infiltración y escorrentía. La base física del balance hidrológico es la formulación de las ecuaciones de conservación de masa para volúmenes de control o unidades hidrográficas determinadas. Expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran de control y la cantidad de agua que sale considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado.

El balance hídrico natural incluye los siguientes componentes: (Iñiguez, 2003).

$$I - O = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Para una cuenca se tiene:

Entradas (I):

- Precipitación
- Escorrentía superficial desde otras cuencas
- Aguas subterráneas desde otras cuencas

Salidas (O):

- Evaporación
- Transpiración
- Escorrentía superficial hacia otras cuencas
- Agua subterránea hacia otras cuencas
- Infiltración

Cambio de almacenamiento (ΔS) (ΔT)

- Almacenamiento de aguas subterráneas
- Almacenamiento por cambio de humedad del suelo.
- Almacenamiento superficial en embalses canales y en la escorrentía superficial.

Disponibilidad Hídrica (escorrentía total)

La escorrentía total está representada por los flujos superficiales y subterráneo. El cálculo de la escorrentía se hace por el método recomendado por la UNESCO (2008), quien menciona que “a partir de los parámetros observados directamente como la precipitación y la escorrentía que mediante la aplicación de la ecuación simple de balance hídrico simplificado se obtienen los valores medios de ETR para las cuencas hidrográficas o regiones de interés”.

Asimismo describe que, “Considerando la información disponible en la cuenca de estudio se utiliza la siguiente ecuación para el balance hídrico:

$$ESC = P - ETR$$

Donde:

ESC. = Escorrentía media

P = Precipitación media

ETR = Evapotranspiración real media

Donde representa la cantidad de agua que existe en la cuenca (superávit o déficit) o disponibilidad de agua después de haber restado las entradas de agua (precipitación) y salidas de agua, debido a la demanda atmosférica de vapor agua (Evapotranspiración potencial) la cual está ajustada a los parámetros climáticos de la zona de estudio”.

Tal así que la oferta hídrica será calculada en forma de escorrentía superficial.

A continuación se presenta la forma de calcular la precipitación, la evapotranspiración y por ende la escorrentía, según el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales en la metodología de cálculo del índice de escasez (2004).

- **Precipitación**

Se describen los tres métodos generalmente más utilizados:

Promedio aritmético. El método aritmético de una buena estimación si los pluviométricos están uniformemente distribuidos en la cuenca, si el área de la cuenca es plana y la variación de las medias entre los pluviómetros entre es pequeña o despreciable.

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

Donde:

N= número de pluviómetros

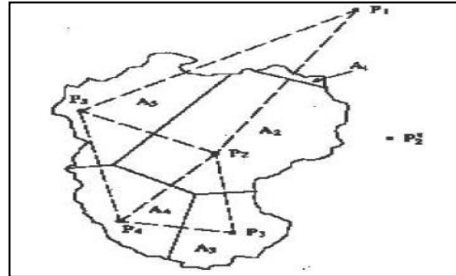
Pi: precipitación registrada en el pluviómetro i (mm)

P: precipitación media (mm)

Polígonos de thiessen. Este método proporciona un promedio ponderado de los registros pluviómetros de las estaciones que tienen influencia sobre el área. Para asignar el grado de influencia o ponderación en un mapa de la cuenca se unen los puntos de las estaciones mediante líneas rectas a las cuales se les traza las mediatrices formando polígonos. Los lados de los

polígonos conforman el límite de las áreas de influencia de cada estación. (Bateman, A. 2007).

Gráfico 1: Polígono de thiseen



Fuente: (Bateman, A. 2007).

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i P_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Donde:

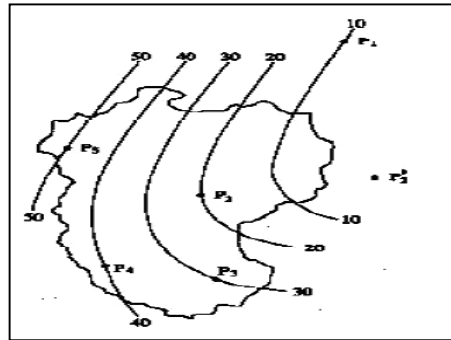
n= número de pluviómetros

Pi= precipitación registrada en el pluviómetro

Ai= área de influencia correspondiente al pluviómetro i, resultante del método de polígonos de thiessen.

Curvas isoyetas. Las isoyetas son líneas que unen puntos de igual precipitación; se trazan usando información de estaciones localizadas dentro y fuera de la cuenca, la metodología del trazado de estas curvas es similar a la usada para las curvas de nivel, pero aquí la altura de agua precipitada reemplaza a la cota del terreno. (Bateman, A. 2007).

Grafico 2: curvas isoyetas.



Fuente: (Bateman, A. 2007).

Este método promedia la precipitación de dos isoyetas consecutivas y se le asigna un peso o ponderación proporcional a la sub- área entre las dos isoyetas.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{P_i + P_{i+1}}{2} \right) A_{i,i+1}}{\sum_{i=1}^{n-1} A_{i,i+1}}$$

Donde:

n= número de curvas de igual precipitación

P_i= precipitación correspondiente a la curva de igual precipitación i.

A_{i i+1} = área entre las curvas de igual precipitación i e i+1

- **Evapotranspiración**

La evapotranspiración es la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. El volumen de agua que se ha evapotranspirado entra a formar parte de la humedad atmosférica como vapor, y representa una pérdida de agua en el balance hídrico de una cuenca.

Los factores que intervienen en la evapotranspiración son los mismos que afectan la evaporación a saber: el suministro de la energía, el transporte de vapor y la humedad de la superficie.

- **Evapotranspiración Potencial (ETP):** es la cantidad máxima de agua que puede evaporarse desde la superficie del suelo cubierto por vegetación y sin llegar a un estrés hídrico (FAO, 2006).
- **Evapotranspiración de Referencia (ET_o):** representa la tasa de evapotranspiración de un cultivo en específico con características de crecimiento similar que cubren totalmente el suelo y con la cantidad necesaria de agua para que no exista un déficit hídrico (FAO, 2006).
- **Evapotranspiración Real (ET_r):** cantidad real de evapotranspiración, es decir lo que se encuentra en el campo de estudio, para el cálculo de ET_r se necesita más parámetros a diferencia de la ETP y ET_o (Wikipedia, 2015).
- **Coeficiente de Cultivo (K_c):** el coeficiente de cultivo es un valor de ajuste para el cálculo de la ET_r y se presenta en tablas dependiendo las características de cada cultivo (FAO, 2006).

Para un área determinada la evapotranspiración potencial es mayor a la evapotranspiración real siempre y cuando no se suministre agua a la superficie para reemplazar la que ya se evapora.

Es decir:

$$ETR=K \times ETP$$

Donde:

ERT= evapotranspiración real (mm)

K = coeficiente que depende de la distribución temporal de las lluvias en el mes y de la capacidad del suelo para almacenar humedad. Constante igual a 0.4 para meses de 30 ó 31 días y 0.37 para el mes de febrero y 0.31 para periodos de diez días.

ETP = evapotranspiración potencial (mm)

Evapotranspiración potencial:

Entre los métodos indirectos más comunes para calcular la evapotranspiración potencial destacan los siguientes:

- **Radiación:** Este método precisa disponer de datos mensuales de temperatura media, humedad relativa media, número de horas de sol y velocidad del viento diurno (Sánchez, M. 2001).
- **Penman:** Este método requiere disponer de temperaturas medias mensuales, humedades relativas media y máxima, número de horas de sol, velocidad del viento y estimación de la relación entre velocidades del viento diurnas y nocturnas (Richard, G y Allen, L. 2006).
- **Blaney-Criddle:** Se basa en los datos de temperatura media, humedad relativa mínima, número de horas de sol y velocidad diurna del sol (Valverde, J. 1998).
- **Hargreaves:** Es necesario datos de temperatura y radiación solar para realizar el cálculo de evapotranspiración potencial (Hargreaves, G y Samani, Z. 1985).

- **Thornthwaite:** Tan sólo requiere los datos de temperatura media mensuales, y permite calcular la evapotranspiración potencial mensual.

Entre los métodos más utilizados, por su simplicidad para el cálculo de la evapotranspiración está el método de Thornthwaite, uno de los métodos empíricos más prácticos para realizar cálculos detallados de balances anuales y mensuales de agua, y ampliamente usado. El método de Thornthwaite aporta valores aceptables en zonas más o menos húmedas, en cambio no funciona bien para las zonas áridas o semiáridas. La falta de información en zonas de montaña como la inexistencia de datos de variables como la humedad, la radiación, la velocidad del viento, etc., ha conducido a estimar la evapotranspiración mediante la aplicación del método empírico de Thornthwaite, que únicamente necesita los datos mensuales de temperatura media. (Vorhauer, C. y Hamlett, J. 1996).

Dicha fórmula viene expresada como:

$$ETP = 16 (10 T/I)^a$$

Donde:

T = temperatura media mensual en grados centígrados.

i = índice térmico mensual:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

I = índice anual de calor:

$$I = \sum_{n=1}^{12} i = \sum_{n=1}^{12} \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

a = Exponente que varía con el índice anual de calor I:

$$a = 0.000000675I^3 - 0.0000771I^2 + 0.0179I + 0.49239.$$

Este método necesita la temperatura media mensual para estimar ETP para cada mes del año.

2.2.3. Parámetros morfométricos de la cuenca.

Es el estudio cuantitativo de las características físicas (fisiográficas) de una cuenca hidrográfica, y se utiliza para analizar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos. Dentro de este contexto es importante señalar que las mediciones deben ser realizadas sobre un mapa con suficiente información hidrográfica. (Bardales, H. 2008).

Así pues, el estudio sistemático de los parámetros físicos de las cuencas es de gran utilidad práctica, pues con base en ellos se puede lograr una transferencia de información de un sitio a otro, donde existe poca información: bien sea que fallen datos, bien que haya carencia total de información de registros hidrológicos, siempre que exista cierta semejanza geomorfológica y climática de las zonas en cuestión (Juella, O. 2011). Los parámetros más importantes y de mayor influencia sobre una cuenca son:

- **Área:** Se refiere al área proyectada en un plano horizontal, es de forma irregular y se obtiene después de delimitar la cuenca. Su cálculo es importante porque sirve de base para la determinación de otros elementos (parámetros, coeficientes, relaciones, etc.); además por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca y, porque el área puede relacionarse con la producción de sedimentos generándose lo que se conoce como tasa de degradación, la cual puede estar asociada con la erosión del suelo, a través de la relación de la producción de sedimentos y la remoción definida como tasa de entrega de un área de drenaje. (Villón, M. 2011).

Debido a que la forma de la cuenca es muy irregular, el cálculo del área de la cuenca no se puede realizar por fórmulas geométricas, en la actualidad para el cálculo de este parámetro se utilizan diferentes software. Se mide en kilómetros cuadrados, y en hectáreas cuando la cuenca es pequeña.

- **Cuenca Grande:** Es aquella cuenca en la que predominan las características fisiográficas de la misma (pendiente, elevación, área, cauce). Una cuenca para fines prácticos se considera grande, cuando el área es mayor de 250 km².
- **Cuenca Pequeña:** Es aquella cuenca que responde a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración, y en la cual las características físicas (tipo de suelo, vegetación) son más importantes que las del cauce. Se considera cuenca pequeña aquella cuya área varía desde unas pocas hectáreas hasta un límite, que para propósitos prácticos, se considera 250 km². (Villón, M. 2011).

Tabla 1.

Denominación de la cuenca según su área.

Tamaño de la cuenca	
Grande	$A > 250 \text{ km}^2$.
Pequeña	$A \leq 250 \text{ km}^2$.

Fuente: (villón, M. 2011)

- **Perímetro:** Se refiere al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, es de forma irregular y se obtiene una vez delimitada la cuenca. Se mide en Km y para su cálculo también se utiliza diferente software. Es importante porque en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. (Villón, M. 2011).

2.2.4. Delimitación de una cuenca

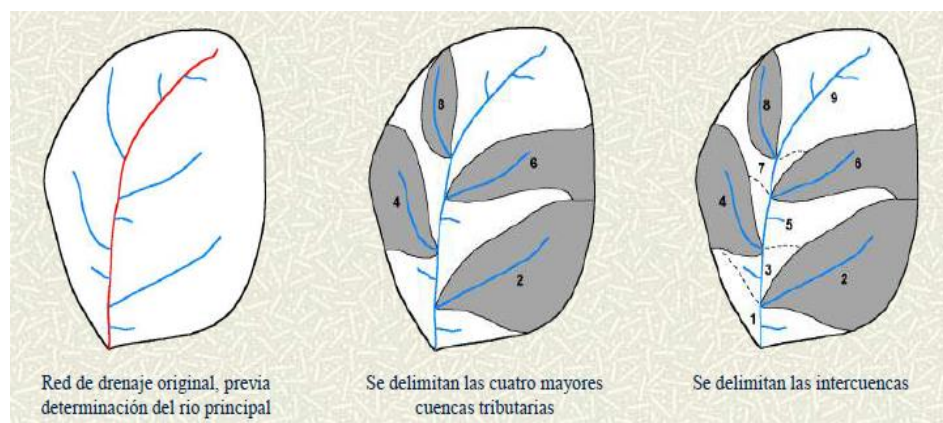
La Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, elaboró una propuesta en la cual se incorpora estándares internacionales de delimitación, codificación y clasificación de cuencas hidrográficas en el Perú. Es así, que el método creado por el Ing. Ott Pfafstetter, es el que se está aplicando en el proceso Peruano.

Sistema Pfafstetter para identificación de cuencas:

Es una metodología que consiste en asignar lds a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie del terreno.

El proceso de codificación consiste en: subdividir una cuenca hidrográfica, cualquiera que sea su tamaño, determinándose los cuatro mayores afluentes del río principal, en términos de área de sus cuencas hidrográficas. Las cuencas correspondientes a esos tributarios son enumerados con los dígitos pares (2, 4, 6 y 8), en el sentido desde la desembocadura hacia la naciente del río principal. Los otros tributarios del río principal son agrupados en las áreas restantes, denominadas intercuenas, que reciben, en el mismo sentido, los dígitos impares (1, 3, 5, 7 y 9).

Grafico 3: Metodología Pfafstetter-paso1

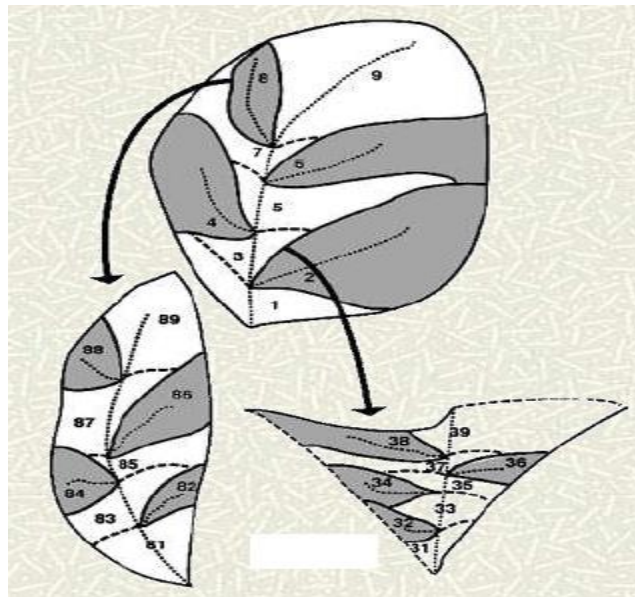


Fuente: Ministerio de agricultura y riego. (2012).

Cada una de esas cuencas e intercuenas, resultantes de esa primera subdivisión, pueden ser subdivididas de la misma manera, de modo que la subdivisión de la cuenca 8 genera las cuencas 82, 84, 86 y 88 y las intercuenas 81, 83, 85, 87 y 89. El mismo proceso se aplica a las intercuenas resultantes de la primera división, de modo que la intercuenca 3, por ejemplo, se subdivide en las cuencas 32, 34, 36 y 38, y en las intercuenas 31, 33, 35, 37 y 39.

Los dígitos de la subdivisión son simplemente agregados al código de la cuenca (o intercuenca) que está siendo dividida.

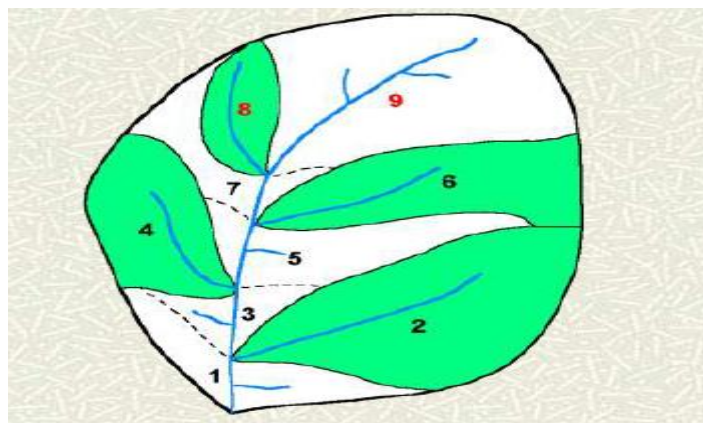
Grafico 4: Metodología Pfafstetter - Paso 2



Fuente: Ministerio de agricultura y riego. (2012).

Una complicación puede aparecer en que las dos unidades finales y más altas del río principal, son cuencas. En este caso la unidad que presente mayor área de drenaje es asignado el código “9” y la otra, más pequeña, el código “8”.

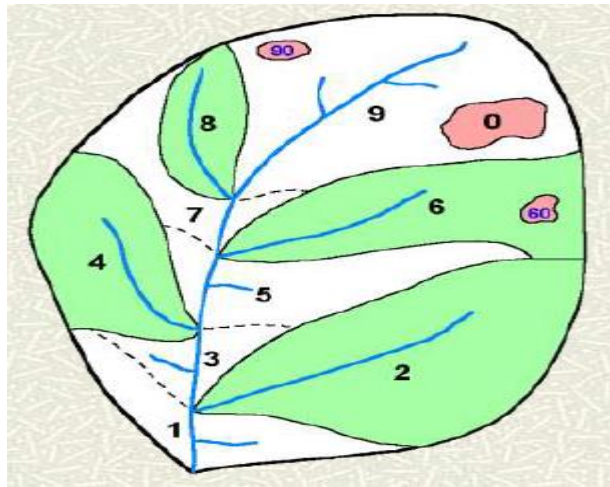
Grafico 5: Metodología Pfafstetter- Paso 3



Fuente: Ministerio de agricultura y riego. (2012).

Si un área contiene cuencas internas, la cuenca interna más grande es asignado código “0” y las otras cuencas internas son incorporadas a las cuencas o intercuencas aledañas.

Grafico 6: Metodología Pfafstetter- Paso 4



Fuente: Ministerio de agricultura y riego. (2012).

La utilización del método Pfafstetter para clasificación y subsecuente codificación de las cuencas hidrográficas es plenamente justificable, dadas a sus características únicas. De esta manera, permite que el código de cada unidad hidrográfica sea única dentro de un continente.

La totalidad del territorio es codificado por el Sistema de Pfafstetter. No deja ningún área del territorio sin codificar. Tanto cuencas e intercuencas son codificadas con este sistema. El método de codificación de Pfafstetter, hace un uso mínimo de la cantidad de dígitos en los códigos, cuyas cantidades, solamente, dependen del nivel que se está codificando. (Ministerio de agricultura y riego. (2012). Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú, 105. Recuperado de file:///C:/Users/Hp/Downloads/ANA0000383%20(1).pdf)

2.2.5. Tratamientos de datos hidrometeorológicos.

Una de las áreas más descuidadas en el análisis de series hidrológicas es el tratamiento de los datos históricos registrados por medición directa, por lectura o por conteo. Tratamiento significa el ajuste de los datos históricos a una condición homogénea, incluyendo la corrección de los posibles errores

sistemáticos, la completación, extensión de los mismos y la reducción de los datos a condiciones naturales (Tarazona, 2005).

2.2.5.1. Análisis de consistencia.

La no-homogeneidad e inconsistencia en series hidrológicas representa uno de los aspectos más importantes en los estudios hidrológicos contemporáneos, ya que cuando no se identifica, elimina ni se ajustan a las condiciones futuras la inconsistencia y no-homogeneidad en la muestra histórica se puede introducir un error significativo en todos los análisis futuros que se realicen, obteniéndose resultados altamente sesgados. En forma general los datos medidos en una estación pueden incluir dos tipos de errores; errores aleatorios y errores sistemáticos. Los errores aleatorios, se presentan debido a la inexactitud en las mediciones y observaciones, son difíciles de evaluar después de transcurrido un tiempo y se originan por error de lectura de datos, equipos defectuosos, mal empleo de los equipos, transcripciones erróneas, entre otros.

Los errores sistemáticos son los de mayor importancia y como consecuencia de los mismos, los datos pueden ser incrementados o reducidos sistemáticamente, con lo que los resultados finales se desvían pudiéndose producir grandes errores en los estudios que se realicen a partir de dichos datos.

Esta inconsistencia y no-homogeneidad se ponen de manifiesto con la presencia de saltos y/o tendencias en las series hidrológicas afectando las características estadísticas de dichas series, tales como la media y desviación estándar.

El análisis de consistencia de la información es el proceso que consiste en la identificación o detección, descripción y remoción de la no-homogeneidad e inconsistencia de una serie de tiempo hidrológica (Tarazona, 2005).

- **Análisis de doble masa acumulada.**

Los posibles errores se pueden detectar por el equilibrio o quiebres que presenta la recta de doble masa, considerándose un registro de datos con menos errores sistemáticos en la medida que presente un menor número de puntos de quiebre.

Un quiebre de la recta de doble masa o un cambio de pendiente puede o no ser significativo, pues si dicho cambio está dentro de los límites de confianza de la variable para un nivel de probabilidad dado, entonces el salto no es significativo, el mismo que se comprobará mediante un análisis estadístico (Tarazona, 2005).

- **Análisis estadísticos de saltos.**

La evaluación y cuantificación de los errores detectados en la forma de saltos se realiza mediante un análisis estadístico; vale decir, un proceso de inferencia para las medias y desviación estándar de ambos periodos separados en la fase anterior, mediante las pruebas de T de Student y F de Fisher respectivamente (Tarazona, 2005).

La consistencia de la media, se verificará mediante la comparación del T calculado y el T de tabla (Ver Anexo N°12), como se muestra a continuación:

Si $|T_c| = |T_t|$ al (95%) de confianza $\rightarrow X_1 = X_2$, estadísticamente las medias son iguales.

Si $|T_c| > |T_t|$ al (95%) de confianza $\rightarrow X_1 \neq X_2$, estadísticamente las medias son diferentes (existe salto).

Consistencia de la desviación estándar, consiste en probar Mediante la prueba de F de Fisher, si los valores de las desviaciones estándar de la sub muestras son estadísticamente iguales o diferentes con un 95% de confianza. La consistencia de la desviación estándar se verificará, mediante la comparación de F calculado y el F de tabla (Ver Anexo N° 11).

Como se muestra a continuación:

Si $|F_c| = |F_t|$ al (95%) de confianza $\rightarrow S1(x) = S2(x)$, las desviaciones estándar son iguales estadísticamente.

Si $|F_c| > |F_t|$ al (95%) de confianza $\rightarrow S1(x) \neq S2(x)$, las desviaciones estándar son diferentes (existe salto).

2.3. Definiciones conceptuales

Para la elaboración de la presente investigación se tomará en cuenta los siguientes términos:

2.3.1. Oferta ambiental del recurso hídrico:

Es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar. Usualmente esta porción de agua que escurre por los ríos es denominada por los hidrólogos como escorrentía superficial y su cuantificación conforma el elemento principal de medición en las redes de seguimiento hidrológico existentes en los distintos países. (IDEAM. Metodología para El Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial. BOGOTÁ, D.C., 2004. p 10)

2.3.2. Sistema de información geográfica:

Es un sistema basada en el ordenador (cbs) que proporciona los cuatros siguientes conjuntos de capacidades para el manejo de datos geo referenciados: entrada de los datos, gestión de los datos (almacenamiento y recuperación), manipulación y análisis y salida de los datos. (Iantada, N. y Nuñez, A. 2002)

2.3.3. Cuenca hidrográfica:

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico.

Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. (Geografía. (s.f.). Recuperado de http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/geo1/qu_es_una_cuenca_hidrografica.html)

2.3.4. Parámetros morfológicos de una cuenca:

Es el estudio cuantitativo de las características físicas (fisiográficas) de una cuenca hidrográfica, y se utiliza para analizar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos. Dentro de este contexto es importante señalar que las mediciones deben ser realizadas sobre un mapa con suficiente información hidrográfica. (Bardales, H. 2008).

2.3.5. Oferta hídrica:

La oferta hídrica de una cuenca es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca se está estimando la oferta de agua superficial de la misma. (Gonzalo, H. et al. 2004)

2.3.6. Temperatura atmosférica:

Es la cantidad de calor (mucho, poco o nada) que posee el aire de la calle, se mide en grados centígrados, se pueden representar en temperatura máxima, mínima y temperatura media (SENAMHI, 2011).

2.3.7. Temperatura media:

Se trata de los promedios estadísticos obtenidos entre las temperaturas máximas y mínimas (SENAMHI, 2011).

2.3.8. Precipitación:

Cualquier forma de partículas de agua, líquidas o sólidas, que caen de la atmósfera y llegan al suelo (SENAMHI, 2011).

La precipitación es en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad emanadas de la atmósfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como a lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o

helada, se suele medir en milímetros de altura o en litros por metros cuadrado. (Monsalve, G. 2000).

2.3.9. Precipitación media:

Se determina específicamente para un área determinada o en los mejor de los casos para una cuenca hidrográfica específica, procurando tomar los datos de precipitación lo más correctamente posible para que no se tengan datos falsos, es decir, que debe establecer previamente la consistencia de los registros de precipitación. (Academia. (s.f). Recuperado de https://www.academia.edu/24507279/determinacion_de_la_precipitacion_media)

2.3.10. Escorrentía:

Es la cantidad del agua de lluvia que excede la capacidad de infiltración del suelo. Si la lluvia caída supera esa capacidad, el exceso escurre hacia arroyos, quebradas, ríos, lagos y océanos. (Núñez, J.2001).

2.3.11. Déficit:

El déficit es aquella situación que se genera cuando hay escasez de algo necesario. (Economipedia. (s.f.). Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/deficit.html>)

2.3.12. Superávit:

El superávit es aquella situación que se genera cuando hay exceso de algo necesario. (Economipedia. (s.f.). Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/superavit.html>)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Ha

- La metodología del balance hídrico- térmico, permitió conocer la oferta ambiental hídrica, disponible en la cuenca del rio higueras para los meses de enero a diciembre del 2017.

H0

- La metodología del balance hídrico- térmico, no permitió conocer la oferta ambiental hídrica, disponible en la cuenca del rio higueras para los meses de enero a diciembre del 2017.

2.4.2. Hipótesis específicas

Ha₁

- Se podrá determinar los parámetros meteorológicos para la cuenca del rio higueras, a partir de los datos meteorológicos existentes dentro y fuera de la cuenca.

H0₁

- No se podrá determinar lo parámetros meteorológicos de la cuenca del rio higueras, a partir de los datos meteorológicos existentes dentro y fuera de la cuenca.

Ha₂

- Será posible determinar la demanda atmosférica de vapor de agua que se genera en la cuenca del rio higueras.

H0₂

- No será posible determinar la demanda atmosférica de vapor de agua que se genera en la cuenca del rio higueras.

Ha₃

- Se determinará la cantidad hídrica disponible de la cuenca del río Higuera.

Ho₃

- No se determinará la cantidad hídrica disponible de la cuenca del río Higuera.

Ha₄

- Se satisfacen las necesidades hídricas de la población, con la oferta hídrica disponible.

Ho₄

- No se satisfacen las necesidades hídricas de la población, con la oferta hídrica disponible.

2.5. Variables**2.5.1. Variables independientes**

Método del balance hídrico – térmico.

2.5.2. Variables dependientes

Oferta ambiental del recurso hídrico.

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 2.

Operacionalización de las variables (dimensiones e indicadores)

Variables	Definiciones	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Escala de medición	Técnica e instrumento
Variable dependiente Oferta ambiental hídrica	Es aquella porción de agua que escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales.	Cantidad hídrica disponible. (escorrentía)	Déficit(-) Superávit(+)	cuantitativo	Intervalo	Aplicación de la ecuación del balance hídrico.
Variable independiente Balance hídrico Térmico.	Ecuación que se Utiliza para describir las entradas y salidas de agua de un sistema.	<u>Parámetros meteorológicos para la cuenca.</u> Precipitación media real, Temperatura media.	Volumen de la precipitación media real. Temperatura media.	Cuantitativo Cuantitativa	mm °C	Recolección de datos meteorológicos del senamhi-Hco. Sistemas de información geográficas. (Argys).
		Demanda atmosférica de vapor de agua.	Volumen de la Evapotranspiración	cuantitativo	mm	Aplicación de formas empíricas (thiessen). Aplicación de formas empíricas (thornthwaite)
		Variable interviniente, Para el análisis				
Necesidades Hídricas de la población	Actividades sociales y económicas del hombre con el involucramiento del recurso agua.	Satisfacción a las necesidades hídricas	Superávit (+) Déficit (-)	Cuantitativo	Intervalo	Recolección de datos de concesiones de agua del ALA - alto Huallaga, aplicación del principio del método del balance hídrico.

ELABORACION: tesista

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de la investigación

3.1.1. Enfoque

(Hernández sampieri, 2014), expresa que, “las características de un enfoque cuantitativo son los planteamientos acotados, Mide fenómenos, Utiliza estadística, Prueba de hipótesis y teoría.” p.36 A partir de ello la presente investigación presenta un enfoque Cuantitativo debido a que se recopilaran y analizaran datos recogidos de campo (datos meteorológicos y datos de concesiones de agua), los cuales serán utilizados para poder probar la hipótesis, con base a la medición numérica.

3.1.2. Alcance o nivel

(Hernández sampieri, 2014), divide a los alcances o nivel de una Investigación científica en:

“Exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos.” p.89, el presente trabajo de investigación se ubica en el nivel de investigación Descriptivo y explicativo.

Descriptivo: Comprende el proceso de identificación, descripción y caracterización de los parámetros morfométricos de la cuenca del rio higueras; además de ello describe las incidencias del comportamiento de la oferta del recurso hídrico con respecto a la población de la cuenca del rio higueras.

Explicativo: Porque se explica el comportamiento hídrico.

3.1.3. Diseño

(Hernández sampieri, 2014), divide al diseño de una investigación científica, en “experimentales y no experimentales; y así mismo los no experimentales en longitudinales y transeccionales.”p.127

Es así que el presente trabajo de investigación se desarrolló enmarcado dentro del diseño no experimental en su modalidad longitudinal

El diseño es no experimental porque no existe manipulación de las variables debido a que ya han sucedido y se observan como tal en su contexto natural; asimismo Longitudinal, Porque se recolectaran los datos con un registro histórico de 15 años de estaciones Meteorológicas y de concesiones a agua otorgadas a la población que se encuentra dentro del ámbito de la cuenca del rio higueras.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La zona de estudio, abarca la extensión total de la cuenca del río Higueras, es así que la población es el recurso hídrico de toda la cuenca del rio higueras.

3.2.2. Muestra

La muestra viene a ser, el recurso hídrico disponible a medición de la cuenca del rio higueras. Por lo que estadísticamente no obedece a datos probabilísticos.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Para la Recolección de Datos

Para la determinación de los parámetros meteorológicos para la cuenca del rio higueras se realizó mediante la recolección de base de datos como:

- Registro de Base de datos (curvas de nivel, shp, cartas nacionales), para la delimitación de la cuenca y confección de los mapas.

- Registros de datos históricos (de 15 años) de temperatura media mensual y de precipitación total mensual, registrada por lectura por las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro y alrededor de la cuenca del río Higuera, las mismas que fueron entregadas por el SENAMHI-Huánuco.
- Para el análisis de la oferta hídrica se recolectó registro de base de datos de concesiones de agua entregadas a la población del ámbito geográfico de la cuenca (Huancapallac, San Cristóbal de Jacas Chico, Margos, Yacus, San Pedro de Chaulan, y una parte de Huánuco), las mismas que fueron proporcionados por el ALA Alto Huallaga.
- Técnica Para la determinación de la oferta hídrica.
El cálculo de la oferta hídrica se realizó según la metodología de la ecuación del balance hídrico $E-S-Q=0$, desarrollada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en la metodología de cálculo del índice de escasez (2004). El mismo que menciona que, “el cálculo de la oferta hídrica de una cuenca es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma”.

3.3.2. Técnicas para el procesamiento y análisis de información.

Los datos obtenidos se sistematizaron para la implementación de una base de datos por variables, para luego ser procesados de acuerdo al requerimiento del modelo.

Los datos se procesaron generalmente a partir del método del balance hídrico térmico.

- **Para determinar los parámetros meteorológicos:**

Para la precipitación media real de la cuenca: se realizara los siguientes pasos:

Definir las estaciones meteorológicas que describan a la cuenca, esto mediante la delimitación previa de la cuenca con el Argys.

Determinar las precipitaciones acumuladas de la cuenca, con los datos proporcionados por el senamhi-Huánuco.

Determinar la consistencia de los datos de las precipitaciones acumuladas, que registraron las estaciones, mediante pruebas estadísticas.

Determinar el área efectiva de las estaciones que describan a la cuenca por el polígono de thiessen, utilizando el Argys.

Y por último se determina la precipitación media por el método de thiessen definida por:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i P_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Donde:

n = número de pluviómetros

P_i = precipitación registrada en el pluviómetro

A_i = área de influencia correspondiente al pluviómetro i , resultante del método de polígonos de thiessen.

Para la determinación de la temperatura media:

Definir las estaciones meteorológicas que describan a la cuenca, esto mediante la delimitación previa de la cuenca.

Y se obtiene las temperaturas medias de las estaciones que describan a la cuenca, las mismas que fueron otorgadas por el senamhi - Hco.

- **Para determinar la demanda atmosférica de vapor de agua dentro de la cuenca:**

Se determina la evaporación potencial mediante el método de thornthwaite:

$$ETP = 16 (10 T/i)^a$$

Donde:

T = temperatura media mensual en grados centígrados.

i = índice térmico mensual:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

I = índice anual de calor:

$$I = \sum_{n} i = \sum \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

a = Exponente que varía con el índice anual de calor I:

$$a = 0.000000675I^3 - 0.0000771I^2 + 0.0179 I + 0.49239$$

Y con este se determina la evaporación real con la siguiente ecuación:

$$ETR = K \times ETP$$

Donde:

ERT = evapotranspiración real (mm)

K = coeficiente que depende de la distribución temporal de las lluvias en el mes y de la capacidad del suelo para almacenar humedad. Constante igual a 0.4 para meses de 30 ó 31 días y 0.37 para el mes de febrero y 0.31 para periodos de diez días.

ETP = evapotranspiración potencial (mm)

- **Para determinar la disponibilidad hídrica:**

El cálculo de la escorrentía se hace por el método recomendado por la UNESCO (2008), quien describe que, “Considerando la información disponible en la cuenca de estudio se utiliza la siguiente ecuación para el balance hídrico:

$$ESC = P - ETR$$

Donde:

ESC = Escorrentía media

P = Precipitación media

ETR = Evapotranspiración real media

Donde representa la cantidad de agua que existe en la cuenca”.

3.3.3. Interpretación de datos y resultados.

- Para la disponibilidad hídrica.

De la ecuación:

$$ESC = P - ETR$$

Donde la escorrentía representa la cantidad de agua que existe en la cuenca (superávit o déficit) o disponibilidad de agua después de haber restado las entradas de agua (precipitación) y salidas de agua, debido a la demanda atmosférica de vapor agua (Evapotranspiración potencial) la cual está ajustada a los parámetros climáticos de la zona de estudio, según la Unesco.

- Los datos que se obtuvieron finalmente fueron presentados en cuadros, tablas y mapas, que posteriormente fueron sometidos al análisis e interpretación.
- Se realizó el análisis estadista con la prueba T (t-Student), según (Hernández, R, et al, 2010, pág., 337)

3.4. Ámbito geográfico temporal y periodo de la investigación

3.4.1. Ámbito Geográfico

La investigación se llevó a cabo en todo el ámbito de la cuenca del río higuera.

Ubicación política:

Departamento	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Huánuco

Abarcando la totalidad del distrito de Yarumayo, gran parte de los distritos de Margos, Chaulan, Kichki y una pequeña extensión de la provincia de Huánuco y del distrito de Jacas Chico (distrito de la provincia de Yarowilca).

3.4.2. Posición geográfica

Geográficamente la cuenca del río higuera está comprendido por los siguientes vértices que se muestran en la tabla 3 en coordenadas UTM, DATUM WGS-84.

Tabla 3.
Ubicación geográfica

COORDENADAS UTM			
VERTICES	ESTE (X)	NORTE (Y)	ZONA
V1	341114.1083	8877428.7229	18S
V2	327431.5199	8897982.5904	18S
V3	343208.8484	8913785.7934	18S
V4	357717.2585	8899612.2843	18S
V5	344933.9044	8887137.7559	18S

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir de la georeferenciación de la cuenca, con el Argys.

ELABORACION: tesista

CAPITULO IV

RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos, los mismos que fueron realizados en función de los objetivos propuestos.

Dichos resultados se presentan en el siguiente orden: en la primera parte se presentan los procedimientos y resultados de la determinación de los parámetros meteorológicos que describan a la cuenca en estudio.

En la segunda parte, se determinó la demanda atmosférica de vapor de H_2O que se genera en la cuenca en estudio.

En la tercera parte se determinó la cantidad hídrica disponible en la cuenca del río Higuera.

Y por último se analizó si la disponibilidad hídrica de la cuenca satisface las necesidades hídricas de la población inmersa en la cuenca.

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. Determinación de los parámetros meteorológicos de la cuenca del río Higuera.

4.1.1.1. Precipitación media real.

Si bien tenemos datos como son las precipitaciones acumuladas de las estaciones que se encuentran dentro y cercanas a la cuenca del río Higuera, estos datos no nos aseguran que describen solo a la cuenca en estudio, razón por la que es necesario determinar la precipitación media para la cuenca, para esto es necesario saber si los datos son consistentes o es inevitable la completación de estos, y luego determinar el área efectiva, para obtener la precipitación media por Thiessen.

Estaciones meteorológicas para la precipitación

La tabla 4, muestra las estaciones meteorológicas que se encuentran alrededor y dentro de la cuenca del río Higuera; las cuales nos servirán para hallar las áreas efectivas de dichas estaciones, y los datos de precipitación total mensual (mm) y a partir de ellos se podrá hallar la precipitación media correspondiente a la cuenca.

Tabla 4.
Estaciones meteorológicas

ESTACION	COORDENADAS UTM	
	X (ESTE)	Y (NORTE)
CANCHAN	356419.793	8903032.099
JACAS CHICO	335422.124	8906948.997
SAN RAFAEL	371177.012	8857934.920
HUANUCO	363128.191	8899623.137
DOS DE MAYO	305417.083	8925362.322

Fuente: senamhi
Elaboración: tesista

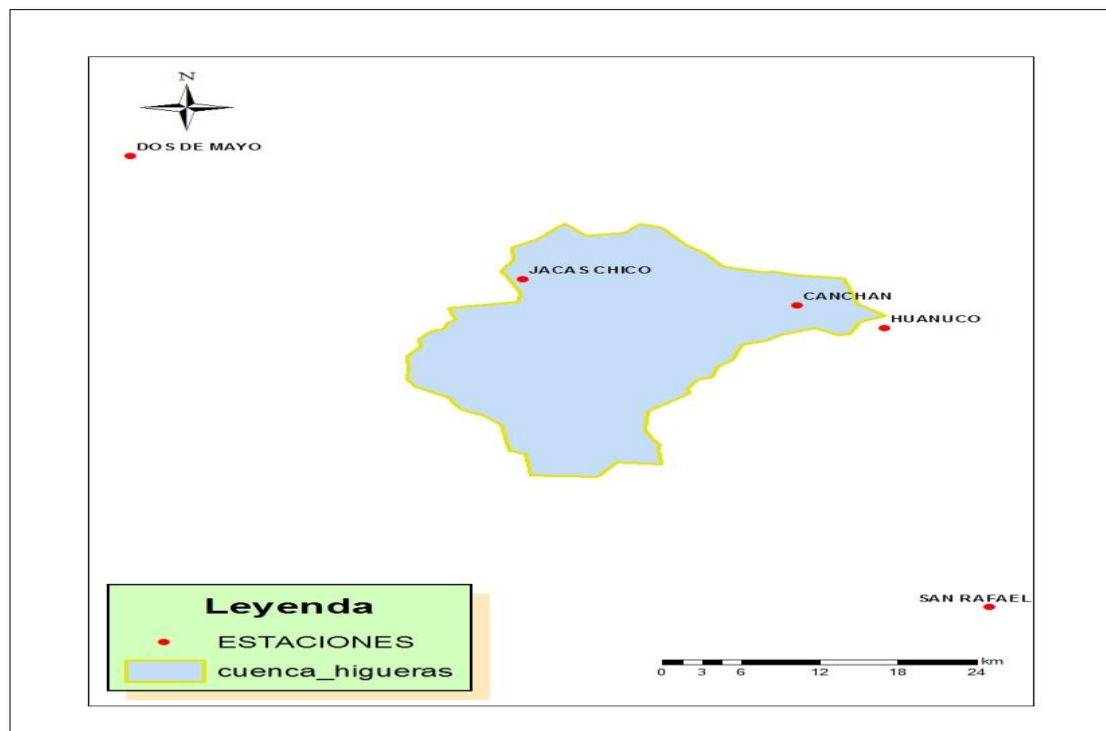


Grafico 7: ubicación -Estaciones meteorológicas
Elaboración: tesista

Análisis:

Si bien tenemos 5 estaciones meteorológicas que involucran a la cuenca, sin embargo solo tres de ellas la describen correctamente, esto debido a que las dos que se hallan ubicado fuera de la cuenca se encuentran en áreas muy lejanas a la área en estudio, razón por la que solo nos concentraremos en los datos que nos proporcionan las estaciones de Jacas, chancan y Huánuco.

Precipitaciones acumuladas.

Se obtuvieron a partir de las precipitaciones total mensual (mm) de cada estación meteorológica, por un periodo de 15 años, los mismos que fueron proporcionadas por el senamhi- Hco.

Tabla 5.
Precipitaciones Acumuladas

PRECIPITACION ACUMULADA PERIODO 2003-20017				
AÑO	ESTACION			
	Canchan	jacas chico	Huánuco	San Rafael
2003	448.3	1073.8	380.9	630.8
2004	449.1	980.7	389.8	676.3
2005	515.4	861.5	372.8	545.9
2006	507.2	937.0	463.4	582.6
2007	353.3	1013.6	354.5	655.1
2008	495.8	1088.0	449.8	685.8
2009	601.9	1242.3	423.3	647.5
2010	472.8	968.6	413.7	735.1
2011	575.7	1250.0	617.3	747.5
2012	587.9	1388.7	598.1	832.0
2013	578.7	1377.9	494.6	837.2
2014	580.0	1370.3	520.1	727.5
2015	404.8	1040.7	425.1	475.3
2016	268.7	801.5	224.6	409.2
2017	505.3	1163.0	412.6	771.1

FUENTE: Senamhi Huánuco.
ELABORACION: Tesista

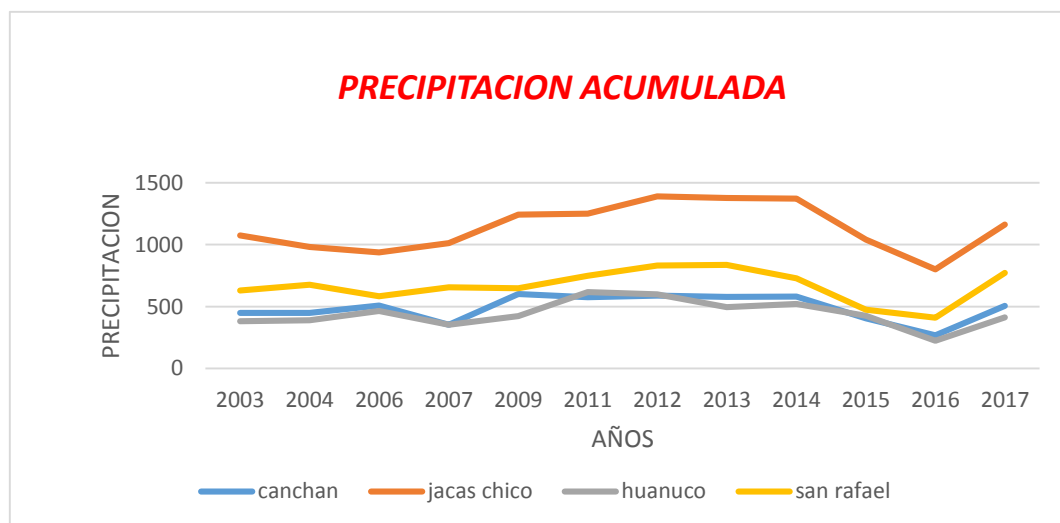


Grafico 8: Precipitaciones Acumuladas
ELABORACION: tesista

Análisis:

La tabla y su gráfica, muestran la precipitación acumulada y sus estaciones respectivas, donde se puede observar que el año de menor precipitación fue el 2016, siendo por el contrario el año en el que se presentó mayor precipitación fue para el año 2012, esto para todas las estaciones presentes.

Análisis de consistencia de los datos.

Para asegurar que los datos describan correctamente a la cuenca con respecto a la precipitación, se realizó el análisis de consistencia a los datos otorgados por el senamhi, el cual se trabajó únicamente de las estaciones que se encuentran dentro de la cuenca, ya que las vecinas tienen mucha distancia sobre el área la misma cuenca.

- **Análisis de doble masa:** Los posibles errores se pueden detectar por el equilibrio o quiebres que presenta la recta de doble masa, considerándose un registro de datos con menos errores sistemáticos en la medida que presente un menor número de puntos de quiebre. (Tarazona, 2005).

Tabla 6.
Análisis de doble masa

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL				PRECIPITACION TOTAL MENSUAL ACUMULADA			Promedio Precipitación Acumulada
AÑO	ESTACION			ESTACION			
	canchan	jacas chico	Hco	canchan	jacas chico	Hco	
2003	448.3	1073.8	380.9	448.3	1073.8	380.9	634.3
2004	449.1	980.7	389.8	897.4	2054.5	770.7	1240.9
2005	515.4	861.5	372.8	1412.8	2916.0	1143.5	1824.1
2006	507.2	937.0	463.4	1920.0	3853.0	1606.9	2459.9
2007	353.3	1013.6	354.5	2273.3	4866.6	1961.4	3033.8
2008	495.8	1088.0	449.8	2769.1	5954.6	2411.2	3711.6
2009	601.9	1242.3	423.3	3371.0	7196.9	2834.5	4467. 7
2010	472.8	968.6	413.7	3843.8	8165.5	3248.2	5085.9
2011	575.7	1250.0	617.3	4419.5	9415.5	3865.5	5900.2
2012	587.9	1388.7	598.1	5007.4	10804.0	4463.6	6758.4
2013	578.7	1377.9	494.6	5586.1	12182.0	4958.2	7575.5
2014	580.0	1370.3	520.1	6166.1	13552.0	5478.3	8398.9
2015	404.8	1040.7	425.1	6570.9	14593.0	5903.4	9022.5
2016	268.7	801.5	224.6	6839.6	15395.0	6128.0	9454.1
2017	505.3	1163.0	412.6	7344.9	16558.0	6540.6	10147.7

REFERENCIA: Datos procesados a partir de las precipitaciones mensuales, para verificar si los datos describen correctamente a la cuenca en cuanto a precipitación.

ELABORACION: Tesista.

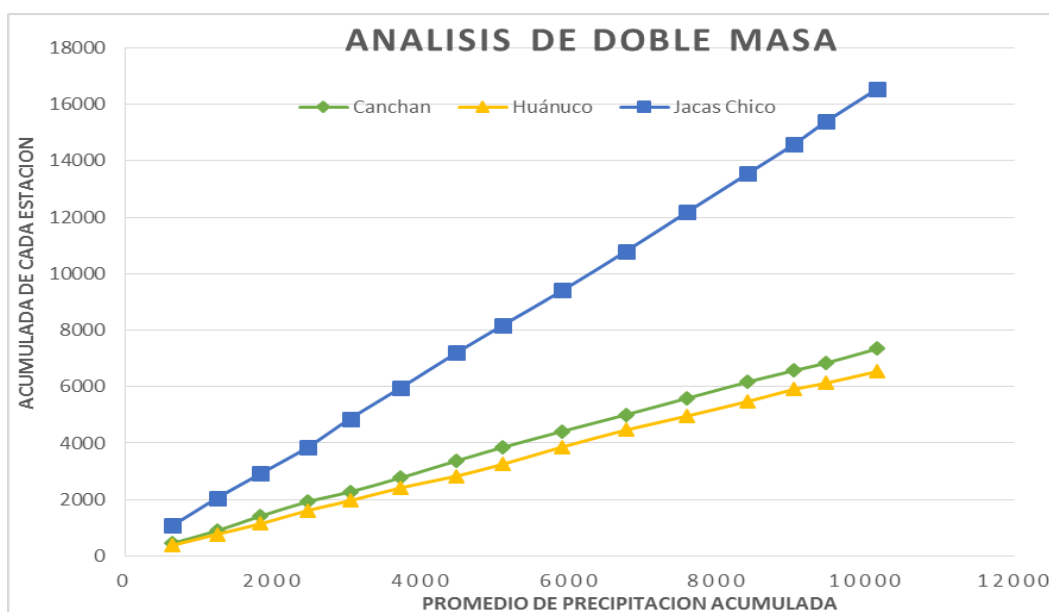


Gráfico 9: Análisis de doble masa

ELABORACION: Tesista.

Análisis:

Según el grafico obtenido los datos de precipitación no presenta saltos a simple vista, ello implica que no hace falta la completación de datos, sin embargo para contrastar esto es necesario pruebas estadísticas.

Con el fin de comprobar si grafica de doble masa contiene saltos se realiza el siguiente análisis:

- **Análisis estadístico de saltos:** El análisis de salto se hizo con las pruebas estadísticas t y f con un α de 0.5 %.

Tabla 6.
Análisis de salto

ESTACIONES	PERIODO UNO				
	PERIODO	N° DATOS	MEDIA	DES. ESTAN.	VARIANZA
CANCHAN	2003-2010	8	480.475	70.877	5023.553
JACAS CHICO	2003-2010	8	1020.688	115.369	13310.087
HUANUCO	2003-2010	8	406.025	38.208	19594.706

ESTACIONES	PERIODO DOS				
	PERIODO	N° DATOS	MEDIA	DES. ESTAN.	VARIANZA
CANCHAN	2011-2017	7	500.157	121.546	14773.540
JACAS CHICO	2011-2017	7	1198.871	217.676	47382.836
HUANUCO	2011-2017	7	470.343	133.387	17792.196

REFERENCIA: Datos procesados a partir de las precipitaciones acumuladas, para verificar si los dato son consistentes
ELABORACION: Tesista

Tabla 8.
Pruebas estadísticas

PRUEBAS ESTADISTICAS AL 95%			
T calculado	T tabular	F calculado	F tabular
-0.389692	1.7709	2.94085438	3.866
-3.021133	1.7709	3.559919318	3.866
-1.310119	1.7709	0.908010362	3.866

REFERENCIA: Datos procesados según el análisis de consistencia de las precipitaciones, para Verificar si los datos de la precipitación describen adecuadamente a la cuenca.

ELABORACION: Tesista

Análisis: Los resultados que se muestran en la tabla 7 y 8, manifiestan que los datos para las tres estaciones, son estadísticamente homogéneas, es decir no hay presencia de saltos y los datos son confiables debido a que, según las pruebas estadísticas realizadas $T_c < T_t$ y $F_c < F_t$, el cual indica que podemos hacer uso de estos bases sin ninguna modificación alguna y sin la necesidad de hacer la completación de estos.

- **Determinación de la precipitación media real.**

Allen Bateman-2007 en su publicación hidrología básica aplicada pag.29, nos dice que para una cuenca de área A en la cual se encuentran en ella y alrededor de ella una cierta cantidad de pluviómetros y en cada pluviómetro se registra una cantidad de lluvia acumulada P_i . La precipitación media mediante los polígonos de Thiessen trata de evaluar qué área de la cuenca le pertenece a cada pluviómetro. De esta manera se puede establecer una correspondencia de cada parte de la cuenca con un pluviómetro concreto.

Las áreas aferentes se distribuyen trazando primero las líneas normales a la recta que une los polígonos, uniéndolas hasta completar un cerco alrededor de cada pluviómetro.

Como la red de estaciones no está uniformemente distribuida sobre la cuenca en estudio, la precipitación se calcula con los datos de estaciones meteorológicas a las que se asigna un peso medio, es decir:

$$\bar{p} = 1/A \sum_{i=1}^n p_i a_i$$

Donde:

a: es el área, de la cual la estación de precipitación **i** se espera sea la representativa.

A: es el área de la cuenca.

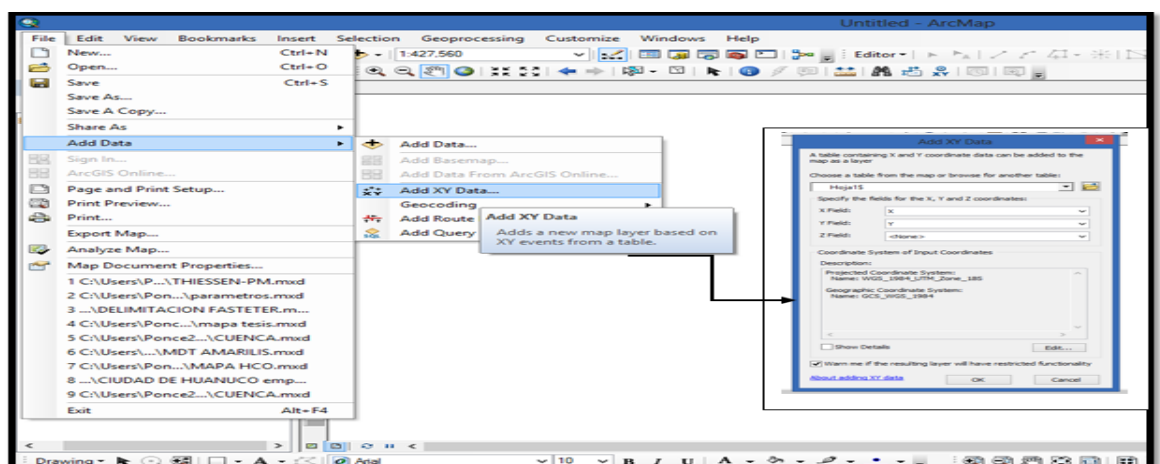
El área a_i , asignada a cada estación, se determina, normalmente, por el método de Thiessen (según Unesco pag.30).

Área efectiva

Para hallar el área efectiva y por consiguiente la precipitación media se utilizó el método de thiessen, para esto se trabajó con la ayuda de Argys 10.4.1 con su extensión arc map, para lo cual se siguió los pasos que muestran las siguientes figuras.

Se introdujo las estaciones de la tabla 4. Estaciones meteorológicas; como se muestra a continuación:

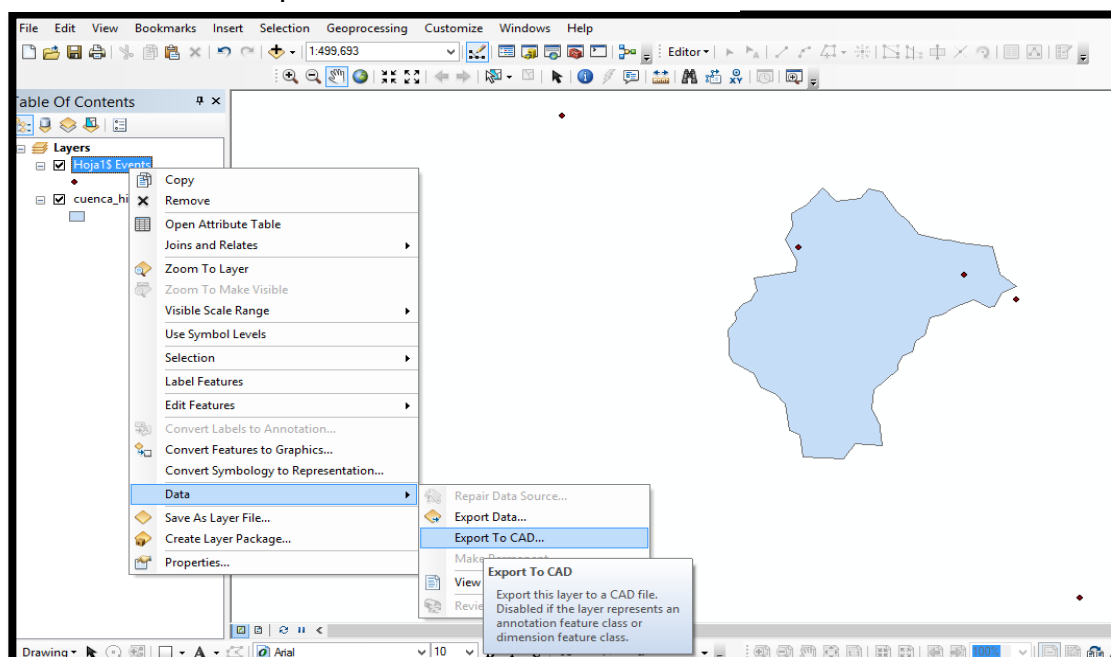
Grafico 10: Inserción de las estaciones



ELABORACION: Tesista, a partir de las estaciones meteorológicas, con el programa de Argys

Luego de haber obtenido las estaciones y previamente la cuenca delimitada pasamos a exportar la hoja excel de las estaciones para que luego el Argys nos permita trabajarlo por el método de thiessen.

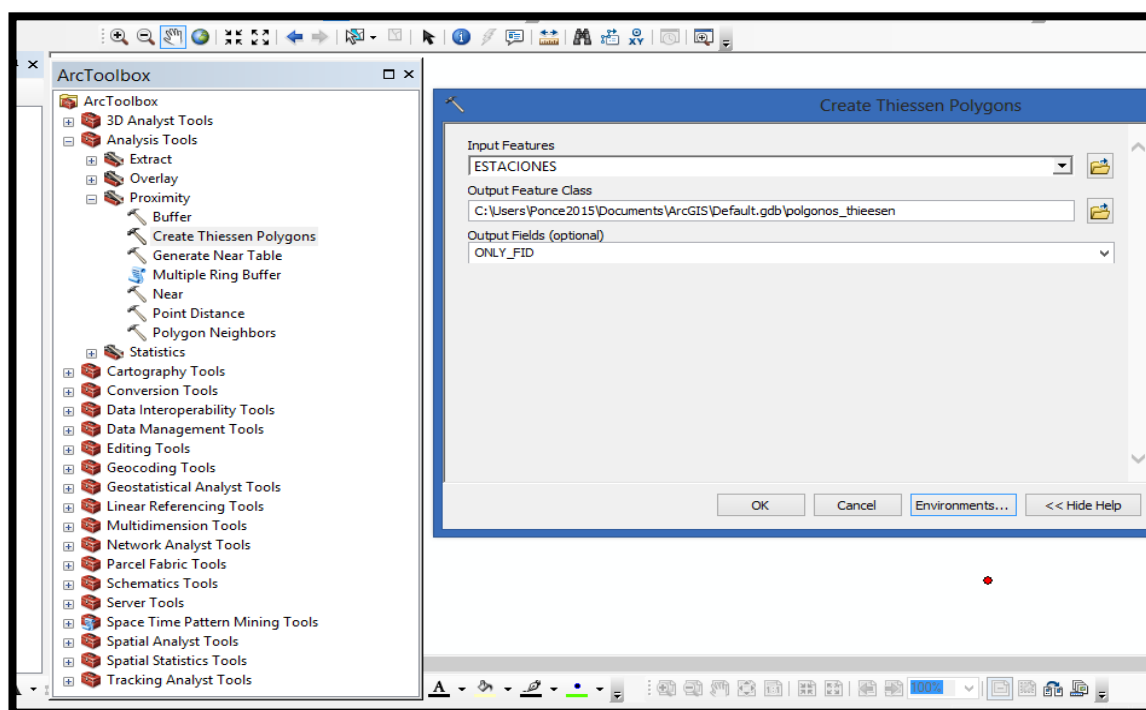
Gráfico 11: Pasos para hallar el área efectiva.



ELABORACION: Tesista, a partir de las estaciones meteorológicas, con el programa de Argys

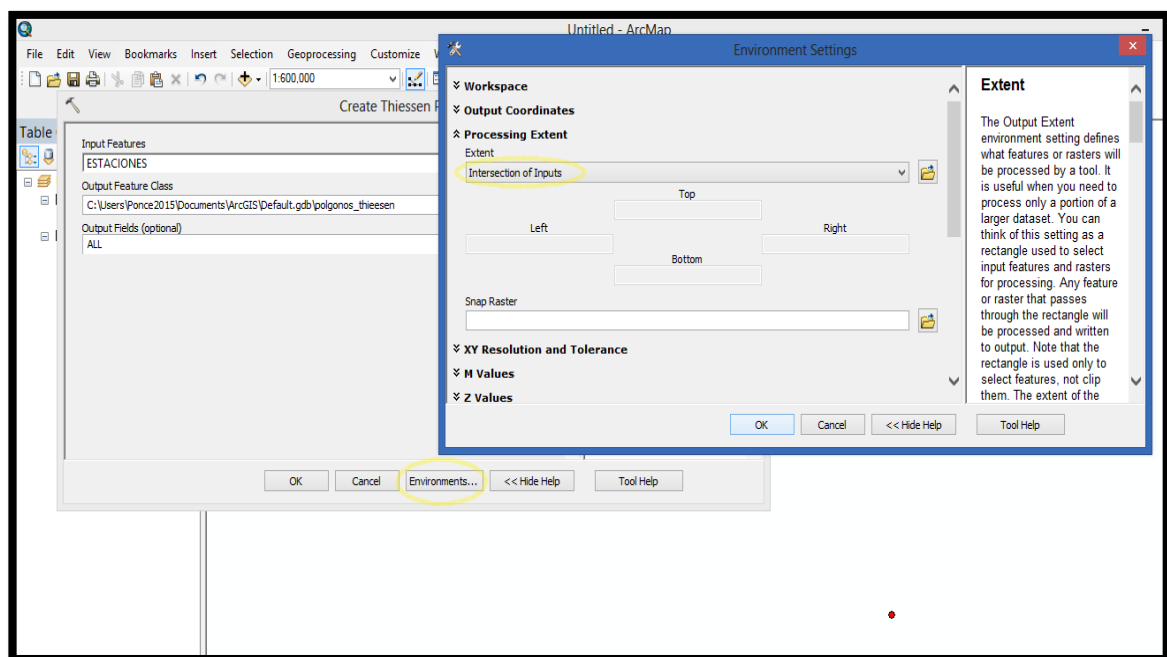
Seguidamente con la herramienta arctollbooks creamos los polígonos de thiessen.

Gráfico 12: Pasos para hallar el área efectiva.



ELABORACION: Tesista, a partir de las estaciones meteorológicas, utilizando Argys.

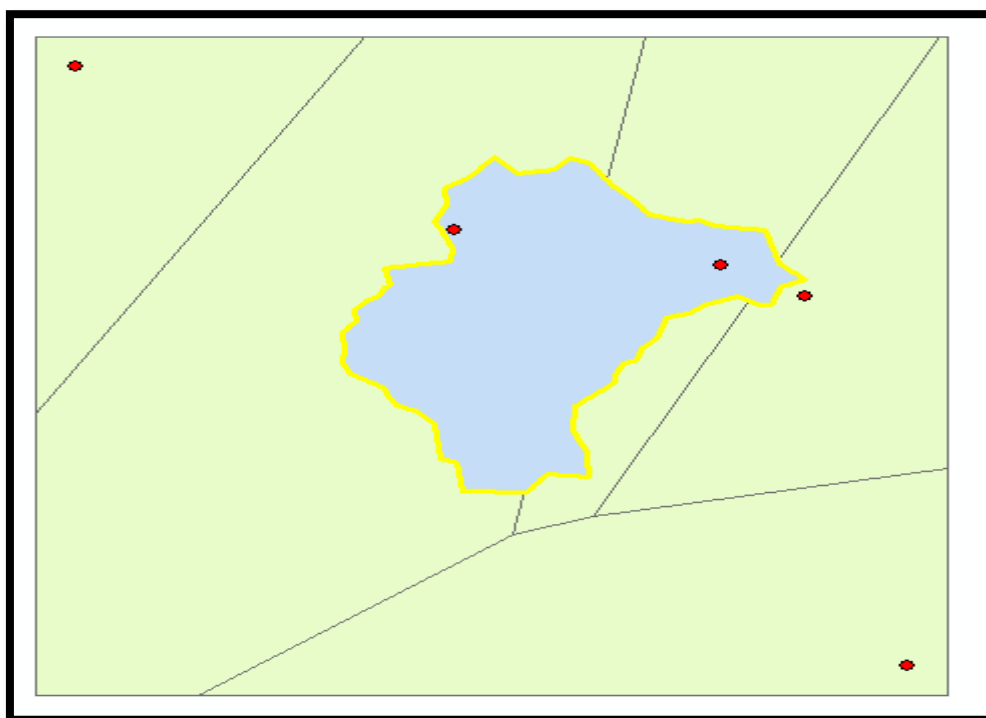
Grafico 13: Pasos para hallar el área efectiva.



ELABORACION: Tesista, a partir de las estaciones meteorológicas, utilizando Argys

Y así nos resulta el polígono de thiessen, pero para todo el ámbito de las estaciones que se encuentran alrededor de la cuenca

Grafico 14: Polígono de thiessen



ELABORACION: Tesista, a partir de las estaciones meteorológicas, utilizando Argys.

Con la herramienta geoprocessing-clip cortamos el polígono de thiessen solo la para la cuenca del rio higueras y en la tabla de atributos se halló el área efectiva en metros cuadrados de cada estación con las cuales se trabajó para hallar posteriormente la precipitación media.

Debido a que el área efectiva de la cuenca abarca tres estaciones meteorológicas, los cálculos se trabajaron solo con los datos de las estaciones de jacas chico (zona alta), canchan (zona media), Huánuco (zona baja).

Tabla 9
Área efectiva

POLIGONO THIESSEN_CUENCA						
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
CANCHAN	953.8	1127.7	1237.9	512.5	248.2	61.3
JACAS CHICO	2308.2	2552.3	2693.6	1505.1	601.3	252.7
HUANUCO	754.3	831.6	1230.5	452.6	191	61.5

POLIGONO THIESSEN_CUENCA							
ESTACION	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC	AREA (m ²)
CANCHAN	75.0	109.2	210.8	659.1	780.0	1369.0	241306257.8
JACAS CHICO	290.6	335.5	611.8	1282.0	1627.0	2497.0	451133956.8
HUANUCO	68.8	93.5	192.1	585.2	755.3	1324.0	8932809.9

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir del procesamiento de la ubicación de las estaciones, dichos resultados nos indican a cuantos metros del área total describen cada estación.

ELABORACION: Tesista

Mediante el área efectiva de precipitación, se dividió a la cuenca del río higuera en tres zonas: alta (jacas), media (canchan) y baja (Huánuco).

Tabla 9.

Distribución espacial de la precipitación.

ESTACION	AREA (metros ²)
CANCHAN	241306257.758
JACAS CHICO	451133956.764
HUANUCO	8932809.935
ÁREA TOTAL	701373024.46 (cuenca grande)

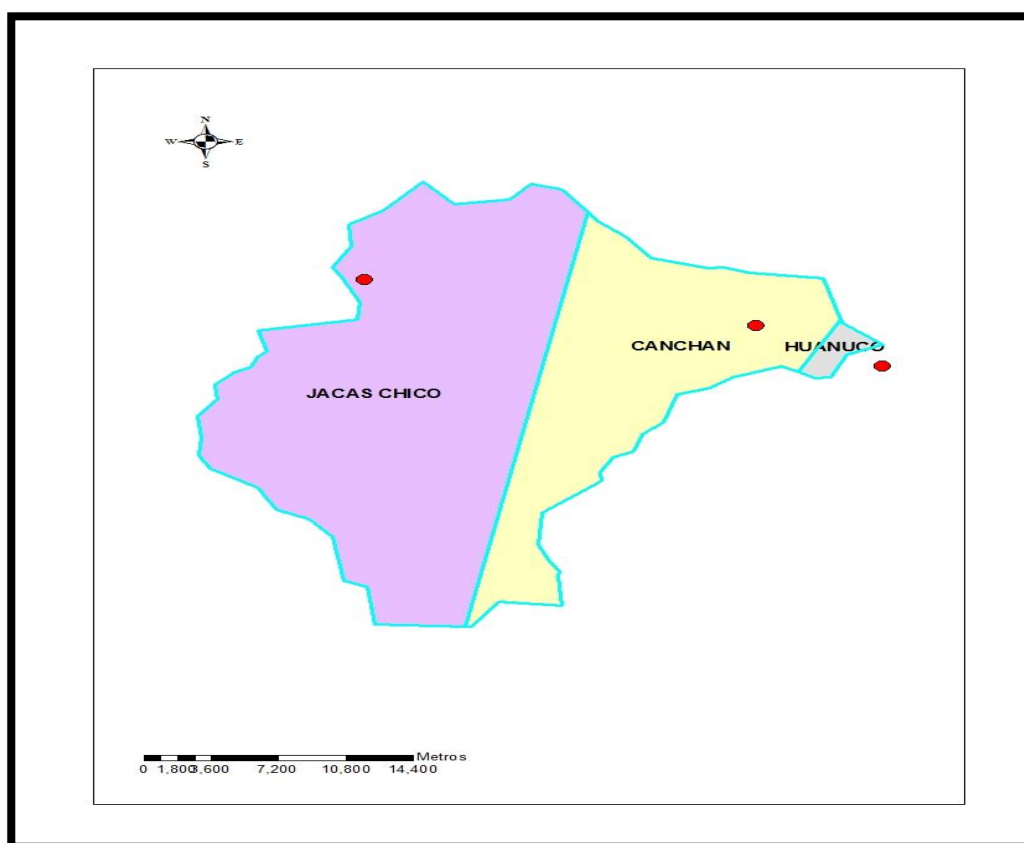


Grafico 15: Distribución espacial de la precipitación
ELABORACION: Tesista

Seguidamente hallamos la precipitación media mensual por cada estación meteorológica por el método de Thiessen, con los datos anteriormente hallados (Área efectiva). El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos.

TABLA 11.
Precipitación media mensual

ESTACION	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUN
CANCHAN	328.153352	387.983366	425.897498	176.324798	85.392809	21.090166
JACAS CHICO	1484.669873	1641.678761	1732.565102	968.103555	386.765443	162.540541
HUANUCO	9.606897	10.591404	15.671864	5.764393	2.432609	0.783275

ESTACION	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm)					
	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
CANCHAN	25.803629	37.570083	72.525399	226.762200	268.357740	471.139800
JACAS CHICO	186.918400	215.798770	393.519200	824.666500	1046.51152	1606.366000
HUANUCO	0.8762489	1.190832	2.446619	7.4532090	9.619633	16.865240

REFERENCIA: Obtenidos a partir del procesamiento de los datos del área efectiva, y de la precipitación total mensual, mediante el método de thiesen.
ELABORACIÓN: Tesista.

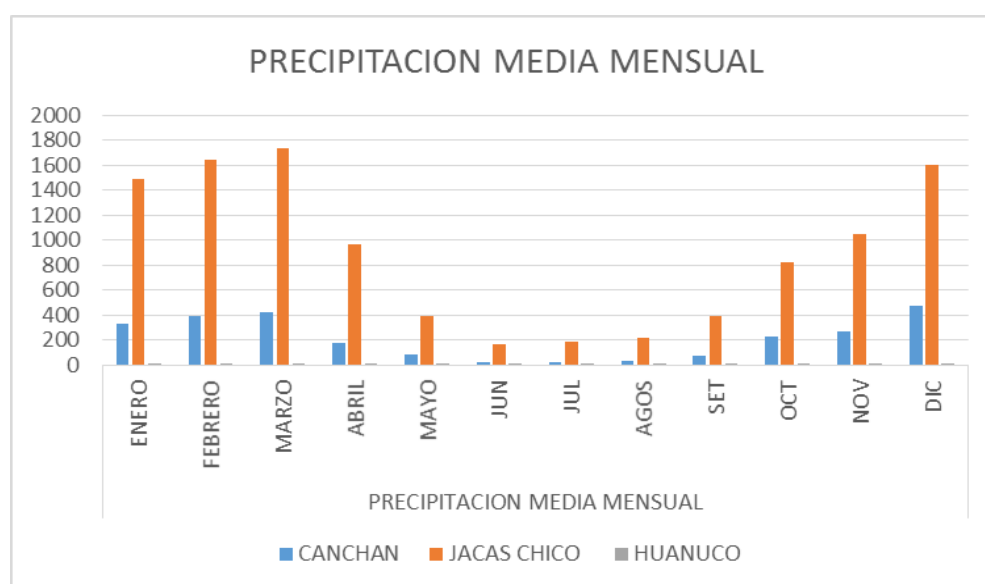


Grafico 16: Precipitación media mensual
ELABORACIÓN: Tesista.

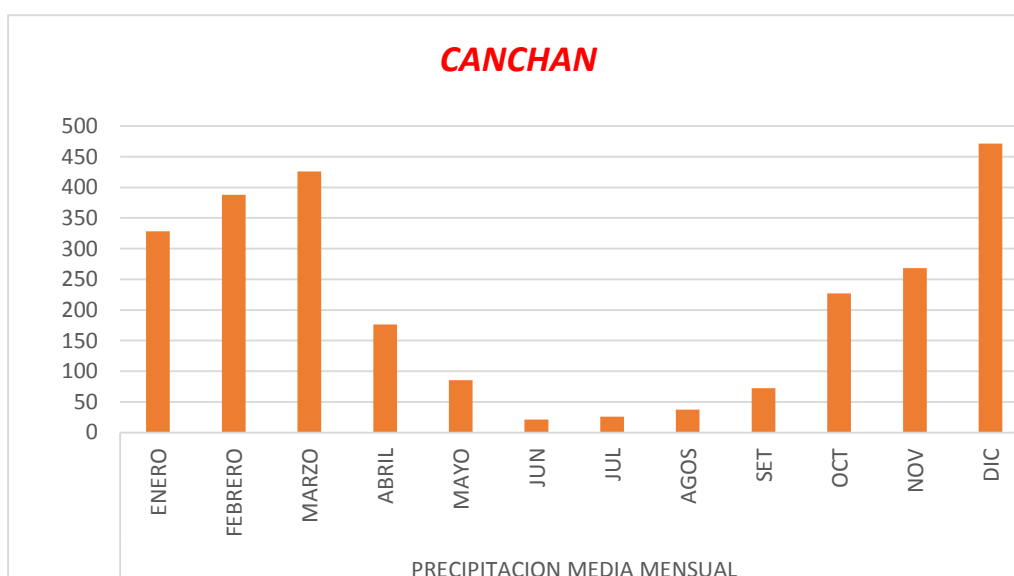
Análisis. La tabla 11 muestra las precipitaciones medias para la cuenca del río Higuera en mm, las cuales nos indican que están clasificadas en dos periodos: húmedos y secos, es así que se muestran que el periodo de lluvias con mayor magnitud comienza a partir del mes de enero hasta el mes de abril, entre mayo y setiembre las

precipitaciones son menores, por los meses de octubre noviembre y diciembre las precipitaciones incrementan.

Correspondiente al periodo de estudio, la gráfica 16 muestra que el mes que registro mayor precipitación media, fue el de marzo, en la zona que abarca la estación de jacas chico; por otro lado el mes de junio muestra la menor precipitación para las tres zonas.

En las siguientes graficas se muestras las precipitaciones medias mensual de cada estación.

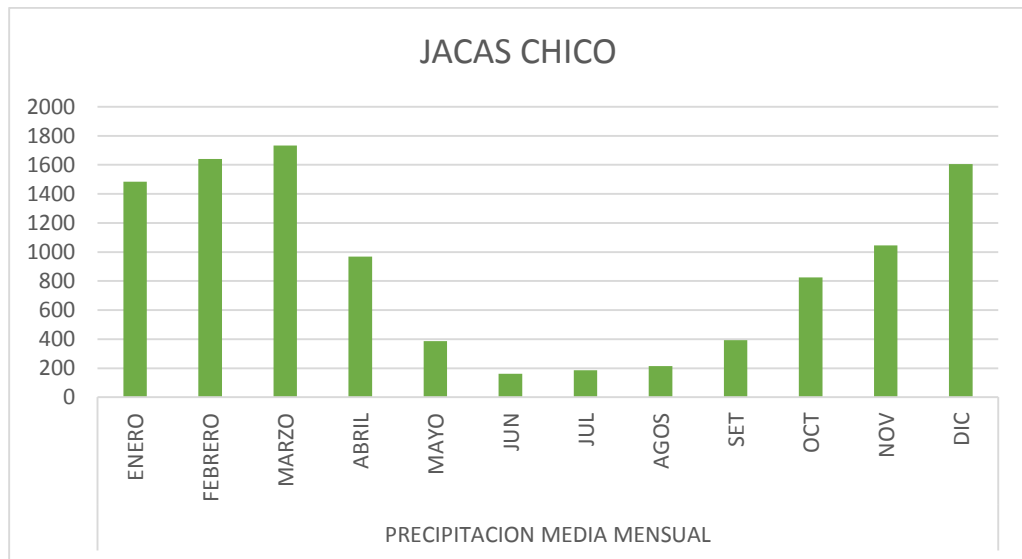
Grafico 17: Precipitación media mensual de canchan



ELABORACIÓN: Tesista

Análisis. La precipitación media para la zona de canchan (zona media) presenta una precipitación media más baja en los meses de junio y julio de 21.09 y 25.80 mm respectivamente, por lo contrario para los meses de diciembre y marzo las precipitaciones medias se elevan, 471.139 y 425.897 mm respectivamente.

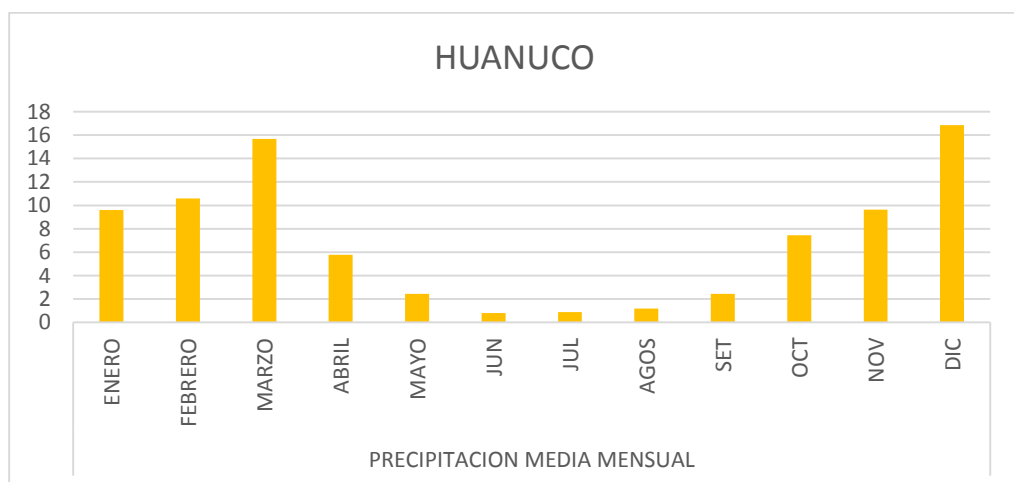
Grafico 18: Precipitación media mensual de jacas chico.



ELABORACIÓN: Tesista

Análisis: para la zona de jacas chico (zona alta), la precipitación media mensual más baja corresponde al mes de junio con 162.541 mm, por lo contrario se registran precipitaciones medias más altas para el mes de marzo como es 1732.565 mm.

Grafico 19: Precipitación media mensual de Huánuco



ELABORACIÓN: Tesista

Análisis: para la zona de Huánuco (zona baja) la precipitación media más baja corresponde a los meses de junio y julio, con 0.783 y 0.876 mm respectivamente, por lo contrario el mes de diciembre registra precipitaciones medias más elevadas.

4.1.1.2. Temperatura media.

Para determinar la temperatura media mensual, se obtuvo las temperaturas media mensual de un periodo de 15 años de las estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas dentro de la cuenca.

TABLA 12.

Temperatura media mensual y anual

TEMPERATURA MEDIA (°C)						
ESTACION/MES	ENERO	FEBR	MAR	ABRIL	MAY	JUN
CANCHAN (2003-2017)	20.343	20.267	20.247	20.460	20.273	19.440
JACAS CHICO (2003-2017)	8.236	8.273	8.280	8.360	8.020	7.220
HUANUCO (2003-2017)	20.643	20.500	20.493	20.900	20.793	20.110

TEMPERATURA MEDIA (°C)								
ESTACION/ MES	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL
CANCHAN (2003-2017)	19.44	18.88	19.62	20.34	21.08	21.39	20.51	20.24
JACAS CHICO (2003-2007)	7.22	6.71	7.10	7.71	8.37	8.97	8.40	7.97
HUANUCO (2003-2007)	20.11	19.69	20.23	20.87	21.29	21.49	20.65	20.64

Referencia: Senamhi – HCO

ELABORACIÓN: Tesista

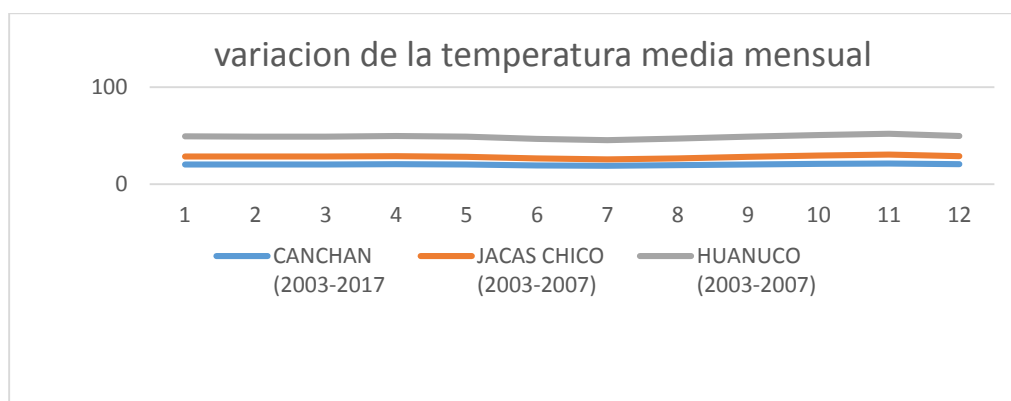


Grafico 20: Temperatura media mensual.

ELABORACIÓN: Tesista

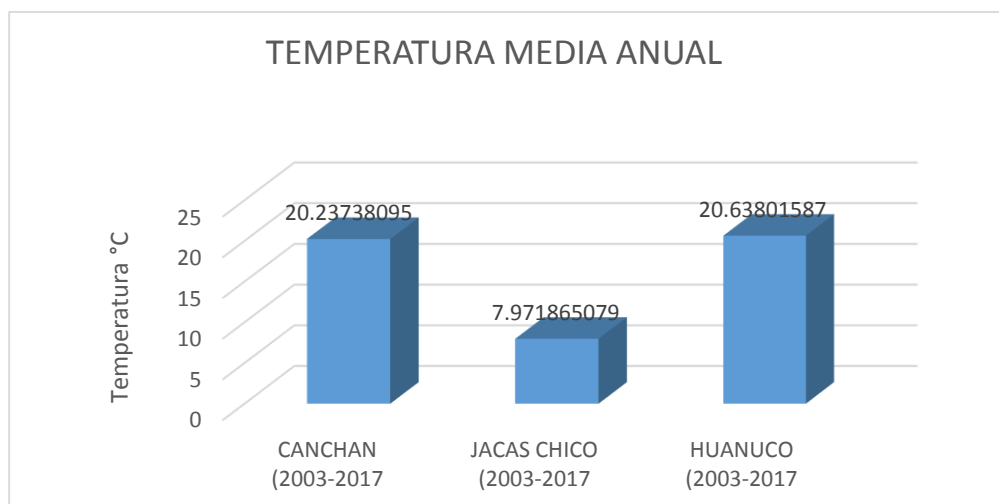


Gráfico 21: Temperatura media anual.
ELABORACIÓN: Tesista

Análisis: En la tabla 12 se aprecia la variación de la temperatura media mensual y anual, donde la zona más fría de la cuenca es la zona de la estación de jacas chico (zona alta) ya que registra una temperatura media anual de 7.97°C. Respecto a la gráfica 20, se muestra la variabilidad de temperatura media mensual en la cuenca del río higuera, esta variabilidad se da por el gradiente altitudinal y la humedad del aire los cuales son determinados por el clima de la zona.

Por otro lado las regiones más cálidas de la cuenca se encuentra en la parte media y baja con la estación de canchan y Huánuco, las mismas que registran una temperatura media anual de 20.24 y 20.64°C respectivamente, tal como se muestra en la gráfica 21.

4.1.2. Determinación de la Demanda atmosférica de vapor de agua en la cuenca.

Para conocer la pérdida de agua que se da en la cuenca necesitamos hallar la evapotranspiración potencial, que luego nos permitirá hallar la evapotranspiración real, el mismo que viene expresado por la siguiente formula.

$$ETR=K \times ETP$$

Donde:

ERT= evapotranspiración real (mm)

K = coeficiente que depende de la distribución temporal de las lluvias en el mes y de la capacidad del suelo para almacenar humedad. Constante igual a 0.4 para meses de 30 o 31 días y 0.37 para el mes de febrero y 0.31 para periodos de diez días.

ETP = evapotranspiración potencial (mm)

Para hallar la evapotranspiración potencial lo realizaremos mediante el método de Thornthwaite, por ser uno de los más empíricos y prácticos para realizar cálculos detallados de balances anuales y mensuales de agua, además de ello contamos con los datos de temperatura media mensual los mismos de los que requiere el método para estimar la ETP para cada mes del año.

$$ETP= 16 (10 T/I)^a$$

Donde:

T = temperatura media mensual en grados centígrados.

i = índice térmico mensual:

$$I = (t/5)^{1.514}$$

I = índice anual de calor:

$$I = \sum_n i = \sum \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

a = Exponente que varía con el índice anual de calor I:

$$a= 0.000000675I^3 - 0.0000771I^2 + 0.0179 I + 0.49239$$

El siguiente cuadro muestra el Índice térmico hallado con la formula descrita anteriormente.

TABLA 13.

Índice anual de calor mensual

ESTACION	I (INDICE DE CALOR MENSUAL)					
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
CANCHAN	1.664	1.655	1.652	1.680	1.655	1.553
JACAS CHICO	1.091	1.099	1.100	1.120	1.048	0.894
HUANUCO	0.012	0.011	0.011	0.010	0.012	0.011

ESTACION	I (INDICE DE CALOR MENSUAL)						índice anual de calor (I)
	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC	
CANCHAN	1.490	1.575	1.660	1.756	1.756	1.680	19.81866
JACAS CHICO	0.800	0.872	0.990	1.119	1.243	1.130	12.49714
HUANUCO	0.010	0.011	0.010	0.012	0.012	0.010	0.13882

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir del procesamiento de las temperaturas medias, mediante la fórmula del método de Thornthwaite.

ELABORACIÓN: Tesista.

(*) De acuerdo a Unesco. (2008) - Métodos del cálculo de balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos.

Para poder llegar a nuestros resultados, también hallamos el exponente (a) para cada estación, tal como se muestra en la tabla.

Tabla 14.

Exponente "a"

ESTACIONES	ESPONENETE (a)
CANCHAN	0.821359314
JACAS	0.705364846
HUANUCO	0.494873473

REFERENCIA: Datos obtenidos a
Partir del método de Thornthwaite.

ELABORACION: Tesista.

Con los datos del índice térmico y del exponente (a), pasamos a hallar la evapotranspiración potencial, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15.
Evapotranspiración potencial

Estaciones	Evapotranspiración Potencial (mm)					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Canchan	27.484	27.400	27.378	27.614	27.407	26.478
Jacas	19.579	19.642	19.653	19.787	19.215	17.843
Huánuco	16.905	16.847	16.844	17.009	16.966	16.686

Estaciones	Evapotranspiración Potencial (mm)					
	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
Canchan	25.849	26.680	27.481	28.300	28.645	27.666
Jacas	16.950	17.633	18.694	19.809	20.800	19.853
Huánuco	16.513	16.738	16.995	17.166	17.243	16.909

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir del procesamiento de las temperaturas medias, mediante la fórmula del método de Thornthwaite.

ELABORACIÓN: Tesista.

(*) De acuerdo a Unesco. (2008) - Métodos del cálculo de balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos.

Evapotranspiración real

En la siguiente tabla se muestra la evapotranspiración real, la misma que fue calculada con los datos de la evapotranspiración potencial y para la constante k igual a 0.4 para meses de 30 o 31 días y 0.37 para el mes de febrero.

TABLA 16.
Evapotranspiración real.

Estaciones	Evapotranspiración Real (mm)					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Jacas	7.831	7.267	7.861	7.915	7.686	7.137
Canchan	10.994	10.138	10.951	11.046	10.963	10.591
Huánuco	6.762	6.233	6.738	6.804	6.786	6.674

Estaciones	Evapotranspiración Real (mm)					
	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
Jacas	6.780	7.053	7.478	7.924	8.319	7.941
Canchan	10.339	10.672	10.992	11.320	11.458	11.067
Huánuco	6.605	6.695	6.798	6.867	6.897	6.764

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir del procesamiento de las temperaturas medias, mediante la fórmula del método de Thornthwaite.

ELABORACIÓN: Tesista.

(*) De acuerdo a Unesco. (2008) - Métodos del cálculo de balance hídrico. Guía Internacional de investigación y métodos.

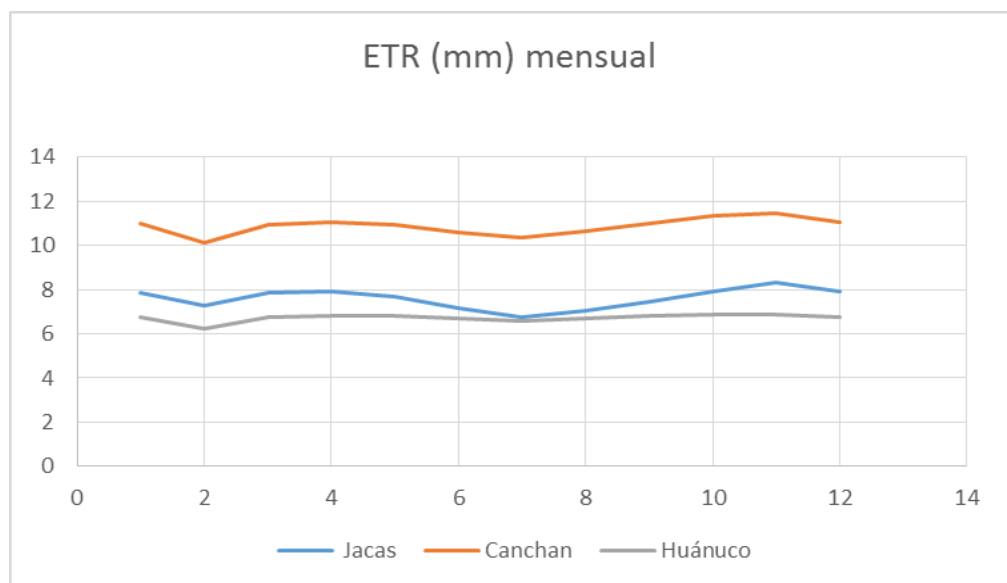


Gráfico 22: Evapotranspiración real mensual

ELABORACIÓN: Tesista

Análisis: En la gráfica 22, se muestra la variación de la evapotranspiración real mensual para las zonas de estudio, donde se puede apreciar que la menor evapotranspiración para todos los meses se presenta para la zona baja, que va desde 6.23 hasta 6.89 mm, por lo contrario, la zona media presenta la mayor variación dichos valores van desde 10.14 hasta 11.46 mm.

4.1.3. Determinación de la cantidad hídrica disponible en la cuenca (escorrentía)

La disponibilidad del recurso hídrico se obtiene luego de realizar una operación matemática (resta) de la precipitación media y la evapotranspiración real, antes obtenidas, a partir de los datos meteorológicos obtenidos en las estaciones de la cuenca.

Cuando resulta un valor positivo existe un superávit del recurso es decir la precipitación media es superior a la evapotranspiración real, por lo contrario al obtener un valor negativo nos indica que existe un déficit (escasez) del recurso.

A continuación la tabla 17. Muestra los resultados obtenidos:

TABLA 17.
Oferta hídrica

Estaciones	Superávit / déficit de agua (mm)					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Jacas	1476.838	1634.411	1724.704	960.189	379.079	155.404
Canchan	317.159	377.846	414.947	165.279	74.429	10.499
Huánuco	2.845	4.358	8.934	-1.039	-4.354	-5.891

Estaciones	Superávit / déficit de agua (mm)					
	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
Jacas	180.138	208.746	386.042	816.743	1038.192	1598.425
Canchan	15.464	26.898	61.532	215.442	256.899	460.073
Huánuco	-5.729	-5.504	-4.351	0.587	2.722	10.102

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir del procesamiento de los datos de la precipitación media y la evapotranspiración real media.

ELABORACIÓN: Tesista.

(*) De acuerdo a Unesco. (2008) - Métodos del cálculo de balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos.

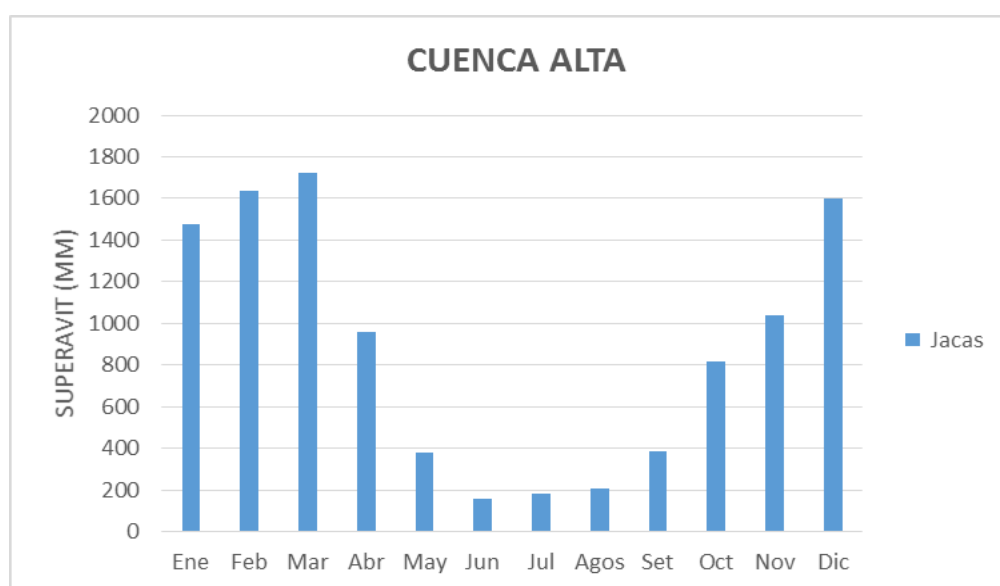


Grafico 23: Oferta hídrica para la zona alta

ELABORACIÓN: Tesista

Análisis:

Según los resultados, la parte alta de la cuenca presenta un superávit en todos los meses, tal como muestra el grafico 23. Encontrándose mayor disponibilidad del recurso para el mes de marzo 1724.704 mm, de igual manera los meses de diciembre, enero y febrero también se

muestran valores altos de disponibilidad del recurso, como son 1598.425, 1476.838 y 1634.411 mm respectivamente; por lo contrario la disponibilidad hídrica menor se presente para el mes de junio con un valor de 155.404 mm.

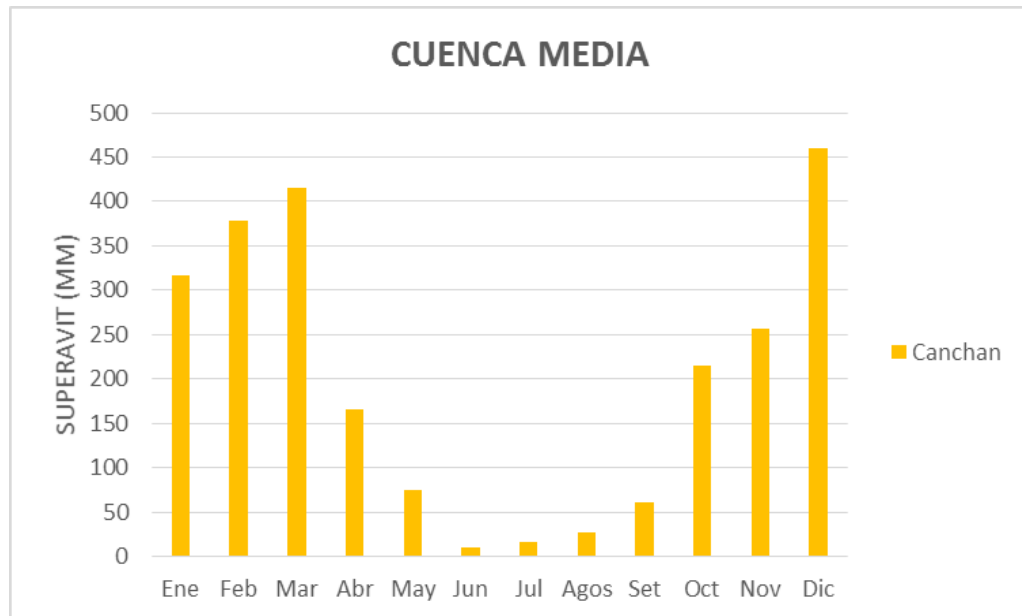


Grafico 24: Oferta hídrica para la zona media
ELABORACIÓN: Tesista

Análisis:

En la parte media de la cuenca también presenta un superávit en todos los meses, tal como se muestra en el grafico 24. Siendo el mes de diciembre el que registra mayor disponibilidad del recurso hídrico como es de 460.073 mm, los meses de enero, febrero y marzo también presentan valores altos de disponibilidad del recurso como son de 317.159, 377.846, 414.947 mm respectivamente; por el contrario el mes de junio presenta la menos disponibilidad del recurso 10.499 mm.

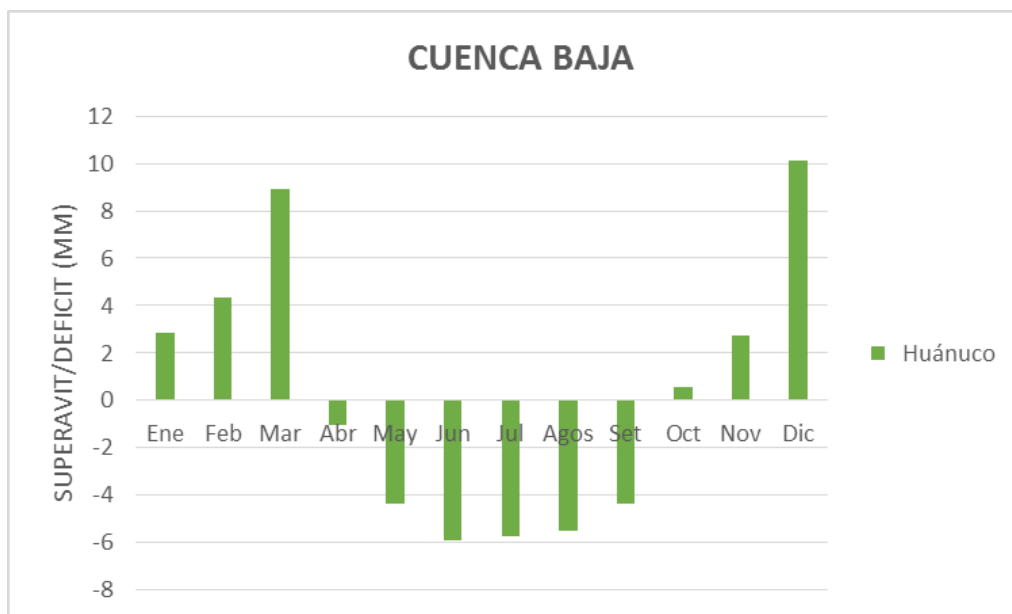


Grafico 25: Oferta hídrica para la zona baja
ELABORACIÓN: Tesista

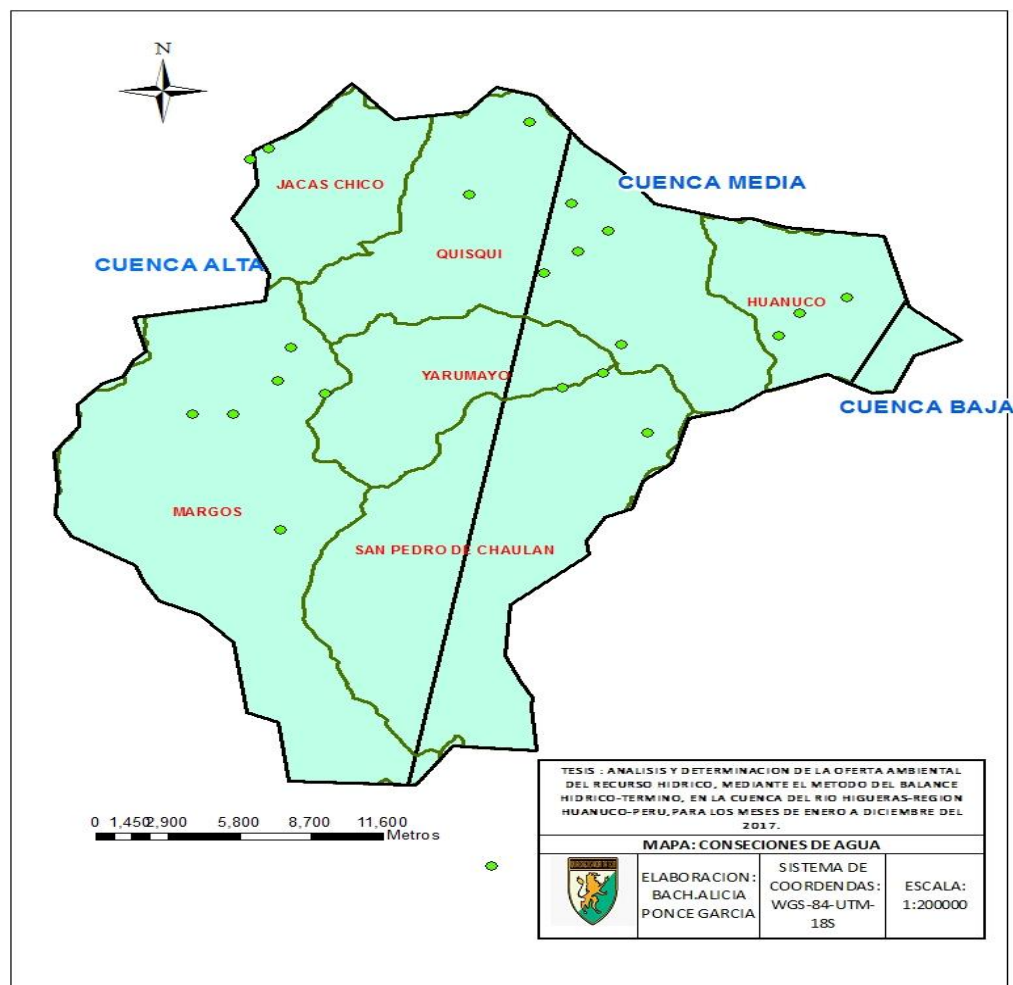
Análisis:

En la parte baja de la cuenca se muestra en déficit del agua entre los meses de abril a setiembre, siendo el mes de junio con -5.891 mm el mes donde hay mayor escasez del recurso; por lo contrario los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo presenta un superávit, siendo el mes de mayor disponibilidad el de diciembre con 10.102 mm, tal como se muestra en el grafico 25.

4.1.4. Análisis si la oferta hídrica disponible satisface a las necesidades hídricas de la población.

Para esto se utilizó los datos de concesiones de agua otorgados por la autoridad nacional del agua (Ala-alto Huallaga), con fines de uso población y agrícola.

Grafico 26: concesiones de agua otorgadas



ELABORACIÓN: Tesista, a partir de las concesiones de aguas entregadas por el ala-alto Huallaga.

Interpretación: En el Grafico 26. Los puntos verdes representan las localizaciones del caudal, otorgados para los diversos usos a la población concerniente dentro de la cuenca del río higuera, donde se observa que existe mayor demanda en la zona alta (jacas chico).

Demanda hídrica - uso poblacional - anual

El caudal y el volumen anual de agua otorgado de las fuentes existentes dentro de la cuenca del río Higuera, con fines de **USO POBLACIONAL**, con sus respectivas coordenadas, fueron otorgados por la Ala-alto Huallaga, algunos datos faltantes fueron completados a partir de los existentes.

Tabla 18.
Demanda hídrica -uso poblacional-anual

ID	DISTRITO	LOCALIDAD	TIPO DE USO	COORDENADAS UTM		CAUDAL (L/S)	OTORGADO ANUAL (M³)
				X	Y		
1	QUISQUI	LANJAS	P	348902.9	8907339.9	0.2	6307.2
2	QUISQUI	CENTRO POBLADO	P	347662.9	8906199.9	3.5	110376.0
3	QUISQUI	QUISQUI - HUANCAPALLAC	P	346289.9	8905048.9	1.2	39420.0
4	QUISQUI	SAN JOSE DE COSO	P	347013.9	8898853.0	0.4	14191.2
5	HCO	PUCUCHINCHE-AMAPATA	P	358,531.8	8,903,734.0	0.1	4354.6
6	YACUS	CENTRO POBLADO HUANCHAN	P	337447.0	8898530.0	0.5	15768.0
7	YACUS	C.P. SAN LORENZO DE LLAGLLA	P	355757.0	8901654.0	0.6	17344.8
8	JACAS CHICO	PUNTO UNION	P	334447.0	8911219.0	0.9	30460.0
9	JAS CHICO	ROSAPAMPA	P	335 200.0	8 911 801.0	1.2	36947.0
10	HCO	SAN PEDRO DE CHAULAN	P	350453.9	8896404.0	0.3	7884.00.0
11	HCO	HUANUCO	P	356640.0	8902860.0	460.0	14506560.0
12	HCO	HUANUCO	P	356640.0	8902860.0	540.0	17029440.0
13	YACUS		P	333730.0	8897412.0	1.41	44344.0
14	YACUS	CP SAN ISIDRO	P	335551.0	8899248.0	0.4	11668.3
15	YACUS	CP HUANCHAN	P	336068.0	8901019.0	0.1	2726.7
16	YACUS	C.C. GASGO	P	332112.0	8897451.0	0.3	10154.6
TOTAL						1011.1	31887946.2

Fuente: ALA-Alto Huallaga.
ELABORACIÓN: Tesista

Demanda hídrica - uso poblacional - mensual

El volumen otorgado por mes de las fuentes existentes dentro de la cuenca del río Higuera, con fines de uso poblacional, se completaron a partir de los datos de caudal y/o volumen anual, otorgados por el ala-alto Huallaga.

Tabla 19.

Demanda hídrica - uso poblacional- mensual

DEMANDA HIDRICA MENSUAL (m³)						
ID	ENE	FEBR	MARZ	ABR	MAY	JUN
1	535.7	483.8	535.7	518.4	535.7	518.4
2	9374.4	8467.2	9374.4	9072.0	9374.4	9072.0
3	3348.0	3024.0	3348.0	3240.0	3348.0	3240.0
4	1205.3	1088.6	1205.3	1166.4	1205.3	1166.4
5	369.8	334.0	369.8	357.9	369.8	357.9
6	1339.2	1209.6	1339.2	1296.0	1339.2	1296.0
7	1473.1	1330.6	1473.1	1425.6	1473.1	1425.6
8	2587.0	2336.7	2587.0	2503.6	2587.0	2503.6
9	3138.0	2834.3	3138.0	3036.7	3138.0	3036.7
10	669.6	604.8	669.6	648.0	669.6	648.0
11	1232064.0	1112832.0	1232064.0	1192320.0	1232064.0	1192320.0
12	1446336.0	1306368.0	1446336.0	1399680.0	1446336.0	1399680.0
13	3766.2	3401.7	3766.2	3644.7	3766.2	3644.7
14	991.0	895.1	991.0	959.0	991.0	959.0
15	231.6	209.2	231.6	224.1	231.6	224.1
16	862.4	779.0	862.4	834.6	862.4	834.6

DEMANDA HIDRICA MENSUAL (m³)						
ID	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
1	535.7	535.7	518.4	535.7	518.4	535.7
2	9374.4	9374.4	9072.0	9374.4	9072.0	9374.4
3	3348.0	3348.0	3240.0	3348.0	3240.0	3348.0
4	1205.3	1205.3	1166.4	1205.3	1166.4	1205.3
5	369.8	369.8	357.9	369.8	357.9	369.8
6	1339.2	1339.2	1296.0	1339.2	1296.0	1339.2
7	1473.1	1473.1	1425.6	1473.1	1425.6	1473.1
8	2587.0	2587.0	2503.6	2587.0	2503.6	2587.0
9	3138.0	3138.0	3036.7	3138.0	3036.7	3138.0
10	669.6	669.6	648.0	669.6	648.0	669.6
11	1232064.0	1232064.0	1192320.0	1232064.0	1192320.0	1232064.0
12	1446336.0	1446336.0	1399680.0	1446336.0	1399680.0	1446336.0
13	3766.2	3766.2	3644.7	3766.2	3644.7	3766.2
14	991.0	991.0	959.0	991.0	959.0	991.0
15	231.6	231.6	224.1	231.6	224.1	231.6
16	862.4	862.4	834.6	862.4	834.6	862.4

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir de la demanda hídrica anual, otorgada por el ALA-alto Huallaga, para uso poblacional.

ELABORACION: Tesista

Demanda hídrica – uso agrario anual

El caudal y el volumen anual de agua otorgado de las fuentes existentes dentro de la cuenca del rio higueras, con fines de uso **AGRARIO**, con sus respectivas coordenadas, fueron obtenidos a partir de las concesiones entregadas por el ala-alto Huallaga a la población inmersa dentro de la cuenca.

Tabla 20

Demanda hídrica-uso agrario anual

ID	DIS	LOCALIDAD	TIPO DE USO	COORDENADAS UTM		CAUDAL (L/S)	OTORGADO ANUAL (M3)
				X	Y		
1	Margos	Huamally	A	343300.0	8 909 300.0	2.0	93312.0
2	Kichki	Lanjas	A	345 702.0	8 913 214.0	15.6	491961.6
3	Huánuco	Limapampa	A	347410.0	8 908 792.0	70.0	2207520.0
4	Huánuco	Coso-marabamba	A	349438.0	8 901 178.0	160.0	5045760.0
5	Huánuco	Jiratuna	A	335654.0	8 891 204.0	4.1	129297.6
6	Quisqui	San jose de coso	Pis	348678.9	8899676.0	25.0	788400.0
TOTAL						274.7	8756251.2

Fuente: ALA- alto Huallaga.

ELABORACION: Tesista

Demanda hídrica – uso agrario mensual

El volumen otorgado por mes, de las fuentes existentes dentro de la cuenca del rio higuera, con fines de uso agrarios, se completaron a partir del dato de caudal y/o volumen anual.

Tabla 21.

Demanda hídrica –uso agrario-mensual

DEMANDA MENSUAL (m3)						
ID	ENE	FEBR	MARZ	ABRI	MAY	JUN
1	7925.1	7158.2	7925.1	7669.5	7925.1	7669.5
2	41783.0	37739.5	41783.0	40435.2	41783.0	40435.2
3	187488.0	169344.0	187488.0	181440.0	187488.0	181440.0
4	428544.0	387072.0	428544.0	414720.0	428544.0	414720.0
5	10981.4	9918.7	10981.4	10627.2	10981.4	10627.2
6	66960.0	60480.0	66960.0	64800.0	66960.0	64800.0

DEMANDA MENSUAL (m3)						
ID	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
1	7925.1	7925.1	7669.5	7925.1	7669.5	7925.1
2	41783.0	41783.0	40435.2	41783.0	40435.2	41783.0
3	187488.0	187488.0	181440.0	187488.0	181440.0	187488.0
4	428544.0	428544.0	414720.0	428544.0	414720.0	428544.0
5	10981.4	10981.4	10627.2	10981.4	10627.2	10981.4
6	66960.0	66960.0	64800.0	66960.0	64800.0	66960.0

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir de la demanda hídrica anual, otorgado por el ALA-alto Huallaga, para uso agrario.

ELABORACION: Tesista

Para el análisis se realizó una operación matemática (resta) de la oferta hídrica (escorrentía) – demanda hídrica; anteriormente obtenidas, operación basados en el principio del balance hídrico.

En el presente estudio el balance hídrico se realizó para conocer la situación actual de la cuenca en estudio, sin considerar alguna proyección futura.

Para mejor descripción del análisis de los datos obtenidos se dividió a la cuenca en tres zonas: cuenca alta, cuenca media y cuenca baja; en adelante se muestran los resultados obtenidos para las distintas zonas.

- **Zona alta**

Tabla 22.

Análisis- zona alta (jacas)

BALANCE HIDRICO (HM ³)						
	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN
OFERTA (hm ³)	666.251962	737.338458	778.072528	433.173831	171.015521	70.107779
DEMANDA (hm ³)	0.073605	0.066482	0.073605	0.071231	0.073605	0.071231
BALANCE HIDRICO	666.178357	737.271976	777.998923	433.102600	170.941916	70.036548

BALANCE HIDRICO (HM ³)						
	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA (hm ³)	81.266538	94.172219	174.156432	368.460494	468.363487	721.103756
DEMANDA (hm ³)	0.073605	0.073605	0.071231	0.073605	0.071231	0.073605
BALANCE HIDRICO	81.192933	94.098614	174.085202	368.386889	468.292257	721.030151

REFERENCIA: Obtenidos a partir del procesamiento de los datos de la oferta y la demanda hídrica de la zona alta.

ELABORACION: Tesista.

(*) De acuerdo a Unesco (2008). Métodos del cálculo de balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos.

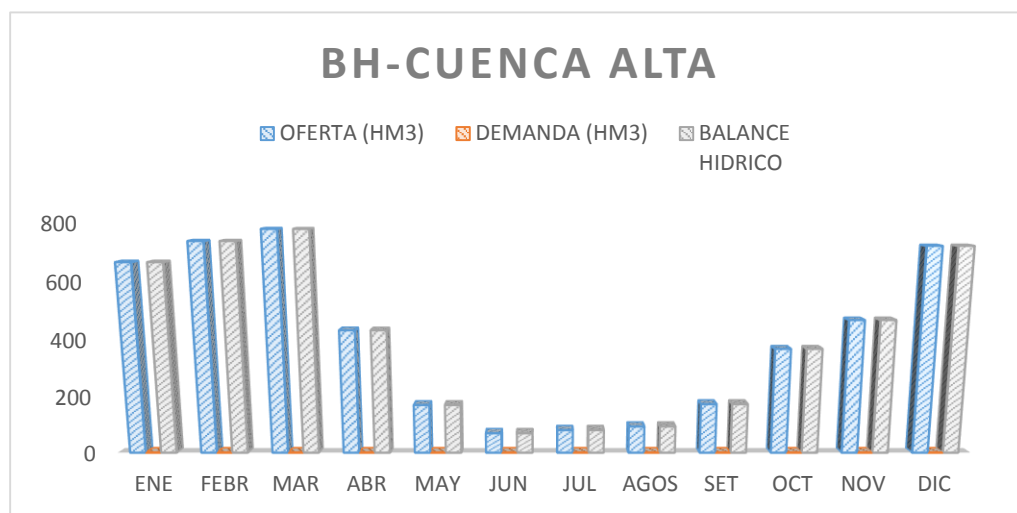


Gráfico 27: Análisis – zona alta

ELABORACION: Tesista

Análisis:

El gráfico 27 muestra la comparación entre la oferta (la disponibilidad del agua), la demanda (requerimiento de la población para satisfacer sus necesidades) y por consiguiente del balance hídrico; donde se puede observar que la demanda se satisface sin problema alguno. Es decir no hay déficit del recurso en ninguno de los meses.

- **Zona media**

Tabla 23.

Análisis- zona media (canchan)

BALANCE HIDRICO (HM ³)						
	ENE	FEBRE	MAR	ABR	MAY	JUN
OFERTA (hm³)	76.53260	91.17647	100.12910	39.88280	17.96041	2.53343
DEMANDA (hm³)	3.37837	3.05143	3.37837	3.26939	3.37837	3.26939
BALANCE HIDRICO	73.15423	88.12504	96.75081	36.61340	14.58204	-0.73596

BALANCE HIDRICO (HM ³)						
	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA (hm³)	3.73160	6.49072	14.84828	51.98760	61.99154	111.01850
DEMANDA (hm³)	3.37837	3.37837	3.26939	3.37837	3.26939	3.37837
BALANCE HIDRICO	0.35323	3.11235	11.57889	48.60923	58.72215	107.64010

REFERENCIA: Obtenidos a partir del procesamiento de los datos de la oferta y la demanda hídrica de la zona media.

ELABORACION: Tesista.

(*) De acuerdo a Unesco. (2008) - Métodos del cálculo de balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos.

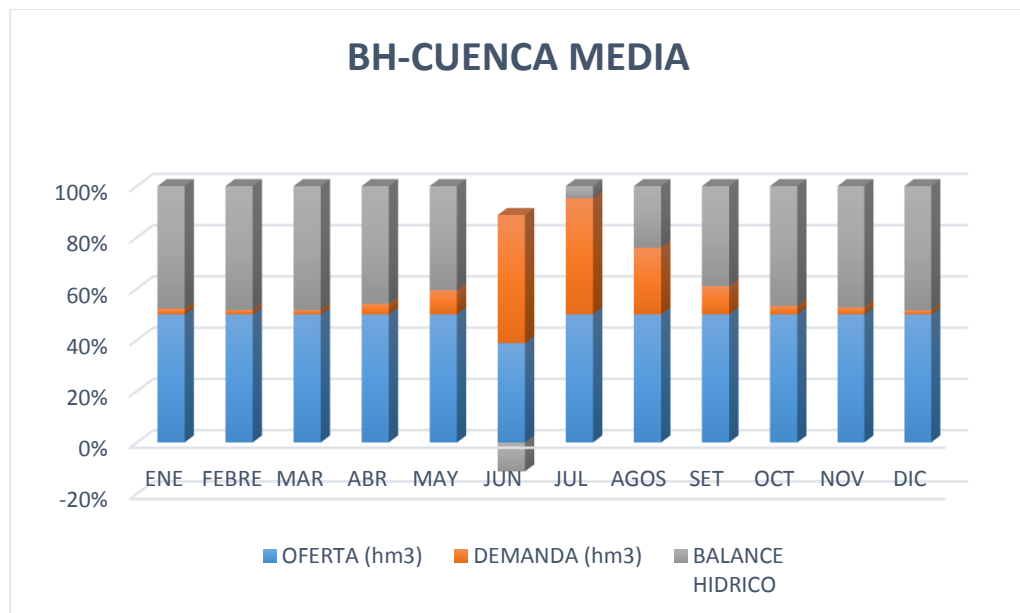


Grafico 28: Análisis– zona media

ELABORACION: Tesista.

Análisis. En el grafico 28, se muestra las comparaciones mensuales de la oferta, de la demanda y con estos del balance hídrico para la zona media. En el mismo que se puede observar que la disponibilidad del recurso hídrico en el mes de junio no satisface a la demanda de la población existiendo déficit de -0.73596 hm^3 en dicho mes, así mismo el superávit del mes de julio de 0.35323 hm^3 se ve propenso a pasar a un déficit hídrico debido a que el balance muestra un valor bajo para el mes en mención. Por lo contrario los meses de diciembre hasta marzo presentan mayor superávit del recurso.

- **Zona baja.**

Tabla 24.

Análisis - zona baja (Hco)

BALANCE HIDRICO (HM3)						
	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN
OFERTA (hm ³)	0.025413	0.038929	0.079808	-0.00928	-0.03889	-0.0526245
DEMANDA (hm ³)	-	-	-	-	-	-
BALANCE HIDRICO	0.025413	0.038929	0.079808	-0.00928	-0.03889	-0.0526245

BALANCE HIDRICO (HM3)						
	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA (hm ³)	-0.051174	-0.049169	-0.03887	0.00524	0.024318	0.090236
DEMANDA (hm ³)	-	-	-	-	-	-
BALANCE HIDRICO	-0.051174	-0.049169	-0.03887	0.00524	0.024318	0.090236

REFERENCIA: Obtenidos a partir del procesamiento de los datos de la oferta y la demanda hídrica de la zona baja.

ELABORACION: Tesista.

(*) De acuerdo a Unesco. (2008) - Métodos del cálculo de balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos.

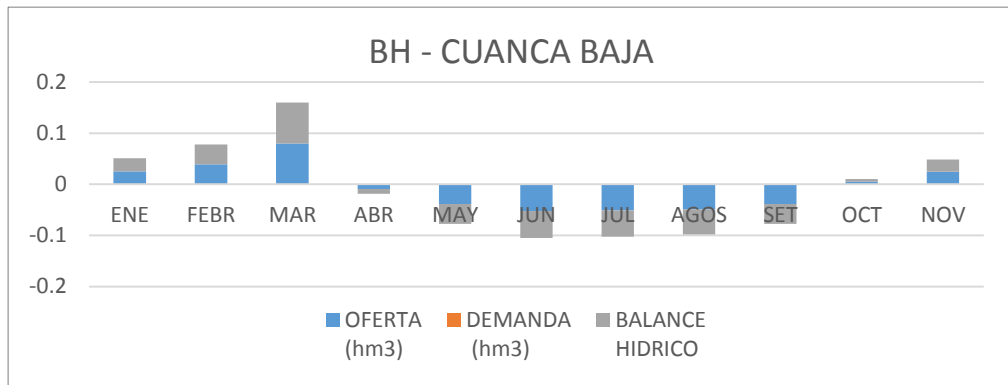


Gráfico 29: análisis – zona Baja
ELABORACION: Tesista.

Análisis: En la tabla 24, se muestran los resultados de la zona baja, siendo la oferta el mismo valor del balance hídrico, esto debido a que no se tiene registros de concesiones de agua para esa parte de la cuenca.

El gráfico 29, muestra la comparación de la oferta, de la demanda y con estos del balance hídrico; mostrándose déficit de la oferta hídrica en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y setiembre.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTE DE RESULTADOS

Para la presente investigación el contraste de hipótesis general, estuvo en función de la constatación de las hipótesis específicas, Para ello se utilizó la Prueba de T (t-Student) debido a que es una distribución de probabilidad en la cual se va estimar la media de una población razón por la cual el tamaño de muestra es menos a 30, (Hernández, R, et al, 2014, pág., 337)

5.1.1. CONTRASTE DE HIPOTESIS

ETAPA 1:

Formulación de la hipótesis nula y alternativa.

Hipótesis nula (H₀): La metodología del balance hídrico- térmico, no permitió conocer la oferta hídrica disponible en la cuenca del rio higueras para los meses de enero a diciembre del 2017.

Hipótesis alternativa (H₁): La metodología del balance hídrico- térmico, permitió conocer la oferta hídrica disponible en la cuenca del rio higueras para los meses de enero a diciembre del 2017.

H₀: $\mu = 0$ el método no ha sido efectivo.

H₁: $\mu > 0$ el método ha sido efectivo.

ETAPA 2:

Escoger el nivel de significancia, en este caso será de 5 %.

$$\alpha = 0.05$$

ETAPA 3:

Determinamos el grado de libertad.

Como $n < 30$ entonces el grado de libertad será:

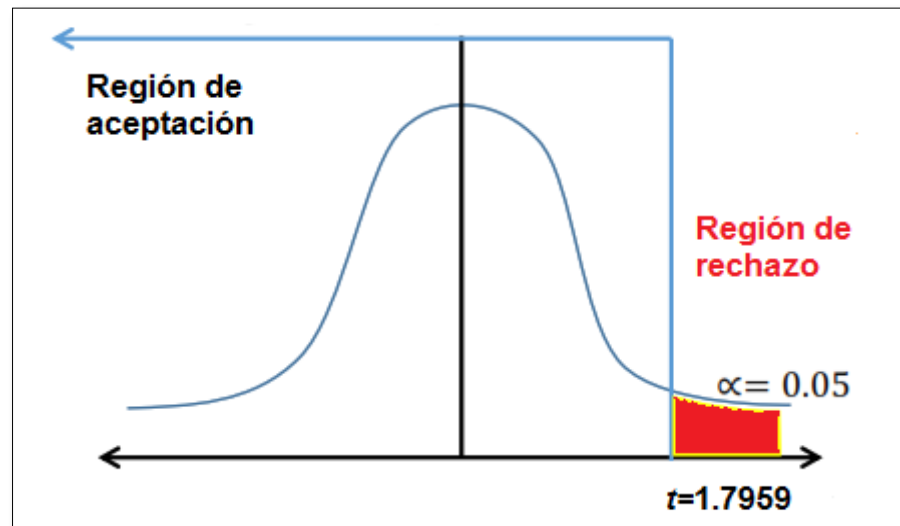
Grados de libertad $n-1 = 12-1 = 11$ grados de libertad.

ETAPA 4:

Calcular los valores críticos y de prueba, para esto definimos la zona de aceptación y de rechazo.

Como $n < 30$ entonces utilizamos t-student.

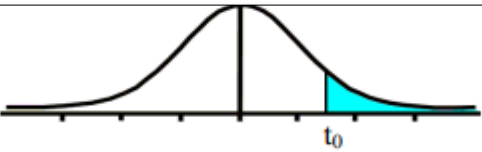
Grafico 30: zona de aceptación y rechazo



Elaboración tesista, a partir del método de t-Student

Valor crítico: $t_{\alpha, n} = t_{0.05, 11} = 1.7959$

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768

Fuente: Devol, R. Dióscoro, M. (2013)

ETAPA 5:

Calculo de los estadísticos:

Tabla 25.

Cálculo de los estadísticos

MES/ ZONA	CUENCA DEL HIGUERAS			OFERTA PROMEDIA	Xi
	JACAS	CANCHAN	HUANUCO		
Ene	1476.83843	317.15962	2.84497	598.94768	598.94768
Feb	1634.41135	377.84547	4.35808	672.20497	672.20497
Mar	1724.70397	414.94649	8.93422	716.19489	716.19489
Abr	960.18893	165.27910	-1.03908	374.80965	374.80965
May	379.07925	74.42996	-4.35366	149.71851	149.71851
Jun	155.40346	10.49882	-5.89115	53.33704	53.33704
Jul	180.13838	15.46417	-5.72881	63.29125	63.29125
Agos	208.74558	26.89826	-5.50437	76.71316	76.71316
Set	386.04151	61.53294	-4.35148	147.74099	147.74099
Oct	816.74298	215.44241	0.58667	344.25735	344.25735
Nov	1038.19161	256.89984	2.72231	432.60459	432.60459
Dic	1598.42491	460.07327	10.10162	689.53327	689.53327
PROMEDIO					359.94611
DESVIACION ESTANDAR					260.65919

REFERENCIA: Datos obtenidos a partir de la pruebas estadísticos.

ELABORACIÓN: Tesista.

Calculamos el estadístico t:

$$t = \frac{\bar{X} - u}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{359.946112 - 12}{\frac{260.659189}{\sqrt{12}}}$$

$$t = 4.62412506$$

ETAPA 6: Decisión

La región de aceptación es:

$$-\infty < t < 1.7959$$

$$-\infty < 4.62412506 < 1.7959$$

Por ende, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

ETAPA 7: Conclusión

Se afirma que el método del balance hídrico – térmico, si permitió conocer la oferta hídrica disponible en la cuenca del río Higuera para los meses de enero a diciembre del 2017, a partir de los datos meteorológicos de las estaciones dentro de la cuenca.

CONCLUSIONES

De los resultados de la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

- Se determinó la oferta ambiental del recurso hídrico mediante el método de balance hídrico térmico, esto a partir de la evapotranspiración real media y la precipitación media.
- Se determinó los parámetros meteorológicos como temperatura media y precipitación media real para la cuenca, los mismos que describen al estado meteorológico de la cuenca, donde nos indica que las precipitaciones medias más bajas se presentan para los meses de mayo, junio, julio agosto y setiembre, por lo contrario para los meses restantes las precipitaciones incrementan, en cuanto a la temperatura media, la más cálidas se encuentran en las zonas medias y bajas de la cuenca en todos los meses del año, siendo por lo contrario la más fría la parte alta de la cuenca para todos los meses del año en estudio, llegando a la temperatura más fría de 6.71 °c para el mes de julio.
- Se determinó la pérdida del h₂O en forma de vapor en la cuenca, donde nos indica que la menor cantidad de agua que se evapora para todos los meses del año corresponde a la zona baja de la cuenca, presentando valores entre 6.233 a 6.897 mm, siendo por el contrario la zona media donde se presenta la mayor cantidad de evaporación del h₂O en forma de vapor, esto para todos los meses del año, presentando valores que van desde 10.339 hasta 11.458 mm.
- Se conoció la cantidad de la oferta hídrica disponible (escorrentía), donde nos indica, que en la parte baja de la cuenca existe un déficit del recurso en mención, esto para los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y setiembre, siendo estos -1.039, -4.354, -5.891, -5.729, -5.504 y -4.351 mm respectivamente, por lo contrario, en las zonas altas y medias presentan un superávit para todos los meses del año.
- La disponibilidad de la oferta hídrica ambiental, hallada por el método del balance hídrico térmico, satisface a las necesidades hídricas de toda la población inmersa en la zona alta que se estableció; por el contrario en la zona media que se estableció, el comportamiento de la

oferta ambiental hídrica 2.53343 hm^3 , para el mes de junio no satisface la demanda de la población de 3.26939 hm^3 , ya que se presentó un déficit de -0.73596 hm^3 , y en esa misma zona la oferta para el mes de julio de 3.73160 hm^3 se muestra propenso para el futuro a no satisfacer las necesidades hídricas de la población siendo este de 3.37837 hm^3 , debido a que se presenta un valor de 0.35323 hm^3 en el balance; en cuanto al comportamiento de la oferta ambiental hídrica para la zona baja no afecta a la demanda hídrica de la población de la cuenca del río higuera, debido a que no se muestran datos de concesiones de agua para dicha zona.

RECOMENDACIONES

A partir del presente proyecto se puede recomendar o siguiente:

- Se recomienda contar con más estaciones meteorológicas que nos ayuden a realizar estudios más precisos, y/o estaciones en partes estratégicos como en la parte alta y baja de una cuenca.
- Gestionar adecuadamente el recurso hídrico, debido a que en el futuro la población aumentará y con ello las necesidades hídricas, especialmente en las zonas críticas donde ya se presentan evidencias de déficit del recurso.
- Realizar programas de conservación del recurso hídrico, como es siembra y cosecha de agua, forestación y reforestación en las cabeceras de cuenca.
- Realizar programas en educación ambiental para el cuidado de la cuenca por parte de la población inmersa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, M. (2005) -Instituto nacional de recursos naturales Marco conceptual y manejo de cuencas – Perú.
- Bateman, A. 2007-hidrologuía básica y aplicada-Perú.
- Devol, R. Dióscoro, M. (2013) - Probabilidad y estadística, aplicaciones a la ingeniería.
- Faustino, J. Jimenes, F. (2000) - Centro agronómico de investigación y enseñanza manejo de cuencas hidrográficas - costa rica.
- Gonzalo, H. et al. (2004) - instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales en la metodología de cálculo del índice de escasez - Bogotá.
- Hernández, et. al. (2010). Metodología de la investigación 5a ed.).
- IDEAM. (2004)-Metodología para El Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial. BOGOTA, D.C.
- Iñiguez Morán, V. M. (2003) - Balance Hídrico de Microcuenca de Páramo.
- Lantada, N. Nuñez, A. (2008) - sistemas de información geográfica.
- Manas, F. et al. (2005). Agua y Agronomía. Mundi-Prensa.
- Monsalve, G. (2000) - Hidrología en la Ingeniería. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá-Colombia.
- Muñoz, E. (1998) - Sistema de simulación hidrológica para el cálculo de la avenida de proyecto. Cochabamba – Bolivia.
- Nuñez, J. (2001) - manejo y conservación de suelos.
- SENAMHI- glosario - Escenarios de Cambio Climático en el Perú al 2050 - Cuenca Río Piura.
- SENAMHI (2011) - definiciones. Huánuco – Perú.
- UNESCO (2008) - métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos - España.
- Villón, M. (2011) - “Hidrología”. Edición Villón. Lima – Perú.

TESIS

- Bardales, H. (2008) - “Simulación hidráulica de desbordes del río Huallaga – zona Huachog”. Tesis Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco – Perú.
- Juela, O. (2011) - “Estudio hidrológico y Balance Hídrico de la cuenca alta del río Catamayo hasta la estación Arenal en el sitio el Boquerón”. Tesis Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador.

PAGINAS WEB

- Corponariño. (s.f.). recuperado de <http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp3.pdf>
- Economipedia. (s.f.). recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/superavit.html>
- Ministerio de agricultura y riego. (2012). Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú, 105. Recuperado de [file:///C:/Users/Hp/Downloads/ANA0000383%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/ANA0000383%20(1).pdf)

ANEXOS

ANEXO N° 01: RESOLUCION DE APROBACION DE PROYECTO DE INVESTIGACION.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 854-2017-CF-FI-UDH

Huánuco, 11 de Diciembre de 2017

Visto, el Oficio N°541-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente al bachiller Alicia PONCE GARCIA, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2253-17, del Programa Académico de, Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller Alicia PONCE GARCIA, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 541-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 9 de Diciembre del 2017 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA OFERTA AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO MEDIANTE EL MÉTODO DEL BALANCE HÍDRICO – TÉRMICO EN LA CUENCA DEL RÍO HIGUERAS – REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ” presentado por el bachiller Alicia PONCE GARCIA, para optar el Título de Ingeniería Ambiental del programa académico de ingeniería ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Ing. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

ANEXO N°02: RESOLUCION DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 736-2017-D-FI-UDH

Huánuco, 02 de noviembre de 2017

Visto, el Expediente N° 1889-17, presentado por la estudiante **Alicia, PONCE GARCÍA** del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1889-17, de la estudiante **Alicia, PONCE GARCÍA**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Simeón Edmundo Calixto Vargas, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la estudiante **Alicia, PONCE GARCÍA** al Ing. Simeón Edmundo Calixto Vargas, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE

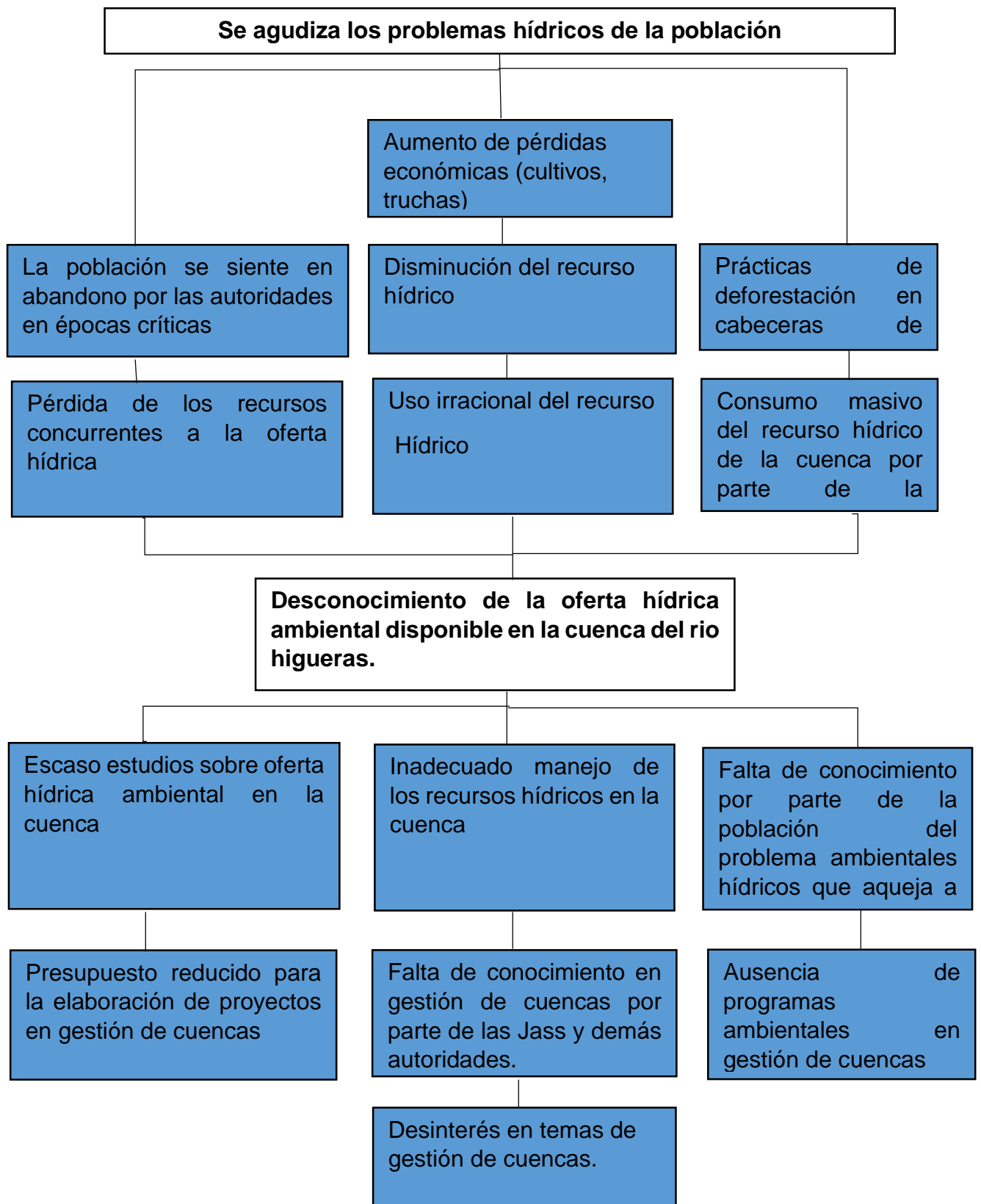


UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Ing. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

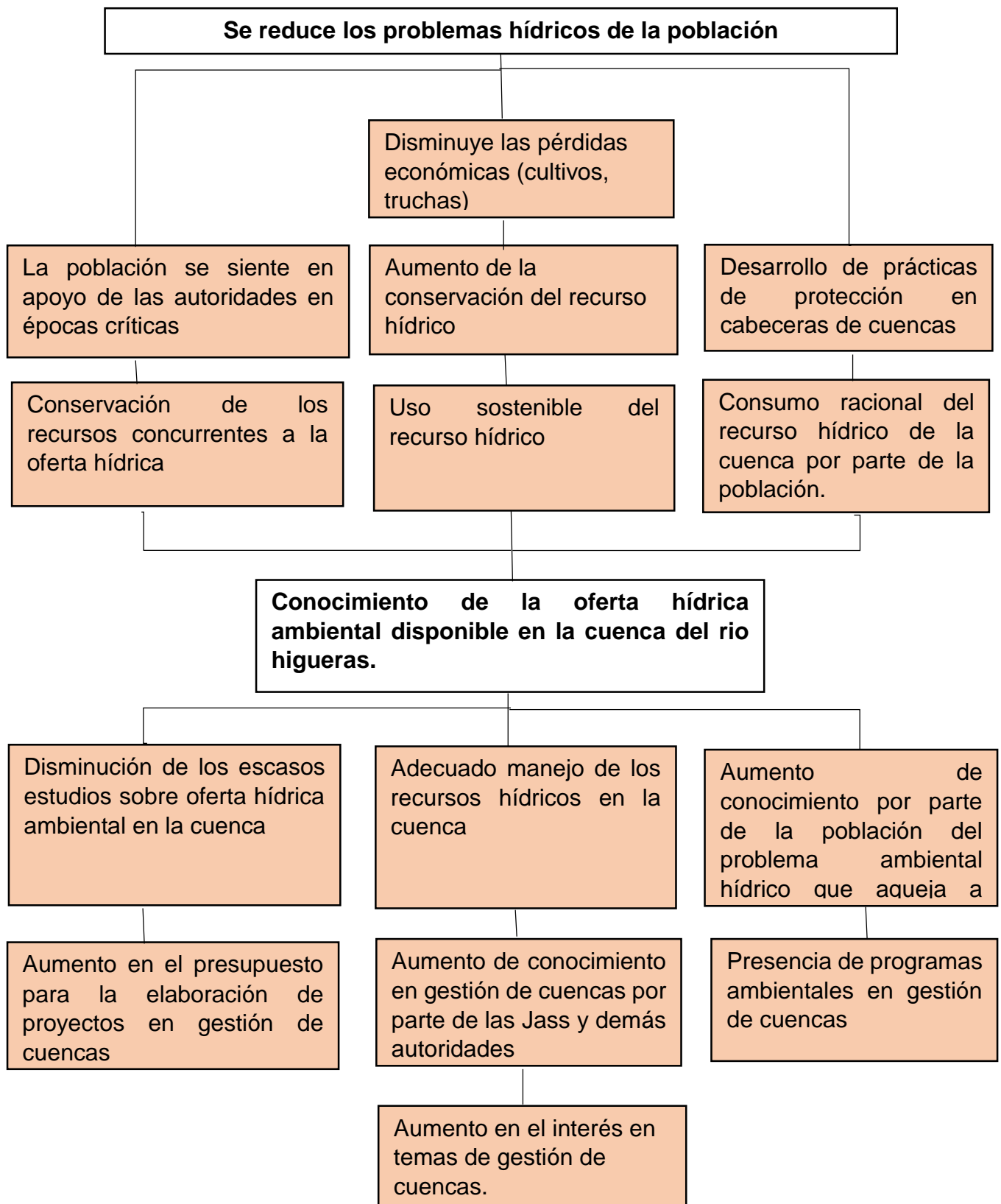
Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIA- Asesor – Exp. Graduando – Mat. y Reg.Acad. – File Personal – **Interesado** – Archivo.
RSG/JPJR/nto

ANEXO N°03: ARBOL DE CAUSA Y EFECTOS



ANEXO N°04: ARBOL DE FINES Y MEDIOS



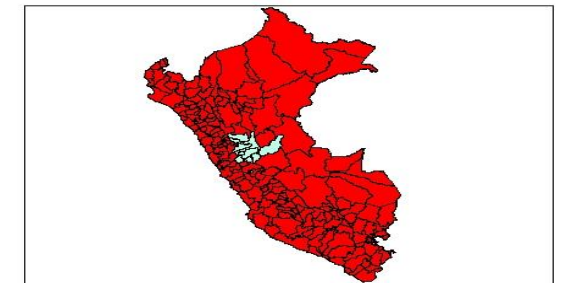
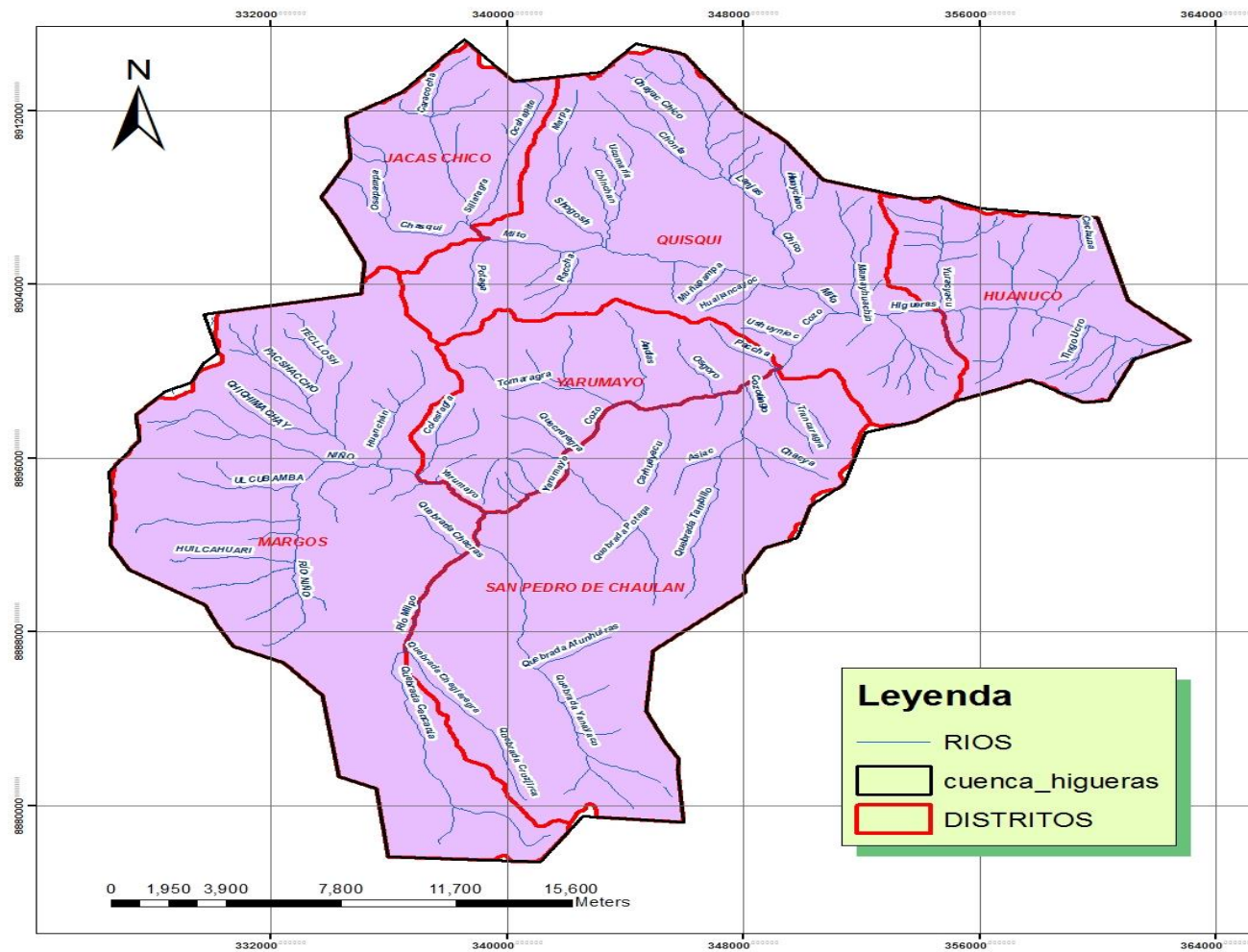
ANEXO N°05: MATRIZ DE CONSISTENCIA


Título: Análisis y determinación de la oferta ambiental del recurso hídrico, mediante el método del balance hídrico – térmico, en la cuenca del río Higuera - región Huánuco – Perú -- Para los meses de enero a diciembre del año 2017”

Tesista: Bachiller ALICIA PONCE GARCIA

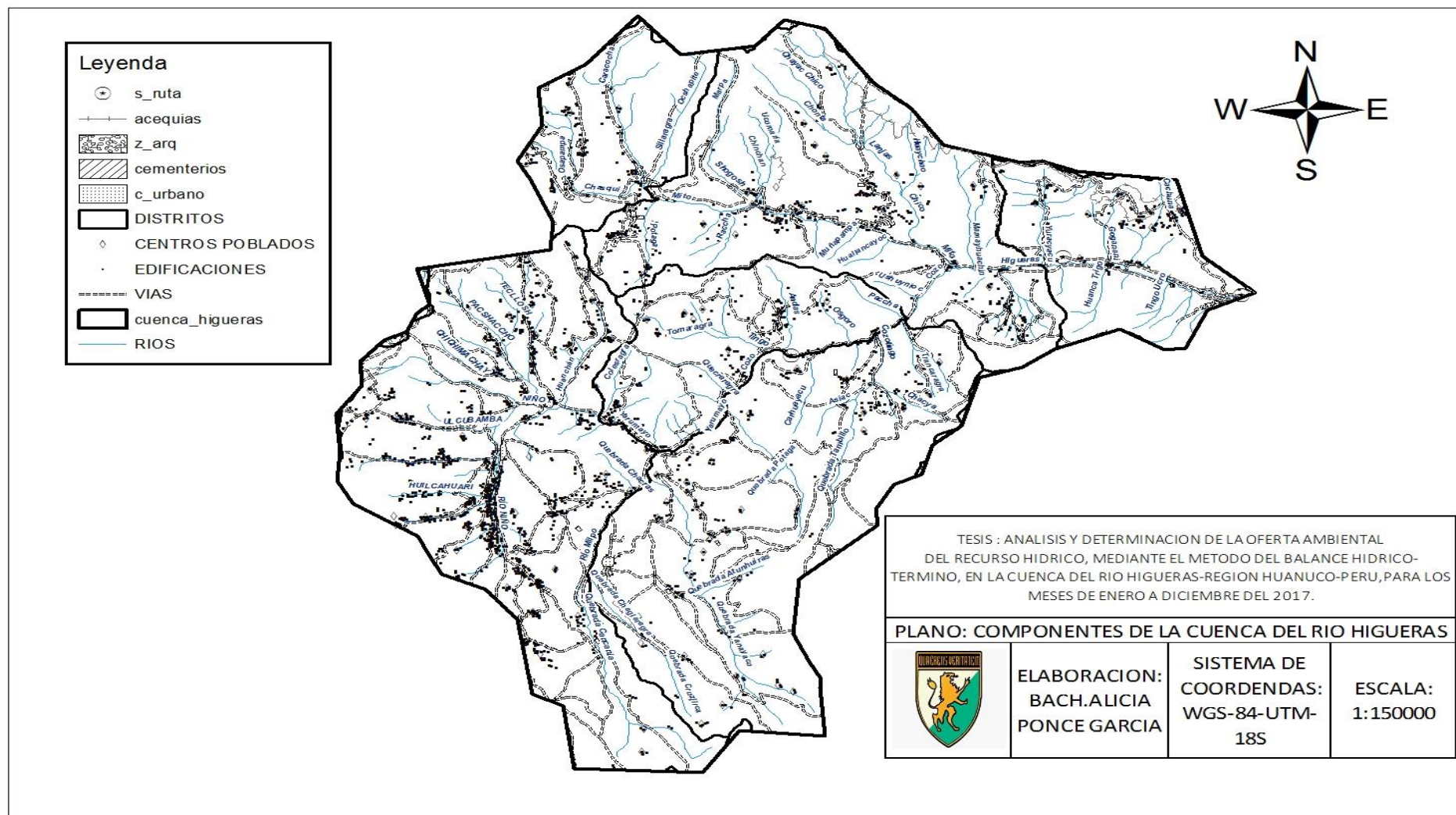
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA	POBLACION
<p>Problema</p> <p>¿Cuánto será la oferta ambiental hídrica disponible, en la cuenca del río Higuera, calculada mediante el método del balance hídrico - térmico, para los meses de enero a diciembre del 2017?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar y analizar la oferta ambiental hídrica, en la cuenca del río Higuera, mediante el método del balance hídrico térmico, para los meses de enero a diciembre del 2017.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar los parámetros meteorológicos de la cuenca del río Higuera, a partir de los datos meteorológicos existentes dentro y fuera de la cuenca. 2. Determinar la demanda atmosférica de vapor de H₂O que se genera en la cuenca del río Higuera. 3. Conocer la cantidad hídrica disponible en la cuenca del río Higuera. 4. Analizar si se satisface las necesidades hídricas de la población inmersa dentro de la cuenca del río Higuera. 	<p>Hipótesis general</p> <p>¿La metodología del balance hídrico- térmico, permitió conocer la oferta hídrica disponible en la cuenca del río Higuera para los meses de enero a diciembre del 2017?</p> <p>Hipótesis específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El ajuste de los parámetros meteorológicos de la cuenca del río Higuera, a partir de los datos meteorológicos existentes dentro y fuera de la cuenca, será efectivos 2. Se podrá determinar la demanda atmosférica de vapor de H₂O, que se genera en la cuenca del río Higuera. 3. Se determinará la cantidad hídrica disponible de la cuenca del río Higuera. 4. Se satisficará las necesidades hídricas de la población con la oferta hídrica disponible. 	<p>Variables :</p> <p>Independiente (x) Método del balance hídrico – térmico.</p> <p>Dependiente (y) Oferta ambiental del recurso hídrico de la cuenca del río Higuera.</p> <p>Interviniente Necesidades hídricas.</p> <p>Indicadores:</p> <p>X1. Volumen de la precipitación y t° (mm)</p> <p>X2. Evapotranspiración (mm)</p> <p>Y. superávit o déficit.</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Enfoque Cuantitativo.</p> <p>Alcance o nivel de investigación Descriptivo y Explicativa.</p> <p>Diseño No experimental- longitudinal.</p> <p>Metodología Para la recolección de datos. Registros de datos históricos.</p> <p>Para la conducción de la investigación. Aplicación de fórmulas empíricas Programa de Argys.</p>	<p>Población Recurso hídrico de la cuenca del río Higuera</p> <p>Muestra Recurso hídrico disponible a medición de la cuenca del río Higuera.</p>

ANEXO N°06: UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS.

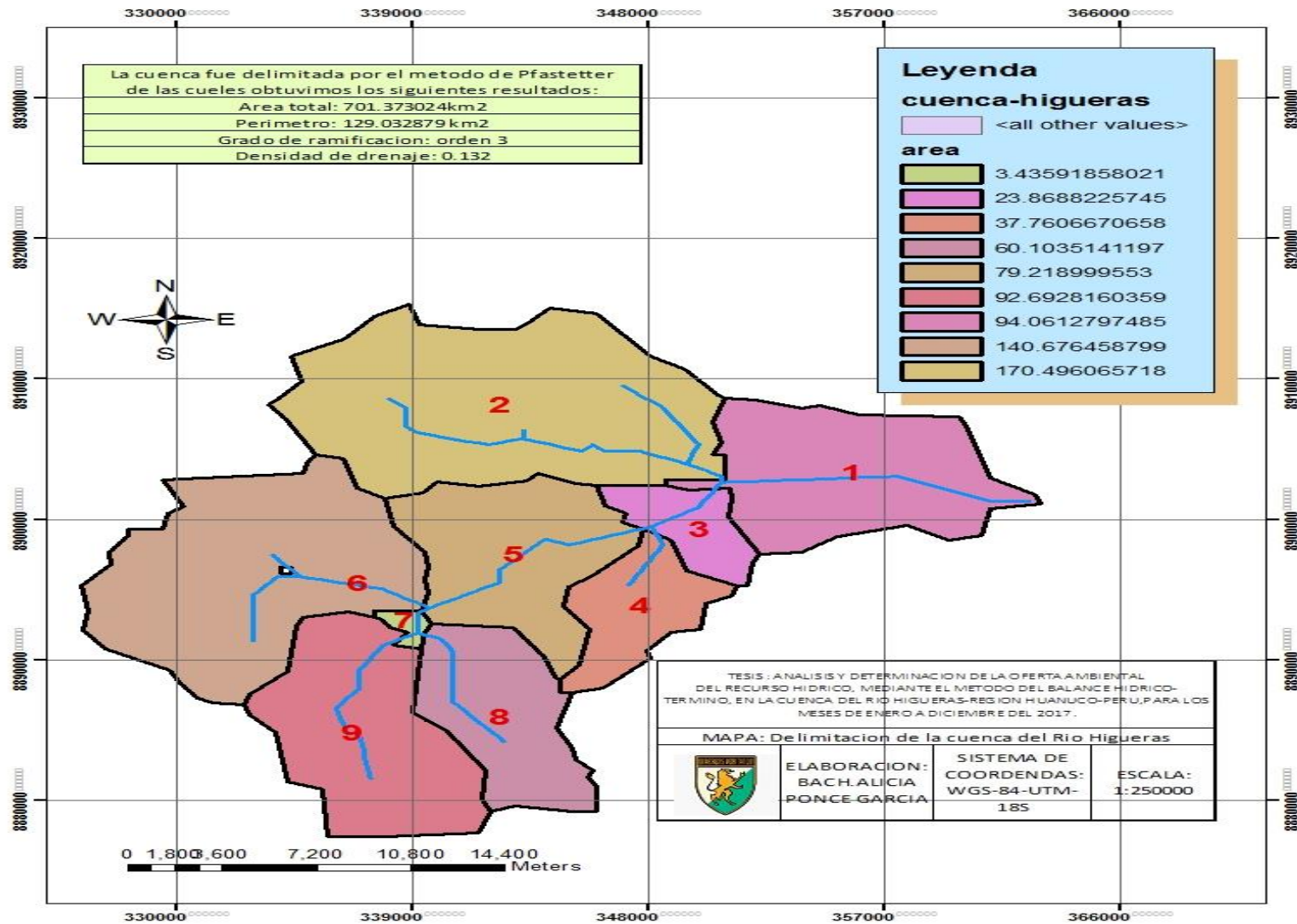


<p>TESIS : ANALISIS Y DETERMINACION DE LA OFERTA AMBIENTAL DEL RECURSO HIDRICO, MEDIANTE EL METODO DEL BALANCE HIDRICO-TERMINO, EN LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS-REGION HUANUCO-PERU, PARA LOS MESES DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2017.</p>		
<p>MAPA: Ubicación de la cuenca del rio higueras</p>		
	<p>ELABORACION: BACH.ALICIA PONCE GARCIA</p>	<p>SISTEMA DE COORDENADAS: WGS-84-UTM-18S</p>
		<p>ESCALA: 1:250000</p>

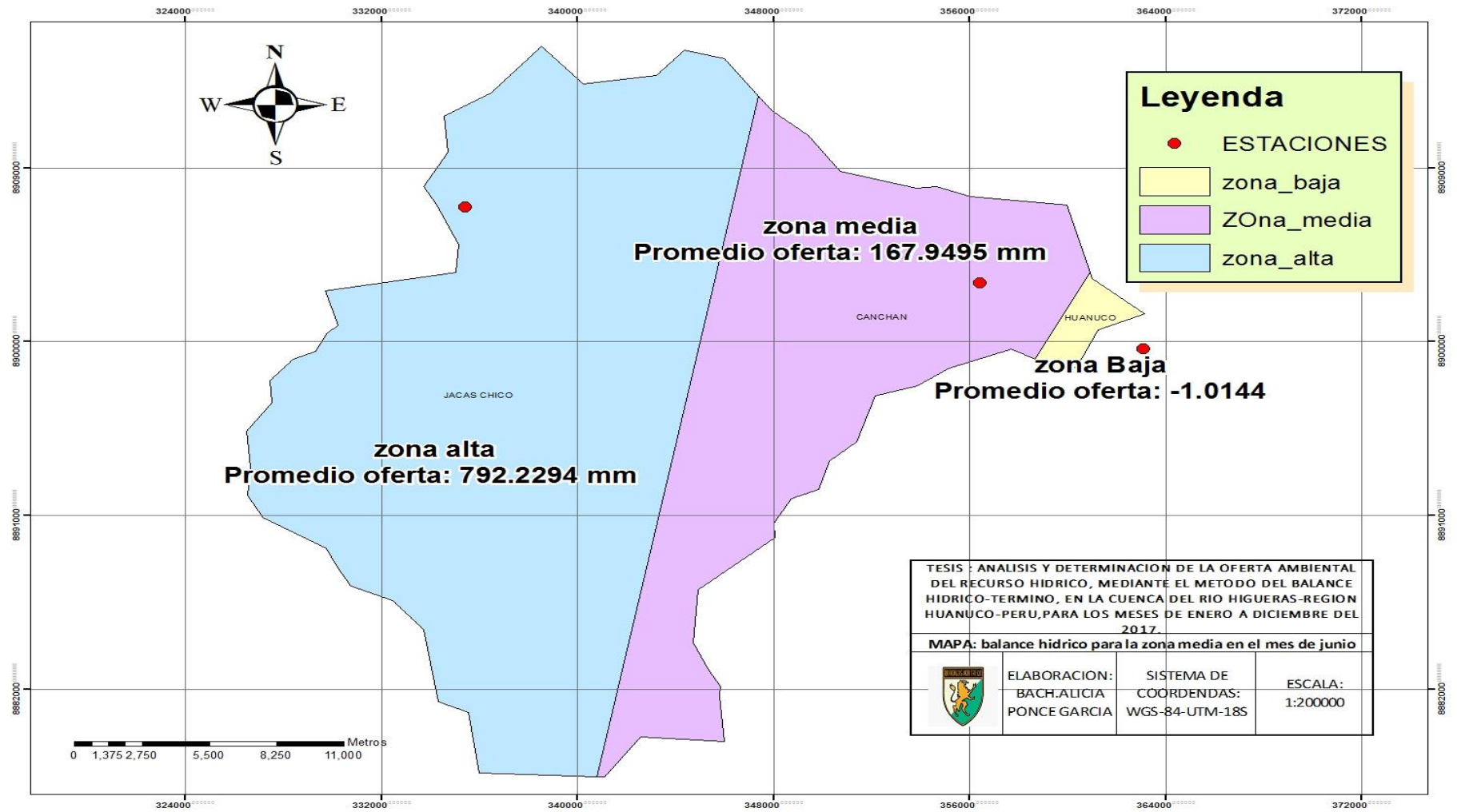
ANEXO N°07: COMPONENTES DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS.



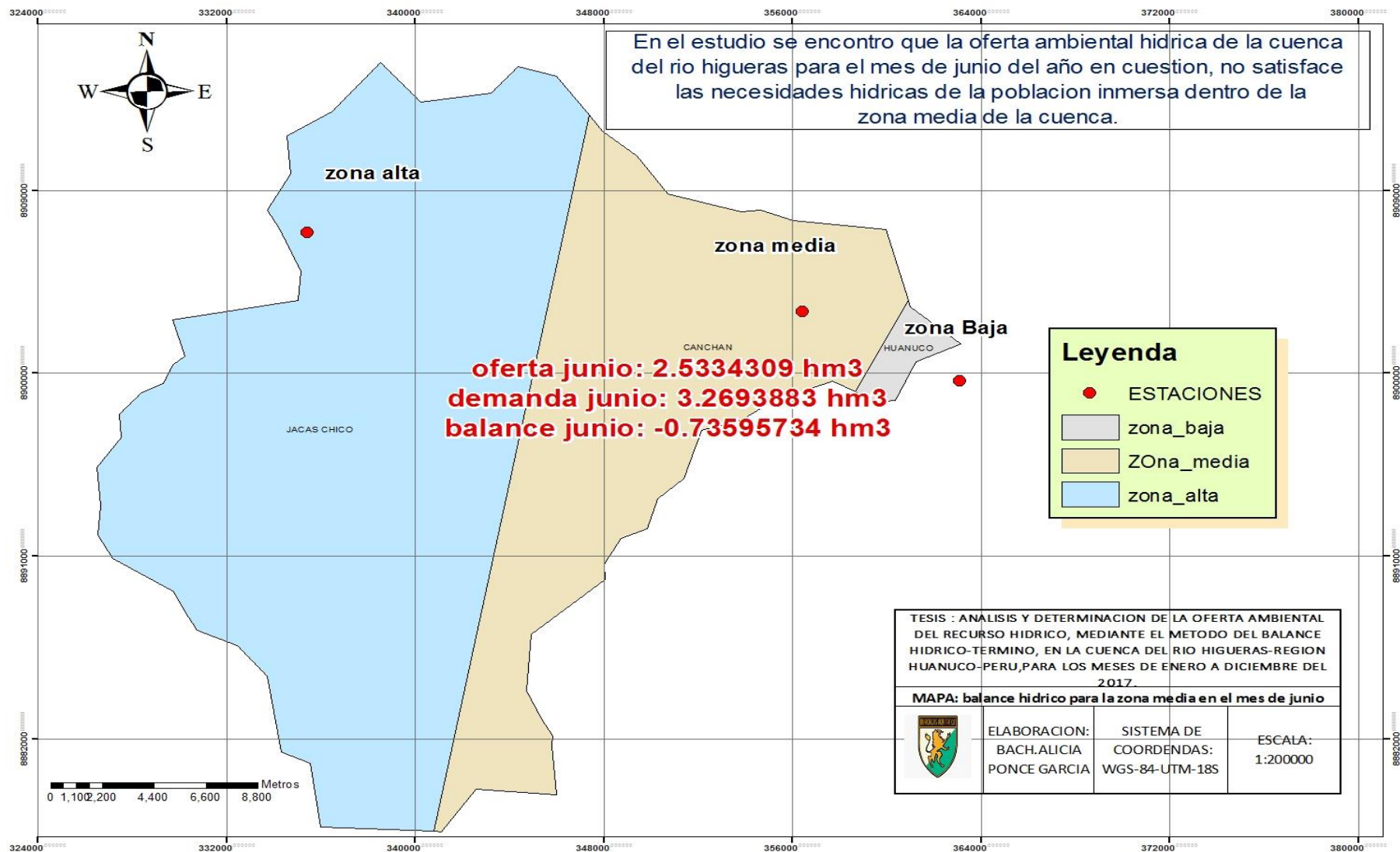
ANEXO N°08: DELIMITACION DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS



NEXO N°09: OFERTA DISPONIBLE EN LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS



ANEXO N°10: ANALISIS PARA LA ZONA MEDIA



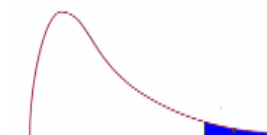
ANEXO N°11: TABLA F

Distribución F 0.05

En las columnas se encuentran los valores F que corresponden al área 0.05 a la derecha

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador

En los renglones se encuentran los grados de libertad del denominador.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77

ANEXO N°12: TABLA T

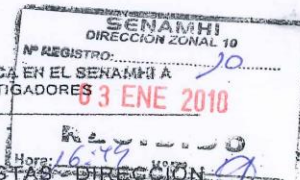
Table t-Student



Grados de libertad	0.25	0	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.077	6.313	12.706	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.885	2.920	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.637	2.353	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.533	2.131	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.475	2.015	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.439	1.943	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.414	1.894	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.396	1.859	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.383	1.833	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.372	1.812	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.363	1.795	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.356	1.782	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.350	1.770	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.345	1.761	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.340	1.753	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.336	1.745	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.333	1.739	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.330	1.734	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.327	1.729	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.325	1.724	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.323	1.720	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.321	1.717	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.319	1.713	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.317	1.710	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.316	1.708	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.315	1.705	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.313	1.703	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.312	1.701	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.311	1.699	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.310	1.697	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.309	1.695	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.308	1.693	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.307	1.692	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.307	1.690	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.306	1.689	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.305	1.688	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.304	1.687	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.304	1.686	2.0244	2.4286	2.7116

ANEXO N°13: SOLICITUD AL SENAMHI

PROCEDIMIENTOS PARA OTORGAR INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA EN EL SENAMHI A
ESTUDIANTES, TESISTAS, MAESTRISTAS, DOCTORADO E INVESTIGADORES



ANEXO 02: FORMATO DE SOLICITUD ESTUDIANTES/ TESISTAS - DIRECCION ZONAL

Señor(a)
DIRECTOR (A) ZONAL DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E
HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI

Presente.-

Alicia PONCE GARCIA

(Nombres y Apellidos)

Jr. San Agustín M2. c Lt. 06 - Pillo Marca - Huancayo

(Dirección)

con DNI N° 47810152 Telf. 940987224 Email: alicia_k25-13@hotmail.com

Universidad/ Instituto: UNIVERSIDAD DE HUANCAYO

Carrera/
Profesión: Ingeniería Ambiental

Ante usted me presento y expongo:

Que, (detallar el estudio o proyecto que están realizando y el motivo de
solicitud de los datos)



para el desarrollo del proyecto de investigación de
Pre-grado titulado: "Análisis y Determinación de la oferta Ambiental
del recurso Hídrico mediante el método Balance Hídrico-tercio en la cuenca
del río Higueros - Región Huancayo - Perú"

Solicito la siguiente información:



ESTACIÓN/ZONA	PARAMETROS	PERIODOS
CANCHAN	PRECIPITACION y TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	2002 - 2017
JACAS CHICO	PRECIPITACION y t° MEDIA MENSUAL	2002 - 2017
PILLO MARCA	PRECIPITACION y t° MEDIA MENSUAL	2002 - 2017
SAN RAFAEL	PRECIPITACION y t° MEDIA MENSUAL	2002 - 2017

La información solicitada deberá ser remitida al correo
electrónico: alicia_k25-13@hotmail.com

Por lo expuesto, agradeceré a usted atender lo solicitado.

03 de ENERO del 2018.

Firma del Usuario

ANEXO N°14: PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS OTORGADAS POR EL SENAMHI.



2018-2027 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES".
"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL".

ESTACIÓN: CO CANCHAN

LATITUD: 09° 55' 15.43" S

LONGITUD: 76° 18' 34.62" W

ALTITUD: 1968 msnm

Parámetro: Precipitación Total Mensual (mm)

DPTO.: Huánuco

PROV.: Huánuco

DIST.: Huánuco

Periodo: 2003 - 2017

Parámetro: Precipitación Total Mensual (mm)

Periodo: 2003 - 2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
2003	50.1	42.4	86.2	31.7	13	0	0	9.7	20.6	43.8	62.6	88.2
2004	29.6	60.7	89.9	18.2	31.7	11.4	8.6	17.8	19.7	51.7	22.1	87.7
2005	77.6	69.9	105	S/D	1	0	6.6	20.4	11	47.3	28.8	147.8
2006	122.5	57.9	99.6	33.8	5.7	10.3	1	1.4	17	S/D	69.1	88.9
2007	45	4.4	64	22.6	20.1	0	4.6	3	5.8	67.3	49.4	67.1
2008	74	94.4	78.6	48.2	5.8	1.9	2.1	3.6	32	37.7	43.8	73.7
2009	111	96.9	90.3	71	5.8	16.1	12.2	1.6	10.1	41	50.1	95.8
2010	26.4	116.6	88.9	29.9	8.1	0	2.4	5.3	20.7	39.1	69.6	65.8
2011	80.5	65.9	107.4	31.4	25.2	0	2.4	3.5	9.3	88.8	48.1	113.2
2012	78.8	83.7	27.9	58.9	10.3	3.4	6.3	4.8	4	66.3	84.5	159
2013	64.2	98.8	127.7	49.6	5.7	12.7	13.4	27.6	4.6	41.7	56	76.7
2014	69.3	120.6	91.8	42.7	41.4	2.4	6.8	0	36.9	47.5	27.6	93
2015	58.6	81.2	67.5	40.1	55.8	0	0.5	1.6	4.9	22.6	72	S/D
2016	S/D	59.7	35.6	11.6	1	0	4.2	3.9	3.5	38.6	42.2	68.4
2017	66.2	74.6	77.5	22.8	17.6	3.1	3.9	5	10.7	25.7	54.1	S/D

S/D = Sin Dato

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

TESIS

" ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA OFERTA AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO MEDIANTE EL BALANCE HÍDRICO -
TERMICO EN LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS - REGIÓN HUANUCO - PERÚ".

ESTACIÓN: CO CANCHAN

LATITUD: 09° 55' 15.43" S
 LONGITUD: 76° 18' 34.62" W
 ALTITUD: 1968 msnm

DPTO.: Huánuco
 PROV.: Huánuco
 DIST.: Huánuco

Parámetro Temperatura Media Mensual (°C)

Periodo: 2003 - 2017

Parámetro Temperatura Media Mensual (°C)

Periodo: 2003 - 2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
2003	21.4	20.8	20.3	20.6	19.9	19.7	19.4	19.8	20.2	21.9	22.0	20.2
2004	20.9	20.4	21.1	21.2	20.6	18.9	18.8	18.7	19.4	20.7	21.7	S/D
2005	20.9	21.0	20.1	20.8	21.0	20.3	19.3	19.8	20.2	20.8	21.9	20.5
2006	19.9	20.8	20.0	20.2	19.8	19.4	S/D	19.9	20.7	21.5	20.6	20.6
2007	21.1	21.0	20.3	20.5	20.5	19.4	19.4	19.7	20.2	21.0	21.2	20.7
2008	20.0	20.1	19.1	19.6	19.7	19.3	18.5	19.9	20.2	21.2	22.0	21.1
2009	19.9	19.6	19.7	20.0	20.1	19.4	18.9	20.1	20.7	21.6	21.8	20.6
2010	20.6	20.6	21.3	21.2	21.2	20.0	19.6	20.1	21.0	21.2	21.0	20.0
2011	19.7	19.0	19.2	20.1	20.2	19.2	18.6	20.1	20.6	20.3	21.2	19.8
2012	20.1	19.5	20.1	20.2	20.2	19.1	18.5	19.5	19.9	21.4	21.2	19.7
2013	20.8	19.9	20.1	20.5	20.2	19.0	18.1	19.0	20.1	21.0	20.5	20.5
2014	19.7	19.8	19.9	20.0	20.0	19.3	18.7	18.5	20.0	20.0	20.8	20.4
2015	20.2	19.7	20.3	19.5	19.4	19.1	19.0	20.0	21.0	21.4	21.8	21.3
2016	S/D	21.4	21.7	21.9	20.7	19.4	18.9	19.7	20.5	20.9	22.1	21.1
2017	19.6	20.4	20.5	20.6	20.6	20.1	18.6	19.5	20.4	21.3	21.1	20.6

S/D = Sin Dato

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

TESIS

**" ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA OFERTA AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO MEDIANTE EL BALANCE HÍDRICO -
 TERMICO EN LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS - REGIÓN HUANUCO - PERÚ".**

ESTACIÓN: CO JACAS CHICO

LATITUD: 09° 53' 5.05" S
 LONGITUD: 76° 30' 3.37" W
 ALTITUD: 3724 msnm

DPTO.: Huánuco
 PROV.: Yarrowilca
 DIST.: Jacas Chico

Parámetro Precipitación Total Mensual (mm)

Periodo: 2003 - 2017

Parámetro Precipitación Total Mensual (mm)

Periodo: 2003 - 2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
2003	140.3	120.6	220.7	90.6	S/D	18	3.3	43.6	43	36.5	113.3	243.9
2004	35.6	134.1	119.8	28.2	79.2	36.3	22.2	56.9	62.2	134.3	87.8	184.1
2005	81.4	164.8	160.9	53	5.2	0	10.8	10.4	16.3	132.5	71.1	155.1
2006	194.1	112.6	178.8	84.3	15	26.3	0	4.7	43.8	S/D	111	166.4
2007	175.7	41.4	255.6	98.3	53.7	3	20.6	6.3	26.9	147.4	88.3	96.4
2008	161.6	187.3	113.8	149.1	24.6	15.4	4.2	12	95.5	81.7	70.5	172.3
2009	204.8	207.6	161.5	124.3	41.3	15.9	47.2	28.3	41.6	S/D	151.6	218.2
2010	75.8	198.3	203.1	65.6	20	2.8	13.7	1.8	48	107.1	107.5	124.9
2011	174	188.2	208.7	119.8	47.1	13.5	35.3	4.9	44.7	112.9	105.6	195.3
2012	219.5	253.3	123.9	175.6	33.3	25.2	6.7	14.3	15.1	111.3	142.1	268.4
2013	166.4	220.9	254.5	112.3	38.9	36.6	71.1	47.7	26.3	145.7	100.1	157.4
2014	185.9	197.2	201.4	127.2	86	5.7	23.9	27.1	91	94.6	99.1	231.2
2015	256.1	184.4	194.3	87.1	105.8	23.3	12.2	8.3	8.5	35.6	125.1	S/D
2016	S/D	179.2	81.6	83.2	11.6	16.9	6.5	46.4	17.3	92.2	158.4	108.2
2017	237	162.4	215	106.5	39.6	13.8	12.9	22.8	31.6	50.3	95.5	S/D

S/D = Sin Dato

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

ESTACIÓN: CO JACAS CHICO

LATITUD: 09° 53' 5.05" S
 LONGITUD: 76° 30' 3.37" W
 ALTITUD: 3724 msnm

DPTO.: Huánuco
 PROV.: Yarrowilca
 DIST.: Jacas Chico

Parámetro Temperatura Media Mensual (°C)

Periodo: 2003 - 2017

Parámetro Temperatura Media Mensual (°C)

Periodo: 2003 - 2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
2003	8.7	8.4	8.2	8.0	7.6	7.0	6.6	6.6	7.1	8.9	9.2	8.0
2004	8.7	8.2	8.6	9.2	8.2	6.5	6.6	6.1	7.3	7.9	9.0	8.4
2005	8.8	8.5	8.3	8.6	8.5	7.7	7.1	7.3	7.6	8.2	9.0	8.1
2006	7.6	8.5	8.1	8.2	7.4	7.1	6.9	7.1	7.9	8.2	8.4	8.4
2007	8.6	8.2	8.1	8.2	8.1	7.4	6.8	7.1	7.1	8.2	8.5	8.5
2008	8.0	8.0	7.5	7.9	7.5	7.0	6.6	7.5	7.5	8.1	9.0	8.4
2009	8.0	7.8	7.9	7.9	7.8	7.5	6.4	7.4	7.9	8.9	8.8	8.6
2010	8.5	8.9	9.2	8.9	8.7	7.6	7.5	7.5	8.2	8.3	8.6	8.2
2011	8.0	7.6	7.7	8.0	7.8	7.2	6.6	7.2	7.5	8.1	9.1	8.2
2012	8.2	7.8	8.0	8.1	7.7	6.7	6.3	7.1	7.5	8.5	8.7	8.1
2013	8.3	8.3	8.5	8.4	8.0	6.9	6.1	6.9	8.2	8.4	9.1	8.5
2014	8.0	8.1	8.3	8.3	8.3	7.7	6.7	6.6	7.4	7.9	9.5	8.7
2015	8.0	8.2	8.1	8.0	7.8	7.3	7.0	7.4	8.5	8.8	9.5	8.4
2016	S/D	9.3	9.5	9.4	8.6	7.1	6.9	7.4	8.1	8.4	9.1	8.8
2017	7.9	8.3	8.2	8.3	8.3	7.6	6.6	7.3	7.9	8.8	9.1	8.7

S/D = Sin Dato

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

ESTACIÓN: CP HUANUCO

LATITUD: 09° 57' 7.24" S
 LONGITUD: 76° 14' 54.80" W
 ALTITUD: 1947 msnm

DPTO.: Huánuco
 PROV.: Huanuco
 DIST.: Pillcomarca

Parámetro Precipitación Total Mensual (mm)

Periodo: 2003 - 2017

Parámetro Precipitación Total Mensual (mm)

Periodo: 2003 - 2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
2003	44.7	26.9	70.5	24.6	14.3	0.3	0.1	9.4	12.6	17.1	77.3	83.1
2004	33.6	31.7	56.9	31.2	24.8	5.1	5.6	16.7	16.2	28.6	34.8	104.6
2005	32.6	45	92.7	S/D	1.4	0	2	8.6	5.8	51.5	26.3	106.9
2006	81.9	48.4	112.7	38.6	2	6.2	3.5	2.9	11.4	S/D	66.7	89.1
2007	33.9	6.9	83.1	35.8	7.8	1.9	6.7	3.9	4.4	59.2	40.6	70.3
2008	29.8	90.8	91.3	36.3	3.6	5.5	0.1	2	33.4	38	50.9	68.1
2009	67.2	72.5	87.9	S/D	13.7	10.3	11.9	4.4	11	44.6	40.2	59.6
2010	21.8	85.9	91.6	19	3.4	2.6	4.9	7.2	13.6	26.7	55.1	81.9
2011	74.3	64	141.6	43.9	21.1	5.7	1.9	3.7	22.6	67.7	56.6	114.2
2012	78.6	55.7	30.1	75.9	13.7	3.8	7.8	3.4	4.9	75	94.5	154.7
2013	36.2	90	92	33.6	5.7	10.7	12.5	22.1	6.6	37.8	71.3	76.1
2014	72	94	76	43.1	29.2	6.6	2.9	0.7	28.9	49.7	32.1	84.9
2015	75.6	48.9	62.3	59	37.8	2.8	3.9	2.3	3.1	22.7	71.4	35.3
2016	S/D	S/D	67.8	11.6	0.2	S/D	0.2	1.1	1.7	34.3	37.5	70.2
2017	72.1	70.9	74	S/D	12.3	S/D	4.8	5.1	15.9	32.3	S/D	S/D

S/D = Sin Dato

SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

ESTACIÓN: CP HUANUCO

LATITUD: 09° 57' 7.24" S
 LONGITUD: 76° 14' 54.80" W
 ALTITUD: 1947 msnm

DPTO.: Huánuco
 PROV.: Huanuco
 DIST.: Pillcomarca

Parámetro Temperatura Media Mensual (° C)

Periodo: 2003 - 2017

Parámetro Temperatura Media Mensual (° C)

Periodo: 2003 - 2017

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
2003	21.5	21.0	20.7	21.1	20.5	20.3	19.7	20.0	20.4	21.9	21.9	20.7
2004	21.1	20.7	21.1	21.4	20.7	19.2	19.2	19.0	19.8	20.7	21.4	20.4
2005	21.3	21.6	20.5	21.3	21.3	20.3	19.3	20.2	21.1	21.2	22.0	20.4
2006	20.4	20.7	20.1	20.5	20.0	20.2	20.0	20.6	21.2	21.8	20.8	20.4
2007	20.7	21.0	20.3	20.7	20.9	20.0	19.5	19.8	20.9	21.0	21.3	20.6
2008	20.4	20.3	19.1	20.1	20.4	19.6	19.6	20.6	20.5	21.0	21.5	20.9
2009	20.0	19.9	19.8	20.4	20.6	20.0	19.4	20.8	21.3	21.7	21.8	20.7
2010	20.9	21.1	21.5	21.8	21.6	20.6	20.0	20.4	21.1	21.2	21.0	20.2
2011	19.9	19.1	19.4	20.1	20.8	20.0	19.6	20.3	20.7	20.9	21.7	20.3
2012	20.7	19.8	20.6	20.3	20.5	19.6	19.3	20.0	20.2	21.2	21.0	19.9
2013	21.3	20.2	20.3	20.9	20.6	19.9	19.1	20.1	20.9	21.4	20.8	21.1
2014	20.1	20.4	20.4	21.2	21.0	20.5	21.0	19.7	20.7	20.4	21.3	21.1
2015	20.8	20.3	20.9	20.3	20.2	20.2	19.9	20.7	21.8	21.7	21.9	21.2
2016	S/D	S/D	22.0	22.3	21.2	20.1	20.0	20.7	21.1	21.6	22.4	21.0
2017	19.9	20.9	20.7	21.1	21.6	21.1	19.7	20.6	21.3	21.7	21.5	20.9

S/D = Sin Dato

ANEXO N°15: SOLICITUD AL ALA



SUMILLA: Solicito datos de concesiones de agua dentro de la cuenca del rio higuera-Huánuco.

SEÑOR DIRECTOR DE LA AUTORIDAD LOCAL DEL AGUA-HUANUCO.

ALICIA PONCE GARCIA, con DNI 47810152, con domicilio sito en el Jr. San fausto MZ.C LT.06 Distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, a Ud., atentamente digo:

Por motivo de realizar el proyecto de investigación titulada: "Análisis y determinación de la oferta ambiental del recurso hídrico mediante el método del balance hídrico - térmico en la cuenca del rio higuera - región Huánuco - Perú"; solicito me brinde datos de los tres últimos años sobre las concesiones de agua destinadas a los distintos usos a la población que se encuentra dentro de la cuenca del rio higuera, con sus respectivas descripciones (coordenadas, volumen y/o caudal).

Para lo cual anexo:

Resolución de aprobación de proyecto de investigación





Mapa de ubicación de la cuenca del rio higuera.

Sin otro particular a usted pido acceda a mi petición y agradezco por anticipado su amable atención.

Huánuco, 19 de febrero de 2018.

ALICIA PONCE GARCIA

ANEXO N°16: DATOS DE CONSESIONES ENTREGADAS POR EL ALA.

 PERÚ	Ministerio de Agricultura y Riego	 ANA Autoridad Nacional del Agua
<small>Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres "Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"</small>		
<p>Huánuco, 27 de febrero de 2018.</p>		
<p><u>CARTA N° 058-2018-MINAGRI-ANA-AAA.HUALLAGA-ALA.ALTO HUALLAGA</u></p>		
<p>Señora: ALICIA PONCE GARCÍA Jr. San Fausto Mz. C Lte. 06 Pillcomarca - Huánuco.- Celular: 940987224</p>		
Asunto	: Respuesta a solicitud de información	
Ref.	: Escrito s/n de fecha de recepción 19/01/2018	
<p>Tengo el agrado de dirigirme a Usted, en atención al documento de la referencia mediante el cual solicita a la Administración Local de Agua Alto Huallaga, datos sobre los tres últimos años de otorgamiento de derechos de usos de agua a la población que se ubica dentro de la cuenca del río Higuera.</p>		
<p>Al respecto, se remite adjunto (02 folios) la información ubicada en los archivos de la Administración Local de Agua Alto Huallaga, sobre derechos otorgados con fines población y agrario del ámbito solicitado.</p>		
<p>Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.</p>		
<p>Atentamente,</p>		
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"><div style="margin-left: 20px;"> Ing. ALBET MIGUEL RAMOS ESPINAR Administrador Local de Agua (e) Administración Local de Agua Alto Huallaga</div></div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"><div><p>PBSR/nnfo Cc. Archivo</p></div><div><p>CUT: 28225- 2018</p></div></div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"><div><p>Pje. Illathupac N° 141 – Huánuco – Huánuco Teléfono: 062 – 515774 ala-altohuallaga@ana.gob.pe www.minagri.gob.pe www.ana.gob.pe</p></div><div style="text-align: right;"><p><i>Trabajando para todos los peruanos</i></p></div></div>		

LICENCIAS OTORGADAS PARA USO POBLACIONAL

N°	Nombre del Usuario	Nombre de la Unid. Operativa	Tipo de Resolución	Número de Resolución	Fecha de la Resolución	Q Concedido en la Licencia (lt/s)	Volumen Consumido m³	Fuente y Punto de Captación			Ubicación Geográfica			
								Fuente	Coord. Del Punto de Cap.		Casero y/o Localidad	Distrito	Provincia	
									UTM N	UTM E				Altitud
1	Comité de Adm. Agua Potable San José de Coso	manantial Huayhu	Administrativa	004-2006	09/01/2006	0,45	14191,20	manantial Huayhu	8°59,222	347,245				
2	JAAP Caserio Pucuchinche - Amapata	manantial Amapa	Administrativa	045-2006	01/03/2006	0,14	4354,56	manantial Amapata	8°504,103	358,763			Quisqui	Huánuco
3	JAAP Larijas	Sistema de agua	Administrativa	215-2005	19/12/2005	0,20	6.307,20	manantial Larijas	8°507,707	349,110	2.752	San Pedro de Ca	Quisqui	Huánuco
4	JAAP Limapampa	Sistema de agua	Administrativa	218-2005	20/12/2005	3,50	110.376,00	manantial Racchupampa	8°506,569	347,894	2.978	San Pedro de Ca	Quisqui	Huánuco
5	JAAP Kichu-Huancapallac	Sistema de agua	Administrativa	221-2005	27/12/2005	1,25	39420,00	manantial Lucmapata	8°505,418	346,521	2.515	Lucmapata	Quisqui	Huánuco
6	JASS Comunidad Campesina Yacus		Directoral	913-2016	14/11/2016		44344,01	Quebrada Shogus ragra	8897412	333730			Yacus	Huánuco
7	JASS Centro Poblado San Isidro de Paura		Directoral	560-2016	02/09/2016		11668,33	Manantial Urtunupa-Cucho	8899248	335551	3,873	CP San Isidro de	Yacus	Huánuco
8	JASS Centro Poblado Huanchan		Directoral	473-2016	06/07/2016		2726,6	Manantial Jatun Curaj	8901019	336068	3943	CP Huanchan	Yacus	Huánuco
9	JASS Comunidad Campesina de Gasgo		Directoral	364-2016	31/05/2016	0,322	10154,59	Quebrada Shiki Ragra	8897451	332112	3761	C.C. Gasgo	Yacus	Huánuco
10	Centro Poblado de Colpashpampa		Administrativa	270-2014				Manantial Homo Pata					Margos	Huánuco
11	Centro Poblado de Cochab		Administrativa	280-2014				Manantial Shashawilca I, II y Macatupa					Margos	Huánuco

DISTRITO	LOCALIDAD	TIPO	TIPO DE USO	COORDENADAS DE CAPTACION		COORDENADAS REVISADO		CAUDAL (L/S)	OTORGADO ANUAL (M3)
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
QUISQUI	SAN JOSE DE COSO	INDIVIDUAL	ACUICOLA O PISCICOLA	348,910.00	8,900,045.00	348,678.94	8,899,676.04	25.00	788400.00
QUISQUI	LANJAS	INDIVIDUAL	POBLACIONAL	349,134.00	8,907,709.00	348,902.93	8,907,339.96	0.20	6307.20
QUISQUI	CENTRO POBLADO	INDIVIDUAL	POBLACIONAL	347,894.00	8,906,569.00	347,662.94	8,906,199.97	3.50	110376.00
QUISQUI	QUISQUI - HUANCAPALLAC	INDIVIDUAL	POBLACIONAL	346,521.00	8,905,418.00	346,289.96	8,905,048.98	1.25	39420.00
QUISQUI	SAN JOSE DE COSO	INDIVIDUAL	POBLACIONAL	347,245.00	8,899,222.00	347,013.96	8,898,853.05	0.45	14191.20
YACUS	CENTRO POBLADO HUANCHAN	INDIVIDUAL	POBLACIONAL	337,447.00	8,898,530.00	337,447.00	8,898,530.00	0.50	15768.00
YACUS	C.P. SAN LORENZO DE LLAGLLA	INDIVIDUAL	POBLACIONAL	355,757.00	8,901,654.00	355,757.00	8,901,654.00	0.55	17344.80
KICHKI	LANJAS	BLOQUE	AGRARIO	345 702	8 913 214	345 702	8 913 214	15.60	491961.60
JACAS CHICO	PUNTO UNION		POBLACIONAL			334447	8911219		30460.00
JACAS CHICO	ROSAPAMPA		POBLACIONAL			335 200	8 911 801		36947.00
HUANUCO	SAN PEDRO DE CHAULAN		POBLACIONAL	350,685.00	8,896,773.00	350,453.92	8,896,404.08	0.25	7884.00
HUANUCO	HUANUCO	seda	POBLACIONAL			356,640.00	8,902,860.00	460.00	
HUANUCO	HUANUCO	seda	POBLACIONAL			356,640.00	8,902,860.00	540.00	
QUISQUI			POBLACIONAL	358,763	8,904,103			0,14	4354,56
QUISQUI	SAN PEDRO DE CAQUI		POBLACIONAL	349,110	8,907,707			0,20	6307.2
QUISQUI	SAN PEDRO DE CAQUI		POBLACIONAL	347,894	8,906,569			3,50	110.376,00
QUISQUI	LUCMAPATA		POBLACIONAL	346,521	8,905,418			1,25	39420,00
YACUS			POBLACIONAL	333,730	8,897,412				44344,01
YACUS	CP San Isidro		POBLACIONAL	335,551	8,899,248				11668,33
YACUS	CP huanchan		POBLACIONAL	336,068	8,901,019				2726,6
YACUS	C.C. Gasgo		POBLACIONAL	332,112	8,897,451			0,322	10154,59
HUANUCO	LIMAPAMPA		AGRARIO			347410.000	8'908,792	70.00	2207520.00
HUANUCO	JIRATUNA		AGRARIO			335654.000	8'891,204	4.10	129297.60
MARGOS	HUAMALLY		AGRARIO			343300.000	8'909,300	2.00	93312.00
HUANUCO	COSO MARABAMBA		AGRARIO			349438.000	8'901,178	160.00	5045760.00