

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



**“DISPONIBILIDAD DE AGUA DE ESCORRENTÍA EN LA
CAPTACIÓN HUACARÍZ DEL RÍO MASHCÓN,
GENERADA A PARTIR DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA”**

TESIS

TESIS PARA OPTAR:

EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO HIDRÁULICO

QUE PRESENTA:

Bach. ELVA YOVANA BUSTAMANTE VÁSQUEZ

ASESOR:

Dr. JOSÉ FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE

Cajamarca –Perú

2018

AGRADECIMIENTO

A Francisco Huamán Vidaurre Dr. Ing; asesor de la presente investigación, quien con su apoyo incondicional y sabios conocimientos contribuyo de manera sustancial en el desarrollo del presente trabajo.

A Oswaldo Ortiz Vera Ph.D. Ing; quien impulso el desarrollo del proyecto de Apoyo para el desarrollo de Tesis pensando en el bienestar de la escuela de ingeniería Hidráulica, y también apporto con sus conocimientos y amplia experiencia en el desarrollo de este trabajo.

A Dios por haberme permitido realizar satisfactoriamente esta investigación brindándome tranquilidad y paciencia en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres Emelina Vásquez Ruiz y Eliseo Bustamante Ruiz por su sacrificio y amor incondicional a lo largo de mi vida quienes me han apoyado, guiado y dado las fuerzas necesarias para superar los obstáculos que en el transcurso de mi vida se me han presentado.

A mi hermano Harvy Anthony Bustamante Vásquez, quien con sus travesuras me ha enseñado que la vida sin una sonrisa en el rostro no ha valido la pena.

A mis abuelos, tíos, tías y familiares en general que contribuyeron en mi desarrollo personal y emocional, quien con su ejemplo me han enseñado a valorar las cosas más simples de la vida, pero realmente valiosas, y así madurar en este largo camino llamado vida.

A todas aquellas personas que no terminaría de mencionar, pero que contribuyeron enormemente para terminar mi carrera y realizar esta investigación, así también en mi crecimiento personal a quienes estaré muy agradecida.

Dedico esta investigación a mis padres Emelina Vásquez Ruiz y Eliseo Bustamante Ruiz por su sacrificio y amor incondicional a lo largo de mi vida quienes me han apoyado, guiado y dado las fuerzas necesarias para superar los obstáculos que en el transcurso de mi vida se me han presentado

Gracias.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	PROBLEMA	2
1.2.	JUSTIFICACIÓN	2
1.3.	OBJETIVOS.....	3
II.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	ANTECEDENTES TEÓRICOS	4
2.2.	BASES TEÓRICAS	5
	CUENCA HIDROGRÁFICA	5
	DELIMITACIÓN DE LA CUENCA	6
	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS.....	6
	PRECIPITACIÓN.....	13
	HIDROGRAMA	14
	ESCORRENTÍA	15
	CICLO HIDROLOGICO	20
	TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTOLÓGICA	23
	TRATAMIENTO DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS	26
	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA	27
	MODELO DETERMINÍSTICO - ESTOCÁSTICO: LUTZ SCHOLZ	30
	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PROBABILÍSTICOS	45
	MEDICIÓN DEL ESCURRIMIENTO	50
	TEST ESTADÍSTICOS	51
III.	METODOLOGÍA	53
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO	53
3.2.	EQUIPOS E INSTRUMENTOS	57
3.3.	TRATAMIENTO DIGITAL	58
3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	59
3.5.	MODELOS DETERMINÍSTICOS PARCIALES.....	74
3.6.	GENERACIÓN DE CAUDALES	77
3.7.	OFERTAS HÍDRICAS GENERADAS CON EL MODELO	79
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
4.1.	ANÁLISIS CARTOGRÁFICO DE LA ZONA EN ESTUDIO	81

4.2.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	82
4.3.	MODELOS DETERMINÍSTICOS PARCIALES.....	83
4.4.	ENERACIÓN DE CAUDALES.....	89
4.5.	OFERTAS HÍDRICAS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO MASHCÓN	102
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
5.1.	CONCLUSIONES.....	104
5.2.	RECOMENDACIONES.....	105
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
	ANEXOS	108
A.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	108
A.2.	ANALÍSIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN METEREOLÓGICA	109
A.3.	CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA.....	121
A.4.	COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA INFORMACIÓN	128
A.5.	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL EN LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN	132
A.6.	PRECIPITACIÓN EFECTIVA EN LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN	134
A.7.	GENERACIÓN DE DESCARGAS CON MODELO ESTOCÁSTICO.....	136
A.8.	PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE DEL REGISTRO DE CAUDALES.....	139
A.9.	PLANO DE CANALES DE DERIVACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curvas de nivel para hallar la pendiente.....	8
Figura 2: Jerarquización de cauces mediante el método de Horton.....	11
Figura 3: Hidrogramas	15
Figura 4: Componentes de escurrimiento.....	16
Figura 5: Componentes de escurrimiento.....	18
Figura 6: Componentes de escurrimiento.....	18
Figura 7: Representación esquemática general del balance en una cuenca.....	21
Figura 8: Ciclo Hidrológico	23
Figura 9: Flujograma para el tratamiento de la información.....	27
Figura 10: Flujograma para el análisis de saltos.	28
Figura 11: Isoyetas	32
Figura 12: Ubicación Departamental	54
Figura 13: Ubicación provincial.....	55
Figura 14: Ubicación Distrital.....	56
Figura 15: Distribución espacial de las estaciones meteorológicas utilizadas.	61
Figura 16: Distribución espacial de las estaciones metereológicas seleccionadas.....	69
Figura 17: Caudales generados para el año promedio en la cuenca del Río Mashcón.....	78
Figura 18: Precipitación media mensual de la cuenca del Río Mashcón	84
Figura 19: Precipitaciones medias mensuales en la cuenca “Mashcón”	86
Figura 20: Distribución de los coeficientes de agotamiento en la cuenca del Río Mashcón.	88
Figura 21: Caudales generados para el año promedio en la cuenca del Río “Mashcón”.	90
Figura 22: Caudales para un periodo extendido en la cuenca del Río “Mashcón”.	93
Figura 23 : Disponibilidad Hídrica de la cuenca del Río Mashcón con punto de descarga en la captación Huacaríz.	102
Figura 24: Curva hipsométrica.....	108
Figura 25: Frecuencia de altitudes.	108
Figura 26: Pluviograma anual de la estación MAQUI – MAQUI.....	128
Figura 27: Pluviograma anual de la estación AUGUSTO WEBERBAUER.....	128
Figura 28:Pluviograma anual de la estación GRANJA PORCÓN	129
Figura 29: Pluviograma anual de la estación HUACATAZ.....	129
Figura 30: Pluviograma anual de la estación MAGDALENA.....	130
Figura 31: Pluviograma anual de la estación NEGRITOS.....	130
Figura 32: Pluviograma anual de la estación PORCÓN I.....	131
Figura 33 : Isoyeta con una $e= 3$	135
Figura 34: Captación Huacaríz.....	156
Figura 35: Tramo del Río Mashcón aguas arriba de la Captación Huacaríz.....	156
Figura 36: Ubicación de la sección de aforo a 2714 msnm.....	157
Figura 37: Sección de aforo del Río Mashcón	157
Figura 38: Captación Huacaríz.....	158
Figura 39: Aforo del Río Mashcón con Punto de descarga la Captación Huacaríz	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos	6
Tabla 2: Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad	7
Tabla 3. Niveles de persistencia de acuerdo al uso del agua y al período estacional.....	19
Tabla 4: Tasas de Movimiento y Distribución Porcentual del agua en la Tierra	22
Tabla 5: Coeficientes de abastecimiento durante época de lluvias.	40
Tabla 6: Ejemplo de series para la regresión múltiple.	43
Tabla 7: Valores críticos de “ Δ_0 ”	47
Tabla 8: Niveles de persistencia.....	49
Tabla 9: Estaciones meteorológicas identificadas y seleccionadas:.....	59
Tabla 10: Características de las estaciones metereológicas a trabajar	60
Tabla 11: Periodo de registro de la estación AUGUSTO WEBERBAUER (Estación Base):.....	62
Tabla 12: Periodo de registro de la estación GRANJA PORCÓN (Estación Base).....	63
Tabla 13: Periodo de registro de la estación MAQUI MAQUI (Estación Base):	64
Tabla 14: Periodo de registro de la estación - Huacátaz	65
Tabla 15: Periodo de registro de la estación - Magdalena	66
Tabla 16: Periodo de registro de la estación - Negritos	67
Tabla 17: Periodo de registro de la estación - Porcón I.....	68
Tabla 18: Precipitación total mensual (mm) - Estación HUACATAZ	70
Tabla 19: Precipitación total mensual (mm) - Estación MAGDALENA.....	71
Tabla 20: Precipitación total mensual (mm) – Estación NEGRITOS	72
Tabla 21: Precipitación total mensual (mm) – Estación PORCÓN I.....	73
Tabla 22: Caudales generados para el Año Promedio en la cuenca del Río Mashcón.....	77
Tabla 23 : Principales parámetros de la cuenca del río “Mashcón” con punto de descarga en la captación Huacaríz.	82
Tabla 24 Precipitación media de la cuenca del Rio MASHCÓN con punto.....	84
Tabla 25: Precipitación mensual para el año promedio	84
Tabla 26: Coeficientes para la generación de registros de precipitación	85
Tabla 27: Coeficiente de escorrentía.....	85
Tabla 28: Precipitación efectiva promedio de la cuenca del Rio MASHCÓN.	86
Tabla 29: Periodos del cico hidrológico en la cuenca del Rio MASHCÓN	87
Tabla 30: Retención en la cuenca del Rio MASHCÓN	87
Tabla 31: Coeficiente de agotamiento.....	87
Tabla 32: Valores de la relación de caudales del flujo base.....	87
Tabla 33: Valores del gasto de la retención en la cuenca del Río “Mashcón”	88
Tabla 34: Coeficientes de abastecimiento para la región Cajamarca.	88
Tabla 35: Valores del abastecimiento de la retención en la cuenca del Río “Mashcón”	89
Tabla 36: Caudales generados para el Año Promedio en la cuenca del Río “Mashcón”	89
Tabla 37: Series y coeficientes estadísticos para la regresión múltiple.....	91
Tabla 38: Series y coeficientes estadísticos para la regresión múltiple.....	91
Tabla 39: Generación de número aleatorio para cada mes.....	92

Tabla 40: Caudales de correlación múltiple generados con el modelo	92
Tabla 41: Caudales Aforados en en la cuenca del río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz	94
Tabla 42: Inventario de Canales de derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como	96
Tabla 43: Inventario de Canales de derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como	97
Tabla 44: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como.....	98
Tabla 45: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como.....	99
Tabla 46: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como.....	100
Tabla 47: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del río Mashcón tomando como	101
Tabla 48: Caudales finales descontando el caudal total de los canales de derivación	103
Tabla 49: Análisis de saltos y tendencias de la estación (HUACATAZ) tomando como estación base la Estación Augusto Weberbauer:	109
Tabla 50: Análisis de saltos y tendencias de la estación (HUACATAZ) tomando como estación base la estación Granja Porcón:	110
Tabla 51: Análisis de saltos y tendencias de la estación (HUACATAZ) tomando como estación base la estación Maqui Maqui:	111
Tabla 52: Análisis de saltos y tendencias de la estación (MAGDALENA)	112
Tabla 53: Análisis de saltos y tendencias de la estación (MAGDALENA)	113
Tabla 54: Análisis de saltos y tendencias de la estación (MAGDALENA)	114
Tabla 55: Análisis de saltos y tendencias de la estación (NEGRITOS) tomando	115
Tabla 56: Análisis de saltos y tendencias de la estación (NEGRITOS) tomando	116
Tabla 57: Análisis de saltos y tendencias de la estación (NEGRITOS) tomando	117
Tabla 58: Análisis de saltos y tendencias de la estación (PORCÓN I) tomando	118
Tabla 59: Análisis de saltos y tendencias de la estación (PORCÓN I) tomando	119
Tabla 60: Análisis de saltos y tendencias de la estación (PORCÓN I) tomando	120
Tabla 61: Análisis de doble masa por grupos	121
Tabla 62: Planilla de precipitaciones PROMEDIO (mm)	132
Tabla 63: Planilla de precipitaciones media mensuales en la cuenca del Río “ Mashcón” (mm) ..	133
Tabla 64: Planilla de precipitaciones Efectiva en la cuenca del Río “ Mashcón” (mm)	134
Tabla 65: Números aleatorios con distribución Normal, con media 0 y desviación estándar 1 (z).	136
Tabla 66: Generación de descargas por el modelo estocástico (m ³ /s)	137
Tabla 67: Generación de descargas por el modelo estocástico (MMC)	138
Tabla 68: Distribución Normal - Prueba de Smirnov Kolmogorov.	139
Tabla 69: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón	151
Tabla 70: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón	152
Tabla 71: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón	153
Tabla 72: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón	154
Tabla 73: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón	155

RESUMEN

El agua es el elemento más importante en nuestro planeta, sin embargo, no se cuenta con información de nuestras cuencas hidrográficas, lo cual dificulta realizar estudios de investigación y proyectos de ingeniería. El objetivo de este trabajo fue determinar la disponibilidad Hídrica de la cuenca del Río MASHCÓN, tomando como punto de aforo la captación Huacaríz a partir de información climática, para ello se recopiló, analizó, procesó y sintetizó información, utilizando parámetros estadísticos y el modelo hidrológico Lutz Sholz; con el cual se determinó los caudales medios mensuales (m^3/s) generados para el período (1968-2016); los cuales varían en relación al régimen de precipitación pluvial de la cuenca del Río Mashcón; tal que en los meses lluviosos varía de $6.80 m^3/s$ a $3.32 m^3/s$ y en los meses de escasez varía de $3.19 m^3/s$ a $0.99 m^3/s$; notándose una gran diferencia entre ambos períodos. Dichos caudales incluyen la escorrentía directa y el flujo base. La oferta hídrica generada por la cuenca del Río Mashcón, tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz, tiene las siguientes variaciones. Para uso agrícola y pecuario con una persistencia del 75 %, el volumen anual promedio es de $2.87 m^3/s$, el mayor volumen es $5.03 m^3/s$ (Marzo) y el menor $0.13 m^3/s$ (Julio); para consumo humano con una persistencia del 80 % el volumen anual promedio es $2.72 m^3/s$, el mayor volumen es $4.72 m^3/s$ (Marzo) y el menor $0.13 m^3/s$ (Julio); para uso industrial con una persistencia del 90 %, el volumen promedio anual es de $2.42 m^3/s$, el mayor es $4.11 m^3/s$ (Marzo) y el menor $0.13 m^3/s$ (Julio); para hidroenergía con una persistencia del 95 %, el volumen anual promedio es de $2.27 m^3/s$ el mayor es $3.90 m^3/s$ (Marzo) y el menor $0.14 m^3/s$ (Julio). Actualmente, el agua proveniente de la cuenca del Río Mashcón, con punto emisor en la captación Huacaríz se utiliza en la producción agrícola y pecuaria. El análisis de consistencia, permite garantizar que el registro con que se cuenta tenga un comportamiento propio de la zona, eliminando los posibles errores sistemáticos que se pudo haber cometido. Respecto a los modelos determinísticos empleados en el método de Lutz Scholz, el modelo matemático precipitación-escorrentía tiene una tendencia no muy adecuada para la cuenca, sin embargo resuelve de manera sencilla la falta de información hidrográfica en la cuenca del Río Mashcón.

Palabras clave: Cuenca Mashcón, Modelo Lutz Scholz, Caudales Medios Mensuales.

ABSTRACT

Water is the most important element in our planet, however, we do not have information about our watersheds, which makes it difficult to carry out research studies and engineering projects. The objective of this work was to determine the water availability of the MASHCÓN river basin, taking as a point of gauging the Huacaríz catchment from climatic information, for it was collected, analyzed, processed and synthesized information, using statistical parameters and the hydrological model Lutz Scholz; with which the average monthly flows (m^3/s) generated for the period (1968-2016) were determined; which vary in relation to the rainfall regime of the Mashcón river basin; such that in the rainy months it varies from $6.80 \text{ m}^3/\text{s}$ to $3.32 \text{ m}^3/\text{s}$ and in the months of shortage it varies from $3.19 \text{ m}^3/\text{s}$ to $0.99 \text{ m}^3/\text{s}$; noticing a big difference between both periods. These flows include direct runoff and base flow. The water supply generated by the Mashcón river basin, taking the Huacaríz catchment as the gauging point, has the following variations. For agricultural and livestock use with a persistence of 75%, the average annual volume is $2.87 \text{ m}^3/\text{s}$, the largest volume is $5.03 \text{ m}^3/\text{s}$ (March) and the lowest is $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ (July); for human consumption with a persistence of 80%, the average annual volume is $2.72 \text{ m}^3/\text{s}$, the highest volume is $4.72 \text{ m}^3/\text{s}$ (March) and the lowest is $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ (July); for industrial use with a persistence of 90%, the average annual volume is $2.42 \text{ m}^3/\text{s}$, the highest is $4.11 \text{ m}^3/\text{s}$ (March) and the lowest is $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ (July); for hydrogenation with a persistence of 95%, the average annual volume is $2.27 \text{ m}^3/\text{s}$, the highest is $3.90 \text{ m}^3/\text{s}$ (March) and the lowest is $0.14 \text{ m}^3/\text{s}$ (July). Currently, water from the Mashcón River basin, with a point of emission in the Huacaríz catchment, is used for agricultural and livestock production. The analysis of consistency, makes it possible to guarantee that the registry with which it counts has a proper behavior of the area, eliminating the possible systematic errors that could have been committed. Regarding the deterministic models used in the Lutz Scholz method, the rainfall-runoff mathematical model has a tendency that is not very suitable for the basin, however, it solves in a simple way the lack of hydrographic information in the Mashcón river basin.

Key words: Basin Mashcón, Model Lutz Scholz, Monthly Average Flows.

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad en nuestro planeta, es uno de los elementos que más directamente tienen que ver con la posibilidad del desarrollo de distintas formas de vida y también es una fuerza importante que constantemente está cambiando la superficie terrestre, esencial en la climatización de nuestro planeta para la existencia humana y en la influencia en el progreso de la civilización.

En la actualidad es importante tener información básica de nuestras cuencas hidrográficas, como unidad mínima de gestión; para poder hacer una caracterización y diagnóstico del recurso hídrico, que permita establecer lineamientos a seguir para su protección, y que sirva de base a los usuarios del agua y planificadores, para considerar su uso y disponibilidad en proyectos actuales y futuros.

Nuestro país cuenta con 159 cuencas denominadas unidades hidrográficas de las cuales 84 están en la vertiente del Atlántico, 62 en la vertiente del Pacífico y 13 en la vertiente del Titicaca.

El volumen anual promedio de 1'768,172 MMC de agua con que dispone el Perú, de los cuales 1'765,323 MMC es de disponibilidad hídrica superficial y 2,849 MMC es de disponibilidad hídrica subterránea; le otorga el privilegio de ubicarse entre los 20 países más ricos de agua en el mundo. (Consejo Directivo de la Autoridad Nacional del Agua, 2012).

En el Perú, el problema se agudiza porque, además de la escasez de información de escorrentías en los cauces de las redes hidrográficas, la poca información pluviométrica disponible se registra en estaciones sin ningún criterio de distribución espacial sobre las cuencas, siendo las microcuencas hidrológicas alto andinas las más perjudicadas por ser las más alejadas del sistema hidrográfico, (Rocha, 2006).

La disponibilidad de los recursos hídricos en la región de Cajamarca aproximada de agua es de 10,460 MMC, de los cuales sólo se aprovechan 2,113 MMC,

quedando disponible o sin uso 8,347 MMC. (Ministerio de Agricultura, Autoridad Nacional del Agua, 2012).

La cuenca del Río Mashcón es fuente de agua importante para ser usadas con fines de regadío como CLASE III “Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales” (Resolución Directoral N° 1152/2005/DIGESA/SA del 03 de agosto del 2005 que aprueba la clasificación de los recursos hídricos ubicados en el territorio de la República del Perú.)

La escasez de información hidrométrica en diferentes tributarios del Río Mashcón dificulta el diseño y operación de proyectos hidráulicos y el planeamiento y gestión integral de los RR. HH de la cuenca del Río Mashcón. Actualmente, solo existe la estación hidrométrica Mashcón, administrada por Senamhi, ubicada en el puente Mashcón carretera Cajamarca – Baños del Inca.

En la actualidad existen modelos numéricos que son empleados en Hidrología e Hidráulica tales como el Swat, Lutz Scholz, que nos permiten generar escorrentía en una cuenca, a partir de datos pluviométricos. Debido a esto es importante realizar un estudio de investigación que permita estimar caudales de escorrentía en el río Mashcón utilizando un modelo hidrológico, cuyos resultados servirán para realizar una buena gestión del recurso hídrico.

1.1. PROBLEMA

La cuenca del Río Mashcón, es una de las cuencas que pasan por la zona rural de la ciudad de Cajamarca, en la cual tenemos escasez de información Hidrométrica en diferentes puntos de su recorrido lo cual dificulta determinar el comportamiento hidrológico, el diseño, operación de proyectos hidráulicos y también el planeamiento y gestión integral de los RR.HH. de la cuenca del Río Mashcón.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La cuenca del Río Mashcón es uno de los efluentes principales del Río Crisnejas que abastece a muchos caseríos a su paso y a la vez a Cajamarca provincia de Cajamarca; sin embargo, esta cuenca no cuenta con información hidrométrica en las diferentes captaciones para riego que permita manejar el recurso agua en cantidades debidamente planificadas que tiene mucho que ver con la gestión

integral de los RR.HH. de esta cuenca, además de la falta de información de la demanda actual, lo cual es otra limitante para futuros proyectos.

Esta investigación permitirá estimar la escorrentía de la cuenca del Río Mashcón tomando como punto de descarga la captación Huacaríz, cuyos resultados servirá para manejar eficientemente del agua en beneficio de los pobladores de Cajamarca. Además, permitirá a diferentes profesionales disponer de información hidrométrica para diversos estudios de investigación y proyectos de ingeniería.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo General

- ❖ Estimar la disponibilidad de agua en la cuenca del río Mashcón, a partir de información climática.

Objetivos específicos

- ❖ Delimitar y calcular los parámetros geomorfológicos de la cuenca del Río Mashcón, tomando como punto emisor la captación Huacaríz en la cuenca Mashcón.
- ❖ Determinar la distribución espacial de información pluviométrica.
- ❖ Completar y extender los datos de las estaciones pluviométricas.
- ❖ Estimar los caudales medios mensuales, de escorrentía, del río Mashcón, mediante el modelo determinístico estocástico Lutz Scholz, para el periodo 1968 – 2016.
- ❖ Estimar la oferta hídrica mensual de la cuenca para uso agrícola, poblacional y energético.

CAPITULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

En la zona de estudio no se ha realizado estudios similares, siendo este uno de los principales motivos para realizar esta investigación ya que no se cuenta con información hidrológica que puede ser utilizada para diferentes proyectos ó estudios de investigación en la zona en beneficio de los pobladores, sin embargo, se han encontrado estudios relacionados con el tema los cuales se han tomado como ejemplo para el desarrollo de esta investigación, a continuación, se detalla algunos estudios relacionados con el tema.

Se creó un modelo hidrológico para cuencas alto andinas de la sierra peruana; este modelo hidrológico, es combinado por que cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico - Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso Markoviano - Modelo Estocástico).

Dentro de las cuencas que se estudió en este modelo está la zona de Cajamarca. (Lutz Scholz, 1980)

En el 2014 se ha desarrollado la tesis de grado: “Volumen De Agua Aprovechable En La Microcuenca Del Río Tres Ríos, usando El Modelo Determinístico Estocástico Lutz Scholz Validado, para los años Hidrológicos “2008-2012”, a cargo de César Nixon Terán Guevara. En dicha tesis se ha concluido que el volumen para el periodo extendido, se ajusta a 89.6% respecto al observado, mientras que el volumen generado para el año promedio y el volumen calculado de caudales observados se ajusta en un 99.6 %.

Realizó un estudio sobre similitud de sistemas hidrológicos alto andinos y transferencia de información hidrometeorológica; manifiesta que las leyes físicas que gobiernan los sistemas hidrológicos alto andinos con base en el fenómeno precipitación-escorrentía se rigen por la morfometría adimensional, lo cual permite solucionar problemas de escasez de información hidrometeorológica con fines de

manejo integral de cuencas hidrográficas piloto, que sean motivos de réplica en cuencas similares. Ortiz O. (2015).

Realizó un estudio para estimar la disponibilidad de agua con la que cuenta la microcuenca del río El Tuyo, utilizando el Modelo Determinístico Estocástico Lutz Scholz, para ello, se procesó la información cartográfica, del mismo modo, la información hidrológica fue analizada, procesada y sintetizada mediante sus parámetros estadísticos convirtiéndolo en un producto apto para el diseño y permita de esta manera, aplicar el modelo que consiste en transformar la precipitación media mensual en caudales medios mensuales a través de submodelos como precipitación efectiva, gasto y abastecimiento de la retención. Se determinó que los caudales medios mensuales generados por el modelo determinístico-estocástico Lutz Scholz muestran una relación directa con la precipitación, siendo mayores en los meses lluviosos y menores en los meses de estiaje. Éstos caudales, evaluados con los aforos realizados en los meses de marzo y abril, los cuales fueron 2.75 m³/s y 1.88 m³/s respectivamente, han sido superados por los datos obtenidos con el modelo Lutz Scholz, mostrando que la metodología del modelo tiene ciertas restricciones respecto a la geomorfología de la microcuenca. Por otro lado, del análisis de las descargas medias mensuales generadas se ha determinado que la masa anual media en la microcuenca del Río El Tuyo es de 8.37 m³/s, y se concluye que, con un período de retorno de 5 años, se espera alcanzar caudales medios mensuales que superen los 10.53 m³/s anuales. Julcamoro J. (2017).

2.2. BASES TEÓRICAS

CUENCA HIDROGRÁFICA

Señala como cuenca hidrográfica al área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales confluyen hacia un colector común de descarga. Los límites de una cuenca están determinados por la línea << divortio aquarum >> o divisoria de aguas. Debemos hacer hincapié que no siempre los límites geográficos suelen coincidir con los límites del acuífero, pudiendo existir transferencias de masas líquidas entre cuenca y otra. **Ortiz, O (2004).**

DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

La delimitación de una cuenca consiste en separar cuencas adyacentes mediante una línea imaginaria denominada “Divortium aquarum”, la cual va a distribuir el escurrimiento originado por la precipitación, escurrimiento que finalmente fluye al punto de salida de la cuenca. **Villón M. (2002).**

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

a. Área

Proyección horizontal delimitada por el parteaguas (parteaguas línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las cuencas vecinas).

Los parámetros geomorfológicos de la cuenca se obtienen a partir de constantes de recesos de información cartográfica y conocimiento de la topografía de la zona de estudio. **Aparicio F. (1992)**

Tabla 1: Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unidad Hidrológica	Área (Km ²)	N° de Orden
Micro cuenca	10 - 100	1,2,3
Sub cuenca	101 - 700	4,5
Cuenca	Más de 700	6 a más

Fuente: Aparicio F. (1992)

b. Perímetro: Borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal. **Villón M. (2002).**

c. Factor de forma. Relación entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud:

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

A= Área de la cuenca.

L= Longitud de máximo recorrido

d. Coeficiente de Gravelius o Índice de Compacidad (Kc): Relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro equivalente de una circunferencia, que tiene la misma área de la cuenca. **Villón M. (2002).**

$$K_c = 0.28 \frac{P}{A^{1/2}} \quad (2)$$

Donde:

P= Perímetro de la cuenca

A= Área de la cuenca

Las formas de la cuenca, en concordancia con los valores que adopte los índices de compacidad, se muestran en la Tabla N° 02.

Tabla 2: Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad

Clase de Forma	Índice de Compacidad (Kc)	
Clase I	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26 a 1.50	Oval – redonda a oval - oblonga
Clase III	1.51 a 1.75	Oval – oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: Aparicio F. (1992)

e. Altitud Media (H): Es el parámetro ponderado de las altitudes de la cuenca obtenidas en la carta o mapa topográfico. En cuencas andinas este parámetro está relacionado con la magnitud de la lámina de precipitación, variación lineal muy importante en estudios regionales donde la información local es escasa. **Villón M. (2002).**

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i * A_i \quad (3)$$

Donde:

H = Altitud media (m.s.n.m)

Hi = Altura correspondiente al área acumulada Ai encima de la curva Hi

A = Área de la Cuenca

N = Número de áreas parciales

También se define como la ordenada media de curva hipsométrica.

- f. **Pendiente de Laderas o Pendiente de la Cuenca:** Parámetro que guarda una relación compleja con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea a la escorrentía. Es uno de los factores, que controla el tiempo de escurrimiento y concentración de la lluvia en los canales de drenaje, y tiene una importancia directa en relación a la magnitud de crecidas.

Existen diferentes métodos para hallar la pendiente de una cuenca entre estos son:

- Criterio de Alvord
- Criterio de Horton
- Criterio de Nash
- Criterio del rectángulo equivalente

Villón M. (2002).

- g. **Criterio de Alvord:** Analiza la pendiente existente entre curvas de nivel, trabajando con la faja definida por las líneas medias que pasan entre las curvas de nivel, Para una de ellas la pendiente es (Fig. 1): **Villón M. (2002).**

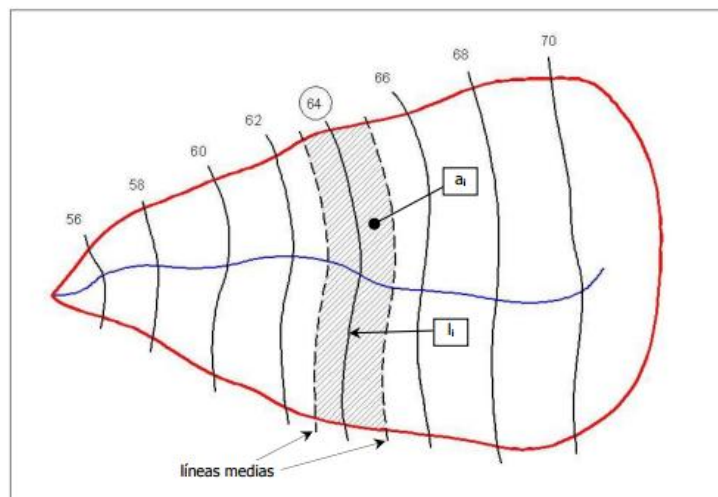


Figura 1: Curvas de nivel para hallar la pendiente

Fuente: Villón M. (2002).

$$S = \frac{D}{A} (L1 + L2 + L3 + \dots + Ln) \quad (4)$$

Donde:

S = Pendiente de la cuenca

D = Desnivel entre líneas medias.

A= Área de la cuenca

h. Pendiente del Cauce Principal o del Máximo Recorrido: Parámetro que estudia el comportamiento del recurso hídrico, como, por ejemplo, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidroeléctrico o en la solución de problemas de inundaciones. Existen varios métodos para hallar la pendiente del cauce principal entre estos tenemos: **Villón M. (2002)**.

- Pendiente uniforme
- Compensación de áreas
- Ecuación de Taylor y Schwars

$$S_0 = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2 \quad (5)$$

Donde:

- S_0 = Pendiente del cauce principal
- n = número de tramos iguales en los cuales se subdivide el perfil
- S_1, S_2, \dots, S_n = Pendiente de cada tramo, según $S = \frac{H}{L}$

i. Longitud de Máximo Recorrido (L): Es la medida de la mayor trayectoria de las partículas del flujo comprendida entre el punto más bajo del colector común, conocido como punto emisor, y el punto más alto o inicio del recorrido sobre la línea de divortio aquarum. Este parámetro tiene relación directa con el tiempo de concentración de la cuenca, el mismo que depende de la geometría de la cuenca, de la pendiente del recorrido y de la cobertura vegetal. **Villón M. (2002)**.

j. Longitud al Centroide (Lc): Es una característica muy especial de la longitud del máximo recorrido y es la longitud medida sobre el curso principal entre el

punto emisor hasta el pie del perpendicular trazado sobre el cauce y que pasa por el centroide del área de la cuenca. **Villón M. (2002).**

- k. Tiempo de Concentración (Tc):** Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida o punto emisor. **Ven Te Chow (1994).**

Kirpich: Indica que:

$$T_c = 0.06626 \left(\frac{L_p^2}{S} \right)^{0.385} \quad (6)$$

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración (hr)

Lp= Longitud del curso principal (Km)

Sp= Pendiente del curso principal

- l. Categorización de la red de drenaje:** La metodología de Horton (1932), señala que al iniciar la categorización de una red en las confluencias más alejadas donde concurren dos cauces, sólo uno de ellos es de primera categoría (orden 1), mientras el otro es de segunda categoría (orden 2). El curso de primer orden o categoría queda determinado por el que haga mayor ángulo en el punto de confluencia, respecto del tramo siguiente. Una vez terminada la categorización de toda la red de drenaje, el cauce que ostenta la mayor jerarquía viene a constituir el curso principal del sistema hidrológico y, por ende, la categoría la cuenca. **Ortiz V. (2014).**

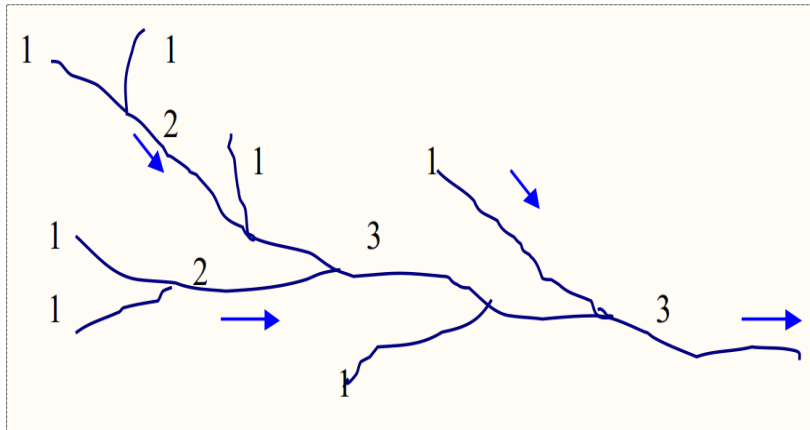


Figura 2: Jerarquización de cauces mediante el método de Horton.

Fuente: Villón M. (2002).

m. Densidad de corrientes (Dc): La corriente principal se cuenta como una sola desde su nacimiento hasta su desembocadura; después se tendrán todos los tributarios de orden anterior desde su origen hasta la unión de la corriente principal y así sucesivamente hasta llegar a las corrientes de orden 1. **Villón M. (2002).**

$$D_c = \frac{N_s}{A} \quad (7)$$

Donde:

Dc : Densidad de corrientes, cauces o ríos, (Km²)

A : Área de la cuenca, (Km²)

Ns : Número de corrientes permanentes e intermitentes (unidades)

n. Densidad de drenaje (Dd): Es un indicador de la respuesta de la cuenca ante un aguacero, y, por tanto, condiciona la forma del hidrograma resultante en el desagüe de la cuenca. A mayor densidad de drenaje, más dominante es el flujo en el cauce frente al flujo en ladera, lo que se traduce en un menor tiempo de respuesta de la cuenca y, por tanto, un menor tiempo al pico del hidrograma. Horton (1945), definió la densidad de drenaje de una cuenca como el cociente entre la longitud total de los cauces pertenecientes a su red de drenaje y la superficie de la cuenca: **Villón M. (2002).**

$$D_d = \frac{L}{A} \quad (8)$$

Donde:

D_d : Densidad de drenaje (Km / Km²)

L : Longitud total de corrientes (Km)

A : Área de la cuenca (Km²)

- o. Relación de confluencias:** La disposición o configuración espacial de la red de drenaje superficial se puede representar cuantitativamente mediante la razón o relación de confluencias promedio de la ecuación (9), el valor promedio de la relación de confluencias explica, en cierta medida, la configuración espacial de la red de drenaje y se refleja en la geometría del hidrograma de escorrentía, de modo muy similar a la geometría de la cuenca. **Ven Te Chow (1994).**

$$R_{ci} = \frac{N_i}{N_{i+1}} \quad ; \quad R_c = \frac{1}{n} \sum R_{ci} \quad (9)$$

Donde:

R_{ci} : Relación de confluencia parcial.

N_i : Número de cursos de orden i .

N_{i+1} : Número de cursos de orden inmediatamente superior.

R_c : Relación de confluencias promedio.

n : Número de relación de confluencias parciales calculadas.

- p. Coeficiente orográfico:** El coeficiente orográfico es el resultado de relacionar el cuadrado de la altitud media y la proyección del área de la cuenca sobre un plano horizontal, expresada mediante la ecuación (10). Parámetro adimensional asociado con la capacidad o potencial de erosión hídrica y de transporte de sedimentos de los sistemas hidrológicos alto andinos. **Henaos (1988).**

Se considera aquí, por razones obvias, que el coeficiente orográfico constituye el parámetro adimensional de relieve más importante que controla el potencial o poder degradante de los sistemas hidrológicos.

$$C_o = \frac{H^2}{A} \quad (10)$$

Donde:

C_o : Coeficiente orográfico.

H : Altitud media.

A : Área proyectada sobre un plano horizontal.

PRECIPITACIÓN

a. Definición:

La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de:

- Lluvias
- Granizadas
- Garúas
- Nevadas

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones y análisis, forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua. **Villón M. (2002).**

b. Origen de la precipitación

Una nube está constituida por pequeñísimas gotas de agua, que se mantienen estables gracias a su pequeño tamaño, algunas características de las gotitas de las nubes son:

- Diámetro aproximado de las gotitas 0.02 mm
- Espaciamiento entre gotitas 1 mm
- Masa 0.5 a 1 gr/m³

Por el contrario, las gotas de lluvia, tienen un diámetro de 0.5 a 2 mm, es decir, un aumento en el volumen de las gotitas de las nubes, de 100.000 a 1.000.000 de veces.

En este sorprendente aumento, está el origen de las precipitaciones y se asume principalmente gracias a dos fenómenos:

Unión entre sí de numerosas gotitas y engrosamiento de una gota por la fusión y condensación de otras. **Villón M. (2002).**

c. Precipitación Media de la Cuenca

Es la altura de la lámina de agua que se formaría sobre el área de la cuenca en estudio a consecuencia de las lluvias en ella registradas, en realidad se trata de un caso ideal, entonces los valores son empíricos. La precipitación media puede ser, anual, mensual ó diaria, y se puede calcular mediante el método de Isoyetas o el Método de Polígono de Thiessen, siendo el más exacto el método de Isoyetas. **Villón M. (2002).**

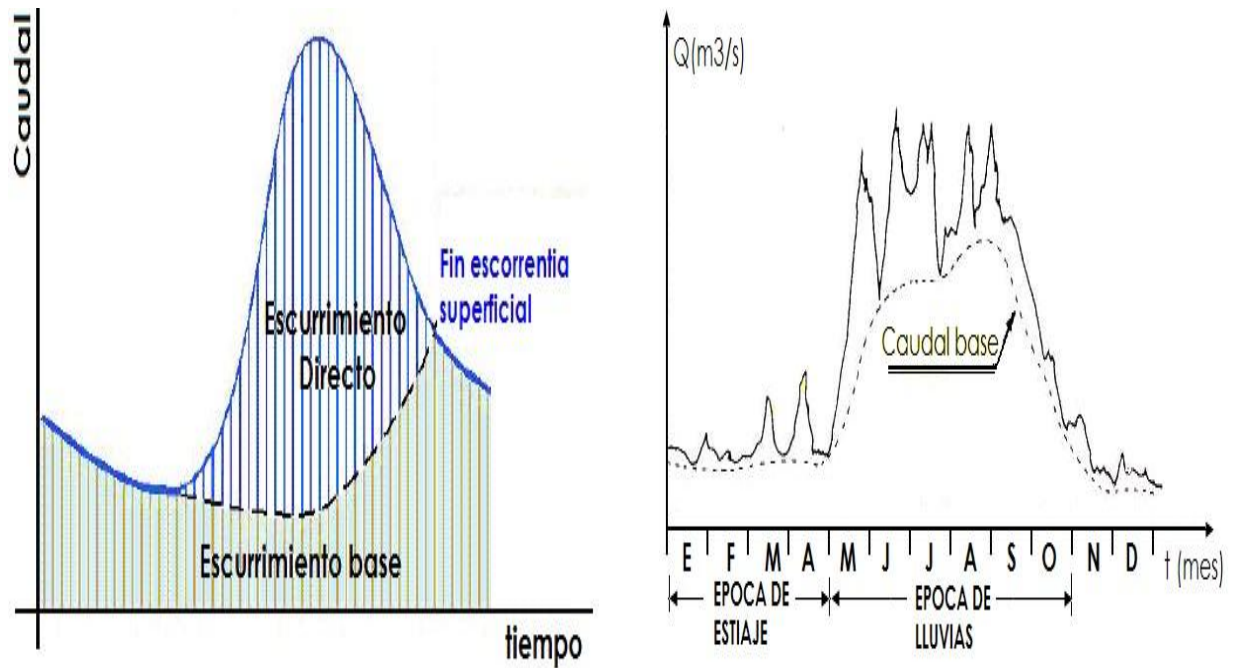
d. Precipitación Efectiva

Es parte de la precipitación total, la cual, genera la escorrentía directa y el flujo base.

HIDROGRAMA

El hidrograma, es la representación gráfica de las variaciones del caudal con respecto al tiempo, en orden cronológico, en un lugar dado de la corriente.

En las Figuras que se presentan a continuación se observa los hidrogramas correspondientes a una tormenta aislada y a una sucesión de ellas respectivamente (hidrograma anual).



a) Hidrograma de tormenta Aislada

b) Hidrograma Anual

Figura 3: Hidrogramas
Fuente: Cahuana – Yugar (2009).

Analizando el hidrograma correspondiente a una tormenta aislada (Figura 3a) se observa en el hidrograma de la (Figura 3b) la precipitación que produce infiltración, y la que produce esgurrentía directa, ésta última se denomina precipitación neta o efectiva. El área bajo el hidrograma, es el volumen de agua que ha pasado por el punto de aforo, en el intervalo de tiempo expresado en el hidrograma. **Cahuana – Yugar (2009).**

ESGURRENTÍA

Desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos hidráulicos de una región o del país, el esgurrentimiento de una corriente, constituye la disponibilidad para ser derivada y utilizada inmediatamente, en el riego y/o el abastecimiento de agua a las poblaciones, o bien, para ser almacenada en los embalses y empleada posteriormente en diversos fines, inclusive retenida para su control, con el objeto de reducir los daños que causa su abundancia.

El esgurrentimiento, se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca.

- El escurrimiento (gasto) de un cauce, normalmente se mide en las tres formas siguientes:
- En unidades de gasto, volumen en la unidad de tiempo. (m^3/s) o ($Hm^3/año$).
- En unidades de gasto unitario, ($m^3/seg. /km^2$) o ($Hm^3/km^2/año$).
- En lámina equivalente sobre la cuenca, en $mm/día$, mm/mes o $mm/año$. El escurrimiento total proveniente de una cuenca típica heterogénea tiene cuatro componentes: **Cahuana – Yugar (2009)**.

- Precipitación en los cauces (Lluvia que cae sobre la superficie libre de agua)
- Escurrimiento superficial (flujo sobre el terreno),
- Escurrimiento hipodérmico (escurrimiento subsuperficial)
- Escurrimiento subterráneo.

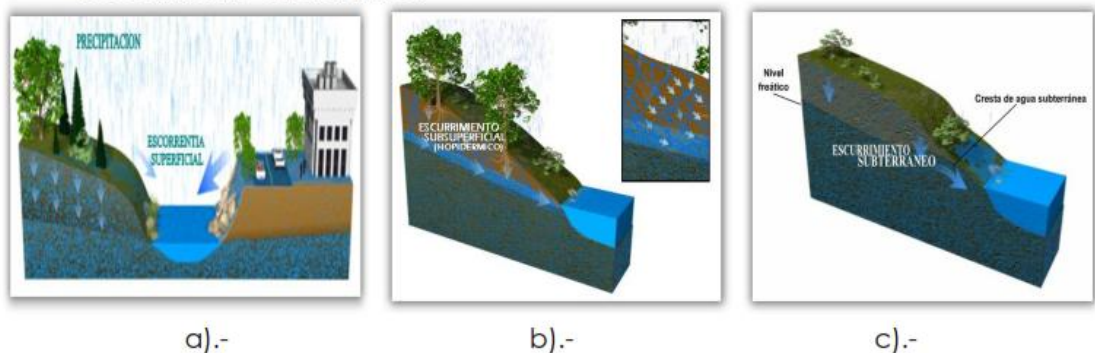


Figura 4: Componentes de escurrimiento
Fuente: Cahuana – Yugar (2009).

a. Escurrimiento superficial

Flujo sobre el terreno que proviene de la precipitación no infiltrada (precipitación en exceso, h_p) y que escurre sobre la superficie del suelo y después por los cauces (Figura 8a). **Cahuana – Yugar (2009)**.

b. Escurrimiento Subsuperficial o hipodérmico

Escurrimiento subsuperficial o hipodérmico es aquél que luego de infiltrarse una determinada cantidad en el perfil del suelo, se manifiesta escurriendo en la primera capa del suelo, y en algunos casos, vuelve a aparecer en superficie, sumándose al superficial. El escurrimiento tiene una velocidad de conducción lento (Figura 8b). **Cahuana – Yugar (2009)**.

c. Esgurrimiento subterráneo

Es aquel que proviene del agua subterránea, la cual es recargada por la parte de la precipitación que se infiltra, una vez que el suelo se ha saturado (Figura 8c). El escurrimiento subterráneo y la parte retardada del escurrimiento subsuperficial constituyen el escurrimiento base de los ríos. **Cahuana – Yugar (2009).**

d. Clasificación del Esgurrimiento

Con base en la forma en que contribuyen al escurrimiento total, el escurrimiento, se clasifica en escurrimiento directo, (cuando su efecto es inmediato), y escurrimiento base (cuando su efecto es retardado). **Cahuana – Yugar (2009).**

a. Esgurrimiento directo

El escurrimiento directo está integrado por la precipitación en los cauces, flujo sobre el terreno y escurrimiento subsuperficial. **Cahuana – Yugar (2009).**

b. Esgurrimiento base

El escurrimiento base, está constituido por el escurrimiento subterráneo y el escurrimiento subsuperficial de lento drenaje. **Cahuana – Yugar (2009).**

Lo anterior se ilustra en la siguiente imagen:

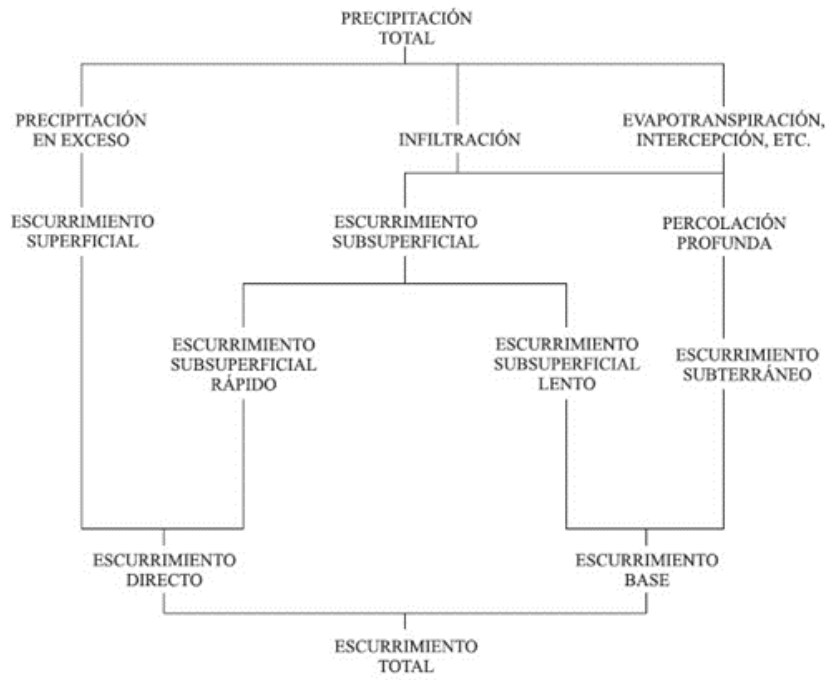


Figura 5: Componentes de escurrimiento
Fuente: Cahuana – Yugar (2009).

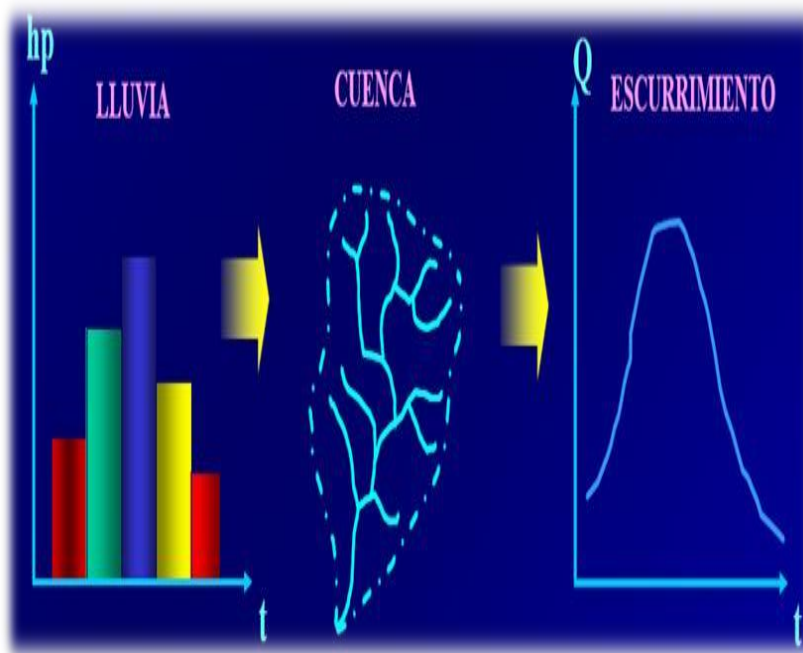


Figura 6: Componentes de escurrimiento
Fuente: Cahuana – Yugar (2009).

c. Volumen de agua Aprovechable

El volumen de agua aprovechable de una cuenca depende del caudal de escorrentía total en algún punto emisor de interés, y es generalmente usado en agricultura, pecuaria, consumo humano, energético e industrial. Cuando se trata de proyectos ubicados aguas abajo del punto emisor, y no se conoce el registro hidrométrico en dicho punto, los caudales medios mensuales se estiman con algún modelo hidrológico, conociendo la precipitación media e información climática, así como los parámetros geomorfológicos de la cuenca en cuestión.

Para estimar el caudal medio mensual de acuerdo al uso, se necesita una serie histórica de caudales medios mensuales, de por lo menos 30 años, con los cuales se halla los caudales mensuales, de Enero a Diciembre, para diferentes persistencias, aplicando mínimos cuadrados ó una distribución teórica de frecuencias (Normal, Log Normal, Gamma, etc.). Una curva de persistencia o curva de caudales clasificados indica el porcentaje del tiempo durante el cual los caudales han sido igualados o excedidos.

Conocido el volumen de agua aprovechable se lo distribuye en uso actual de terceros y el caudal ecológico; el remanente puede ser utilizado en nuevos proyectos.

Los niveles de persistencia según el uso del agua y período estacional se indican en la siguiente tabla. **Huamán V. (2017).**

Tabla 3. Niveles de persistencia de acuerdo al uso del agua y al período estacional

Nivel de persistencia (%)	Uso del agua o período estacional
75.0	Agrícola y pecuario
80.0	Consumo humano
85.0 – 95.0	Industrial
95.0	Hidrogenaría
15.0	Período húmedo
50.0	Período normal
85.0	Período seco

Fuente: Huamán V. (2017).

Si el proyecto contempla dos ó más tipos de uso del agua, la persistencia para el cálculo de los caudales es el de mayor nivel de persistencia. Por ejemplo, si el agua se utiliza para riego y consumo poblacional la persistencia para estimar los caudales será de 80.0%.

El volumen de agua mensual se obtiene multiplicando el caudal por el tiempo del mes considerado, uniformizando las unidades del sistema utilizado.

CICLO HIDROLOGICO

a. Definición

El ciclo hidrológico es un fenómeno global de circulación del agua entre la superficie terrestre y la atmósfera, provocado fundamentalmente por la energía solar y la energía gravitacional.

El ciclo hidrológico es el conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.).

El ciclo hidrológico (Fig.8) no es nada regular. Una muestra de ello son los periodos de sequías y de inundaciones, que ocurren.

Se puede suponer que el ciclo hidrológico se inicia con la evaporación del agua en los océanos, el vapor de agua es transportado por el viento hacia los continentes. Bajo condiciones meteorológicas adecuadas, el vapor de agua se condensa para formar nubes, las cuales dan origen a las precipitaciones. No toda la precipitación llega al terreno, ya que una parte se evapora durante la caída y otra es retenida (intercepción) por la vegetación o los edificios, carreteras, etc. Y poco después, es devuelta a la atmósfera por medio de evaporación. Otra parte es retenida en huecos e irregularidades del terreno (almacenamiento en depresiones).

Otra parte del agua que llega al suelo circula sobre la superficie (lluvia en exceso) y se concentra en pequeños surcos que luego se combinan en arroyos, los cuales desembocan en ríos (escurrimiento superficial), dichas aguas son conducidas a embalses, lagos u océanos, desde donde se evapora o infiltra en el terreno.

Si el agua infiltrada es abundante, una parte desciende hasta recargar el agua subterránea, cuando es escasa, el agua queda retenida como humedad del suelo en la zona no saturada, de donde vuelve a la atmósfera por evaporación o evapotranspiración.

Por efecto de la gravedad, el agua percola hacia estratos más profundos, recargando las napas freáticas y/o confinadas, las cuales aportan flujo hacia las zonas de descarga en ríos, pantanos o vertientes.

En el ciclo hidrológico, la velocidad del agua no es constante, sino, errática tanto espacial como temporalmente. Por otra parte, la calidad del agua cambia en cada fase del ciclo, siendo éste, el gran desalinizador de la naturaleza.

El agua dulce es muy escasa y la más importante para el ser humano, en el Cuadro 1 se muestra la cantidad de agua estimada en el mundo y su distribución porcentual tanto de agua dulce como de agua salada. **Córdova. M. (2016).**

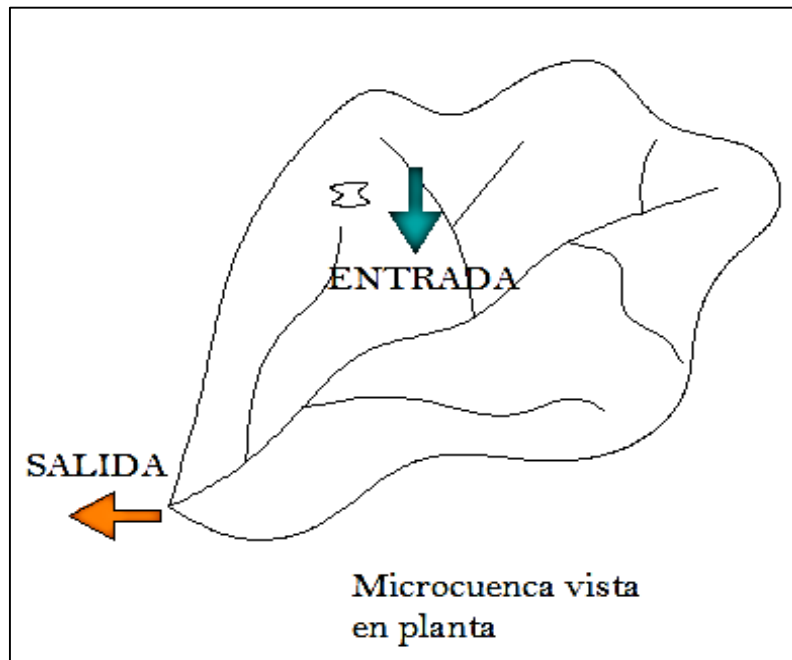


Figura 7: Representación esquemática general del balance en una cuenca
Fuente: Córdova. M. (2016).

Tabla 4: Tasas de Movimiento y Distribución Porcentual del agua en la Tierra

Agua		Área (106 km ²)	Volumen (Km ³)	Porcentaje (%)		Tasas de cambio Kiely (1999)
				Agua total	Agua dulce	
Océanos		361.3	1.338.000.000	96.5	-	3.000- 30.000 años
Agua subterránea	Dulce	134.8	10.530.000	0.76	30.1	Días a 1.000 años
	Salada	134.8	12.870.00	0.93	-	
Humedad del suelo		82.0	16.5	0.0012	0.05	2-52 semanas
Hielo polar		16.0	24.023.500	1.7	68.6	1-16.000 años
Hielo no polar y nieve		0.3	340.600	0.025	1.0	
Lagos	Dulces	1.2	91.000	0.007	0.26	1-100 años
	Salinos	0.8	85.400	0.006	-	10-1.000 años
Pantanos		2.7	11.470	0.0008	0.03	
Ríos		148.8	2.120	0.0002	0.006	10-30 días
Agua biológica		510.0	1.120	0.0001	0.003	7 días
Agua atmosférica		510.0	12.900	0.001	0.04	8-10 días
Agua total		510.0	1.385.984.610	100	-	2.800 años
Agua dulce		148.8	35.029.210	2.5	100	

Como define (Campos, 1998, p1-4). En todo ciclo cerrado, el principio fundamental indica que la masa no se destruye ni se crea, tal es el caso en el ciclo hidrológico.

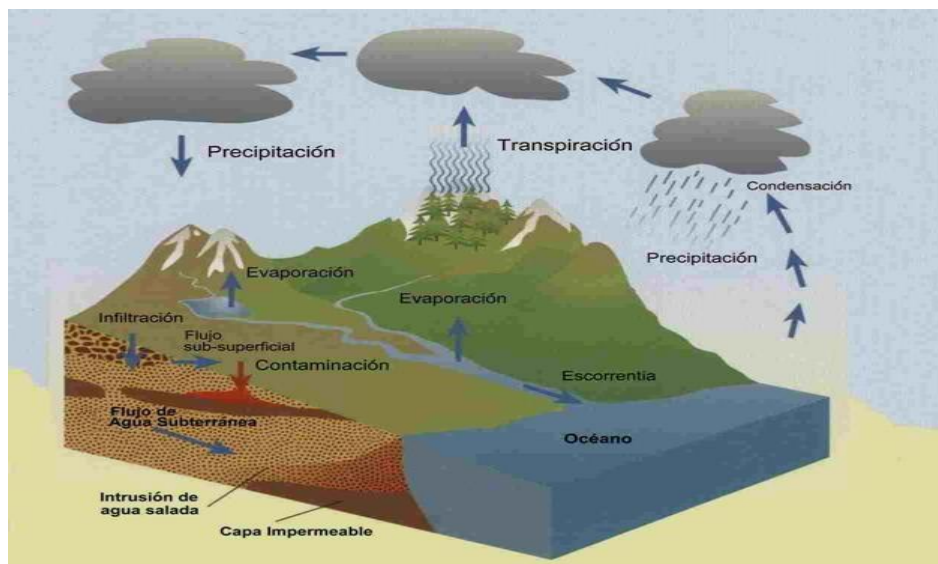


Figura 8: Ciclo Hidrológico
Fuente: Córdova. M. (2016).

TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTOLÓGICA

Medición de la Precipitación

La precipitación se mide en términos de la altura de lámina de agua (hp), y se expresa comúnmente en milímetros. Esta altura de lámina de agua, indica la altura del agua que se acumularía en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó.

Los aparatos de medición, se clasifican de acuerdo con el registro de las precipitaciones, en pluviómetros y fluviógrafos.

Completación de Datos Faltantes

Muchas veces las estaciones pueden dejar de registrar información en algunos periodos de tiempo, debido a fallas en los instrumentos o por ausencia del observador. Esta información dejada de registrar puede ser indispensable para el análisis de fenómenos que involucren la precipitación, por tanto, se han desarrollado algunos métodos sencillos para la estimación de la información pluviométrica faltante. Para ello se utilizan los datos de las estaciones que si tienen los datos de los registros completos (“estaciones índices”), y se seleccionan de modo que estén lo más cerca posible y sean de altitud parecida a la estación en estudio.

Los procedimientos para efectuar la completación y extensión de datos hidrometeorológicos se basan en la aplicación de técnicas estadísticas y matemáticas. En todos los casos, debe analizarse la confiabilidad de la técnica utilizada.

La extensión de información, es el proceso de transferencia de información desde una estación con “largo” registro histórico a otra con “corto” registro.

La completación de datos, es el proceso por el cual, se llenan “huecos” que existen en un registro de datos.

Para la completación se usa preferentemente la regresión lineal simple que puede ser correlación cruzada o auto correlación. La correlación cruzada es un cruce de información. Se emplea cuando existe información de estaciones vecinas o se cuenta con información de algunas cuencas de carácter similar a la analizada. La auto correlación, llamada también correlación seriada o serial, consiste en correlacionar datos correspondientes al registro de una misma muestra hidrológica, considerando un desfase en el tiempo o desfasaje.

En forma general, el modelo matemático más usado para transferir información hidrológica es el modelo de regresión lineal simple. **Villón M. (2001).**

○ **Ecuación de Regresión Normalizada**

Si la precipitación media anual o mensual de cualquiera de las estaciones auxiliares difiere en más de un 10 % de la medida en la estación incompleta, el dato faltante será determinado por el método de la regresión normalizada.

El dato faltante anual o mensual P será igual a:

$$P_x = \frac{1}{n} * \left[\frac{N_x}{N_1} * P_1 + \frac{N_x}{N_2} * P_2 + \dots + \frac{N_x}{N_n} * P_n \right] \quad (11)$$

Donde:

N_x= precipitación media anual o mensual en la estación incompleta. (mm)

N₁,N₂.....N_n= precipitación media anual o mensual en las estaciones auxiliares 1,2 y n, (Mm).

P_1, P_2, \dots, P_n = precipitación anual o mensual observada en las estaciones 1, 2, \dots y n para la misma fecha que la faltante, (mm).

Cuando el método es aplicado para estimar datos mensuales, los valores de N_1, N_2 y N_n corresponde al mes que se estima. **Cahuana A. y Yugar W. (2009).**

Temperatura Atmosférica

La temperatura es una consecuencia directa de la insolación y de la radiación, su determinación es fundamental para el cálculo de la evaporación. La temperatura es considerada como el factor determinante y decisivo de las diversas etapas del ciclo hidrológico y principalmente en el estudio de la evaporación. **Aliaga A. (1985).**

• **Temperatura Diaria**

- Temperatura mínima diaria: Es la más baja del día.
- Temperatura máxima diaria: Es la mayor del día.
- Temperatura media diaria: Si se utilizan los dos extremos (la máxima y la mínima del día) es la media aritmética. Si existe información continua se calcula la media aritmética de las temperaturas registradas al as 07 horas, 13 horas y 18 horas.
- Oscilación diaria: Es la diferencia de las temperaturas máxima diaria y mínima diaria. **Huamán V. (2013).**

• **Temperatura Mensual**

- Temperatura mínima media: Es la media aritmética de las temperaturas mínimas diarias del mes.
- Temperatura máxima media: Es la media aritmética de las temperaturas máximas diarias del mes.
- Temperatura media mensual: Es la media aritmética de las temperaturas medias diarias del mes.
- Oscilación media mensual: Es la media aritmética de las oscilaciones diarias
- Temperatura máxima absoluta mensual: Es la más alta observada en el mes
- Temperatura mínima absoluta mensual: Es la más baja observada en el mes

- Oscilación absoluta mensual: Es la diferencia de las temperaturas máxima absoluta y mínima absoluta. **Huamán V. (2013).**

- **Temperatura Media Anual**

- Temperatura media anual: Es la media aritmética de las temperaturas medias mensuales.

- Temperatura máxima media anual: Es la media aritmética de las temperaturas máximas de todos los meses.

- Temperatura mínima media anual: Es la media aritmética de las temperaturas mínimas de todos los meses.

- Oscilación anual: Diferencia de temperaturas medias del mes más cálido y del mes más frío. **Huamán V. (2013).**

TRATAMIENTO DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Luego de recopilada la información es necesario analizar su consistencia, procesarla y sintetizarla para convertirlo en un producto elaborado apto para el diseño. El análisis de la información está relacionado con la confiabilidad (calidad), continuidad (datos faltantes) y longitud de los registros (cantidad de años de registro). Comprende entonces el análisis de consistencia de las muestras hidrológicas, incluyendo la detección y corrección de los posibles errores sistemáticos, completación de datos faltantes y extensión de series cortas a periodos más largos; síntesis de la información en un modelo y simulación del modelo para la generación de variables probables de diseño.

Buena parte de la hidrología está basada en el análisis de series temporales que se registran en Estaciones ubicadas en ciertos puntos de la cuenca y/o cuencas vecinas, por lo que resulta importante tener la capacidad para extrapolar resultados de un punto a otro con la mayor aproximación posible. **Ortíz V. (1995).**

El procedimiento seguido para el tratamiento de datos hidrometeorológicos se presenta esquemáticamente en la figura (9) que, dentro del contexto general de un estudio se denomina fase preliminar y consiste básicamente de tres actividades

principales: (1) Análisis de consistencia de la información, (2) completación de los datos faltantes y (3) extensión de los registros.

Con la obtención de la información consistente, completa y extendida termina la fase preliminar, pudiendo a partir de este momento determinar los parámetros deseados de dichos datos desarrollando la fase aplicativa que, para la presente tesis vendría a ser la aplicación del modelo “Precipitación-Descarga” del experto Lutz Scholz.

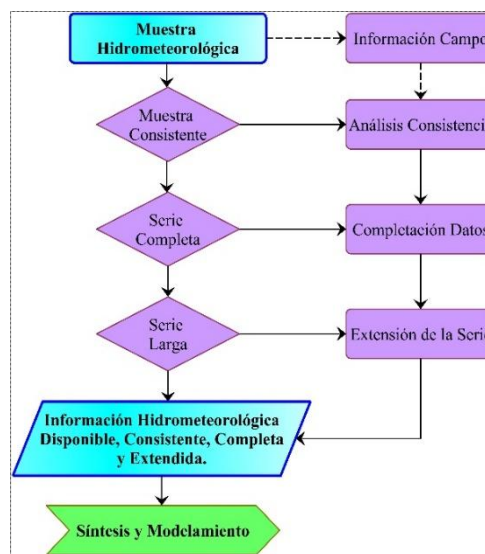


Figura 9: Flujograma para el tratamiento de la información hidrometeorológica.
Fuente: Lutz Scholz. (1980).

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

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

La no-homogeneidad e inconsistencia en series hidrológicas constituye uno de los aspectos más importantes en los estudios hidrológicos contemporáneos, pues un error significativo introducido en el análisis podría afectar o falsear los resultados. **Ortíz V. (1995).**

a. Análisis de Saltos

Definición

Se llama salto a la forma determinística transitoria, que permiten a una serie temporal pasar de un estado a otro, como respuesta a ciertos cambios propiciados por el hombre, debido al continuo desarrollo y explotación de los recursos hidráulicos en la cuenca o a cambios violentos ocurridos en la naturaleza.

Procedimiento de análisis

El procedimiento de análisis consiste en la realización de tres actividades básicas: identificación, cuantificación y corrección de saltos.

En la figura 3 se presenta el esquema simplificado para el análisis de saltos que consiste en la realización de tres actividades principales: (1) Identificación de salto, (2) Evaluación - cuantificación y (3) Corrección y/o eliminación.

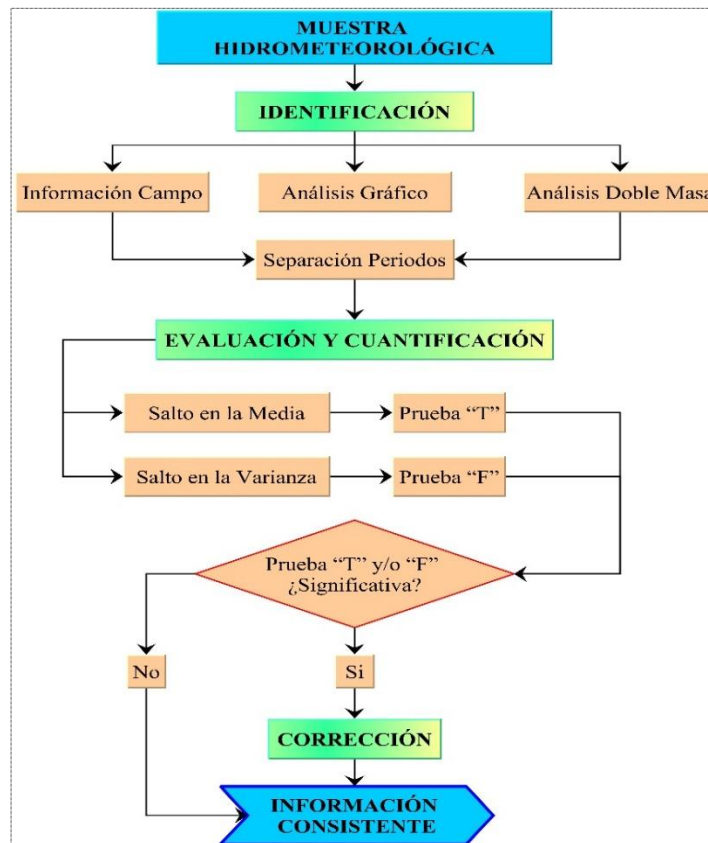


Figura 10: Flujograma para el análisis de saltos.
Fuente: Lutz Scholz. (1980).

a.1. Identificación de saltos

En esta etapa se realiza la identificación de saltos, la causa de su origen y, mediante la combinación de tres criterios: a) información de campo, b) análisis gráfico y, c) análisis de doble masa se puede determinar si el error es de tipo natural o artificial.

Análisis Gráfico

Consiste en un análisis visual de la información original; para lo cual la información hidrometeorológica se grafica en coordenadas cartesianas representando en el eje de las ordenadas el valor de la información (precipitación, descargas, etc.) y en el eje de las abscisas el tiempo cronológico respectivo (anuales, mensuales, semanales, diarios).

Este primer análisis sirve para tener una primera aproximación acerca de la bondad de los datos y separar los periodos dudosos de los confiables para tenerlos en cuenta en el análisis de doble masa y en las pruebas de consistencia.

Análisis de Doble Masa

El análisis de doble masa se realiza para la determinación de la consistencia de la información, mas no para eliminar errores, en vista de que la línea de doble masa no constituye una línea de regresión.

Esta técnica consiste en seleccionar la información de una o varias Estaciones de la cuenca, llamadas(s) Estación(es) Índice, cuyos datos se consideran confiables. Esta información sirve de comparación para el resto de Estaciones. El procedimiento es como sigue:

- Plotear, en el eje de las abscisas, el promedio de los datos anuales acumulados de la(s) Estación(es) Índice versus los datos acumulados anuales de cada Estación que se estudia, en el eje de las ordenadas.
- Los análisis gráficos y de doble masa, sirven básicamente para establecer sospechas de posibles errores y para la determinar los rangos de los periodos dudosos y confiables correspondientes a cada Estación en estudio.
- Para efecto del análisis de doble masa, los datos faltantes se pueden completar con la media mensual (si el análisis es mensual) o por interpolación mediante regresión simple o múltiple. **Villón M. (2016).**

MODELO DETERMINÍSTICO - ESTOCÁSTICO: LUTZ SCHOLZ

Según (Scholz, 1980)

a. Generalidades

Este modelo hidrológico es combinado por que cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico - Modelo Determinístico) y, una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso Markoviano - Modelo Estocástico). Fue desarrollado por el experto en hidrología Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana entre 1979 y 1980 en el marco de la Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meris II.

Determinado el hecho de la ausencia de registros de caudal en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo; los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la precipitación efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas. Los procedimientos que se han seguido en la implementación del modelo son:

- Cálculo de los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de escurrimiento promedio.
- Establecimiento de un conjunto de modelos estocásticos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en cuencas sin información hidrométrica. En base a lo anterior se realiza el cálculo de los caudales necesarios.
- Generación de caudales para un periodo extendido en el punto de captación proyectada por un cálculo combinando (la precipitación efectiva con las descargas del mes anterior por un proceso markoviano) y, calibrando el modelo integral por aforos ejecutados.

Este modelo fue implementado con fines de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier

finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad, etc.), los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana, han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

b. Ecuación del balance hídrico

La ecuación fundamental del balance hídrico mensual, expresada en mm/mes se puede describir en la forma siguiente, propuesta por Fisher:

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i \quad (12)$$

Dónde:

CM _i	: Caudal mensual.	(mm/mes)
P _i	: Precipitación mensual sobre la cuenca.	(mm/mes)
D _i	: Déficit de escurrimiento.	(mm/mes)
G _i	: Gasto de la retención de la cuenca.	(mm/mes)
A _i	: Abastecimiento de la retención.	(mm/mes)

Para la aplicación de la ecuación anterior, se parte de las siguientes consideraciones:

- Durante el año hidrológico la retención se mantiene constante pues el agua almacenada en el periodo húmedo es soltada en el periodo de estiaje, por lo tanto, el gasto y el abastecimiento son iguales ($G_i = A_i$).
- Una parte de la precipitación se pierde por evaporación por lo que la expresión (P-D) puede sustituirse por C*P, donde “C” es el coeficiente de escorrentía que puede ser medido o estimado y “P” precipitación total.

c. Precipitación sobre la cuenca

● Método de Isoyetas

En general, la altura de precipitación que cae en un sitio dado, difiere de la que cae en los alrededores, aunque sea en sitios cercanos. Para calcular la precipitación media de una tormenta o la precipitación media anual, existen tres métodos de uso generalizado, en la presente investigación se utilizará el método de Isoyetas.

Para este método, se necesita un plano de Isoyetas de la precipitación registrada, en las diversas estaciones de la zona en estudio. Las Isoyetas son curvas que unen puntos

de igual precipitación. Este método es el más exacto, pero requiere de un cierto criterio para trazar el plano de Isoyetas. Se puede decir que, si la precipitación es de tipo orográfico, las Isoyetas tenderán a seguir una configuración parecida a las curvas de nivel.

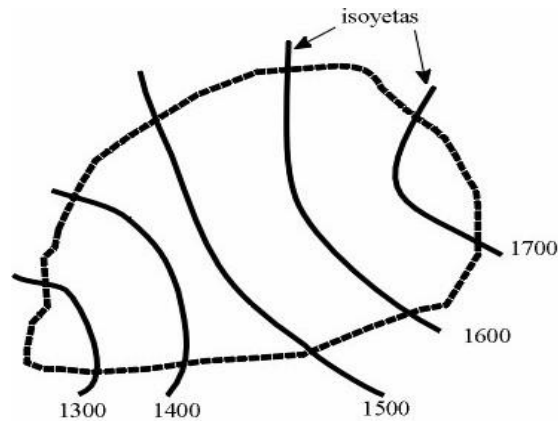


Figura 11: Isoyetas
Fuente: Villón M. (2002)

El método consiste en:

- Ubicar las estaciones dentro y fuera de la cuenca.
- Trazar las isoyetas, interpolando las alturas de precipitación entre las diversas estaciones, de modo similar a cómo se trazan las curvas de nivel.
- Hallar las áreas A_1, A_2, \dots, A_n entre cada 2 isoyetas seguidas.
- Si P_0, P_1, \dots, P_n , son las precipitaciones representadas por las isoyetas respectivas, calcular la precipitación media utilizando:

$$P_{med} = \frac{\frac{P_0 + P_1}{2} * A_1 + \dots \dots \dots \frac{P_{n-1} + P_n}{2} * A_n}{A_1 + \dots + A_n} \quad (13)$$

$$P_{med} = \frac{1}{A_T} \sum_{i=1}^n \frac{P_{i-1} + P_i}{2} * A_i \quad (14)$$

Donde:

P_{med} = precipitación media

A_T = área total de la cuenca

P_i = altura de precipitación de las isoyetas i

A_i = área parcial comprendida entre las isoyetas P_{i-1} y P_i

n = número de áreas parciales

inicio

n = número de áreas parciales

El procedimiento para el cálculo es el siguiente:

- Se unen los pluviómetros adyacentes con líneas rectas.
- Se trazan mediatrices a las líneas que unen los pluviómetros.
- Se prolongan las mediatrices hasta el límite de la cuenca.
- Se calcula el área formada por las mediatrices para cada pluviómetro

• **Coefficientes para la generación de registros de precipitación**

El registro de precipitación mensual conocido, es afectado por cada coeficiente en el mes respectivo, obteniéndose de esta forma el registro generado para la cuenca en estudio con el mismo período de información. Del registro generado se determina la precipitación media (de enero a diciembre) de todos los años (período igual al de la información).

$$CP_i = \frac{PMP_i}{PMPC_i} \quad (15)$$

Donde:

CP_i : Coeficiente para la generación de registros de precipitación del mes “i”.

PMP_i : Precipitación del mes “i” para el año promedio (mm/año).

$PMPC_i$: Precipitación del mes “i” de las Estaciones correlacionadas (mm/año).

d. Coeficiente de escorrentía

Un método para el cálculo del coeficiente “C” ha sido presentado por L. Turc. La fórmula es desarrollada sobre la base de observaciones hechas en 254 cuencas situadas en todos los climas alrededor del globo, tiene la expresión:

$$C = \frac{P - D}{P} \quad (16)$$

Donde:

- C : Coeficiente de escurrimiento.
- P : Precipitación total anual (mm/año).
- D : Déficit de escurrimiento (mm/año).

Aplicando la fórmula de Turc a las observaciones en las 19 cuencas de las cuales se dispone de registros hidrometeoro lógicos, se constata que mediante la fórmula (70) se puede calcular el déficit de escurrimiento solamente en el norte del país, en la región de Cajamarca, con una precisión satisfactoria.

$$D = \frac{P}{(0.9 + (P/L)^2)^{0.5}} \quad (17)$$

$$L = 300 + 25 * T + 0.05 * T^3 \quad (18)$$

$$T = 197 - 23.1 * \ln(H) \quad (19)$$

Donde:

- L : Coeficiente de temperatura.
- T : Temperatura media anual. (°C).
- H : Altitud media de la cuenca.

e. Precipitación efectiva

Para el cálculo de la precipitación efectiva (PE), se supone que los caudales promedio observados en la cuenca pertenecen a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calcula para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escurrimiento.

$$PE_i = C * PT_c \quad (20)$$

Donde:

PE_i : Precipitación efectiva del mes “i” (mm/año)

PT_c : Precipitación total generada. (mm/año)

C : Coeficiente de escorrentía.

f. Retención de la cuenca

Bajo la suposición de que exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las fórmulas:

$$R_i = CM_i - PE_i \quad (21)$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \quad (22)$$

Dónde:

CM_i : Caudal mensual. (mm/mes)

PE_i : Precipitación efectiva mensual. (mm/mes)

R_i : Retención de la cuenca. (mm/mes)

G_i : Gasto de la retención. (mm/mes)

A_i : Abastecimiento de la retención. (mm/mes)

Sumando todos los valores de “G” o “A” respectivamente, se halla la retención total de la cuenca durante el año promedio en la dimensión de (mm/año).

Esta ecuación se realiza básicamente para la calibración de la retención de la cuenca. En cuencas de la sierra, la retención varía de: 43 a 188 (mm/año), resultados que se indican en el volumen del modelo, asimismo muestran una uniformidad del cambio de los valores G y A durante el año para las cuencas pertenecientes a la misma región.

$$R = \frac{(C_a * AR * LA + AL * LL + AN * LN)}{AR} \quad (23)$$

Donde:

R	: Retención de la cuenca	(mm/año)
Ca	: Coeficiente	(15% - 30%)
AR	: Área de la cuenca	(Km ²)
LA	: Almacenamiento de acuíferos	(mm/año)
AL	: Área de las lagunas	(Km ²)
LL	: Almacenamiento de lagunas y pantanos	(mm/año)
AN	: Área de los nevados	(Km ²)
LN	: Almacenamiento de nevados	(mm/año)

g. Almacenamiento hídrico

El experto Lutz Scholz propone tres fuentes principales para el almacenamiento hídrico que inciden en la retención de la cuenca: acuíferos, lagunas-pantanos y nevados; para los cuales propone diferentes aportes específicos en función del área de la cuenca:

La determinación de la lámina "L" que almacena cada tipo de estos almacenes está dado por:

- **Acuíferos:**

$$LA = -750 * I + 350$$

Donde:

LA	: Almacenamiento de acuíferos	(mm/año)
LA	: (200-300 mm/año)	
I	: Pendiente del cauce principal	(I ≤ 15%)

- **Lagunas y pantanos:**

$$LL = 500 \text{ (mm/año)}$$

Donde:

LL	: Almacenamiento de lagunas y pantanos	(mm/año)
----	--	----------

- **Nevados:**

$$LN = 500 \text{ (mm/año)}$$

Donde:

LN : Almacenamiento de nevados (mm/año)

Las respectivas extensiones o áreas son determinadas de los mapas o aerofotografías. El almacenamiento a corto plazo, intercepción, no se toma en consideración estacionaria de valores mensuales, sino que ya está incluido en la precipitación efectiva.

h. Coeficiente de Agotamiento (α)

En principio, es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca; sin embargo, cuando no sea posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas para cuatro clases de cuencas:

Cuencas con agotamiento muy rápido: Debido a temperaturas elevadas ($>10^{\circ}\text{C}$) y retención que va de reducida (50 mm/año) a mediana (80 mm/año):

$$\alpha = -0.00252 * LN(AR) + 0.034 \quad (24)$$

Cuencas con agotamiento rápido: Retención entre 50 - 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna):

$$\alpha = -0.00252 * LN(AR) + 0.030 \quad (25)$$

Cuencas con agotamiento mediano: Cuya retención es alrededor de (80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados):

$$\alpha = -0.00252 * LN(AR) + 0.026 \quad (26)$$

Cuencas con agotamiento reducido: Debido a la alta retención (> 100 mm/año) y vegetación mezclada:

$$\alpha = -0.00252 * LN(AR) + 0.023 \quad (27)$$

Donde:

R : Retención de la cuenca (mm/año)

AR : Área de la cuenca (Km²)

α : Coeficiente de agotamiento por día

i. Relación de caudales del flujo base (b_0)

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$Q_t = Q_0 * e^{-\alpha(t)} \quad (28)$$

$$b_0 = e^{-\alpha(t)} \quad (29)$$

Donde:

Q_t : Descarga en el tiempo “t”

Q_0 : Descarga inicial.

b_0 : Relación entre la descarga del mes actual y del mes anterior (Q_t / Q_0)

α : Coeficiente de agotamiento

t : Tiempo (número de días del mes)

Al principio de la estación lluviosa el proceso de agotamiento de la reserva termina y parte de las lluvias más abundantes entra en los almacenes hídricos. El proceso de abastecimiento se muestra por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. Analizando los hidrogramas de la contribución de la retención a los caudales, se constata que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa y

cuando los almacenes naturales: acuíferos, lagunas-pantanos y nevados ya están recargados parcialmente, la restitución acaba poco a poco.

j. Gasto de la retención “G_i”

Es el volumen de agua que entrega la cuenca en los meses secos bajo un determinado régimen de entrega. Al régimen de entrega del gasto de la retención se le denomina: **coeficientes de agotamiento “b_i”**. El Gasto de la Retención es el aporte a la escorrentía de las aguas subterráneas en los meses de estiaje y se calcula mediante la ecuación:

$$G_i = \frac{b_0}{b_m} * R \quad (30)$$

Donde:

R : Retención de la cuenca.

b₀ : Relación entre la descarga del mes actual y del mes anterior.

b_m : Suma de factores mensuales durante la estación de estiaje ($\sum b_{oi}$).

b_{oi} : Relación entre el caudal del mes “i” y el caudal inicial (Q_i / Q₀).

El cálculo se hace para los meses de estiaje, en este caso los meses de mayo a septiembre.

k. Abastecimiento de la retención “A_i”

Es el volumen de agua que almacena la cuenca en los meses lluviosos bajo un determinado régimen de almacenamiento. Al régimen de almacenamiento del abastecimiento de la retención se le denomina: **coeficientes de abastecimiento “a_i”**.

Comparando cuencas vecinas respecto a la lámina de agua que entra en la retención de la cuenca, se puede demostrar que el abastecimiento durante la estación lluviosa es casi uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. En las regiones situadas más al norte se muestra la influencia del clima ecuatorial de transición, allí el abastecimiento empieza en el mes de octubre con 10% hasta 20%.

La contribución de los meses de noviembre y diciembre es solamente pequeña y la restitución de los almacenes hídricos tiene lugar en enero hasta marzo. Los coeficientes mensuales del almacenamiento total anual se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Coeficientes de abastecimiento durante época de lluvias.

Región	Meses del año (a _i)%						
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total
Cajamarca	25	-5	0	20	25	35	100
Cuzco	0	5	35	40	20	0	100
Huancavelica	10	0	35	30	20	5	100
Junín	10	0	25	30	30	5	100

Fuente: (Scholz, 1980)

La lámina de agua (A_i) que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la precipitación efectiva. Se calcula mediante la ecuación:

$$A_i = a_i(\%) * R \quad (31)$$

Donde:

A_i : Abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva

a_i : Coeficiente de abastecimiento (%)

R : Retención de la cuenca (mm/año)

I. Caudal mensual para el año promedio

La lámina de agua que corresponde al caudal mensual para el año promedio se calcula según la ecuación básica siguiente del balance hídrico a partir de los componentes descritos anteriormente.

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \quad (32)$$

Dónde:

CM_i	: Caudal del mes “i”	(mm/mes)
PE_i	: Precipitación Efectiva del mes “i”	(mm/mes)
G_i	: Gasto de la retención del mes “i”	(mm/mes)
A_i	: Abastecimiento de la retención del mes “i”	(mm/mes)

m. Generación de caudales para periodos extendidos

Un método apropiado para la generación de caudales para periodos extendidos, consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden (ecuación 89) con una variable de impulso, que vendría a ser la precipitación efectiva (ecuación 90)

Ecuación general del modelo markoviano:

$$Q_t = f(Q_{t-1}) \quad (33)$$

La variable de impulso considerada la precipitación efectiva:

$$Q = g(PE_t) \quad (34)$$

Con la finalidad de aumentar el rango de los valores generados y obtener una aproximación cercana a la realidad, se utiliza, además, una variable aleatoria.

$$Z = (S) * \sqrt{(1 - r^2)} * z \quad (35)$$

Finalmente, la ecuación integral para la generación de caudales mensuales combinando los componentes citados, se escribe a continuación:

$$Q_t = B_1 + B_2 * Q_{t-1} + B_3 * PE_t + (S) * \sqrt{(1 - r^2)} * z \quad (36)$$

Donde:

- Q_t : Caudal del mes “t”.
- Q_{t-1} : Caudal del mes anterior.
- PE_t : Precipitación efectiva del mes “t”.
- B_1 : Factor constante o caudal básico.
- $B_{2,3}$: Parámetros del modelo para el año promedio.
- S : Desviación estándar de los residuos.
- r : Coeficiente de correlación múltiple.
- z : Número aleatorio normalmente distribuido (0,1) del año “t”.

El proceso de generación requiere de un valor inicial (Q_{t-1}), el cual puede ser obtenido en una de las siguientes formas:

- Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo.
- Tomar como valor inicial el caudal promedio de cualquier mes.
- Empezar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor (Q_0), sin considerar estos valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del período generado.

La precipitación efectiva de cada mes se ha calculado según la ecuación (17), los valores de los coeficientes $B_{1,2,3}$, S , r se calculan al desarrollar la regresión múltiple con los datos de caudales mensuales para el año promedio.

Por motivos didácticos se presenta la metodología del análisis de regresión múltiple:

- **Regresión Múltiple**

Se calculan los parámetros $B_{1,2,3}$, S , r sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio, mediante el cálculo de regresión con “ Q_t ” como valor dependiente y “ Q_{t-1} , PE_t ” como valores independientes.

Ejemplo: sea “ Q_t ” los caudales generados por el modelo de Lutz Scholz para el mes “t” del año promedio, y “ PE_t ” la precipitación efectiva calculada para el mes “t” del

año promedio, entonces las series para la regresión múltiple se elabora como se muestra en la tabla adjunta:

Tabla 6: Ejemplo de series para la regresión múltiple.

Mes	Qt	Qt-1	PEt
Enero	Q1	Q12	PE1
Febrero	Q2	Q1	PE2
Marzo	Q3	Q2	PE3
Abril	Q4	Q3	PE4
Mayo	Q5	Q4	PE5
Junio	Q6	Q5	PE6
Julio	Q7	Q6	PE7
Agosto	Q8	Q7	PE8
Setiembre	Q9	Q8	PE9
Octubre	Q10	Q9	PE10
Noviembre	Q11	Q10	PE11
Diciembre	Q12	Q11	PE12

Fuente: Lutz Scholz (2002)

Las ecuaciones normales para estimar el cálculo de las variables B1,2,3, son:

$$\sum Q_t = 12B_1 + B_2 \sum Q_{t-1} + B_3 \sum PE_t \quad (37)$$

$$\sum (Q_t * Q_{t-1}) = B_1 \sum Q_{t-1} + B_2 \sum (Q_{t-1})^2 + B_3 \sum (Q_{t-1} * PE_t) \quad (38)$$

$$\sum (Q_t * PE_t) = B_1 \sum PE_t + B_2 \sum (Q_{t-1} * PE_t) + B_3 \sum (PE_t)^2 \quad (39)$$

Luego, el caudal estimado se define como : “ \hat{Q}_t ” y obtenidos los parámetros B1,2,3, se obtiene:

$$\hat{Q}_t = B_1 + B_2 * Q_{t-1} + B_3 * PE_t \quad (40)$$

$$e = Q_t - \hat{Q}_t \quad (41)$$

Los 12 valores de \hat{Q}_t se obtienen con los pares de valores de la tabla 5 y también se calculan los 12 valores del error “e”.

Donde:

Q_t : Caudales muestrales (experimentales) del mes “t”.

Q_{t-1} : Caudales muestrales (experimentales) del mes anterior.

\hat{Q}_t : Caudales estimados del mes “t”.

e : Error entre los valores muestrales y estimados.

Cálculo de la desviación estándar de los residuos:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(e^2)}{n - p}} \quad (42)$$

Luego, el coeficiente de regresión múltiple “r” se calcula:

$$r = \left[1 - \frac{S^2}{S_{Q_t}^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (43)$$

$$S_{Q_t}^2 = \frac{1}{n - 1} [\sum(Q_t^2 - n * (\bar{Q}_t)^2)] \quad (44)$$

Donde:

n : Número de grupos de la muestra (para nuestro caso 12)

p : Número de parámetros a estimar (para nuestro caso 3)

n. Restricciones del modelo

- Su uso es únicamente para el cálculo de caudales mensuales promedio.

- Los registros generados en el período de secas presentan una mayor confiabilidad que los valores generados para la época lluviosa.
- La aplicación del modelo se restringe a las cuencas en las que se ha calibrado sus parámetros (sierra peruana: Cusco, Huancavelica, Junín, Cajamarca)

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PROBABILÍSTICOS

El análisis estadístico permite representar mediante números y gráficos el comportamiento en el tiempo de una serie o conjunto de datos que resultan de un determinado evento aleatorio. En nuestro caso, el evento aleatorio son los caudales o descargas que lleva un determinado curso de agua y que han sido registrados en un período de tiempo.

Este análisis estadístico consiste en hallar la función que mejor represente el comportamiento de la variable aleatoria “ x ”, para luego asignar a cada valor “ X ” una probabilidad o periodo de ocurrencia. **Chávarri V. (2004).**

a. Prueba de bondad de ajuste

Esta prueba consiste en comparar gráfica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada, se ajusta a una determinada función de probabilidades teórica seleccionada a priori, con los parámetros estimados con base en los valores muestrales. Las pruebas estadísticas, tienen por objeto, medir la certidumbre que se obtiene al hacer una hipótesis estadística sobre una población, es decir, calificar el hecho de suponer que una variable aleatoria, se distribuya según una cierta función de probabilidades. **Villón M. (2012).**

b. Prueba Smirnov – Kolmogorov

La prueba de Smirnov Kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes, entre la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta del modelo, es decir:

$$\Delta = \text{máx} |F(x) - P(x)| \quad (45)$$

Donde:

- Δ : Estadístico de Smirnov – Kolmogorov.
- $F(x)$: Probabilidad de la distribución teórica.
- $P(x)$: Probabilidad experimental o empírica de los datos, denominada también frecuencia acumulada.

Esta prueba se utiliza para contrastar la hipótesis acerca de la distribución de la población, de la cual se extrae una variable aleatoria. Las hipótesis a contrastar son:

- H_0 : Los datos analizados siguen una distribución Normal.
- H_1 : Los datos analizados no siguen una distribución Normal.

Por tanto, el criterio para la toma de la decisión entre las dos hipótesis será de la forma:

$$P(\Delta \geq \Delta_o) = \alpha \leftrightarrow \text{Aceptar } H_1 \quad (46)$$

$$P(\Delta < \Delta_o) = 1 - \alpha \leftrightarrow \text{Aceptar } H_o \quad (47)$$

El estadístico “ Δ ” tiene su función de distribución de probabilidades y “ Δ_o ” es un valor crítico para un nivel de significación α . A su vez, el valor de “ Δ_o ” depende del tipo de distribución a probar y se encuentra tabulado:

Tabla 7: Valores críticos de “Δo”

TAMAÑO MUESTRAL N	NIVEL DE SIGNIFICACION α				
	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.828
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.733
5	0.446	0.474	0.510	0.565	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.410	0.490
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.392
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.381
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.371
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.363
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.356
25	0.21	0.22	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.20	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.19	0.21	0.23	0.27
N > 35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

Fuente: Villón M. (2002).

La tabla 7 muestra los valores críticos de “Δo” del estadístico del Smirnov – Kolmogorov “Δ”, para valores de (N > 35) y diferentes niveles de significación. El procedimiento para efectuar el ajuste, mediante el estadístico del Smirnov – Kolmogorov, es el siguiente:

Calcular la probabilidad empírica o experimental P(x) de los datos cuyos valores han sido ordenados en forma creciente, para esto se usa la fórmula de Weibull:

$$P(x) = \frac{M}{N + 1} \quad (48)$$

Donde:

- P(x) : Probabilidad experimental de los datos (frecuencia acumulada)
- N : Número de datos.
- M : Número de orden.

Calcular la probabilidad teórica $F(x)$: Usar la ecuación de la función acumulada $F(x)$, o tablas elaboradas para tal fin.

Calcular la diferencia: $P(x) - F(x)$, para todos los valores de “x”.

Seleccionar la máxima diferencia: “ Δ_{\max} ”:

$$z\Delta_{\max} = \text{máx } |F(x) - P(x)| \quad (49)$$

Calcular el valor crítico del estadístico “ Δ ”, es decir “ Δ_o ”, para un $\alpha = 5\%$ y $N = \text{número de datos}$. Los valores de “ Δ_o ”, se muestran en la tabla 6.

Comparar el valor del estadístico “ Δ_{\max} ”, con el valor crítico “ Δ_o ”, de la tabla 7, con los siguientes criterios de decisión, deducidos de la ecuación (50): **Villón M. (2002)**.

$$\Delta < \Delta_o \Rightarrow \text{El ajuste es bueno} \quad (50)$$

$$\Delta \geq \Delta_o \Rightarrow \text{El ajuste no es bueno} \quad (51)$$

Utilidad

Después de ajustar una cierta distribución de probabilidades a un registro de precipitación total anual o descarga media anual, ésta se utiliza para obtener la probabilidad de tener lluvias anuales o descargas medias anuales menores que un cierto valor previamente seleccionado y también valores mayores que otra determinada magnitud. Tales determinaciones son valiosas para el diseño de sistemas hidráulicos como por ejemplo en proyectos de irrigación. **Chávarri V. (2004)**.

Persistencia de descargas

La persistencia de un caudal se refiere a las probabilidades de un determinado caudal de ser igualado o superado. La persistencia mensual, indica el número de veces que

una determinada descarga, de un mes dado, es igualada o superada durante el período de registro.

Este número de veces puede convertirse en probabilidades de ocurrencia, expresando así la persistencia en estos términos. Para determinar la frecuencia o probabilidad de ocurrencia se hace con la fórmula de Weibull; de la ecuación (52) se deduce que:

$$m = f (N + 1) \quad (52)$$

Donde:

f : Frecuencia o probabilidad de ocurrencia.

N : Número de datos.

m : Número de orden.

Los registros de precipitación de un determinado mes o época son bastante susceptibles de análisis probabilístico, semejante al descrito para las lluvias anuales, sin embargo, en este caso interesa por lo general construir gráficas que indiquen las lluvias mensuales para determinadas probabilidades de ocurrencia, por ejemplo, para 50%, 75%, 80%, 90%, y 95%.

Es así que, para proyectos de irrigación, se utilizan valores de precipitación con probabilidad de ocurrencia o persistencia correspondiente al 75% y para proyectos hidroenergéticos, se utiliza el 95%.

A continuación, se muestra los niveles de persistencia para diferentes usos:

Tabla 8: Niveles de persistencia.

Oferta Hídrica	
Uso	Nivel Persistencia
Agrícola – Pecuario	75%
Doméstico – Poblacional	80%
Industrial	90%
Hidroenergético	95%

Fuente: Huamán V. (2017)

MEDICIÓN DEL ESCURRIMIENTO

La hidrometría, es la rama de la hidrología que estudia la medición del escurrimiento. Para este mismo fin es usual emplear otro término denominado aforo. Aforar una corriente, significa determinar a través de mediciones, el caudal que pasa por una sección dada y en un momento dado.

Existen diversos métodos para determinar el caudal de una corriente de agua, cada uno aplicable a diversas condiciones, según el tamaño de la corriente o según la precisión con que se requieran los valores obtenidos. Los métodos más utilizados son: método del flotador, método volumétrico, método del correntómetro o molinete, método de la trayectoria. **Villón M. (2002).**

Método del Tubo de Pitop

Generalidades

En algunos casos de conducción de agua esta circula con velocidades muy diferentes en los diversos puntos de una sección debido al rozamiento con las paredes, de condiciones de rugosidad muy variables, como sucede en los canales o en los ríos y entonces, para averiguar las condiciones de circulación se emplea un medidor de velocidad que se llama Tubo de Pitot.

Es un tubo vertical en su mayor parte y horizontal en un extremo, el que se sumerge al apearar; está abierto en ambas extremidades.

Si el agua estuviera en reposo, penetraría al tubo hasta alcanzar en el interior un nivel igual al de la superficie fuera del tubo, pero cuando hay circulación, el agua al penetrar al tubo sube hasta un nivel mayor que el nivel exterior.

Se observa que, a mayor velocidad de circulación del líquido, mayor es la altura h que alcanza el agua en el interior del tubo, entonces la velocidad podrá conocerse midiendo h .

Para estudiar la relación que hay entre estas magnitudes, velocidad y altura del agua en el tubo, supondremos dos puntos: uno A dentro del tubo y otro B fuera; podemos considerar que la partícula de agua en B al pasar a A pierde toda su energía de

velocidad para convertirla en energía de presión, que es justamente la debida a la columna del líquido h. Aplicando el teorema de Bernoulli entre A y B, tenemos:

$$V_b = \sqrt{2gh} \quad (53)$$

Para obtener las curvas de igual velocidad en la sección de una corriente, se hacen exploraciones determinando la velocidad en diferentes puntos, a diferentes profundidades, observando la altura h en el tubo Pitot y la profundidad de la boca con un estadal, marcando con una X en el dibujo de la sección transversal los diferentes puntos de observación e interpolando, se obtienen los puntos de igual velocidad, que unidos por medio de una línea continua, muestran las curvas en cuestión.

Cálculo del caudal (Q)

Con la ayuda de un planímetro se determinan las áreas de las zonas de igual velocidad, que multiplicadas por la velocidad correspondiente y sumando se obtiene el gasto en la corriente.

Se calcula la velocidad media (V_m) de la corriente y el área de la sección transversal (A), luego con estos valores, se calcula el caudal con la fórmula siguiente:

$$Q = V_m * A \quad (54)$$

Donde:

- A : Área de la sección, en metros cuadrados. (m^2)
- V_m : Velocidad media del agua. (m/s)
- Q : Caudal de agua. (m^3/s)

TEST ESTADÍSTICOS

Para determinar la calidad de la coincidencia de los caudales generados con los observados, se desarrolla la comparación de los promedios y desviaciones tipo de los valores históricos y los generados.

a. RESTRICCIONES DEL MODELO

El modelo presenta ciertas restricciones de uso o aplicación tales como:

El uso de los modelos parciales, únicamente dentro del rango de calibración establecido.

Su uso es únicamente para el cálculo de caudales mensuales promedio.

- Los registros generados en el período de secas presentan una mayor confiabilidad que los valores generados para la época lluviosa.
- La aplicación del modelo se restringe a las cuencas en las que se ha calibrado sus parámetros (sierra peruana: Cusco, Huancavelica, Junín, Cajamarca)

Es importante tener en cuenta las mencionadas restricciones a fin de garantizar una buena performance del modelo. **Lutz Scholz, (1980).**

CAPITULO III

III. METODOLOGÍA

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El río Mashcón está ubicado en el norte del Perú en la región Cajamarca, Provincia de Cajamarca, está situada en la parte norte del territorio peruano y forma parte de la vertiente del Atlántico, su ubicación geográfica, demarcación hidrográfica, demarcación política y ubicación referencial es la siguiente:

El presente trabajo abarca un área de estudio de 159.448 Km². Este recurso hídrico tiene origen en el cerro Quilish, entre sus principales tributarios tenemos los ríos Quilish, Porcón, Ronquillo por la margen derecha, la Quebrada Encajón por la margen izquierda.

Ubicación Geográfica

WGS84 Zona 17 Sur:

Coord. UTM Norte : 9'228,128 m – 9'201,234 m.

Coord. UTM Este : 781,403 m – 762,185 m.

Latitud Sur : 82°39'37" - 82°29'21".

Longitud Oeste : 60°51'49" - 62°43'58".

Demarcación Política:

Políticamente la microcuenca se encuentra en:

Departamento : Cajamarca.

Provincia : Cajamarca

Distrito : Cajamarca

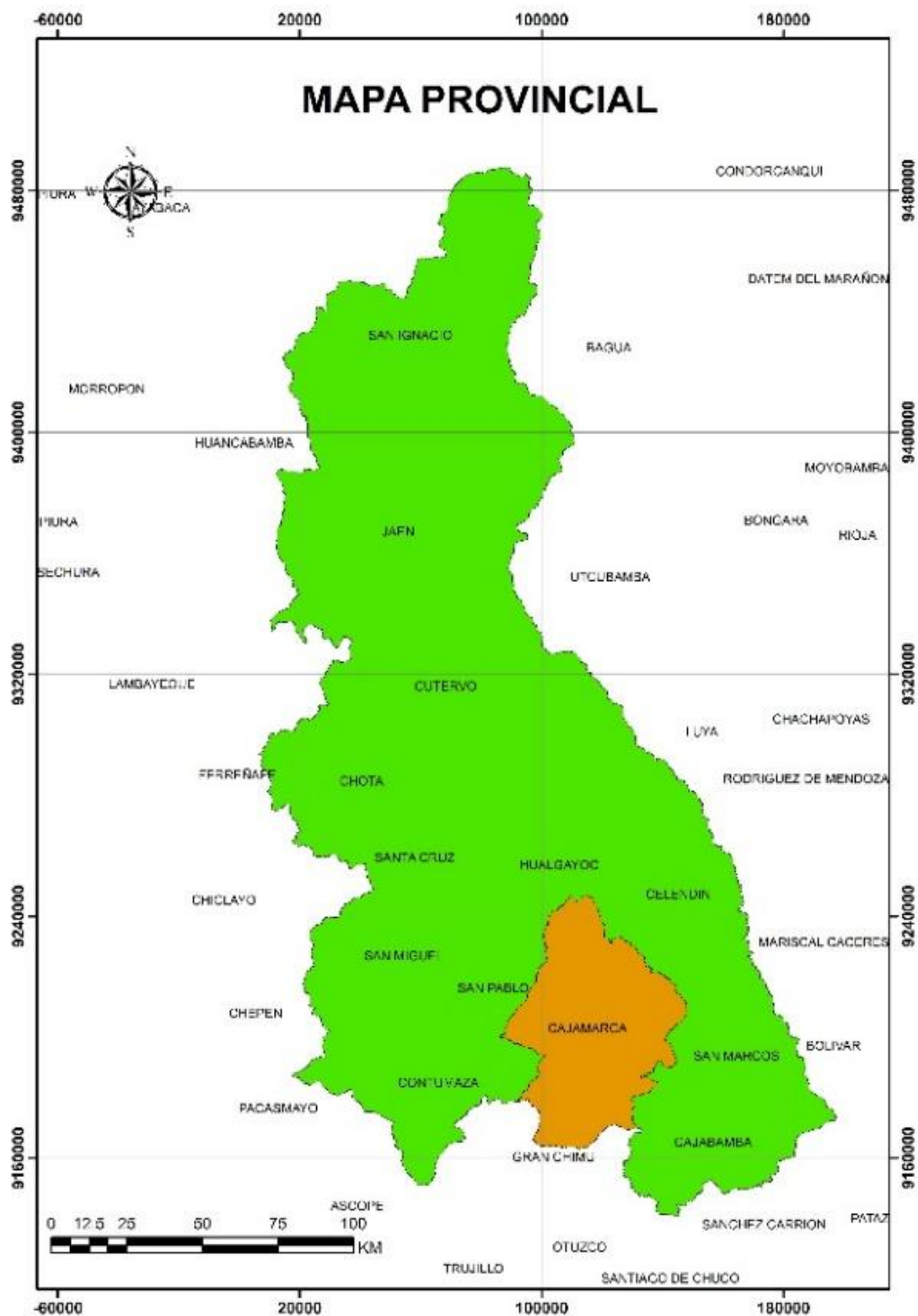


Figura 13: Ubicación provincial
Fuente: Elaboración propia

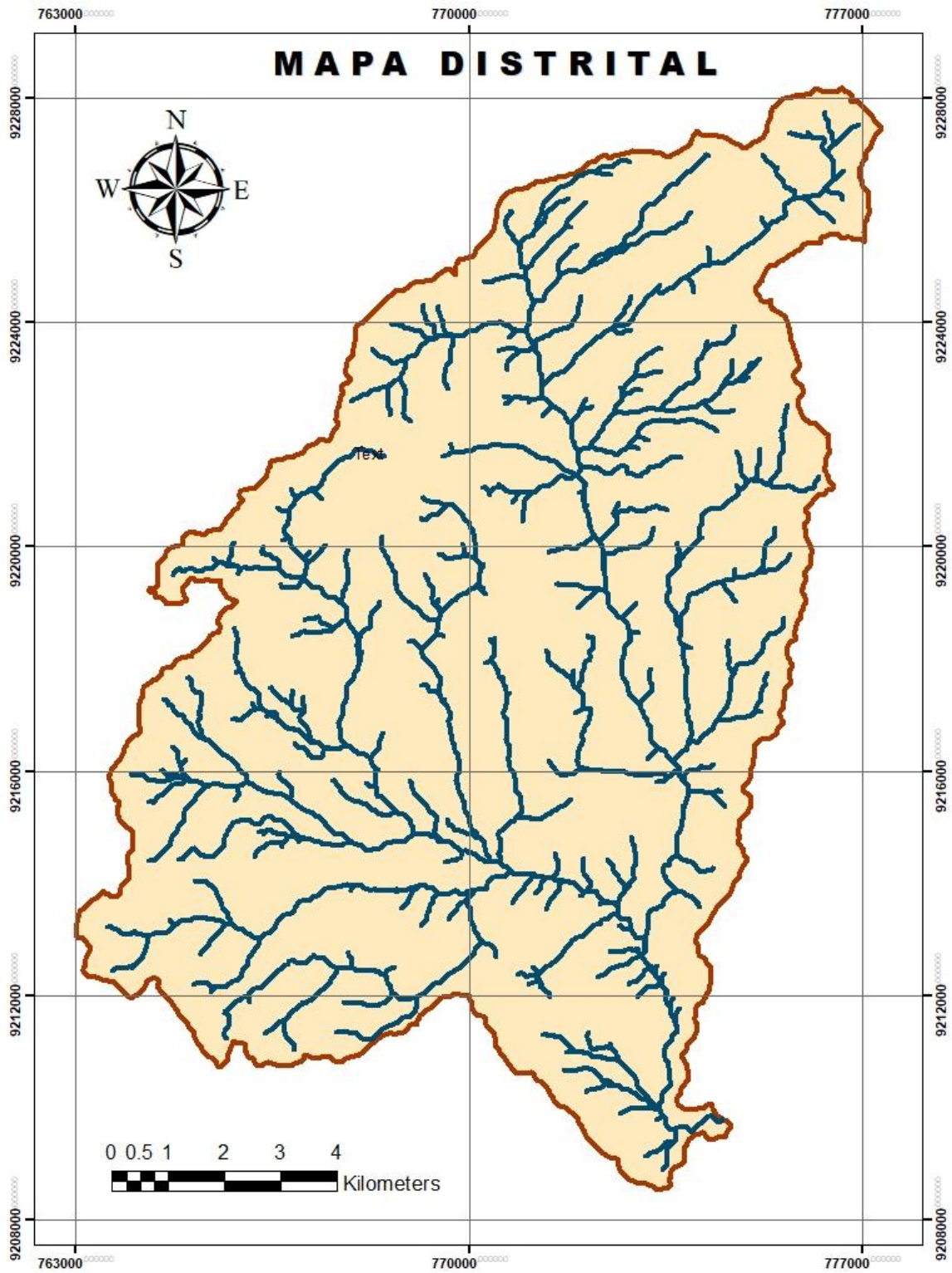


Figura 14: Ubicación Distrital
Fuente: Elaboración propia

Demarcación Hidrográfica:

El Río Mashcón pertenece sucesivamente a la Región Hidrográfica del Amazonas, a la intercuenca del Alto Amazonas, a la cuenca del Río Marañón. El Río Mashcón confluye en un punto cercano a la ciudad de Cajamarca, aguas abajo, del cual recibe el nombre del Río Cajamarquino ver figura (37,38).

Tiene como límites:

Por el Norte	: Río Porcón
Por el Sur	: Río Chonta.
Por el Este	: Río Azufre y la Quebrada Linderos
Por el Oeste	: Río Urubamba.

La Captación Huacaríz está ubicada de acuerdo a las siguientes coordenadas UTM: Norte: 9209812; Este: 774656. Ver figura (36). Deriva agua con un caudal promedio de 0.41m³/s es una estructura convencional de concreto, que presenta erosión, dos bloques de concreto ver figura (38), que anteriormente funcionaban como soporte para un puente y mucha contaminación debido a que los pobladores de la zona como se aprecia en las imágenes botan abundante basura.

El punto de aforo está ubicado a unos 100m aguas arriba aproximadamente, con coordenadas UTM Norte: 9209758; Este: 0774591, ver figura (36), con un ancho de río de 5.949 m ver figura (37).

3.2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Equipos

- Tubo de Pitop
- GPS
- Laptop
- Cronómetro
- Cámara fotográfica
- Disco duro

Materiales y Equipo de gabinete

- Materiales de escritorio (Papel bond, folder manilo, lapicero, marcador, etc).
- Estaciones meteorológicas.

- Libros.
- Modelos digitales, Fotografías satelitales y cartas geográficas.
- Materiales de Campo: Libreta de Campo, Wincha.
- Vestuario de protección (poncho impermeable, botas de jebe, guantes, arnés de seguridad).
- Argis 10.5, AutoCAD 2017, para la digitalización de planos.

3.3. TRATAMIENTO DIGITAL

Para realizar el tratamiento digital se realiza los siguientes pasos:

Utilizando un MDT de ASTER GDEM (Modelo Digital Raster de una resolución de 12.5 m), proporcionados por ASTER GDEM, que es un proyecto desarrollado por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI) y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), con la finalidad de construir con Modelo de Elevación Digital de toda la superficie terrestre, liberado por medio de imágenes DEM después de haber sido validada su información.

Los mapas de redes hidrográficas y meteorológicas fueron elaborados en función de los MDT. La delimitación de la cuenca Mahscón se realizó basándose en el principio de la red de flujo, la cual considera que la línea divisoria de aguas es teóricamente una línea neutral de flujo.

Procesamiento de la información digital y estimación de los parámetros geomorfológicos, basados en el principio de la red de flujo, se delimitará la cuenca basándose en la línea divisoria de aguas (línea neutral de flujo) y se calculará (área, perímetro, altitud media, categorización de la red hidrográfica, etc.), estimación de la pendiente de la microcuenca usando el criterio de Alvort, estimación de la altitud media sobre el nivel del mar, jerarquización de la red hidrográfica siguiendo el criterio de Alvort, etc. Se utilizó como herramientas para este proceso los softwares ArcGIS 10.5 y el HidroCALC V.d.1.0.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Recopilación de la información meteorológica

En la cuenca del río “Mahscón” existen alrededor de diez (10) estaciones meteorológicas, las mismas que fueron instaladas por instituciones tales como: Senamhi, Minera Yanacocha y la Administración Nacional del Agua. (Ver tabla 9).

La característica principal de estas estaciones a utilizar es la ubicación, sus coordenadas, entre otros, se detallan en la tabla (10), sin embargo, cabe mencionar que el punto más bajo de registro se encuentra a una altura de 2655 msnm (Estación Augusto Weberbauer) y el más alto a 4024 msnm (Estación Maqui Maqui).

El registro con que se cuenta es de precipitaciones diarias, los periodos de registro de dichas estaciones se presentan en las tablas: (11,12,13).

Tabla 9: Estaciones meteorológicas identificadas y seleccionadas:

ESTACIÓN	UBICACIÓN		ESTACIONES SELECCIONADAS
	PROVINCIA	DISTRITO	
MAQUI MAQUI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	SELECCIONADA
AUGUSTO WEBERBAUER	CAJAMARCA	CAJAMARCA	SELECCIONADA
GRANJA PORCON	CAJAMARCA	CAJAMARCA	SELECCIONADA
HUACATAZ	CAJAMARCA	CAJAMARCA	SELECCIONADA
MAGDALENA	CAJAMARCA	MAGDALENA	SELECCIONADA
NEGRITOS	CAJAMARCA	CAJAMARCA	SELECCIONADA
PORCON I	CAJAMARCA	CAJAMARCA	SELECCIONADA
CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	NO SELECCIONADA
LA QUINUA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	NO SELECCIONADA
JESÚS	CAJAMARCA	JESÚS	NO SELECCIONADA

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de la información meteorológica

El proceso de datos meteorológicos se ha realizado de forma clásica, proceso que se explica en el Capítulo II (Ítem 2.4) con una revisión bibliográfica detallada de las metodologías existentes, en la cual se presenta una secuencia de cálculos; los mismos que consideramos parte del trabajo de investigación literaria.

A continuación, explicamos el análisis estadístico:

Con la finalidad de tener datos confiables se han obviado algunas estaciones que tienen datos pocos confiables, después, de haberse realizado un análisis visual, quedando finalmente con la información meteorológica de las estaciones: Granja Porcón, Maqui Maqui, Augusto Weberbauer, Negritos, Magdalena, Porcón I y la Estación Huacataz. Ver tabla (10).

Tabla 10: Características de las estaciones metereológicas a trabajar

ESTACIONES CERCANAS Y DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN							
ESTE	NORTE	ALTITUD (m.s.n.m)	ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	UBICACIÓN	
						PROVINCIA	DISTRITO
780019	9228957	4024	MAQUI MAQUI	78°27'56.68"V	6°58'7.40"S	CAJAMARCA	CAJAMARCA
777793	9207072	2655	AUGUSTO WEBERBAUER	78° 30' W	07° 10'	CAJAMARCA	CAJAMARCA
762191	9221839	3276	GRANJA PORCON	78° 37'45"	07° 02'15"	CAJAMARCA	CAJAMARCA
779848	9216276	3130	HUACATAZ	78° 28' W	07° 05' S	CAJAMARCA	CAJAMARCA
750485	9197487	1249	MAGDALENA	786416 W	7.1633 S	CAJAMARCA	MAGDALENA
772555	9236570	3560	NEGRITOS	78° 32' 1" W	6° 54' 1" S	CAJAMARCA	CAJAMARCA
771185	9214146	3510	PORCON I	78° 32' 41.8"W	07° 06' 10.8" S	CAJAMARCA	CAJAMARCA

Fuente: Elaboración propia

La distribución espacial de las siete estaciones utilizadas en la presente investigación se muestra en la (figura 24).

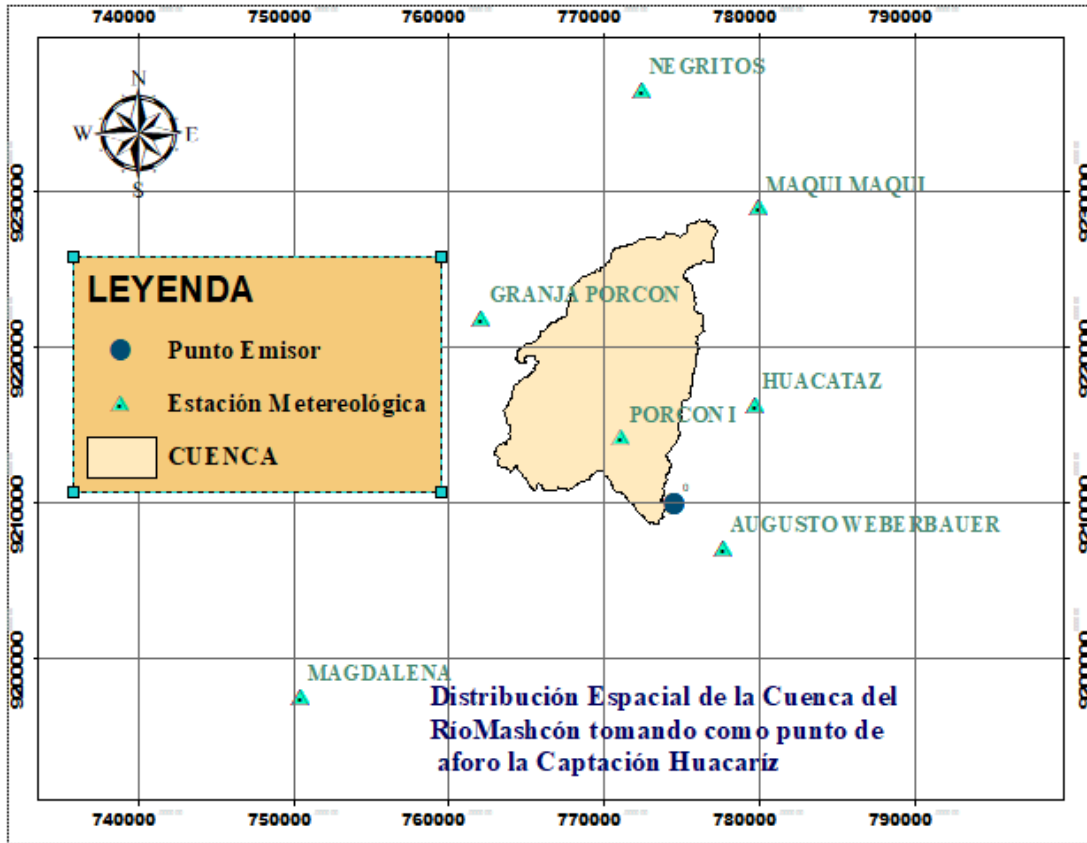


Figura 15: Distribución espacial de las estaciones meteorológicas utilizadas.
Fuente: Elaboración propia

El registro de precipitaciones de las estaciones base se muestran en las tablas (11,12,13) y el registro de precipitaciones de las estaciones incompletas se muestran en las tablas (14,15,16,17).

**Tabla 11: Periodo de registro de la estación AUGUSTO WEBERBAUER
(Estación Base):**

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA A. WEBERBAUER												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	58.0	81.0	67.7	26.6	14.9	1.6	1.6	16.2	50.0	66.4	54.6	70.8
1969	42.0	73.7	83.5	85.7	1.5	19.6	0.3	13.2	18.4	55.4	106.4	162.0
1970	71.0	41.8	79.9	54.5	33.8	19.9	3.2	2.5	18.2	103.0	51.4	54.1
1971	58.4	97.8	275.7	54.7	8.0	12.2	17.6	17.2	28.1	89.8	45.8	66.5
1972	55.5	67.6	113.8	76.2	18.1	4.4	3.4	20.6	29.0	31.4	66.5	50.2
1973	95.3	70.7	91.6	98.4	27.4	29.3	8.4	18.3	87.2	65.5	68.2	72.3
1974	64.1	128.2	95.2	58.5	4.6	17.3	6.5	23.6	38.7	70.5	53.9	76.4
1975	91.6	158.1	199.4	70.7	66.8	10.0	7.2	19.3	45.1	80.2	65.1	0.9
1976	130.4	62.9	81.3	55.2	43.0	23.0	0.1	4.4	12.3	32.2	71.6	44.4
1977	129.9	146.4	141.9	42.6	25.5	8.0	7.5	0.1	16.1	53.4	54.8	68.2
1978	12.7	34.4	48.5	37.0	65.6	3.9	4.4	3.8	23.8	24.4	54.0	44.8
1979	84.1	81.6	159.7	37.1	16.3	1.8	7.5	15.7	33.6	24.4	26.3	46.6
1980	34.9	42.4	65.0	29.3	6.9	15.1	3.2	5.6	2.3	130.4	111.0	106.7
1981	78.2	186.5	105.7	33.7	14.7	6.6	7.2	12.7	22.0	111.9	45.6	111.3
1982	71.7	102.9	75.7	88.7	38.2	7.8	2.1	6.6	43.9	124.8	67.3	87.4
1983	116.6	75.4	151.6	105.7	31.1	10.1	9.6	2.7	19.2	86.9	28.1	118.4
1984	24.7	233.6	123.8	80.0	69.5	25.1	23.4	18.7	36.7	68.6	97.6	104.1
1985	24.6	42.4	37.2	41.9	53.0	0.4	4.8	18.3	37.3	50.0	23.9	40.3
1986	84.4	47.7	96.8	120.2	16.2	0.6	1.2	14.6	1.2	43.6	66.2	51.8
1987	98.2	95.2	39.2	52.2	11.1	4.0	10.8	12.3	39.5	37.2	74.3	60.5
1988	109.7	105.5	44.8	95.6	10.6	5.4	0.0	32.9	69.4	65.2	63.4	73.6
1989	87.0	158.8	43.5	85.4	18.8	16.7	3.2	5.9	53.5	106.6	47.1	2.7
1990	101.8	68.5	58.3	27.4	39.8	24.6	0.8	7.1	20.1	87.6	99.1	72.3
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
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
1993	61.0	112.2	245.0	102.9	29.6	1.9	3.3	2.9	51.4	106.3	71.4	84.1
1994	116.9	103.1	170.2	144.9	29.8	11.1	5.5	9.7	31.8	69.8	60.8	65.9
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
1996	65.2	124.0	121.0	50.4	13.7	0.8	0.5	15.8	13.9	76.2	68.8	34.1
1997	63.8	152.9	26.5	40.4	17.0	15.4	0.2	0.0	27.4	50.8	111.9	129.4
1998	105.0	116.5	257.0	83.9	19.6	4.8	1.3	4.7	17.8	79.6	29.1	47.9
1999	94.8	242.7	69.5	64.4	53.7	22.8	22.1	1.2	81.4	21.7	77.0	68.5
2000	46.0	161.1	126.3	77.3	40.5	15.6	2.1	13.4	56.6	9.9	44.5	122.3
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
2002	27.0	60.8	133.1	77.2	23.0	8.8	10.7	3.4	14.6	90.3	99.9	86.1
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
2004	36.1	56.9	44.5	42.4	2.1	18.8	29.4	19.0	63.4	92.6	123.7	102.0
2005	84.9	119.3	136.0	54.0	7.2	4.5	0.6	3.5	31.2	92.3	30.0	87.8
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
2007	95.4	17.5	182.4	111.5	24.0	1.4	10.7	6.4	11.6	118.9	97.6	68.8
2008	80.2	133.3	118.4	99.1	22.7	15.4	2.3	11.7	34.7	96.5	72.2	34.4
2009	180.7	74.6	110.5	78.8	42.2	17.4	12.3	3.9	11.8	78.5	109.4	74.2
2010	49.5	112.9	154.0	88.4	17.9	4.6	2.2	1.3	1.8	28.7	23.5	59.2
2011	21.2	43.2	65.5	44.3	6.0	0.4	8.3	0.0	26.0	20.3	10.4	80.3
2012	105.5	104.9	96.1	46.3	35.8	0.7	0.0	0.0	19.1	49.2	44.9	21.2
2013	14.2	55.4	113.6	40.0	32.1	7.5	0.0	4.1	3.1	79.3	17.0	36.4
2014	57.6	35.6	95.9	35.9	29.2	5.3	1.9	3.8	28.5	26.6	45.9	116.8
2015	178.2	60.8	194.7	67.2	75.8	3.0	4.4	0.1	26.9	16.8	136.7	41.4
2016	83.3	85.3	119.0	58.5	7.0	1.6	2.1	16.1	23.4	61.7	14.5	63.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Periodo de registro de la estación GRANJA PORCÓN (Estación Base)

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA GRANJA PORCÓN												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	102.0	154.5	168.5	82.5	22.0	3.0	11.5	37.5	117.5	158.5	123.0	173.5
1969	79.5	176.5	183.0	167.5	18.5	64.0	5.5	15.0	42.0	105.0	208.0	182.5
1970	107.0	123.5	140.5	127.0	91.0	33.5	22.5	25.0	74.0	122.5	207.0	117.5
1971	140.0	130.5	476.5	153.5	117.5	65.0	72.0	37.5	76.0	220.5	163.0	166.0
1972	104.0	150.0	257.0	149.5	55.2	14.5	0.0	47.0	35.4	29.5	174.2	119.7
1973	186.3	103.0	203.0	198.3	62.0	70.6	33.9	124.4	139.4	22.0	173.9	121.3
1974	146.8	112.7	159.7	204.4	51.0	60.0	18.0	59.0	45.0	81.6	62.5	104.0
1975	108.1	23.3	175.2	224.7	61.9	32.5	3.0	53.5	16.0	117.0	91.0	20.0
1976	189.0	135.0	185.0	61.0	58.0	30.0	0.0	12.0	27.0	62.0	26.0	79.0
1977	197.0	236.0	175.0	100.5	29.5	13.5	6.5	2.0	62.5	96.5	149.5	85.0
1978	40.0	105.5	51.5	88.5	88.2	0.0	25.8	0.0	66.9	70.4	191.0	189.5
1979	108.7	144.8	370.2	61.5	54.0	10.8	34.0	40.4	117.3	48.2	27.3	108.1
1980	70.0	37.3	166.9	69.6	73.6	11.8	0.0	5.7	2.2	247.2	221.1	161.0
1981	94.1	257.3	190.0	153.1	65.6	0.0	0.0	0.0	6.5	160.6	60.3	90.8
1982	56.8	19.2	72.2	32.6	34.2	7.2	7.3	0.0	35.7	33.2	19.9	57.4
1983	28.7	16.3	20.1	11.0	3.6	4.3	9.2	6.1	3.7	21.4	25.4	77.0
1984	14.8	93.7	15.5	134.0	0.0	0.0	60.0	19.7	28.3	18.9	19.1	22.9
1985	37.0	18.3	22.7	5.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.9	0.6	0.8	0.0
1986	155.0	41.0	6.0	74.2	106.6	9.6	0.0	50.0	10.9	33.0	51.8	133.2
1987	315.7	118.5	126.5	85.3	68.6	0.0	19.5	0.0	60.5	122.7	161.6	82.0
1988	307.5	176.9	63.6	167.3	18.6	15.6	6.4	5.3	30.6	133.7	112.6	127.6
1989	188.7	216.8	85.0	89.9	18.5	0.0	0.0	0.0	46.5	77.0	51.5	0.0
1990	29.7	85.4	88.6	127.2	33.1	35.6	0.9	0.6	139.7	262.0	250.2	103.6
1991	94.7	355.5	509.6	248.6	287.0	6.3	0.0	0.0	78.7	157.6	221.5	250.1
1992	170.1	74.1	137.1	119.1	107.7	62.4	0.0	24.0	135.5	119.2	75.7	174.1
1993	147.6	190.6	374.3	437.8	102.7	19.8	0.0	18.4	82.6	137.5	206.2	452.6
1994	475.4	373.5	531.9	268.5	329.1	18.6	0.0	22.2	104.8	252.8	210.7	142.5
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
1996	198.8	407.5	312.7	141.3	59.7	49.7	0.0	20.3	48.5	232.9	80.6	58.6
1997	186.9	190.3	123.2	260.0	81.0	18.5	39.0	9.9	80.5	169.2	301.6	305.1
1998	168.5	380.5	298.7	243.2	85.4	0.0	0.0	14.8	67.6	234.7	158.8	99.0
1999	210.3	494.2	253.5	126.0	166.7	53.9	20.3	6.4	228.3	65.3	138.6	166.4
2000	74.8	237.0	221.1	168.6	160.7	40.7	1.6	16.3	123.2	19.3	62.8	236.5
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
2002	76.2	188.8	390.1	159.0	38.1	27.8	15.2	2.6	53.3	202.1	226.5	243.0
2003	103.8	134.9	124.3	81.2	76.0	54.4	28.9	15.6	47.2	101.8	112.6	100.0
2004	70.3	230.4	168.2	82.4	75.4	11.7	41.0	19.1	84.8	147.0	168.0	240.9
2005	157.8	231.2	343.3	93.1	91.6	53.7	0.0	7.1	54.4	152.8	28.6	164.8
2006	145.5	188.1	345.7	184.7	62.8	62.0	5.1	15.7	116.2	39.8	158.5	183.6
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
2008	190.6	291.2	252.4	150.3	76.0	73.3	16.0	11.0	110.9	182.6	127.3	66.4
2009	344.8	197.5	307.3	149.6	127.4	31.3	18.1	8.0	27.0	184.0	187.9	234.8
2010	108.0	169.7	275.7	163.5	83.1	39.4	44.3	33.6	31.2	82.7	96.5	182.6
2011	115.2	98.5	131.8	214.6	80.6	40.1	39.6	26.4	27.6	109.4	142.9	292.2
2012	315.9	325.5	199.3	176.1	60.6	17.3	0.8	45.8	33.7	137.3	202.9	67.6
2013	141.0	279.9	352.4	196.2	193.4	32.8	17.7	33.8	30.4	174.5	28.0	243.7
2014	137.4	174.9	242.4	103.4	79.3	5.1	9.6	10.5	65.8	97.4	90.3	209.2
2015	367.4	164.0	283.2	111.8	158.4	1.7	9.7	0.4	24.6	88.4	124.5	107.1
2016	166.3	134.3	162.2	138.4	36.8	1.1	0.0	43.4	149.2	39.9	173.8	156.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Periodo de registro de la estación MAQUI MAQUI (Estación Base):

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA MAQUI MAQUI												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	88.4	146.5	148.9	65.1	26.1	5.6	13.9	21.7	90.4	113.7	75.5	238.2
1969	66.9	172.3	157.5	102.8	33.1	58.0	6.2	15.9	39.7	127.6	130.1	159.7
1970	109.6	103.5	154.6	84.5	63.4	24.0	12.9	6.6	40.8	233.2	104.0	114.3
1971	129.2	189.9	311.1	97.9	76.4	48.7	29.9	20.1	41.6	124.9	78.4	223.9
1972	102.5	153.9	200.9	92.7	36.9	14.1	2.9	18.3	71.9	63.8	146.0	111.1
1973	150.0	144.9	213.0	155.3	43.6	40.6	11.4	22.0	108.9	65.4	149.5	185.2
1974	77.9	196.5	154.9	115.2	34.3	32.8	13.1	28.2	36.4	107.2	91.2	172.7
1975	95.0	189.4	135.8	121.8	43.3	12.9	5.0	20.1	17.9	74.2	113.1	79.0
1976	155.8	130.2	150.8	78.7	66.2	21.9	7.1	9.4	15.4	62.8	64.1	107.0
1977	155.2	155.7	146.7	71.5	36.5	13.2	11.7	6.0	56.4	109.3	173.8	172.3
1978	59.0	88.4	84.3	71.4	54.7	11.4	16.7	7.0	49.5	55.4	151.2	126.2
1979	106.5	157.4	244.7	101.3	52.1	11.4	20.3	18.3	91.6	33.4	86.7	159.9
1980	69.9	79.0	162.1	51.8	66.5	5.7	4.4	13.2	22.0	284.9	197.0	106.9
1981	93.9	224.6	155.5	98.8	44.8	3.4	4.1	18.0	17.2	197.1	54.2	137.7
1982	108.3	152.7	133.7	128.7	36.2	19.7	10.7	11.4	105.6	137.4	212.4	164.6
1983	161.3	104.0	194.2	148.8	42.1	19.7	13.1	12.5	76.9	151.8	107.0	116.1
1984	88.9	278.3	157.2	106.3	50.1	31.2	7.4	23.4	45.1	199.7	169.9	187.2
1985	51.6	88.7	101.6	56.5	76.3	31.1	18.1	21.0	67.2	43.9	87.5	163.4
1986	90.8	102.8	127.3	133.4	79.9	18.5	7.2	19.6	15.0	89.1	130.0	156.3
1987	179.6	139.8	138.4	72.0	47.0	11.7	13.9	18.1	53.3	66.3	146.2	127.5
1988	145.3	159.5	132.4	113.6	21.7	9.4	6.2	7.3	28.4	87.1	138.3	184.2
1989	113.9	188.2	131.7	127.1	20.1	11.1	5.3	16.6	49.8	141.5	88.4	53.3
1990	65.1	111.7	128.5	64.9	24.1	28.7	10.2	10.9	100.2	210.1	178.4	140.6
1991	63.6	135.1	267.3	93.9	105.3	13.5	2.3	9.4	69.6	82.3	135.7	210.3
1992	124.7	92.5	149.3	82.5	38.3	56.8	5.9	16.9	99.5	186.3	95.8	200.3
1993	105.8	162.0	220.8	111.8	37.4	18.0	11.3	5.1	70.7	109.1	115.0	244.4
1994	160.7	224.6	173.5	152.8	137.5	23.0	8.6	6.3	80.5	98.2	135.7	167.7
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
1996	79.0	155.2	184.9	97.8	55.1	22.9	2.8	10.4	29.1	146.3	55.4	83.3
1997	94.2	125.2	74.9	63.5	25.1	9.4	6.1	2.3	25.9	89.7	136.4	118.6
1998	57.4	192.5	161.0	119.4	93.4	5.8	0.4	1.6	18.0	155.4	160.8	47.4
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
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
2001	243.2	148.8	257.4	99.6	65.4	6.8	12.8	3.4	72.0	124.6	170.4	193.6
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
2003	92.4	101.6	113.8	25.6	9.4	13.2	4.4	4.4	13.4	18.0	22.4	118.7
2004	95.7	67.1	110.0	71.5	21.6	7.4	22.1	8.7	55.6	115.6	187.0	203.0
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
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
2007	120.1	72.4	236.2	137.4	67.3	6.3	51.0	37.1	33.2	234.0	194.8	108.2
2008	138.2	250.9	167.9	102.9	73.1	29.0	14.0	41.1	90.2	154.2	134.6	124.9
2009	263.7	173.7	256.3	198.4	134.6	74.4	24.9	38.3	44.9	181.6	200.4	170.1
2010	74.7	147.6	241.3	113.3	109.7	22.1	16.8	4.8	27.7	119.6	267.7	221.7
2011	118.6	161.0	251.0	218.9	28.9	13.2	8.9	6.6	74.6	73.1	149.3	191.8
2012	367.5	295.9	134.4	116.8	50.8	7.9	0.0	10.7	3.8	217.9	311.4	71.6
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
2014	90.4	177.0	219.7	63.8	80.8	13.0	3.3	9.7	42.6	73.2	137.8	202.2
2015	308.5	131.1	239.0	110.0	124.5	9.9	11.1	12.9	47.0	52.3	140.7	157.4
2016	129.1	130.1	159.5	96.6	21.1	2.2	2.0	29.1	80.7	79.5	104.4	155.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Periodo de registro de la estación - Huacátaz

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA HUACATAZ												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1969	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1970	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1971	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1972	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1973	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1974	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1975	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1976	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1977	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1978	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1979	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1981	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1982	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1983	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1984	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1985	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1986	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1987	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1988	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1989	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1993	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1994	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1996	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1999	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2003	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2004	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2006	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2007	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

Fuente: Elaboración propia



Meses con registro

Meses sin registro

Tabla 15: Periodo de registro de la estación - Magdalena

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA MAGDALENA												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968												
1969												
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1979	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1981	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1982	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1983	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1984	*	*	*	*	*	*	*	*				
1985												
1986												
1987	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1988	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1989	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1993	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1994	*	*										
1995		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1996	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1999	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2003	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2004	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2006	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2007	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2008	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2009	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2010	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2011	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

Fuente: Elaboración propia

*

Meses con registro

Meses sin registro

Tabla 16: Periodo de registro de la estación - Negritos

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA NEGRITOS												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1969	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1970	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1971	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1972	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1973	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1974	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1975	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1976	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1977	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1978	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1979	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1981	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1982	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1983	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1984	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1985	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1986	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1987	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1988	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1989	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1993	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1994	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1996	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1999	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2003	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2004	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2006	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2007	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

Fuente: Elaboración propia



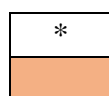
Meses con registro

Meses sin registro

Tabla 17: Periodo de registro de la estación - Porcón I

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA PORCÓN I												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1969	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1970	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1971	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1972	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1973	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1974	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1975	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1976	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1977	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1978	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1979	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1981	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1982	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1983	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1984	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1985	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1986	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1987	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1988	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1989	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1993	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1994	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1996	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1999	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

Fuente: Elaboración propia



Meses con registro

Meses sin registro

Completación y extensión de la información meteorológica

Se ha escogido como estaciones base a la estación Augusto Weberbauer, Maqui Maqui y Granja Porcón con las que se ha completado algunos datos faltantes y se ha extendido los valores de precipitación, alcanzando una data de 49 años; esta extensión se ha realizado para las estaciones de Negritos, Magdalena, Porcón I y finalmente la estación Huacataz.

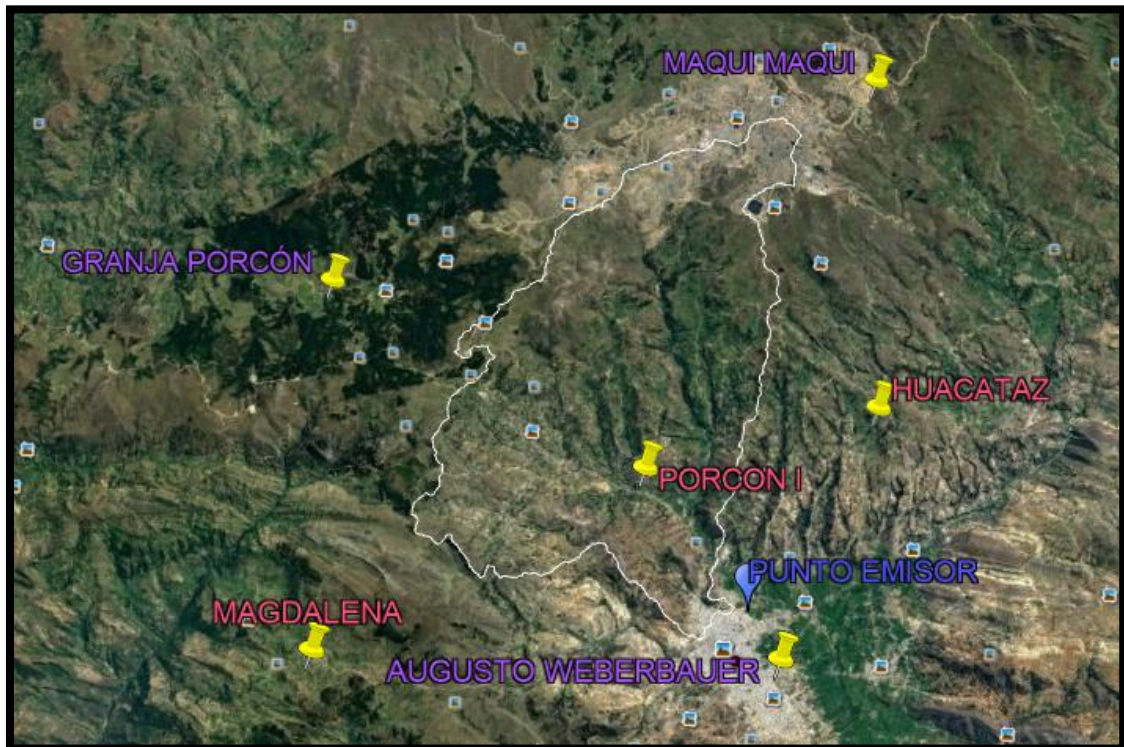


Figura 16: Distribución espacial de las estaciones metereológicas seleccionadas

Fuente: Elaboración propia

En toda serie hidrológica existen datos faltantes y por este motivo la serie no deja de ser confiable; los resultados del método utilizado para la completación y extensión de la información se resúmen en las tablas (18,19,20,21).

Tabla 18: Precipitación total mensual (mm) - Estación HUACATAZ

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA HUACATAZ												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	80.9	87.5	127.2	51.6	27.4	8.9	6.6	32.3	48.0	74.8	117.5	129.5
1969	54.6	77.7	152.9	92.5	16.1	17.2	4.9	17.9	44.3	83.1	137.9	181.3
1970	87.0	43.1	133.7	86.5	49.6	14.6	8.3	5.4	34.8	148.4	120.9	99.6
1971	67.0	122.1	327.9	72.3	21.5	11.8	17.6	26.9	41.5	90.3	101.8	98.7
1972	69.5	92.6	143.5	91.4	21.4	10.9	6.2	33.8	38.7	75.0	128.5	113.4
1973	128.7	97.4	156.8	104.8	26.0	22.4	9.8	26.9	63.5	73.9	128.7	96.7
1974	91.2	172.6	160.5	83.2	12.2	17.3	10.9	42.3	91.3	87.6	46.3	111.8
1975	133.4	179.4	194.8	100.2	63.8	7.7	9.5	28.9	53.6	70.5	108.9	34.2
1976	172.6	93.6	141.9	57.4	57.3	16.9	1.4	4.9	20.8	75.3	49.0	72.4
1977	226.2	184.9	179.3	55.3	96.4	12.0	11.4	2.2	22.2	68.8	70.5	81.5
1978	28.1	68.8	93.5	81.7	75.1	8.4	15.2	3.1	27.2	59.9	89.4	62.3
1979	88.0	102.8	209.2	60.9	25.6	0.1	17.1	31.9	48.8	14.2	33.2	54.6
1980	53.0	48.8	97.1	48.2	10.2	9.0	1.3	8.5	15.3	147.6	201.4	81.5
1981	72.3	222.6	86.8	46.3	25.6	27.3	15.4	9.6	10.0	95.3	101.4	113.7
1982	77.0	101.9	113.2	69.1	32.0	11.4	1.4	0.2	74.6	162.8	91.1	170.5
1983	134.3	51.0	196.0	159.3	33.4	9.2	5.9	3.2	28.6	84.3	76.8	143.1
1984	72.2	332.8	168.6	115.2	85.4	21.1	15.8	29.8	39.9	124.6	92.8	90.8
1985	80.9	48.9	59.4	60.3	43.9	0.7	3.0	23.5	60.9	76.4	58.0	113.1
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
2001	225.6	105.2	226.9	89.2	58.5	5.8	10.3	4.1	30.3	94.4	103.6	110.6
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
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
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
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
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
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
2008	116.7	229.3	223.7	91.2	17.5	3.6	0.7	2.8	28.0	115.2	101.6	71.3
2009	231.1	148.2	271.4	106.3	31.2	4.1	1.4	2.1	10.3	115.0	151.8	144.5
2010	66.9	153.0	284.0	91.9	21.0	1.9	1.3	1.3	6.6	58.7	110.8	140.8
2011	68.0	102.0	185.6	109.8	10.4	1.4	1.2	1.1	16.7	48.5	80.4	167.8
2012	220.1	237.9	179.1	78.7	16.1	0.7	0.0	1.9	7.3	103.1	157.3	48.5
2013	64.2	149.0	253.4	70.2	37.7	1.5	0.9	3.1	4.9	105.2	37.6	125.1
2014	81.4	122.7	226.9	48.5	19.6	0.8	0.3	1.0	16.8	48.8	82.0	169.6
2015	247.6	118.1	311.9	73.4	38.2	0.5	0.6	0.5	13.2	37.7	133.1	94.3
2016	110.3	123.4	192.7	71.6	6.3	0.2	0.1	3.6	28.2	53.7	76.0	116.6
Promedio	107.5	126.0	162.5	86.0	34.6	9.8	7.0	12.4	38.3	89.2	104.6	112.4
DESV EST	43.7	59.8	54.7	27.1	19.2	6.3	4.9	11.6	19.7	28.7	38.0	33.6
MIN	28.10	43.10	50.20	46.30	10.20	0.10	1.30	0.20	9.90	14.20	33.20	34.20
MAX	226.2	332.8	327.9	163.3	96.4	27.3	20.1	42.3	91.3	162.8	201.4	181.3

Fuente: Elaboración propia

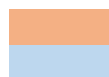


Información
Extendida

Tabla 19: Precipitación total mensual (mm) - Estación MAGDALENA

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA MAGDALENA												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	47.4	16.9	238.4	25.1	2.3	0.1	0.0	0.5	0.0	41.2	19.3	39.1
1969	35.0	16.8	265.8	64.9	1.1	1.4	0.0	0.3	0.0	34.5	31.7	61.1
1970	55.6	11.6	241.4	44.4	5.3	1.2	0.0	0.2	0.0	51.7	22.8	31.0
1971	53.0	17.9	652.9	47.9	3.7	1.1	0.0	0.5	0.0	55.2	19.8	37.5
1972	46.2	15.3	339.6	58.0	3.3	0.4	0.0	0.6	0.0	17.2	23.7	30.3
1973	80.8	14.1	285.9	75.8	4.0	1.9	0.0	0.9	0.0	29.5	23.8	35.8
1974	56.5	21.1	268.3	56.2	2.1	1.3	0.0	0.7	0.0	36.2	16.4	35.3
1975	68.8	21.0	414.7	64.2	7.4	0.8	0.0	0.6	0.0	42.8	19.5	16.9
1976	101.5	14.3	263.8	31.8	5.4	1.3	0.0	0.2	0.0	20.2	17.5	25.9
1977	102.3	26.6	338.5	35.3	3.3	0.5	0.0	0.1	0.0	31.1	20.6	31.9
1978	0.0	66.0	43.3	10.1	27.8	0.0	0.0	0.0	10.8	0.4	7.4	9.0
1979	24.4	104.8	121.5	10.0	8.5	0.0	2.5	3.9	3.5	0.0	4.3	0.0
1980	5.8	9.4	72.3	14.0	6.7	2.4	0.0	0.0	0.0	64.3	23.4	45.3
1981	43.4	151.4	58.5	1.2	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	2.8	9.8
1982	34.6	31.5	25.6	33.6	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3	21.1	42.3	29.8
1983	16.5	45.7	182.2	140.5	33.7	16.4	0.0	0.0	9.7	8.3	11.1	121.6
1984	14.3	291.6	33.0	63.9	100.8	0.0	0.0	8.5	0.0	30.1	21.4	35.7
1985	18.9	8.3	131.2	22.9	5.1	0.1	0.0	0.3	0.0	21.6	8.6	19.1
1986	70.1	9.6	201.4	70.2	4.2	0.2	0.0	0.5	0.0	22.0	17.9	31.6
1987	25.7	57.0	8.0	16.6	0.0	0.0	0.0	11.0	4.0	5.0	9.8	0.0
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
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
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
1991	3.6	13.6	21.6	45.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.7	14.3	33.0	25.4
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
1993	51.6	91.7	208.9	82.4	19.6	0.0	0.0	0.0	8.3	45.9	23.7	44.7
1994	61.1	104.9	540.4	106.8	10.1	0.5	0.0	0.3	0.0	42.4	26.3	40.1
1995	36.8	73.8	129.0	53.1	5.7	0.0	0.0	0.0	7.1	2.7	18.7	50.6
1996	28.1	82.2	94.9	47.7	12.6	2.2	0.0	0.0	2.9	18.2	12.2	44.7
1997	65.3	103.4	123.2	61.4	1.6	3.7	0.0	0.5	6.3	17.3	8.8	0.0
1998	13.3	84.8	28.6	41.9	0.0	0.0	0.0	0.0	47.9	33.6	80.8	144.0
1999	125.4	192.7	283.1	65.3	13.6	0.0	0.0	0.0	7.4	19.2	10.3	6.5
2000	76.0	185.4	40.5	57.1	40.9	20.6	5.3	0.0	31.2	7.1	21.5	38.2
2001	32.6	112.5	141.0	66.0	60.9	4.8	0.0	2.2	7.0	8.2	36.3	128.2
2002	128.8	56.1	261.1	56.7	23.5	0.0	0.0	0.0	13.4	13.3	41.7	36.6
2003	27.8	77.4	155.5	47.4	0.0	3.7	0.0	0.0	7.9	40.9	74.1	65.8
2004	27.3	56.1	87.6	24.2	22.8	4.2	0.0	0.0	0.7	1.7	19.3	39.7
2005	7.1	71.7	57.8	37.5	12.2	0.0	2.7	0.6	2.9	22.5	16.5	32.9
2006	59.9	29.7	135.2	18.1	0.8	0.8	0.0	0.0	6.3	14.3	6.2	29.3
2007	83.9	111.6	228.4	66.4	0.0	8.6	0.0	4.9	8.1	0.0	22.4	79.1
2008	66.4	15.3	217.7	59.1	9.8	4.1	0.0	2.2	0.0	40.3	22.2	34.9
2009	96.0	146.5	116.6	38.8	4.3	1.7	0.9	0.0	13.6	22.7	48.5	0.0
2010	166.0	109.9	136.9	34.6	17.5	8.2	7.4	0.9	0.0	38.4	27.6	35.2
2011	28.0	117.0	122.7	47.2	8.9	0.3	0.0	0.0	2.3	8.0	18.8	25.1
2012	143.9	30.4	267.4	53.6	4.2	0.3	0.0	0.3	0.0	45.1	33.3	15.3
2013	42.0	19.0	378.4	47.8	9.9	0.5	0.0	0.5	0.0	46.0	8.0	39.4
2014	53.2	15.7	338.9	33.0	5.1	0.3	0.0	0.1	0.0	21.4	17.4	53.4
2015	161.9	15.1	465.8	49.9	10.0	0.2	0.0	0.1	0.0	16.5	28.2	29.7
2016	72.1	15.8	287.8	48.8	1.6	0.1	0.0	0.5	0.0	23.5	16.1	36.7
Promedio	55.3	61.6	188.1	47.5	11.5	2.1	0.4	0.9	4.8	23.7	21.8	35.8
DESV EST	31.9	60.6	146.0	27.5	19.3	4.3	1.0	2.3	9.4	16.7	16.5	32.8
MIN	0.00	8.27	8.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MAX	125.4	291.6	652.9	140.5	100.8	20.6	5.3	11.0	47.9	64.3	80.8	144.0

Fuente: Elaboración propia



Información Extendida
Información Completada

Tabla 20: Precipitación total mensual (mm) – Estación NEGRITOS

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA NEGRITOS												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	80.9	87.5	127.2	51.6	27.4	8.9	6.6	32.3	48.0	74.8	117.5	129.5
1969	54.6	77.7	152.9	92.5	16.1	17.2	4.9	17.9	44.3	83.1	137.9	181.3
1970	87.0	43.1	133.7	86.5	49.6	14.6	8.3	5.4	34.8	148.4	120.9	99.6
1971	67.0	122.1	327.9	72.3	21.5	11.8	17.6	26.9	41.5	90.3	101.8	98.7
1972	69.5	92.6	143.5	91.4	21.4	10.9	6.2	33.8	38.7	75.0	128.5	113.4
1973	128.7	97.4	156.8	104.8	26.0	22.4	9.8	26.9	63.5	73.9	128.7	96.7
1974	91.2	172.6	160.5	83.2	12.2	17.3	10.9	42.3	91.3	87.6	46.3	111.8
1975	133.4	179.4	194.8	100.2	63.8	7.7	9.5	28.9	53.6	70.5	108.9	34.2
1976	172.6	93.6	141.9	57.4	57.3	16.9	1.4	4.9	20.8	75.3	49.0	72.4
1977	226.2	184.9	179.3	55.3	96.4	12.0	11.4	2.2	22.2	68.8	70.5	81.5
1978	28.1	68.8	93.5	81.7	75.1	8.4	15.2	3.1	27.2	59.9	89.4	62.3
1979	88.0	102.8	209.2	60.9	25.6	0.1	17.1	31.9	48.8	14.2	33.2	54.6
1980	53.0	48.8	97.1	48.2	10.2	9.0	1.3	8.5	15.3	147.6	201.4	81.5
1981	72.3	222.6	86.8	46.3	25.6	27.3	15.4	9.6	10.0	95.3	101.4	113.7
1982	77.0	101.9	113.2	69.1	32.0	11.4	1.4	0.2	74.6	162.8	91.1	170.5
1983	131.3	51.0	196.0	159.3	33.4	9.2	5.9	3.2	28.6	84.3	76.8	143.1
1984	72.2	332.8	168.6	115.2	85.4	21.1	15.8	29.8	39.9	124.6	92.8	90.8
1985	80.9	48.9	59.4	60.3	43.9	0.7	3.0	23.5	60.9	76.4	58.0	113.1
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
2001	225.6	105.2	226.9	89.2	58.5	5.8	10.3	4.1	30.3	94.4	103.6	110.6
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
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
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
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
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
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
2008	125.4	216.7	232.9	121.2	33.7	5.1	1.1	5.3	35.2	141.9	107.3	84.9
2009	248.4	140.1	282.6	141.3	60.3	5.8	2.2	3.9	12.9	141.8	160.2	172.1
2010	71.9	144.6	295.7	122.2	40.7	2.8	2.0	2.5	8.3	72.4	117.0	167.6
2011	73.1	96.4	193.3	145.9	20.1	2.1	2.0	2.1	21.0	59.8	84.8	199.8
2012	236.5	224.8	186.5	104.7	31.1	1.0	0.0	3.5	9.2	127.1	166.0	57.8
2013	69.0	140.8	263.9	93.4	72.8	2.2	1.5	5.9	6.2	129.6	39.7	148.9
2014	87.5	115.9	236.3	64.4	37.9	1.2	0.5	1.8	21.2	60.2	86.5	201.9
2015	266.0	111.6	324.8	97.6	73.9	0.7	1.0	1.0	16.7	46.4	140.5	112.3
2016	118.5	116.6	200.7	95.2	12.2	0.3	0.2	6.8	35.4	66.2	80.2	138.8
Promedio	109.3	124.5	164.2	91.0	38.3	9.9	7.0	12.7	39.0	92.5	105.7	116.6
DESVEST	43.7	59.8	54.7	27.1	19.2	6.3	4.9	11.6	19.7	28.7	38.0	33.6
MIN	28.10	43.10	50.20	46.30	10.20	0.10	1.30	0.20	9.90	14.20	33.20	34.20
MAX	226.2	332.8	327.9	163.3	96.4	27.3	20.1	42.3	91.3	162.8	201.4	181.3

Fuente: Elaboración propia



Información
Extendida

Tabla 21: Precipitación total mensual (mm) – Estación PORCÓN I

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA PORCON I												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	122.9	146.0	108.8	167.9	29.9	33.3	1.7	31.4	105.1	111.3	168.7	114.0
1969	92.2	136.1	144.5	139.6	11.2	23.2	0.0	30.2	49.4	124.7	124.8	202.9
1970	147.8	93.0	187.6	163.5	56.3	20.5	3.9	14.5	49.0	166.5	164.9	97.7
1971	123.6	168.7	162.8	151.9	20.3	32.6	24.0	22.5	66.5	135.5	175.1	109.8
1972	118.1	127.9	92.7	121.7	34.4	16.2	4.2	27.9	73.2	159.3	152.7	93.9
1973	194.4	132.1	192.8	110.3	48.1	18.9	11.2	22.3	170.6	152.3	162.5	115.4
1974	132.3	210.1	114.4	117.6	13.2	27.2	7.0	12.6	102.1	92.8	119.3	114.2
1975	297.8	231.7	86.9	124.9	115.2	28.9	23.3	32.5	78.9	160.8	157.0	77.6
1976	283.8	167.2	157.4	117.0	103.4	37.0	8.1	18.2	49.4	104.6	139.0	110.2
1977	170.9	200.2	117.0	121.7	72.0	13.8	17.5	23.6	69.9	98.4	99.5	107.1
1978	45.2	96.9	95.5	148.9	116.5	10.2	10.8	26.7	67.0	158.1	130.4	96.5
1979	166.6	103.0	190.5	171.2	57.7	39.2	15.8	38.8	137.5	120.5	144.4	80.1
1980	123.5	105.8	154.2	121.5	40.2	15.2	3.4	33.3	53.1	168.9	127.5	136.3
1981	115.0	224.1	192.1	170.1	48.3	28.6	10.8	28.7	37.7	177.3	118.7	168.2
1982	122.4	169.1	113.2	106.5	84.6	26.6	5.6	24.3	91.6	156.6	160.1	166.4
1983	153.7	158.8	125.4	131.6	60.5	22.0	9.8	18.2	64.3	99.9	92.7	202.4
1984	38.9	386.2	159.6	166.1	124.0	29.9	44.6	28.1	53.9	224.4	115.9	187.6
1985	56.4	138.0	65.2	104.5	118.4	2.9	0.4	28.4	84.1	54.6	52.4	141.3
1986	247.4	96.0	205.7	165.5	62.6	0.0	1.4	60.3	9.9	116.3	133.7	117.3
1987	197.8	104.6	138.8	126.7	53.8	7.8	22.0	28.1	80.9	99.5	139.5	88.8
1988	241.8	159.7	59.4	218.3	36.8	31.7	4.9	7.4	72.3	134.6	122.2	116.2
1989	297.5	243.6	184.8	167.7	31.9	39.2	4.3	29.9	103.3	199.5	146.0	6.3
1990	231.7	168.0	75.7	84.7	59.5	65.4	16.3	8.3	37.5	178.1	209.2	51.1
1991	89.9	187.5	219.0	149.5	8.9	21.2	10.9	26.2	62.3	108.5	162.7	171.3
1992	121.4	83.8	166.2	105.9	92.6	27.9	9.5	30.1	85.8	183.9	172.1	165.2
1993	73.1	42.2	292.0	158.8	51.8	5.8	12.9	6.4	115.5	197.2	160.8	230.3
1994	201.0	190.8	245.8	223.4	60.9	9.0	18.0	2.5	37.2	46.7	127.8	154.0
1995	182.2	324.0	115.2	77.6	75.2	33.5	70.6	55.7	83.0	70.2	89.7	85.3
1996	89.7	93.4	105.5	101.7	83.0	88.9	29.6	64.1	72.8	59.7	58.6	61.2
1997	110.5	278.1	76.5	154.2	59.9	53.2	53.7	29.0	107.1	87.2	105.8	123.1
1998	252.5	278.1	253.4	106.0	77.5	38.1	29.3	83.8	49.5	107.1	36.9	59.7
1999	194.5	342.9	134.0	140.0	99.4	31.1	35.9	26.7	150.6	101.8	134.8	120.8
2000	105.8	244.4	150.2	144.8	80.6	28.6	10.8	29.8	113.9	94.1	125.1	175.2
2001	351.9	238.5	390.4	101.4	37.1	1.8	2.1	0.3	51.9	117.7	160.7	160.9
2002	67.1	171.5	290.3	160.1	17.9	3.9	2.1	0.9	22.9	177.6	170.8	181.4
2003	110.1	149.3	154.7	60.0	20.6	6.9	1.3	2.7	16.0	60.8	77.1	111.0
2004	90.0	164.5	127.7	78.3	14.5	3.6	4.5	4.3	48.5	135.1	187.9	188.2
2005	162.0	250.2	332.3	108.6	19.7	5.0	0.6	2.3	28.0	200.1	52.6	169.6
2006	145.9	277.8	352.4	150.1	14.4	11.1	0.7	3.6	38.3	68.5	141.5	187.3
2007	199.9	73.7	329.0	189.2	26.4	0.7	4.5	5.0	16.8	199.6	187.4	112.9
2008	179.1	338.4	227.0	145.7	29.5	8.4	1.3	5.5	50.3	161.0	127.2	78.9
2009	354.7	218.7	275.5	169.9	52.8	9.7	2.6	4.1	18.4	160.8	190.0	160.1
2010	102.7	225.8	288.2	147.0	35.6	4.6	2.4	2.6	11.9	82.1	138.7	155.9
2011	104.4	150.5	188.4	175.5	17.6	3.4	2.4	2.1	30.0	67.9	100.5	185.8
2012	337.8	350.9	181.7	125.9	27.3	1.7	0.0	3.7	13.1	144.2	196.8	53.7
2013	98.6	219.8	257.2	112.3	63.8	3.6	1.8	6.1	8.8	147.0	47.1	138.5
2014	124.9	181.0	230.3	77.5	33.2	1.9	0.6	1.9	30.2	68.3	102.6	187.8
2015	379.9	174.2	316.6	117.3	64.7	1.2	1.1	1.1	23.8	52.6	166.5	104.5
2016	169.2	182.0	195.6	114.5	10.7	0.4	0.2	7.1	50.6	75.1	95.1	129.1
Promedio	165.7	187.7	184.1	135.0	52.5	19.9	11.4	20.5	62.1	125.9	132.1	129.6
DESVEST	75.0	78.3	82.9	36.0	33.2	18.3	15.5	18.3	36.5	46.6	39.7	48.3
MIN	38.90	42.20	59.40	77.64	8.90	0.00	0.00	2.50	9.90	46.70	36.94	6.30
MAX	297.8	386.2	292.0	223.4	124.0	88.9	70.6	83.8	170.6	224.4	209.2	230.3

Fuente: Elaboración propia



Información
Extendida

Los pluviogramas de la información extendida de las estaciones seleccionadas se presentan en las figuras (26,27,28,29,30,31, y 32 del anexo A.4.). La información pluviométrica disponible.

De las figuras y tablas presentadas se puede notar las siguientes tendencias:

Las extensiones de los datos se realizaron en las estaciones: Huacataz, Negritos, Magdalena, Porcón I, estas extensiones son largas como se puede apreciar en las series presentadas del (anexo A.4) y se realizaron mes a mes correlacionando con las estaciones base (Augusto Weberbauer, Maqui Maqui y Granja Porcón).

En términos generales, para la presente tesis, los datos pluviométricos recopilados con el análisis de consistencia realizado (completación y extensión), es un material que puede ser empleado para otros trabajos.

La información recopilada fue analizada, procesada y sintetizada mediante sus parámetros estadísticos (media, desviación estándar) convirtiéndolo en un producto elaborado apto para el diseño.

El análisis de consistencia, completación y extensión de la información pluviométrica se muestran en los anexos A.2, A.3 y A.4, respectivamente.

3.5. MODELOS DETERMINÍSTICOS PARCIALES

El modelo determinístico y estocástico Lutz Scholz toma prestado varios submodelos parciales, para generar variables meteorológicas, sin embargo, no es específico que modelo parcial debe usarse, dicha decisión es tomada en base a la experiencia y el conocimiento de la fisiografía de la cuenca, haciendo las aclaraciones que dichas ecuaciones generadas sólo son válidas para una determinada zona. A continuación, se describen los principales modelos parciales empleados, los cuales son propuestos por Lutz Scholz y algunos propuestos en base al conocimiento de la zona en estudio:

Precipitación media mensual

El registro obtenido de las estaciones es de precipitaciones diarias; y después de ser extendido, se procesó la información hasta obtener la precipitación media mensual de la cuenca.

La estimación de la precipitación fue obtenida mediante el método de Isoyetas discutidos en el capítulo anterior, mediante la ecuación (15); para lo cual se ha usado datos de las estaciones: Granja Porcón, Maqui Maqui, Augusto Weberbauer, Negritos, Magdalena, Porcón I y finalmente la Estación Huacataz .

El método utilizado para el cálculo de la precipitación media mensual es el método de isoyetas ver figura (33, Anexo 6), se cuenta con una data de 49 años, por lo cual, se tuvo por conveniente sacar promedio de las precipitaciones cada 5 años y un periodo completo de los últimos 10 años de cada una de las estaciones en estudio (ver tabla 62, Anexo 5). De esta manera se determina la precipitación media mensual (Enero a Diciembre), siendo está la precipitación media mensual en la cuenca del Rio Mashcón. (Ver tabla 63, Anexo 5).

Coefficiente de escorrentía

La temperatura media anual de las estaciones, se ha obtenido a partir de datos diarios que han sido discutidos en el capítulo anterior según se muestra en el ítem 2.3. (Ver tabla 27).

Con la precipitación total anual, se procede el cálculo del coeficiente de temperatura y el déficit de escurrimiento mediante las ecuaciones (18 y 19).

El coeficiente de escorrentía se estimó únicamente con el método de L-Turc discutidos en el capítulo anterior, mediante la ecuación (20). (Ver tabla 27).

Precipitación Efectiva

El término “precipitación efectiva” implica una fracción de la precipitación total que da origen a la suma de componentes de flujo base y escorrentía directa, para lo cual el registro de precipitación mensual es afectado por el coeficiente de escorrentía, según la ecuación (21), obteniéndose de esta forma, el registro de precipitación efectiva para la microcuenca del Rio Mashcón. (Ver tabla 64, del anexo A.6).

Retención en la cuenca

Del análisis de los registros pluviométricos de las estaciones de la microcuenca, se ha podido determinar la duración de los periodos de avenidas y estiaje del ciclo hidrológico. (Tabla 29).

La retención de la cuenca (R) se produce en los almacenes naturales: acuíferos, nevados, lagunas y pantanos, se estimó mediante la ecuación (23) utilizando los parámetros geomorfológicos de la microcuenca. (Ver tabla 30).

La retención en la cuenca se asemeja a una cuenca con agotamiento rápido, la ecuación utilizada para el cálculo del coeficiente de agotamiento es la (28). (Ver tabla 31).

Con el coeficiente de agotamiento hallado, se utilizó la ecuación (25), para obtener la relación de caudales del flujo base en los meses de estiaje. (Ver tabla 32).

El gasto de la retención de la cuenca, es el aporte a la escorrentía, de las aguas subterráneas en los meses de estiaje. Su cálculo fue mediante la ecuación (31). (Ver tabla 33).

El abastecimiento de la retención durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. De la tabla 5, descrita en el capítulo anterior, obtenemos los coeficientes de abastecimiento que le corresponden a la región de Cajamarca (Ver tabla 34).

La lámina de agua que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la precipitación efectiva. Se calcula mediante la ecuación (35). (Ver tabla 35).

3.6. GENERACIÓN DE CAUDALES

Caudales mensuales para el año promedio

La generación de caudales medios mensuales para el año promedio, se estimó mediante el balance hídrico, según la ecuación (12) discutido en el capítulo anterior. Para convertir los caudales a (m³/s) se multiplica los caudales medios mensuales en (mm/mes) por el área de la cuenca, dividido entre el número de días del mes, 24h, 60 min y 60 seg.

Tabla 22: Caudales generados para el Año Promedio en la cuenca del Río Mashcón

MES	N° DÍAS	PRECIPITACIÓN MENSUAL		CONTRIBUCIÓN DE LA RETENCIÓN		CAUDALES	
		PMP (mm/mes)	PE (mm/mes)	G (mm/mes)	A (mm/mes)	Q _m (mm/mes)	Q _m (m ³ /s)
Ene	30	174.94	101.971		11.562	90.40904204	5.522
Feb	28	187.09	109.054		14.4525	94.6013146	6.191
Mar	31	220.23	128.368		20.2335	108.1347304	6.392
Abr	30	133.36	77.734		0	77.73425835	4.748
May	31	52.96	30.869	38.52		69.39003488	4.101
Jun	30	19.29	11.246	14.03		25.27901495	1.544
Jul	31	9.37	5.462	3.89		9.352624882	0.553
Ago	31	15.40	8.976	1.08		10.05500259	0.594
Sep	30	47.88	27.910	0.29		28.19631142	1.722
Oct	31	118.96	69.339		14.4525	54.88636486	3.244
Nov	30	120.56	70.271		-2.8905	73.16115088	4.469
Dic	31	137.87	80.360		0	80.36036594	4.750

Fuente: Elaboración propia

Los caudales generados muestran una relación directa con la precipitación, siendo mayores en los meses lluviosos (Febrero y Marzo) con 6.191 m³/s y 6.392 m³/s, respectivamente y menores en los meses de estiaje (Junio y Julio) con 0.553 m³/s y 0.594 m³/s, respectivamente. La distribución de dichos caudales se presenta a continuación, en la figura 29:

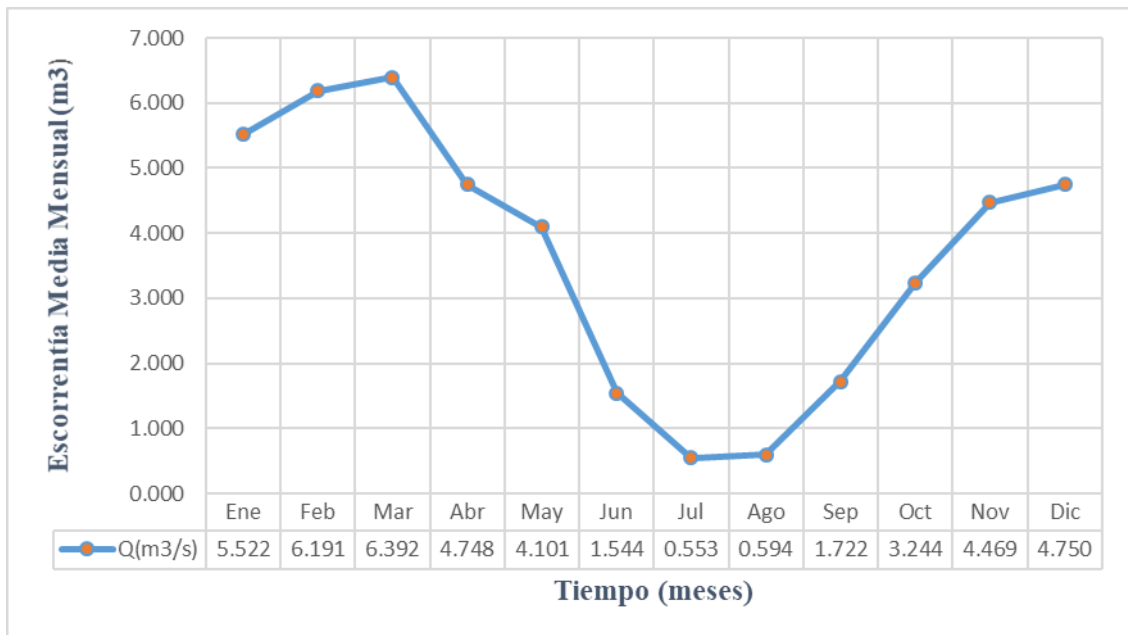


Figura 17: Caudales generados para el año promedio en la cuenca del Río Mashcón

Fuente: Elaboración propia

Caudales mensuales para un periodo extendido

El modelo hidrológico de Lutz Scholz permite estimar los caudales del año promedio de la cuenca del río “Mashcón”. Como se indica en el capítulo anterior el periodo extendido es generado por un Proceso Markoviano de primer orden tomando como variable de impulso a la precipitación efectiva.

El protocolo establecido para la generación de caudales para un período extendido, se resume en las siguientes actividades:

Con los caudales generados para el año promedio se calcula los parámetros de regresión lineal múltiple mediante un cálculo de regresión con “Qt” como valor dependiente y “Qt-1 y PEt”, como valores independientes. Asimismo, se determinó los caudales estimados (\hat{Q}_t) y los coeficientes estadísticos de la correlación múltiple. (Ver tabla 38,40).

Se calculó la precipitación efectiva a partir de la precipitación media para un periodo de 49 años a partir de 1968 hasta el año 2016. (Ver tabla 64, del anexo A.6).

Se generó números aleatorios normalmente distribuidos para un mismo período que la precipitación efectiva, con distribución normal de media igual a “0” y desviación estándar igual a “1”. (Ver tabla 65 del anexo A.7).

Se calculó los caudales generados para el periodo extendido según la ecuación (40), ver las tablas (66,67, del anexo A.7).

Caudales aforados por el método de Tubo de Pitop

En la presente investigación se realizó las mediciones con el método de Pitop ya que no se contó con un correntómetro, se realizaron las mediciones de aforos en un punto específico del río Mashcón; a unos 100 m de la Captación Huacaríz, con coordenadas (0774591 E; 9 209758 N) – WGS 1984-17S durante los meses de Septiembre y Octubre del año 2017.

La secuencia del aforo se detalla a continuación, siguiendo el protocolo descrito en el marco teórico ítem (2.7)

Se escogió un tramo recto adecuado, A (punto inicial) y B (punto final), donde el agua fluya naturalmente, con pocas piedras y troncos. Medimos el ancho del río y colocamos una cuerda en dicho tramo, luego teniendo una equidistancia de 30 cm se procede a medir la profundidad de la lámina de agua, paso seguido se saca el 20% y el 80% de dicha profundidad y con ese dato se mide la altura que sube el agua con el tubo de Pitop.

Teniendo los datos antes mencionados se calcula la velocidad media con la ecuación (53), y posteriormente se aplica la ecuación (54), para el cálculo de caudal en la cuenca del Río Mashcón.

3.7. OFERTAS HÍDRICAS GENERADAS CON EL MODELO

El ajuste estadístico de Smirnov-Kolmogorov se ha realizado siguiendo el protocolo descrito en el marco teórico ítem (2.6.b) (Ver tabla 68, del anexo A.8).

El análisis probabilístico de la persistencia de las descargas medias mensuales se realizó con la finalidad de obtener los caudales naturalizados proyectados para

diversos períodos de retorno, es posible realizar este análisis de manera confiable pues se cuenta con una longitud de registro de 49 años (1968-2016).

En cuanto a la forma de la oferta para el presente estudio sólo se ha referido a la disponibilidad en el tiempo, expresándolo en términos de probabilidades como se detalla a continuación:

Se determinó la disponibilidad hídrica en la cuenca del Río Mashcón, según los diferentes niveles de persistencia para cada tipo de proyecto hidráulico: 75, 80, 90 y 95%, para cada mes. (Ver figura 23)

En este análisis de persistencia, se utilizó el método de Weibull, discutido en el capítulo anterior, según la ecuación (48).

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS CARTOGRÁFICO DE LA ZONA EN ESTUDIO

El conocimiento previo de la geomorfología es un requisito importante para poder caracterizar la microcuenca en estudio, esta caracterización se realizó en base a la elaboración de las principales curvas: hipsométrica, frecuencia de altitudes, etc. Ver figura (24,25, Anexo 1)

Del análisis geomorfológico se puede notar las siguientes tendencias fisiográficas:

- El área de la microcuenca tiene una aproximación de 158.313 km². Teniendo un largo y ancho promedio de 26.71 km y 5.949 km respectivamente.
- El Coeficiente de Gravelius resultó 1.528, clasificando a la microcuenca en oblonga alargada, este valor indica que hay menores riesgos de inundaciones frente a tormentas extremas.
- La relación de confluencias es 2.
- El coeficiente orográfico es 0.074.
- El factor de forma está alrededor de 0.224 indicando que la microcuenca tiene mayor desarrollo en su “largo” que, en su “ancho”, es decir la precipitación no se produce en forma simultánea en toda la cuenca ni tampoco con la misma intensidad, debido a lo cual las concentraciones de las intensidades de la precipitación no son constantes.
- La altitud media se ubica a una altura de 3420.75 m.s.n.m., siendo un parámetro clave en el cálculo de las precipitaciones y en la degradación del suelo.
- La pendiente del cauce principal resultó 3.46 %, siendo clave para determinar el almacenamiento hídrico. El orden de corriente es de 5, la densidad de drenaje es 1.627, estos indicadores categorizan a la microcuenca con capacidad de drenaje regular, lo cual está relacionado con el tipo de suelo y la cobertura vegetal.

Tabla 23 : Principales parámetros de la cuenca del río “Mashcón” con punto de descarga en la captación Huacaríz.

PARAMETROS DE LA CUENCA	
Área de la cuenca:	158.313 Km ²
Perímetro de la cuenca:	71.5854 Km.
Longitud del cauce principal:	26.610 Km.
Coefficiente o índice de compacidad:	1.593
Factor de forma:	0.224
Pendiente de la cuenca:	28.08%
Altitud media :	3420.75 m.
Pendiente del cauce principal :	3.46%
Ancho promedio :	5.949 Km.
Altitud más frecuente :	3451 - 3500
Coefficiente de masividad :	0.022
Coefficiente orográfico :	0.074
Orden de corriente	5
Relación de confluencias :	2.005
Relación de longitudes :	0.965
Densidad de drenaje :	1.627
Frecuencia de ríos :	3.146
Tiempo de concentración :	3.025 Horas
Rectángulo equivalente:	a: 5.170 m b: 30.623 m

Fuente: Elaboración propia

4.2. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

El análisis de correlación por grupos, de la información pluviométrica, se presentan en el (anexo A.3.), determinando el grado de asociación de sus variables.

El análisis de doble masa de los datos originales por grupos determinó si existen periodos dudosos en la información de las estaciones seleccionadas, se presentan en la (figura 28) y los pluviogramas de la información completada y corregida de las mismas estaciones se presentan en el anexo A.3.

De las figuras y tablas presentadas se puede notar las siguientes tendencias:

- Los grupos de análisis se formaron en función a la información completa con la que cuentan las estaciones base, se formaron cuatro grupos para el análisis estadístico de la información. (Ver tabla 11)
- Las estaciones completadas y extendidas no presentaron saltos, por tanto, no se procedió a corregir ninguna información. (Ver tablas: 12 hasta la 23)

4.3. MODELOS DETERMINÍSTICOS PARCIALES

Precipitación media en la cuenca

La Altitud media de la zona de estudio se encuentra sobre los 3420.75 m.s.n.m., por este motivo se estudió la relación existente entre la precipitación mensual para el año promedio con la altitud media de la cuenca, mediante un análisis de ecuaciones lineales.

La serie de precipitaciones medias mensuales obtenidas mediante el método de Isoyetas en la cuenca del Río Mashcón se presenta en la (tabla 54 respectivamente, del anexo A.7.).

De los cuadros y gráficos presentados se puede notar las siguientes tendencias:

- La precipitación media anual generada en la cuenca está alrededor de 1237.9 mm/año siendo los meses de febrero y marzo los más lluviosos con 187.1 mm/mes y 220.2 mm/mes, respectivamente.
- La distribución de la precipitación en la cuenca es como sigue: mayo, junio, julio, agosto y septiembre serán considerados como meses secos, en este periodo la precipitación disminuye paulatinamente a partir de mayo (29.24 mm), alcanzando el punto más bajo en el mes de julio (14.12 mm)
- Los meses secos son: Mayo, Junio, Julio, Agosto y, serán considerados meses lluviosos septiembre, Enero, Febrero. Marzo, Abril, Octubre, Noviembre, Diciembre; estos meses serán considerados como meses húmedos, siendo el mes de marzo el más lluvioso con una precipitación de (202.2 mm).

Tabla 24 Precipitación media de la cuenca del Rio MASHCÓN con punto de descarga en la Captación Huacaríz

PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO MASHCÓN (mm)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
102.3	109.1	128.4	77.7	30.9	11.2	5.5	9.0	27.9	69.3	70.3	80.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Precipitación mensual para el año promedio

PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO – PMP (mm)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
38.08	40.72	47.93	29.03	11.53	4.20	2.04	3.35	10.42	25.89	26.24	30.01

Fuente: Elaboración propia

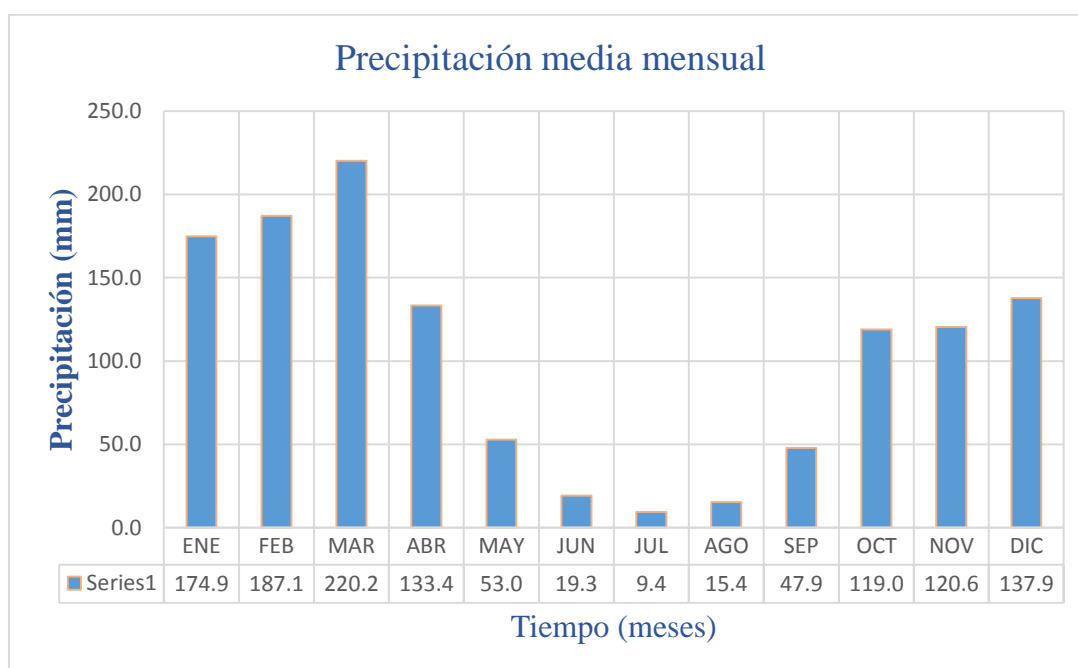


Figura 18: Precipitación media mensual de la cuenca del Rio Mashcón
Fuente: Elaboración propia

Precipitación efectiva

El término precipitación efectiva es una fracción de la precipitación total que da origen a la suma de componentes de flujo base y escorrentía directa, resultó anualmente 721.60 mm/año. Además, la temperatura media anual está por debajo de los 10 °C, con un déficit de escurrimiento de 516.34 mm/año.

La distribución de la precipitación media y la precipitación efectiva en la cuenca Mashcón se presenta en la (figura 30).

Tabla 26: Coeficientes para la generación de registros de precipitación

MES	PMTM	PME
Enero	102.0	38.08
Febrero	109.1	40.72
Marzo	128.4	47.93
Abril	77.7	29.03
Mayo	30.9	11.53
Junio	11.2	4.20
Julio	5.5	2.04
Agosto	9.0	3.35
Septiembre	27.9	10.42
Octubre	69.3	25.89
Noviembre	70.3	26.24
Diciembre	80.4	30.01
Total		269.44
C		0.7232136

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Coeficiente de escorrentía

Temperatura Media Anual (°C)	T°	9.02
Coeficiente de Temperatura	L	562.234
Déficit de escurrimiento (mm/año)	D	452.12
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	C	0.373

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Precipitación efectiva promedio de la cuenca del Rio MASHCÓN.

PRECIPITACIÓN EFECTIVA EN (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	TOTAL
102.0	109.1	128.4	77.7	30.9	11.2	5.5	9.0	27.9	69.3	70.3	80.4	721.6

Fuente: Elaboración propia

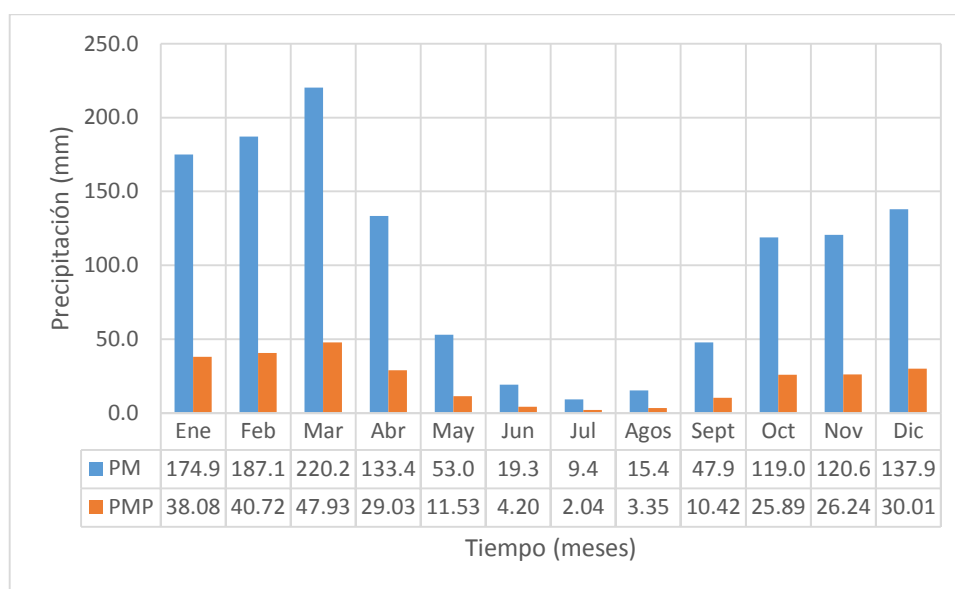


Figura 19: Precipitaciones medias mensuales en la cuenca “Mashcón”

Fuente: Elaboración propia

Gasto de la retención

El cálculo de la Retención “R” arrojó un valor de 57.81mm/año, este valor indica que la microcuenca tiene un agotamiento rápido, característicos de una vegetación y cobertura poco desarrollada.

Analizando los coeficientes de agotamiento “ b_0 ”, del gasto de la retención, se ha podido determinar que al iniciar el período seco la contribución de la reserva, para el primer mes (mayo), es la más alta y luego para los siguientes meses, el aporte disminuye en casi el 50% del mes anterior, hasta el último mes del periodo seco (septiembre). Este comportamiento del coeficiente de aporte tiene una función exponencial a diferencia de la función logarítmica que es el comportamiento típico de este coeficiente. (Ver figura 29).

Tabla 29: Periodos del ciclo hidrológico en la cuenca del Rio MASHCÓN

Periodo Hidrológico	MESES DEL AÑO											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Avenidas	*	*	*	*						*	*	*
Estiaje					*	*	*	*	*			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Retención en la cuenca del Rio MASHCÓN

Retención de la cuenca, mm/año	
Ca = Coeficiente que varía de 15% a 30%	0.2
AR = Área de la cuenca, km ²	158.313
LA = -750 I + 315, mm/año = Almacenamiento de acuíferos	289.05
I = Pendiente del cauce principal; I ≤ 15%	3.46%
AL = Área de las lagunas, km ²	0
LL = 500, mm/año = Almacenamiento de lagunas y pantanos	0
AN = Área de los nevados, km ²	0
LN = 500, mm/año = Almacenamiento de nevados	0
RETENCIÓN (mm/año)	57.81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Coeficiente de agotamiento.

$$\alpha = -0.00252 * LN(158.313) + 0.030$$

$\alpha =$	0.0172	Días⁻¹
------------	---------------	--------------------------

Tabla 32: Valores de la relación de caudales del flujo base.

Mes	Dias (t)	bo
Mayo	31	0.586
Junio	31	0.213
Julio	30	0.127
Agosto	30	0.076
Septiembre	31	0.044
SUMA		1.047

Fuente: Elaboración propia

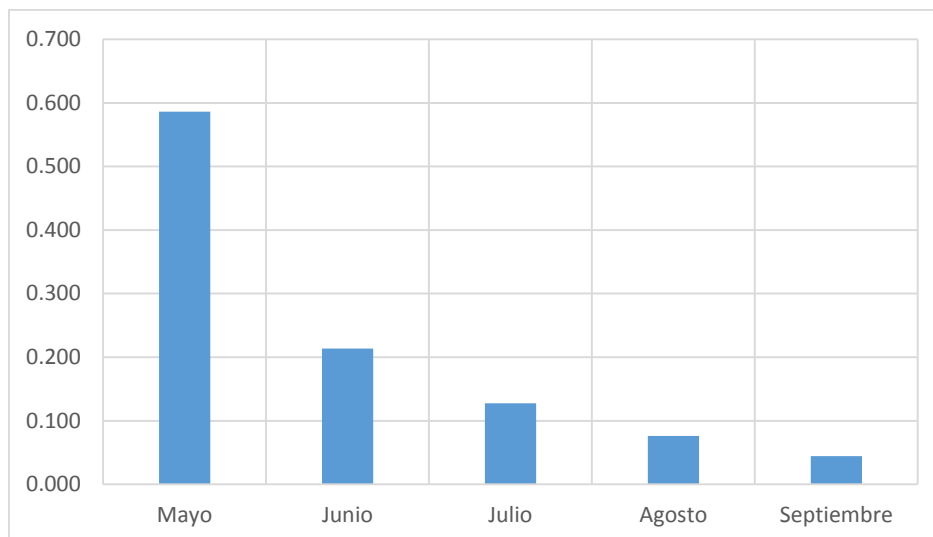


Figura 20: Distribución de los coeficientes de agotamiento en la cuenca del Río Mashcón.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Valores del gasto de la retención en la cuenca del Río “Mashcón”

Mes	Dias (t)	Gi
Mayo	31	32.352
Junio	31	11.786
Julio	30	7.027
Agosto	30	4.190
Septiembre	31	2.455

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Coeficientes de abastecimiento para la región Cajamarca.

Periodo Hidrológico	MESES DEL AÑO						Total
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
Cajamarca	25	-5	0	20	25	35	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Valores del abastecimiento de la retención en la cuenca del Río “Mashcón”

Mes	Ai (mm/mes)
Enero	11.562
Febrero	14.4525
Marzo	20.2335
Abril	0
Octubre	14.4525
Noviembre	-2.8905
Diciembre	0

Fuente: Elaboración propia

4.4. GENERACIÓN DE CAUDALES

Caudales mensuales para el año promedio

En la (tabla 34), se muestran los parámetros más importantes que han intervenido en el cálculo de caudales para el año promedio, asimismo, muestra la transformación de la precipitación media mensual en precipitación efectiva de escurrimiento, el gasto y el abastecimiento de la retención considerado para la cuenca “Mashcón”.

Tabla 36: Caudales generados para el Año Promedio en la cuenca del Río “Mashcón”

MES	N° DÍAS	PRECIPITACIÓN MENSUAL		CONTRIBUCIÓN DE LA RETENCIÓN		CAUDALES	
		PMP (mm/mes)	PE (mm/mes)	G (mm/mes)	A (mm/mes)	Q _m (mm/mes)	Q _m (m ³ /s)
Ene	30	174.94	101.971		11.562	90.40904204	5.522
Feb	28	187.09	109.054		14.4525	94.6013146	6.191
Mar	31	220.23	128.368		20.2335	108.1347304	6.392
Abr	30	133.36	77.734		0	77.73425835	4.748
May	31	52.96	30.869	38.52		69.39003488	4.101
Jun	30	19.29	11.246	14.03		25.27901495	1.544
Jul	31	9.37	5.462	3.89		9.352624882	0.553
Ago	31	15.40	8.976	1.08		10.05500259	0.594
Sep	30	47.88	27.910	0.29		28.19631142	1.722
Oct	31	118.96	69.339		14.4525	54.88636486	3.244
Nov	30	120.56	70.271		-2.8905	73.16115088	4.469
Dic	31	137.87	80.360		0	80.36036594	4.750

Fuente: Elaboración propia

Los caudales generados muestran una relación directa con la precipitación, siendo mayores en los meses lluviosos (Febrero y Marzo) con 6.191 m³/s y 6.392 m³/s, respectivamente y menores en los meses de estiaje (Junio y Julio) con 0.553 m³/s y 0.594 m³/s, respectivamente. La distribución de dichos caudales se presenta a continuación, en la (figura 21).

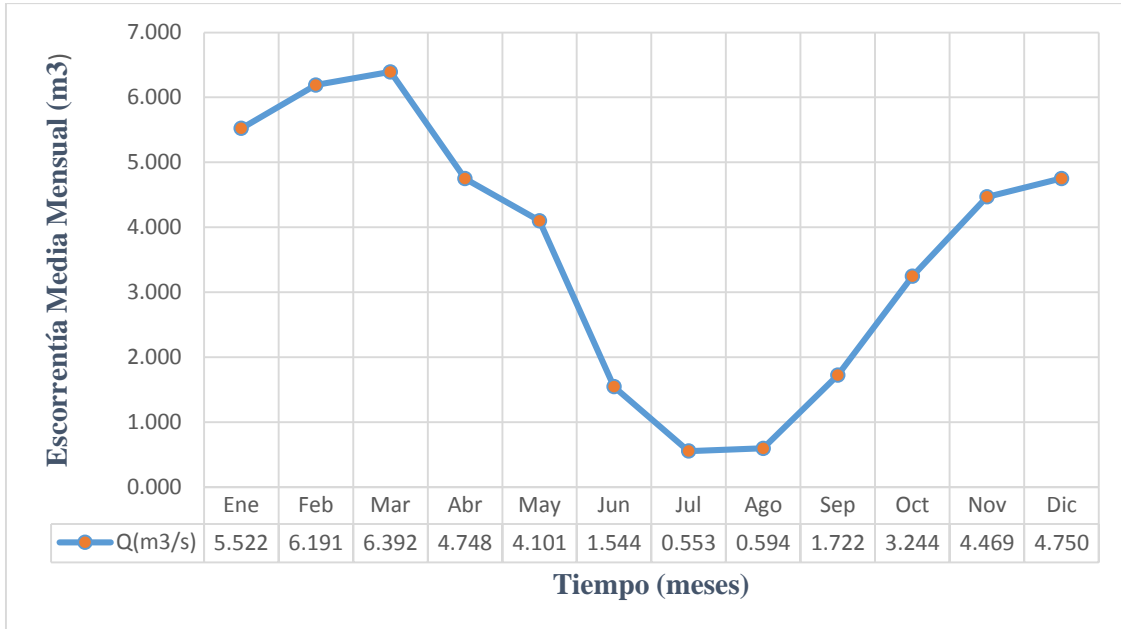


Figura 21: Caudales generados para el año promedio en la cuenca del Río “Mashcón”.

Fuente: Elaboración propia

Caudales mensuales para un período extendido

Los coeficientes estadísticos que se mencionan en la (tabla 38), es el resultado de la regresión múltiple de los caudales promedios mensuales generados (Q y Q_{t-1}) y la precipitación efectiva promedio mensual (PE) generadas en la aplicación del modelo.

Tabla 37: Series y coeficientes estadísticos para la regresión múltiple

Mes	Qt-1	P Et	\hat{Q}_t
Enero	80.36	101.97	88.39
Febrero	90.41	109.05	96.36
Marzo	94.60	128.37	107.53
Abril	108.13	77.73	89.40
Mayo	77.73	30.87	53.08
Junio	63.22	11.25	37.06
Julio	23.03	5.46	16.00
Agosto	12.49	8.98	12.89
Setiembre	13.17	27.91	22.28
Octubre	30.37	69.34	49.98
Noviembre	54.89	70.27	61.59
Diciembre	73.16	80.36	74.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Series y coeficientes estadísticos para la regresión múltiple

Coeficientes Estadísticos (Regresión Múltiple)	
B ₁	5.727
B ₂	0.322
B ₃	0.583
S ² _{Qt}	1097.551
S	8.885
r	0.9634
$(S) * \sqrt{(1 - r^2)}$	2.38292434
n	12
p	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Generación de número aleatorio para cada mes

Mes	z
Enero	-0.357
Febrero	-0.525
Marzo	0.459
Abril	-0.308
Mayo	-2.054
Junio	0.280
Julio	0.072
Agosto	0.054
Setiembre	-0.381
Octubre	0.761
Noviembre	-0.749
Diciembre	0.808

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Caudales de correlación múltiple generados con el modelo

Mes	z	Qt-1	P Et	Qm (mm)
Enero	0.287	80.36	101.97	89.13
Febrero	0.078	90.41	109.05	96.56
Marzo	-0.618	94.60	128.37	105.94
Abril	2.663	108.13	77.73	96.24
Mayo	-0.662	77.73	30.87	51.38
Junio	1.160	63.22	11.25	40.04
Julio	-1.030	23.03	5.46	13.35
Agosto	-0.259	12.49	8.98	12.22
Setiembre	-0.128	13.17	27.91	21.95
Octubre	-0.202	30.37	69.34	49.46
Noviembre	-1.049	54.89	70.27	58.89
Diciembre	0.020	73.16	80.36	74.80

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se deduce que las series entre los caudales del mes anterior, los caudales actuales y la precipitación efectiva actual utilizando la regresión múltiple, alcanzan una buena correlación ($r = 0.9634$).

Para la cuenca del Río Mashcón, se ha generado caudales desde 1968 hasta 2016 (Ver anexo A.8). En las tablas (57 y 58) se muestran los caudales generados por el periodo extendido. El promedio mensual anuales de estos caudales se muestra a continuación, en la (figura 34).

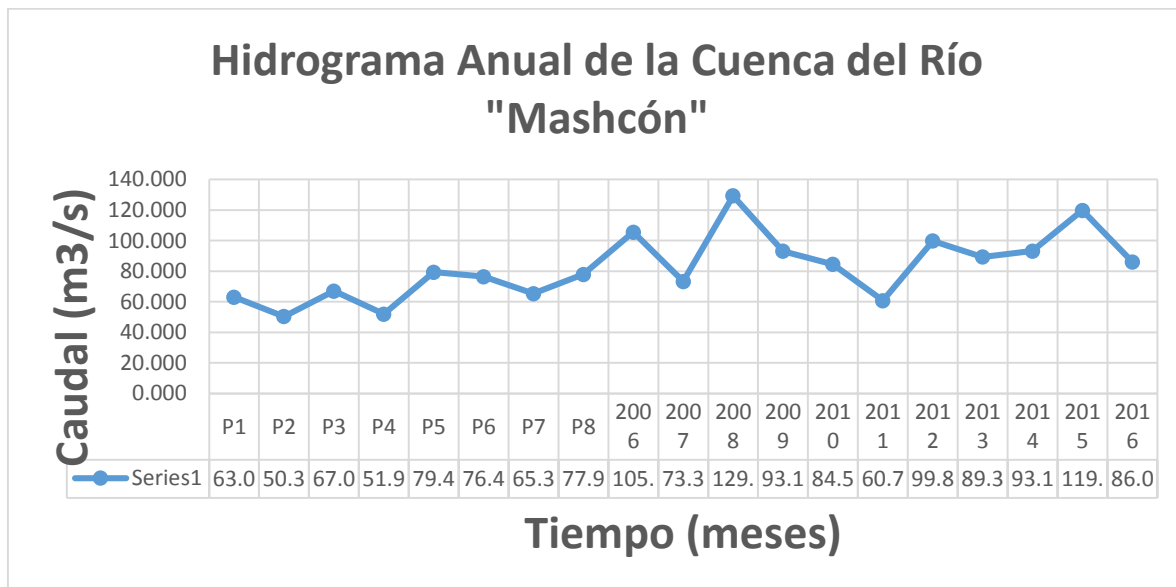


Figura 22: Caudales para un periodo extendido en la cuenca del Río “Mashcón”.

Fuente: Elaboración propia

VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN:

Caudales medidos en el Río Mashcón

El control de descargas de los aforos realizados en los meses de septiembre y Octubre se detalla en la (tabla 38).

Los caudales aforados durante los meses de marzo y abril del 2017 arrojaron valores de 0.31 m³/s y 0.51 m³/s, respectivamente como valores promedio.

Cabe recalcar que el método del Tubo de Pitop fue el más indicado. sin embargo, existe un margen de error que se pudo haber cometido, estos aforos han proporcionado una visión acerca de la aplicación del modelo, evaluando si dicho modelo se justifica o no, para la aplicación en la cuenca “Mashcón”

Tabla 41: Caudales Aforados en en la cuenca del rio Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz

CUADRO DE RESUMÉN DE AFOROS		
AFORO N°	FECHAS	CAUDAL (m³/s)
1	11/09/2017	0.20
2	12/09/2017	0.36
3	13/09/2017	0.34
4	15/09/2017	0.35
5	16/09/2017	0.35
6	18/09/2017	0.34
7	20/09/2017	0.27
8	22/09/2017	0.26
9	25/09/2017	0.35
10	27/09/2017	0.3
11	30/09/2017	0.33
12	01/10/2017	0.26
13	03/10/2017	0.36
14	05/10/2017	0.6
15	08/10/2017	0.4
16	10/10/2017	0.54
17	11/10/2017	0.47
18	14/10/2017	0.51
19	15/10/2017	0.54
20	19/10/2017	0.49
21	22/10/2017	0.21
22	29/10/2017	1.2

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro resumen se tiene que el caudal aforado en el mes de septiembre es de 0.31 m³/s y el caudal para el mes de Octubre es de 0.51 m³/s.

Inventario de impactos aguas arriba del unto de aforo.

Con la finalidad de que los datos sean más precisos, se buscó información de los impactos existentes aguas arriba del punto de aforo, teniendo como resultado canales de derivación, tomas laterales y bocatomas, las cuales se encuentran dentro de nuestra zona de estudio.

A continuación, se muestra un inventario de los canales de derivación, ver tabla (41.42.43,44,45,46), tomas laterales, ver Anexo () y bocatomas ver tabla (), estructuras que se encuentran aguas arriba de nuestro punto de aforo (Captación Huacaríz), con sus

respectivos caudales, esta información fue proporcionada por la junta de usuarios del Río Mashcón.

Tabla 42: Inventario de Canales de derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz.

CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN																					
NOMBRE	FUENTE	CLASI F.	M AR GE N	PRO G (Km)	Q (m ³ /s.)	SECCION								STAD	LON G (Km)	REVESTIDO			NO REV EST.	Nº USU	AREA SERV (Hás)
						TP			R		C	I				C°	Mamp	Ge om.			
						B	b	h	b	h	Ø	b	h								
LAS FLORES	RÍO PORCONCILLO	CD	D	2+375	0.016	-	-	-	0.40	0.25	8"	0.60	0.30	B-B-M	3+003	0+053	-	-	2+734	108	39.00
TUNASPAMPA	RÍO PORCONCILLO	CD	I	2+399	0.004	-	-	-	0.40	0.30	-	0.40	0.30	R-R	0+748	0+063	-	-	0+685	29	8.00
BRICEÑO	RÍO PORCONCILLO	CD	D	1+205	0.011	-	-	-	-	-	-	0.70	0.50	R	2+402	-	-	-	2+402	86	25.00
POLLITO EL TINGO	RÍO PORCONCILLO	CD	D	0+787	0.007	-	-	-	0.40	0.30	-	0.50	0.40	R-R	1+153	0+041	-	-	1+112	34	7.36
CAHUIÑA CAGAMARCA	RÍO HORNOMAYO	CD	I	3+967	0.020	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	M	3+310	-	-	-	3+310	125	50.00
FLORES	CAHUIÑA CAGAMARCA	1º ORDEN	I	1+325	0.010	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	M	0+610	-	-	-	0+610	12	9.00
CUEVA	CAHUIÑA CAGAMARCA	1º ORDEN	I	1+914	0.010	-	-	-	-	-	-	0.35	0.40	M	0+490	-	-	-	0+490	15	8.00
CACHI	CAHUIÑA CAGAMARCA	1º ORDEN	D	3+017	0.010	-	-	-	-	-	-	0.30	0.40	M	1+163	-	-	-	1+163	15	8.00
FLORES HUARIPATA	CAHUIÑA CAGAMARCA	1º ORDEN	D	3+309	0.020	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	M	0+621	-	-	-	0+621	10	5.00
POLLITO	RÍO HORNOMAYO	CD	I	0+860	0.015	-	-	-	-	-	-	0.50	0.60	R	0+981	-	-	-	0+981	36	9.86
PEÑA COLORADA	RÍO PORCON	CD	I	2+216	0.008	-	-	-	-	-	-	0.50	0.70	M	1+474	-	-	-	1+474	32	5.77
HUAMBOCANCHA BAJA	RÍO PORCON	CD	I	2+730	0.040	-	-	-	0.45	0.40	9"	0.40	0.55	R-R-R	1+386	0+389	-	-	0+979	110	49.9
HUAMBOCANCHA PARTE ALTA	HUAMBOCANCHA BAJA	1º ORDEN	D	1+386	0.015	-	-	-	0.50	0.40	10"	0.50	0.40	B-B-R	2+038	0+363	-	-	1+536	25	15
HUAMBOCANCHA PARTE ALTA	HUAMBOCANCHA PARTE ALTA	2º ORDEN	I	1+295	0.008	-	-	-	-	-	-	0.20	0.30	M	0+822	0+548	-	-	0+274	5	7
HUAMBOCANCHA PARTE BAJA	HUAMBOCANCHA BAJA	1º ORDEN	I	1+386	0.020	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40	M	1+066	-	-	-	1+066	18	12

Fuente: Junata de Usuarios del Río Mashcón

Tabla 43: Inventario de Canales de derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz.

CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN																					
NOMBRE	FUENTE	CLASI F.	M AR GE N	PRO G (Km)	Q (m³/s.)	SECCION								STAD	LON G (Km)	REVESTIDO			NO REV EST.	N° USU	AREA SERV (Hás)
						TP			R		C	T				C°	Mamp .	Ge om.			
						B	b	h	b	h	Ø	b	h								
HUAMBOCANCHA ALTA EL B	RIO PORCON	CD	D	5+209	0.05	-	-	-	0.4	0.40	-	0.40	0.40	B-B-M	1+753	1+020	0+133	-	0+600	74	65
DE LA CRUZ	HUAMBOCANCHA ALTA EL B	1° ORDEN	D	0+814	0.003	-	-	-	0.40	0.50	-	0.40	0.50	B-M	0+592	-	0+021	-	0+571	16	20
SAN ANTONIO PLAN DE TUA	RIO QUILISH	CD	I	2+150	0.016	-	-	-	0.4	0.4	-	0.60	0.30	B-B-M	1+908	0+224	0+043	-	1+641	140	30
HERRERA	SAN ANTONIO PLAN DE TUA	1° ORDEN	I	0+966	0.008	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+302	-	-	-	0+302	18	6
LA COLPA	RIO QUILISH	CD	D	6+221	0.038	0.7	0.5	0.4	0.5	0.6	-	0.80	0.40	R-R-R	5+368	0+470	-	-	4+898	117	79.46
CASTREJON	LA COLPA	1° ORDEN	D	4+649	0.005	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+504	-	-	-	0+504	12	6.54
CALUA	CASTREJON	2° ORDEN	D	0+075	0.003	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	0+187	-	-	-	0+187	6	2.45
TRES MOLINOS	RIO GRANDE ó LLUSHCAPAN	CD	I	0+880	0.098	-	-	-	0.5	1.5	-	0.40	0.50	R-B-R	4+983	0+316	0+026	-	4+641	175	195
CAMACHO	TRES MOLINOS	1° ORDEN	D	2+978	0.008	-	-	-	-	-	-	0.50	0.80	R	1+060	-	-	-	1+060	8	5.85
AGUILAR	CAMACHO	2° ORDEN	I	0+011	0.005	-	-	-	-	-	-	0.60	0.45	R	0+592	-	-	-	0+592	10	5.25
LOS ALPES	TRES MOLINOS	1° ORDEN	D	3+394	0.021	-	-	-	-	-	-	0.70	0.50	B-R	1+980	-	-	-	1+980	12	6.25
TRES MOLINOS	LOS ALPES	2° ORDEN	I	0+119	0.003	-	-	-	-	-	-	0.60	0.70	R	1+782	-	-	-	1+782	9	5.45
TRES MOLINOS	TRES MOLINOS	1° ORDEN	D	3+504	0.021	-	-	-	0.50	0.40	-	0.40	0.40	B-R	1+404	0+016	-	-	1+388	13	11.06
LAS VIZCACHAS	RIO GRANDE ó LLUSHCAPAN	CD	I	1+825	0.031	-	-	-	0.4	0.3	8"	0.40	0.50	R-B-R-F	4+228	0+211	0+014	-	3+990	62	15.97
LLUSHCAPAMPA	RIO GRANDE ó LLUSHCAPAN	CD	D	3+247	0.050	-	-	-	0.4	0.4	-	0.50	0.50	R-M-B	2+384	0+093	-	-	2+291	69	60
VILLANUEVA	RIO GRANDE ó LLUSHCAPAN	1° ORDEN	I	1+654	0.030	-	-	-	-	-	-	0.70	0.50	R	1+079	-	-	-	1+079	8	12
TAFUR	RIO GRANDE ó LLUSHCAPAN	1° ORDEN	D	1+815	0.030	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	M	0+417	-	-	-	0+417	10	15
ATUNMAYO	RIO GRANDE ó LLUSHCAPAN	CD	D	6+200	0.050	-	-	-	0.5	0.4	-	0.40	0.40	B-R	6+916	0+933	-	-	5+983	113	90
SAMBARBAMBA	RIO SAMBARBAMBA	CD	I	8+125	0.017	-	-	-	0.4	0.25	2"-18	0.50	0.40	B-B-R	6+354	0+275	-	-	6+068	160	119.83
QUIRAYQUERO	SAMBARBAMBA	1° ORDEN	I	2+975	0.008	-	-	-	-	-	-	0.40	0.25	M	0+643	-	-	-	0+643	26	12
CANAL N° 1	QUIRAYQUERO	2° ORDEN	I	0+258	0.005	-	-	-	-	-	-	0.50	0.25	M	0+180	-	-	-	0+180	9	4.8
DILAS	SAMBARBAMBA	1° ORDEN	I	3+466	0.006	-	-	-	0.50	0.25	-	-	-	M	0+208	-	-	-	0+208	12	8
COLCAPAMPA	SAMBARBAMBA	1° ORDEN	I	3+848	0.006	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	M	0+213	-	-	-	0+213	32	18

Fuente: Junata de Usuarios del Río Mashcón

Tabla 44: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz.

CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN																					
NOMBRE	FUENTE	CLASI F.	M AR GE N	PRO G (Km)	Q (m³/s.)	SECCION							STAD	LON G (Km)	REVESTIDO			NO REV EST.	N° USU	AREA SERV (Hás)	
						TP			R		C	T			C°	Mamp .	Ge om.				
						B	b	h	b	h	Ø	b									h
SANTA BARBARA	SAMBARBAMBA	1° ORDEN	D	5+705	0.004	-	-	-	-	-	-	0.50	0.40	R	0+778	-	-	-	0+778	33	26
VALIENTE	SAMBARBAMBA	1° ORDEN	I	6+205	0.004	-	-	-	-	-	-	0.50	0.30	M	0+323	-	-	-	0+323	12	10
HERMANOS CUEVA	QDA. QULISH	CD	I	7+087	0.030	0.9	0.4	0.45	0.65	0.5	-	0.50	0.50	B-B-R	8+123	1+400	-	-	6+723	390	248
CANAL N° 1	HNOS. CUEVA	1° ORDEN	I	3+546	0.008	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	1+056	-	-	-	1+056	25	15
YUN YUN	HNOS. CUEVA	1° ORDEN	D	5+501	0.035	-	-	-	-	-	-	0.30	0.50	R	1+217	-	-	-	1+217	15	9.5
LOS CHALANES	HNOS. CUEVA	1° ORDEN	D	6+893	0.008	-	-	-	-	-	-	0.50	0.30	R	0+474	-	-	-	0+474	10	12
QULISH CHILNCAGA	QDA. QULISH	CD	D	7+998	0.034	0.8	0.4	0.4	0.45	0.4	24"	0.70	0.35	B-B-B-F	5+680	1+166	-	-	4+501	90	80
PORCON BAJO	QULISH CHILNCAGA	1° ORDEN	D	3+950	0.011	0.6	0.3	0.4	0.4	0.3	-	0.40	0.40	B-B-M	5+482	0+089	-	-	5+393	67	49.25
SAN JOSE SAN ANTONIO	QDA. TUAL	CD	I	1+117	0.01	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	M	1+258	-	-	-	1+258	44	16
LA PLANTA	QDA. TUAL	CD	D	1+857	0.020	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40	R	0+925	-	-	-	0+925	32	27
LA SHITA	QDA. TUAL	CD	I	2+247	0.008	-	-	-	0.35	0.50	-	0.40	0.50	B-R	2+143	0+005	-	-	2+138	38	24
YERBA SANTA	QDA. TUAL	CD	I	2+849	0.03	-	-	-	-	-	-	0.50	0.40	M	1+468	-	-	-	1+468	53	30
SOTO	YERBA SANTA	1° ORDEN	I	0+673	0.015	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40	R	0+702	-	-	-	0+702	13	8
TOTORILLA	QDA. TUAL	CD	I	3+098	0.008	-	-	-	-	-	-	0.60	0.40	R	1+696	-	-	-	1+696	70	25
PURUMARCA	QDA. MISHACCHA	CD	I	0+066	0.016	-	-	-	0.6	0.35	-	-	-	M	1+707	-	-	-	1+707	32	12
TRANCA SAUCE PAMPA	QDA. LA TRANCA	CD	I	1+450	0.015	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	M	1+845	-	-	-	1+845	29	25.38
TRANCA EL HUAYLULO	QDA. LA TRANCA	CD	I	1+718	0.032	-	-	-	-	-	4"	0.50	0.30	M-R	3+919	-	-	-	3+587	41	160
ZIN ZIN LLUSHPILACO	QDA. LLUSHPILACO	CD	I	0+995	0.014	-	-	-	0.25	0.3	7"	0.30	0.30	B-B-M	4+474	0+084	-	-	4+384	49	32
TINGO EL INGENIO	QDA. EL ARPA	CD	I	0+301	0.027	-	-	-	-	-	-	0.50	0.40	R	3+542	-	-	-	3+542	28	40
TINGO TUYOLOMA	QDA. PURHUAY	CD	I	0+706	0.06	-	-	-	0.50	0.40	-	0.50	0.40	B-M	2+683	1+345	-	-	1+338	41	14.65
ROJAS	TINGO TUYOLOMA	1° ORDEN	I	1+704	0.004	-	-	-	-	-	-	0.60	0.30	R	0+401	-	-	-	0+401	8	3.45
CHUNQUE	QDA. CARHUAQUERO	CD	I	2+144	0.031	-	-	-	-	-	-	0.60	0.30	R	1+932	-	-	-	1+932	42	20.88
CARHUAQUERO YACUSHILLA	QDA. CARHUAQUERO	CD	D	2+492	0.019	-	-	-	-	-	-	0.70	0.70	R	1+212	-	-	-	1+212	30	77.15

Fuente: Junata de Usuarios del Río Mashcón

Tabla 45: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz

CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN																					
NOMBRE	FUENTE	CLASI F.	M AR GE N	PRO G (Km)	Q (m³/s.)	SECCION						STAD	LON G (Km)	REVESTIDO			NO REV EST.	N° USU	AREA SERV (Hás)		
						TP			R		C			T		C°				Mamp .	Ge om.
						B	b	h	b	h	Ø			b	h						
LLANOS	CARHUAQUERO YACUSHILLA	1° ORDEN	I	0+442	0.005	-	-	-	-	-	0.40	0.40	R	0+401	-	-	-	0+401	7	4.55	
CARHUAQUERO YACUSHILLA	QDA. CARHUAQUERO	CD	I	2+925	0.036	-	-	-	-	6"	0.40	0.30	B-R	6+039	-	-	-	6+025	96	58	
CANAL N° 1	CARHUAQUERO YACUSHILLA	1° ORDEN	D	0+996	0.012	-	-	-	-	-	0.20	0.20	M	0+607	-	-	-	0+607	20	14	
CANAL N° 2	CARHUAQUERO YACUSHILLA	1° ORDEN	I	4+124	0.008	-	-	-	-	-	0.30	0.40	M	0+907	-	-	-	0+907	10	8	
YANACOCCHA LLAGAMARCA	QDA. ENCAJON	CD	D	3+772	0.037	0.5	0.3	0.35	-	-	0.55	0.40	B-R	19+682	3+585	-	-	16+097	43	30	
VILLANUEVA	YANACOCCHA LLAGAMARCA	1° ORDEN	I	18+984	0.012	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+670	-	-	-	0+670	11	8	
SAN JOSE SALVADOR DE CO	QDA. COREMAYO	CD	D	1+494	0.040	-	-	-	0.5	0.5	24"	0.60	0.40	B-R-B-F	15+616	1+125	0+026	-	14+380	79	50.78
CASTREJON I	SAN JOSE SALVADOR DE CO	1° ORDEN	D	13+398	0.008	-	-	-	-	-	0.50	0.40	R	0+580	-	-	-	0+580	6	4.1	
CASTREJON II	SAN JOSE SALVADOR DE CO	1° ORDEN	I	14+131	0.008	-	-	-	-	-	0.60	0.20	M	0+405	-	-	-	0+405	10	6.75	
ARCUYOC EL POTRERO	QDA. COREMAYO	CD	D	3+292	0.039	0.6	0.4	0.4	-	-	10"	0.50	0.30	B-B-M	14+950	0+092	-	-	14+761	168	178.96
YOP LA	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	11+016	0.007	-	-	-	-	-	0.30	0.45	R	0+344	-	-	-	0+344	7	3.49	
CALUA I	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	D	11+853	0.007	-	-	-	-	-	0.30	0.45	R	0+265	-	-	-	0+265	8	16.55	
VALDIVIA	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	12+985	0.006	-	-	-	-	-	0.50	0.50	R	0+100	-	-	-	0+100	8	6.64	
JULCAMORO	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	13+243	0.006	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+087	-	-	-	0+087	7	4.81	
ZONAC	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	13+307	0.005	-	-	-	-	-	0.30	0.40	R	0+309	-	-	-	0+309	6	6.79	
VILLANUEVA	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	13+670	0.006	-	-	-	-	-	0.30	0.40	R	0+104	-	-	-	0+104	10	8.6	
CALUA II	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	13+848	0.008	-	-	-	-	-	0.30	0.40	R	0+770	-	-	-	0+770	16	23.4	
VALDIVIA II	CALUA II	2° ORDEN	I	0+679	0.004	-	-	-	-	-	0.30	0.40	R	0+037	-	-	-	0+037	7	4.46	
VALENCIA	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	D	13+917	0.005	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	0+388	-	-	-	0+388	7	7.87	
CULQUI	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	D	13+941	0.004	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	0+387	-	-	-	0+387	16	12.17	
ANTIGUO	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	14+093	0.004	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	0+604	-	-	-	0+604	10	11.1	
LOS ALISOS	ARCUYOC EL POTRERO	1° ORDEN	I	14+380	0.004	-	-	-	-	-	0.30	0.40	R	0+198	-	-	-	0+198	11	11.50	
QUSHUAR	QDA. MUNYUDEN	CD	I	0+582	0.035	0.5	0.3	0.45	-	-	8"-23"	0.40	0.50	B-B-R-	12+253	0+900	-	0+337	10+773	104	85

Fuente: Junata de Usuarios del Río Mashcón

Tabla 46: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del Río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz

CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN																					
NOMBRE	FUENTE	CLASIF.	MARGEN	PROG (Km)	Q (m³/s.)	SECCION								STAD	LON G (Km)	REVESTIDO			NO REV EST.	N° USU	AREA SERV (Hás)
						TP			R		C	T				C°	Mamp	Geom.			
						B	b	h	b	h	Ø	b	h								
CHILON	QUISHUAR	1° ORDEN	D	7+536	0.003	-	-	-	-	-	-	0.30	0.20	R	0+596	-	-	-	0+596	6	3
ENCAJON COLLOTAN	QDA. MUNYUDEN	CD	I	0+629	0.063	0.6	0.4	0.4	0.40	0.30	5"-24"	0.40	0.30	B-B-B	1+137	0+487	0+007	0+094	0+417	70	48
CANAL N° 1	ENCAJON COLLOTAN	1° ORDEN	I	8+238	0.010	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	M	0+498	-	-	-	0+498	10	8
APALIN LLUSHCAPAMPA EL	QDA. APALIN	CD	D	0+482	0.035	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	4+853	-	-	-	4+853	84	50.3
VARGAS	APALIN LLUSHCAPAMPA EL	1° ORDEN	I	1+715	0.008	-	-	-	-	-	-	0.30	0.20	R	0+813	-	-	-	0+813	8	4.85
SANCHEZ	APALIN LLUSHCAPAMPA EL	1° ORDEN	D	2+481	0.005	-	-	-	-	-	-	0.40	0.20	R	0+252	-	-	-	0+252	10	5.75
CASTREJON	APALIN LLUSHCAPAMPA EL	1° ORDEN	D	3+834	0.004	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+571	-	-	-	0+571	8	4.95
YERBA BUENA	QDA. SAMBARBAMBA	CD	D	9+654	0.016	-	-	-	-	-	-	0.50	0.30	R	1+730	-	-	-	1+730	33	14.63
LA SHACSHA	QDA. SAN JOSE	CD	I	6+541	0.034	0.8	0.4	0.4	0.45	0.4	-	0.70	0.35	B-B-R	3+974	2+644	-	-	1+330	175	90
LLUSHCAPAMPA LOS PEROS	LA SHACSHA	1° ORDEN	I	1+814	0.012	0.6	0.5	0.4	-	-	-	0.50	0.50	B-R	1+675	1+473	-	-	0+202	54	32.5
QUINUAMAYO	LA SHACSHA	1° ORDEN	D	2+630	0.008	-	-	-	-	-	6"	0.40	0.30	B-M	1+411	-	-	-	1+390	24	12
SAN MARTIN TUPAC AMARU	QDA. HONDA	CD	I	13+706	0.035	0.8	0.4	0.45	0.65	0.65	32"	0.80	0.40	B-B-B	32+273	5+043	0+051	0+163	26+715	191	290.06
HUALTIPAMPA I	SAN MARTIN TUPAN AMARU	1° ORDEN	I	32+273	0.025	-	-	-	0.50	0.40	-	0.50	0.40	B-R	3+328	0+556	-	-	2+772	20	12
HUALTIPAMPA II	HUALTIPAMPA I	2° ORDEN	D	0+381	0.015	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40	R	2+039	-	-	-	2+039	18	10
TUAL	SAN MARTIN TUPAC AMARU	1° ORDEN	D	32+273	0.015	0.7	0.5	0.4	0.5	0.5	-	0.80	0.40	B-B-R	2+345	1+017	-	-	1+328	30	70
HERRERA	TUAL	2° ORDEN	D	0+589	0.010	-	-	-	0.6	0.4	-	-	-	B	0+729	0+729	-	-	-	10	16.5
COÑOR	TUAL	2° ORDEN	D	0+993	0.015	-	-	-	-	-	-	0.50	0.40	R	0+821	-	-	-	0+821	20	25.61
CHUPICARUMILA COLPA	COÑOR	3° ORDEN	D	0+384	0.006	-	-	-	-	-	-	0.60	0.50	R	0+395	-	-	-	0+395	14	17.15
PEREZ	TUAL	2° ORDEN	D	1+653	0.006	-	-	-	0.4	0.30	-	0.40	0.30	R	2+582	-	0+032	-	2+550	20	4.48
HERRERA	PEREZ	3° ORDEN	D	0+835	0.008	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	M	0+326	-	-	-	0+326	12	7.2
LA CORTADERA	QDA, LA CORTADERA	CD	I	1+197	0.018	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	2+678	-	-	-	2+678	18	16.27
MANZANILLA	M° MANZANILLA I y II	CD	-	-	0.010	-	-	-	-	-	-	0.50	0.30	M	0+999	-	-	-	0+999	60	24
SAN JOSE DE CHONTAPACC	M° SAN JOSE DE CHONTAPA	CD	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	0.60	0.30	R	1+379	-	-	-	1+379	43	21.28

Fuente: Junata de Usuarios del Río Mashcón

Tabla 47: Inventario de Canales de Derivación en la cuenca del río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz

CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN																					
NOMBRE	FUENTE	CLASI F.	M AR GE N	PRO G (Km)	Q (m³/s.)	SECCION								STAD	LON G (Km)	REVESTIDO			NO REV EST.	N° USU	AREA SERV (Hás)
						TP			R		C	T				C°	Mamp .	Ge om.			
						B	b	h	b	h	Ø	b	h								
MANZANAS CAPELLANIA	M° EL P UQUIO	CD	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+521	-	-	-	0+521	34	18
SAUCO PUQUIO	M° SAUCOP UQUIO I y II	CD	-	-	0.013	-	-	-	-	-	-	0.40	0.40	R	1+711	-	-	-	1+711	15	7.65
YOPLA	SAUCOP UQUIO	1° ORDEN	D	0+486	0.003	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+363	-	-	-	0+363	8	6
BACON	SAUCOP UQUIO	1° ORDEN	D	0+844	0.002	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	0+604	-	-	-	0+604	6	4
SUROCONGA COÑOR	M° OGORIS I y II	CD	-	-	0.015	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	1+790	-	-	-	1+790	54	28.13
VALDIVIA	SUROCONGA COÑOR	1° ORDEN	I	0+622	0.004	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	R	0+442	-	-	-	0+442	10	5.75
TINGO EL COÑOR	M° EL TINGO	CD	-	-	0.005	-	-	-	-	-	-	0.60	0.50	R	0+264	-	-	-	0+264	18	9.05
CASTREJON	TINGO EL COÑOR	1° ORDEN	-	0+000	0.001	-	-	-	-	-	-	0.50	0.30	R	0+158	-	-	-	0+158	6	1.5
QULISH CINCE LAS VIZCACHAS	M° CINCE	CD	-	-	0.004	-	-	-	0.4	0.4	-	0.80	0.60	R-R	3+462	0+078	-	-	3+384	118	29.32
MARAYNILLO	M° MARAYNILLO	CD	-	-	0.018	-	-	-	-	-	-	0.50	0.40	R	4+271	-	-	-	4+271	50	24.93
SHALLUAYOC	M° SHALLUAYOC	CD	-	-	0.008	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	1+534	-	-	-	1+534	28	4.51
UÑIGAN	M° UÑIGAN I, II, III, IV	CD	-	-	0.012	-	-	-	-	-	-	0.40	0.30	R	0+672	-	-	-	0+672	30	15.63

Fuente: Junata de Usuarios del Río Mashcón

SECCION	ESTADO
TP =TRAPEZOIDAL	B = BUENO
R = RECTANGULAR	R = REGULAR
C = CIRCULAR	M = MALO
T = TIERRA	

Qtotal=	1.31	m³/s
----------------	-------------	-------------

4.5. OFERTAS HÍDRICAS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO MASHCÓN

Los caudales mensuales generados por el modelo estocástico se ajustaron a una distribución Normal, utilizando la prueba estadística de Smirnov-Kolmogorov, ésta prueba ha permitido disponer de elementos de juicio para aceptar o rechazar la función previamente seleccionada.

Analizando las descargas medias mensuales generadas se ha determinado que la masa anual media en la cuenca del Río Mashcón es de 34.57 m³/s, estando concentrado en la época de lluvias (octubre-abril) el 70 % de la misma y el 30% restante, en la época de estiaje.

Por otro lado, los caudales anuales promedio para oferta hídrica le corresponde: 2.87 m³/s para riego, 2.72 m³/s para uso doméstico, 2.42 m³/s para industrial y 2.27 m³/s para hidroenergía.

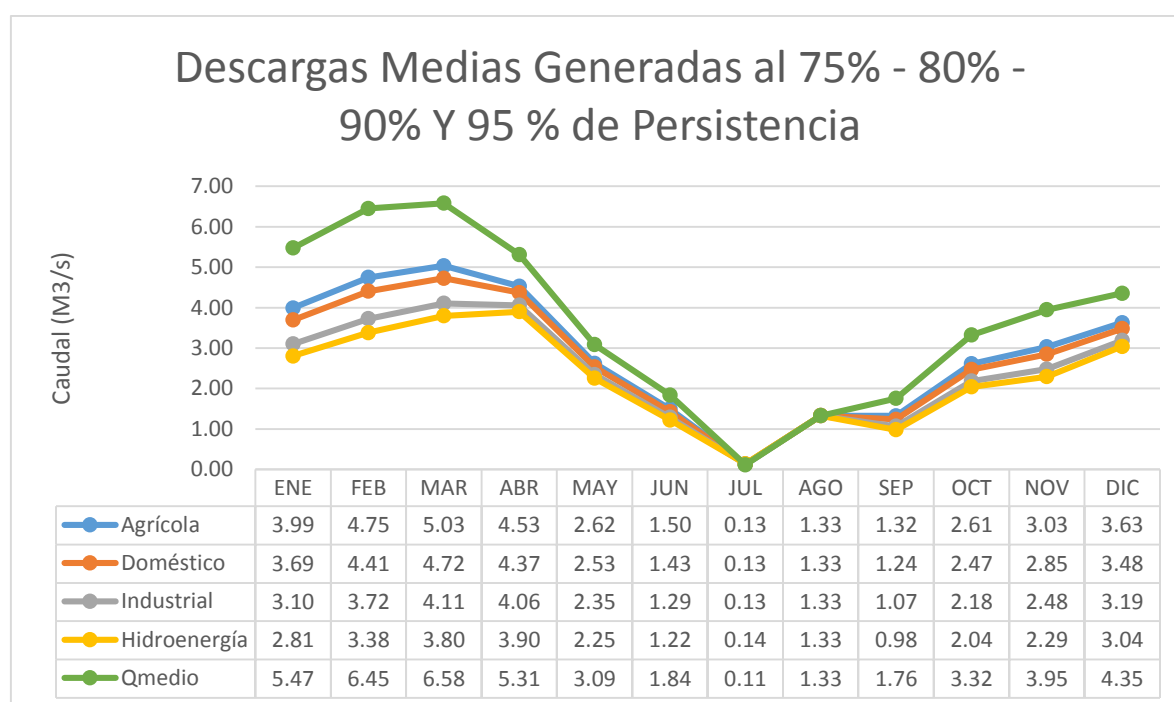


Figura 23 : Disponibilidad Hídrica de la cuenca del Río Mashcón con punto de descarga en la captación Huacaríz.

Fuente: Elaboración propia.

Si bien es cierto, el registro de caudales generados por el modelo son hasta el año 2016 y los caudales aforados fueron en el año 2017, está es una limitante del presente trabajo; habiendo realizado las aclaraciones respectivas; se ha evaluado la oferta hídrica generada con el modelo determinístico estocástico Lutz Scholz, dando como resultado para uso agrícola los siguientes valores, ver tabla (48); a los caudales aforados se le sumaría el caudal que se pierde en los canales de derivación aguas arriba del punto de aforo; esto solamente en los meses de estiaje, ya que en los meses de lluvia el caudal total no se ve afectado por dichos canales. Haciendo una breve comparación entre el caudal obtenido con el modelo realizado en el mes de septiembre que es de 1.32 m³/s, con el caudal final para el mismo mes se tiene 1.62 m³/s; los caudales no son iguales; sin embargo, cabe recalcar que el modelo tiene ciertas restricciones; teniendo en cuenta también que no se cuenta con información suficiente para realizar una comparación con mayor precisión; habiendo realizado dicha aclaración; en términos generales; la metodología del modelo tiene una tendencia no muy adecuada para la cuenca; sin embargo, resuelve de manera sencilla el problema de la falta de información hidrométrica en la cuenca del Río Mashcón, siendo a su vez muy útil para generar escorrentías medias mensuales y sirviendo como base de estudio para otras investigaciones posteriores.

Tabla 48: Caudales finales descontando el caudal total de los canales de derivación

Qagrícola generado con el modelo para la cuenca del Río Mashcón (m3/s)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
3.99	4.75	5.03	4.53	2.62	1.50	0.13	1.33	1.32	2.61	3.03	3.63
Qt total en los Canales de derivación aguas arriba del Pto. aforo (m3/s)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
Caudal de aforos (m3/s)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
*	*	*	*	*	*	*	*	0.31	0.5	*	*
Qfinal sumando Qaforado más Qt en los canales de derivación (m3/s)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
*	*	*	*	*	*	*	*	1.62	*	*	*

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La cuenca del Río Mashcón, con punto emisor en la Captación Huacaríz, tiene un área de 158.313 km², coeficiente orográfico 0.074, relación de confluencias 2.005 e índice de Gravelius 1.528. El cauce principal se denomina Mashcón con una pendiente de 4.728 %, donde se ha observado que el agua es derivada principalmente para uso agrícola y pecuario.
- Los caudales medios mensuales (m³/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 m³/s a 3.32 m³/s y en los meses de escasez varía de 3.19 m³/s a 0.99 m³/s, notándose una gran diferencia entre ambos períodos. Dichos caudales incluyen la escorrentía directa y el flujo base.
- La oferta hídrica generada por la cuenca del Río Mashcón tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz tiene las siguientes variaciones. Para uso agrícola y pecuario con una persistencia del 75 %, el volumen anual promedio es de 2.87 m³/s, el mayor volumen es 5.03 m³/s (Marzo) y el menor 0.13 m³/s (Julio); para consumo humano con una persistencia del 80 % el volumen anual promedio es 2.72 m³/s, el mayor volumen es 4.72 m³/s (Marzo) y el menor 0.13 m³/s (Julio); para uso industrial con una persistencia del 90 %, el volumen promedio anual es de 2.42 m³/s, el mayor es 4.11 m³/s (Marzo) y el menor 0.13 m³/s (Julio); para hidroenergía con una persistencia del 95 %, el volumen anual promedio es de 2.27 m³/s el mayor es 3.90 m³/s (Marzo) y el menor 0.14 m³/s (Julio).
- Los aforos se realizarán con la finalidad de tener un alcance de la oferta hídrica, generada por la cuenca del Río Mashcón, tomando como punto de aforo la Captación Huacaríz.
- Respecto a los modelos determinísticos empleados en el método de Lutz Scholz, el modelo matemático precipitación-escorrentía tiene una tendencia no muy adecuada para

la cuenca, sin embargo, resuelve de manera sencilla la falta de información hidrográfica en la cuenca del Río Mashcón, tomando como punto de aforo la captación Huacaríz.

5.2. RECOMENDACIONES

- Como no se cuenta con información de caudales en la cuenca del Río Mashcón (Captación Huacaríz), se recomienda la instalación de una estación hidrométrica, realizando campañas de aforos bimestrales para poder evaluar la variabilidad hídrica del río. De ser posible se podría instalar una regla limnimétrica en el lugar donde se realizó el aforo (100 m aguas arriba de la Captación Huacaríz), donde se realizarían observaciones diarias.
- Debido a que la red hidrológica y meteorológica en la microcuenca es básica, es necesario la instalación de estaciones pluviométricas dentro del área de estudio, para ello se recomienda que en coordinación con la Junta de Usuarios del Río Mashcón o comisión de regantes se evalúe la instalación de pluviómetros y pequeñas estaciones meteorológicas en las partes altas de la cuenca (por encima de los 2000 msnm); y necesariamente se tendría que contar con personal técnico y profesional, además de ello es necesario el cálculo de la demanda real.
- Con esta investigación se logró estimar la disponibilidad de agua en la cuenca del Río Mashcón, sin embargo, a este nivel de estudio no se puede profundizar con mayor detalle, por lo cual se recomienda que tomando como base la presente investigación, se elaboren estudios complementarios más detallados (validación y calibración del modelo, separación de flujo, tipo de suelo, infiltración, evaporación, etc.), las cuales deben ser las más representativas de la zona de estudio para luego poder realizar una extrapolación de estos resultados a otras cuencas con características similares.

CAPITULO VI

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chávarri Velarde, E. A. (2004). Hidrología Aplicada: Análisis Probabilístico de las Variables Precipitación Total Anual y Caudal Medio Anual. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 60-68 pp.
2. López Cadenas de Llano, F. (1998). Restauración Hidrológica Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. Ingeniería Medioambiental, TRANGSATEC, Ministerio de Medio Ambiente. Editorial Mundi Prensa. España: 945 p.
3. Aliaga Araujo, V. (1985). Hidrología Estadística. Lima, Perú: Ediciones McGrawill, 330 pp.
4. Aliaga Araujo, V. (1985). Hidrología: Tratamiento de Datos. Lima, Perú: Ediciones MacGrawill, 330 pp.
5. Cahuana Andía, A. (2009). Material de Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Hidrología. Cochabamba. (Disponible en: <http://www.fcyt.umss.edu.bo/materias>)
6. Chow, V. T. (2000). Hidrología Aplicada. Ediciones McGraw - Hill, Santa Fe de Bogotá, Colombia: 584 pp.
7. Henaos, J. E. (1988). Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Universidad Santo Tomás. Centro de enseñanza desescolarizada. Bogotá: 396 p.
8. Mejía Marcacuzco, J. A. (2006). Hidrología Aplicada. Lima, Perú: Publidrat, pp. 160-165.
9. Musy, A. (2001). Hydrologie Générale. Fédérale de Lausanne: Laboratoire d'Hydrologie et Aménagement, pp. 180-185.
10. Ortiz Vera, O. (1995). Hidrología De Superficie. Cajamarca, Perú, pp. 1-97.
11. Scholz, L. (1980). Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana. Cusco, Perú: Plan Meris II. (Disponible en <https://www.sites.google.com/site/mehepgirhunalm/clase-7>)
12. Vásquez Villanueva, A. (2000). Evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico en la microcuenca del río el Tuyo en el distrito de Catilluc, provincia de san miguel – cajamarca.

13. Huamán Vidaurre, F y Rodríguez, R. (2017). Generación de Caudales Medios Mensuales en la Cuenca Grande (Mashcón) por Impactada Actividad Minera. Universidad Nacional De Cajamarca. Perú.
14. Villón Béjar, M. (2002). Hidrología Estadística. Lima, Perú: Editorial Villón, 430 pp.
15. Villón Béjar, M. (2002). Hidrología Estadística. Lima, Perú: Editorial Villón, 380 pp.
16. Terán, N. (2014) Volumen aprovechable en la microcuenca del río Tres Ríos, usando el modelo determinístico-estocástico Lutz Scholz, validado para los años hidrológicos 2008-2012. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

ANEXOS

A.1.DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

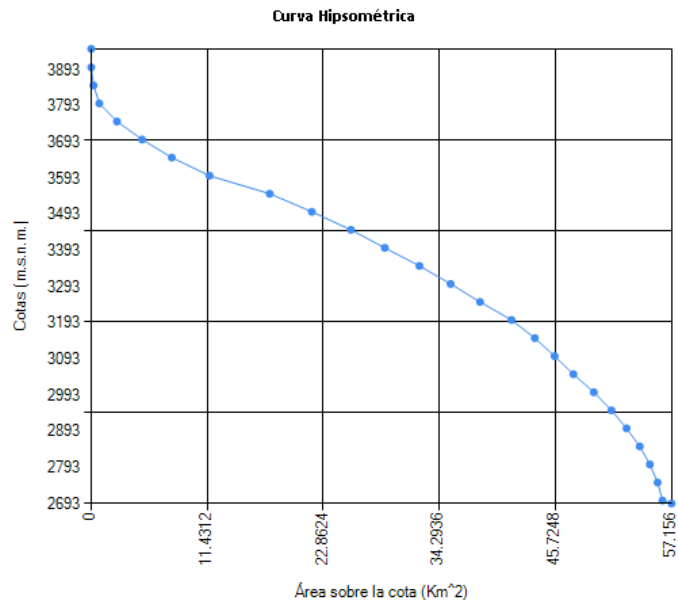


Figura 24: Curva hipsométrica.

Fuente: Elaboración propia

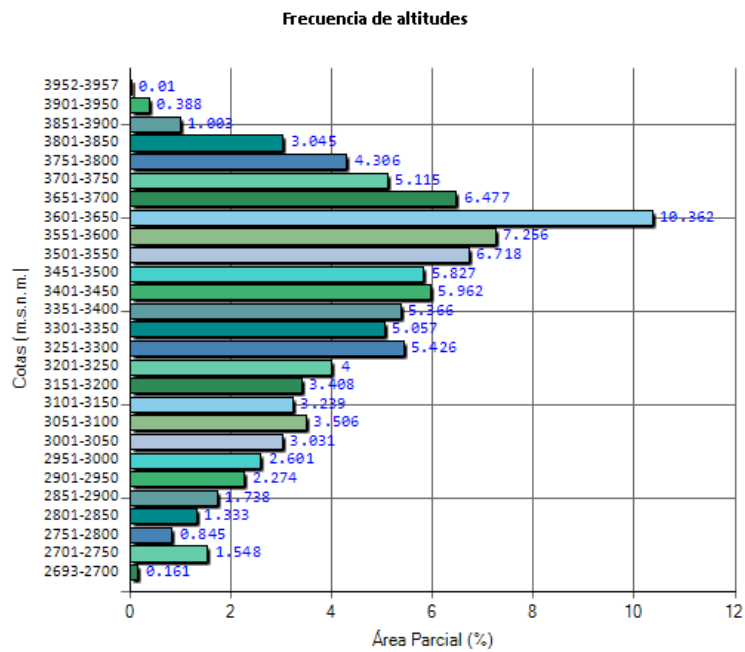


Figura 25: Frecuencia de altitudes.

Fuente: Elaboración propia

A.2. ANALISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

GRUPO I:

Tabla 49: Análisis de saltos y tendencias de la estación (HUACATAZ) tomando como estación base la Estación Augusto Weberbauer:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Huacataz tomando como estación Base La Estación Augusto Weberbauer				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-2011)		
	Periodo 2	(2012-2016)		
	Tamaño	n1	44	
		n2	5	
		n	49	
	Media	X1	887.4	
		X2	914.8	
	Desv. Estan.	S1	135.19	
		S2	135.01	
	Varianza	S1 ²	18276.8	
S2 ²		18228.58		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	135.18	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	63.80	
	"T" Calculado	Tc	0.43	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	SI		
	G.L. Numerador	G.L.N.	43	
	G.L. Denominador	G.L.D.	4	
	"F" Tabulado	Fc	1.00	
	"F" Calculado	Ft	2.2	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Análisis de saltos y tendencias de la estación (HUACATAZ) tomando como estación base la estación Granja Porcón:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Huacataz tomando como estación Base Granja Porcón				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1981; 2012-2016)		
	Periodo 2	(1982-2011)		
	Tamaño	n1	19	
		n2	30	
		n	49	
	Media	X1	861.7	
		X2	908.3	
	Desv. Estan.	S1	125.54	
		S2	138.11	
	Varianza	S1 ²	15760.4	
S2 ²		19075.51		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	133.44	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	39.12	
	"T" Calculado	Tc	1.19	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	NO		
	G.L. Numerador	G.L.N.	29	
	G.L. Denominador	G.L.D.	18	
	"F" Tabulado	Fc	1.21	
	"F" Calculado	Ft	2.12	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Análisis de saltos y tendencias de la estación (HUACATAZ) tomando como estación base la estación Maqui Maqui:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Huacataz tomando como estación Base Maqui Maqui				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1980; 2008-2016)		
	Periodo 2	(1981-2007)		
	Tamaño	n1	22	
		n2	27	
		n	49	
	Media	X1	886.2	
		X2	893.5	
	Desv. Estan.	S1	142.42	
		S2	129.43	
	Varianza	S1 ²	20284.2	
S2 ²		16751.89		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	135.39	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	38.89	
	"T" Calculado	Tc	0.19	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	SI		
	G.L. Numerador	G.L.N.	21	
	G.L. Denominador	G.L.D.	26	
	"F" Tabulado	Fc	1.21	
	"F" Calculado	Ft	1.98	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

GRUPO II

Tabla 52: Análisis de saltos y tendencias de la estación (MAGDALENA)

tomando como estación base la estación Augusto Weberbauer:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Magdalena tomando como estación Base La Estación Augusto				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1981;1990-1998; 2012-2016)		
	Periodo 2	(1982-1989;1999-2011)		
	Tamaño	n1	28	
		n2	21	
		n	49	
	Media	X1	472.3	
		X2	428.0	
	Desv. Estan.	S1	202.54	
S2		176.28		
Varianza	S1^2	41023.5		
	S2^2	31074.22		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	191.81	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	55.37	
	"T" Calculado	Tc	0.80	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Consistencia Varianza	$S1^2 > S2^2$	SI		
	G.L. Numerador	G.L.N.	27	
	G.L. Denominador	G.L.D.	20	
	"F" Tabulado	Fc	1.32	
	"F" Calculado	Ft	1.99	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Análisis de saltos y tendencias de la estación (MAGDALENA)
tomando como estación base la estación Granja Porcón:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Magdalena tomando como estación Base Granja Porcón				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1994)		
	Periodo 2	(1995-2016)		
	Tamaño	n1	27	
		n2	22	
		n	49	
	Media	X1	457.6	
		X2	450.6	
	Desv. Estan.	S1	179.58	
		S2	200.99	
	Varianza	S1 ²	32249.8	
S2 ²		40398.07		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	189.45	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	54.41	
	"T" Calculado	Tc	0.13	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²		NO	
	G.L. Numerador	G.L.N.	21	
	G.L. Denominador	G.L.D.	26	
	"F" Tabulado	Fc	1.25	
	"F" Calculado	Ft	1.98	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 54: Análisis de saltos y tendencias de la estación (MAGDALENA)
tomando como estación base la estación Maqui Maqui:**

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Magdalena tomando como estación Base Maqui Maqui				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1981)		
	Periodo 2	(1982-2016)		
	Tamaño	n1	14	
		n2	35	
		n	49	
	Media	X1	472.0	
		X2	445.8	
	Desv. Estan.	S1	184.55	
		S2	195.76	
Varianza	S1 ²	34059.8		
	S2 ²	38322.68		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	192.73	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	60.95	
	"T" Calculado	Tc	0.43	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	NO		
	G.L. Numerador	G.L.N.	34	
	G.L. Denominador	G.L.D.	13	
	"F" Tabulado	Fc	1.13	
	"F" Calculado	Ft	2.36	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

GRUPO III:

Tabla 55: Análisis de saltos y tendencias de la estación (NEGRITOS) tomando como estación base la estación Augusto Weberbauer:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Negritos tomando como estación Base La Estación Augusto				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-2011)		
	Periodo 2	(2012-2016)		
	Tamaño	n1	44	
		n2	5	
		n	49	
	Media	X1	894.8	
		X2	1007.0	
	Desv. Estan.	S1	150.98	
		S2	126.08	
	Varianza	S1 ²	22793.8	
S2 ²		15895.68		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	149.02	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	70.33	
	"T" Calculado	Tc	1.60	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	SI		
	G.L. Numerador	G.L.N.	43	
	G.L. Denominador	G.L.D.	4	
	"F" Tabulado	Fc	1.43	
	"F" Calculado	Ft	5.7	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Ecuación de Corrección			NO SE CORRIGE	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Análisis de saltos y tendencias de la estación (NEGRITOS) tomando como estación base la estación Granja Porcón:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Negritos tomando como estación Base Granja Porcón				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1981; 1997-2016)		
	Periodo 2	(1982-1996)		
	Tamaño	n1	34	
		n2	15	
		n	49	
	Media	X1	930.1	
		X2	915.3	
	Desv. Estan.	S1	151.70	
		S2	147.55	
	Varianza	S1 ²	23013.5	
S2 ²		21771.50		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	150.48	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	46.64	
	"T" Calculado	Tc	0.32	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	SI		
	G.L. Numerador	G.L.N.	33	
	G.L. Denominador	G.L.D.	14	
	"F" Tabulado	Fc	1.06	
	"F" Calculado	Ft	2.30	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Ecuación de Corrección			NO SE CORRIGE	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Análisis de saltos y tendencias de la estación (NEGRITOS) tomando como estación base la estación Maqui Maqui:

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Negritos tomando como estación Base Maqui Maqui				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1990; 2005-2016)		
	Periodo 2	(1991-2004)		
	Tamaño	n1	35	
		n2	14	
		n	49	
	Media	X1	911.5	
		X2	909.0	
	Desv. Estan.	S1	160.02	
		S2	134.40	
Varianza	S1 ²	25607.2		
	S2 ²	18063.45		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	153.36	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	48.50	
	"T" Calculado	Tc	0.05	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	SI		
	G.L. Numerador	G.L.N.	34	
	G.L. Denominador	G.L.D.	13	
	"F" Tabulado	Fc	1.42	
	"F" Calculado	Ft	2.36	
	Criterio de Desición		NO SALTO	
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

GRUPO IV:

Tabla 58: Análisis de saltos y tendencias de la estación (PORCÓN I) tomando como estación base la estación Augusto Weberbauer :

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Huacataz tomando como estación Base La Estación Augusto				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-2011)		
	Periodo 2	(2012-2016)		
	Tamaño	n1	44	
		n2	5	
		n	49	
	Media	X1	1229.4	
		X2	1203.0	
	Desv. Estan.	S1	184.98	
S2		200.77		
Varianza	S1 ²	34218.6		
	S2 ²	40307.02		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	186.38	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	87.96	
	"T" Calculado	Tc	0.30	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²			NO
	G.L. Numerador	G.L.N.	4	
	G.L. Denominador	G.L.D.	43	
	"F" Tabulado	Fc	1.18	
	"F" Calculado	Ft	2.2	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Ecuación de Corrección			NO SE CORRIGE	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Análisis de saltos y tendencias de la estación (PORCÓN I) tomando como estación base la estación Granja Porcón :

Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Huacataz tomando como estación Base Granja Porcón				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1981; 1993-2016)		
	Periodo 2	(1982-1992)		
	Tamaño	n1	38	
		n2	11	
		n	49	
	Media	X1	1229.6	
		X2	1216.7	
	Desv. Estan.	S1	187.39	
		S2	183.04	
	Varianza	S1 ²	35115.8	
S2 ²		33504.74		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	186.48	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	63.85	
	"T" Calculado	Tc	0.20	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	SI		
	G.L. Numerador	G.L.N.	37	
	G.L. Denominador	G.L.D.	10	
	"F" Tabulado	Fc	1.05	
	"F" Calculado	Ft	2.10	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Ecuación de Corrección			NO SE CORRIGE	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Análisis de saltos y tendencias de la estación (PORCÓN I) tomando como estación base la estación Maqui Maqui:

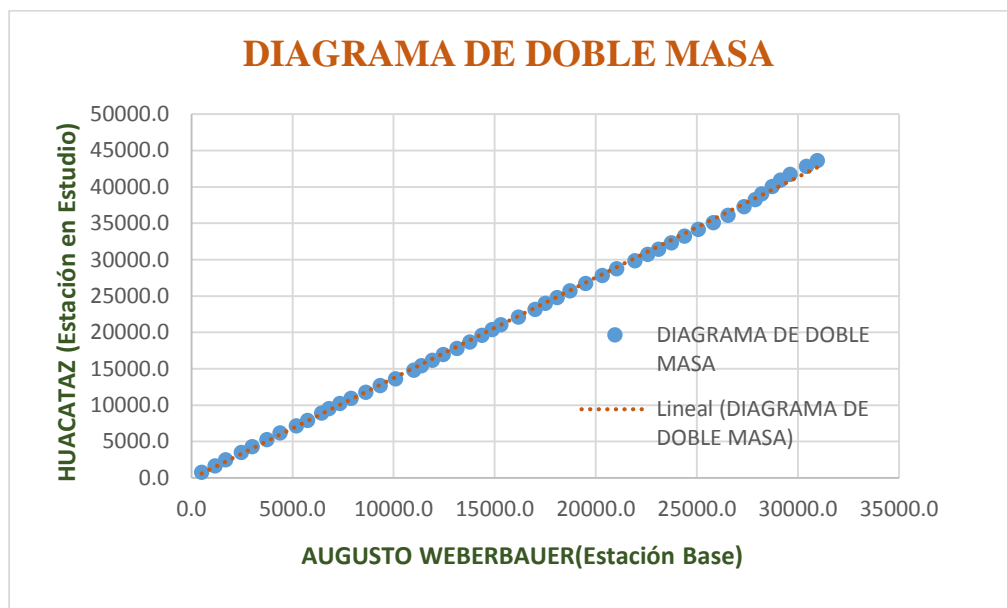
Análisis de Saltos y Tendencias de la Estación Huacataz tomando como estación Base Maqui Maqui				
Parametro Estadísticos	Periodo 1	(1968-1994; 2008-2016)		
	Periodo 2	(1995-2007)		
	Tamaño	n1	35	
		n2	14	
		n	49	
	Media	X1	1212.2	
		X2	1262.9	
	Desv. Estan.	S1	168.39	
S2		222.93		
Varianza	S1 ²	28354.1		
	S2 ²	49697.76		
Consistencia de la Media	Grados Libertad	G.L.	47	
	Desv. Estan. Pond.	Sp	185.09	
	Desv. Estan. Promedios	Sd	58.53	
	"T" Calculado	Tc	0.87	
	"T" Tabulado	Tt	1.645	
Criterio de Desición			NO SALTO	
Consistencia Varianza	S1 ² > S2 ²	NO		
	G.L. Numerador	G.L.N.	13	
	G.L. Denominador	G.L.D.	34	
	"F" Tabulado	Fc	1.75	
	"F" Calculado	Ft	2.03	
	Criterio de Desición			NO SALTO
Ecuación de Corrección		NO SE CORRIGE		

Fuente: Elaboración propia

A.3. CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Tabla 61: Análisis de doble masa por grupos.

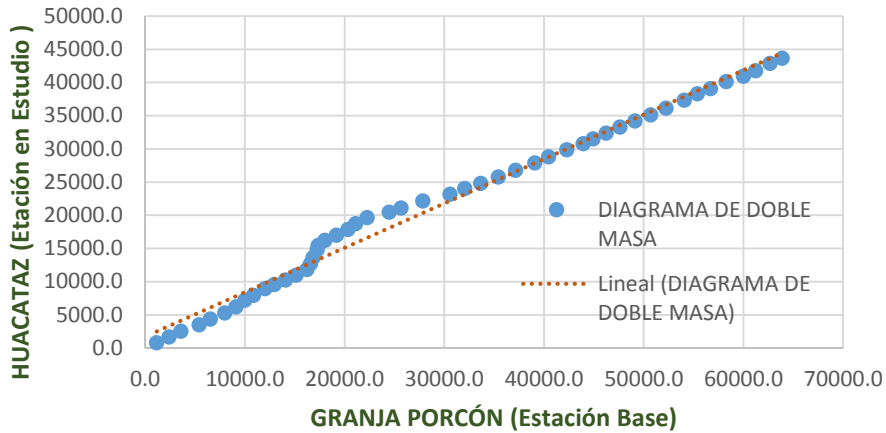
GRUPO 1: Estaciones Base con Estación en estudio HUACATAZ



Periodos en Estudio	
Periodo 1	(1968-2011)
Periodo 2	(2012-2016)

Fuente: Elaboración propia

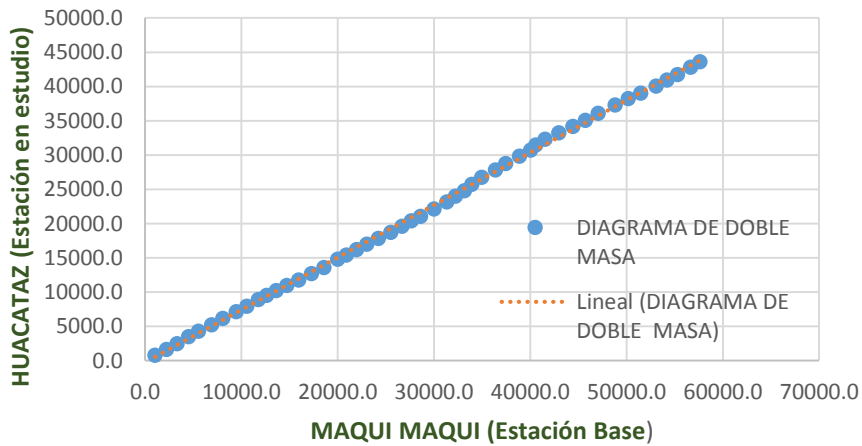
DIAGRAMA DE DOBLE MASA



Periodos en Estudio	
Periodo 1	(1968-1981; 2012-2016)
Periodo 2	(1982-2011)

Fuente: Elaboración propia

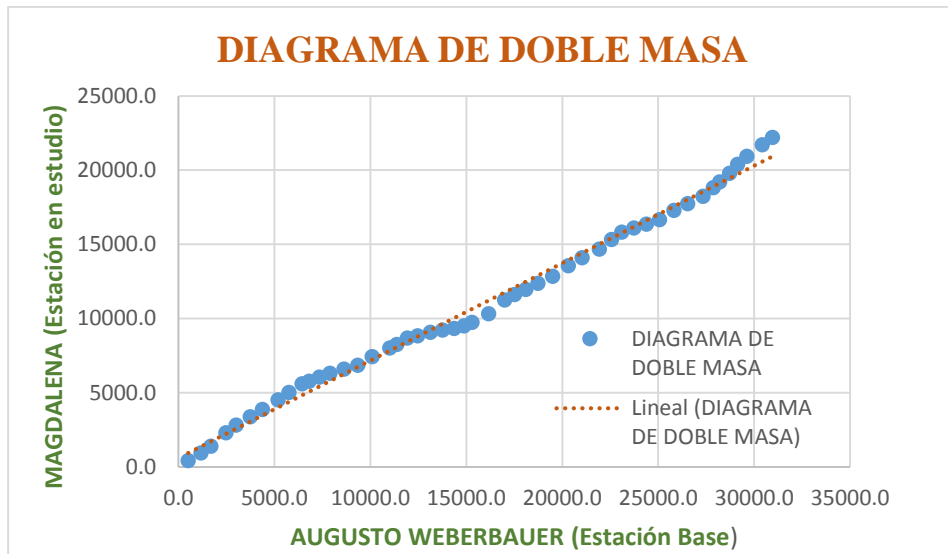
DIAGRAMA DE DOBLE MASA



Periodos en Estudio	
Periodo 1	(1968-1980; 2008-2016)
Periodo 2	(1981-2007)

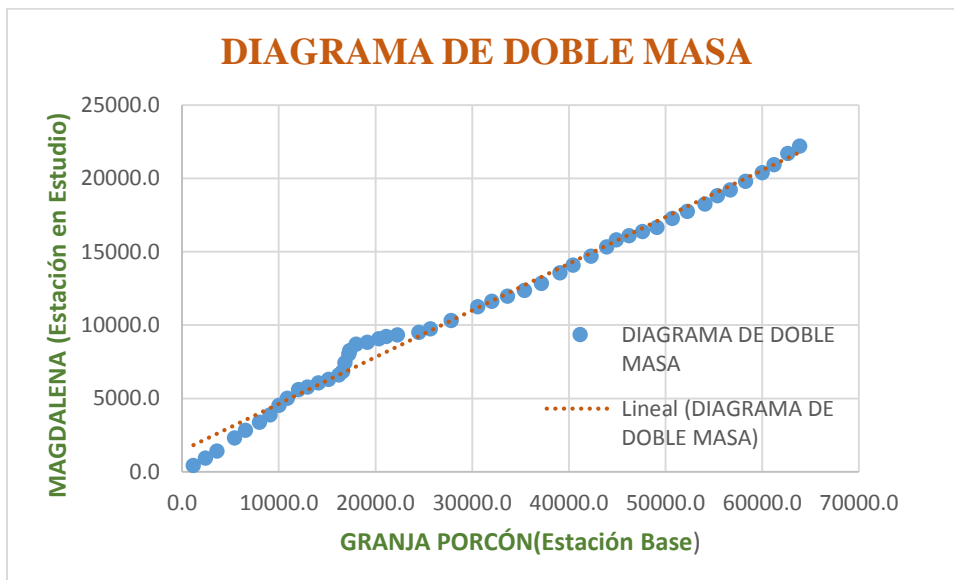
Fuente: Elaboración propia

GRUPO 2: Estaciones Base con Estación en estudio MAGDALENA



Periodos en Estudio	
Periodo 1	(1968-1981;1990-1998; 2012-2016)
Periodo 2	(1982-1989;1999-2011)

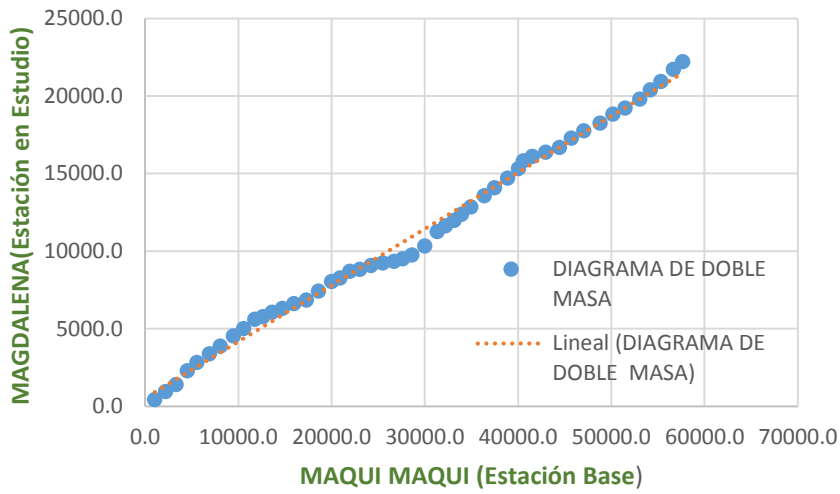
Fuente: Elaboración propia



Periodos en Estudio	
Periodo 1	(1968-1994)
Periodo 2	(1995-2016)

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE DOBLE MASA

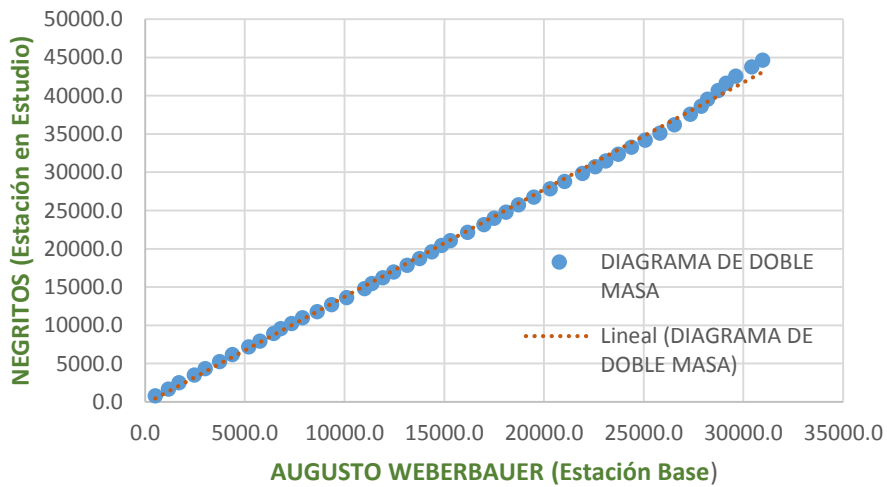


Periodos en Estudio	
Periodo 1	(1968-1981)
Periodo 2	(1982-2016)

Fuente: Elaboración propia

GRUPO 3: Estaciones Base con Estación en estudio NEGRITOS

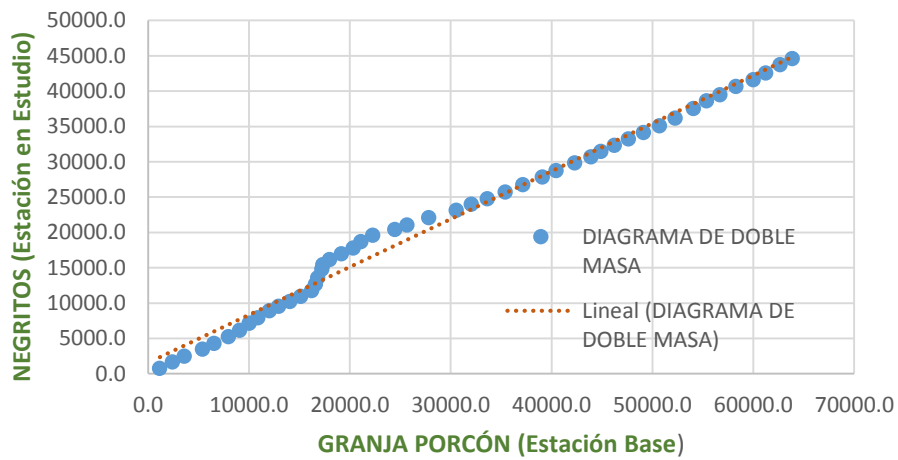
DIAGRAMA DE DOBLE MASA



Periodos de Estudio	
Periodo 1	(1968-2011)
Periodo 2	(2012-2016)

Fuente: Elaboración propia

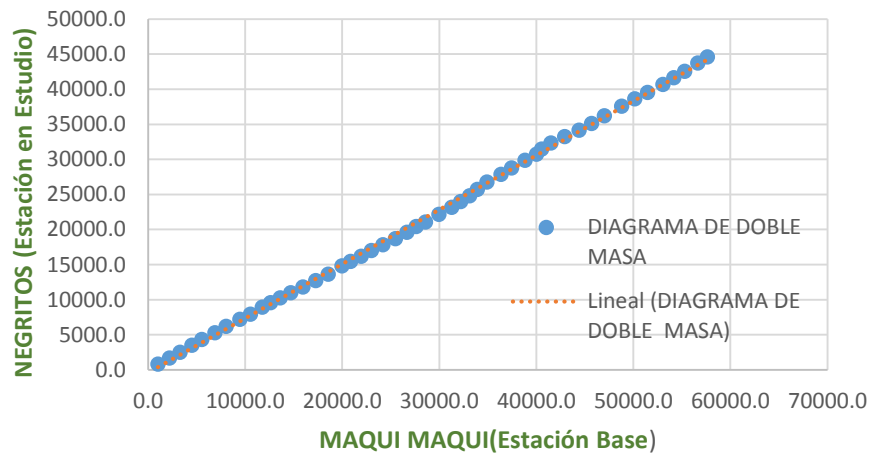
DIAGRAMA DE DOBLE MASA



Periodos de Estudio	
Periodo 1	(1968-1981; 1997-2016)
Periodo 2	(1982-1996)

Fuente: Elaboración propia

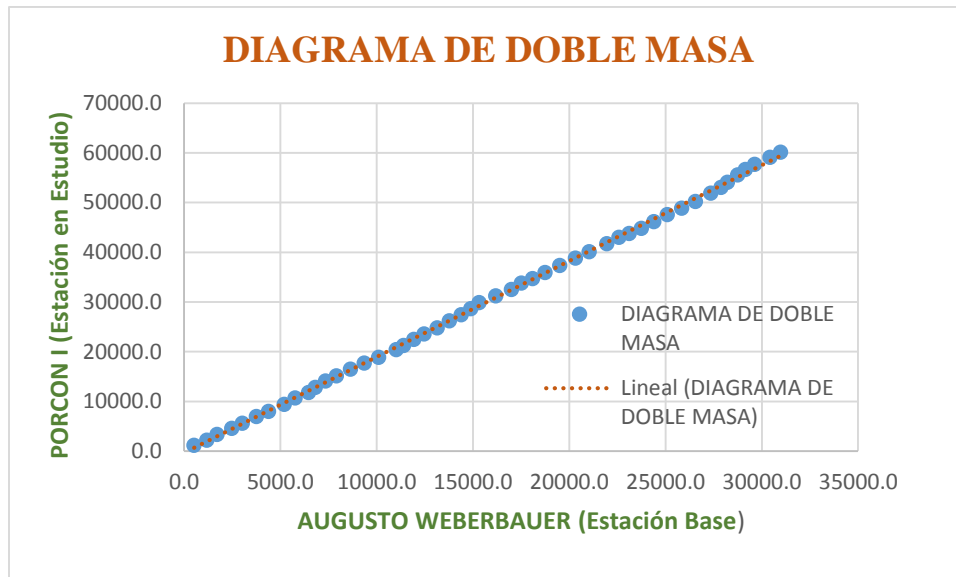
DIAGRAMA DE DOBLE MASA



Periodos de Estudio	
Periodo 1	(1968-1990; 2005-2016)
Periodo 2	(1991-2004)

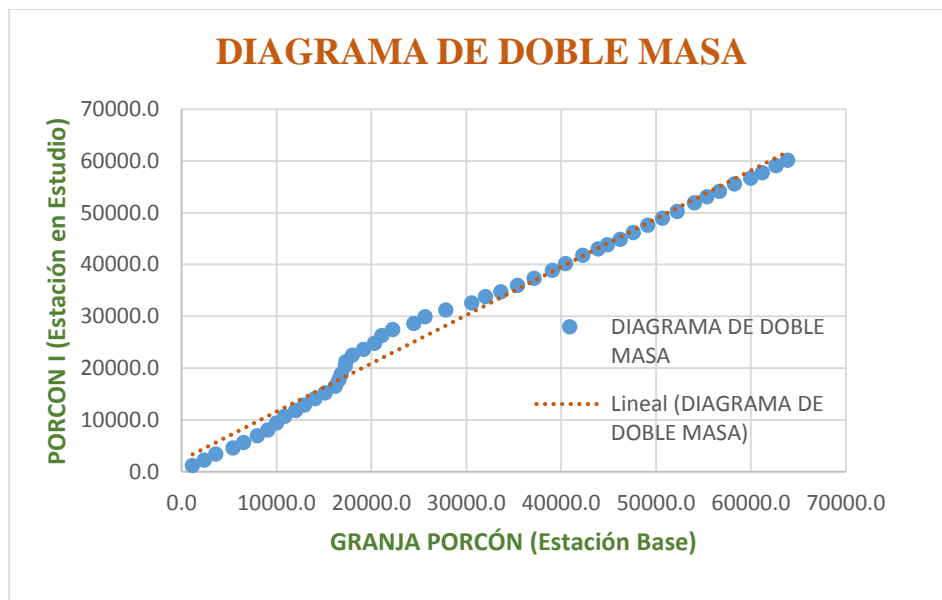
Fuente: Elaboración propia

GRUPO 4: Estaciones Base con Estación en estudio PORCÓN I



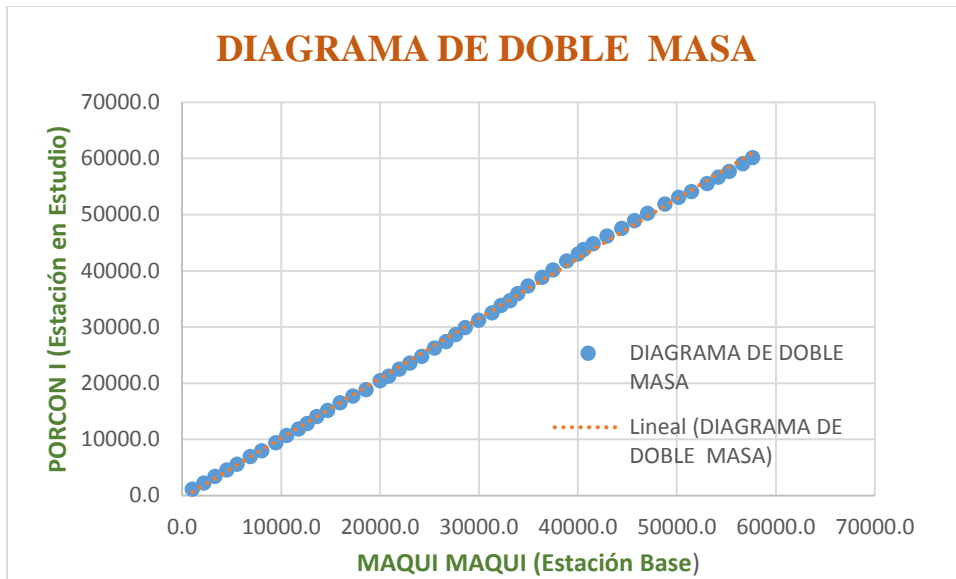
Periodos de Estudio	
Periodo 1	(1968-2011)
Periodo 2	(2012-2016)

Fuente: Elaboración propia



Periodos de Estudio	
Periodo 1	(1968-1981; 1993-2016)
Periodo 2	(1982-1992)

Fuente: Elaboración propia



Periodos de Estudio	
Periodo 1	(1968-1994; 2008-2016)
Periodo 2	(1995-2007)

Fuente: Elaboración propia

A.4.COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA INFORMACIÓN

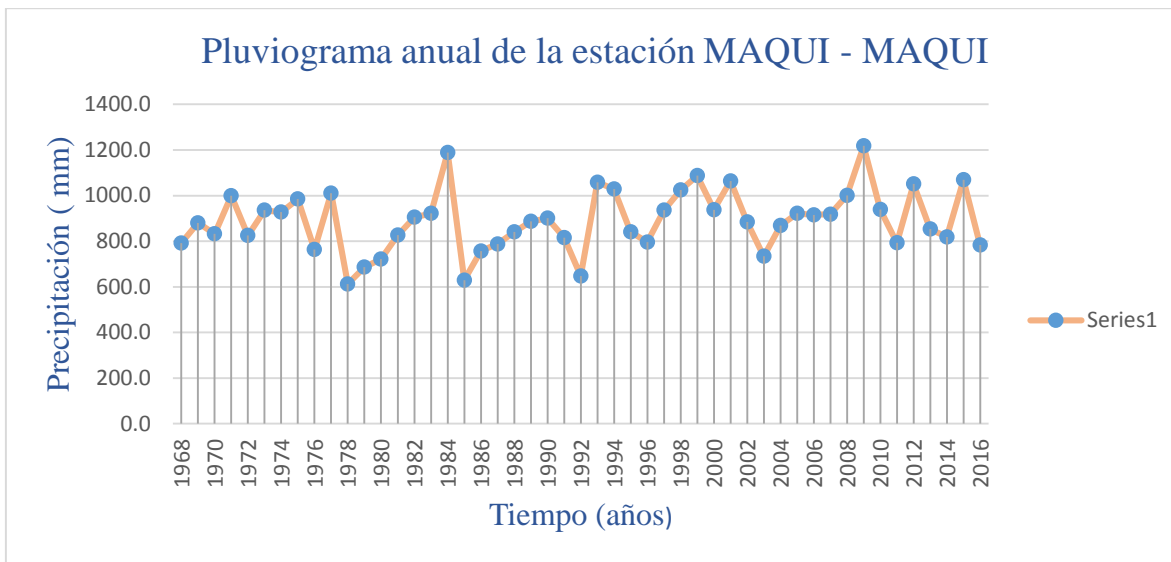


Figura 26: Pluviograma anual de la estación MAQUI – MAQUI.

Fuente: Elaboración propia

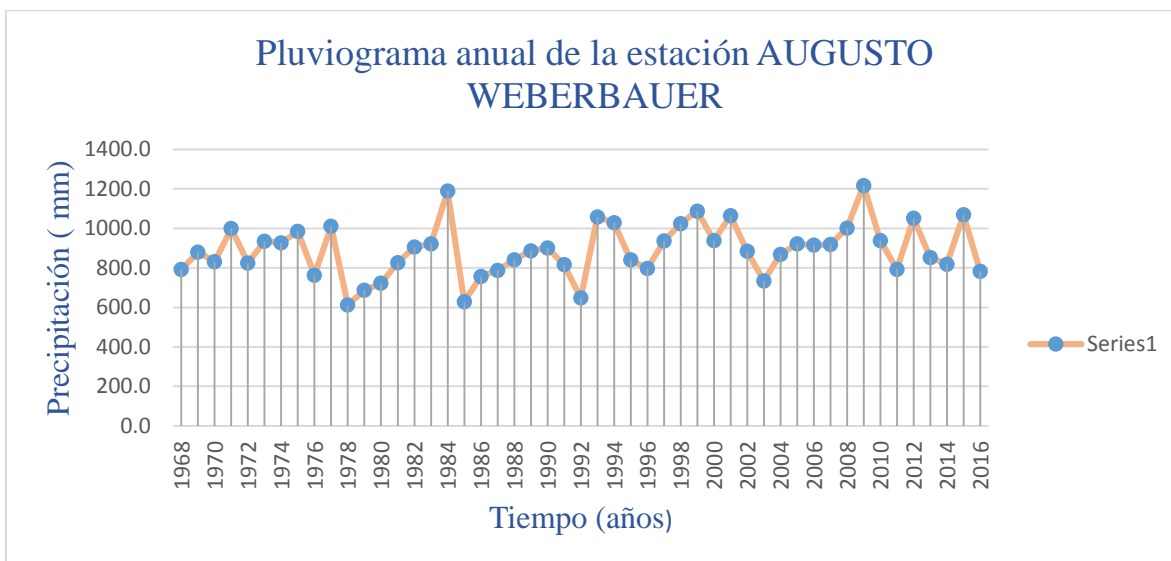


Figura 27: Pluviograma anual de la estación AUGUSTO WEBERBAUER.

Fuente: Elaboración propia

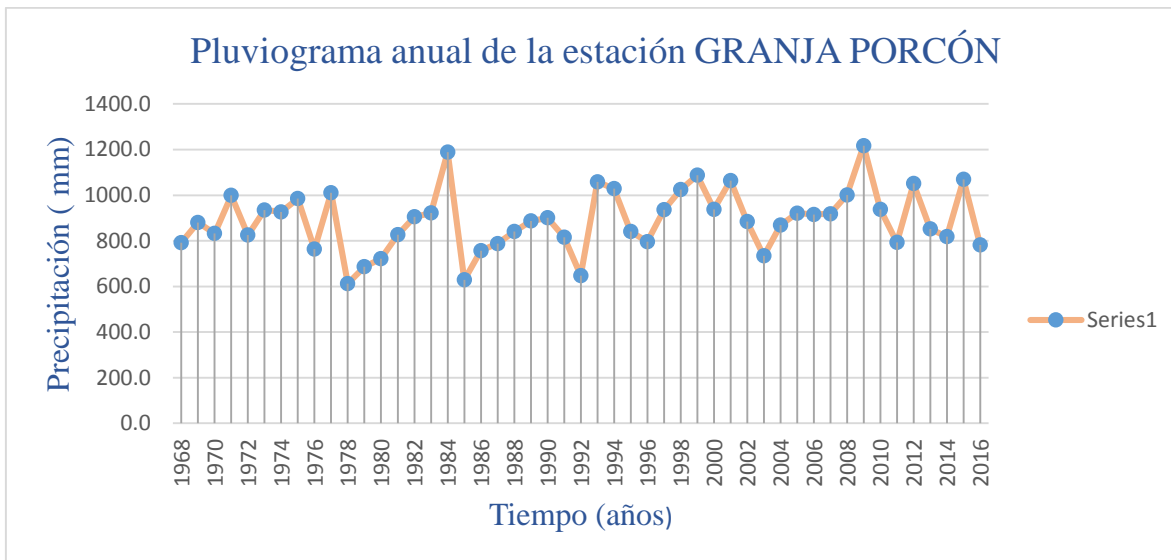


Figura 28:Pluviograma anual de la estación GRANJA PORCÓN .

Fuente: Elaboración propia

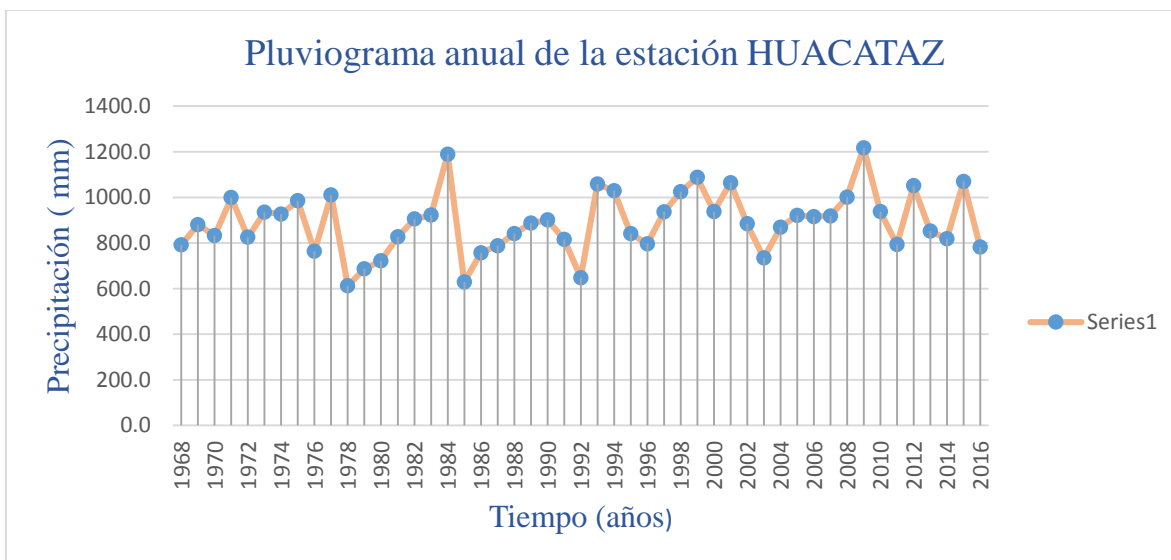


Figura 29: Pluviograma anual de la estación HUACATAZ.

Fuente: Elaboración propia

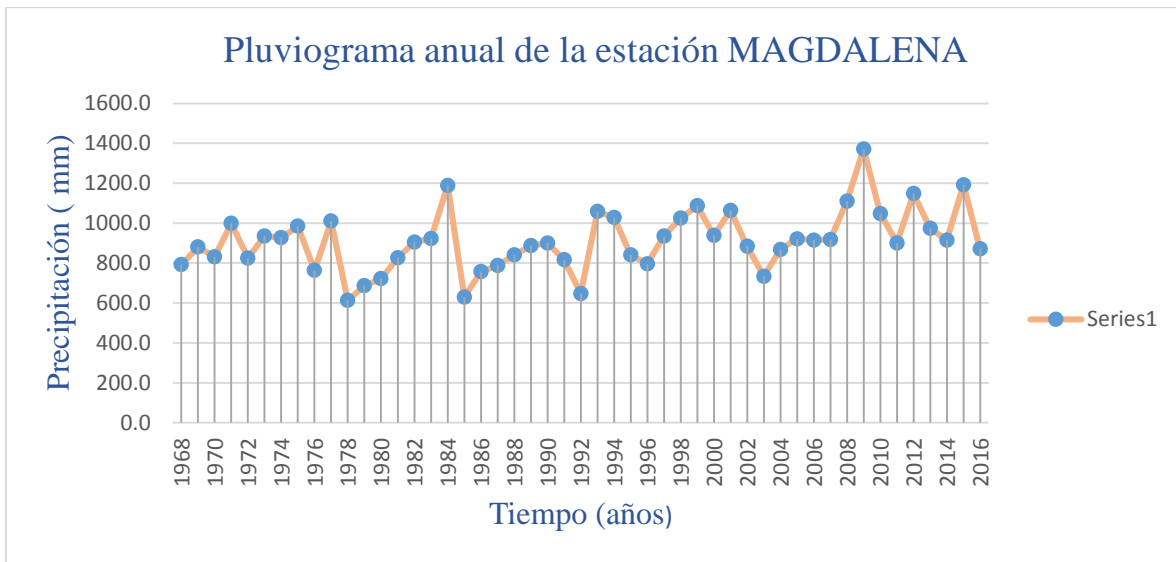


Figura 30: Pluviograma anual de la estación MAGDALENA.

Fuente: Elaboración propia

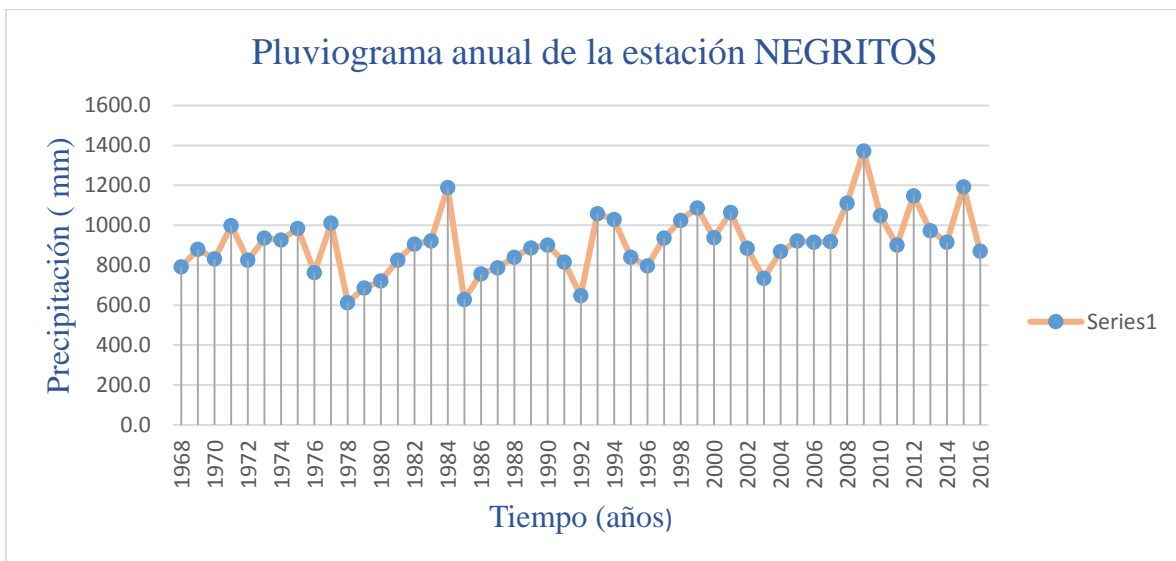


Figura 31: Pluviograma anual de la estación NEGRITOS.

Fuente: Elaboración propia

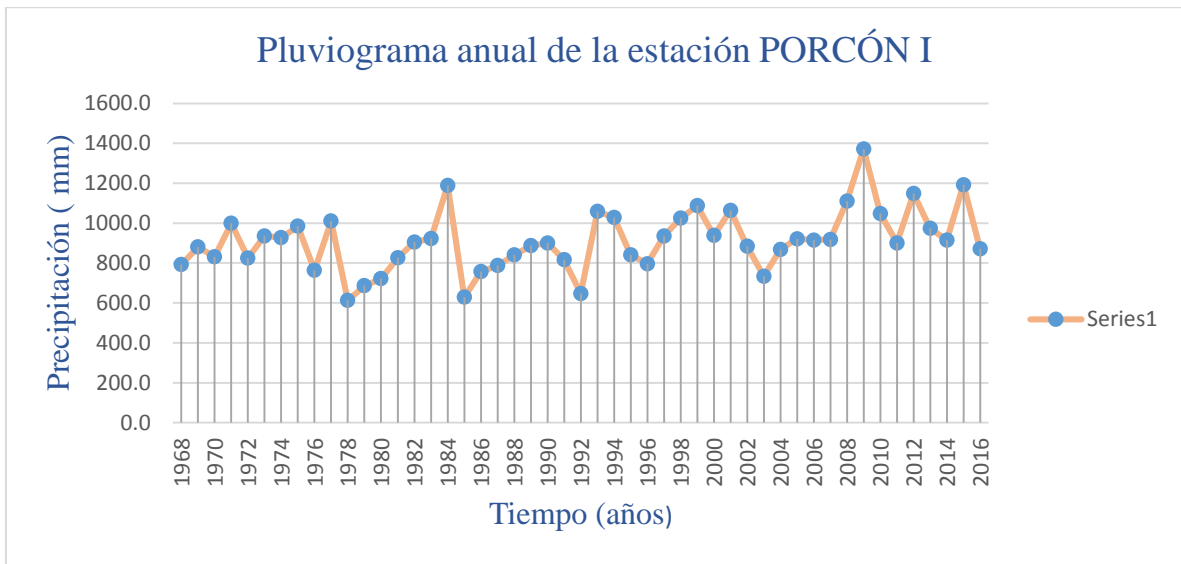


Figura 32: Pluviograma anual de la estación PORCÓN I.

Fuente: Elaboración propia

A.5.PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL EN LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN

Tabla 62: Planilla de precipitaciones PROMEDIO (mm).

PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1969	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1970	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P1												
1971	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1972	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1973	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1974	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1975	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P2												
1976	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1977	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1978	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1979	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P3												
1981	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1982	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1983	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1984	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1985	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P4												
1986	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1987	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1988	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1989	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P5												
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1993	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1994	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P6												
1996	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1999	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P7												
2001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2003	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2004	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Promedio: P8												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Planilla de precipitaciones media mensuales en la cuenca del Río “ Mashcón” (mm)

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm) DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN													
Periodo /Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968 - 1970	109.07	127.23	130.41	141.27	30.69	30.00	10.05	19.84	58.88	137.06	21.38	142.13	958.0
1971 - 1975	146.84	148.53	165.09	134.04	31.95	29.74	19.60	31.52	89.95	131.04	46.25	105.16	1079.7
1976 - 1980	144.11	119.35	112.80	112.93	59.88	10.00	9.66	19.71	50.00	117.28	118.24	108.08	982.0
1981 - 1985	84.58	32.97	126.62	115.36	45.71	14.13	10.00	17.38	54.58	132.04	97.94	143.97	875.3
1986 - 1990	224.53	145.08	105.00	133.81	45.00	20.00	5.20	10.65	55.31	137.84	140.63	86.46	1109.5
1991 - 1995	140.96	175.97	229.01	156.57	77.75	17.38	18.12	17.53	60.76	124.52	143.77	150.34	1312.7
1996 - 2000	142.75	258.05	176.13	138.10	79.81	36.72	25.59	34.14	93.89	102.79	105.28	179.66	1372.9
2001 - 2005	145.90	186.84	256.48	89.45	54.72	39.78	10.41	9.93	40.95	136.52	119.25	165.37	1255.6
2006	140.94	238.10	316.74	151.31	33.43	33.28	13.07	0.00	52.30	76.96	124.29	193.28	1373.7
2007	205.05	76.36	295.35	181.31	40.90	13.32	29.66	15.00	24.74	192.48	192.86	118.94	1386.0
2008	178.51	326.32	261.80	139.40	41.20	32.85	0.00	15.00	61.67	162.85	118.69	82.90	1421.2
2009	343.02	212.31	293.29	164.41	69.57	16.53	0.00	15.00	14.79	164.58	178.59	180.09	1652.2
2010	75.00	210.36	293.90	142.00	57.04	44.19	13.49	13.50	15.00	90.06	149.47	174.22	1278.2
2011	116.42	145.76	196.86	187.53	36.13	14.10	13.19	14.22	26.29	74.46	110.32	175.42	1110.7
2012	347.99	331.30	188.30	136.30	53.66	0.00	0.00	14.61	29.32	156.05	215.71	53.86	1527.1
2013	110.91	292.18	284.05	136.30	91.95	14.54	0.00	14.98	30.00	144.92	46.27	164.58	1330.7
2014	125.20	186.66	241.86	51.36	43.85	0.00	0.00	0.00	39.87	73.21	100.72	194.61	1057.3
2015	375.58	170.62	318.24	110.66	82.98	0.00	0.00	0.00	42.42	59.83	148.40	114.49	1423.2
2016	166.52	170.76	192.38	111.75	30.00	0.00	0.00	29.59	69.03	45.69	112.51	85.89	1014.1
Promedio	174.9	187.1	220.2	133.4	53.0	19.3	9.4	15.4	47.9	119.0	120.6	137.9	1237.9
DESV EST	40.5	68.4	77.9	25.5	17.9	10.7	7.9	10.0	20.6	29.4	48.7	34.5	212.6
MIN	84.58	32.97	105.00	112.93	30.69	10.00	5.20	10.65	50.00	117.28	21.38	86.46	875.29
MAX	224.5	176.0	229.0	156.6	77.7	30.0	19.6	31.5	89.9	137.8	143.8	150.3	1312.7

Fuente: Elaboración propia

A.6.PRECIPITACIÓN EFECTIVA EN LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN

Tabla 64: Planilla de precipitaciones Efectiva en la cuenca del Río “ Mashcón” (mm)

PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm) DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN													
Periodo /Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968 - 1970	63.57	74.16	76.02	82.34	17.89	17.49	5.86	11.57	34.32	79.89	12.46	82.84	558.4
1971 - 1975	85.59	86.57	96.23	78.13	18.63	17.34	11.42	18.37	52.43	76.38	26.96	61.30	629.3
1976 - 1980	84.00	69.57	65.75	65.82	34.90	5.83	5.63	11.49	29.14	68.36	68.92	63.00	572.4
1981 - 1985	49.30	19.22	73.81	67.24	26.64	8.23	5.83	10.13	31.81	76.97	57.09	83.92	510.2
1986 - 1990	130.88	84.57	61.20	78.00	26.23	11.66	3.03	6.21	32.24	80.34	81.97	50.40	646.7
1991 - 1995	82.16	102.57	133.49	91.26	45.32	10.13	10.56	10.22	35.42	72.58	83.80	87.63	765.1
1996 - 2000	83.21	150.41	102.67	80.49	46.52	21.40	14.92	19.90	54.73	59.92	61.37	104.72	800.3
2001 - 2005	85.04	108.91	149.50	52.14	31.90	23.19	6.07	5.79	23.87	79.57	69.51	96.39	731.9
2006	82.15	138.78	184.63	88.19	19.48	19.40	7.62	0.00	30.49	44.86	72.45	112.66	800.7
2007	119.52	44.51	172.15	105.68	23.84	7.76	17.29	8.74	14.42	112.20	112.42	69.33	807.9
2008	104.05	190.21	152.60	81.25	24.01	19.15	0.00	8.74	35.95	94.93	69.18	48.32	828.4
2009	199.94	123.75	170.96	95.83	40.55	9.64	0.00	8.74	8.62	95.93	104.10	104.97	963.0
2010	43.72	122.62	171.31	82.77	33.25	25.76	7.86	7.87	8.74	52.49	87.13	101.55	745.1
2011	67.86	84.96	114.75	109.31	21.06	8.22	7.69	8.29	15.33	43.40	64.31	102.25	647.4
2012	202.84	193.11	109.76	79.45	31.28	0.00	0.00	8.52	17.09	90.96	125.73	31.39	890.1
2013	64.65	170.31	165.57	79.45	53.60	8.47	0.00	8.73	17.49	84.47	26.97	95.93	775.6
2014	72.98	108.80	140.98	29.94	25.56	0.00	0.00	0.00	23.24	42.67	58.71	113.43	616.3
2015	218.92	99.45	185.50	64.50	48.37	0.00	0.00	0.00	24.72	34.87	86.50	66.73	829.6
2016	97.06	99.53	112.14	65.14	17.49	0.00	0.00	17.25	40.24	26.63	65.58	50.06	591.1
Promedio	102.0	109.1	128.4	77.7	30.9	11.2	5.5	9.0	27.9	69.3	70.3	80.4	721.6
DESV EST	23.6	39.8	45.4	14.9	10.4	6.2	4.6	5.8	12.0	17.2	28.4	20.1	123.9
MIN	49.30	19.22	61.20	65.82	17.89	5.83	3.03	6.21	29.14	68.36	12.46	50.40	510.20
MAX	130.9	102.6	133.5	91.3	45.3	17.5	11.4	18.4	52.4	80.3	83.8	87.6	765.1

Fuente: Elaboración propia

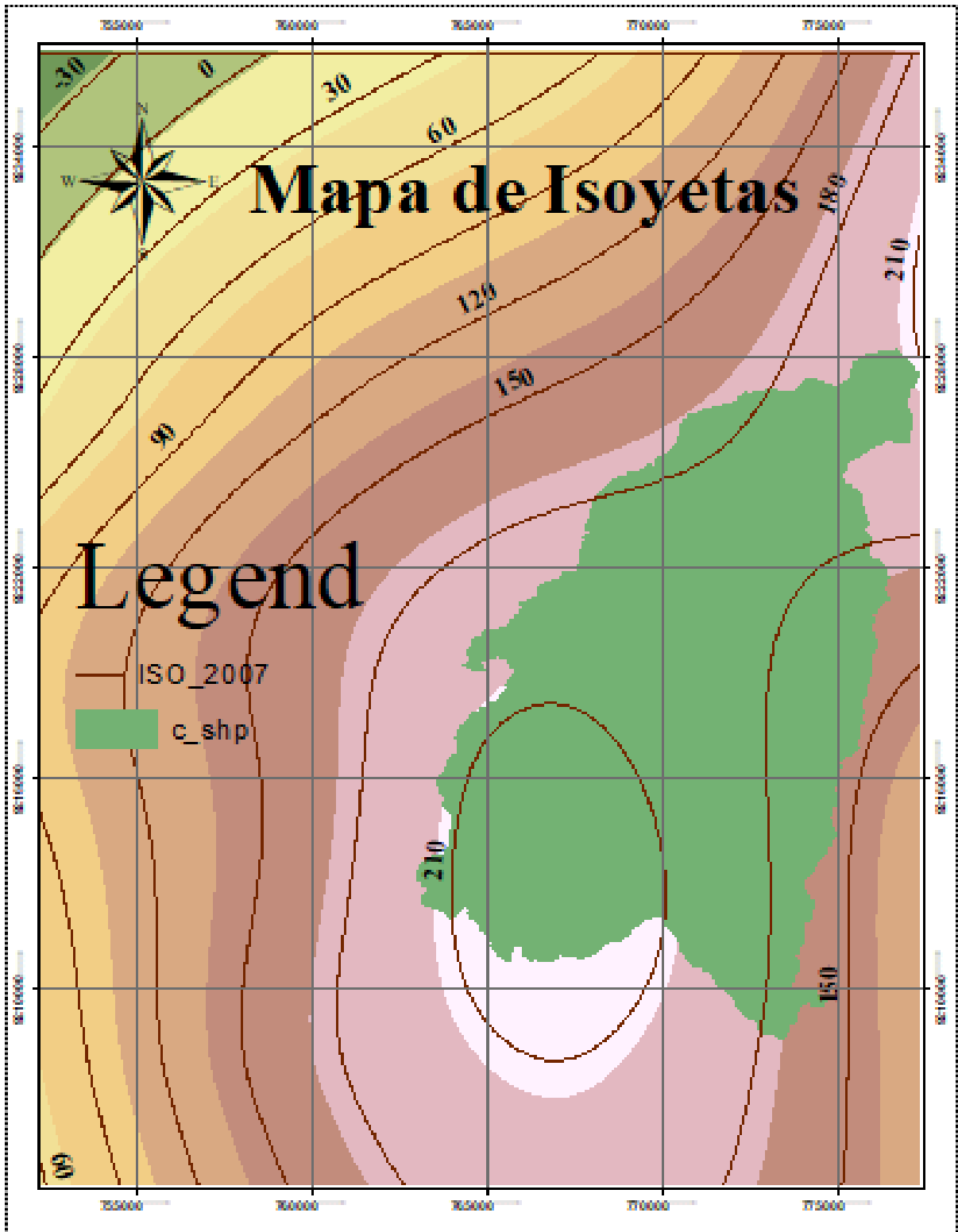


Figura 33 : Isoyeta con una $e= 3$

Fuente: Elaboración propia

A.7.GENERACIÓN DE DESCARGAS CON MODELO ESTOCÁSTICO

Tabla 65: Números aleatorios con distribución Normal, con media 0 y desviación estándar 1 (z).

Periodo/Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968 - 1970	0.13145836	0.71329850	-0.27925012	-0.52528776	2.46734999	0.63943844	-0.69234034	-0.41286171	-0.84844260	0.65414838	0.21292522	0.30215233
1971 - 1975	-0.30207275	-0.28928639	-0.45853994	0.43470436	0.33612423	1.02874765	-1.44657861	0.46637069	0.78939138	1.22302481	-0.66584789	0.90345793
1976 - 1980	0.28490149	1.35079063	-2.21449227	-1.76491540	-0.06142841	0.28092018	-0.20682592	-0.79861593	-1.20086270	-0.68651843	0.67523388	0.83438408
1981 - 1985	0.56837507	-1.52621396	-0.31458740	1.22448000	1.36095423	1.25651468	-1.52230314	1.21578523	1.29394493	-0.05307584	-1.00210400	0.22938821
1986 - 1990	-0.56711542	0.03286232	0.07323592	2.04894604	0.99580348	2.68169970	0.50016070	-0.03301466	1.02137392	1.10962901	-2.67616997	-2.06999175
1991 - 1995	-1.11104555	-0.04794401	-0.37286327	0.06556775	0.01503281	1.82020813	-0.69964926	-0.28577801	0.53620852	1.79973995	0.38675807	-0.23669827
1996 - 2000	0.12413011	0.90668436	0.34147092	0.48478796	-0.15139335	0.55431428	-2.40082954	-0.94305506	1.01610340	0.86034333	-1.50760116	-1.05028221
2001 - 2005	1.76382855	1.33309641	0.54834800	-0.14992338	-0.92600658	0.49617711	1.35806204	0.43251930	0.04143544	2.29507350	1.50569576	-0.70043143
2006	0.52827545	-0.69672183	-1.04472292	-0.07277549	-2.82692781	0.16014383	1.61183380	-0.00003865	0.06947857	-0.00852992	0.21089136	-0.27360670
2007	-1.24298367	2.45472620	-0.28880777	-1.14707518	-0.18211267	0.31868922	-0.73197043	0.79410029	0.20260700	0.19659865	0.52090172	0.64451342
2008	0.42941338	-0.13222916	0.82897714	-1.51142558	0.32779781	-0.31651780	0.48040420	-1.98357156	1.72800355	0.14342731	-0.57711759	1.06797643
2009	-0.16758577	0.36336814	-0.93165909	0.48478796	0.12713826	-1.43942998	0.62877461	0.81258577	0.83211035	1.25567112	0.98158580	-1.50119831
2010	-0.17472757	-1.88847480	-1.24099870	1.34396259	1.35288701	0.28338832	-1.34076117	-0.37007680	0.40263672	-0.36050892	-0.70033366	0.52977157
2011	-0.66355824	0.09457835	-0.96915301	-0.14535999	0.89406285	0.10734198	2.27835699	0.71043928	0.25862732	0.34357981	-0.57983016	-0.28745262
2012	0.25767804	1.04538231	-0.14713805	-1.42958470	-0.89303740	0.36492111	1.51503173	0.04878757	0.08244342	-0.73307092	-0.51853704	1.53311248
2013	1.65933216	-0.60196498	-0.41177827	-0.98817054	0.74563786	0.85162583	-0.33847186	-0.07116569	1.72022737	-1.91603249	1.88349077	1.94716449
2014	-1.34113634	2.38214852	-1.06096650	0.85779902	1.24896815	0.34098434	-0.71883278	1.48119852	1.60569471	-0.57395710	0.21840606	1.01124442
2015	0.61023911	-1.19944843	-0.55994406	1.36599283	0.50884864	0.25641384	1.72971340	0.49972641	-0.06158189	-0.03967443	1.54637746	1.55094767
2016	1.39677923	-0.49150913	0.92694791	0.45565230	-1.36095423	-1.59769570	0.57874558	-2.76588253	1.20370032	1.03866796	-1.00844318	-2.18442437

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Generación de descargas por el modelo estocástico (m³/s)

Periodo /Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968 - 1970	4.1	4.3	4.4	4.5	2.8	1.9	1.1	1.0	1.8	3.7	2.1	3.9
1971 - 1975	4.6	4.7	5.3	4.7	2.6	1.9	1.2	1.4	2.8	4.0	2.5	3.4
1976 - 1980	4.5	4.3	3.8	3.5	2.8	1.4	1.0	0.9	1.5	3.1	3.9	3.8
1981 - 1985	3.5	1.9	3.6	3.9	2.8	1.7	0.9	1.1	2.0	3.6	3.4	4.3
1986 - 1990	6.4	5.2	4.3	4.6	3.0	2.0	1.2	0.9	2.0	3.9	4.2	3.1
1991 - 1995	4.1	5.2	6.8	5.6	3.8	2.1	1.3	1.1	2.0	3.7	4.6	4.8
1996 - 2000	4.9	7.2	6.4	5.2	3.7	2.3	1.3	1.3	2.9	3.4	3.5	4.9
2001 - 2005	5.3	5.9	7.7	4.5	2.9	2.1	1.5	1.1	1.6	3.9	4.3	4.9
2006	5.0	6.6	9.0	6.2	2.7	1.9	1.5	0.8	1.7	2.4	3.8	5.4
2007	6.2	4.2	7.8	6.3	3.3	1.7	1.4	1.2	1.3	4.6	6.0	4.7
2008	5.7	8.6	8.8	5.7	3.1	1.9	1.1	0.7	2.1	4.3	4.2	3.4
2009	8.6	7.3	8.7	6.4	4.0	1.7	1.0	1.1	1.1	4.2	5.6	5.5
2010	3.7	5.5	8.1	5.9	3.7	2.4	1.2	0.9	1.0	2.4	4.2	5.2
2011	4.4	4.6	5.8	5.9	3.2	1.6	1.5	1.2	1.3	2.3	3.3	4.9
2012	9.2	10.0	7.6	5.2	3.1	1.3	1.0	1.0	1.3	3.8	6.0	3.5
2013	4.1	7.4	8.6	5.6	4.2	2.1	1.0	0.9	1.5	3.5	2.7	4.8
2014	4.3	5.8	7.1	3.7	2.7	1.2	0.7	0.7	1.7	2.2	3.2	5.4
2015	10.0	6.7	9.1	5.6	4.0	1.6	1.1	0.8	1.5	2.0	4.3	4.2
2016	5.4	5.4	6.3	4.6	2.3	0.8	0.7	0.8	2.2	2.1	3.2	2.8
PROMEDIO	5.47	5.83	6.80	5.14	3.19	1.78	1.14	0.99	1.76	3.32	3.95	4.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Generación de descargas por el modelo estocástico (MMC).

Periodo/Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968 - 1970	10.6	11.4	11.5	12.0	7.4	5.1	2.8	2.7	4.6	10.0	5.4	10.4
1971 - 1975	12.0	12.7	13.7	12.7	6.8	5.1	3.1	3.8	7.3	10.8	6.6	9.0
1976 - 1980	11.7	11.6	9.9	9.5	7.2	3.9	2.6	2.5	3.9	8.2	10.2	10.3
1981 - 1985	9.0	5.0	9.2	10.5	7.3	4.5	2.3	3.0	5.3	9.7	8.9	11.6
1986 - 1990	16.5	14.0	11.1	12.4	7.7	5.5	3.1	2.5	5.1	10.4	10.8	8.3
1991 - 1995	10.7	13.8	17.5	15.0	9.9	5.7	3.5	2.9	5.3	10.0	12.0	12.8
1996 - 2000	12.7	19.2	16.7	13.9	9.6	6.2	3.4	3.5	7.5	9.2	8.9	13.1
2001 - 2005	13.6	15.8	20.0	12.1	7.4	5.6	3.8	2.8	4.0	10.4	11.2	13.2
2006	12.9	17.6	23.2	16.5	6.9	5.0	3.8	2.1	4.4	6.5	9.8	14.3
2007	16.1	11.1	20.3	16.7	8.4	4.5	3.7	3.2	3.3	12.4	15.5	12.5
2008	14.7	23.1	22.7	15.2	8.1	5.2	2.8	1.9	5.5	11.5	10.8	9.2
2009	22.3	19.6	22.6	17.2	10.2	4.5	2.6	2.9	2.9	11.2	14.5	14.7
2010	9.6	14.6	20.9	15.8	9.6	6.5	3.2	2.5	2.7	6.5	10.8	13.9
2011	11.4	12.5	15.1	15.8	8.3	4.4	3.9	3.2	3.4	6.2	8.6	13.0
2012	23.9	26.8	19.6	14.0	8.0	3.6	2.6	2.6	3.3	10.1	15.6	9.4
2013	10.5	19.8	22.4	15.1	11.0	5.5	2.6	2.5	4.0	9.3	7.1	12.8
2014	11.2	15.5	18.5	9.9	6.9	3.3	1.7	2.0	4.3	6.0	8.3	14.4
2015	26.0	18.0	23.6	15.0	10.4	4.3	3.0	2.0	3.8	5.3	11.2	11.3
2016	14.0	14.4	16.2	12.3	6.0	2.2	1.8	2.0	5.7	5.6	8.4	7.4

Fuente: Elaboración propia

A.8. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE DEL REGISTRO DE CAUDALES

Tabla 68: Distribución Normal - Prueba de Smirnov Kolmogorov.

MES:	ENERO
-------------	--------------

N =	19	Δ máx. =	0.1644
X' =	5.47	α =	5%
S =	1.88	Δo =	0.301

Δ máx. < Δo (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m ³ /s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	F(Z)- P(X)
1	3.47	0.05	-1.0693	0.1425	0.0925
2	3.70	0.10	-0.9430	0.1728	0.0728
3	4.06	0.15	-0.7541	0.2254	0.0754
4	4.10	0.20	-0.7309	0.2324	0.0324
5	4.14	0.25	-0.7121	0.2382	0.0118
6	4.34	0.30	-0.6049	0.2726	0.0274
7	4.40	0.35	-0.5721	0.2836	0.0664
8	4.50	0.40	-0.5174	0.3024	0.0976
9	4.64	0.45	-0.4427	0.3290	0.1210
10	4.92	0.50	-0.2976	0.3830	0.1170
11	4.99	0.55	-0.2606	0.3972	0.1528
12	5.26	0.60	-0.1166	0.4536	0.1464
13	5.41	0.65	-0.0362	0.4856	0.1644
14	5.67	0.70	0.1057	0.5421	0.1579
15	6.20	0.75	0.3895	0.6515	0.0985
16	6.37	0.80	0.4766	0.6832	0.1168
17	8.59	0.85	1.6611	0.9517	0.1017
18	9.22	0.90	1.9984	0.9772	0.0772
19	10.03	0.95	2.4261	0.9924	0.0424

Fuente: Elaboración propia

MES:**FEBRERO**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.0819$
 $X' = 5.83$ $\alpha = 5\%$
 $S = 1.83$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m ³ /s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	F(Z)- P(X)
1	1.87	0.05	-2.1670	0.0151	0.0349
2	4.15	0.10	-0.9178	0.1794	0.0794
3	4.27	0.15	-0.8513	0.1973	0.0473
4	4.33	0.20	-0.8206	0.2059	0.0059
5	4.65	0.25	-0.6448	0.2595	0.0095
6	4.73	0.30	-0.6026	0.2734	0.0266
7	5.15	0.35	-0.3688	0.3561	0.0061
8	5.24	0.40	-0.3219	0.3738	0.0262
9	5.38	0.45	-0.2442	0.4036	0.0464
10	5.45	0.50	-0.2067	0.4181	0.0819
11	5.77	0.55	-0.0300	0.4880	0.0620
12	5.92	0.60	0.0473	0.5189	0.0811
13	6.57	0.65	0.4077	0.6583	0.0083
14	6.72	0.70	0.4865	0.6867	0.0133
15	7.18	0.75	0.7384	0.7699	0.0199
16	7.33	0.80	0.8203	0.7940	0.0060
17	7.39	0.85	0.8513	0.8027	0.0473
18	8.64	0.90	1.5370	0.9378	0.0378
19	10.01	0.95	2.2872	0.9889	0.0389

Fuente: Elaboración propia

MES:**MARZO**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.1121$
 $X' = 6.80$ $\alpha = 5\%$
 $S = 1.83$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m ³ /s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	F(Z)- P(X)
1	3.55	0.05	-1.7745	0.0380	0.0120
2	3.81	0.10	-1.6349	0.0510	0.0490
3	4.28	0.15	-1.3757	0.0845	0.0655
4	4.44	0.20	-1.2915	0.0983	0.1017
5	5.28	0.25	-0.8300	0.2033	0.0467
6	5.84	0.30	-0.5245	0.3000	0.0000
7	6.27	0.35	-0.2914	0.3854	0.0354
8	6.44	0.40	-0.1957	0.4224	0.0224
9	6.76	0.45	-0.0209	0.4917	0.0417
10	7.13	0.50	0.1826	0.5725	0.0725
11	7.57	0.55	0.4181	0.6621	0.1121
12	7.72	0.60	0.5019	0.6921	0.0921
13	7.82	0.65	0.5553	0.7107	0.0607
14	8.08	0.70	0.6995	0.7579	0.0579
15	8.64	0.75	1.0053	0.8426	0.0926
16	8.74	0.80	1.0585	0.8551	0.0551
17	8.78	0.85	1.0796	0.8598	0.0098
18	8.96	0.90	1.1783	0.8807	0.0193
19	9.11	0.95	1.2599	0.8961	0.0539

Fuente: Elaboración propia

MES:**MAYO**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.1282$
 $X' = 3.19$ $\alpha = 5\%$
 $S = 0.55$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m ³ /s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	F(Z)- P(X)
1	2.30	0.05	-1.5994	0.0549	0.0049
2	2.64	0.10	-0.9976	0.1592	0.0592
3	2.68	0.15	-0.9266	0.1771	0.0271
4	2.68	0.20	-0.9208	0.1786	0.0214
5	2.76	0.25	-0.7721	0.2200	0.0300
6	2.80	0.30	-0.6948	0.2436	0.0564
7	2.84	0.35	-0.6370	0.2621	0.0879
8	2.85	0.40	-0.6075	0.2718	0.1282
9	2.97	0.45	-0.3885	0.3488	0.1012
10	3.07	0.50	-0.2102	0.4167	0.0833
11	3.13	0.55	-0.0996	0.4603	0.0897
12	3.19	0.60	0.0063	0.5025	0.0975
13	3.25	0.65	0.1120	0.5446	0.1054
14	3.69	0.70	0.9063	0.8176	0.1176
15	3.71	0.75	0.9379	0.8258	0.0758
16	3.83	0.80	1.1515	0.8752	0.0752
17	3.95	0.85	1.3741	0.9153	0.0653
18	4.01	0.90	1.4724	0.9295	0.0295
19	4.24	0.95	1.8936	0.9709	0.0209

Fuente: Elaboración propia

MES:**JUNIO**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.0930$
 $X' = 1.78$ $\alpha = 5\%$
 $S = 0.39$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m³/s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	 F(Z)- P(X)
1	0.83	0.05	-2.4378	0.0074	0.0426
2	1.22	0.10	-1.4375	0.0753	0.0247
3	1.35	0.15	-1.1112	0.1332	0.0168
4	1.44	0.20	-0.8745	0.1909	0.0091
5	1.62	0.25	-0.4044	0.3430	0.0930
6	1.63	0.30	-0.3806	0.3518	0.0518
7	1.66	0.35	-0.2977	0.3830	0.0330
8	1.67	0.40	-0.2739	0.3921	0.0079
9	1.70	0.45	-0.2084	0.4174	0.0326
10	1.86	0.50	0.2178	0.5862	0.0862
11	1.90	0.55	0.3154	0.6238	0.0738
12	1.91	0.60	0.3477	0.6360	0.0360
13	1.93	0.65	0.3872	0.6507	0.0007
14	2.04	0.70	0.6811	0.7521	0.0521
15	2.07	0.75	0.7484	0.7729	0.0229
16	2.10	0.80	0.8140	0.7922	0.0078
17	2.14	0.85	0.9169	0.8204	0.0296
18	2.31	0.90	1.3620	0.9134	0.0134
19	2.42	0.95	1.6357	0.9490	0.0010

Fuente: Elaboración propia

MES:**JULIO**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.0679$
 $X' = 1.14$ $\alpha = 5\%$
 $S = 0.24$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m³/s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	 F(Z)- P(X)
1	0.65	0.05	-2.0121	0.0221	0.0279
2	0.71	0.10	-1.7678	0.0385	0.0615
3	0.89	0.15	-1.0210	0.1536	0.0036
4	0.99	0.20	-0.6221	0.2669	0.0669
5	1.00	0.25	-0.5823	0.2802	0.0302
6	1.01	0.30	-0.5523	0.2904	0.0096
7	1.02	0.35	-0.5022	0.3078	0.0422
8	1.06	0.40	-0.3243	0.3728	0.0272
9	1.09	0.45	-0.1896	0.4248	0.0252
10	1.14	0.50	0.0021	0.5008	0.0008
11	1.18	0.55	0.1564	0.5621	0.0121
12	1.21	0.60	0.2869	0.6129	0.0129
13	1.24	0.65	0.4006	0.6556	0.0056
14	1.30	0.70	0.6532	0.7432	0.0432
15	1.33	0.75	0.7971	0.7873	0.0373
16	1.41	0.80	1.1165	0.8679	0.0679
17	1.46	0.85	1.3153	0.9058	0.0558
18	1.48	0.90	1.3774	0.9158	0.0158
19	1.50	0.95	1.4683	0.9290	0.0210

Fuente: Elaboración propia

MES:**AGOSTO**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.0927$
 $X' = 0.99$ $\alpha = 5\%$
 $S = 0.19$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m³/s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	 F(Z)- P(X)
1	0.69	0.05	-1.5553	0.0599	0.0099
2	0.75	0.10	-1.2532	0.1051	0.0051
3	0.76	0.15	-1.1793	0.1191	0.0309
4	0.76	0.20	-1.1789	0.1192	0.0808
5	0.80	0.25	-1.0057	0.1573	0.0927
6	0.92	0.30	-0.3563	0.3608	0.0608
7	0.93	0.35	-0.3137	0.3769	0.0269
8	0.94	0.40	-0.2913	0.3854	0.0146
9	0.94	0.45	-0.2619	0.3967	0.0533
10	0.96	0.50	-0.1957	0.4224	0.0776
11	1.02	0.55	0.1317	0.5524	0.0024
12	1.05	0.60	0.3061	0.6202	0.0202
13	1.07	0.65	0.3682	0.6436	0.0064
14	1.07	0.70	0.3771	0.6469	0.0531
15	1.14	0.75	0.7316	0.7678	0.0178
16	1.19	0.80	1.0091	0.8435	0.0435
17	1.19	0.85	1.0127	0.8444	0.0056
18	1.30	0.90	1.5498	0.9394	0.0394
19	1.40	0.95	2.1051	0.9824	0.0324

Fuente: Elaboración propia

MES:**SEPTIEMBRE**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.1030$
 $X' = 1.76$ $\alpha = 5\%$
 $S = 0.51$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m³/s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	 F(Z)- P(X)
1	1.03	0.05	-1.4220	0.0775	0.0275
2	1.13	0.10	-1.2261	0.1101	0.0101
3	1.29	0.15	-0.9205	0.1787	0.0287
4	1.29	0.20	-0.9189	0.1791	0.0209
5	1.33	0.25	-0.8400	0.2004	0.0496
6	1.48	0.30	-0.5525	0.2903	0.0097
7	1.52	0.35	-0.4586	0.3232	0.0268
8	1.53	0.40	-0.4359	0.3315	0.0685
9	1.56	0.45	-0.3933	0.3470	0.1030
10	1.66	0.50	-0.1883	0.4253	0.0747
11	1.71	0.55	-0.0889	0.4646	0.0854
12	1.79	0.60	0.0617	0.5246	0.0754
13	1.95	0.65	0.3894	0.6515	0.0015
14	2.04	0.70	0.5654	0.7141	0.0141
15	2.05	0.75	0.5761	0.7177	0.0323
16	2.11	0.80	0.6985	0.7576	0.0424
17	2.21	0.85	0.8967	0.8151	0.0349
18	2.80	0.90	2.0511	0.9799	0.0799
19	2.88	0.95	2.2063	0.9863	0.0363

Fuente: Elaboración propia

MES:**OCTUBRE**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.1629$
 $X' = 3.32$ $\alpha = 5\%$
 $S = 0.83$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m ³ /s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	F(Z)- P(X)
1	1.99	0.05	-1.6060	0.0541	0.0041
2	2.09	0.10	-1.4884	0.0683	0.0317
3	2.24	0.15	-1.3027	0.0963	0.0537
4	2.30	0.20	-1.2407	0.1074	0.0926
5	2.42	0.25	-1.0963	0.1365	0.1135
6	2.42	0.30	-1.0934	0.1371	0.1629
7	3.07	0.35	-0.3039	0.3806	0.0306
8	3.42	0.40	0.1175	0.5468	0.1468
9	3.46	0.45	0.1619	0.5643	0.1143
10	3.62	0.50	0.3600	0.6406	0.1406
11	3.73	0.55	0.4907	0.6882	0.1382
12	3.74	0.60	0.5039	0.6928	0.0928
13	3.77	0.65	0.5408	0.7057	0.0557
14	3.87	0.70	0.6629	0.7463	0.0463
15	3.89	0.75	0.6829	0.7527	0.0027
16	4.01	0.80	0.8350	0.7981	0.0019
17	4.17	0.85	1.0276	0.8479	0.0021
18	4.29	0.90	1.1647	0.8779	0.0221
19	4.63	0.95	1.5834	0.9433	0.0067

Fuente: Elaboración propia

MES:**NOVIEMBRE**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.1091$
 $X' = 3.95$ $\alpha = 5\%$
 $S = 1.08$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m ³ /s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	F(Z)- P(X)
1	2.07	0.05	-1.7478	0.0403	0.0097
2	2.55	0.10	-1.3021	0.0964	0.0036
3	2.73	0.15	-1.1289	0.1295	0.0205
4	3.22	0.20	-0.6787	0.2487	0.0487
5	3.23	0.25	-0.6647	0.2531	0.0031
6	3.32	0.30	-0.5855	0.2791	0.0209
7	3.44	0.35	-0.4719	0.3185	0.0315
8	3.45	0.40	-0.4607	0.3225	0.0775
9	3.76	0.45	-0.1720	0.4317	0.0183
10	3.92	0.50	-0.0234	0.4907	0.0093
11	4.15	0.55	0.1911	0.5758	0.0258
12	4.15	0.60	0.1916	0.5760	0.0240
13	4.17	0.65	0.2025	0.5802	0.0698
14	4.32	0.70	0.3433	0.6343	0.0657
15	4.34	0.75	0.3609	0.6409	0.1091
16	4.63	0.80	0.6335	0.7368	0.0632
17	5.59	0.85	1.5230	0.9361	0.0861
18	5.97	0.90	1.8783	0.9698	0.0698
19	6.00	0.95	1.9116	0.9720	0.0220

Fuente: Elaboración propia

MES:**DICIEMBRE**

$N = 19$ $\Delta \text{ máx.} = 0.1509$
 $X' = 4.35$ $\alpha = 5\%$
 $S = 0.83$ $\Delta o = 0.301$

$\Delta \text{ máx.} < \Delta o$ (BUEN AJUSTE)

m	Q=X (m³/s)	P(X) m/n+1	Z=(X- X'')/S	F(Z)	 F(Z)- P(X)
1	2.76	0.05	-1.9076	0.0282	0.0218
2	3.08	0.10	-1.5261	0.0635	0.0365
3	3.37	0.15	-1.1781	0.1194	0.0306
4	3.45	0.20	-1.0862	0.1387	0.0613
5	3.51	0.25	-1.0159	0.1548	0.0952
6	3.85	0.30	-0.6058	0.2723	0.0277
7	3.88	0.35	-0.5685	0.2848	0.0652
8	4.20	0.40	-0.1831	0.4274	0.0274
9	4.33	0.45	-0.0239	0.4905	0.0405
10	4.68	0.50	0.3878	0.6509	0.1509
11	4.77	0.55	0.4950	0.6897	0.1397
12	4.77	0.60	0.4987	0.6910	0.0910
13	4.85	0.65	0.6006	0.7259	0.0759
14	4.87	0.70	0.6239	0.7336	0.0336
15	4.91	0.75	0.6691	0.7483	0.0017
16	5.21	0.80	1.0217	0.8465	0.0465
17	5.35	0.85	1.1990	0.8847	0.0347
18	5.39	0.90	1.2444	0.8933	0.0067
19	5.48	0.95	1.3551	0.9123	0.0377

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón.

TOMAS LATERALES DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN								
NOMBRE	UBICACIÓN	MARG EN	PROG (Km)	TIPO TOMA	ESTADO	TIPO COMP	MAT COMP	CAUDAL (m3/seg)
FLORES	CAHUIÑA CAGAMARCA	I	1+326	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.010
CUEVA	CAHUIÑA CAGAMARCA	I	1+914	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.010
CACHI	CAHUIÑA CAGAMARCA	D	3+017	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.100
FLORES HUARIPATA	CAHUIÑA CAGAMARCA	D	3+309	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.020
HUAMBO CANCHA PARTE A	HUAMBO CANCHA BAJA	D	1+391	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.015
HUAMBO CANCHA PARTE A	HUAMBO CANCHA PARTE ALTA	I	1+295	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.008
HUAMBO CANCHA PARTE B	HUAMBO CANCHA PARTE BAJA	I	1+386	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.020
DE LA CRUZ	HUAMBO CANCHA ALTA EL BATAN	D	0+814	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.003
HERRERA	SAN ANTONIO PLAN DE TUAL	I	0+966	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.008
CASTREJON	COLPA	D	4+649	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.005
CALUA	COLPA	D	0+075	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.003
CAMACHO	TRES MOLINOS	D	2+978	PERMANENTE	REGULAR	IZAJE	FIERRO	0.008
AGUILAR	CAMACHO	I	0+011	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.005
LOS ALPES	TRES MOLINOS	D	3+394	PERMANENTE	BUENO	IZAJE	FIERRO	0.006
TRES MOLINOS	LOS ALPES	I	0+119	SEMI-RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.003
TRES MOLINOS	TRES MOLINOS	D	3+504	PERMANENTE	REGULAR	IZAJE	FIERRO	0.021
VILLANUEVA	LLUSHCAPAMPA	I	1+655	PERMANENTE	REGULAR	S/C	S/C	0.030
TAFUR	LLUSHCAPAMPA	D	1+815	RUSTICO	MALO	S/C	S/C	0.030
QUIRAYQUERO	SAMBARBAMBA	I	2+975	RUSTICO	REGULAR	TARJETA	FIERRO	0.008
CANAL N°1	QUIRAYQUERO	I	0+258	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.005
DILAS	SAMBARBAMBA	I	3+466	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.006
COLCAPAMPA	SAMBARBAMBA	I	3+848	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.006
SANTA BARBARA	SAMBARBAMBA	D	5+705	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004

Fuente: Junta de usuarios del Río Mashcón

Tabla 70: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón.

TOMAS LATERALES DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN								
NOMBRE	UBICACIÓN	MARG EN	PROG (Km)	TIPO TOMA	ESTADO	TIPO COMP	MAT COMP	CAUDAL (m3/seg)
VALIENTE	SAMBARBAMBA	I	6+205	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004
CANAL N°1	HERMANOS CUEVA	I	3+546	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
YUN YUN	HERMANOS CUEVA	D	5+501	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
LOS CHALANES	HERMANOS CUEVA	D	6+893	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
QUILISH PORCON BAJO	QUILISH CHILINCAGA	D	3+950	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.011
SOTO	YERBA SANTA	I	0+673	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.015
ROJAS	TINGO TUYOLOMA	I	1+704	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004
LLANOS	CARHUAQUERO YACUSHILLA ALISO COL	I	0+442	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.005
CANAL N°1	CARHUAQUERO YACUSHILLA LA SHACSH	D	0+996	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.012
CANAL N° 2	CARHUAQUERO YACUSHILLA LA SHACSH	I	4+124	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
VILLANUEVA	YANACOCHA LLAGAMARCA	I	18+984	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.012
CASTREJON I	SAN JOSÉ SALVADOR DE COREMAYO	D	13+398	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
CASTREJON II	SAN JOSÉ SALVADOR DE COREMAYO	I	14+131	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
YOPLA	ARCUYOC EL POTRERO	I	11+016	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.007
CALUA I	ARCUYOC EL POTRERO	D	11+853	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.007
VALDIVIA	ARCUYOC EL POTRERO	I	12+985	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.006
JULCAMORO	ARCUYOC EL POTRERO	I	13+243	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.006
ZONAC	ARCUYOC EL POTRERO	I	13+307	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.005
VILLANUEVA	ARCUYOC EL POTRERO	I	13+670	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.006
CALUA II	ARCUYOC EL POTRERO	I	13+848	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
VALDIVIA II	CALUA II	I	0+679	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004
VALENCIA	ARCUYOC EL POTRERO	D	13+917	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.005
CULQUI	ARCUYOC EL POTRERO	D	13+941	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004

Fuente: Junta de usuarios del Río Mashcón

Tabla 71: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón.

TOMAS LATERALES DE LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN								
NOMBRE	UBICACIÓN	MARG EN	PROG (Km)	TIPO TOMA	ESTADO	TIPO COMP	MAT COMP	CAUDAL (m³/seg)
LLUSHCAPAMPA LOS PERO	LA SHACSHA	I	1+814	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.012
QUINUAMAYO	LA SHACSHA	D	2+630	PERMANENTE	BUENO	TARJETA	FIERRO	0.008
HUALIIPAMPA I	SAN MARTIN TUPAC AMARU RIO COLORAI	I	32+273	PERMANENTE	BUENO	IZAJE	FIERRO	0.025
HUALIIPAMPA II	HUALIIPAMPA I	D	0+381	PERMANENTE	BUENO	IZAJE	FIERRO	0.015
TUAL	SAN MARTIN TUPAC AMARU RIO COLORAI	D	32+273	PERMANENTE	BUENO	IZAJE	FIERRO	0.015
HERRERA	TUAL	D	0+589	SEMI-RUSTICO	BUENO	S/C	S/C	0.010
COÑOR	TUAL	D	0+993	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.015
CHUPICARUMI LA CONGA	COÑOR	D	0+384	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.006
PEREZ	TUAL	D	1+653	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.006
HERRERA	PEREZ	D	1+835	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
YOPLA	SAUCOPUQUIO	D	0+486	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.003
BACON	SAUCOPUQUIO	D	0+844	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.002
VALDIVIA	SUROCONGA COÑOR	I	0+622	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004
CASTREJON	TINGO EL COÑOR	D	0+000	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.001
VARGAS	APALIN LLUSHCAPAMPA EL GRANERO	I	1+715	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.008
SANCHEZ	APALIN LLUSHCAPAMPA EL GRANERO	D	2+481	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.005
CASTREJON	APALIN LLUSHCAPAMPA EL GRANERO	D	3+834	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004
ANTIGUO	ARCUYOC EL POTRERO	I	14+093	SEMI-RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004
LOS ALISOS	ARCUYOC EL POTRERO	I	14+380	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.004
CHILON	QUISHUAR	D	7+536	RUSTICO	REGULAR	S/C	S/C	0.003

Qtotal=	0.66	m³/s
----------------	-------------	------------------------

Fuente: Junta se usuarios del Río Mashcón

Tabla 72: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón.

BOCATOMAS EN LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN											
NOMBRE	FUENTE	PROG (Km)	MARGEN	TIPO	BARRAJE	MATERIAL	ESTADO	Q (m ³ /s.)	MAT. COMP.	ESTADO COMP.	EDAD (Años)
CAPA ROSA	QDA. ESPADA ARCUYOC	4+718	-	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.03	S/C	S/C	20
LAS FLORES	RÍO PORCONCILLO	2+375	D	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.016	S/C	S/C	25
TUNASPAMPA	RÍO PORCONCILLO	2+399	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.004	S/C	S/C	35
BRICEÑO	RÍO PORCONCILLO	1+205	D	RUSTICO	FIJO	MAMPOSTERIA	REGULAR	0.015	S/C	S/C	35
POLLITO EL TINGO	RÍO PORCONCILLO	0+787	D	SEMI-RUSTICO	FIJO	MAMPOSTERIA	MALO	0.007	S/C	S/C	21
CAHUIÑA CAGAMARCA	RÍO HORNOMAYO	3+967	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.020	S/C	S/C	20
POLLITO	RÍO HORNOMAYO	0+860	I	SEMI-RUSTICO	FIJO	CONCRETO	MALO	0.015	S/C	S/C	20
PEÑA COLORADA	RÍO PORCON	2+516	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.008	S/C	S/C	14
HUAMBOCANCHA BAJA	RÍO PORCON	2+730	D	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.040	S/C	S/C	30
HUAMBOCANCHA ALTA EL BAT	RÍO PORCON	5+209	D	RUSTICO	FIJO	TIERRA	REGULAR	0.050	S/C	S/C	60
SAN ANTONIO PLAN DE TUAL	RÍO QUILISH	2+150	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.016	S/C	S/C	100
LA COLPA	RÍO QUILISH	6+221	D	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.017	FIERRO	BUENO	35
TRES MOLINOS	RÍO GRANDE O LLUSHCAPAN	0+880	I	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.098	FIERRO	BUENO	45
LAS VIZCACHAS	RÍO GRANDE O LLUSHCAPAN	1+825	I	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	REGULAR	0.031	FIERRO	BUENO	50
LLUSHCAPAMPA	RÍO GRANDE O LLUSHCAPAN	3+247	D	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	REGULAR	0.050	S/C	S/C	25
ATUNMAYO	RÍO GRANDE O LLUSHCAPAN	6+200	D	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.050	S/C	S/C	25
SAMBARBAMBA	RÍO SAMBARBAMBA	8+125	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.017	S/C	S/C	75
HERMANOS CUEVA	QDA. QUILISH	7+087	I	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.030	FIERRO	BUENO	60
QUILISH CHILINCAGA	QDA. QUILISH	7+998	D	PERMANENTE	S/B	CONCRETO	BUENO	0.034	S/C	S/C	38
SAN JOSE SAN ANTONIO	QDA. TUAL	1+117	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.010	S/C	S/C	80
LA PLANTA	QDA. TUAL	1+857	D	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.020	S/C	S/C	100
LA SHITA	QDA. TUAL	2+247	D	SEMI-RUSTICO	S/B	MAMPOSTERIA	MALO	0.008	S/C	S/C	30
YERBA SANTA	QDA. TUAL	2+849	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.030	S/C	S/C	90

Fuente: Junta se usuarios del Río Mashcón

Tabla 73: Inventario de las Tomas Laterales de la cuenca del Río Mashcón.

BOCATOMAS EN LA CUENCA DEL RÍO MASHCÓN											
NOMBRE	FUENTE	PROG (km)	MARGEN	TIPO	BARRAJE	MATERIAL	ESTADO	Q (m ³ /s.)	MAT. COMP.	ESTADO COMP.	EDAD (Años)
TOTORILLA	QDA. TUAL	3+098	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.008	S/C	S/C	30
PURUMARCA	QDA. MISHACOCCHA YANUM	0+066	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.016	S/C	S/C	90
TRANCA SAUCEPAMPA	QDA. LA TRANCA	1+450	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.015	S/C	S/C	25
TRANCA HUAYLULO	QDA. LA TRANCA	1+718	I	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	REGULAR	0.032	FIERRO	BUENO	23
ZIN ZIN LLUSHPILLACO	QDA. LLUSHPILLACO	0+995	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.014	S/C	S/C	50
TINGO EL INGENIO	QDA. EL ARPA	0+301	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.027	S/C	S/C	50
TINGO TUYOLOMA	QDA. LAS QUINUAS	0+706	I	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	REGULAR	0.060	FIERRO	BUENO	10
CHUNQUE	QDA. CARHUAQUERO	2+144	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.031	S/C	S/C	20
CARHUAQUERO YACUSHILLA A	QDA. CARHUAQUERO	2+492	D	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.019	S/C	S/C	18
CARHUAQUERO YACUSHILLA L	QDA. CARHUAQUERO	2+925	I	SEMI-RUSTICO	S/B	TIERRA	MALO	0.036	S/C	S/C	45
YANACOCCHA LLAGAMARCA	QDA. ENCAJON	3+772	D	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.037	FIERRO	BUENO	25
SAN JOSE SALVADOR DE COREM	QDA. COREMAYO	1+494	D	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.040	S/C	S/C	65
ARCUYOC EL POTRERO	QDA. COREMAYO	3+292	D	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.039	S/C	S/C	25
QUISHUAR	QDA. MUNYUDEN	0+582	I	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.035	S/C	S/C	40
ENCAJON COLLOTAN	QDA. MUNYUDEN	0+620	I	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.063	S/C	S/C	25
APALIN LLUSHCAPAMPA EL GR	QDA. APALIN	0+482	D	RUSTICO	FIJO	MAMPOSTERIA	REGULAR	0.035	S/C	S/C	15
YERBA BUENA	QDA. SAMBARBAMBA	9+654	D	RUSTICO	S/B	TIERRA	REGULAR	0.016	S/C	S/C	30
LA SHACSHA	QDA. SAN JOSE	6+541	D	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.034	FIERRO	BUENO	100
SAN MARTIN TUPAC AMARU RÍ	QDA. HONDA	13+706	I	PERMANENTE	FIJO	CONCRETO	BUENO	0.04	FIERRO	BUENO	25

Fuente: Junta se usuarios del Río Mashcón

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 34: Captación Huacaríz



Figura 35: Tramo del Río Mashcón aguas arriba de la Captación Huacaríz



Figura 36: Ubicación de la sección de aforo a 2714 msnm



Figura 37: Sección de aforo del Río Mashcón .



Figura 38: Captación Huacaríz



Figura 39: Aforo del Río Mashcón con Punto de descarga la Captación Huacaríz

**A.9. PLANO DE CANALES DE DERIVACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO
MASHCÓN**