

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA
CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A
INFORMACIÓN CLIMÁTICA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Kevin Robertson Tello Casas

Asesor:

Ing. Luis Vásquez Ramírez

Cajamarca - Perú

2019



DEDICATORIA

A Dios, a mi abuelito José Daniel Huaripata Flores por ser una persona admirable y creer en mí además de apoyarme. A pesar de nuestra distancia física, sé que estás cuidándome y guiándome desde el cielo, a mis padres Luis Manuel Tello Aguilar y Rosa Casas Abanto por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en este momento tan importante de mi formación profesional, a mi hermana Daniela por ser el principal motivo para culminar esta investigación.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, a mi asesor Ing. Luis Vásquez Ramírez, por guiarme y asesorarme en la realización de este proyecto, al director de carrera Ing. Orlando Aguilar Aliaga, por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente, a mis amigos por el apoyo en la culminación de este proyecto y al equipo de docentes de la carrera de ingeniería civil UPNC por hacer de esta formación profesional la mejor.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Objetivos	24
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Población y muestra.....	25
2.3. Materiales y métodos	27
2.4. Procedimiento de recolección de datos.....	30
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS	60
3.1. Parámetros geomorfológicos	60
3.2. Caudales aforados históricos.....	61
3.3. Caudales aforados in situ.....	62
3.4. Calibración y validación del modelo.....	62
3.5. Caudales simulados en WEAP.....	63
3.6. Escenario proyectado año 2030.....	68
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	72
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	76
ANEXO N° 1. FOTOGRAFÍAS	76
ANEXO N° 2. RESULTADOS	83
ANEXO N° 3. HOJA DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE EQUIPO MF - PRO	85
ANEXO N° 4. PRECIPITACIÓN MENSUAL DE ESTACIONES COMPLETADAS	86
ANEXO N° 5. PROTOCOLOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	96
ANEXO N° 6. PLANO DE UBICACIÓN CUENCA RÍO RONQUILLO	101
ANEXO N° 7. MAPA DE ÁREAS CUENCA RÍO RONQUILLO.....	102
ANEXO N° 8. MAPA DE COBERTURA VEGETAL CUENCA RÍO RONQUILLO.....	103
ANEXO N° 9. MAPA DE CURVAS DE NIVEL CUENCA RÍO RONQUILLO.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Forma de la cuenca.....	18
Tabla 2. Ubicación geográfica cuenca río Ronquillo	25
Tabla 3. Ubicación política cuenca río Ronquillo	26
Tabla 4. Ubicación hidrográfica cuenca río Ronquillo.....	26
Tabla 5. Estaciones meteorológicas disponibles	28
Tabla 6. Técnica de recolección y análisis de datos.....	29
Tabla 7. Centroide de la cuenca río Ronquillo	32
Tabla 8. Datos de estaciones de ingreso software Hydraccess.....	33
Tabla 9. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de enero, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	35
Tabla 10. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de febrero, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	36
Tabla 11. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de marzo, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	37
Tabla 12. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de abril, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	38
Tabla 13. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de mayo, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	39
Tabla 14. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de junio, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	40
Tabla 15. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de julio, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	41
Tabla 16. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de agosto, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	42
Tabla 17. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de septiembre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.....	43
Tabla 18. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de octubre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	44

Tabla 19. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de noviembre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	45
Tabla 20. Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de diciembre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.	46
Tabla 21. Regionalización de precipitación mensual generada cuenca río Ronquillo.	50
Tabla 22. Rango de parámetros por tipo de uso del suelo para calibración de catchment. .	52
Tabla 23. Escenario actual cuenca río Ronquillo.	53
Tabla 24. Coeficiente de cultivo.	53
Tabla 25. Capacidad de almacenamiento de agua en la zona de raíces.	53
Tabla 26. Capacidad de almacenamiento de agua en la zona profunda.	54
Tabla 27. Factor de resistencia a la escorrentía.	54
Tabla 28. Conductividad de zona de raíces.	54
Tabla 29. Conductividad de zona profunda.	54
Tabla 30. Dirección preferencial de flujo.	55
Tabla 31. Nivel de humedad en la zona de raíces.	55
Tabla 32. Nivel de humedad en la zona profunda.	55
Tabla 33. Resumen datos medios mensuales cuenca río Ronquillo.	57
Tabla 34. Parámetros de la cuenca río Ronquillo.	61
Tabla 35. Caudales estación hidrométrica Ronquillo.	61
Tabla 36. Caudales aforados – SEDACAJ.	61
Tabla 37. Caudales aforados en la cuenca del río Ronquillo.	62
Tabla 38. Datos para validación de calibración.	64
Tabla 39. Valores referenciales del criterio de Nash-Sutcliffe.	65
Tabla 40. Resultado de disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo escenario actual.	67
Tabla 41. Variación cobertura vegetal cuenca río Ronquillo año 2030.	68
Tabla 42. Escenario año 2030 cuenca Ronquillo.	68
Tabla 43. Resumen de datos de entrada software WEAP escenario 2030.	69
Tabla 44. Resultado de disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo escenario actual.	71
Tabla 45. Precipitación total mensual completada estación Augusto Weberbauer.	86
Tabla 46. Precipitación total mensual completada estación Yanacochoa.	87

Tabla 47. Precipitación total mensual completada estación Magdalena.	88
Tabla 48. Precipitación total mensual completada estación Granja Porcón.....	89
Tabla 49. Precipitación total mensual completada estación La Encañada.	90
Tabla 50. Precipitación total mensual completada estación Maqui Maqui.	91
Tabla 51. Precipitación total mensual completada estación La Quinua.	92
Tabla 52. Precipitación total mensual completada estación Quebrada Honda.	93
Tabla 53. Precipitación total mensual completada estación Carachugo.	94
Tabla 54. Precipitación total mensual completada estación Huacataz.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva hipsométrica	18
Figura 2. Red de drenaje.....	22
Figura 3. Ubicación cuenca río Ronquillo.....	26
Figura 4. Estaciones meteorológicas disponibles cuenca río Ronquillo.	29
Figura 5. Datos cuenca río Ronquillo en software ArcGis.....	32
Figura 6. Id de estaciones en software Hydraccess	33
Figura 7. Ingreso a la herramienta vector regional software Hydraccess.....	34
Figura 8. Cálculo vector regional software Hydraccess	34
Figura 9: Ingreso de datos para completar en software Hydraccess.....	47
Figura 10. Llenado de datos faltantes por vector regional en software Hydraccess.	48
Figura 11. Ingreso regionalización de precipitación en software Hydraccess.	49
Figura 12. Regionalización de precipitación cuenca río Ronquillo en software Hydraccess.	49
Figura 13. Creación de área de trabajo en software WEAP.	56
Figura 14. Creación de parámetros en software WEAP.....	56
Figura 15. Cuenca río Ronquillo en software WEAP.	58
Figura 16. Selección método de la humedad del suelo en software WEAP.....	58
Figura 17. Ingreso de precipitación regionalizada en software WEAP.....	59
Figura 18. Áreas cuenca río Ronquillo en software WEAP.	59
Figura 19. Resultados de escorrentía caudales simulados vs observados en WEAP periodo de calibración mensual.	63
Figura 20. Resultados de escorrentía exportados de WEAP a excel caudales simulados vs observados periodos de calibración mensual.....	64
Figura 21. Disponibilidad hídrica escenario actual vs escenario futuro.....	70
Figura 22. Disponibilidad hídrica escenario actual vs escenario futuro exportado a excel desde software WEAP.	70
Figura 23. Relación de Confluencias.....	84
Figura 24. Rectángulo equivalente.	84

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Ancho promedio cuenca	16
Ecuación 2: Factor de forma.....	17
Ecuación 3: índice de compacidad	17
Ecuación 4: Altitud media	19
Ecuación 5: Coeficiente de Masividad	19
Ecuación 6: Coeficiente orográfico	20
Ecuación 7: Pendiente Cauce (Taylor y Schwarz)	20
Ecuación 8: Longitud del lado mayor del rectángulo.....	21
Ecuación 9: Longitud del lado menor del rectángulo.....	21
Ecuación 10: Eficiencia de Nash – Sutcliffe	65
Ecuación 11: Raíz del error cuadrático medio (RMSE).....	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de enero.	35
Gráfico 2. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de enero.	35
Gráfico 3. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de febrero.....	36
Gráfico 4. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de febrero. ..	36
Gráfico 5. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de marzo.	37
Gráfico 6. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de marzo.	37
Gráfico 7. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes abril.....	38
Gráfico 8. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de abril.....	38
Gráfico 9. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de mayo.	39
Gráfico 10. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de mayo. ...	39
Gráfico 11. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de junio.	40
Gráfico 12. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de junio.....	40
Gráfico 13. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de julio.....	41
Gráfico 14. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de julio.....	41
Gráfico 15. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de agosto.....	42
Gráfico 16. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de agosto... 42	42
Gráfico 17. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de septiembre.....	43
Gráfico 18. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de septiembre.	43
Gráfico 19. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de octubre.	44
Gráfico 20. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de octubre. 44	44
Gráfico 21. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de noviembre.	45
Gráfico 22. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de noviembre.	45
Gráfico 23. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de diciembre.	46
Gráfico 24. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de diciembre.	46
Gráfico 26. Resultados de escorrentía caudales simulados vs observados en WEAP periodo de calibración anual.	63
Gráfico 27: Mensual promedio: Q. simulado vs Q. observado	65

Gráfico 28: Validación R2 caudal simulado vs caudal observado.	66
Gráfico 29: Resultado de disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo escenario actual.....	67
Gráfico 30. Disponibilidad hídrica: escenario actual vs escenario futuro.....	71
Gráfico 31. Curva hipsométrica.....	83
Gráfico 32. Frecuencia de altitudes.	83
Gráfico 33: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Augusto Weberbauer.....	86
Gráfico 34. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Yanacocha.	87
Gráfico 35: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Magdalena.	88
Gráfico 36: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Granja Porcón... ..	89
Gráfico 37. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Encañada.....	90
Gráfico 38. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Maqui Maqui. ...	91
Gráfico 39. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Quinua.	92
Gráfico 40. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Quebrada Honda.	93
Gráfico 41: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Carachugo.....	94
Gráfico 42. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Huacataz.	95

RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo principal estimar la disponibilidad de agua de escorrentía en la captación del río Ronquillo en base a información climática, mediante el software WEAP, para esto se realizó aforos, los cuales sirvieron para la calibración del modelo además se revisó información cartográfica y de precipitación, la cual fue recopilada de los anexos del expediente técnico “Autorización para la ejecución de obras en la cuenca del río Chailhuagón” brindada por Yanacocha y SENAMHI. Los resultados de la disponibilidad de agua de escorrentía en la cuenca río Ronquillo en base a información climática, varía según esta información, además depende los parámetros de calibración del modelo WEAP, estos son esenciales de acuerdo a la cobertura vegetal de la zona de estudio, a partir de esto se obtuvo como resultados que los meses con mayor disponibilidad de agua de escorrentía son febrero, marzo y abril, con 0.368, 0.512, 0.352 m³/s respectivamente, los meses con menor disponibilidad de agua de escorrentía son junio, julio, agosto y septiembre, con 0.071, 0.053, 0.050 y 0.077 m³/s respectivamente, esto en base a información climática está en rango del (80 – 90)% del valor aforado, esto se pudo verificar estadísticamente, el cual fue con un error cuadrático medio respecto a los caudales simulados vs caudales observados de 0.898, en porcentaje 89.8%, lo cual indica la verificación de la hipótesis de esta investigación. Para el escenario futuro del año 2030 respecto al escenario actual en promedio mensual total la disponibilidad hídrica disminuye en un 30.16% en referencia al escenario actual.

Palabras clave: Escorrentía, precipitación, cuenca, WEAP.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los organismos mundiales han advertido que para el año 2025 existirán conflictos por la escasez de agua, países como Perú y Chile entre otros lo experimentarán, por ello es importante que la humanidad realice cambios importantes en sus usos y costumbres, se están concertando políticas globales para revertir este proceso. (ANA, 2011)

El Perú es uno de los países más ricos en recursos hídricos; no obstante que su extensión representa solamente el 0,87 de la superficie continental del planeta, posee el 4,6% del agua superficial planetaria. (Muñoz, 2011)

Existen 1007 ríos en 106 cuencas hidrográficas que producen un promedio anual de 2'046,287.5 MMC. Oferta de agua estacional e insuficiente para cubrir la demanda poblacional y de las actividades productivas. (ANA, 2011)

Esta sección trata a las cuencas como espacios productivos, a partir de la posibilidad de estos territorios naturales de articular el conjunto de recursos o capitales de los que se encuentran dotadas. Por su incidencia fundamental en las condiciones del desarrollo humano, esto se concentra en dos actividades productivas localizadas en las cuencas y en las respectivas modalidades de uso consuntivo del agua: el uso agrícola, a sabiendas de que la agricultura es la principal actividad productora de alimentos, pero también el sector que de lejos más recursos hídricos consume, con serios problemas de eficiencia; y el uso minero del agua, por los impactos específicos que genera la minería sobre el ambiente y sobre la disponibilidad y calidad del agua, particularmente en algunas cuencas con muy limitada oferta hídrica.

El agua tiende a ser cada vez más escasa con respecto a las zonas geográficas donde se expanden las actividades productivas, y donde también se incrementa la población. (Muñoz, 2011)

Marzo 2008: La autoridad nacional del agua se creó con decreto legislativo N° 997. En el marco de la gestión integrada de los recursos naturales, la cual tiene como funciones principales, administrar, conservar, proteger y promover el uso sostenible y responsable del agua en las cuencas hidrográficas del país. (Acuerdo Nacional, 2012). Además de lo revisado anteriormente, no se encontró datos por parte de la autoridad nacional del agua (ANA), en el cual se evidencie la disponibilidad hídrica actual en la cuenca río Ronquillo distrito de Cajamarca.

Algunos de los conceptos más importantes en el desarrollo de este proyecto son: Escorrentía: La precipitación efectiva o excedente fluye por diferentes caminos hacia la red de drenaje y se evalúa en algún sitio de interés del cauce como escorrentía, escurrimiento o caudal. (Tacusi & Hacha, 2015). WEAP: (Sistema de evaluación y planeación de agua) Es una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas. SIG: (sistemas de información geográfica) software para definir bases informatizadas de datos del componente espacial. (Tacusi & Hacha, 2015). Simulación: consisten en el trabajo con el computador y más específicamente, en el trabajo con o el desarrollo de software para, justamente, modelar y simular. (Tacusi & Hacha, 2015)

A nivel nacional y local se ha desarrollado investigaciones, es así que (Ticona, 2016) en su tesis “Modelación hidrológica de escenarios futuros de caudales medios con la aplicación del modelo hidrológico WEAP en la cuenca del río Ilave - Puno”, teniendo como objetivo general determinar los escenarios futuros de caudales medios en la cuenca del río Ilave, aplicando el modelo hidrológico WEAP (water evaluation and planning system). Se obtuvieron de resultados el caudal máximo medio mensual es en el mes de febrero con $138.4 \text{ m}^3/\text{s}$ y el más bajo en octubre un caudal mínimo de $5.6 \text{ m}^3/\text{s}$. Además (Bustamante, 2018) en su tesis “Disponibilidad de agua de escorrentía en la captación Huacaríz del río Mashcón, generada a partir de información climática”, teniendo como objetivo estimar los caudales medios mensuales, de escorrentía, del río Mashcón, mediante el modelo determinístico estocástico Lutz Scholz, para el periodo 1968 – 2016. Se obtuvieron como resultados caudales medios mensuales (m^3/s) generados por el modelo determinístico estocástico Lutz Scholz período (1968-2016), varían en relación al régimen de precipitación pluvial de la cuenca del río Mashcón; tal que en los meses lluviosos varía de $6.80 \text{ m}^3/\text{s}$ a $3.32 \text{ m}^3/\text{s}$ y en los meses de escasez varía de $3.19 \text{ m}^3/\text{s}$ a $0.99 \text{ m}^3/\text{s}$, notándose una gran diferencia entre ambos períodos. Dichos caudales incluyen la escorrentía directa y el flujo base.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, es importante conocer conceptos, ecuaciones, con las cuales fue desarrollado esta investigación, a continuación de manera resumida se lo presenta.

La cuenca de drenaje de una corriente es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido. (Villón, 2002)

La delimitación de una cuenca se hace sobre un plano o mapa de curvas de nivel, la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de la cuenca. (Villón, 2002). Los parámetros geomorfológicos de una cuenca son importantes, ya que brindan características de la cuenca en estudio a continuación, se describe cada uno de ellos con su respectiva fórmula de cálculo:

A) Superficie

Referida al área proyectada en un plano horizontal de forma muy irregular la cual se obtiene después de delimitar la cuenca. (Villón, 2002)

B) Perímetro

Es la longitud de la curva cerrada correspondiente al divortium aquarum, se expresa generalmente en Km y se determina mediante el curvímetro o cualquier software existente para estos casos autocad. (Ortiz, 1994)

C) Ancho promedio

Es la relación de la longitud del cauce principal y el área de la cuenca. (Villón, 2002)

Ecuación 1: Ancho promedio cuenca

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

Donde:

B: Ancho promedio de la cuenca.

A: Área de la cuenca.

L: Longitud de cauce principal.

D) Factor de forma

Parámetro adimensional, que expresa la relación entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud. (Ortiz, 1994)

Ecuación 2: Factor de forma

$$F = \frac{B}{L}$$

Donde:

F: Factor de forma.

B: Ancho promedio de la cuenca.

L: Longitud de cauce principal.

E) Índice de compacidad

El índice de compacidad de una cuenca, definida por Gravelious, expresa la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro equivalente de una circunferencia, que tiene la misma área de la cuenca. (Villón, 2002)

Ecuación 3: índice de compacidad

$$K_c = \frac{\text{Per. Cuenca}}{\text{Per. Círculo}} = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K_c: índice de compacidad.

P: Perímetro de la cuenca.

L: Área de la cuenca.

Tabla 1.
Forma de la cuenca

Clase de forma	Rango de clase	Forma de la cuenca
Kc1	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval-redonda
Kc2	1.25 a 1.50	Oval-redonda a oval-oblonga
Kc3	1.50 a 1.75	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Fuente: (Ortiz, 1994)

F) Curva hipsométrica

Es la curva que, puesta en coordenadas rectangulares, representa la relación entre la altitud, y la superficie de la cuenca que queda sobre esa altitud. (Villón, 2002)

G) Altitud media

Se define como curva hipsométrica a la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, construida llevando en el eje de las abscisas, longitudes proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca, en km² o en porcentaje, comprendida entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total llevando, al eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas.

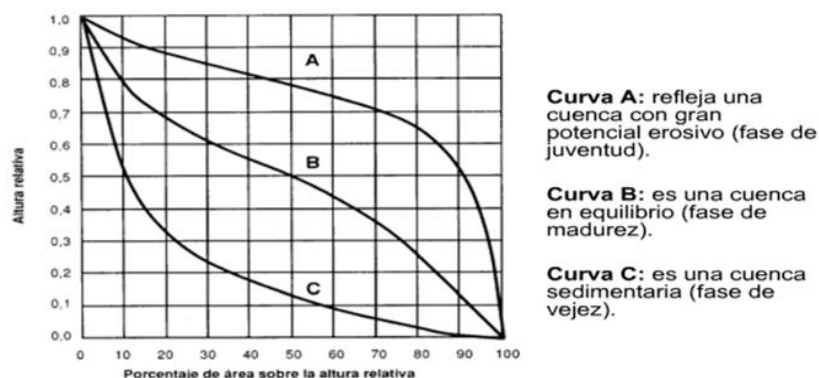


Figura 1. Curva hipsométrica

Fuente: Villón, 2002

Ecuación 4: Altitud media

$$H_m = \frac{\sum a_i * Z_i}{A}$$

Donde:

H_m: Elevación media de la cuenca.

Z_i: Cota medida del área i, delimitada por 2 curvas de nivel.

a_i: Área i entre curvas de nivel.

A: Área de la cuenca.

H) Coeficiente de masividad (C_m)

Es la relación entre la altitud media del relieve y la superficie proyectada. La altitud media se obtiene de la curva hipsométrica y área proyectada mediante un planimetrado. (Ortiz, 1994)

Ecuación 5: Coeficiente de Masividad

$$C_m = \frac{H}{A}$$

Donde:

C_m: Coeficiente de masividad.

H: Altitud Media.

A: Área de la cuenca.

I) Coeficiente orográfico (C_o)

Es el producto de la altitud media por el coeficiente de masividad. (Ortiz, 1994)

Ecuación 6: Coeficiente orográfico

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

Donde:

C_m: Coeficiente orográfico.

H: Altitud media.

A: Área de la cuenca.

J) Pendiente cauce

Es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico, en general, se puede considerar como el cociente, que resulta de dividir, el desnivel de los extremos del tramo, entre la longitud horizontal de dicho tramo. (Villón, 2002)

Ecuación 7: Pendiente Cauce (Taylor y Schwarz)

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\frac{L_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{S_2}} + \frac{L_n}{\sqrt{S_n}}}$$

Donde:

n: Número de tramos iguales, en los cuales se subdivide el perfil.

S₁, S₂...S_n: pendiente de cada tramo, según S=H/L.

S: Pendiente media del cauce.

K) Pendiente Cuenca

La pendiente de una cuenca es un parámetro muy importante en el estudio de toda cuenca, tiene una relación importante y compleja con la infiltración, la escorrentía

superficial, la humedad del suelo, y la contribución del agua subterráneo a la escorrentía. (Villón, 2002)

L) Rectángulo equivalente

Definido como una transformación geométrica, que permite representar a la cuenca, de su forma heterogénea, con la forma de un rectángulo, que tiene la misma área y perímetro, por lo tanto el mismo índice de compacidad o índice de Gravelious, igual distribución de alturas por lo tanto, igual curva hipsométrica e igual distribución de terreno, en cuanto a sus condiciones de cobertura. (Villón, 2002)

Ecuación 8: Longitud del lado mayor del rectángulo.

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

Ecuación 9: Longitud del lado menor del rectángulo.

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

Donde:

L: Longitud del lado mayor del rectángulo.

l: Longitud del lado menor del rectángulo.

K: Índice de Gravelious.

A: Área de la cuenca.

M) Red de drenaje

La red de drenaje está constituida por el río principal y sus tributarios.

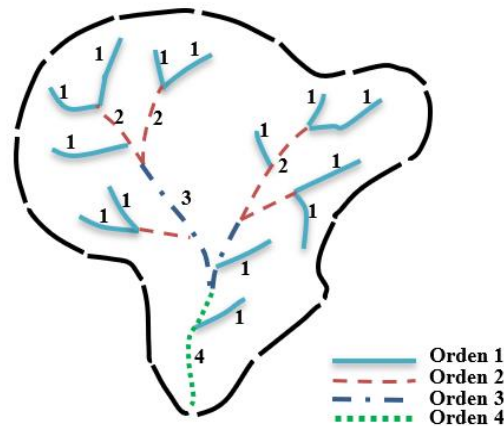


Figura 2. Red de drenaje
Fuente: Villón, 2002.

Método del vector regional.

Es un método de cálculo orientado a tres tareas definidas: la crítica de datos, la homogenización y la extensión - llenado de datos faltantes de precipitación. El vector regional elabora una estación ficticia (vector) que sea una especie de promedio de todas las estaciones de la zona. El vector se calcula bajo el concepto de precipitación media extendida, salvando los problemas del peso de las estaciones más lluviosas sobre las menos lluviosas. (Espinoza, 2005). El paquete computacional Hydraccess (Vauchel & IRD, 2005), presenta el método de vector regional dentro de sus funciones avanzadas, esto permite administrar la base de datos hidrológicos históricos.

Otro aspecto importante en esta investigación es la aplicación del software WEAP, por ello es importante saber que WEAP fue desarrollado por el instituto ambiental de Estocolmo

(SEI, por sus siglas en inglés), con el fin de Simular procesos como lluvia- escorrentía, flujo base, recarga subterránea. Este es un modelo de planeamiento integrado del recurso hídrico, opera bajo el modelo de balance hídrico y puede ser aplicado a los sistemas agrícolas y municipales, a cuencas pequeñas o grandes. El modelo trabaja con el balance de masa a nivel mensual, el agua es despachada para cumplir con los requerimientos de consumo, sujeto a demandas prioritarias. Se puede escoger entre tres métodos de simulación para procesos como escorrentía, infiltración e irrigación, dependiendo del nivel de complejidad que se requiera. Se requiere información como el tiempo de simulación, fronteras espaciales de la simulación, etc., y como datos de entrada, precipitación, radiación solar, caudales, etc.

El presente trabajo de investigación permitió estimar la escorrentía de la cuenca del río Ronquillo tomando como punto de descarga la captación Ronquillo. Por lo expuesto esta investigación servirá de base para conocer la disponibilidad hídrica de la cuenca río Ronquillo distrito de Cajamarca, así establecer infraestructuras futuras de almacenamiento de agua, además distribuir una mayor posibilidad hídrica en los meses secos (máximo déficit), en el área de influencia de la cuenca río Ronquillo.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es disponibilidad de agua de escorrentía en la captación del río Ronquillo en base a información climática?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Estimar la disponibilidad de agua de escorrentía en la captación del río Ronquillo en base a información climática.

1.3.2. Objetivos específicos

- Reconocer y tomar datos de la zona en estudio.
- Recopilar información cartográfica y de precipitación.
- Delimitar y caracterizar parámetros hidrogeomorfológicos de la cuenca río Ronquillo.
- Estimar caudales medios mensuales de escorrentía de la cuenca río Ronquillo utilizando la información existente.

1.4. Hipótesis

La disponibilidad de agua de escorrentía en la captación del río Ronquillo en base a información climática está en rango del (80 – 90)% del valor aforado.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Descriptivo: Refiere como la información climática afecta a la escorrentía.

Transversal: Se recopila y analiza datos en un período de tiempo determinado.

2.2. Población y muestra.

2.2.1. Unidad de Estudio

Río Ronquillo distrito de Cajamarca.

2.2.2. Población

Río Ronquillo distrito de Cajamarca.

2.2.3. Muestra

Río Ronquillo distrito de Cajamarca

2.2.3.1. Ubicación Geográfica

Tabla 2.
Ubicación geográfica cuenca río Ronquillo

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
Latitud Sur:	7° 9'23.03" y 7° 7'47.47"
Longitud Oeste:	78°32'12.03" y 78°37'33.13"
Este:	772067.00 y 762225.23 m
Norte:	9208233.00 y 9211221.71 m
Altitud:	2850 hasta 4050 m.s.n.m.

Ubicación Política

Tabla 3.
Ubicación política cuenca río Ronquillo

UBICACIÓN POLÍTICA	
Región:	Cajamarca
Provincia:	Cajamarca
Distrito:	Cajamarca
Localidad:	Ronquillo

2.2.3.2. Ubicación Hidrográfica

Tabla 4.
Ubicación hidrográfica cuenca río Ronquillo

UBICACIÓN HIDROGRÁFICA	
Cuenca:	Río Ronquillo
Vertiente:	Atlántico



Figura 3. Ubicación cuenca río Ronquillo.
Fuente: Adaptado de Google Earth Pro, 2018

2.3. Materiales y métodos

2.3.1. Materiales

2.3.1.1. Hardware

El hardware que se utilizó fue:

- ✓ Laptop lenovo legion Y520
- ✓ Impresora Epson L 455
- ✓ GPS map 62sc
- ✓ Correntómetro electromagnético modelo MF - PRO.
- ✓ Cámara fotográfica Huawei P20 lite.

2.3.1.2. Software

El software utilizado para los cálculos del proyecto de investigación, fueron los siguientes:

- ✓ Modelo Hidrológico WEAP. / Licencia educacional.
- ✓ ArcGis v.10.2 / Licencia arc info.
- ✓ Hydraccess v.4.6 / libre descarga.
- ✓ AutoCAD Civil 3D 2018 / Licencia Educacional.
- ✓ Microsoft Excel 2016.
- ✓ Microsoft Office 2016.

2.3.1.3. Cartografía

La información cartográfica como base del ámbito de trabajo se desarrollaron con las cartas nacionales con equidistancia mínima de curvas de nivel de 50 m, estas fueron las siguientes:

- ✓ Cartas Nacionales con escala 1: 100000.

2.3.1.4. Información de estaciones meteorológicas.

La información meteorológica, consistente en precipitación (total mensual), temperatura (media), humedad relativa, evaporación, horas de sol, velocidad y dirección del viento. Las estaciones meteorológicas en el ámbito del proyecto están administradas por SENAMHI y Yanacocha, dentro de la cuenca río Ronquillo no se encuentra ninguna estación, es por ello por lo que se trabajara con estaciones meteorológicas vecinas a la cuenca en estudio. A continuación, se menciona las estaciones meteorológicas disponibles para el proyecto de investigación.

Tabla 5.
Estaciones meteorológicas disponibles

ESTACIÓN	UBICACIÓN	
	PROVINCIA	DISTRITO
AUGUSTO	CAJAMARCA	CAJAMARCA
WEBERBAUER		
YANACocha	CAJAMARCA	CAJAMARCA
MAGDALENA	CAJAMARCA	MAGDALENA
GRANJA PORCON	CAJAMARCA	CAJAMARCA
ENCAÑADA	CAJAMARCA	ENCAÑADA
MAQUI MAQUI	CAJAMARCA	CAJAMARCA
QUINUA	CAJAMARCA	CAJAMARCA
QUEBRADA HONDA	CAJAMARCA	CAJAMARCA
CARACHUGO	CAJAMARCA	CAJAMARCA
HUACATAZ	CAJAMARCA	CAJAMARCA

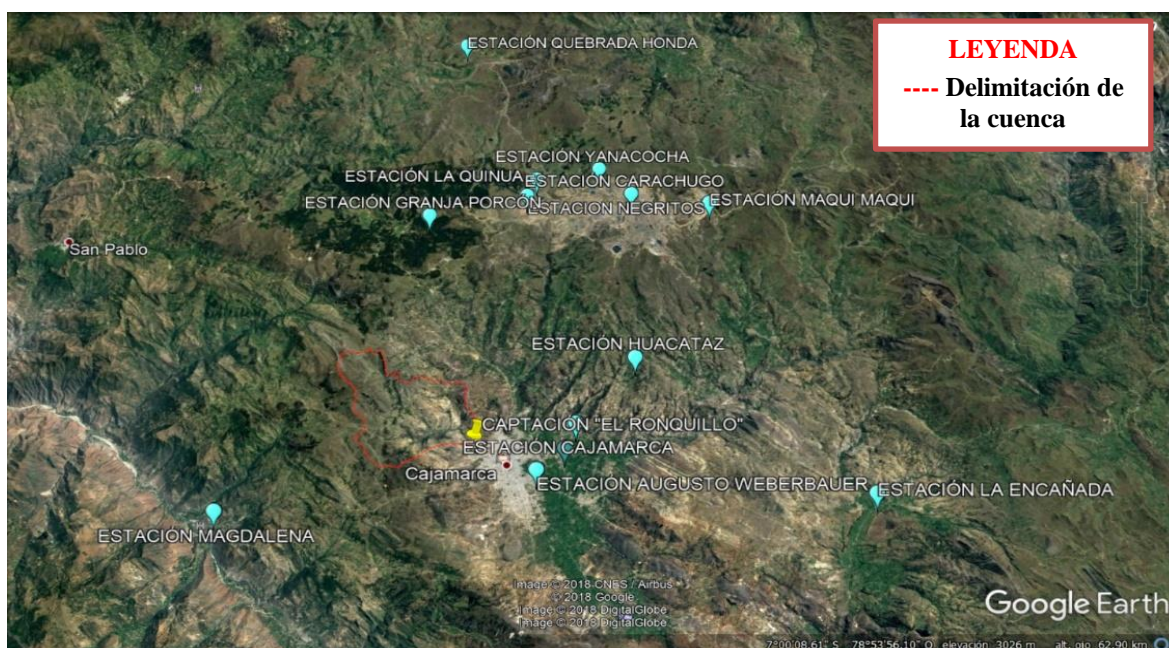


Figura 4. Estaciones meteorológicas disponibles cuenca río Ronquillo.

Fuente: Adaptado de Google Earth Pro, 2018.

2.1.1. Métodos

2.2.1.1. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 6.

Técnica de recolección y análisis de datos.

	Variable	Datos de recolección		
		Fuente	Técnica	Instrumento
INFORMACIÓN CLIMÁTICA	INDEPENDIENTE	Recolección de datos	Observación directa	-Ficha Recolección de datos según normas.
			Análisis documental	-Registro estaciones meteorológicas -SENAMHI & Yanacocha.
ESCORRENTÍA	DEPENDIENTE	Análisis de datos	Conocimiento de Software.	- Hojas de Cálculo. - Software Hydraccess. - Software ArcGis. - Software WEAP.

2.4. Procedimiento de recolección de datos

2.4.1. Reconocimiento y toma de datos de la zona en estudio.

La metodología que se siguió en este ítem está relacionada directamente con la visita de campo, hacer el reconocimiento del área de estudio, influencia, además de la toma de punto de referencia para la delimitación de la cuenca, aforos respectivos del caudal para futuros cálculos que se realizara en la presente investigación.

Aforos en Campo

Los aforos se realizaron en el mes de agosto y septiembre para lo cual se utilizó un correntómetro electromagnético de modelo MF – PRO, la ficha técnica del estado actual del equipo se adjunta en anexos, los datos de los aforos servirán para la calibración del modelo en el software WEAP.



*Fotografía 1. Aforo río Ronquillo con equipo MF - PRO.
Fuente: Cámara fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.*

Los resultados de los aforos se muestran en el capítulo de resultados (Ver tabla N° 37).

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

2.5.1. Recopilación de información cartográfica y precipitación.

La información cartográfica como base del ámbito de trabajo se desarrollaron con la carta nacional a escala 1/100,000; con equidistancia mínima de curvas de nivel de 50 m, esta información será procesada en gabinete teniendo en cuenta el área de influencia de la cuenca.

2.5.2. Delimitación y caracterización los parámetros hidrogeomorfológicos de la cuenca río Ronquillo.

La morfometría de la cuenca proporciona una descripción completa de conexiones entre diferentes procesos en la superficie de la tierra y diversos componentes del sistema de la tierra como la geomorfología, la hidrología, y geología. existen parámetros calculables que consideran la importancia de estos procesos para establecer comparaciones y establecer cuencas afines de una forma preliminar. Las propiedades geomorfológicas de una cuenca más estudiadas, se realizó mediante cálculos en gabinete usando hojas de cálculo en base de las ecuaciones N° 1 – 9, además de las tablas descritas en el primer capítulo.

2.5.3. Análisis documental de datos.

A continuación, se describe como se aplicó los softwares antes mencionados para el desarrollo de la presente investigación.

2.5.3.1. Software ArcGis.

Aquí se comprobó algunos datos de los parámetros geomorfológicos obtenidos en las hojas de cálculo excel tales como área y perímetro de la cuenca, además se obtuvo el centroide de la cuenca, la cual sirvió para generar una estación meteorológica dentro de la cuenca.

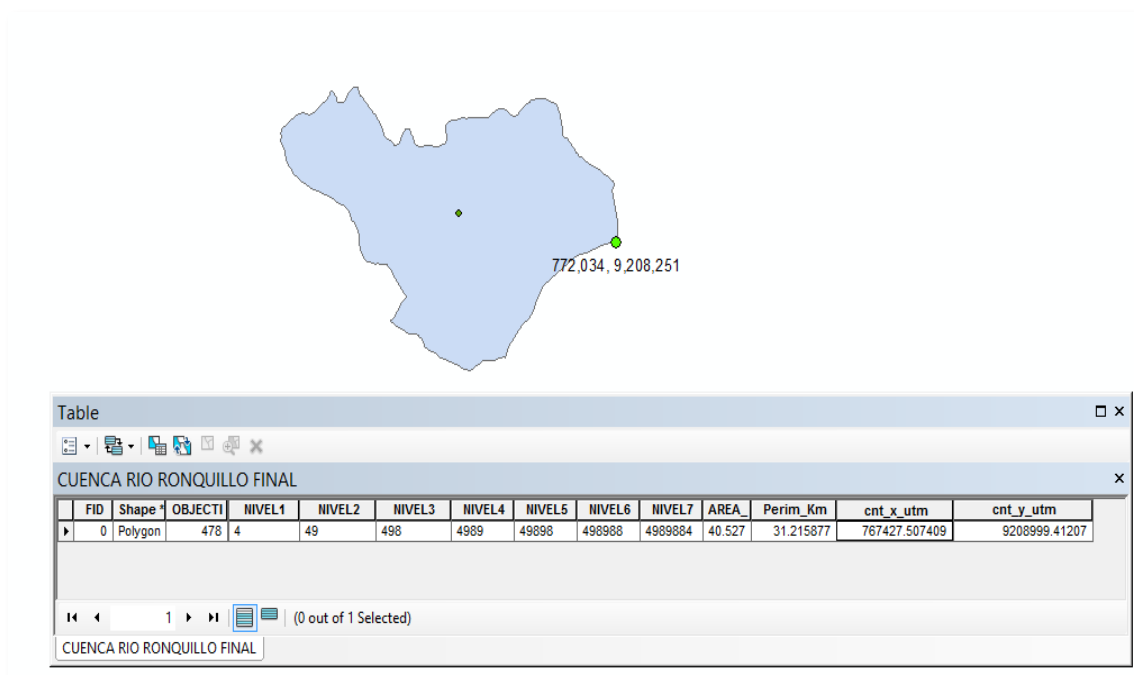


Figura 5. Datos cuenca río Ronquillo en software ArcGis.

Fuente: Software ArcGis, 2018.

Tabla 7.

Centroide de la cuenca río Ronquillo

COORDENADAS UTM				
CUENCA	ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
RÍO RONQUILLO	767427.51	9208999.41	-7.14969	-78.57869

2.5.3.2. Software Hydraccess

2.5.3.2.1. Vector regional

Se realizó el vector regional, esto con el fin de estandarizar los datos de las estaciones por mes, este método consiste en la visualización de la variabilidad de datos que se alejan o acerca al vector.

Tabla 8.

Datos de estaciones de ingreso software Hydraccess

ESTACIÓN	ID ESTACIÓN	UBICACIÓN		COORDENADAS		LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (m.s.n.m)
		PROVINCIA	DISTRITO	ESTE	NORTE			
AUGUSTO WEBERBAUER	1915112	CAJAMARCA	CAJAMARCA	777793	9207072	-78.48 W	-7.17 S	2660
YANACOCOA	1915113	CAJAMARCA	CAJAMARCA	772624	9229184	-78.53 W	-6.97 S	3816
MAGDALENA	1915114	CAJAMARCA	MAGDALENA	759490	9197942	-78.65 W	-7.25 S	1257
GRANJA PORCON	1915115	CAJAMARCA	CAJAMARCA	763297	9221895	-78.62 W	-7.03 S	3261
ENCAÑADA	1915116	CAJAMARCA	ENCAÑADA	796408	9212494	-78.32 W	-7.12 S	2950
MAQUI MAQUI	1915117	CAJAMARCA	CAJAMARCA	780507	9228923	-78.46 W	-6.97 S	4112
QUINUA	1915118	CAJAMARCA	CAJAMARCA	768899	9227128	-78.57 W	-6.99 S	3455
QUEBRADA HONDA	1915119	CAJAMARCA	CAJAMARCA	759686	9236666	-78.65 W	-6.90 S	3550
CARACHUGO	1915120	CAJAMARCA	CAJAMARCA	775412	9227811	-78.51 W	-6.98 S	4193
HUACATAZ	1915121	CAJAMARCA	CAJAMARCA	779848	9216276	-78.47 W	-7.08 S	3130

Procesamientos Multi-Estaciones sobre la Tabla: Pluies

Id_Station	Nom	Table	CapteurFor	Description
1915112	AUGUSTO WEBERBAUER	P	M-P	Lluvias
1915113	YANACOCOA	P	M-P	Lluvias
1915114	MAGDALENA	P	M-P	Lluvias
1915115	GRANJA PORCON	P	M-P	Lluvias
1915116	ENCAÑADA	P	M-P	Lluvias
1915117	MAQUI MAQUI	P	M-P	Lluvias
1915118	QUINUA	P	M-P	Lluvias
1915119	QUEBRADA HONDA	P	M-P	Lluvias
1915120	CARACHUGO	P	M-P	Lluvias
1915121	HUACATAZ	P	M-P	Lluvias

Añadir una Tabla: Cotas Caudales Calidad Lluvias Meteo

Procesar del Hasta el Juntar los datos parciales (con lagunas sobre el período)

Instantáneos --> Excel | Intervalo de Tiempo Constante --> Excel | Intervalo de Tiempo Constante --> Archivo .Csv | Repartición en el día --> Excel

Año Hidrológico | Mes inicio Año | Mini Anuales --> Excel | Maxi Anuales --> Excel


Nota: Solo los períodos completos estarán en los gráficos. Usar nombres para leyenda 

Figura 6. Id de estaciones en software Hydraccess
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

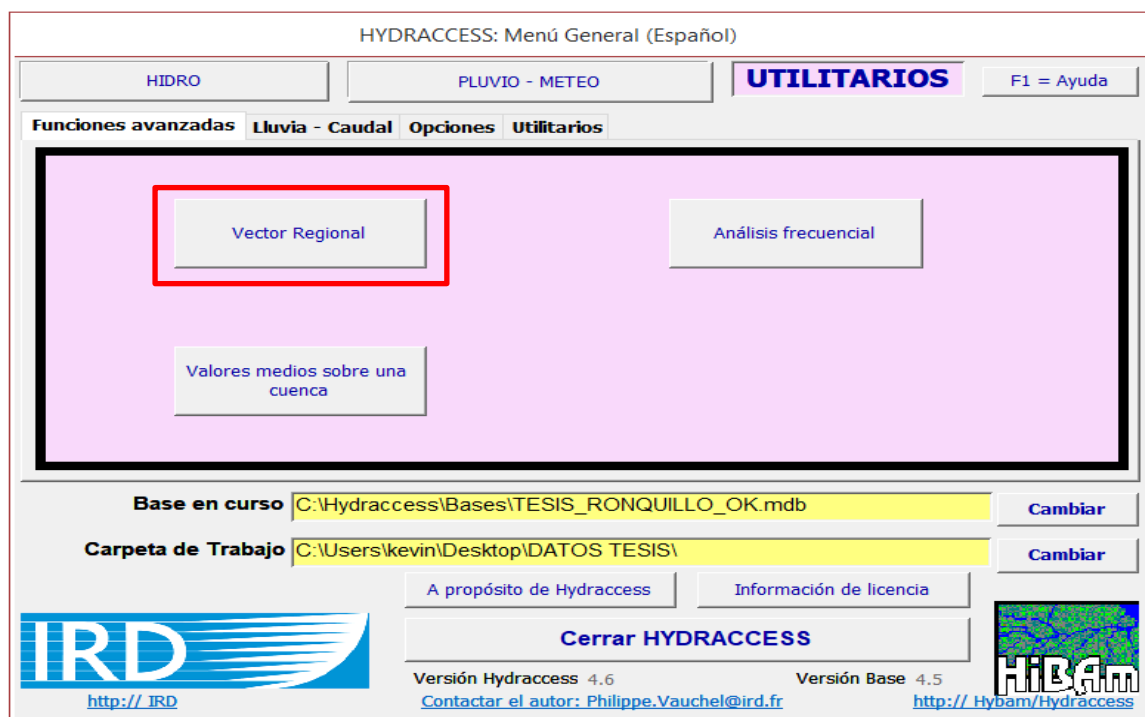


Figura 7. Ingreso a la herramienta vector regional software Hydraccess
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

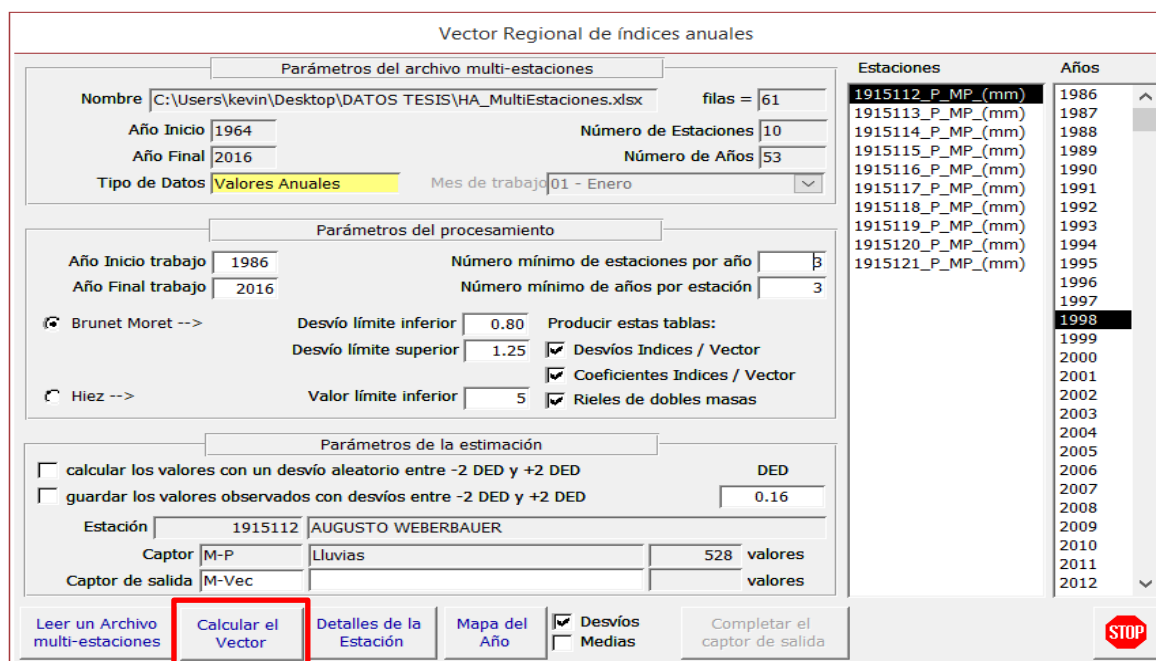


Figura 8. Cálculo vector regional software Hydraccess
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

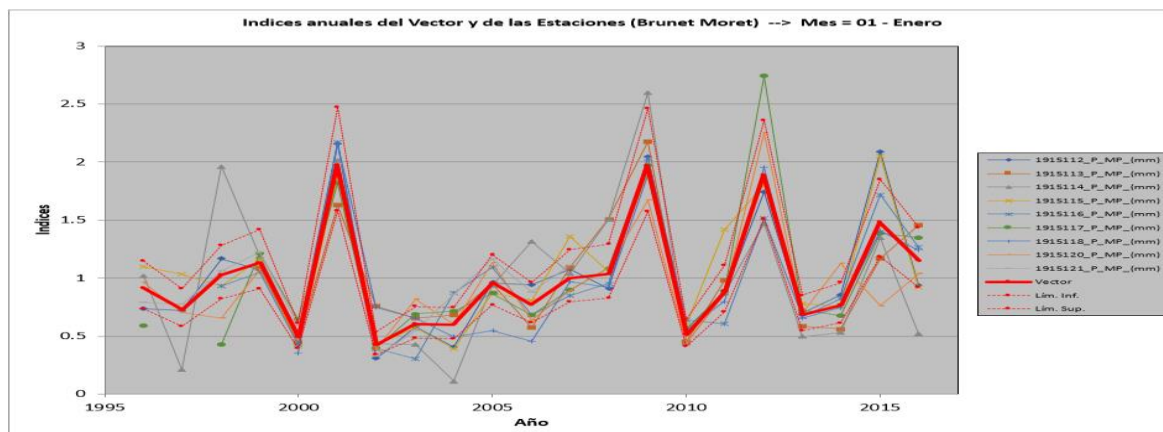


Gráfico 1. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de enero.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

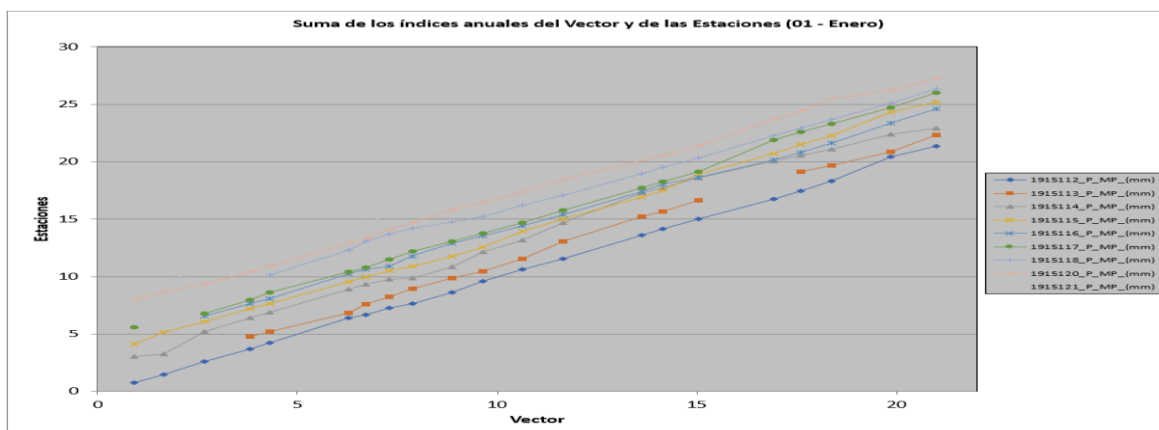


Gráfico 2. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de enero.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 9.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de enero, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	48.2	0.536	89.9	88.4	0.017	0.175	0.912	0.949	0.39	0.24	0.124	7.9	6.1
1915113	17	76.9	0.49	157	159.3	0.018	0.219	0.481	0.888	0.46	0.32	0.1636	6.7	6.2
1915114	21	41.9	0.657	63.7	63.9	-0.003	0.379	0.33	0.81	0.49	0.4	0.2712	3.3	3.3
1915115	21	92.1	0.481	191.5	180.9	0.058	0.221	0.317	0.904	0.48	0.33	0.1663	6.6	6.6
1915116	19	58.1	0.531	109.5	109.6	-0.019	0.176	0.68	0.941	0.45	0.2	0.1021	8.6	8.5
1915117	20	79.1	0.582	136	134	0.002	0.26	0.364	0.896	0.32	0.23	0.1201	8.1	8.1
1915118	17	90.7	0.578	157	161.5	-0.039	0.169	0.117	0.954	0.42	0.19	0.167	6.6	6.6
1915120	21	79.3	0.498	159.5	165	-0.034	0.233	0.742	0.877	0.31	0.32	0.1627	6.7	6.7
1915121	12	48.2	0.45	107	113.6	0.056	0.125	0.394	0.962	0.31	0.16	0.09	8.9	8.9

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

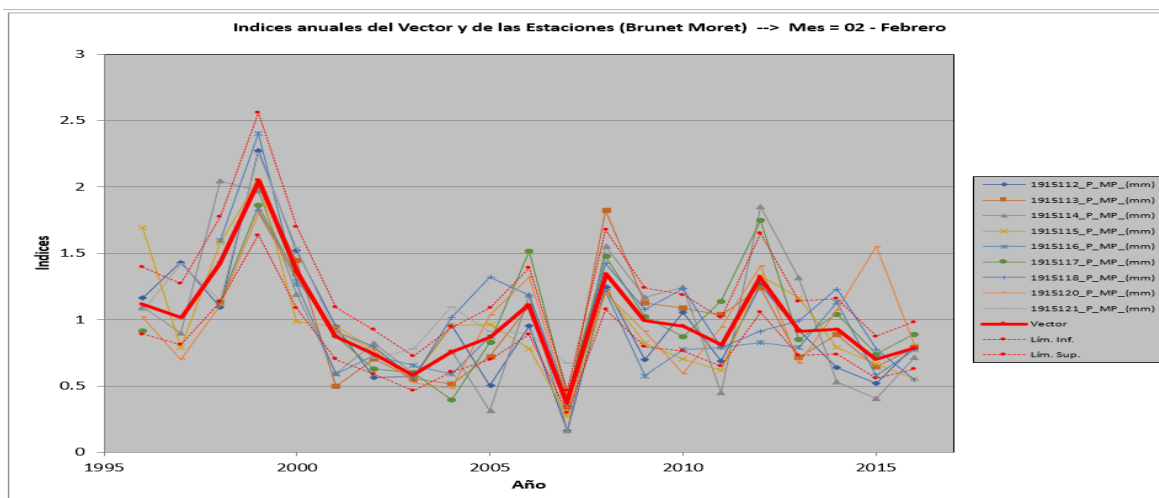


Gráfico 3. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de febrero.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

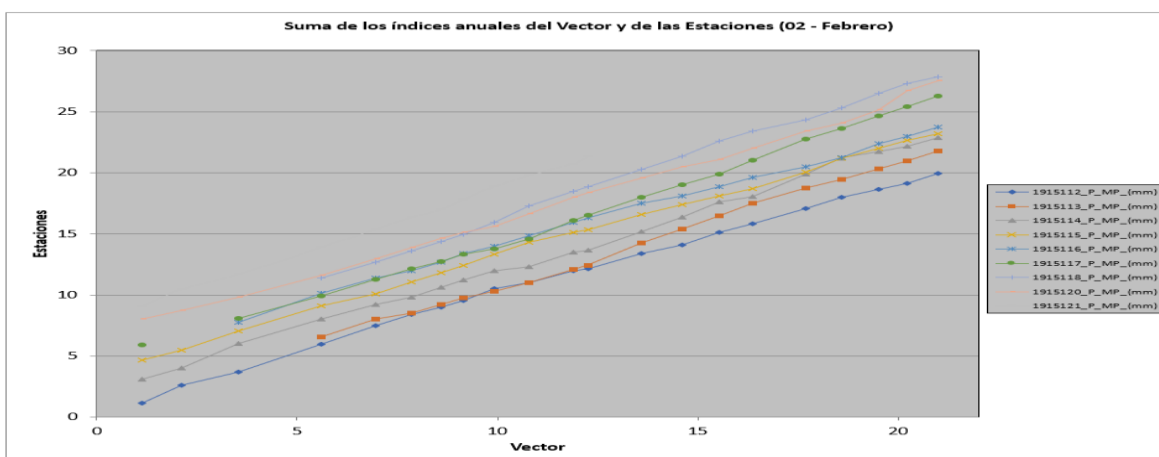


Gráfico 4. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de febrero.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 10.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de febrero, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	48.5	0.478	101.5	106.8	-0.05	0.205	0.244	0.901	0.57	0.42	0.2166	4.9	3.8
1915113	18	84.4	0.474	178.2	186.3	-0.012	0.182	0.074	0.916	0.5	0.23	0.1196	8.1	7.6
1915114	21	51.1	0.546	93.6	94.2	-0.006	0.298	0.732	0.847	0.72	0.77	0.3947	1	1
1915115	21	101.7	0.439	231.7	240.6	-0.037	0.219	0.585	0.852	0.52	0.26	0.1478	7.2	7.2
1915116	19	57.1	0.501	113.9	122.9	-0.066	0.207	0.166	0.906	0.36	0.32	0.1639	6.7	6.7
1915117	20	68.5	0.398	172.1	169.7	0.015	0.202	0.047	0.86	0.38	0.25	0.1194	8.1	8.1
1915118	18	57.9	0.346	167.1	164.3	0.047	0.205	0.213	0.841	0.36	0.25	0.1285	7.8	7.8
1915120	21	71.7	0.375	191.2	195.7	-0.023	0.259	0.501	0.735	0.48	0.42	0.2138	5	5
1915121	12	52.6	0.399	131.6	118	0.093	0.226	1	0.883	0.56	0.29	0.1601	6.8	6.8

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

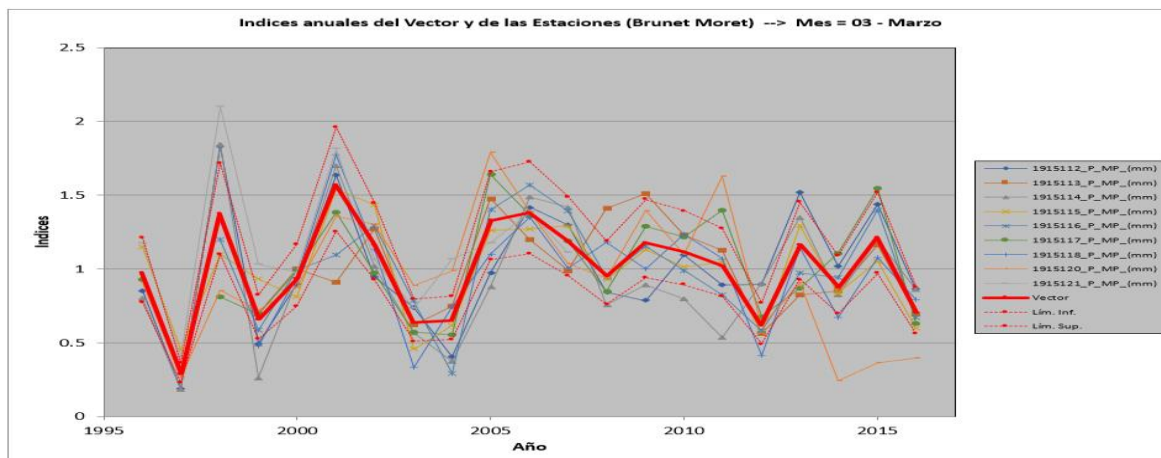


Gráfico 5. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de marzo.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

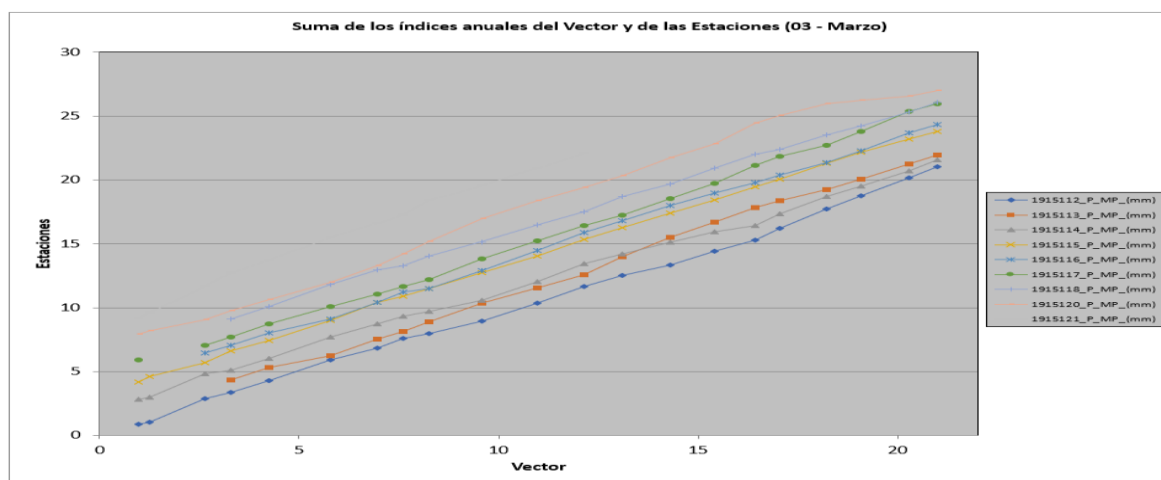


Gráfico 6. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de marzo.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 11.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de marzo, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	57.2	0.406	140.8	140.5	0.002	0.219	0.088	0.837	0.45	0.34	0.1486	7.2	5.5
1915113	18	71.3	0.293	243.7	239.7	-0.003	0.239	0.339	0.644	0.33	0.26	0.1338	7.6	7.2
1915114	21	67.9	0.474	143.2	153.6	-0.067	0.258	0.538	0.822	0.67	0.49	0.2461	4	4
1915115	21	86.1	0.32	269.4	271.8	-0.009	0.144	0.991	0.893	0.34	0.31	0.165	6.6	6.6
1915116	19	62.1	0.332	187	186.1	-0.034	0.184	0.741	0.831	0.54	0.2	0.1013	8.6	8.6
1915117	20	66.1	0.322	205.3	198.5	-0.001	0.217	0.267	0.75	0.34	0.32	0.1625	6.7	6.7
1915118	18	95.2	0.365	260.6	268.7	-0.05	0.163	0.965	0.899	0.53	0.35	0.1809	6.1	6.1
1915120	21	101.1	0.451	224	235.5	-0.049	0.342	0.012	0.605	0.54	0.37	0.1875	5.9	5.9
1915121	12	55.8	0.382	146.3	125.1	0.157	0.29	0.264	0.823	0.56	0.33	0.1419	7.4	7.4

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

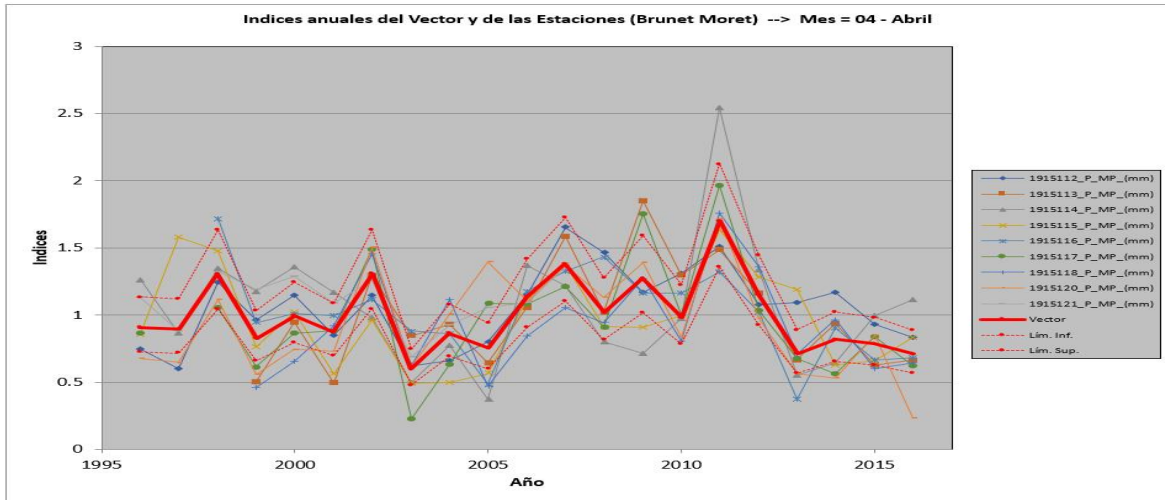


Gráfico 7. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes abril.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

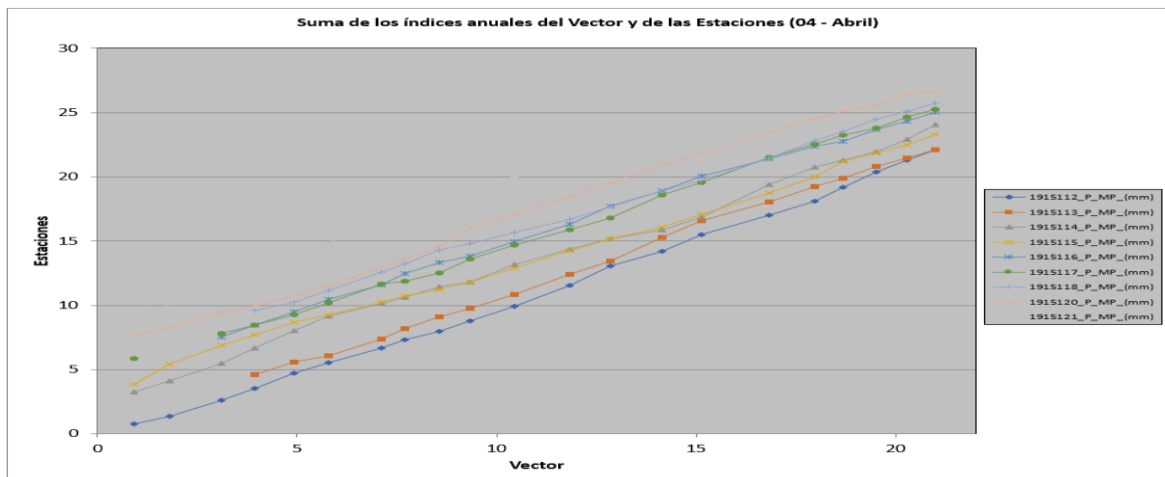


Gráfico 8. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de abril.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 12.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de abril, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	19.8	0.278	71.1	67.5	0.054	0.215	0.26	0.719	0.45	0.32	0.1434	7.3	5.6
1915113	18	50.1	0.386	129.8	129.7	0.007	0.224	0.087	0.806	0.51	0.33	0.1735	6.4	6
1915114	21	22.2	0.435	51	48.5	0.05	0.324	0.177	0.706	0.5	0.37	0.1911	5.8	5.7
1915115	21	58	0.364	159.4	164.6	-0.032	0.254	0.063	0.685	0.52	0.33	0.1718	6.4	6.4
1915116	19	34.6	0.323	107	105.8	0.002	0.218	0.505	0.741	0.42	0.4	0.2075	5.2	5.2
1915117	20	46.4	0.423	109.6	113.1	-0.037	0.213	0.337	0.873	0.43	0.33	0.1699	6.5	6.5
1915118	18	58	0.387	149.8	161.9	-0.069	0.204	0.447	0.834	0.43	0.23	0.0989	8.6	8.6
1915120	21	54.7	0.409	133.8	142.7	-0.063	0.239	0.003	0.791	0.5	0.24	0.1222	8	8
1915121	12	16.4	0.18	90.9	82.1	0.12	0.188	0.515	0.788	0.4	0.26	0.1183	8.1	8.1

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

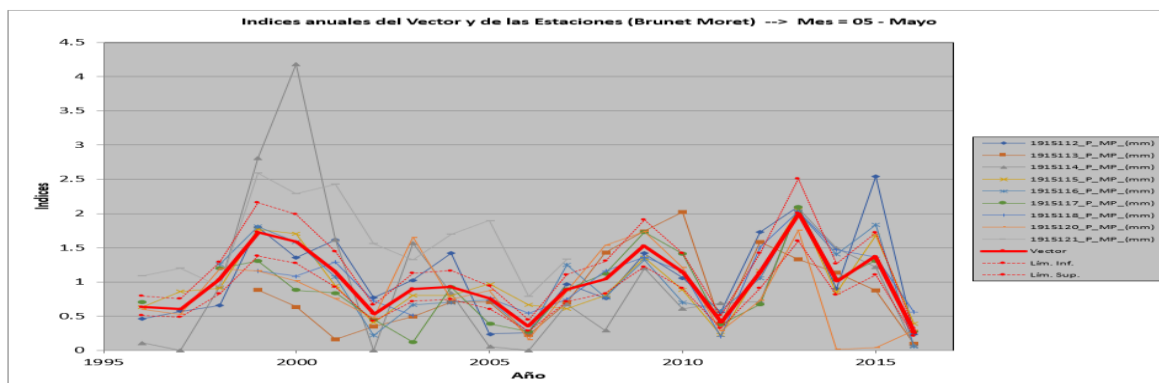


Gráfico 9. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de mayo.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

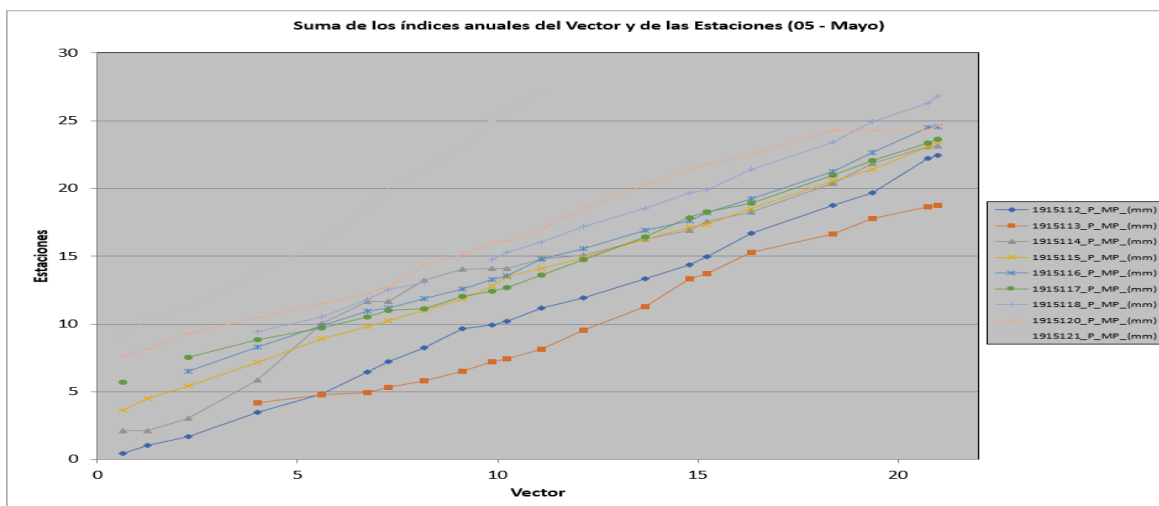


Gráfico 10. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de mayo.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 13.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de mayo, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	19	0.596	31.9	29.8	0.069	0.371	0.597	0.815	0.56	0.39	0.1946	5.7	4.4
1915113	18	48	0.661	72.6	84.5	-0.182	0.519	0.002	0.557	0.72	0.58	0.2719	3.3	3.1
1915114	21	15.3	1.044	14.7	14.6	0.007	0.745	0.104	0.758	0.9	0.72	0.4908	0.3	0.3
1915115	21	45.7	0.498	91.9	94.2	-0.025	0.187	0.232	0.921	0.57	0.32	0.1582	6.9	6.8
1915116	19	32.1	0.557	57.7	56.7	-0.023	0.247	0.145	0.898	0.51	0.46	0.2774	3.2	3.1
1915117	20	40.1	0.572	70.1	77.8	-0.118	0.309	0.055	0.826	0.71	0.38	0.1928	5.7	5.7
1915118	17	40.5	0.445	91	87.7	-0.01	0.283	0.533	0.818	0.86	0.56	0.288	2.9	2.9
1915120	21	44.3	0.646	68.6	81.8	-0.161	0.479	0.069	0.587	0.82	0.55	0.3391	1.8	1.8
1915121	12	14.4	0.374	38.5	24.1	0.667	0.759	0.193	0.779	0.83	0.51	0.2409	4.2	4.2

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

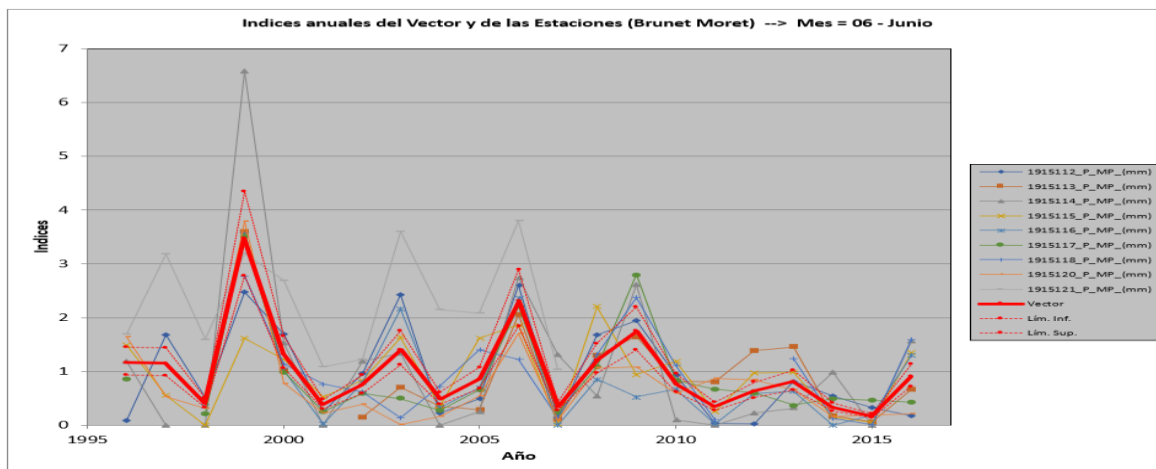


Gráfico 11. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de junio.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

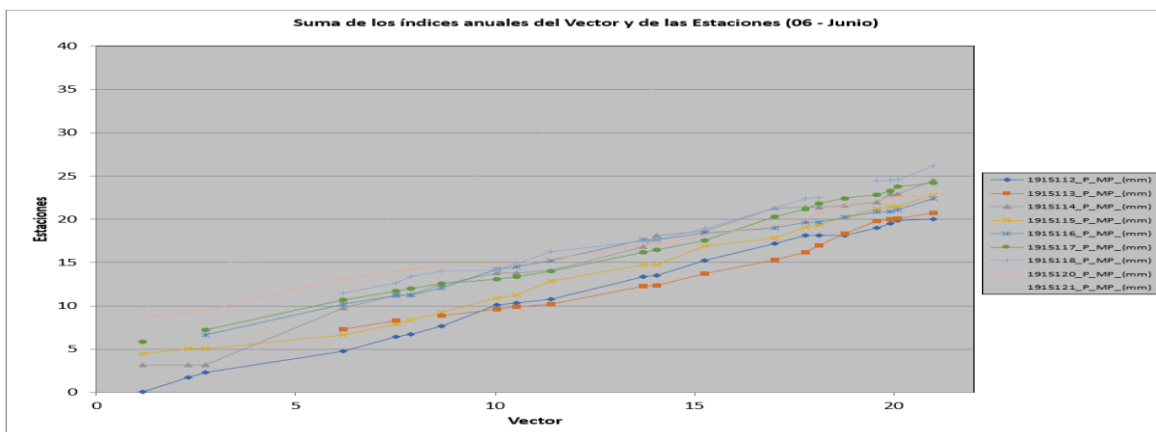


Gráfico 12. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de junio.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 14.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de junio, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	8.1	0.922	8.8	9.2	-0.046	0.505	0.498	0.813	0.43	0.31	0.378	1.2	0.8
1915113	17	27.3	0.92	29.7	30.3	-0.075	0.399	0.001	0.895	0.64	0.63	0.4745	0.3	0.3
1915114	21	4.8	1.418	3.4	3.1	0.071	0.88	0.783	0.891		0.24	0.5753	0.1	0.1
1915115	21	22	0.699	31.5	33.3	-0.056	0.588	0.411	0.663	1.14	0.78	0.4521	0.5	0.5
1915116	19	16.5	1.098	15	17.7	-0.138	0.399	0.142	0.911	0.95	0.55	0.241	4.2	4.2
1915117	20	23.8	0.99	24	26.6	-0.09	0.384	0.091	0.903	0.62	0.62	0.3007	2.6	2.6
1915118	17	21	0.805	26.2	26.5	-0.05	0.551	0.675	0.765	0.63	0.69	0.7531	0	0
1915120	21	29.9	1.116	26.8	35.5	-0.246	0.494	0.169	0.856	0.62	0.49	0.4074	0.8	0.8
1915121	12	5.3	0.435	12.1	5.3	1.107	1.299	0.549	0.726	1.12	0.7	0.2774	3.2	3.2

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

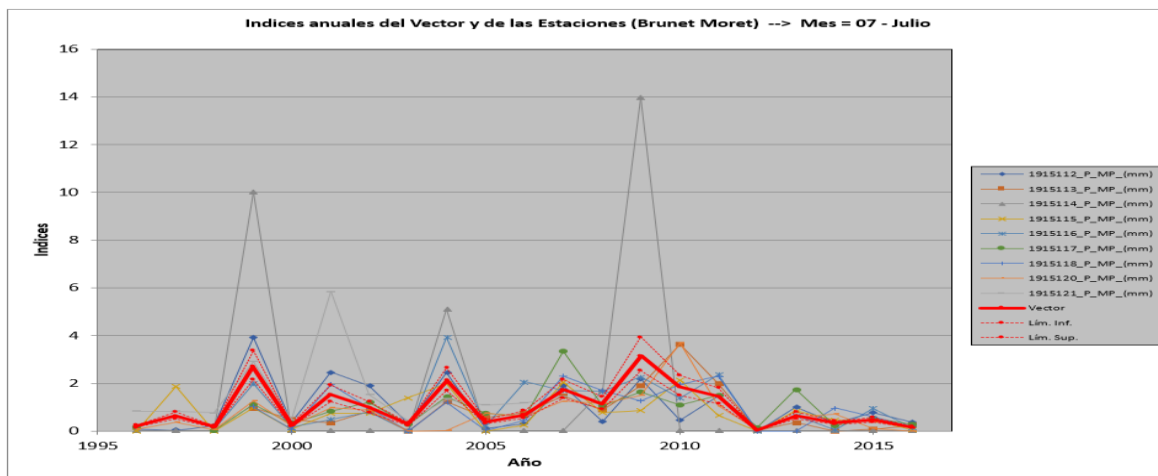


Gráfico 13. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de julio.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

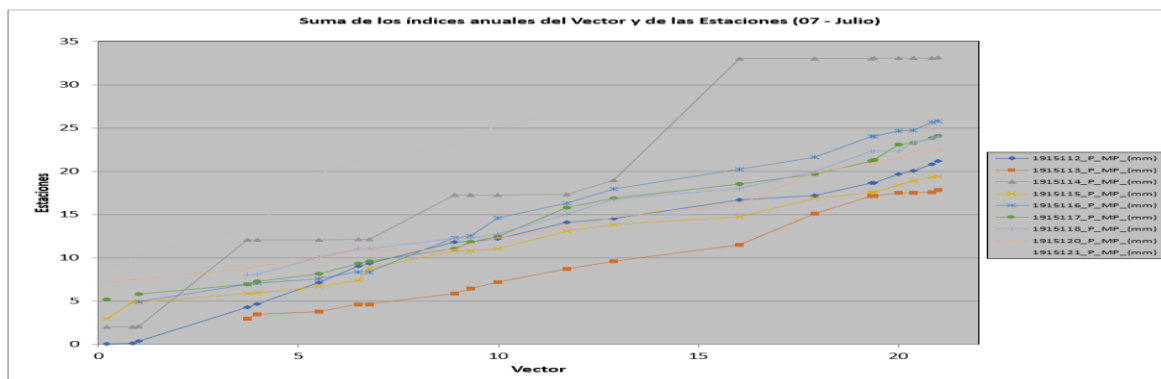


Gráfico 14. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de julio.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 15.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de julio, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor. cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	6	1.064	5.7	5.6	0.009	0.605	0.014	0.816	0.18	0.52	0.3873	1.1	0.7
1915113	18	16.1	1.049	15.4	17.5	-0.232	0.778	0.377	0.656	0.39	0.59	0.5672	0.1	0.1
1915114	21	2	2.519	0.8	0.5	0.482	3.033	0.896	0.793					
1915115	21	15	0.93	16.1	20.7	-0.219	0.792	0.708	0.557	0.72	1.1	0.5675	0.1	0.1
1915116	19	6	0.985	6.1	5.5	0.043	0.705	0.433	0.753	0.81	0.73	0.4434	0.5	0.5
1915117	20	12	0.852	14	15.2	-0.094	0.724	0.652	0.636	0.73	0.75	0.4158	0.7	0.7
1915118	18	17.7	0.878	20.2	21.4	-0.164	0.742	0.893	0.644	0.72	0.62	0.3549	1.5	1.5
1915120	21	15.7	1.147	13.7	18.7	-0.268	0.813	0.582	0.592	0.71	0.67	0.3627	1.4	1.4
1915121	12	10.3	0.961	10.8	6.9	0.585	1.331	0.445	0.556	0.5	0.95	0.5372	0.1	0.1

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

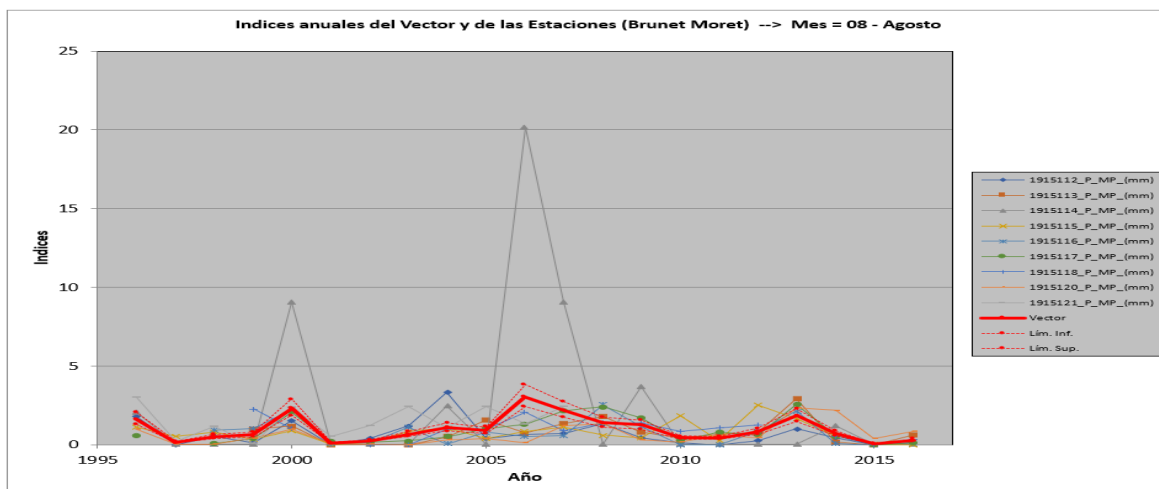


Gráfico 15. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de agosto.

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

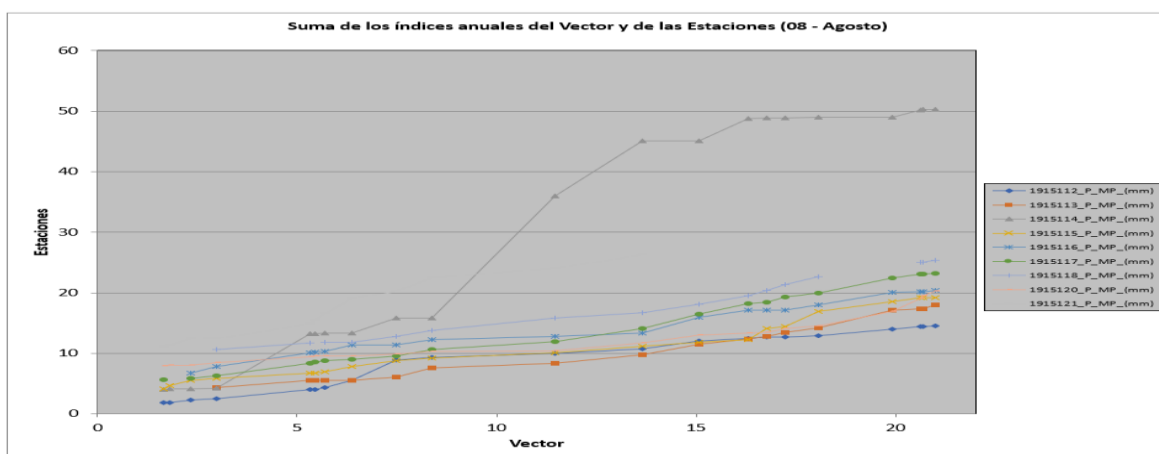


Gráfico 16. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de agosto.

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 16.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de agosto, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	7.1	1.165	6.1	8.8	-0.308	0.884	0.32	0.455	0.79	0.76	0.4549	0.4	0.3
1915113	18	13.4	0.932	14.4	17.7	-0.223	0.776	0.291	0.548	0.91	0.68	0.6499	0	0
1915114	21	1.2	2.14	0.6	0.2	1.3	4.368	0.216	0.825					
1915115	21	11.7	0.839	13.9	18.1	-0.23	0.852	0.18	0.362	1.04	0.96	0.6171	0	0
1915116	19	7.2	1.05	6.8	8.9	-0.243	0.821	0.254	0.513	0.48	0.59	0.404	0.9	0.9
1915117	20	14.4	0.934	15.4	17.1	-0.14	0.592	0.277	0.748	0.55	0.76	0.4046	0.9	0.9
1915118	16	9.5	0.713	13.4	14.2	-0.099	0.724	0.204	0.54	0.97	0.54	0.2858	2.9	2.9
1915120	21	18.1	1.06	17.1	27	-0.365	0.912	0.013	0.355	0.57	0.74	0.6476	0	0
1915121	12	7.4	0.647	11.4	7.5	0.394	1.017	0.729	0.498	0.67	1.21	0.5685	0.1	0.1

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

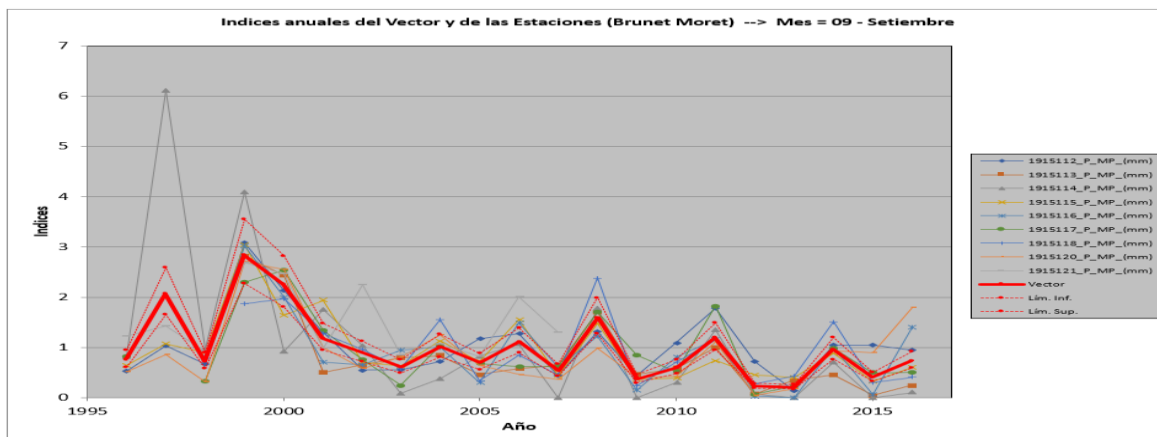


Gráfico 17. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de septiembre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

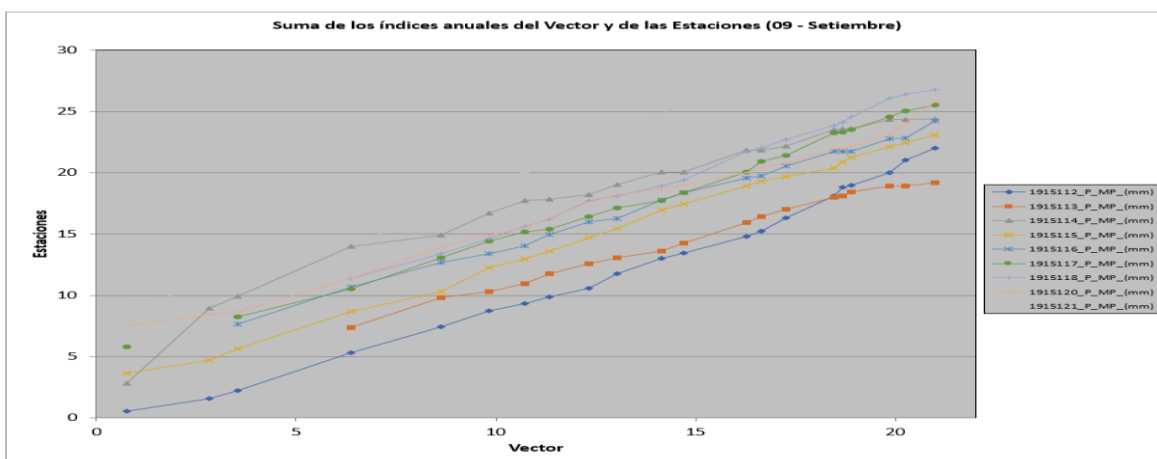


Gráfico 18. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de septiembre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 17.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de septiembre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor. cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	17.5	0.63	27.7	26.5	0.048	0.382	0.152	0.834	0.63	0.62	0.288	2.9	2.2
1915113	18	58.8	0.932	63.1	77.5	-0.156	0.308	0.516	0.933	0.6	0.51	0.4206	0.7	0.7
1915114	21	11.4	1.396	8.1	7.6	0.067	1.026	0.32	0.779	0.65	0.19	0.4675	0.4	0.4
1915115	21	49.9	0.696	71.7	75	-0.044	0.355	0.645	0.857	0.71	0.65	0.2915	2.8	2.8
1915116	19	32.6	0.808	40.3	44	-0.041	0.298	0.872	0.912	0.7	0.51	0.4736	0.3	0.3
1915117	20	36.8	0.742	49.6	53.7	-0.023	0.29	0.275	0.903	0.87	0.65	0.3559	1.5	1.5
1915118	18	52.5	0.694	75.6	79	-0.012	0.385	0.355	0.829	0.81	0.57	0.2946	2.7	2.7
1915120	21	52.1	0.783	66.6	74.4	-0.106	0.451	0.582	0.789	0.53	0.44	0.2795	3.1	3.1
1915121	12	20.5	0.446	46	30.6	0.276	0.579	0.454	0.723	0.76	0.51	0.2668	3.4	3.4

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

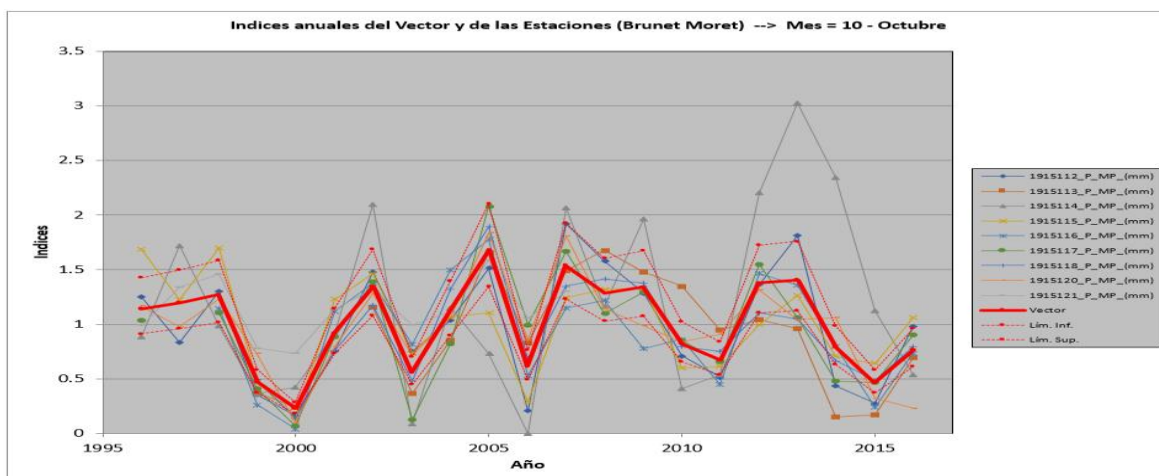


Gráfico 19. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de octubre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

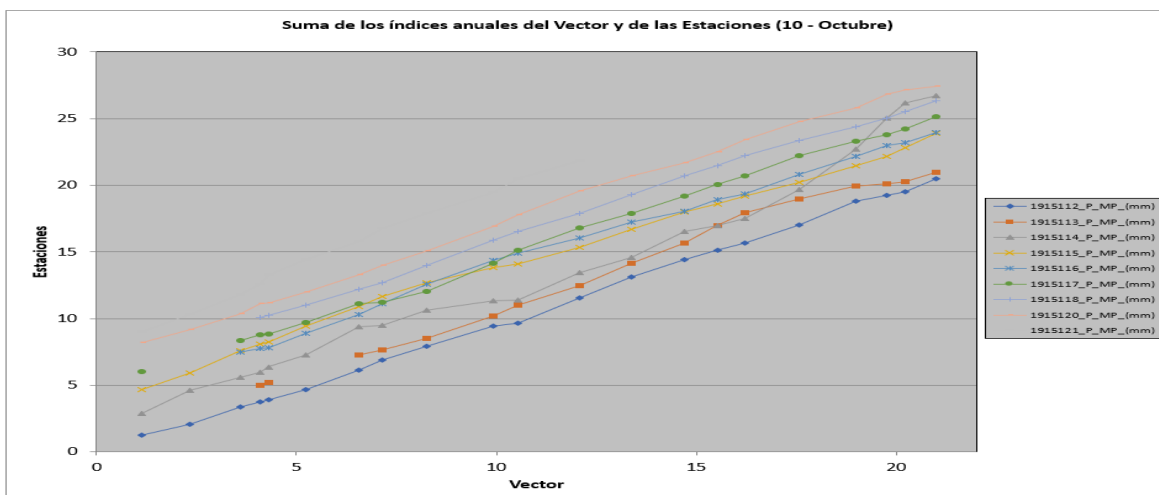


Gráfico 20. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de octubre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 18.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de octubre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	32.7	0.548	59.7	61.1	-0.023	0.227	0.95	0.916	0.54	0.32	0.1829	6.1	4.6
1915113	17	81.5	0.57	142.9	157.4	-0.061	0.301	0.017	0.811	0.57	0.35	0.1808	6.1	5.7
1915114	21	16.3	0.71	23	19.5	0.176	0.675	0.059	0.615	0.95	0.72	0.4317	0.6	0.6
1915115	21	59.9	0.436	137.4	138.2	-0.006	0.267	0.006	0.789	0.56	0.32	0.1731	6.4	6.4
1915116	19	55.4	0.516	107.2	115.7	-0.055	0.222	0.143	0.887	0.54	0.5	0.2492	3.9	3.9
1915117	20	71	0.533	133.2	140.6	-0.043	0.219	0.466	0.903	0.56	0.4	0.2062	5.3	5.3
1915118	18	74.1	0.469	158	170	-0.037	0.157	0.181	0.935	0.51	0.22	0.1119	8.3	8.3
1915120	21	65.7	0.445	147.6	152	-0.029	0.225	0.386	0.853	0.6	0.49	0.2488	4	4
1915121	12	21.6	0.226	95.6	83	0.144	0.278	0.305	0.894	0.72	0.59	0.2969	2.7	2.7

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

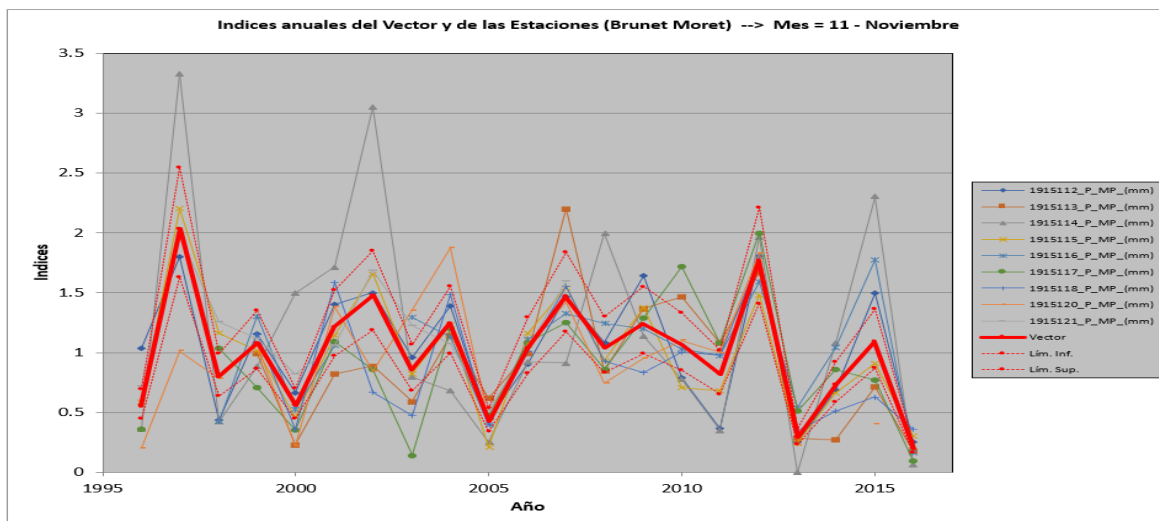


Gráfico 21. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de noviembre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

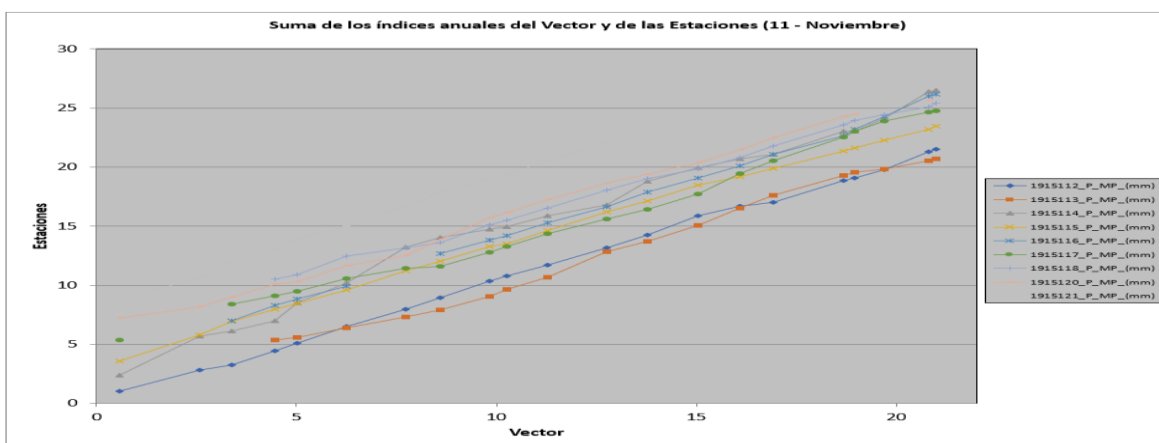


Gráfico 22. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de noviembre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 19.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de noviembre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	21	33.8	0.494	68.3	66.6	0.026	0.232	0.742	0.886	0.62	0.36	0.1913	5.8	4.4
1915113	18	96.9	0.591	164.1	180.7	-0.07	0.327	0.011	0.79	0.6	0.49	0.253	3.8	3.6
1915114	21	22.6	0.796	28.3	24.3	0.166	0.658	0.424	0.756	0.79	0.78	0.3887	1	1
1915115	21	69.4	0.521	133.4	136.7	-0.024	0.169	0.144	0.942	0.58	0.34	0.1607	6.8	6.8
1915116	18	41.7	0.43	96.8	96.1	0.067	0.256	0.653	0.818	0.49	0.26	0.1987	5.5	5.5
1915117	20	76.3	0.552	138.2	155.8	-0.061	0.316	0.009	0.764	0.7	0.41	0.2098	5.2	5.2
1915118	18	78.3	0.524	149.4	167.5	-0.087	0.293	0.939	0.795	0.54	0.45	0.2865	2.9	2.9
1915120	19	89	0.531	167.6	177.6	-0.112	0.401	0.132	0.656	0.7	0.62	0.314	2.3	2.3
1915121	12	40.4	0.353	114.4	97.4	0.112	0.218	0.902	0.907	0.43	0.43	0.1939	5.7	5.7

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

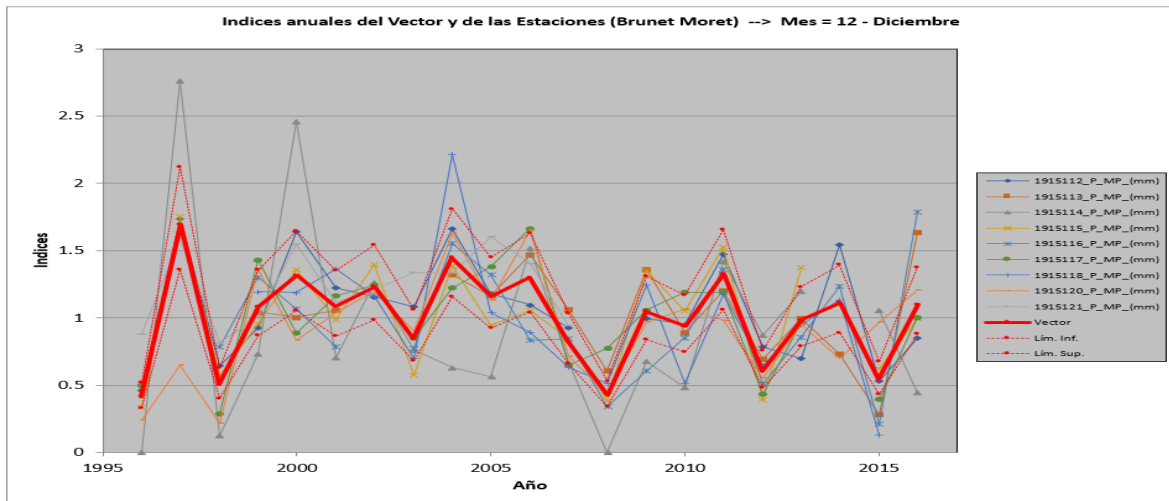


Gráfico 23. Índices anuales del vector y de las estaciones - mes de diciembre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

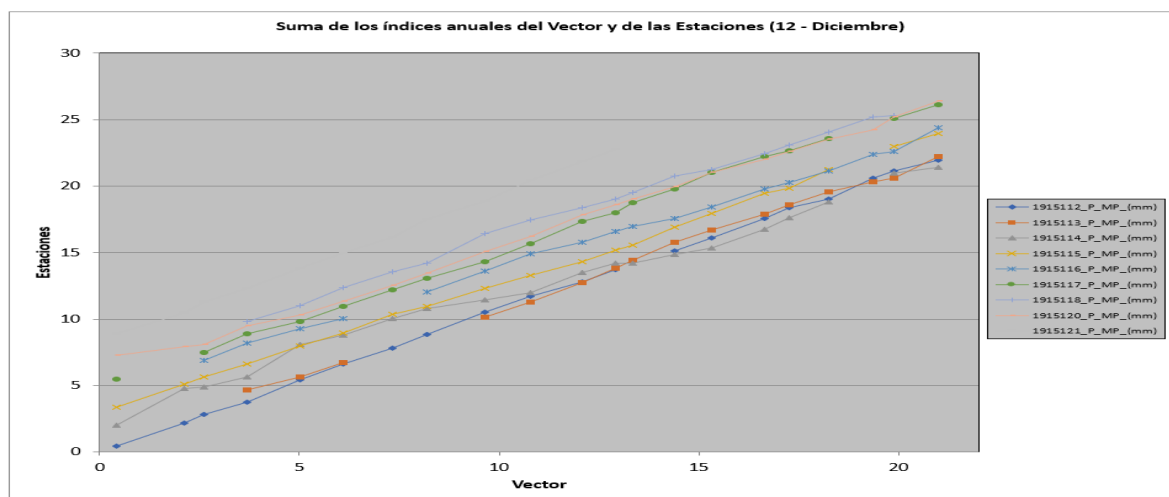


Gráfico 24. Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones - mes de diciembre.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 20.

Resultados de correlación de cada estación respecto al vector del mes de diciembre, tiene que ser mayores de 0.75 y desvíos menores a 0.45.

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homo geneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. A post.	Propor cionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
1915112	20	28.2	0.352	80.2	74.5	0.048	0.19	0.933	0.868	0.59	0.28	0.1453	7.3	5.5
1915113	16	57.8	0.333	173.7	168.2	0.013	0.231	0.371	0.731	0.42	0.23	0.121	8	7.4
1915114	20	37.4	0.782	47.8	52.2	-0.078	0.523	0.493	0.702	0.82	0.72	0.458	0.4	0.4
1915115	20	72.3	0.419	172.6	173.9	-0.002	0.175	0.193	0.903	0.62	0.26	0.1319	7.7	7.7
1915116	18	45.9	0.441	104.1	110.1	-0.035	0.277	0.298	0.735	0.52	0.39	0.2021	5.4	5.4
1915117	19	63.4	0.396	160.1	166.3	0.006	0.217	0.523	0.813	0.51	0.47	0.2407	4.2	4.2
1915118	17	75.3	0.47	160.1	163.1	-0.035	0.283	0.739	0.797	0.53	0.46	0.2405	4.2	4.2
1915120	21	79.6	0.418	190.5	206.2	-0.076	0.324	0.384	0.619	0.48	0.38	0.183	6.1	6.1
1915121	12	27.8	0.228	122	99	0.156	0.267	0.969	0.798	0.51	0.43	0.231	4.5	4.5

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

2.5.3.2.2. Completar datos en estaciones meteorológicas.

Este proceso se realizó por el método de vector regional en el software Hydraccess, se tuvo en cuenta un periodo de registro de 30 años (1986-2016), primero se calculó el vector el cual está descrito en el ítem anterior, después se completó el captor de salida obteniendo los resultados en una hoja excel generada por el software, esto se realizó para todos los meses de cada estación, los resultados de la extensión y llenado de los datos faltantes en las estaciones meteorológicas se pueden observar en anexo N° 4.

Vector Regional de índices anuales

Parámetros del archivo multi-estaciones		Estaciones	Años
Nombre	C:\Users\kevin\Desktop\DATOS_PRECITACION_TESIS_RON\HA_	1915112_P_MP_(mm)	1996-12
filas =	644	1915113_P_MP_(mm)	1997-12
Año Inicio	1964	1915114_P_MP_(mm)	1998-12
Número de Estaciones	10	1915115_P_MP_(mm)	1999-12
Año Final	2016	1915116_P_MP_(mm)	2000-12
Número de Años	53	1915117_P_MP_(mm)	2001-12
Tipo de Datos	Valores Mensuales	1915118_P_MP_(mm)	2002-12
Mes de trabajo	01 - Enero	1915120_P_MP_(mm)	2003-12
		1915121_P_MP_(mm)	2004-12
			2005-12
			2006-12
			2007-12
			2008-12
			2009-12
			2010-12
			2011-12
			2012-12
			2013-12
			2014-12
			2015-12
			2016-12

Parámetros del procesamiento	
Año Inicio trabajo	1986
Número mínimo de estaciones por año	3
Año Final trabajo	2016
Número mínimo de años por estación	3
<input checked="" type="checkbox"/> Brunet Moret -->	Desvío límite inferior 0.80
	Desvío límite superior 1.25
<input type="checkbox"/> Hiez -->	Valor límite inferior 5

Parámetros de la estimación	
<input type="checkbox"/> calcular los valores con un desvío aleatorio entre -2 DED y +2 DED	DED
<input checked="" type="checkbox"/> guardar los valores observados con desvíos entre -2 DED y +2 DED	0.30
Estación	1915112 AUGUSTO WEBERBAUER
Captor	M-P Lluvias 528 valores
Captor de salida	M-Vec valores


Leer un Archivo multi-estaciones	Calcular el Vector	Detalles de la Estación	Mapa del Año	<input checked="" type="checkbox"/> Desvíos	Completar el captor de salida	<input type="checkbox"/> Medias	
----------------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------	---	--------------------------------------	---------------------------------	---

Figura 9: Ingreso de datos para completar en software Hydraccess.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Procesamientos Multi-Estaciones sobre la Tabla: Pluies

Id_Station	Nom	Table	CapteurFor	Description
1915112	AUGUSTO WEBERBAUER	P	M-P	Lluvias
1915112	AUGUSTO WEBERBAUER	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional
1915113	YANACOCCHA	P	M-P	Lluvias
1915113	YANACOCCHA	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional
1915114	MAGDALENA	P	M-P	Lluvias
1915114	MAGDALENA	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional
1915115	GRANJA PORCON	P	M-P	Lluvias
1915115	GRANJA PORCON	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional
1915116	ENCAÑADA	P	M-P	Lluvias
1915116	ENCAÑADA	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional
1915117	MAQUI MAQUI	P	M-P	Lluvias
1915117	MAQUI MAQUI	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional
1915118	QUINUA	P	M-P	Lluvias
1915118	QUINUA	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional
1915119	QUEBRADA HONDA	P	M-P	Lluvias
1915119	QUEBRADA HONDA	P	M-Vec	Valores estimados por el vector regional

Añadir una Tabla: Cotas Caudales Calidad Lluvias Meteo

Procesar del

Hasta el Juntar los datos parciales (con lagunas sobre el período)

Año Hidrológico

Mes inicio Año

Mensuales
--> Excel

Anuales
--> Excel

Nota: Solo los períodos completos estarán en los gráficos.

Usar nombres para leyenda




Figura 10. Llenado de datos faltantes por vector regional en software Hydraccess.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

2.5.3.2.3. Regionalización de precipitación.

En este procedimiento se obtuvo la precipitación de la cuenca en estudio, esto fue generada en base a las estaciones cercanas al área de estudio, mediante un análisis estadístico, fórmulas de Thiessen, inversa a la distancia y Griring, este análisis es generado por software Hydraccess, la regionalización se puede observar en la tabla N° 21.

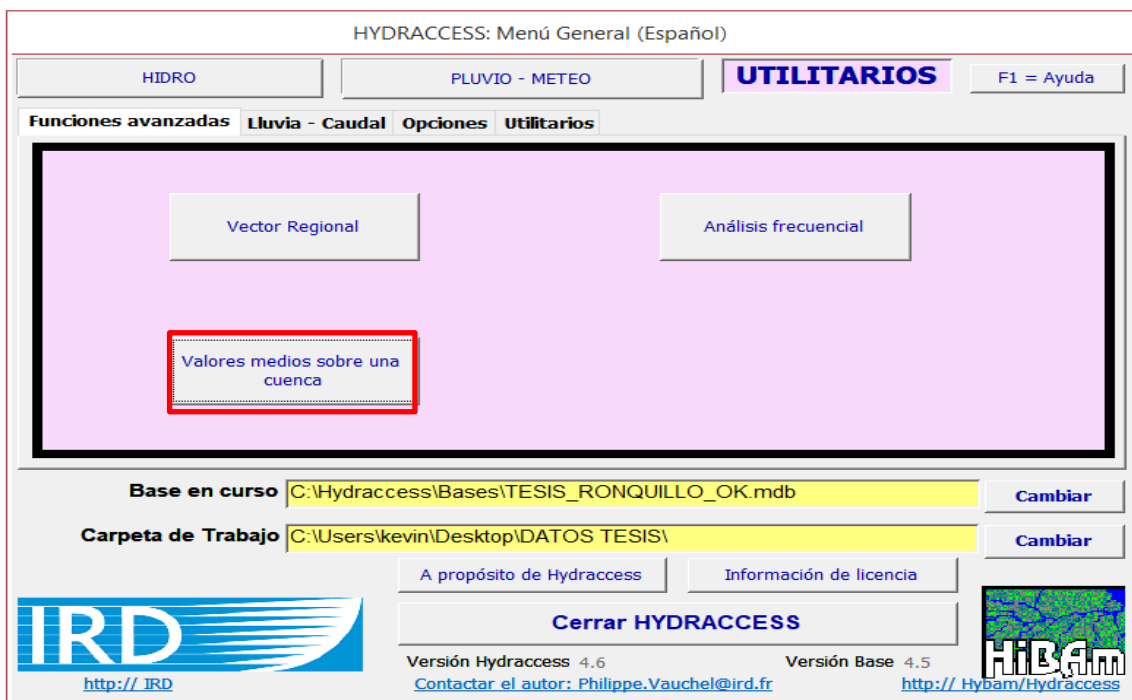


Figura 11. Ingreso regionalización de precipitación en software Hydraccess.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

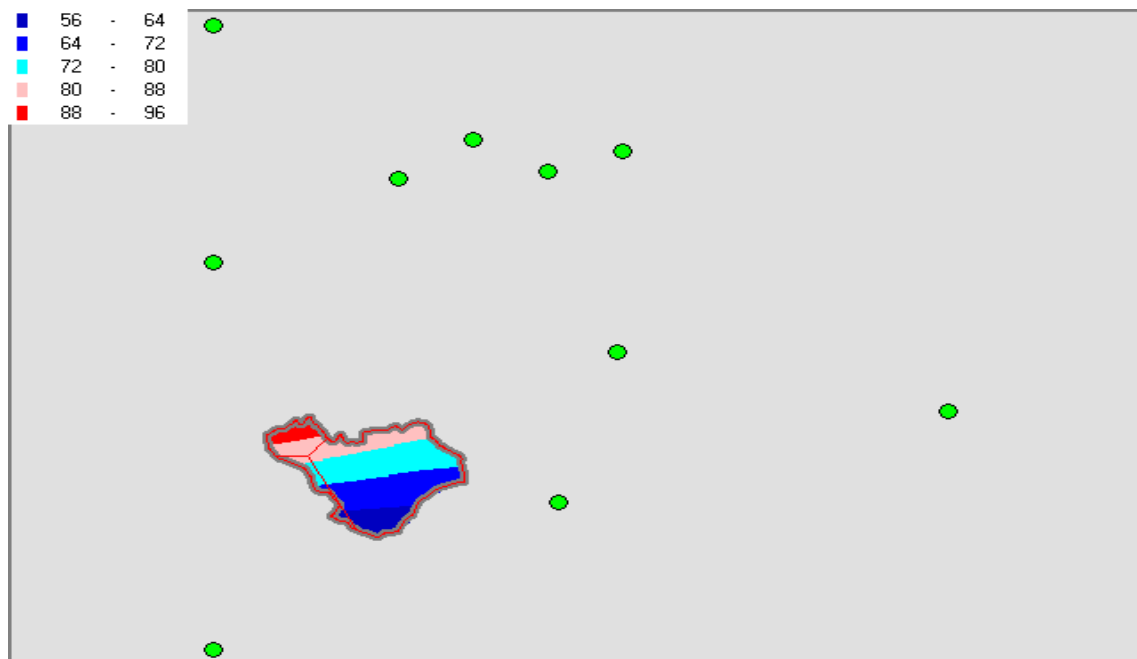


Figura 12. Regionalización de precipitación cuenca río Ronquillo en software Hydraccess.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 21.

Regionalización de precipitación mensual generada cuenca río Ronquillo.

REGIONALIZACIÓN DE PRECIPITACIÓN MENSUAL GENERADA (mm) CUENCA RÍO RONQUILLO													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	91.1	47.4	83.5	110.9	27.1	0.5	1	18.1	2.5	40.6	61.8	60.9	545.4
1987	121.3	94.5	49.1	55.2	15.9	3.3	11.3	10.1	40.9	46.8	83.2	62.2	593.8
1988	131	109.7	46.6	102.9	11	6.4	0.8	1	30.9	74.1	68.3	68.7	651.4
1989	96.4	160.6	104.9	83.3	17.8	13.7	2.6	4.8	49.6	97	45	2.2	677.9
1990	87.9	67.7	60.4	38.7	36.9	24.7	0.8	5.9	33.6	104.3	112.7	72.6	646.2
1991	47.8	118.2	173.4	78.4	50	1.3	0.3	0.2	18.1	43.3	74.8	91.1	696.9
1992	66.6	36.7	75.6	54.7	30.2	25.4	3.8	11.2	50.6	68.4	35.6	49.4	508.2
1993	71.1	120.7	258.8	142.8	38.5	4	2.7	4.6	52.8	106.7	85.2	127.1	1015.0
1994	157.7	136.4	212.2	154.9	69.7	5	0	2.9	23	53.5	100.6	121	1036.9
1995	55.4	121.6	94.2	59.2	31.4	3.1	17.2	14.9	16.3	55.4	57.6	95.1	621.4
1996	81.6	157.6	143.9	62.2	18.7	7	0.4	15.5	17.7	92.1	66.9	35.2	698.8
1997	76	153.6	38.5	67.4	23.9	14.9	4.9	1.2	35	64.3	140	151.8	771.5
1998	112.3	153.2	263.6	102.4	27.3	3.9	1.1	5.7	23.3	95.2	43.9	51.8	883.7
1999	107.9	270.3	90.4	72	66.8	26.5	20.9	1.8	96.6	26.2	81.4	79	939.8
2000	48.8	168.6	138.8	87.9	56.4	18.1	1.9	13.1	62	11	46.3	136.6	789.5
2001	206.1	113.8	255.1	61.5	51.7	4	13.3	0	46.8	59.7	98.2	97.8	1008.0
2002	33.1	76.8	165.9	85.5	23.6	10.8	10.6	3.1	19	101.2	114	104.2	747.8
2003	56.2	70.1	105.2	45.9	35.8	25.2	5	10.6	18	50.3	67.3	80.8	570.4
2004	38.7	116	70.6	48.8	44.7	3.2	16.5	26.5	26.2	71.3	97.5	132.9	692.9
2005	92.4	74.1	161.9	56.8	17.2	10.3	0.5	3.7	32.6	95.3	28.5	93.9	667.2
2006	90.9	112.8	218.9	90.1	14	27.7	2.1	7.2	42.3	15.3	70.3	94	785.6
2007	112.2	23.1	205.2	122.6	31.4	1.5	14	7.8	13.5	119.6	107.3	76.4	834.6
2008	94.6	153.4	134.7	102	28.2	21.7	3.9	11	42.9	102.9	77.6	35.3	808.2
2009	200	91.7	136.1	85	51.3	19	12.7	4.2	13	89.2	114.4	91.7	908.3
2010	55.5	120.1	167.2	95.3	36.6	11.9	7.6	5.2	27.5	46.2	56	81.9	711.0
2011	97.5	80.8	142.3	123.7	16.9	1.4	8.5	0.6	46	36.8	31.9	126.8	713.2
2012	171.8	159.7	130.7	89.3	56.3	4.2	0	7.7	19.8	87.6	126.3	58.7	912.1
2013	69.6	121.8	230.3	86.1	76.8	10.2	6.8	11	6.8	115.6	18	75.4	828.4
2014	80.9	81.9	152.6	79.1	33	4.9	2.8	4.5	31.1	36.3	50.1	119.9	677.1
2015	201.9	67.2	211.5	67.7	82.6	2.7	4.8	0.1	25.8	25.9	100.2	48.8	839.2
2016	90.3	90.2	127.1	66	10.3	7.1	1.9	0.9	26.3	67.9	19.2	74.3	581.5
Estadísticas													
Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	98.2	111.9	143.5	83.2	36.5	10.4	5.8	6.9	32.0	67.7	73.6	83.8	753.6
Desv. Std.	46.9	48.4	65.2	27.9	19.7	8.8	5.9	6.2	18.7	30.8	32.2	33.8	141.8
Max	206.1	270.3	263.6	154.9	82.6	27.7	20.9	26.5	96.6	119.6	140.0	151.8	1036.9
Min	33.1	23.1	38.5	38.7	10.3	0.5	0.0	0.0	2.5	11.0	18.0	2.2	508.2

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

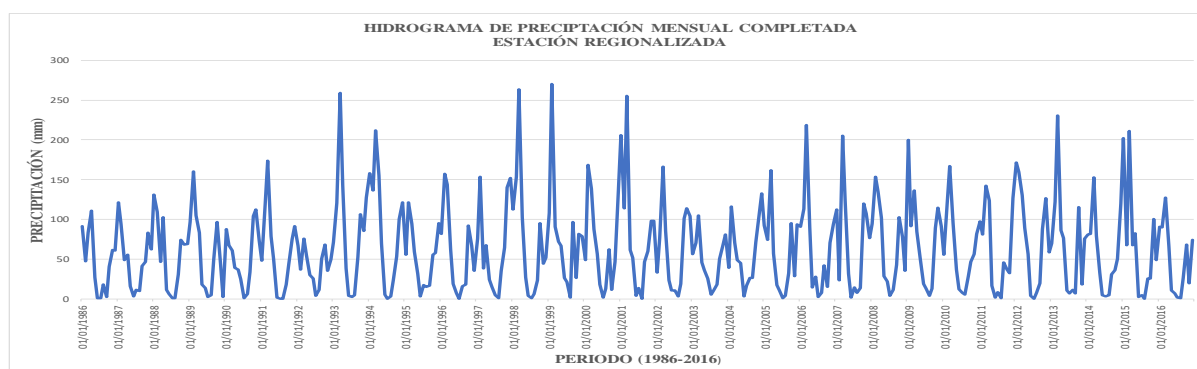


Gráfico 25: Hidrograma de precipitación mensual completada estación regionalizada.

Los datos completados por el método de vector regional en software hydraccess se pueden visualizar en anexos N° 4.

2.5.3.3. Software WEAP

2.5.4. Estimación de caudales medios mensuales, de escorrentía del río Ronquillo, utilizando la información existente.

Lo primero que se desarrolló en este ítem es seleccionar el método que se aplicó en el modelamiento WEAP, este software cuenta con cinco métodos para la simulación de la hidrología, el método que se aplicó es el de escurrimiento de lluvia (método de la humedad del suelo), el cual consiste en dos capas, en la capa superior simula la evapotranspiración, la escorrentía, el interfluo poco profundo y cambios en la humedad del suelo, en la capa inferior del suelo se simula el enrutamiento del caudal base al río y cambio en la humedad de suelo. además de las características físicas de la cuenca, tales como área, latitud, mapa de cobertura vegetal, precipitación media mensual, temperatura mensual, humedad relativa, velocidad de viento, estos datos fueron regionalizados para el área en estudio. A continuación, se muestra los parámetros del modelo que se tuvo en cuenta, así como los datos para la calibración del modelo, los cuales están referenciados según la experiencia de expertos de SEI en modelos WEAP de paso mensual en California (tabla N° 22), cabe aclarar que los datos de esta tabla corresponden según el área de estudio.

Tabla 22.
Rango de parámetros por tipo de uso del suelo para calibración de catchment.

Uso de suelo/ de suelo	Kc		Capacidad de agua de suelo (mm)		Capacidad de aguas profundas (mm)		Factor de resistencia de escorrentía		Conductividad de la zona radicular (mm/mes)		Conductividad profunda (mm/mes)		Dirección preferencial de flujo		Inicial Z1 (%)		Inicial Z2 (%)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Bosque	0.8	1.2	200	1000	200	1000	0.6	100	5	100	5	100	0.1	0.95	5	30	5	40
Poca vegetación	0.6	1.2	200	1000	200	1000	0.6	100	5	100	5	100	0.1	0.95	5	30	5	40
Baja Intensidad Urbana	0.6	1.2	50	500	200	1000	0.2	10	20	100	20	100	0.2	0.95	5	30	5	40
Mediana intensidad urbana	0.6	1	50	500	200	1000	0.2	10	20	100	20	100	0.4	0.95	5	30	5	40
No cultivable	0.4	1	100	500	200	1000	0.6	100	5	100	5	100	0.1	0.9	5	30	5	40
Tierra agrícola	0.2	1.2	200	1000	200	1000	0.6	100	5	100	5	100	0.2	0.9	5	30	5	40

Fuente: Young, 2009

Para el escenario actual de la cuenca río Ronquillo respecto a el área de cobertura se determinó según la visita de campo y el mapa de cobertura vegetal de Cajamarca, en base a este se generó el mapa de cobertura vegetal de la cuenca en estudio (Ver anexo N° 08).

Tabla 23.

Escenario actual cuenca río Ronquillo.

ESCENARIO ACTUAL CUENCA RÍO RONQUILLO			
N°	Cobertura vegetal	Área (km²)	%
1	Abiertas sin o con poca vegetación	2.95	7.27
2	Cultivos agrícolas	10.67	26.33
3	Pastos naturales	6.11	15.07
4	Vegetación arbusta	20.80	51.33
TOTAL		40.53	100.0

Parámetros del modelo

✓ Coeficiente de cultivo (KC)

Tabla 24.

Coeficiente de cultivo.

Cobertura vegetal	KC
Abiertas sin o con poca vegetación	0.75
Cultivos agrícolas	0.95
Pastos naturales	0.85
Vegetación arbusta	1

✓ Capacidad de almacenamiento de agua en la zona de raíces (SW)

Tabla 25.

Capacidad de almacenamiento de agua en la zona de raíces.

Cobertura vegetal	SW (mm)
Abiertas sin o con poca vegetación	500
Cultivos agrícolas	500
Pastos naturales	600
Vegetación arbusta	250

✓ **Capacidad de almacenamiento de agua en la zona profunda (DW)**

Tabla 26.

Capacidad de almacenamiento de agua en la zona profunda.

RONQUILLO	DW (mm)
DW	3600

✓ **Factor de resistencia a la escorrentía (RRF)**

Tabla 27.

Factor de resistencia a la escorrentía.

Cobertura vegetal	RRF
Abiertas sin o con poca vegetación	3.0
Cultivos agrícolas	4.0
Pastos naturales	2.5
Vegetación arbusta	0.5

✓ **Conductividad de zona de raíces (KS)**

Tabla 28.

Conductividad de zona de raíces.

Cobertura vegetal	KS (mm/mes)
Abiertas sin o con poca vegetación	5
Cultivos agrícolas	15
Pastos naturales	15
Vegetación arbusta	15

✓ **Conductividad de zona profunda (KD)**

Tabla 29.

Conductividad de zona profunda.

RONQUILLO	KD (mm)
KD	110

✓ **Dirección preferencial de flujo (F)**

Tabla 30.

Dirección preferencial de flujo

Cobertura vegetal	F
Abiertas sin o con poca vegetación	0.5
Cultivos agrícolas	0.5
Pastos naturales	0.5
Vegetación arbusta	0.5

✓ **Nivel de humedad en la zona de raíces (Z1) inicial**

Tabla 31.

Nivel de humedad en la zona de raíces.

Cobertura vegetal	Z1(%)
Abiertas sin o con poca vegetación	0.5
Cultivos agrícolas	0.5
Pastos naturales	0.5
Vegetación arbusta	0.5

✓ **Nivel de humedad en la zona profunda (Z2) inicial**

Tabla 32.

Nivel de humedad en la zona profunda.

MC	Ronquillo
Z2 (%)	50

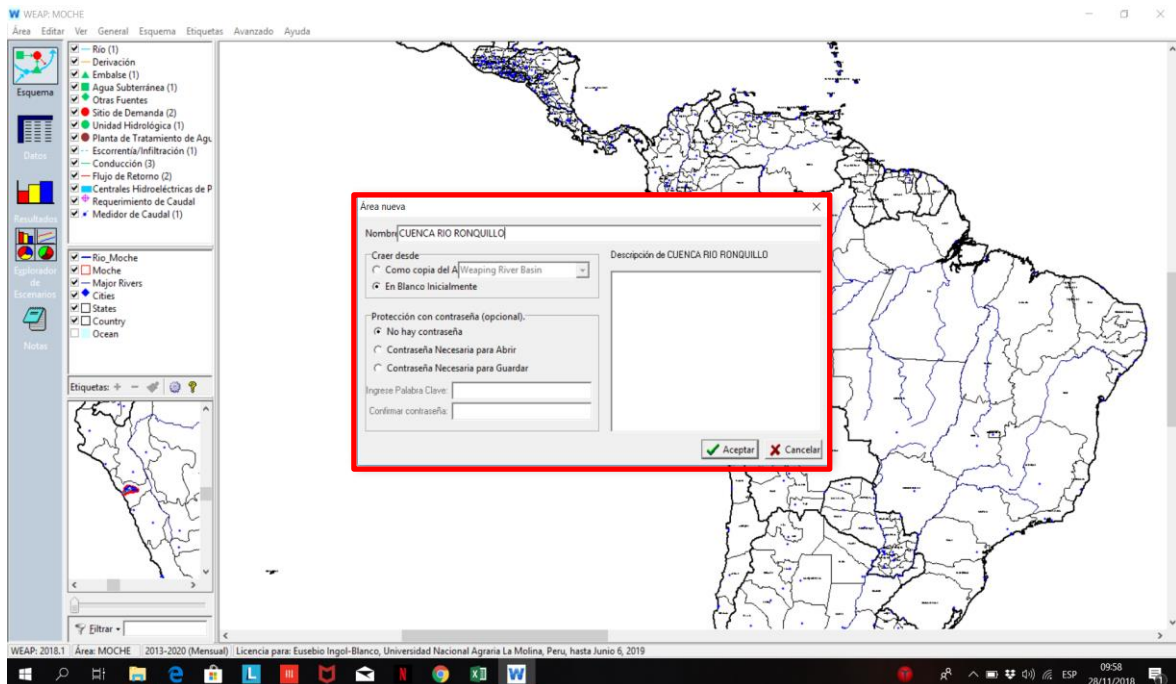


Figura 13. Creación de área de trabajo en software WEAP.
Fuente: Software WEAP, 2018.

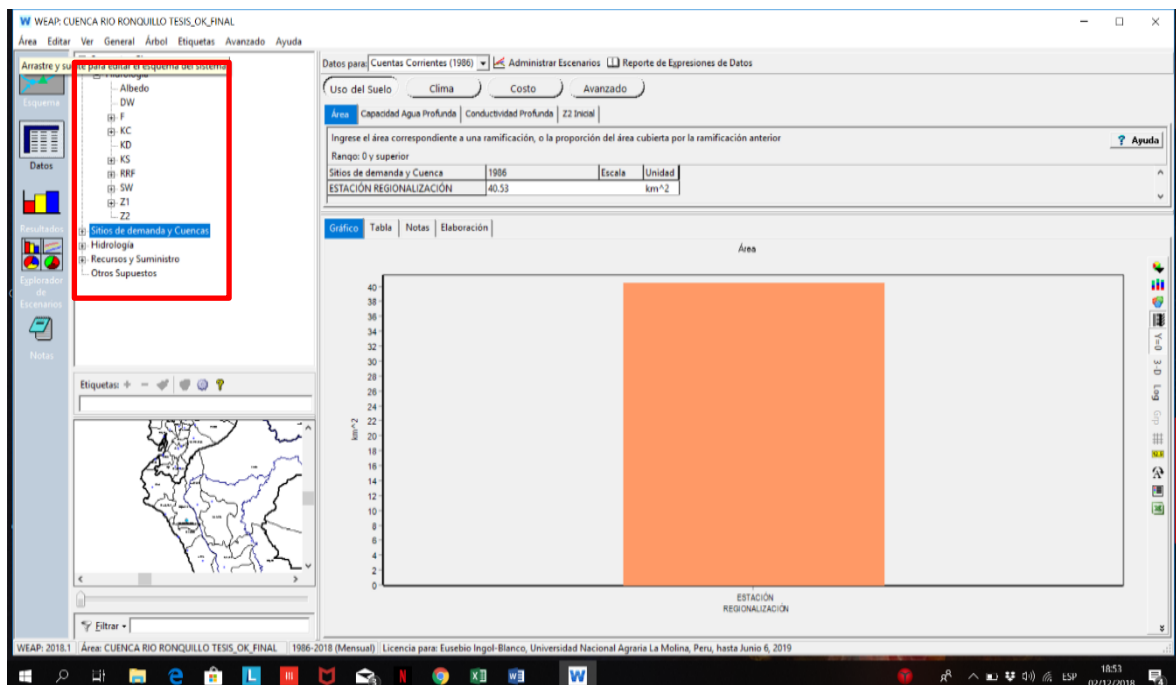


Figura 14. Creación de parámetros en software WEAP.
Fuente: Software WEAP, 2018.

A continuación, se muestra la tabla resumen de entrada de datos en software WEAP:

Tabla 33.

Resumen datos medios mensuales cuenca río Ronquillo.

CUENCA RÍO RONQUILLO

Área de la cuenca:	40.53	Km²												
Centroide:	Este: 767427.51 m		Norte: 9208999.41 m											
Latitud:	-7.14969													
Datos medios mensuales regionalizados para WEAP	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom Total
PRECIPITACIÓN	mm/mes	98.2	111.9	143.5	83.2	36.5	10.4	5.8	6.9	32.0	67.7	73.6	83.8	62.8
TEMPERATURA	°C	14.8	14.7	14.6	14.5	14.1	13.5	13.3	13.8	14.5	14.7	14.7	14.9	14.3
HUMEDAD RELATIVA	%	67.4	69.8	70.6	70.6	67.4	62.3	57.0	56.5	60.2	63.0	61.8	65.9	64.4
VELOCIDAD DE VIENTO	m/s	1.3	1.3	1.1	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	mm/mes	74.0	55.4	62.6	64.1	75.4	90.0	110.4	116.5	100.1	86.8	86.1	82.2	83.6

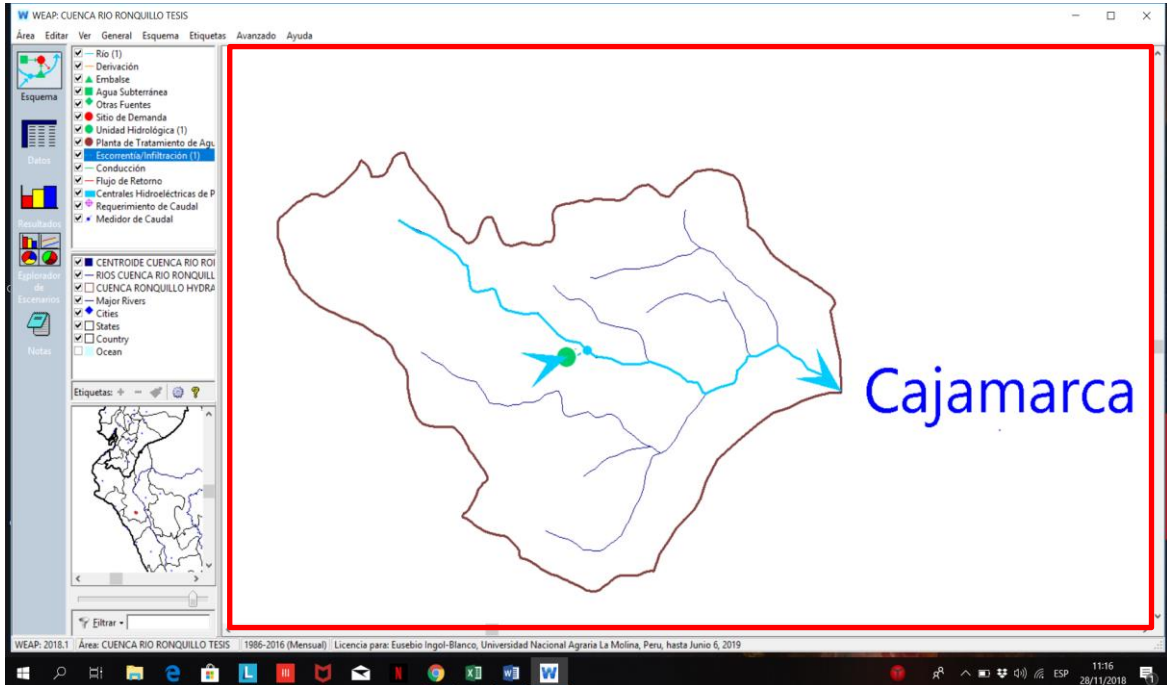


Figura 15. Cuenca río Ronquillo en software WEAP.
Fuente: Software WEAP, 2018.

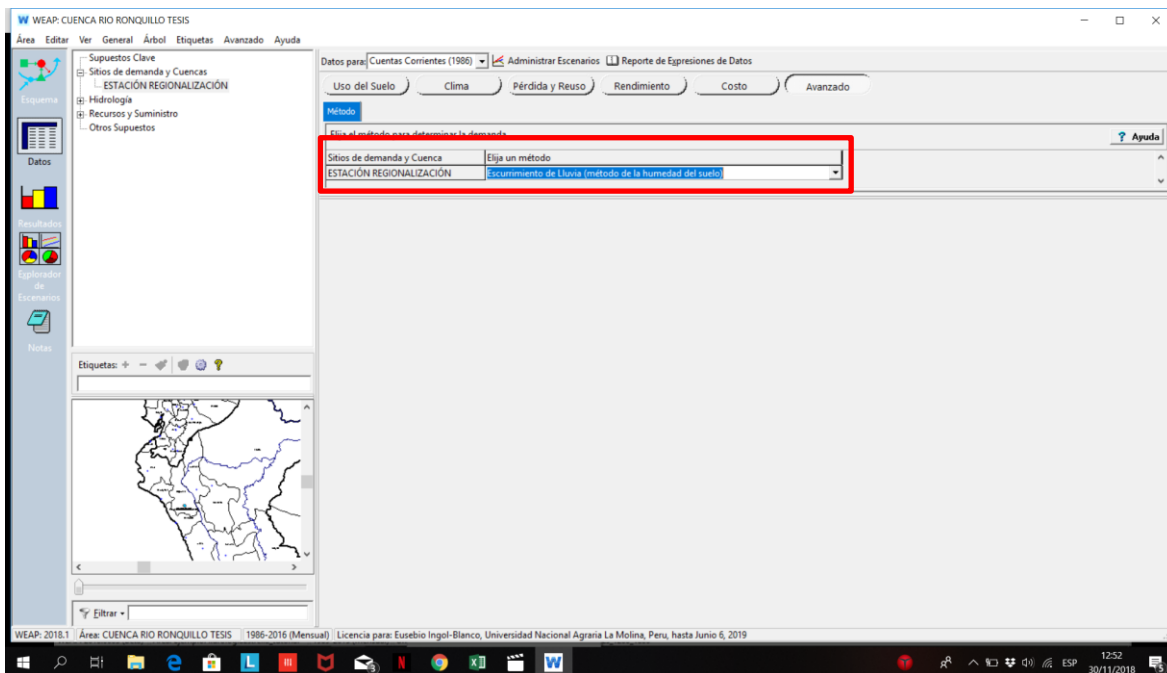


Figura 16. Selección método de la humedad del suelo en software WEAP.
Fuente: Software WEAP, 2018.

“DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA
EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE
A INFORMACIÓN CLIMÁTICA”

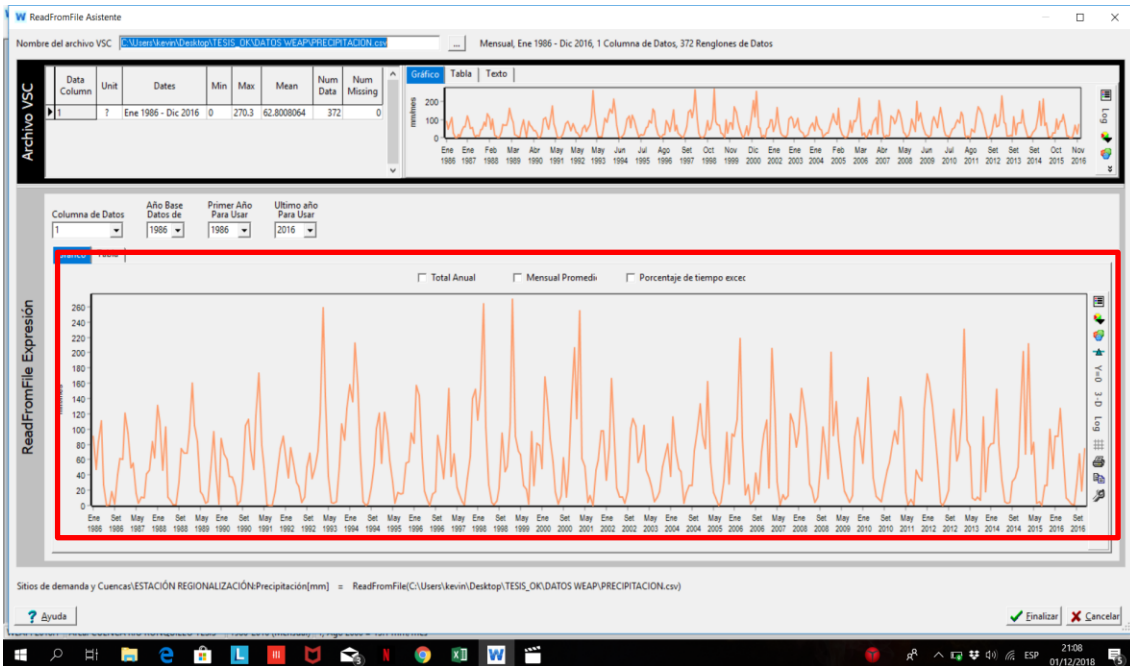


Figura 17. Ingreso de precipitación regionalizada en software WEAP.
Fuente: Software WEAP, 2018.

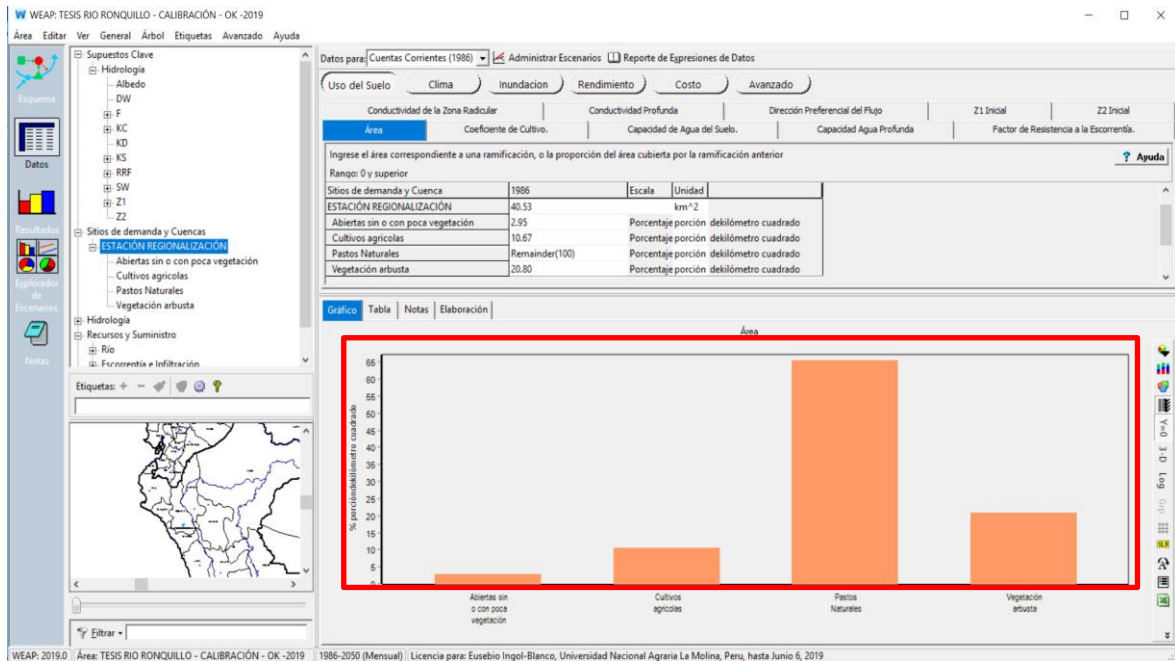


Figura 18. Áreas cuenca río Ronquillo en software WEAP.
Fuente: Software WEAP, 2018.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Parámetros geomorfológicos

Las características geomorfológicas nos brindan información importante sobre la cuenca en estudio, con la ayuda de una hoja de cálculo teniendo como elaboración propia a base de las ecuaciones N° 1 – 9, además de las tablas descritas en las bases teóricas del primer capítulo se obtuvo: la curva hipsométrica, frecuencia de altitudes, ver anexo N° 02 (gráfico N° 33 y gráfico N° 34) respectivamente, además:

- ✓ El área de la cuenca es 40.53 km² aproximadamente, además de un perímetro 31.22 Km y un ancho promedio de 4.17 Km.
- ✓ El Coeficiente de Gravelious resultó 1.383, esto clasifica a la cuenca en oblonga redonda.
- ✓ La altitud media se ubica a una altura de 3496.65 m.s.n.m., siendo un parámetro clave en el cálculo de las precipitaciones y en la degradación del suelo.
- ✓ La longitud del cauce principal es 9.72 Km.
- ✓ La relación de confluencias es 1.73.
- ✓ El coeficiente orográfico es 0.303.
- ✓ El factor de forma está alrededor de 0.43.
- ✓ La pendiente del cauce principal resultó 2.79%, además el orden de corriente es de 3.
- ✓ La densidad de drenaje es 0.155, este parámetro está relacionado con el tipo de suelo y la cobertura vegetal.

Se puede observar en el anexo N° 7 el plano de áreas cuenca río Ronquillo, el cual comprueba otro cálculo de este parámetro geomorfológico.

Tabla 34.
Parámetros de la cuenca río Ronquillo.

PARÁMETROS DE LA CUENCA	
Área de la cuenca:	40.53 Km ²
Perímetro de la cuenca:	31.22 Km
Longitud del cauce principal:	9.72 Km
Coefficiente o índice de compacidad:	1.383
Factor de forma:	0.43
Pendiente de la cuenca:	35.38%
Altitud media:	3496.65 m
Pendiente del cauce principal:	2.79%
Ancho promedio:	4.17 Km
Altitud más frecuente:	3650
Coefficiente de masividad:	0.087
Coefficiente orográfico:	0.303
Orden de corriente:	3
Relación de confluencias:	1.73
Relación de longitudes:	0.66
Densidad de drenaje:	0.155
Rectángulo equivalente:	L= 12.47 m l= 3.25 m

3.2. Caudales aforados históricos.

Tabla 35.
Caudales estación hidrométrica Ronquillo.

AÑOS	ESTACIÓN HIDROMÉTRICA RONQUILLO												
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	PROM
2008-2009	0.124	0.182	0.21	0.106	0.553	0.866	0.946	0.89	0.43	0.266	0.196	0.153	0.41
2009-2010	0.15	0.418	0.281	0.613	0.328	0.413	0.537	0.952	0.472	0.219	0.158	0.132	0.389
2010-2011	0.119	0.131	0.115	0.15	0.201	0.325	0.338	0.927	0.31	0.186	0.166	0.141	0.259
2011-2012	0.167	0.151	0.122	0.271	0.801	1.501	0.802	0.67	0.437	0.27	0.21	0.209	0.468
2012-2013	0.143	0.203	0.405	0.201	0.369	0.53	1.69	0.733	0.241	0.216	0.172	0.098	0.417
2013-2014	0.072	0.21	0.117	0.378	0.322	0.334	1.33	0.675	0.644	0.247	0.176		0.41
PROMEDIO	0.129	0.216	0.208	0.287	0.429	0.662	0.941	0.808	0.422	0.234	0.18	0.147	0.392

Fuente: Estación hidrométrica Ronquillo.

Tabla 36.
Caudales aforados – SEDACAJ.

AÑOS	SEDACAJ					
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
2015	0.3	0.36	0.38	0.4	0.42	0.38

Fuente: SEDACAJ.

Estos caudales históricos se utilizaron para la calibración del modelo en WEAP.

3.3. Caudales aforados in situ.

Los caudales aforados se realizaron con correntómetro electromagnético modelo MF - PRO cuya hoja de inspección final se encuentra en el anexo N° 3.

Tabla 37.
Caudales aforados en la cuenca del río Ronquillo

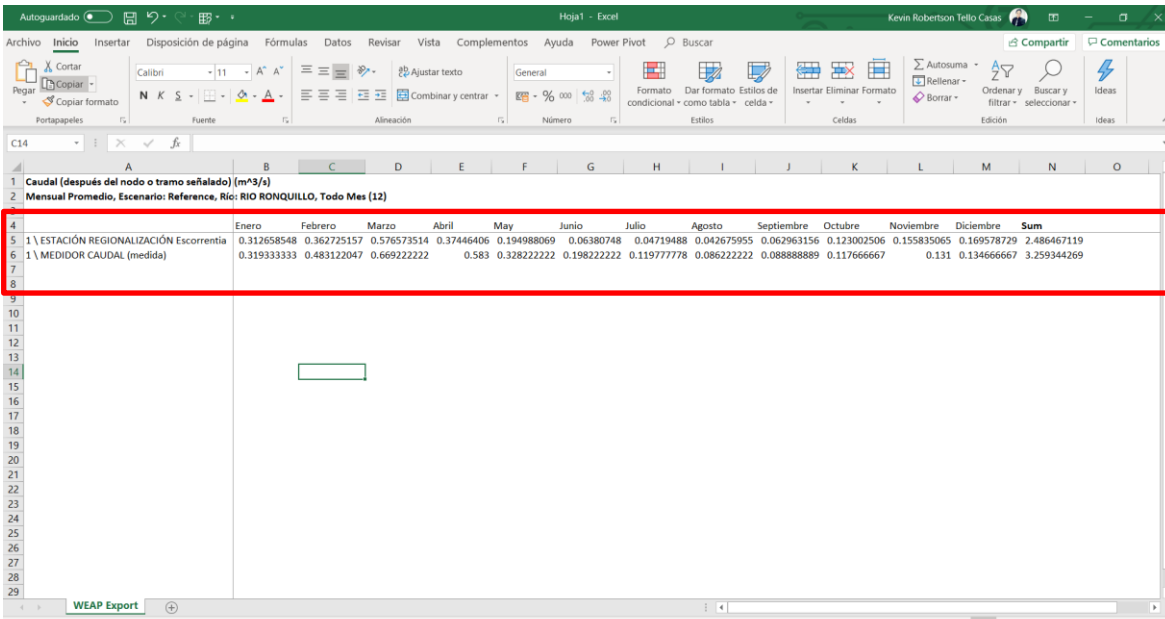
CUADRO DE AFOROS		
AFORO N°	FECHAS	CAUDAL (m ³ /s)
1	08/08/2018	0.043
2	10/08/2018	0.050
3	28/08/2018	0.031
4	30/08/2018	0.048
5	06/09/2018	0.051

De la tabla N° 35 se tiene que el caudal aforado promedio en el mes de agosto es de 0.045 m³/s.

3.4. Calibración y validación del modelo.

Para la calibración se contó con datos históricos de caudales aforados en la cuenta de estudio ver (tabla N° 35 - tabla N° 36), además de los aforos realizados en campo. Dicha calibración se realizó en los periodos de años 2008 – 2014; 2015 y año 2018.

Para la validación se realizó una comparación entre caudales simulados versus observados, posteriormente se calculó la eficiencia de Nash – Sutcliffe para ver el ajuste en que se encuentra el modelo realizado, además del cálculo de raíz del error cuadrático medio, el cual nos permitirá la verificación de la hipótesis en la presente investigación.



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	May	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sum
1\ ESTACIÓN REGIONALIZACIÓN Escorrentía	0.312658548	0.362725157	0.576573514	0.37446406	0.194988069	0.06380748	0.04719488	0.042675955	0.062963156	0.123002506	0.155835065	0.169578729	2.486467119
1\ MEDIDOR CAUDAL (medida)	0.319333333	0.483122047	0.669222222	0.583	0.328222222	0.198222222	0.119777778	0.086222222	0.088888889	0.117666667	0.131	0.134666667	3.259344269

Figura 20. Resultados de escorrentía exportados de WEAP a excel caudales simulados vs observados periodos de calibración mensual.

Fuente: Software WEAP, 2018.

Tabla 38.

Datos para validación de calibración

VALIDACIÓN DE CALIBRACIÓN				
MESES	Q. OBSERVADO (m ³ /s)	Q. SIMULADO (m ³ /s)	(Qs-Qo) ²	(Qo-promQo) ²
ENERO	0.319	0.313	0.000	0.002
FEBRERO	0.483	0.363	0.014	0.045
MARZO	0.669	0.577	0.009	0.158
ABRIL	0.583	0.374	0.043	0.097
MAYO	0.328	0.195	0.018	0.003
JUNIO	0.198	0.064	0.018	0.005
JULIO	0.120	0.047	0.005	0.023
AGOSTO	0.086	0.043	0.002	0.034
SEPTIEMBRE	0.089	0.063	0.001	0.033
OCTUBRE	0.118	0.123	0.000	0.024
NOVIEMBRE	0.131	0.156	0.001	0.020
DICIEMBRE	0.135	0.170	0.001	0.019
TOTAL		2.038	0.112	0.464
PROMEDIO	0.272	0.207	0.009	0.039

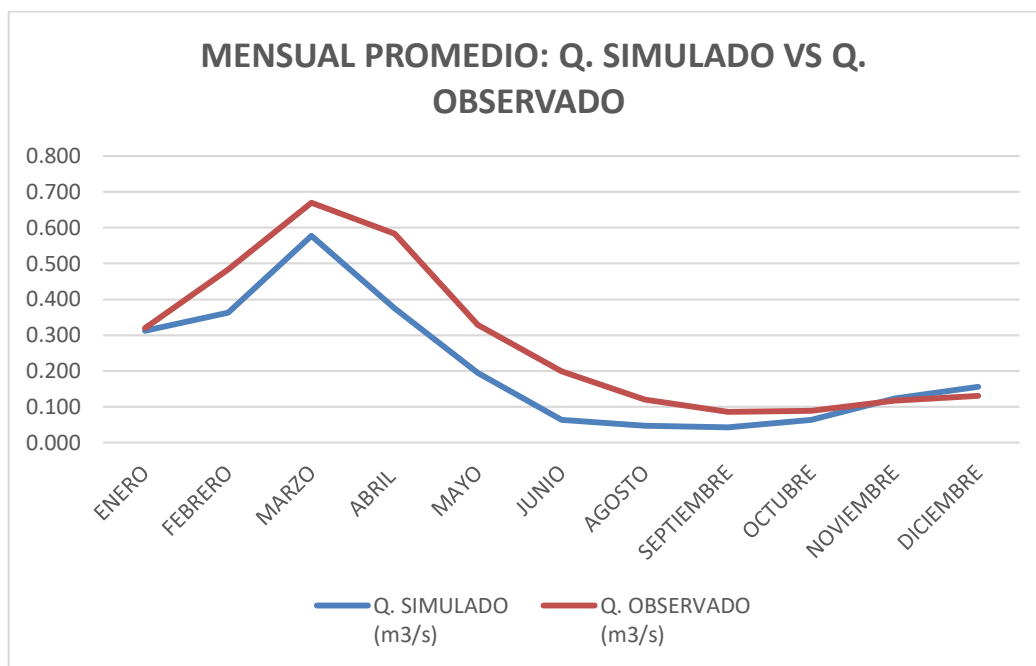


Gráfico 27: Mensual promedio: Q. simulado vs Q. observado

✓ **Método de la eficiencia de Nash – Sutcliffe**

Ecuación 10: Eficiencia de Nash – Sutcliffe

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_s - Q_o)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_o - \text{prom}Q_o)^2}$$

Tabla 39.

Valores referenciales del criterio de Nash-Sutcliffe.

E	AJUSTE
<0.2	Insuficiente
0.2 – 0.4	Satisfactorio
0.4 – 0.6	Bueno
0.6 -0.8	Muy bueno
> 0.8	Excelente

Fuente: Cabrera, 2015

Según este método la eficiencia de Nash resulta 0.76, lo cual se acerca a 1, además según la tabla anterior se encuentra en el rango de ajuste muy bueno.

✓ **Raíz del error cuadrático medio (RMSE)**

Ecuación 11: Raíz del error cuadrático medio (RMSE)

$$E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_s - Q_o)^2}{n}}$$

Según este método el error cuadrático medio resulta 0.898, lo cual se acerca a 1, es aceptable porque tiene aproximación a cero, en porcentaje 89.8%.

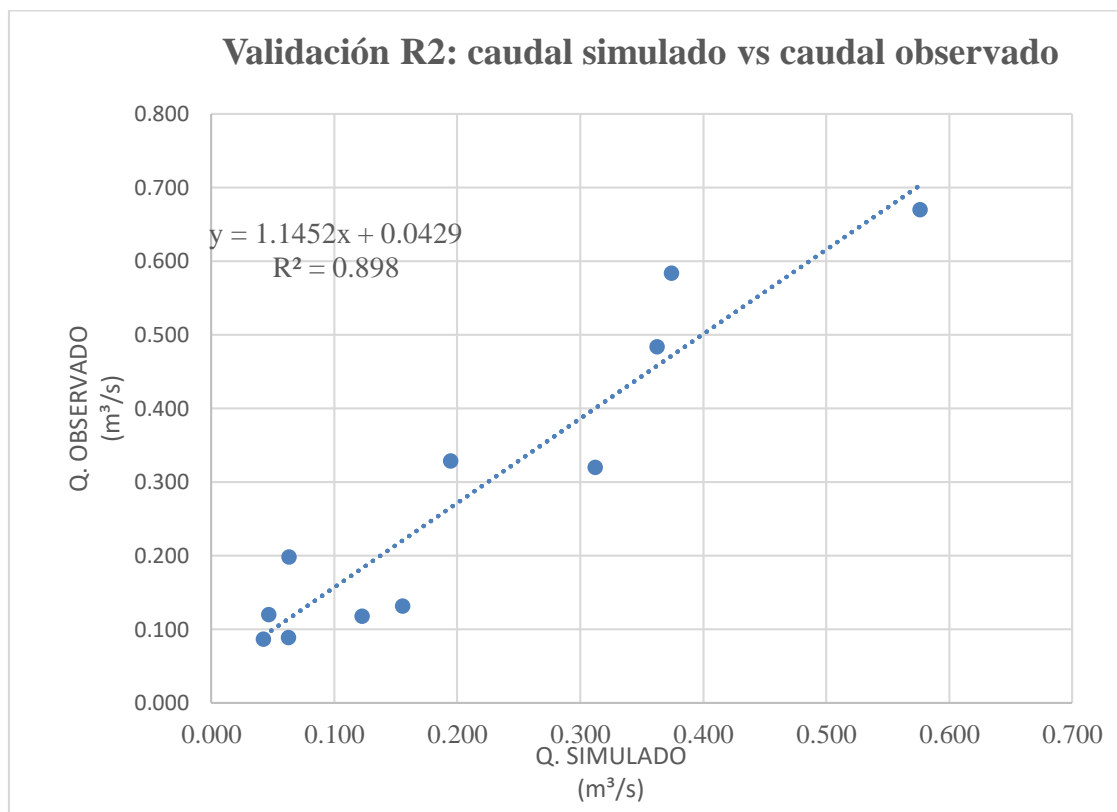


Gráfico 28: Validación R2 caudal simulado vs caudal observado.

Este gráfico de raíz del error cuadrático medio sirvió para la comprobación de la hipótesis de esta investigación resultando que caudal observado vs caudal simulado obtenido a partir de información climática esta entre un (80 – 90)% con respecto al primero.

Tabla 40.

Resultado de disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo escenario actual.

MESES	CAUDAL SIMULADO (m ³ /s)
Enero	0.257
Febrero	0.368
Marzo	0.512
Abril	0.352
Mayo	0.156
Junio	0.071
Julio	0.053
Agosto	0.050
Septiembre	0.077
Octubre	0.133
Noviembre	0.170
Diciembre	0.201

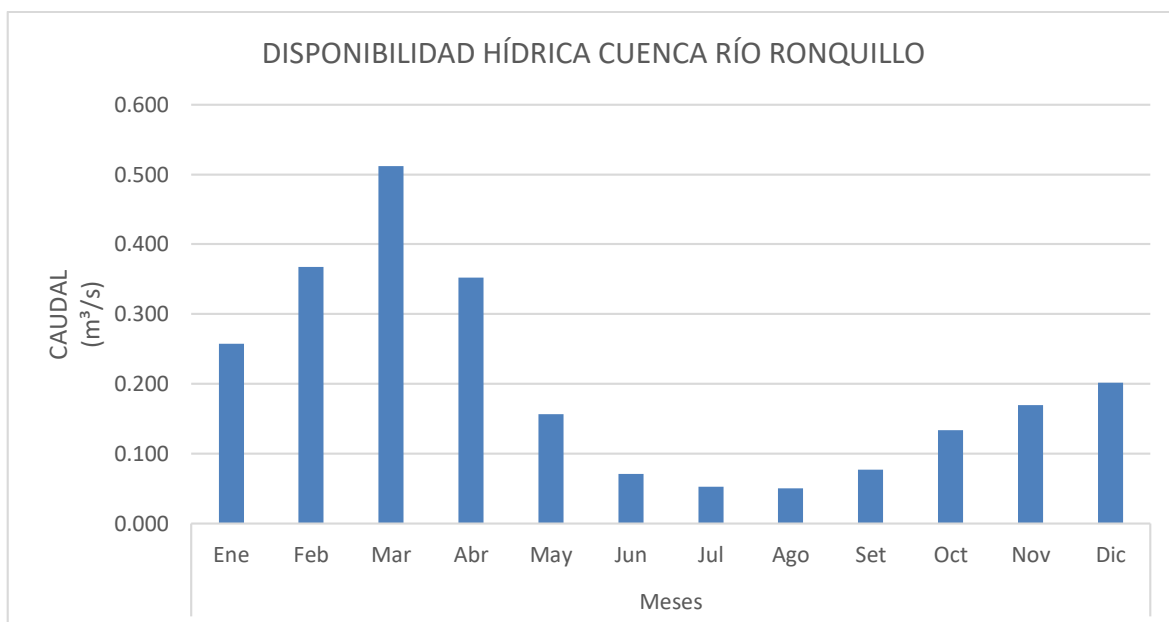


Gráfico 29: Resultado de disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo escenario actual.

En el gráfico anterior se observa los caudales medios mensuales de la cuenca río Ronquillo, los meses con más disponibilidad de agua de escorrentía son los de febrero, marzo y abril, con 0.368, 0.512 y 0.352 m³/s respectivamente, los meses con menor de agua de escorrentía

son el junio, julio, agosto y septiembre, con 0.071, 0.053, 0.050 y 0.077 m³/s respectivamente.

Además, se obtiene que el Q máximo es 0.512 m³/s en el mes de marzo, mientras tanto el Q mínimo es 0.352 m³/s en el mes de septiembre.

3.6. Escenario proyectado año 2030.

3.6.1. Cobertura Vegetal

Tabla 41.

Variación cobertura vegetal cuenca río Ronquillo año 2030.

VARIACIÓN COBERTURA VEGETAL CUENCA RÍO RONQUILLO AÑO 2030					
Nº	Cobertura vegetal	AÑO 2018		AÑO 2030	
		Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
1	Abiertas sin o con poca vegetación	2.95	7.27	4.13	10.73
2	Cultivos agrícolas	10.67	26.33	12.80	33.30
3	Pastos naturales	6.11	15.07	4.89	12.71
4	Vegetación arbusta	20.80	51.33	16.64	43.71
	TOTAL	40.53	100.0	38.46	100.0

Tabla 42.

Escenario año 2030 cuenca Ronquillo.

ESCENARIO AÑO 2030 CUENCA RÍO RONQUILLO			
Nº	Cobertura vegetal	Área (km ²)	%
1	Abiertas sin o con poca vegetación	4.13	10.73
2	Cultivos agrícolas	12.80	33.30
3	Pastos naturales	4.89	12.71
4	Vegetación arbusta	16.64	43.71
	TOTAL	38.46	100.0

3.6.2. Precipitación

La precipitación presentaría incrementos y disminuciones no muy significativas en promedio para la década del 2030 entre +10% a -10% en relación con su clima actual (SENAMHI & MINAM, 2010)

3.6.3. Temperatura

En general, se registraría un incremento de la temperatura máxima de hasta 1,6°C en promedio (0,53°C/década), y de hasta 1,4°C para la temperatura mínima (0,47 °C/década). (SENAMHI & MINAM, 2010)

Este escenario se tuvo en cuenta el cambio climático a lo largo de los años, esto afecta a la cobertura vegetal la cual se verá reducida, además de la precipitación y aumento de temperatura.

Tabla 43.

Resumen de datos de entrada software WEAP escenario 2030.

CUENCA RÍO RONQUILLO

Área de la cuenca:	40.53	Km²												
Centroide:	Este: 767427.51 m		Norte: 9208999.41 m											
Latitud:	-7.14969													
Datos medios mensuales regionalizados para WEAP	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom Total
PRECIPITACIÓN	mm/mes	88.4	100.8	129.2	74.9	32.9	9.4	5.2	6.2	28.8	61.0	66.2	75.4	56.5
TEMPERATURA	°C	16.4	16.3	16.2	16.1	15.7	15.1	14.9	15.4	16.1	16.3	16.3	16.5	15.9
HUMEDAD RELATIVA	%	63.4	65.6	66.4	66.4	63.4	58.6	53.6	53.1	56.6	59.2	58.1	61.9	60.5
VELOCIDAD DE VIENTO	m/s	1.3	1.3	1.1	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	mm/mes	74.0	55.4	62.6	64.1	75.4	90.0	110.4	116.5	100.1	86.8	86.1	82.2	83.6

“DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA
EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE
A INFORMACIÓN CLIMÁTICA”

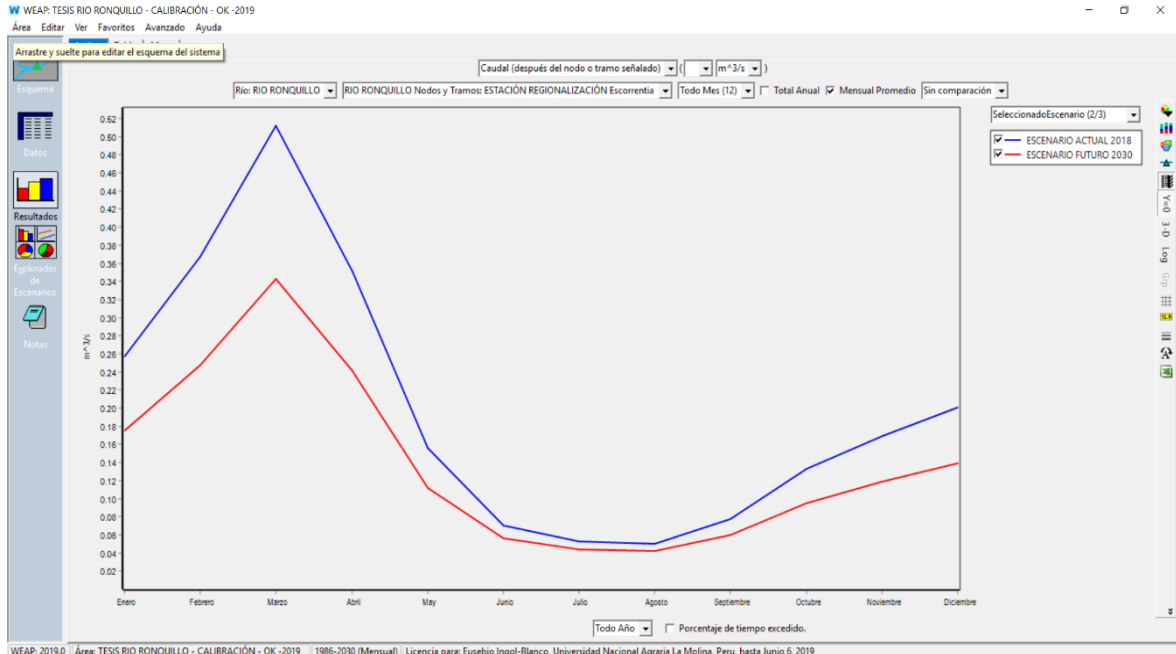
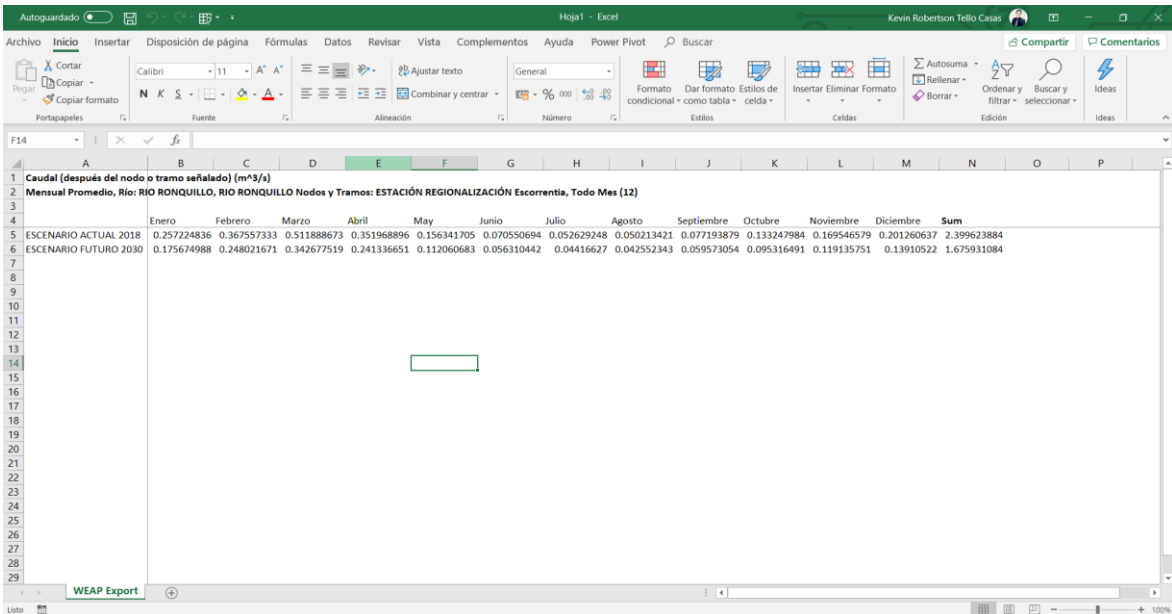


Figura 21. Disponibilidad hídrica escenario actual vs escenario futuro.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.



Mensual Promedio, Río: RIO RONQUILLO Nodos y Tramos: ESTACIÓN REGIONALIZACIÓN Escorrentía, Todo Mes (12)													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	May	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sum
ESCENARIO ACTUAL 2018	0.257224836	0.367557333	0.511888673	0.351968896	0.156341705	0.070550694	0.052629248	0.050213421	0.077193879	0.133247984	0.169546579	0.201260637	2.395623884
ESCENARIO FUTURO 2030	0.175674988	0.248021671	0.342677519	0.241336651	0.112060683	0.056310442	0.04416627	0.042552343	0.059573054	0.095316491	0.119135751	0.13910522	1.675931084

Figura 22. Disponibilidad hídrica escenario actual vs escenario futuro exportado a excel desde software WEAP.
Fuente: Software Hydraccess, 2018.

Tabla 44.

Resultado de disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo escenario actual.

MESES	CAUDAL ESCENARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAUDAL ESCENARIO FUTURO AÑO 2030 (m ³ /s)
Enero	0.257	0.176
Febrero	0.368	0.248
Marzo	0.512	0.343
Abril	0.352	0.241
Mayo	0.156	0.112
Junio	0.071	0.056
Julio	0.053	0.044
Agosto	0.050	0.043
Septiembre	0.077	0.060
Octubre	0.133	0.095
Noviembre	0.170	0.119
Diciembre	0.201	0.130
PROMEDIO	0.200	0.140

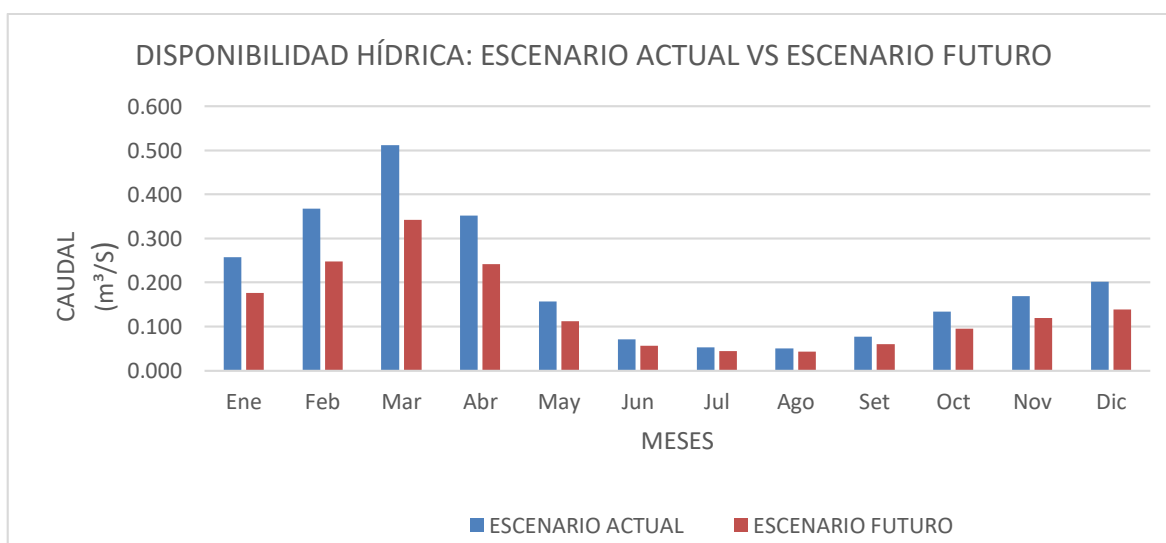


Gráfico 30. Disponibilidad hídrica: escenario actual vs escenario futuro.

En el gráfico anterior se puede observar la notable baja de disponibilidad hídrica del escenario futuro en el año 2030. Para los meses de mayor disponibilidad hídrica enero, febrero y marzo presentan una baja de 31.70%, 32.52% y 33.06% respectivamente con referencia al escenario actual. En promedio mensual total la disponibilidad hídrica disminuye en un 30.16%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Esta investigación tuvo como limitación el no contar con una estación meteorológica dentro la cuenca en estudio, la cual se solucionó creando una estación mediante regionalización por el método vector regional, en base a las estaciones adyacentes.

Al comparar los resultados de la tesis titulada “Modelación hidrológica de escenarios futuros de caudales medios con la aplicación del modelo hidrológico WEAP en la cuenca del río Llave - Puno”. En la cual como cobertura vegetal se consideró pajonales y bofedales se obtuvieron de resultados el caudal máximo medio mensual es en el mes de febrero con $138.4 \text{ m}^3/\text{s}$ y el más bajo en octubre un caudal mínimo de $5.6 \text{ m}^3/\text{s}$, según la zona de estudio, estos valores son mayores con respecto a esta investigación obteniendo el caudal máximo medio mensual en el mes de marzo con $0.512 \text{ m}^3/\text{s}$ y el más bajo en agosto un caudal mínimo de $0.050 \text{ m}^3/\text{s}$, esto depende de la información climática, así como el área en estudio, además de la cobertura vegetal considerada.

Los resultados de la disponibilidad de agua de escorrentía en la cuenca río Ronquillo generada a partir de información climática, varía según esta información, además depende los parámetros de calibración del modelo WEAP, estos son esenciales de acuerdo a la cobertura vegetal de la zona de estudio, a partir de esto se obtuvo como resultados que los meses con mayor disponibilidad de agua de escorrentía de febrero, marzo y abril, con 0.368 , 0.512 y $0.352 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente, los meses con menor de agua de escorrentía son el junio, julio, agosto y septiembre, con 0.071 , 0.053 , 0.050 y $0.077 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente

Se recomienda a las instituciones pertinentes tales como: El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Gobierno Regional de Cajamarca (GRC) y Municipalidad Provincial de Cajamarca (MPC), realizar la instalación de una estación meteorológica en la cuenca río Ronquillo para así generar una base de datos históricos meteorológicos de esta zona, los cuales servirán para futuras investigaciones.

4.2 Conclusiones

- ✓ Se recopiló información cartográfica y de precipitación, esta información fue obtenida de los anexos del expediente técnico “Autorización para la ejecución de obras en la cuenca del río Chailhuagón” brindada por Yanacocha y SENAMHI, la cual fue regionalizada mediante el método de vector regional en el software Hydraccess, los resultados se observan en la tabla N° 21.
- ✓ Se delimitó y caracterizó los parámetros hidrogeomorfológicos de la cuenca río Ronquillo, los cuales se pueden observar en el capítulo de resultados tabla N° 34.
- ✓ Se estimó caudales medios mensuales, de escorrentía, del río Ronquillo, utilizando la información existente mediante el software WEAP, los meses con más disponibilidad de agua de escorrentía son los de febrero, marzo y abril, con 0.368, 0.512 y 0.352 m³/s respectivamente, los meses con menor disponibilidad de agua de escorrentía son el junio, julio, agosto y septiembre, con 0.071, 0.053, 0.050 y 0.050 m³/s respectivamente, los resultados de los demás meses se visualizan en el capítulo de resultados tabla N° 40.
- ✓ Para el escenario futuro del año 2030 respecto al escenario actual los meses de mayor disponibilidad hídrica enero, febrero y marzo presentan una baja de 31.70%, 32.52% y 33.06% respectivamente con referencia al escenario actual. En promedio mensual

total la disponibilidad hídrica disminuye en un 30.16% en referencia al escenario actual.

- ✓ La hipótesis de la investigación ha sido demostrada, la disponibilidad de agua de escorrentía en la captación del río Ronquillo en base a la información climática está en rango del (80 – 90)% del valor aforado, esto se pudo verificar estadísticamente obteniendo un error cuadrático medio respecto a los caudales simulados vs caudales observados de 0.898, en porcentaje 89.8%, lo cual indica la verificación de la hipótesis de esta investigación.

REFERENCIAS

1. Acuerdo Nacional. (Agosto de 2012). *Política de Estado sobre los Recursos Hídricos*. Obtenido de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/politica_de_recursos_hidricos_33_documento.pdf
2. ANA. (17 de Junio de 2011). *Gestión de recursos hídricos en el Perú*. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/1_gestion_del_agua_en_peru_ing_atp_0_2.pdf
3. Bustamante, E. (2018). Disponibilidad de agua de escorrentía en la captación huacaríz del río Mashcon, generada a partir de información climática. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
4. Cabrera, J. (2015). *Calibración de modelos hidrológicos*. Obtenido de http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/modhidro_2.pdf
5. Espinoza, J. (Septiembre de 2005). *El Método del Vector Regional de Índices Pluviométricos*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/173243246/El-Metodo-del-Vector-Regional-de-indices-pluviometricos>
6. Muñoz Portugal, I. (19 de Septiembre de 2011). *El problema de la disponibilidad de agua en el Perú*. Obtenido de <http://www.enfoquederecho.com/2011/09/19/el-problema-de-la-disponibilidad-de-agua-en-el-peru/>
7. Ortiz, O. (1994). *Hidrología de superficie*.
8. SENAMHI, & MINAM. (2010). *Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030*. Obtenido de http://idesep.senamhi.gob.pe/portalidesep/files/tematica/cambio_climatico/Escenarios_climaticos_en_el_Peru_para_el_ano_2030.pdf
9. Stockholm Environment Institute. (Junio de 2017). *Tutorial Weap Spanish*. Obtenido de https://www.weap21.org/downloads/WEAP_Tutorial_Spanish.pdf
10. Tacusi, C., & Hacha, E. (2015). Modelación hidrológica en la subcuenca de pitumarca con la aplicación del modelo weap (sistema de evaluación y planeación de agua) canchis - cusco. K' AYRA, Cuzco, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/130/253t20150036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Ticona, A. (2016). Modelación hidrológica de escenarios futuros de caudales medios con la aplicación del modelo hidrológico weap en la cuenca del río Ilave - Puno. Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4617>
12. Vauchel, P., & IRD. (2005). *Tutorial Hydraccess*. Obtenido de <http://www.sohybam.org/index.php/esl/Software/Hydraccess>
13. Villón, M. (2002). Hidrología. 2, 15-240. Lima, Perú: Villón. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2014/08/31/libro-de-hidrologia-maximo-villon/>
14. Young, C. (2009). *Rainfall-runoff model of the west slope of the Sierra Nevada*.

ANEXOS

ANEXO N° 1. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 2. Coordenadas UTM captación río Ronquillo.
Fuente: Cámara fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.



Fotografía 3. Coordenadas UTM punto de aforo río Ronquillo.
Fuente: Cámara Fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.



Fotografía 4. Visita de campo con asesor río Ronquillo.
Fuente: Cámara fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.



Fotografía 5. Visita de campo con asesor punto de aforo río Ronquillo.
Fuente: Cámara Fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.



Fotografía 6. Código de equipo MF – PRO.
Fuente: Cámara fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.



Fotografía 7. Equipo utilizado al realizar los aforos.
Fuente: Cámara fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.



Fotografía 8. Resultado de primer aforo río ronquillo.
Fuente: Cámara fotográfica Huawei P20 Lite, 2018.

ANEXO N° 2. RESULTADOS

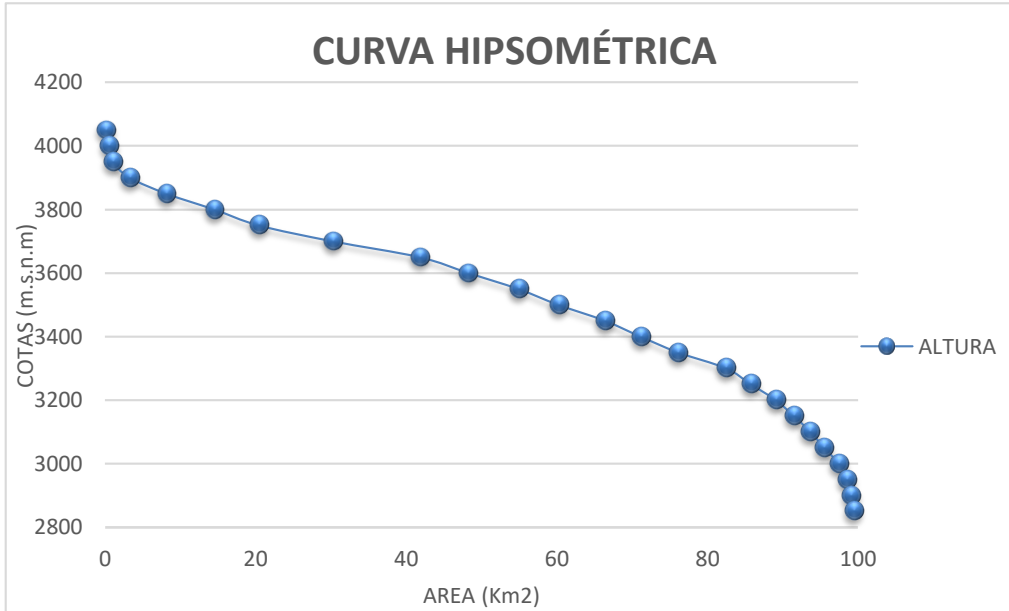


Gráfico 31. Curva hipsométrica.

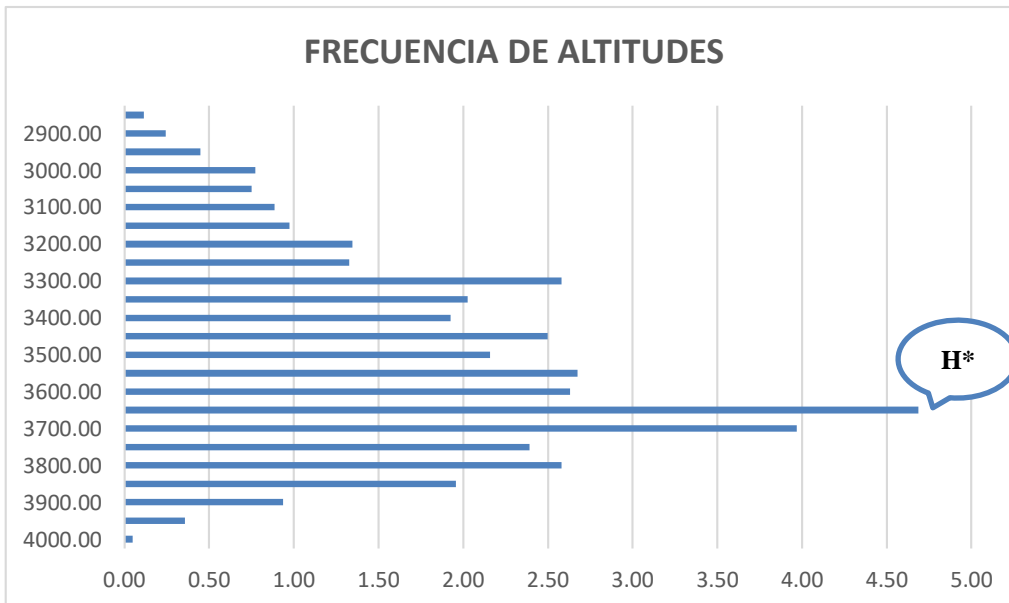


Gráfico 32. Frecuencia de altitudes.

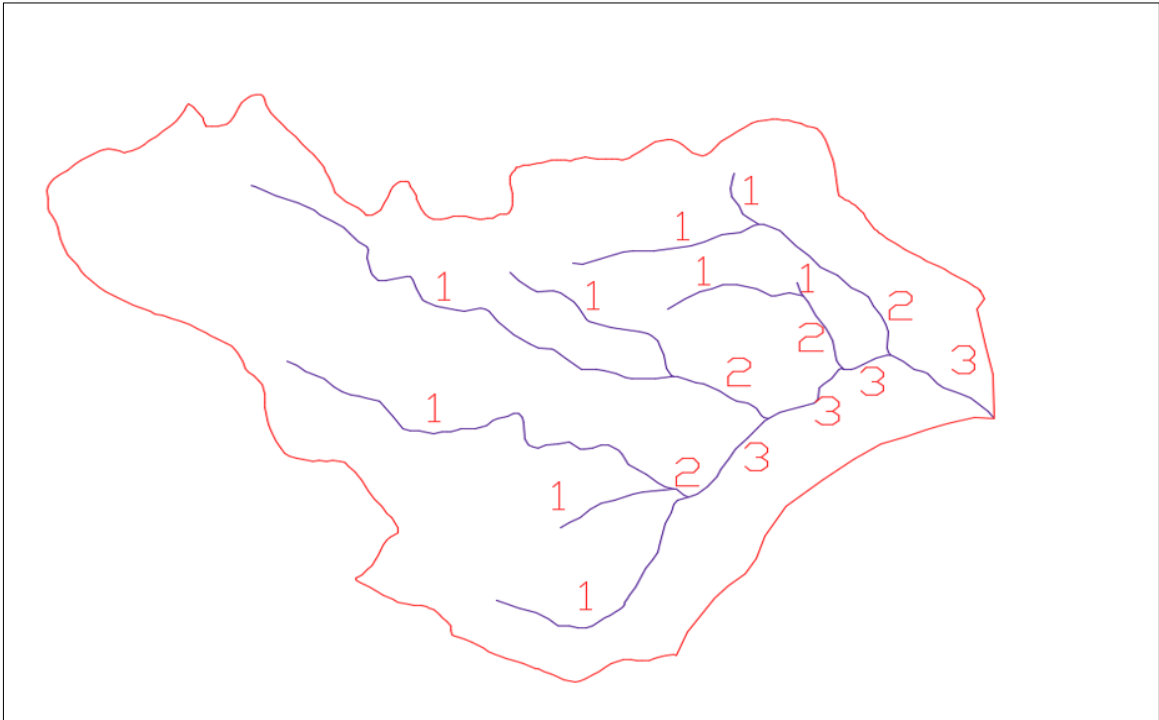


Figura 23. Relación de Confluencias.

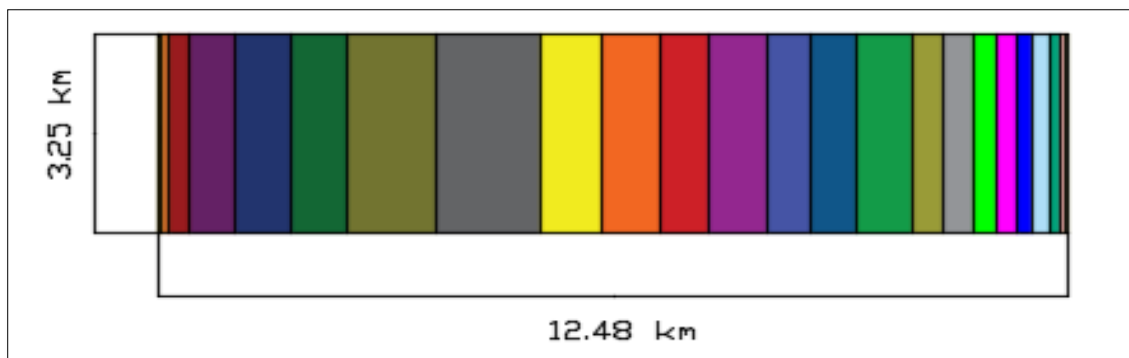


Figura 24. Rectángulo equivalente.

ANEXO N° 3. HOJA DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE EQUIPO MF - PRO



HOJA DE INSPECCION FINAL

Pág. 1 de 1

A. ENTIDAD

ENTIDAD	JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR DEL RIOMASHCON
PEDIDO	

B. OBJETIVO : REVISION DEL ESTADO DEL EQUIPO

EQUIPO : CORRENTOMETRO ELECTROMAGNETICO	FECHA :	4/10/2017
MODELO : MF - PRO	REALIZADO POR:	G. Pichihua
MEDIDOR PORTATIL (DISPLAY)	SENSOR DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD	
P/N : 1040500195-S	P/N : 1040500595 - 1D	
S/N : 337485	S/N : 338267	
	Long. Cable : 06 Metros	

C. CONDICIONES INICIALES :

EQUIPO NUEVO

D. COMPONENTES

Componentes del equipo	Resultados
Maletin de transporte color negro	OK
Cable de comunicación USB	OK
Montaje ajustable del medidor portatil	OK
Cargador de Pared energia Modelo: PSA15R-120P Marca: PHIHONG	OK
05 Adaptadores de toma de corriente	OK
Paño para secar el Sensor	OK
Montaje de sensor universal y Tornillo mariposa extra (x4)	OK
Tira de velcro y cordón de sujeción	OK
Test de aceptación de fabrica FAT MFPRO - sensor	OK
Test de aceptación de fabrica FAT MFPRO - Handheld (Display)	OK
Manual de usuario MF pro DOC026.98.80211 06/2015 Ed. 6	OK
Manual de usuario MF pro DOC026.97.80211 06/2015 Ed. 6	OK
Instrucción de conexión transmisor y sensor - DOC276.99.80310	OK
Bateria ION LITIO recargable 4.2 Amp-H, 3.6V Parte N° 990596	OK
Kit adaptador para montaje, para barra de 20mm	OK
Varilla de acero inox. 20mm Graduado en Decimetro de 3m de long. (03 pzas, 1m c/u) + 01 Destornillador Plano	OK

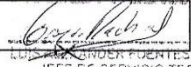
E. INSPECCIÓN FISICA :

Sensor de velocidad y profundidad	Resultados
Cableado del sensor	OK
Verificación de medición de Nivel	OK
Verificación de medición de Velocidad	OK

Medidor portatil (Display)	Resultados
Carga de batería del equipo	OK
Encendido de equipo	OK
Test de comunicación Sensor - Display	OK
Test general de Display	OK
Verificación de registro de medición de Nivel	OK
Verificación de registro de medición de Velocidad	OK

F. RESULTADOS Y/O CONCLUSIONES :

EQUIPO COMPLETO Y OPERATIVO

ECOCIENCIA Y CIENCIA S.R.L.

 GERARDO BENVENUTO BENEZU
 JEFE DE SERVICIO TECNICO
 INGENIERO ELECTRONICO
 Reg. CIP N° 177382

Av. Mcal. Oscar R. Benavides N° 1593 - Urb. Chacra Rios Norte - Lima 01, Perú
 Telef.: 336-8431 · 336-8291 · 657-6262
 ecociencia@ecociencia.com.pe

Fuente: Junta de usuarios río Mashcón, 2018.

ANEXO N° 4. PRECIPITACIÓN MENSUAL DE ESTACIONES COMPLETADAS

Tabla 45.

Precipitación total mensual completada estación Augusto Weberbauer.

Precipitación total mensual - Estación Augusto Weberbauer (1986-2016)													
Categoría : plu							Este: 777 93 m						
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)							Norte: 9 207 072 m						
Altitud: 2 660 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	84.4	47.7	96.8	120.2	16.2	0.6	1.2	14.6	1.3	43.6	66.2	51.8	544.6
1987	98.2	95.2	39.2	52.2	9.1	4.0	10.8	12.3	39.5	37.2	74.3	61.5	533.5
1988	109.7	105.5	44.8	95.6	10.6	5.4	0.0	0.4	32.9	69.4	65.2	63.4	602.9
1989	87.0	158.8	113.5	85.4	18.8	16.7	3.2	5.9	53.5	106.6	47.1	2.7	699.2
1990	101.8	68.5	58.3	27.4	39.5	24.6	0.8	7.1	20.1	87.6	99.1	72.3	607.1
1991	43.8	90.0	133.7	55.2	17.9	0.7	0.4	0.3	10.2	28.2	55.1	71.9	507.4
1992	52.6	31.8	66.6	46.5	18.9	21.2	4.6	10.0	40.8	64.0	32.0	34.1	423.1
1993	61.0	112.2	245.0	102.9	30.2	1.9	3.3	2.9	51.4	106.3	71.4	84.1	872.6
1994	116.9	103.1	170.2	144.9	35.3	3.3	0.0	0.2	11.9	27.2	89.8	122.6	825.4
1995	44.7	108.3	75.7	49.7	20.6	1.7	13.2	10.8	11.5	51.8	50.5	76.4	514.9
1996	65.2	124.0	120.1	50.4	13.7	0.8	0.5	15.8	13.9	76.2	68.8	34.1	583.5
1997	63.8	152.9	26.5	40.4	17.0	15.4	0.2	0.0	27.4	50.8	119.9	129.4	643.7
1998	103.0	116.5	257.0	83.9	19.6	4.8	1.3	4.7	17.8	79.6	29.1	47.9	765.2
1999	94.8	242.7	69.5	65.0	53.7	22.8	22.1	1.2	81.4	21.7	77.0	68.8	820.7
2000	46.0	162.3	126.3	77.3	40.5	15.6	2.1	13.4	56.6	9.9	44.5	122.3	716.8
2001	191.2	100.8	230.2	57.2	48.1	2.3	13.9	0.0	34.4	46.2	93.4	90.9	908.6
2002	27.0	60.0	133.1	77.2	23.0	8.8	10.7	3.4	14.6	90.3	99.9	86.1	634.1
2003	51.1	61.4	103.6	42.1	30.7	22.3	1.8	10.6	14.8	46.0	63.8	80.7	528.9
2004	36.1	102.0	56.9	44.5	42.4	2.1	13.8	29.4	19.0	63.4	92.6	123.7	625.9
2005	84.9	53.7	136.6	54.0	7.2	4.5	0.6	3.5	31.2	92.3	30.0	87.8	586.3
2006	83.2	101.6	199.3	77.6	7.7	23.9	1.8	6.1	33.6	12.7	60.4	81.7	689.6
2007	95.4	17.5	182.4	111.5	29.0	1.4	10.7	6.4	11.6	117.2	97.6	68.8	749.5
2008	80.2	133.3	118.4	99.1	22.7	15.4	2.3	11.7	34.7	96.5	72.2	33.1	749.5
2009	180.7	74.6	110.5	78.8	42.2	17.9	12.3	3.9	11.8	78.5	109.4	74.2	794.8
2010	49.5	112.9	154.0	88.4	31.6	8.6	2.6	1.3	28.9	43.4	52.5	70.8	644.5
2011	76.6	73.3	125.2	102.0	16.7	0.4	8.3	0.0	47.1	31.5	24.4	109.7	615.2
2012	154.2	134.7	126.4	72.8	51.5	0.2	0.0	2.5	19.1	83.2	120.3	58.3	823.2
2013	61.5	98.0	213.6	73.8	62.6	7.5	5.7	8.9	3.7	110.7	17.0	51.9	714.9
2014	75.7	68.0	143.2	78.8	26.9	5.0	2.0	3.9	27.7	26.5	45.7	114.9	618.3
2015	184.7	55.4	202.2	63.0	75.8	3.0	4.4	0.1	27.8	16.8	99.6	39.5	772.3
2016	82.9	85.3	121.3	56.2	7.0	1.6	2.1	1.1	25.1	60.0	17.1	63.1	522.8

Estadísticas

Nro. de datos	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Promedio	86.7	98.5	129.0	73.4	28.6	8.5	5.1	6.2	27.6	60.5	67.3	73.5	665.8
Desv. Std.	42.4	44.4	61.0	26.4	17.2	8.3	5.6	6.5	17.6	31.4	29.7	30.3	121.3
Max	191.2	242.7	257.0	144.9	75.8	24.6	22.1	29.4	81.4	117.2	120.3	129.4	908.6
Min	27.0	17.5	26.5	27.4	7.0	0.2	0.0	0.0	1.3	9.9	17.0	2.7	423.1

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

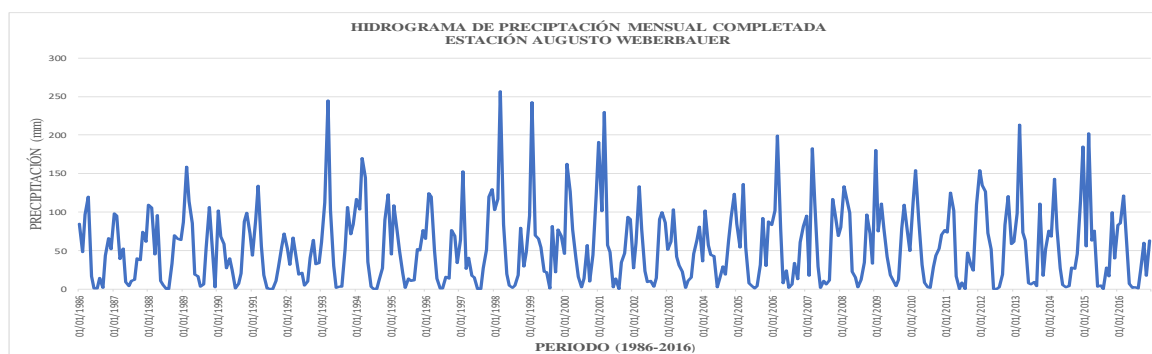


Gráfico 33: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Augusto Weberbauer.

Tabla 46.
Precipitación total mensual completada estación Yanacochoa.

Precipitación total mensual - Estación Yanacochoa (1986-2016)													
Categoría : plu													
Este: 772 624 m													
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)													
Norte: 9 229 184 m													
Altitud: 3816 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	132.6	117.2	101.5	159.8	88.2	0.9	6.1	31.6	17.1	127.6	154.7	149.3	1086.6
1987	200.1	125.6	98.0	90.7	38.3	6.6	16.3	18.8	126.4	128.3	229.6	108.6	1187.3
1988	168.6	121.9	77.4	157.0	46.6	19.6	3.6	3.5	66.3	154.1	152.0	146.5	1117.1
1989	152.6	223.1	172.5	118.6	37.8	24.0	4.9	5.9	86.0	145.1	78.3	30.0	1078.8
1990	92.4	110.1	110.9	83.9	65.1	50.6	5.4	6.6	57.1	216.5	240.3	105.6	1144.5
1991	68.0	153.3	253.6	128.2	73.9	10.1	3.0	0.7	52.2	106.4	243.0	169.3	1261.7
1992	104.9	57.7	118.6	88.4	88.8	63.7	7.6	15.9	117.9	142.4	104.4	82.6	992.9
1993	120.1	171.9	414.2	209.1	78.7	18.9	7.0	8.8	109.0	211.3	254.7	241.4	1845.1
1994	225.0	197.4	278.8	233.5	93.0	14.3	4.0	4.3	80.8	103.9	209.7	180.2	1624.9
1995	77.7	182.0	193.6	111.7	81.8	16.8	22.2	12.5	51.5	113.1	154.8	193.3	1211.0
1996	132.5	207.6	231.6	110.9	47.7	33.5	3.2	26.7	63.5	168.0	97.8	62.8	1185.8
1997	116.4	195.4	76.5	113.5	46.8	29.2	8.5	1.9	151.5	180.6	357.8	276.6	1554.7
1998	163.3	263.8	335.9	165.4	86.4	10.9	2.9	8.0	58.9	195.4	140.4	81.6	1512.9
1999	173.5	373.4	167.1	65.5	74.4	109.0	17.0	17.3	218.2	58.4	178.6	175.3	1627.7
2000	70.6	269.2	239.5	122.9	53.8	31.2	8.6	21.3	189.0	38.1	41.9	169.1	1255.2
2001	259.3	93.0	218.0	64.0	13.7	10.8	5.9	0.0	39.1	154.0	147.8	177.8	1183.4
2002	120.4	130.6	305.0	167.7	29.2	4.6	14.7	0.8	50.5	181.9	160.3	206.8	1372.5
2003	104.4	103.6	149.3	109.7	41.9	21.3	0.0	0.0	61.3	57.8	106.6	145.3	901.2
2004	108.8	96.0	179.3	120.9	59.4	10.7	21.8	9.1	65.0	134.1	206.3	222.3	1233.7
2005	151.4	134.9	354.3	83.3	59.7	8.9	10.2	27.7	35.8	260.8	112.0	195.6	1434.6
2006	91.4	205.0	287.8	137.2	19.3	62.5	13.4	13.2	44.5	130.6	179.6	247.4	1431.9
2007	174.0	63.2	237.5	205.5	58.9	3.3	25.9	23.9	49.5	234.7	397.6	178.6	1652.6
2008	240.3	339.1	338.3	132.6	120.9	39.6	15.5	31.8	132.1	263.9	152.7	102.1	1908.9
2009	346.5	209.8	362.2	240.3	147.1	50.0	33.3	14.0	36.6	232.6	247.1	228.6	2148.1
2010	71.9	202.2	295.3	168.1	171.0	24.9	63.5	7.6	45.4	212.1	264.9	149.9	1676.8
2011	155.7	192.8	270.4	192.6	33.0	24.4	34.8	11.9	77.7	148.8	194.5	202.2	1538.8
2012	291.4	230.9	135.1	150.9	133.4	42.2	0.3	14.0	5.8	163.8	301.8	116.6	1586.2
2013	92.7	132.9	197.6	86.6	112.3	44.2	6.4	52.1	26.9	151.4	51.6	167.4	1122.1
2014	89.2	164.8	204.2	121.2	95.8	5.3	0.0	3.3	35.6	24.1	49.3	123.2	916.0
2015	186.1	119.6	278.6	81.3	73.9	2.0	1.5	0.0	3.4	26.8	129.0	47.2	949.4
2016	232.2	147.4	167.0	85.9	8.3	20.4	4.2	11.4	19.1	109.7	31.8	275.3	1112.7

Estadísticas

Nro. de datos	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Promedio	152.1	172.1	221.0	132.5	70.3	26.3	12.0	13.1	70.1	147.6	173.3	160.0	1350.2
Desv. Std.	69.3	73.1	90.8	47.9	38.5	23.3	13.3	11.9	50.8	64.5	88.9	63.7	309.6
Max	346.5	373.4	414.2	240.3	171.0	109.0	63.5	52.1	218.2	263.9	397.6	276.6	2148.1
Min	68.0	57.7	76.5	64.0	8.3	0.9	0.0	0.0	3.4	24.1	31.8	30.0	901.2

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

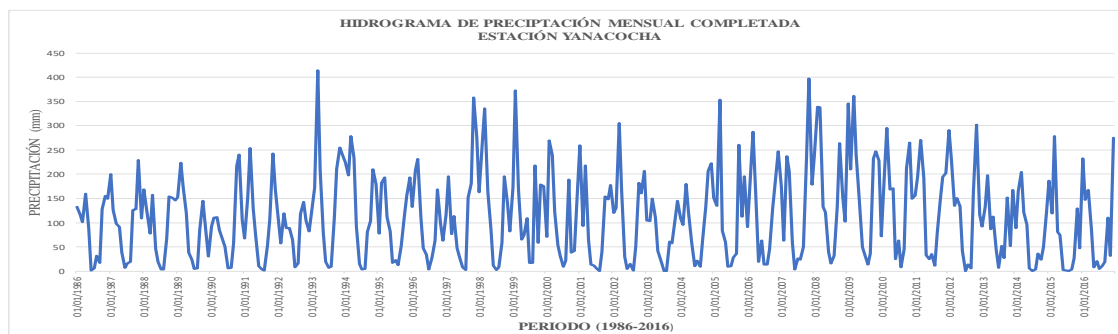


Gráfico 34. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Yanacochoa.

Tabla 47.

Precipitación total mensual completada estación Magdalena.

Altitud: 1 257 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	49.9	57.7	57.8	56.1	13.8	0.1	0.2	0.4	1.4	14.3	19.8	35.7	307.2
1987	34.6	31.5	25.6	33.6	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3	21.1	42.3	29.8	237.8
1988	59.0	25.5	35.0	69.5	0.0	0.4	0.0	0.0	3.0	13.6	17.4	18.0	241.4
1989	32.5	64.6	23.0	38.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	159.8
1990	13.0	17.6	29.7	10.6	6.6	3.0	0.0	0.0	0.0	4.4	11.8	9.8	106.5
1991	3.6	13.6	21.4	45.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.7	14.3	42.6	25.4	169.2
1992	45.5	27.3	72.9	34.2	25.9	6.2	0.0	0.0	8.5	21.5	1.5	1.9	245.4
1993	51.1	91.7	208.4	82.4	19.6	0.0	0.0	0.0	8.3	45.9	23.7	44.7	575.8
1994	61.1	104.9	129.0	53.1	5.7	0.0	0.0	0.0	7.1	2.7	18.7	50.6	432.9
1995	28.1	82.2	94.9	47.7	12.6	2.2	0.0	0.0	2.9	18.2	12.2	44.7	345.7
1996	65.3	103.4	123.2	61.4	1.6	3.7	0.0	0.5	6.3	17.3	8.8	0.0	391.5
1997	13.3	84.8	28.6	41.9	0.0	0.0	0.0	0.0	46.6	33.6	80.8	144.0	473.6
1998	125.4	192.7	283.1	65.3	13.6	0.0	0.0	0.0	7.4	19.2	10.3	6.5	723.5
1999	76.0	185.4	40.5	57.1	40.9	20.6	5.3	0.0	31.2	7.1	21.5	38.2	523.8
2000	32.6	112.5	141.0	66.0	60.9	4.8	0.0	2.2	7.0	8.2	36.3	128.2	599.7
2001	128.8	56.1	261.1	56.7	23.5	0.0	0.0	0.0	13.4	17.9	41.7	36.6	635.8
2002	27.8	77.4	156.5	47.4	0.0	3.7	0.0	0.0	7.9	40.9	74.1	65.8	501.5
2003	27.3	56.1	87.6	24.2	22.8	4.2	0.0	0.0	0.7	1.7	19.3	39.7	283.6
2004	7.1	71.7	57.8	37.5	12.2	0.0	2.7	0.6	2.9	22.5	16.5	32.9	264.4
2005	59.9	29.7	135.2	18.1	0.8	0.8	0.0	0.0	6.3	14.3	6.2	29.3	300.6
2006	83.9	111.6	228.4	66.4	0.0	8.6	0.0	4.9	8.1	0.0	22.4	79.1	613.4
2007	66.4	15.3	217.7	59.1	9.8	4.1	0.0	2.2	0.0	40.3	22.2	34.9	472.0
2008	96.0	146.5	116.6	38.8	4.3	1.7	0.9	0.0	13.6	22.7	48.5	0.0	489.6
2009	166.0	109.9	136.9	34.6	17.5	8.2	7.4	0.9	0.0	38.4	27.6	35.2	582.6
2010	28.0	117.0	122.7	47.2	8.9	0.3	0.0	0.0	2.3	8.0	18.8	25.1	378.3
2011	55.5	42.3	82.1	123.4	10.0	0.0	0.0	0.0	10.3	10.4	8.5	74.0	416.5
2012	93.9	174.6	138.9	64.8	10.4	0.7	0.0	0.0	0.6	43.0	47.7	45.4	620.0
2013	31.6	123.9	207.6	26.7	30.3	1.0	0.0	0.0	0.0	59.0	0.0	62.5	542.6
2014	34.0	49.8	126.6	31.2	21.7	3.1	0.0	0.3	5.4	45.7	26.3	57.1	401.2
2015	86.0	38.4	183.8	48.4	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	21.9	55.9	55.1	507.2
2016	33.2	67.4	132.3	54.1	1.0	4.9	0.0	0.0	0.8	10.4	1.6	23.2	328.9

Estadísticas

Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	55.4	80.1	119.5	49.7	12.8	2.7	0.5	0.4	7.2	20.6	25.3	41.1	415.2
Desv. Std.	37.8	49.7	73.4	21.3	13.7	4.2	1.7	1.0	9.9	15.5	20.5	33.1	159.2
Max	166.0	192.7	283.1	123.4	60.9	20.6	7.4	4.9	46.6	59.0	80.8	144.0	723.5
Min	3.6	13.6	21.4	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.5

Fuente: Software Hydracess, 2018.

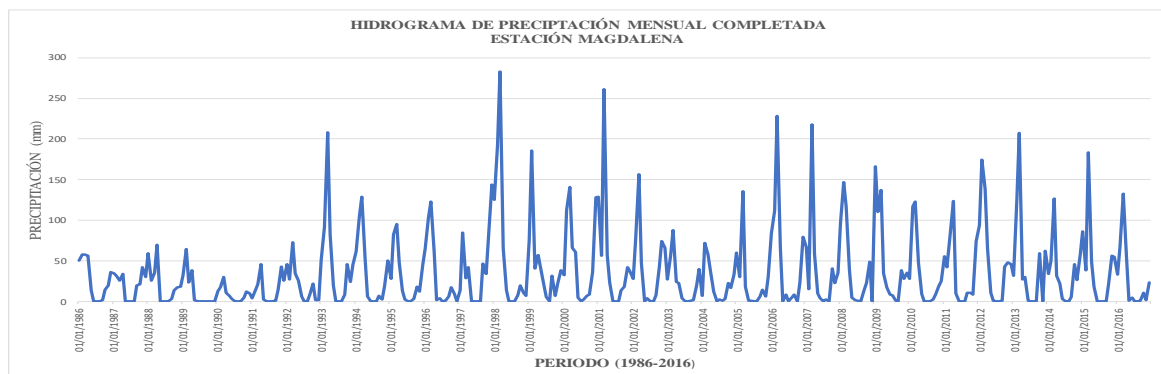


Gráfico 35: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Magdalena.

Tabla 48.
Precipitación total mensual completada estación Granja Porcón.

Precipitación total mensual - Estación Granja Porcón (1986-2016)													
Categoría : plu		Este: 763 297 m											
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)		Norte: 9 221 895 m											
Altitud: 3 261 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	155	41	6	74.2	106.6	0	0	50	10.9	33	51.8	133.2	661.7
1987	315.7	118.5	126.5	85.3	68.6	0	19.5	0	60.5	122.7	161.6	82	1160.9
1988	307	176.9	63.6	167.3	18.6	15.6	6.4	5.3	30.6	133.7	112.6	127.6	1165.2
1989	188.7	216.8	85	89.9	18.5	0	0	0	46.5	77	51.5	0	773.9
1990	29.7	85.4	88.6	127.2	33.1	35.6	0.9	0.6	139.7	262	250.2	103.6	1156.6
1991	94.7	355.5	509.6	248.6	287	6.3	0	0	78.7	157.6	221.5	250.1	2209.6
1992	170.1	74.1	137.1	119.1	107.7	62.4	0	24	135.5	119.2	75.7	174.1	1199
1993	147.6	190.6	374.3	437.8	102.7	19.8	0	18.4	82.6	137.5	206.2	452.6	2170.1
1994	475.4	373.5	531.9	268.5	329.1	18.6	0	22.2	104.8	252.8	210.7	142.5	2730
1995	139.7	228.8	217.7	127.8	112.7	12.6	51.8	48.9	54.9	96.5	125.9	243.9	1461.2
1996	198.8	407.5	312.7	141.3	59.7	49.7	0	20.3	48.5	232.9	80.6	58.6	1610.6
1997	186.9	190.3	123.2	260	81	18.5	39	9.9	80.5	169.2	301.6	305.1	1765.2
1998	168.5	380.5	298.7	243.2	85.4	0	0	14.8	67.6	234.7	158.8	99	1751.2
1999	210.3	494.2	253.5	126	166.7	53.9	20.3	6.4	228.3	65.3	138.6	166.4	1929.9
2000	74.8	237	221.1	168.6	160.7	40.7	1.6	16.3	123.2	19.3	62.8	236.5	1362.6
2001	341.1	227.7	419.2	92.6	88.7	17.6	15.2	0.4	145.2	169.5	156.1	171.8	1845.1
2002	76.2	188.8	390.1	158.5	38.1	27.8	15.2	2.6	53.2	202.1	226.5	243	1622.1
2003	103.8	134.9	124.3	81.2	76	54.4	28.9	15.6	47.2	101.8	112.6	100	980.7
2004	70.3	230.4	168.2	82.4	75.4	11.7	41	19.1	84.8	147	168	240.9	1339.2
2005	157.8	231.2	343.3	93.1	91.6	53.7	0	7.1	54.4	152.8	28.6	164.8	1378.4
2006	145.5	188.1	345.7	184.7	62.8	62	5.1	15.7	116.2	39.8	158.5	183.6	1507.7
2007	245.4	64.5	352.3	226.3	57.7	1.1	42.6	20.1	32.8	171.8	211.1	146.4	1572.1
2008	190.6	291.2	252.4	150.3	76	73.3	16	11	110.9	182.6	127.3	66.4	1548
2009	344.8	197.5	307.3	149.6	127.4	31.3	18.1	8	27	184	187.9	234.8	1817.7
2010	108	169.7	275.7	163.5	83.1	39.4	44.3	33.6	29.6	82.7	96.5	182.6	1308.7
2011	257	148.9	284.6	269.4	21.2	8.5	13.7	4.8	55.4	84.5	93	265.4	1506.4
2012	325.9	320	155.7	210.7	109.6	32.4	0	45.8	33.7	137.7	202.5	67.6	1641.6
2013	141	279.9	352.4	196.2	193.4	32.8	17.7	30.2	30.4	174.5	33.2	238.5	1720.2
2014	137.4	189.9	227.4	103.4	79.3	5.1	9.6	10.5	65.8	97.4	90.3	182.2	1198.3
2015	370.6	159.6	286.4	108.3	158.4	1.7	9.7	0.4	24.6	88.4	124.5	107.8	1440.4
2016	166.5	133.4	163.5	137.1	36.8	44.9	1.1	0	45.7	146.9	41.4	172.9	1090.2

Estadísticas													
Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	195.0	217.0	251.5	164.3	100.4	26.8	13.5	14.9	72.6	138.0	137.7	172.4	1504.0
Dev. Std.	103.4	105.8	128.5	78.6	70.6	22.0	15.8	14.4	47.0	62.7	69.9	88.7	424.3
Max	475.4	494.2	531.9	437.8	329.1	73.3	51.8	50.0	228.3	262.0	301.6	452.6	2730.0
Min	29.7	41.0	6.0	74.2	18.5	0.0	0.0	0.0	10.9	19.3	28.6	0.0	661.7

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

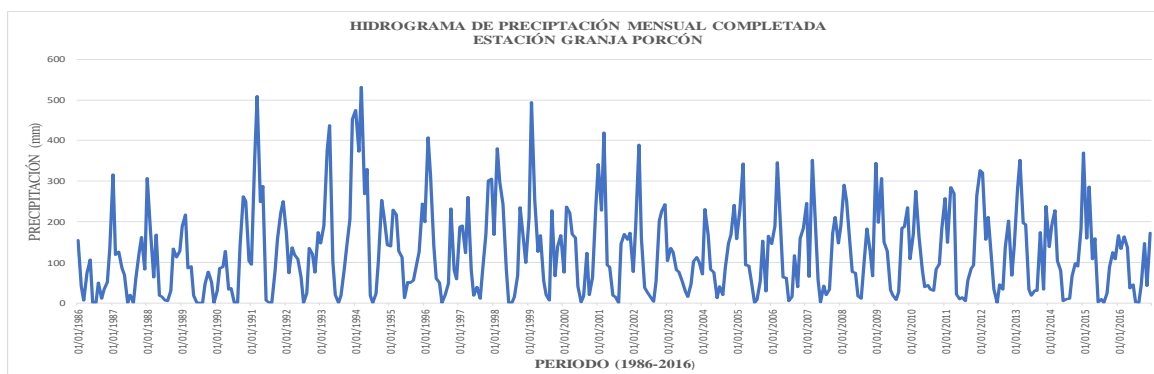


Gráfico 36: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Granja Porcón.

Tabla 49.
Precipitación total mensual completada estación La Encañada.

Altitud: 2 950 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	113.90	88.50	54.00	182.00	64.10	8.70	0.00	17.10	0.00	103.30	46.20	122.00	799.80
1987	166.20	103.00	56.20	48.50	56.40	2.80	13.80	7.50	45.50	67.10	151.10	101.90	820.00
1988	89.50	39.40	90.60	160.40	79.70	1.30	0.00	25.60	44.30	67.20	79.30	71.50	748.80
1989	109.00	138.70	125.30	88.50	8.30	31.30	0.00	0.00	56.20	100.90	79.20	78.30	815.70
1990	50.20	92.40	64.20	110.10	21.20	25.00	4.00	4.60	0.30	177.40	96.20	96.60	742.20
1991	76.20	106.50	213.10	89.70	59.10	11.00	0.00	18.90	0.00	119.30	158.30	112.60	964.70
1992	116.00	32.70	153.00	85.10	83.30	17.80	11.10	15.60	45.50	86.90	49.40	1.00	697.40
1993	114.40	123.60	378.80	181.70	47.90	8.90	11.00	0.00	41.10	152.40	130.00	207.90	1397.70
1994	132.90	146.10	198.40	167.20	87.80	19.90	4.50	0.00	48.00	157.40	110.20	149.50	1221.90
1995	77.10	115.80	142.90	64.60	75.00	9.20	15.60	1.40	24.10	113.80	23.70	158.80	822.00
1996	88.00	123.00	241.80	48.60	59.10	0.00	5.50	28.10	23.90	129.30	50.90	9.60	807.80
1997	87.10	141.80	124.30	127.90	20.90	20.60	0.00	0.00	81.20	119.00	169.30	200.00	1092.10
1998	102.1	196	223.3	181.7	71.5	6.2	0.5	8.4	36.3	132.7	40.4	86.6	1085.70
1999	115.3	294.8	108.7	99.7	102.8	62.9	11	9.3	132.8	30.3	125.3	143.4	1236.3
2000	46.9	155.9	184.7	106.7	89.7	18.2	0.9	20	88.1	4.7	50.4	117.4	883.6
2001	238	72.4	203.8	105.1	60.7	0.5	2.7	0.8	30.9	129.3	101.8	86.4	1032.4
2002	42.9	89.4	241.1	117.7	12.6	14.1	4.4	1.1	28.8	159.2	126.5	116.7	954.5
2003	33.1	80.6	145.5	93	37.8	38.3	0	9.9	41.9	93.8	124.4	85	783.3
2004	95.4	72.5	54.6	91.1	39.8	5.8	21.7	0.5	44.2	173.2	108.5	171.2	878.5
2005	119.6	107.1	260.8	51.2	42	12.4	1.2	7	13.4	205.5	38.2	145.4	1003.8
2006	74.6	134.7	292.1	124.5	14.8	41.8	11.4	4.9	65.4	61.2	106.9	91.7	1024
2007	93.1	44.8	259.4	140.5	70.9	0	9.4	5.3	26.4	133.1	127.5	92.9	1003.3
2008	104.1	149	175.9	151.5	44	15.2	9.2	22.6	53.7	140.9	119.7	37.7	1023.5
2009	222.7	70.9	215.2	122.8	75.2	9.3	12.5	10.5	6.8	90	115.3	66.6	1017.8
2010	70	94.8	184.3	123	39.8	11.8	7.7	0	35.7	100	98.9	94	860
2011	66.4	96.8	153.6	139.6	32.9	0.4	13.1	0	51.2	52.1	93.8	149.5	849.4
2012	166.1	101.5	108	108.3	59.7	10.6	0	7.7	1.5	169.6	152.8	56	941.8
2013	72.7	96.9	181.5	39.4	114.7	11.2	3.6	19.1	0	157	51.9	94.5	842.5
2014	90.3	138.9	175.4	95.3	79.8	0	0.3	0.6	44.1	91.9	100.1	135.9	952.6
2015	188.3	71.4	260.7	70.4	104.1	3.3	5.3	0	3	27.8	170.5	23.2	928
2016	138.7	95.2	125.2	72.3	3.2	23.1	0.8	1.9	61.7	85.1	16.2	197.1	820.5

Estadísticas													
Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	106.5	110.2	174.1	109.3	56.7	14.2	5.8	8.0	37.9	110.7	97.2	106.5	937.1
Desv. Std.	48.8	49.7	76.3	40.5	29.5	14.1	5.9	8.6	29.6	47.9	43.4	52.5	157.5
Max	238.0	294.8	378.8	182.0	114.7	62.9	21.7	28.1	132.8	205.5	170.5	207.9	1397.7
Min	33.1	32.7	54.0	39.4	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	16.2	1.0	697.4

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

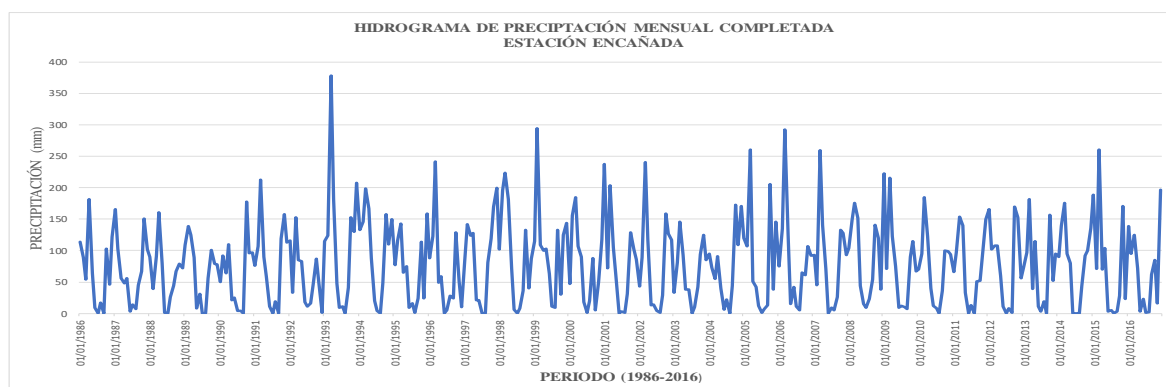


Gráfico 37. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Encañada.

Tabla 50.

Precipitación total mensual completada estación Maqui Maqui.

Precipitación total mensual - Estación Maqui Maqui (1986-2016)													
Categoría : plu		Este: 780 507 m											
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)		Norte: 9 228 923 m											
Altitud: 4112 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	123.7	116.2	171.6	117.1	80.8	19.0	33.7	2.9	0.0	145.3	195.9	197.0	799.8
1987	189.9	135.7	52.8	72.2	47.7	0.0	9.3	35.3	72.1	18.3	259.7	67.6	820.0
1988	143.8	61.7	0.0	132.6	91.1	12.4	32.4	34.1	44.7	47.9	205.8	179.1	748.8
1989	120.5	199.1	149.3	104.0	8.5	35.8	0.3	38.9	44.6	62.7	91.7	0.0	815.7
1990	101.4	114.7	155.4	108.8	7.3	59.7	32.2	9.3	54.9	247.8	224.8	135.4	742.2
1991	63.8	123.3	190.6	126.8	82.1	29.0	15.4	3.5	4.2	67.8	192.0	164.5	964.7
1992	97.6	8.6	61.3	55.7	85.8	50.2	9.3	71.2	76.1	135.8	145.4	59.0	697.4
1993	102.7	207.4	358.8	181.9	19.3	0.7	0.0	0.0	63.8	238.3	281.4	223.4	1397.7
1994	189.1	146.3	225.6	172.3	63.6	16.5	0.0	0.0	30.0	26.6	160.0	188.9	1221.9
1995	20.6	145.0	154.6	84.5	72.5	14.2	3.9	3.6	22.2	70.4	156.2	168.9	822.0
1996	79.0	155.2	184.9	97.8	55.1	22.9	2.8	10.4	44.1	146.3	55.4	83.3	937.1
1997	87.1	141.8	124.3	127.9	20.9	20.6	0.0	0.0	81.2	119.0	169.3	200.0	1092.1
1998	57.4	192.5	161.0	119.3	93.4	5.8	0.4	1.6	18.0	155.4	160.8	47.4	1013.0
1999	162.4	315.2	137.4	69.6	101.4	93.2	17.0	7.2	123.6	58.0	110.2	238.0	1433.2
2000	86.4	226.2	196.2	97.6	68.4	26.4	5.0	35.8	136.4	9.6	55.2	147.8	1091.0
2001	243.2	148.8	275.2	99.6	65.4	6.8	12.8	3.4	72.0	124.6	170.4	193.6	1415.8
2002	53.0	106.6	193.0	168.6	35.2	15.8	18.4	3.3	40.8	195.6	134.0	207.2	1171.5
2003	92.4	101.6	113.8	25.6	9.4	13.2	4.4	4.4	13.4	18.0	22.4	141.5	560.1
2004	95.7	67.1	110.0	71.5	71.9	7.4	22.1	8.7	55.6	115.6	187.0	203.0	1015.6
2005	116.3	140.2	325.7	122.9	30.5	17.5	11.4	17.8	36.8	292.4	73.9	229.4	1414.8
2006	91.4	257.3	270.8	122.4	21.6	58.7	9.7	22.6	33.0	140.0	168.9	276.6	1473.0
2007	120.1	72.4	236.2	137.4	69.5	6.3	51.0	37.1	33.2	234.0	194.8	108.2	1300.2
2008	145.3	250.9	167.9	102.9	87.4	29.0	16.3	41.4	91.4	154.2	134.6	128.7	1350.0
2009	263.7	173.7	256.3	198.4	134.6	74.4	24.9	29.4	45.2	182.1	200.4	176.2	1759.3
2010	74.7	147.6	241.3	113.3	109.7	22.1	16.8	4.6	27.7	119.6	267.7	198.1	1343.2
2011	118.6	193.3	277.6	222.3	29.9	17.8	22.9	13.7	98.0	92.2	168.4	198.1	1452.8
2012	367.0	296.4	134.9	116.8	52.3	16.0	2.5	10.7	3.8	217.9	311.4	71.6	1601.3
2013	96.8	144.0	172.7	76.5	162.6	9.9	26.7	43.9	12.2	149.1	80.0	161.0	1135.4
2014	90.4	177.0	219.7	63.8	80.8	13.0	3.3	9.7	53.1	67.8	133.4	158.1	1070.1
2015	185.8	125.6	307.3	95.1	102.0	12.4	8.1	0.1	26.7	65.4	119.6	65.5	1113.6
2016	180.6	151.1	124.8	70.1	21.8	11.4	4.3	2.5	27.4	127.0	14.9	167.0	902.9

Estadísticas

Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	127.8	156.2	185.5	112.1	64.0	23.8	13.5	16.4	47.9	124.0	156.3	154.3	1118.6
Desv. Std.	70.2	67.0	81.0	43.2	38.1	21.8	12.5	17.8	33.6	73.6	72.6	64.5	297.3
Max	367.0	315.2	358.8	222.3	162.6	93.2	51.0	71.2	136.4	292.4	311.4	276.6	1759.3
Min	20.6	8.6	0.0	25.6	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	14.9	0.0	560.1

Fuente: Software Hydracress, 2018.

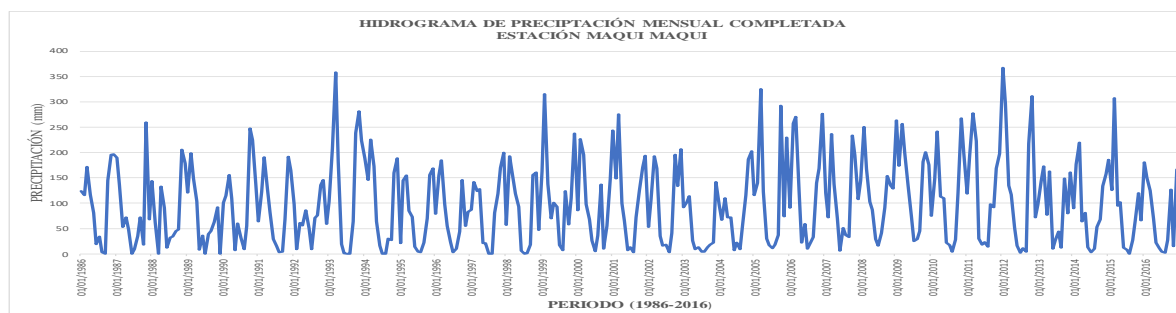


Gráfico 38. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Maqui Maqui.

Tabla 51.
Precipitación total mensual completada estación La Quinua.

Precipitación total mensual - La Quinua (1986-2016)													
Categoría : plu													
Este: 768 899 m													
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)													
Norte: 9 227 128 m													
Altitud: 3 455 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	179.9	61.6	209.9	226.0	64.5	1.5	31.4	21.1	3.0	218.9	158.9	148.0	1324.7
1987	177.0	104.3	136.4	76.4	44.0	25.9	49.2	1.5	144.5	30.2	154.5	109.2	1053.1
1988	165.3	159.3	86.0	198.4	20.2	47.5	17.6	22.8	76.9	212.3	178.9	165.3	1350.5
1989	197.1	178.0	238.5	188.8	105.9	0.0	57.5	26.2	86.5	125.4	101.4	0.0	1305.3
1990	136.5	127.8	186.8	128.6	1.7	20.7	23.5	0.0	83.8	168.6	216.7	97.7	1192.4
1991	70.3	162.1	291.3	175.7	29.9	15.5	25.1	0.0	67.8	159.1	186.5	108.0	1291.3
1992	78.8	34.8	75.5	86.7	110.4	61.6	0.0	4.9	158.8	158.8	135.0	140.0	1045.3
1993	177.6	98.1	481.4	253.9	65.2	11.3	17.1	3.0	108.0	269.5	155.2	277.6	1917.9
1994	226.5	184.4	301.8	280.6	69.3	5.7	18.8	0.0	14.8	48.5	167.6	135.4	1453.4
1995	77.3	126.3	130.2	100.0	79.1	12.7	20.0	0.0	122.9	130.1	183.8	167.0	1149.4
1996	89.4	199.6	245.6	66.1	31.3	40.7	55.7	31.7	77.8	67.3	41.8	0.0	947.0
1997	71.5	173.2	95.9	127.7	87.4	39.5	41.9	10.8	159.6	103.3	248.2	201.6	1360.6
1998	170.9	213.4	250.2	183.0	104.0	31.9	0.0	0.0	0.0	88.5	126.8	26.9	1195.6
1999	179.2	300.0	128.6	74.0	102.0	73.4	21.8	32.4	147.4	84.0	192.9	194.8	1530.5
2000	57.2	213.9	254.0	105.8	95.1	30.2	1.6	14.8	155.6	23.4	60.4	194.1	1206.1
2001	348.2	149.6	476.7	149.1	113.0	20.3	41.9	0.0	100.6	129.0	265.2	222.3	2015.9
2002	120.4	130.6	305.0	235.5	63.5	16.3	20.8	0.0	75.7	199.7	112.2	189.5	1469.2
2003	105.4	91.4	89.4	100.6	44.8	3.6	0.0	0.0	46.0	81.9	79.8	113.8	756.7
2004	79.8	166.9	199.9	180.6	36.0	19.3	25.7	14.0	122.2	224.3	248.7	360.9	1678.3
2005	87.9	217.1	296.2	76.4	66.8	37.1	0.8	13.7	26.4	321.8	66.8	169.4	1380.4
2006	73.4	194.6	363.0	136.7	47.8	32.5	9.9	29.2	66.8	116.3	168.9	145.7	1384.8
2007	156.7	66.5	269.7	170.7	65.6	3.6	49.3	12.7	35.8	229.1	259.8	103.6	1423.1
2008	148.6	234.2	317.5	152.7	101.6	34.8	36.6	19.6	188.2	240.3	155.7	83.6	1713.4
2009	304.8	177.0	268.5	206.0	119.6	62.7	27.2	19.8	18.5	233.9	139.2	203.2	1780.4
2010	88.6	202.7	332.0	130.3	101.1	29.5	41.9	11.9	55.4	135.6	168.6	83.6	1381.2
2011	129.0	130.0	288.0	285.0	17.8	2.5	49.0	15.2	90.7	127.8	163.8	191.7	1490.5
2012	315.7	150.1	111.2	219.7	132.1	0.0	0.0	18.0	22.1	187.5	299.2	105.1	1560.7
2013	105.7	162.8	307.8	114.8	177.6	32.8	0.0	36.8	34.3	178.3	57.7	154.4	1363.0
2014	120.1	202.2	180.3	156.5	129.0	3.3	20.8	8.1	119.1	113.5	85.9	185.2	1324.0
2015	226.8	127.8	289.8	97.5	119.9	0.3	12.8	0.0	24.1	82.4	105.2	21.1	1107.7
2016	200.4	89.8	213.1	104.4	49.0	42.4	3.6	4.6	32.3	134.7	59.9	175.5	934.2

Estadísticas

Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	150.5	155.8	239.4	154.5	77.3	24.5	23.3	12.0	79.5	149.2	153.1	144.3	1357.6
Desv. Std.	75.5	56.9	104.0	62.1	40.3	20.1	18.3	11.4	52.7	72.2	67.5	77.1	280.7
Max	348.2	300.0	481.4	285.0	177.6	73.4	57.5	36.8	188.2	321.8	299.2	360.9	2015.9
Min	57.2	34.8	75.5	66.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	23.4	41.8	0.0	756.7

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

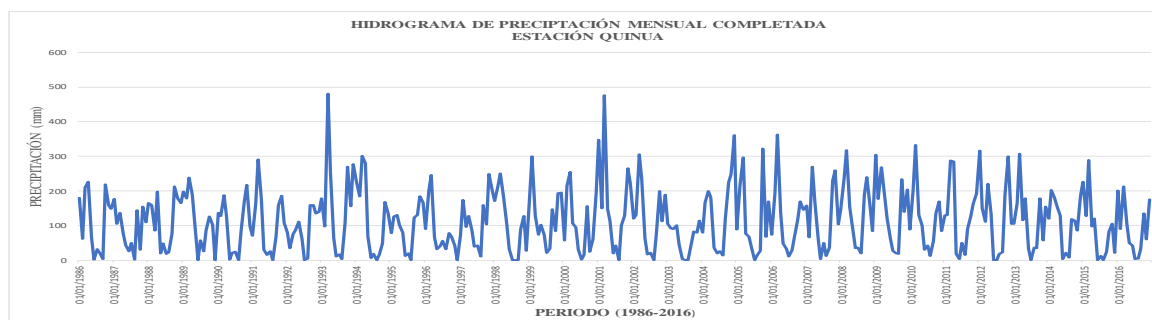


Gráfico 39. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Quinua.

Tabla 52.

Precipitación total mensual completada estación Quebrada Honda.

Precipitación total mensual - Estación Quebrada Honda (1986-2016)													
Categoría : plu													
Este: 759 686 m													
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)													
Norte: 9 236 666 m													
Altitud: 3550 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	109.3	133.6	75.9	197.9	184.6	0.0	120.1	34.2	22.1	165.6	116.3	192.6	1352.2
1987	194.3	86.8	91.8	23.9	0.0	0.0	0.0	62.7	51.1	106.8	191.8	88.5	897.7
1988	48.2	30.5	2.6	99.9	142.6	48.9	14.7	21.1	46.1	187.9	112.4	186.2	941.1
1989	146.8	164.8	230.9	117.6	51.2	17.3	0.0	8.3	81.6	252.2	48.3	13.4	1132.4
1990	38.5	121.9	95.2	152.2	10.0	23.6	85.9	0.0	0.0	244.7	151.5	67.8	991.3
1991	59.9	104.5	257.1	137.9	48.9	8.5	6.7	0.0	6.5	21.3	93.9	128.5	873.7
1992	89.3	37.4	15.4	95.4	66.7	33.5	0.0	18.8	107.2	75.3	146.0	61.5	746.5
1993	122.8	82.6	384.3	165.8	0.0	71.7	10.8	54.2	68.7	107.1	183.4	219.2	1470.6
1994	227.2	118.1	184.7	311.5	7.5	0.0	0.0	11.3	95.2	24.3	122.5	71.7	1174.0
1995	86.7	150.4	190.3	73.3	86.9	21.6	7.5	0.0	58.6	122.6	81.2	176.8	1055.9
1996	90.4	147.0	129.6	86.7	70.8	29.5	21.8	77.4	46.4	155.9	68.1	40.7	964.3
1997	128.4	146.9	89.0	108.2	57.9	28.0	0.0	1.2	31.5	90.3	269.0	215.0	1165.4
1998	162.0	170.0	255.5	190.3	52.7	27.8	0.0	24.2	55.0	191.1	32.3	51.8	1212.7
1999	170.6	236.3	66.5	146.7	161.0	147.0	395.9	0.0	100.3	65.2	120.2	76.7	1686.4
2000	17.2	198.3	209.4	92.0	266.4	23.9	425.8	169.5	123.3	58.6	92.9	198.1	1875.4
2001	271.4	120.7	263.0	108.8	150.2	2.5	12.1	19.8	61.6	245.5	76.7	105.1	1437.4
2002	71.8	72.2	229.3	107.0	71.7	23.0	0.0	14.7	23.5	218.2	150.4	139.7	1121.5
2003	123.2	87.5	106.4	114.4	128.3	39.0	0.0	0.0	85.8	105.7	79.5	147.6	1017.4
2004	48.3	99.7	157.7	86.4	17.8	11.1	831.5	0.0	67.2	228.7	87.7	149.2	1785.3
2005	173.5	119.2	289.4	98.5	106.7	5.3	236.9	57.1	1.0	353.5	106.7	158.8	1706.6
2006	67.5	172.9	285.4	91.0	0.0	84.2	76.7	186.3	76.5	34.4	115.3	178.3	1368.5
2007	143.8	54.4	306.8	250.0	68.3	27.8	452.5	29.3	0.0	334.8	207.2	89.0	1963.9
2008	177.5	183.7	110.3	126.2	159.7	35.8	181.8	0.0	100.2	344.4	101.6	102.8	1624.0
2009	306.1	128.2	187.5	179.2	235.6	32.2	684.2	0.0	0.0	193.5	129.2	120.2	2195.9
2010	60.1	89.9	233.6	167.8	211.3	0.0	760.6	52.5	71.3	89.9	176.5	118.7	2032.2
2011	102.4	77.3	300.9	263.3	99.2	40.1	0.0	50.3	31.4	104.9	140.3	153.5	1363.6
2012	260.8	206.2	128.9	103.7	161.8	0.0	0.0	52.8	60.1	268.4	297.6	117.4	1657.7
2013	44.2	134.2	231.7	116.0	223.9	11.8	206.9	0.0	1.3	295.9	46.7	150.7	1463.3
2014	101.6	105.5	210.1	72.5	147.5	0.0	193.4	205.2	32.5	49.4	135.9	109.2	1362.8
2015	238.9	77.8	216.9	134.9	112.6	14.7	187.2	0.0	66.5	128.6	107.8	8.7	1294.6
2016	139.1	107.1	184.0	67.2	68.1	42.2	0.0	92.0	0.0	96.2	28.0	152.8	976.7

Estadísticas

Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	129.7	121.5	184.5	131.8	102.3	27.5	158.5	40.1	50.7	160.0	123.1	122.3	1352.0
Dev. Std.	74.6	48.9	91.1	61.5	74.6	30.2	240.5	55.6	36.3	97.7	61.7	56.4	375.6
Max	306.1	236.3	384.3	311.5	266.4	147.0	831.5	205.2	123.3	353.5	297.6	219.2	2195.9
Min	17.2	30.5	2.6	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	28.0	8.7	746.5

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

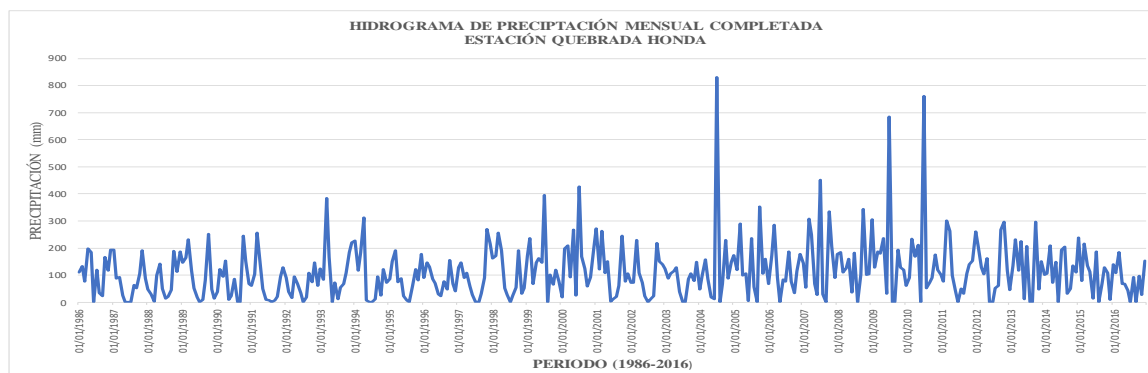


Gráfico 40. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Quebrada Honda.

Tabla 53.
Precipitación total mensual completada estación Carachugo.

Precipitación total mensual - Carachugo (1986-2016)													
Categoría : plu		Este: 775 412 m											
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)		Norte: 9 227 811 m											
Altitud: 4 196 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	144.30	104.30	105.00	128.50	153.00	0.00	0.00	51.40	24.70	136.90	82.30	196.40	1126.80
1987	225.70	125.20	76.60	89.20	45.90	0.00	59.90	0.00	149.90	113.80	254.40	244.10	1384.70
1988	144.10	69.00	0.00	167.40	0.00	16.60	0.00	35.40	54.00	228.50	153.10	140.70	1008.80
1989	148.30	254.80	209.40	145.00	4.00	27.00	0.00	0.00	20.50	124.40	72.10	134.90	1140.40
1990	122.30	151.60	215.90	72.20	136.00	55.90	0.00	0.00	73.80	186.90	215.10	97.40	1327.10
1991	6.20	108.10	329.50	127.00	36.30	26.40	4.80	0.00	84.50	150.30	322.20	213.60	1408.90
1992	156.20	80.50	78.30	59.30	87.80	71.20	13.50	63.70	117.80	87.20	62.40	102.70	980.60
1993	155.40	112.00	444.90	202.00	39.10	56.60	0.00	10.10	59.70	235.40	200.40	305.70	1821.30
1994	240.7	252.3	230.7	226.4	62.9	15	22.1	4.6	50	108	126	169.4	1508.1
1995	60.5	193	199.1	165.4	89.2	2.8	45.5	6.1	32	72.6	193.5	261.1	1320.8
1996	158.5	198.6	214.6	96.3	49	58.2	1.8	26.2	38.4	176.9	35.6	49	1103.1
1997	116.3	136.9	62.5	92.3	43.4	18.8	6.9	0.8	64	148.2	179.7	134.3	1004.1
1998	108	216.6	201.4	158.8	97.4	11	1	1.2	23	186.8	138.8	44.2	1188.2
1999	177	352.4	169.6	79.6	94.6	134.6	23.9	11.7	200.9	110.7	188.5	281.4	1824.9
2000	87.3	257.6	206.2	106.4	83	27.6	4.2	26.4	189.6	14.8	39.4	172	1214.5
2001	326.8	179	319.9	104.4	61.8	8.1	18.4	2.8	73.8	121.2	245.8	213.9	1675.9
2002	63.2	150	306.4	214.2	38.4	13.8	16.4	0.8	43.2	195.2	150	246.2	1437.8
2003	135.2	102.4	209.6	87.8	135.2	0.2	0	0	59.6	109.2	240.4	186.3	1265.9
2004	99.3	94.2	232.9	143.6	60.9	5.8	0.3	8.6	93.2	161.3	333.2	336.3	1569.6
2005	186.7	201.7	421.9	199.1	71.4	19.3	13.7	10.9	48	279.4	77.5	233.4	1763
2006	105.2	258.3	327.1	157.2	13	60.4	11.7	3.7	34.3	130.8	190.3	339.9	1631.9
2007	147.1	78	244.3	195.6	71.1	3.3	23.6	32.8	27.4	274.3	252.7	147.3	1497.5
2008	179.1	234.7	220.5	161.3	125.7	37.8	21.3	36.1	72.9	173.5	132.3	90.1	1485.3
2009	275.8	177.5	328.7	198.6	142	38.4	27.9	8.6	30.2	149.6	169.2	199.9	1746.4
2010	72.6	116.3	259.3	118.9	98.6	21.1	69.1	4.3	31.5	127.2	195.3	220.2	1334.4
2011	142.8	183.9	383.5	245.4	23.4	31	19.8	16.5	82.3	138.2	177.8	202.4	1647
2012	371.3	274.8	144.5	139.2	59.7	30.2	0.8	12.2	3.3	199.6	324.9	114.3	1674.8
2013	114.6	131.1	213.6	80.3	143.3	23.4	10.7	63	13	158	39.6	196.6	1187.2
2014	87.6	185.4	209.5	57.7	76	1.3	5.6	13.2	58.9	69.1	161.6	38.7	877
2015	144.4	125.5	303.5	85.9	121.3	3.3	6.6	2	10.7	66.8	48.5	72.6	846.7
2016	199.8	170.8	159.1	93.7	32.8	24.1	7.5	0	22.9	133.1	35.3	0.3	679.6

Estadísticas

Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	151.7	170.2	226.7	135.4	74.1	27.2	14.1	14.6	60.9	147.4	162.5	173.7	1344.6
Desv. Std.	76.5	68.7	103.2	52.5	43.0	28.2	17.3	18.5	48.1	59.2	87.4	87.5	306.2
Max	371.3	352.4	444.9	245.4	153.0	134.6	69.1	63.7	200.9	279.4	333.2	339.9	1824.9
Min	6.2	69.0	0.0	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	14.8	35.3	0.3	679.6

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

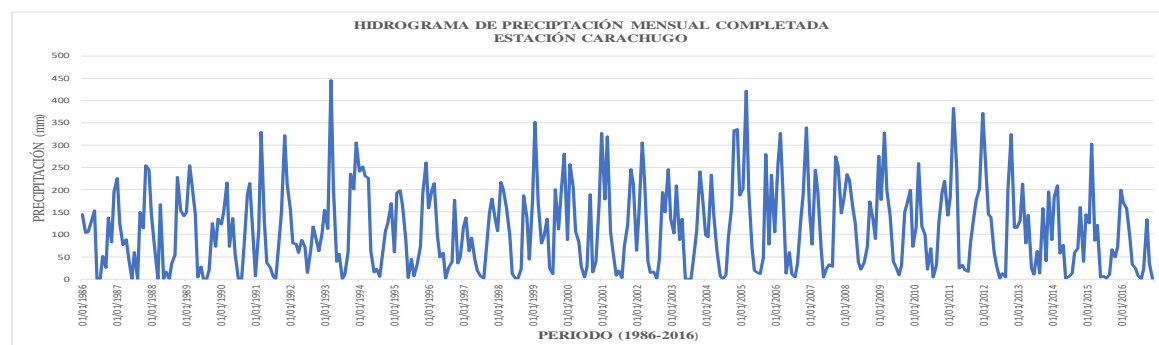


Gráfico 41: Hidrograma de precipitación mensual completada estación Carachugo.

Tabla 54.

Precipitación total mensual completada estación Huacataz.

Precipitación total mensual - Huacataz (1986-2016)													
Categoría : plu													
Este: 779 848 m													
Parámetro climático: precipitación total mensual (mm)													
Norte: 9 216 276m													
Altitud: 3130 m													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1986	108.9	89.6	87.6	91.2	28.1	0.2	2.5	30.8	9.9	124.6	92.8	90.8	757.0
1987	144.4	95.5	74.5	97.3	32.3	4.7	14.1	26.7	62.3	77.0	86.8	72.1	787.7
1988	131.1	124.6	107.0	110.2	26.7	6.8	4.7	2.4	45.0	80.0	82.8	119.2	840.5
1989	120.5	181.6	138.1	109.2	23.0	12.6	5.9	8.8	46.7	82.8	76.5	81.1	886.8
1990	134.3	91.3	126.0	52.1	39.4	21.1	6.6	11.2	28.6	137.6	140.3	112.4	900.9
1991	67.4	100.2	132.8	72.5	22.7	8.3	5.3	1.4	58.2	79.7	143.2	124.5	816.2
1992	66.0	45.4	119.6	49.1	31.5	15.6	9.6	21.4	35.1	104.5	70.6	79.2	647.6
1993	84.9	117.9	240.3	114.5	34.6	4.3	9.8	3.3	69.2	93.5	150.5	135.9	1058.7
1994	139.5	114.2	160.1	163.3	36.7	9.8	2.4	1.4	34.1	63.7	133.0	170.6	1028.8
1995	66.7	123.4	147.1	86.5	36.2	10.2	13.1	14.0	37.7	82.4	91.4	131.8	840.5
1996	89.7	125.9	147.4	92.9	26.3	9.0	5.8	22.6	37.6	81.9	70.2	87.0	796.3
1997	87.8	167.5	50.2	72.4	29.0	16.9	5.8	1.6	43.8	111.1	192.4	157.6	936.1
1998	120.5	135.1	263.0	108.7	22.6	8.5	5.3	8.6	28.1	121.3	122.1	80.7	1024.5
1999	138.5	265.5	129.2	97.8	62.5	17.0	20.1	0.6	82.5	64.8	109.0	99.9	1087.4
2000	67.5	182.2	122.1	105.9	55.2	14.3	3.3	17.7	75.3	61.0	80.2	153.4	938.1
2001	225.6	105.2	226.9	89.2	58.5	5.8	40.3	4.1	30.3	94.4	103.6	110.6	1094.5
2002	36.8	83.6	133.1	103.7	37.6	6.5	10.5	9.2	68.7	110.0	164.3	120.1	884.1
2003	61.9	91.9	91.7	56.5	31.9	19.1	2.9	18.3	26.2	82.1	119.4	132.3	734.2
2004	97.8	129.5	133.7	76.0	41.0	11.4	9.2	7.9	32.8	93.0	104.6	131.8	868.7
2005	132.1	107.3	146.9	86.5	45.8	11.1	7.6	18.3	25.2	131.6	50.4	158.8	921.6
2006	99.8	105.9	173.0	89.9	19.0	20.2	8.2	9.9	61.4	87.6	101.5	139.0	915.4
2007	125.7	79.4	139.0	111.5	32.1	5.5	10.1	18.3	39.9	108.1	155.5	93.2	918.3
2008	139.6	171.7	152.1	61.5	38.2	10.4	0.0	34.6	58.8	100.1	95.2	62.7	924.9
2009	253.5	131.8	123.0	121.3	15.7	4.4	31.0	0.0	11.4	170.3	151.4	132.2	1146.0
2010	24.7	86.3	97.5	99.2	33.9	0.7	11.7	31.4	35.2	76.1	129.9	123.6	750.2
2011	95.6	121.4	158.6	167.9	20.6	2.7	1.9	0.0	39.5	86.3	89.3	167.1	950.9
2012	227.5	164.0	53.0	123.5	16.7	11.1	0.0	14.9	14.0	103.7	230.0	47.9	1006.3
2013	86.8	100.7	112.4	42.2	34.1	9.5	5.6	0.0	24.0	172.3	16.8	139.9	744.3
2014	120.6	71.7	116.1	45.8	26.9	0.0	13.8	0.0	9.9	119.8	42.6	132.7	699.9
2015	178.3	112.6	172.6	78.7	27.4	0.0	0.0	0.0	18.2	26.5	176.4	71.6	862.3
2016	109.5	51.1	113.2	53.8	4.0	3.6	0.0	0.0	3.6	29.6	0.0	118.4	486.8

Estadísticas

Nro. de datos	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Promedio	115.6	118.5	135.1	91.3	31.9	9.1	8.6	10.9	38.5	95.4	108.8	115.4	879.2
Desv. Std.	52.4	43.8	47.1	30.5	12.4	6.0	8.7	10.6	20.5	32.5	49.6	32.1	142.0
Max	253.5	265.5	263.0	167.9	62.5	21.1	40.3	34.6	82.5	172.3	230.0	170.6	1146.0
Min	24.7	45.4	50.2	42.2	4.0	0.0	0.0	0.0	3.6	26.5	0.0	47.9	486.8

Fuente: Software Hydraccess, 2018.

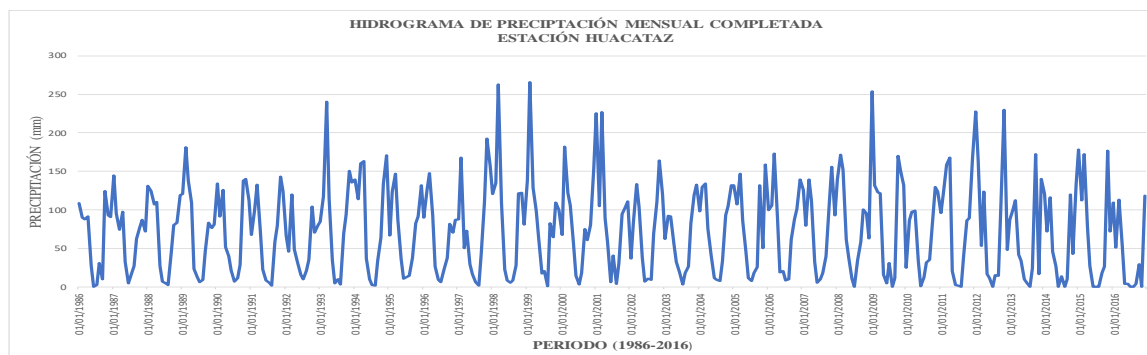



Gráfico 42. Hidrograma de precipitación mensual completada estación Huacataz.

ANEXO N° 5. PROTOCOLOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo N° 5.1: Aforo 1.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
RECOLECCIÓN DE DATOS			
	ENSAYO:	AFORO DE CAUDAL	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	U.S. Geological Survey – USGS / ISO - 748	
	TESIS:	"DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA"	
NOMBRE DEL RÍO:	RONQUILLO	ZONA:	17 S
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	ESTE:	772063
EQUIPO:	CORRENTÓMETRO ELECTROMAGNÉTICO	NORTE:	9208219
MODELO:	MF - PRO	COTA:	2834
CÓDIGO:	337485	RESPONSABLE:	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS
HORA INICIO:	09:10 am	REVISADO POR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ
HORA FINAL:	9:23 am		

DATOS DE AFORO	
Ancho de Corriente:	2.10 m
Tipo de sensor:	Velocidad y Profundidad
Cálculo de Flujo:	Mitad Sección
Margen de Inicio:	Agua margen izquierdo
N° de Secciones:	7.00
Descarga Total:	43.39 lps
Área Total:	0.31 m ²
Prof. Media:	0.15 m

SECCIONES	UBICACIÓN (m)	PROF. (m)	VELOC. MEDIA (m/s)	ÁREA (m ²)	CAUDAL (lps)
1 (IZQ)	0.00	0.05	0.00	0.01	0.40
2	0.35	0.08	0.08	0.03	3.56
3	0.70	0.12	0.12	0.05	5.08
4	1.05	0.16	0.08	0.06	8.75
5	1.40	0.19	0.20	0.07	16.09
6	1.75	0.24	0.23	0.08	9.50
7 (DER)	2.10	0.24	0.00	0.00	0.00

CAUDAL AFORADO=	0.043	m ³ /s
------------------------	-------	-------------------



$$Q = v * A$$

Donde:


$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

v: Velocidad media (m/s)

$$A = \text{Área} (\text{m}^2)$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE DEL AFORO	ASESOR
	
NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ
FECHA: 08/08/2018	FECHA: 05/10/2018

Anexo N° 5.2: Aforo 2.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
RECOLECCIÓN DE DATOS			
	ENSAYO:	AFORO DE CAUDAL	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	U.S. Geological Survey – USGS / ISO - 748	
	TESIS:	“DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA”	
NOMBRE DEL RÍO:	RONQUILLO	ZONA:	17 S
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	ESTE:	772063
EQUIPO:	CORRENTÓMETRO ELECTROMAGNÉTICO	NORTE:	9208219
MODELO:	MF - PRO	COTA:	2834
CÓDIGO:	337485	RESPONSABLE:	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS
HORA INICIO:	04:48 pm	REVISADO POR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
HORA FINAL:	04:56 pm		

DATOS DE AFORO	
Ancho de Corriente:	2.40 m
Tipo de sensor:	Velocidad y Profundidad
Cálculo de Flujo:	Mitad Sección
Margen de Inicio:	Agua margen izquierdo
N° de Secciones:	7.00
Descarga Total:	50.31 lps
Área Total:	0.39 m ²
Prof. Media:	0.16 m

SECCIONES	UBICACIÓN (m)	PROF. (m)	VELOC. MEDIA (m/s)	ÁREA (m ²)	CAUDAL (lps)
1 (IZQ)	0.000	0.06	0.00	0.01	1.08
2	0.400	0.09	0.13	0.05	7.80
3	0.800	0.14	0.20	0.06	9.73
4	1.200	0.18	0.10	0.08	14.38
5	1.600	0.21	0.27	0.10	15.23
6	2.000	0.28	0.04	0.10	2.09
7 (DER)	2.400	0.20	0.00	0.00	0.00

CAUDAL AFORADO=	0.050	m ³ /s
------------------------	-------	-------------------

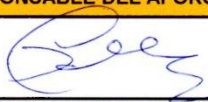

$$Q = v * A$$

Donde:


$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

v: Velocidad media (m/s)

$$A = \text{Área} (\text{m}^2)$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE DEL AFORO	ASESOR
	
NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
FECHA: 10/08/2018	FECHA: 05/10/2018

Anexo N° 5.3: Aforo 3.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
RECOLECCIÓN DE DATOS			
	ENSAYO:	AFORO DE CAUDAL	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	U.S. Geological Survey – USGS / ISO - 748	
	TESIS:	“DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA”	
NOMBRE DEL RÍO:	RONQUILLO	ZONA:	17 S
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	ESTE:	772063
EQUIPO:	CORRENTÓMETRO ELECTROMAGNÉTICO	NORTE:	9208219
MODELO:	MF - PRO	COTA:	2834
CÓDIGO:	337485	RESPONSABLE:	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS
HORA INICIO:	09:55 am	REVISADO POR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
HORA FINAL:	10:02 am		

DATOS DE AFORO	
Ancho de Corriente:	2.10 m
Tipo de sensor:	Velocidad y Profundidad
Cálculo de Flujo:	Mitad Sección
Margen de Inicio:	Agua margen izquierdo
N° de Secciones:	7.00
Descarga Total:	31.21 lps
Área Total:	0.272 m ²
Prof. Media:	0.13 m

SECCIONES	UBICACIÓN (m)	PROF. (m)	VELOC. MEDIA (m/s)	ÁREA (m ²)	CAUDAL (lps)
1 (IZQ)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.350	0.056	0.058	0.019	1.135
3	0.700	0.100	0.091	0.035	3.197
4	1.050	0.134	0.106	0.047	4.968
5	1.400	0.192	0.159	0.067	10.74
6	1.750	0.206	0.123	0.072	8.850
7 (DER)	2.100	0.179	0.000	0.031	2.314

CAUDAL AFORADO=	0.031	m ³ /s
------------------------	-------	-------------------



$$Q = v * A$$

Donde:


$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

v: Velocidad media (m/s)

$$A = \text{Área} (\text{m}^2)$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE DEL AFORO	ASESOR
	
NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
FECHA: 28/08/2018	FECHA: 05/10/2018

Anexo N° 5.4: Aforo 4.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
RECOLECCIÓN DE DATOS			
	ENSAYO:	AFORO DE CAUDAL	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	U.S. Geological Survey – USGS / ISO - 748	
	TESIS:	"DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA"	
NOMBRE DEL RÍO:	RONQUILLO	ZONA:	17 S
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	ESTE:	772063
EQUIPO:	CORRENTÓMETRO ELECTROMAGNÉTICO	NORTE:	9208219
MODELO:	MF - PRO	COTA:	2834
CÓDIGO:	337485	RESPONSABLE:	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS
HORA INICIO:	01:18 pm	REVISADO POR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
HORA FINAL:	01:27 pm		

DATOS DE AFORO	
Ancho de Corriente:	2.10 m
Tipo de sensor:	Velocidad y Profundidad
Cálculo de Flujo:	Mitad Sección
Margen de Inicio:	Agua margen izquierdo
N° de Secciones:	7.00
Descarga Total:	48.28 lps
Área Total:	0.28 m ²
Prof. Media:	0.133 m

SECCIONES	UBICACIÓN (m)	PROF. (m)	VELOC. MEDIA (m/s)	ÁREA (m ²)	CAUDAL (lps)
1 (IZQ)	0.000	0.018	0.000	0.003	0.162
2	0.350	0.075	0.084	0.026	2.204
3	0.700	0.121	0.167	0.042	7.079
4	1.050	0.144	0.124	0.050	6.233
5	1.400	0.197	0.228	0.069	15.75
6	1.750	0.193	0.209	0.067	14.09
7 (DER)	2.100	0.126	0.000	0.022	2.758

CAUDAL AFORADO=	0.048	m ³ /s
------------------------	-------	-------------------


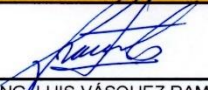
$$Q = v * A$$

Donde:


$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

v: Velocidad media (m/s)

$$A = \text{Área} (\text{m}^2)$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE DEL AFORO	ASESOR
	
NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
FECHA: 30/08/2018	FECHA: 05/10/2018

Anexo N° 5.5: Aforo 5.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
RECOLECCIÓN DE DATOS			
	ENSAYO:	AFORO DE CAUDAL	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	U.S. Geological Survey – USGS / ISO - 748	
	TESIS:	“DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA”	
NOMBRE DEL RÍO:	RONQUILLO	ZONA:	17 S
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	ESTE:	772063
EQUIPO:	CORRENTÓMETRO ELECTROMAGNÉTICO	NORTE:	9208219
MODELO:	MF - PRO	COTA:	2834
CÓDIGO:	337485	RESPONSABLE:	KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS
HORA INICIO:	01:31 pm	REVISADO POR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
HORA FINAL:	01:38 pm		

DATOS DE AFORO	
Ancho de Corriente:	2.10 m
Tipo de sensor:	Velocidad y Profundidad
Cálculo de Flujo:	Mitad Sección
Margen de Inicio:	Agua margen izquierdo
N° de Secciones:	7.00
Descarga Total:	50.86 lps
Área Total:	0.279 m ²
Prof. Media:	0.133 m

SECCIONES	UBICACIÓN (m)	PROF. (m)	VELOC. MEDIA (m/s)	ÁREA (m ²)	CAUDAL (lps)
1 (IZQ)	0.000	0.025	0.000	0.004	0.300
2	0.350	0.061	0.113	0.021	2.429
3	0.700	0.113	0.176	0.04	6.978
4	1.050	0.159	0.117	0.056	6.536
5	1.400	0.202	0.227	0.071	16.06
6	1.750	0.198	0.231	0.069	16.01
7 (DER)	2.100	0.105	0.000	0.018	2.543

CAUDAL AFORADO=	0.051	m ³ /s
------------------------	-------	-------------------



$$Q = v * A$$

Donde:

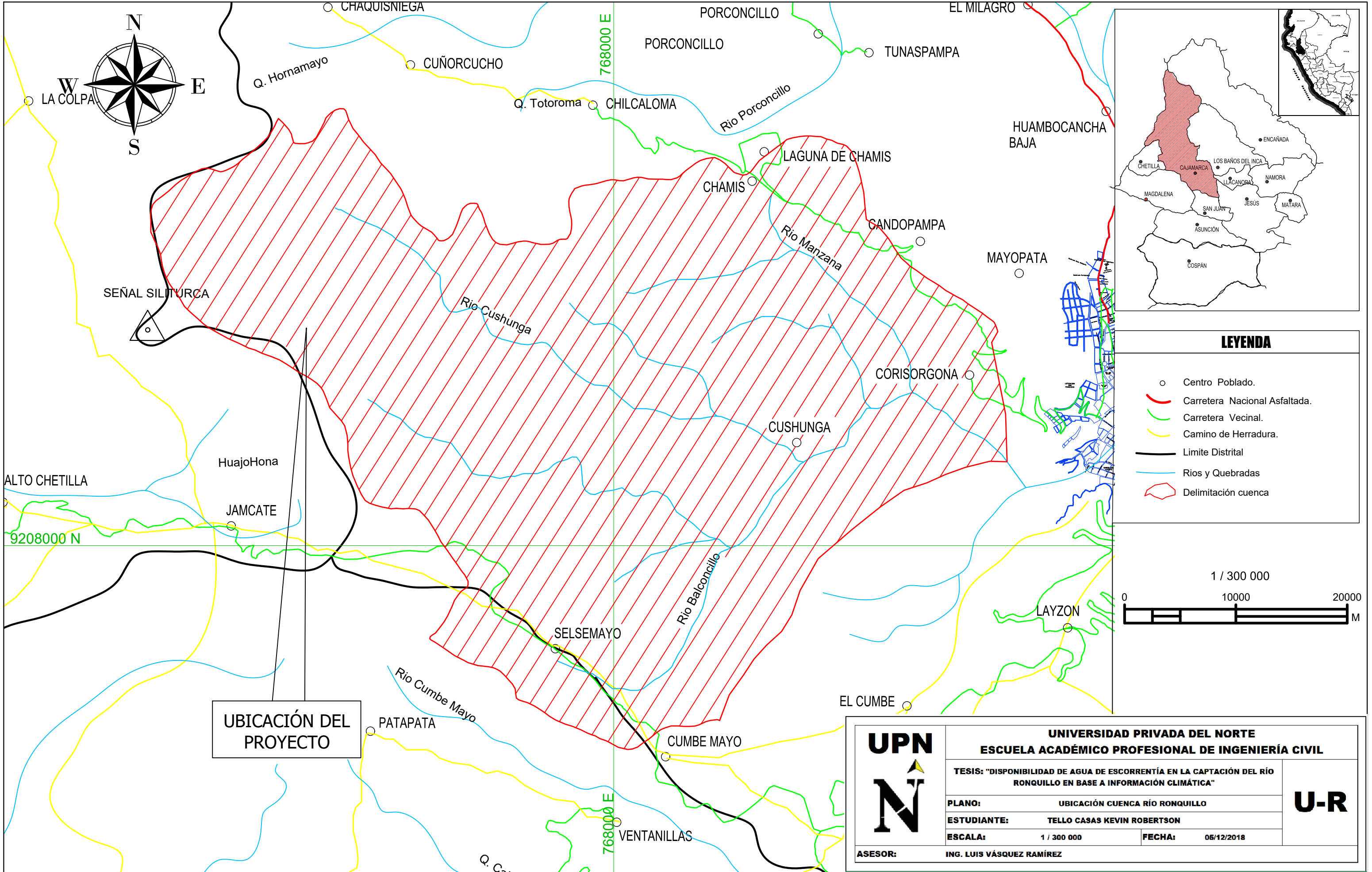
$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

v: Velocidad media (m/s)

$$A = \text{Área} (\text{m}^2)$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE DEL AFORO	ASESOR
	
NOMBRE: KEVIN ROBERTSON TELLO CASAS	NOMBRE: ING. LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ
FECHA: 06/09/2018	FECHA: 05/10/2018

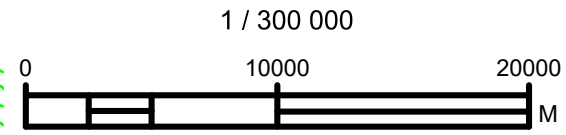
ANEXO N° 6. PLANO DE UBICACIÓN CUENCA RÍO RONQUILLO



UBICACIÓN DEL PROYECTO

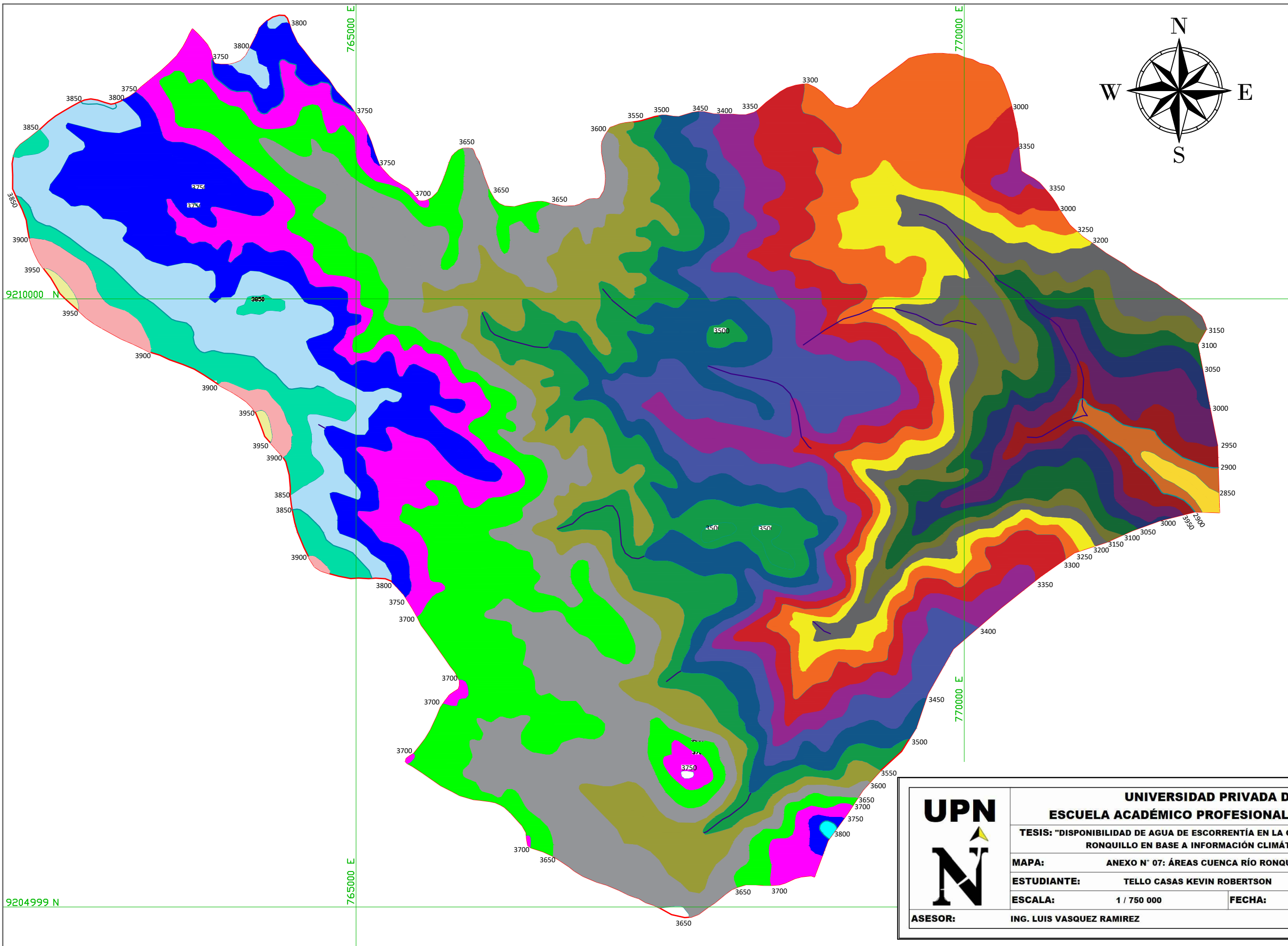
LEYENDA

- Centro Poblado.
- Carretera Nacional Asfaltada.
- Carretera Vecinal.
- Camino de Herradura.
- Limite Distrital
- Rios y Quebradas
- Delimitación cuenca



	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		U-R
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TESIS: "DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA"		
PLANO:	UBICACIÓN CUENCA RÍO RONQUILLO		
ESTUDIANTE:	TELLO CASAS KEVIN ROBERTSON		
ESCALA:	1 / 300 000	FECHA:	05/12/2018
ASESOR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ		

ANEXO N° 7. MAPA DE ÁREAS CUENCA RÍO RONQUILLO



LEYENDA		
COLOR	ÁREA (km ²)	COTAS (MSNM)
[Yellow]	0.11	2800 - 2850
[Orange]	0.24	2850 - 2900
[Red]	0.77	2900 - 2950
[Purple]	0.75	2950 - 3000
[Dark Blue]	0.89	3000 - 3050
[Green]	0.97	3050 - 3100
[Olive]	1.35	3100 - 3150
[Grey]	1.33	3150 - 3200
[Light Yellow]	2.58	3200 - 3250
[Orange-Red]	2.03	3250 - 3300
[Red]	1.93	3300 - 3350
[Purple]	2.50	3350 - 3400
[Dark Blue]	2.16	3450 - 3500
[Green]	2.63	3550 - 3600
[Olive]	4.69	3600 - 3650
[Grey]	3.97	3650 - 3700
[Bright Green]	2.39	3700 - 3750
[Magenta]	2.58	3750 - 3800
[Blue]	1.96	3800 - 3850
[Light Blue]	0.94	3850 - 3900
[Cyan]	0.36	3900 - 3950
[Pink]	0.24	3950 - 4000
[Light Yellow]	0.05	4000 - 4050

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		PCR
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TESIS: "DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA"		
	MAPA:	ANEXO N° 07: ÁREAS CUENCA RÍO RONQUILLO	
	ESTUDIANTE:	TELLO CASAS KEVIN ROBERTSON	
ESCALA:	1 / 750 000	FECHA:	05/12/2018
ASESOR:	ING. LUIS VASQUEZ RAMIREZ		

9204999 N

765000 E

770000 E

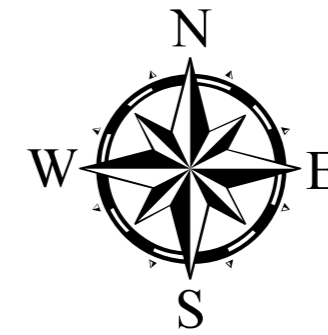
ANEXO N° 8. MAPA DE COBERTURA VEGETAL CUENCA RÍO RONQUILLO.

ANEXO N° 8: MAPA DE COBERTURA VEGETAL CUENCA RÍO RONQUILLO

765000

770000

775000



9210000

9210000

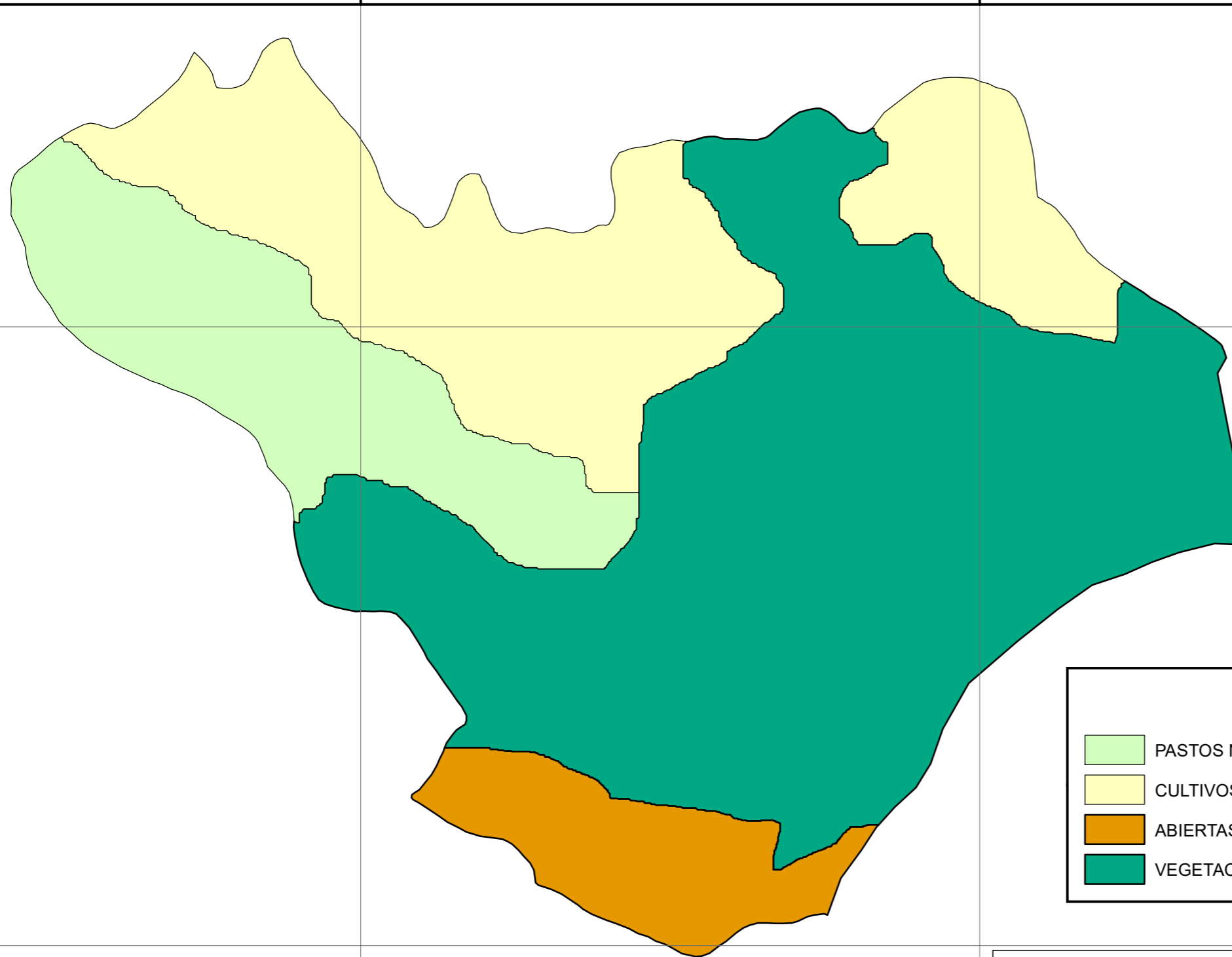
9205000

9205000





765000

770000

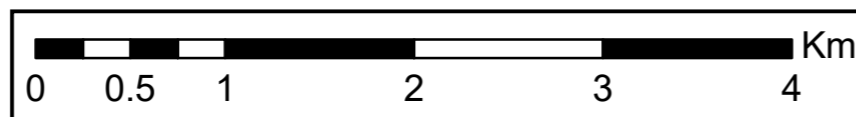
775000



LEYENDA

	PASTOS NATURALES	6.11 km ²
	CULTIVOS AGRICOLAS	10.67 Km ²
	ABIERTAS SIN O POCA VEGETACIÓN	2.95 km ²
	VEGETACIÓN ARBUSTA	20.80 km ²

1 / 40 000



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA"

MAPA: COBERTURA VEGETAL CUENCA RÍO RONQUILLO

ESTUDIANTE: TELLO CASAS KEVIN ROBERTSON

ESCALA: 1 / 40 000

FECHA: 05/12/2018

C-V

ASESOR: ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ

ANEXO N° 9. MAPA DE CURVAS DE NIVEL CUENCA RÍO RONQUILLO.

ANEXO N° 9: MAPA DE CURVAS DE NIVEL CUENCA RÍO RONQUILLO

765000

770000

775000

9210000

9210000

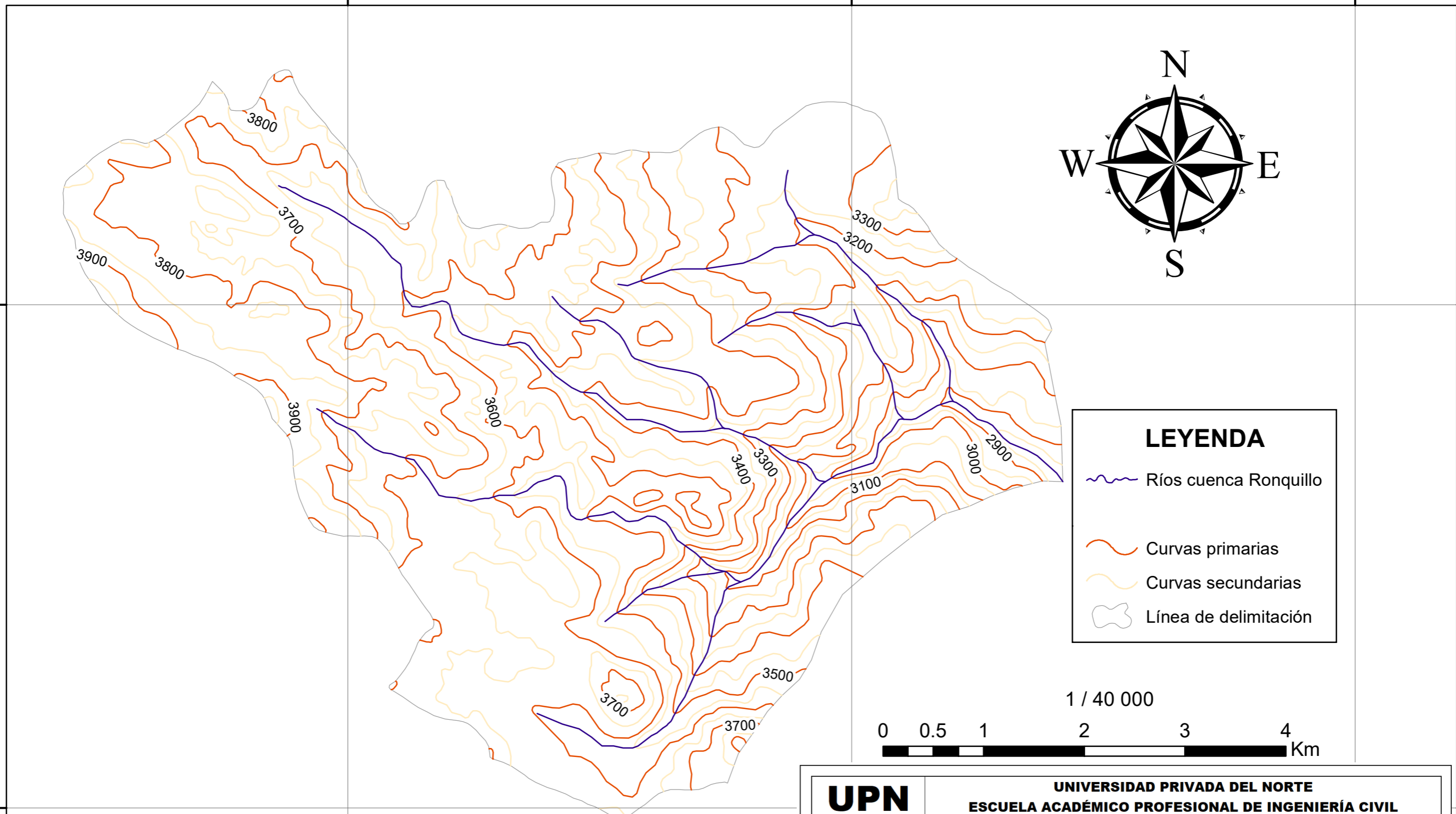
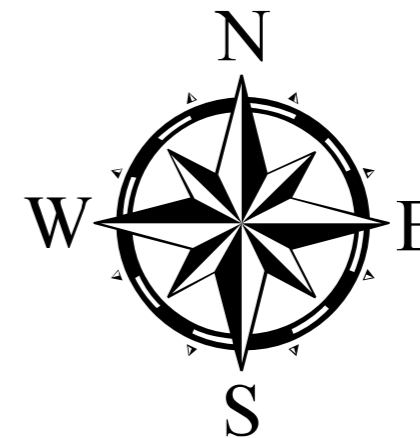
9205000

9205000





765000

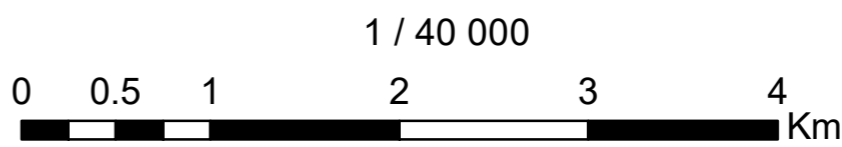
770000

775000



LEYENDA

-  Ríos cuenca Ronquillo
-  Curvas primarias
-  Curvas secundarias
-  Línea de delimitación



	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		C-R
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TESIS: "DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA CAPTACIÓN DEL RÍO RONQUILLO EN BASE A INFORMACIÓN CLIMÁTICA"		
	MAPA:	CURVAS DE NIVEL CUENCA RÍO RONQUILLO	
ESTUDIANTE:	TELLO CASAS KEVIN ROBERTSON		
ESCALA:	1 / 40 000	FECHA:	05/12/2018
ASESOR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ		