

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**



**TESIS**

**“REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA  
HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE  
INFORMACIÓN HIDROLÓGICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO HIDRÁULICO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**FREDDY BUSTAMANTE RUITÓN**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**

**CAJAMARCA-PERÚ**

**2019**

## AGRADECIMIENTO

*Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por haberme brindado la salud y sabiduría para concluir es trabajo de investigación.*

*Asimismo, mi agradecimiento a mi alma matter Universidad Nacional de Cajamarca, a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica, en especial a los docentes por la formación académica brindada.*

*Al Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez, asesor de la presente tesis, por su apoyo y confianza me ha orientado en el desarrollo de la investigación.*

*A mi familia por su esfuerzo durante mi formación personal y profesional, en especial a mi madre por ser una extraordinaria mujer, por su fortaleza e infinito amor incondicional hacia mi persona.*

*Finalmente, expreso gratitud a todas mis amistades que de alguna manera han contribuido en la culminación del trabajo de investigación.*

## DEDICATORIA

*Con todo mi cariño y aprecio este trabajo se la dedico a mis padres, Casimiro José y Florentina, a mis hermanos Faustino, Alberto, Doris, Edwar y a Mary L.C. Han sido mi motivo más grande para concluir este trabajo.*

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.....	4
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. Aspectos generales.....	5
2.2.2. Análisis dimensional en mecánica de fluidos.....	19
2.2.3. Análisis dimensional y leyes físicas de los sistemas hidrológicos altoandinos.....	20
2.2.4. Funciones de transferencia de información.....	24
2.2.5. Similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos.....	26
2.2.6. Identificación de Sistemas Hidrológicos con Similitud Hidráulica.....	27
2.2.7. Parámetros Estadísticos de discrepancia para la selección de Sistemas Hidrológicos con Similitud Hidráulica.....	28
2.2.8. Regiones hidrológicamente homogéneas – método gráfico.....	29
2.2.9. Sistemas de información geográfica(SIG).....	31
2.2.10. Análisis hidrológico mediante aplicación de las técnicas de geoprocésamiento y el uso de los sistemas de información geográfica SIG ArcGIS.....	33
2.2.11. Discretización espacial de una cuenca hidrográfica.....	36
2.3. Definición de términos básicos.....	41
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>43</b>
3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	43
3.2. Materiales y equipos.....	46
3.2.1. Materiales.....	47

3.2.2. Equipos .....	47
3.3. Procedimiento.....	48
3.3.1. Recopilación y proceso de información .....	49
3.3.2. Determinar parámetros similitud hidráulica.....	50
3.3.3. Agrupación de microcuencas hidrológicas hidráulicamente similares en regiones ..	51
3.3.4. Determinar las características intrínsecas y de su entorno. ....	52
3.3.5. Transferencia de información hidrológica.....	52
3.4. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados .....	54
<b>4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
4.1. Recopilar y procesar información cartográfica de microcuencas altoandinas de la cuenca Chamaya.....	57
4.2. Parámetros morfométricos adimensionales de similitud hidráulica de las microcuencas hidrológicas. ....	62
4.3. Agrupamiento de microcuencas hidrológicas hidráulicamente similares en regiones.	66
4.4. Características intrínsecas y entorno de las microcuencas hidráulicamente similares.	83
4.4.1. Geología .....	83
4.4.2. Suelos .....	84
4.4.3. Clima .....	85
4.4.4. Cobertura vegetal.....	86
4.5. Transferencia de información hidrológica en cuencas hidráulicamente similares. ....	87
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>91</b>
5.1. Conclusiones.....	91
5.2. Recomendaciones .....	92
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS Y APÉNDICES .....</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Partes de una cuenca según criterio de altitud. ....	6
Tabla N° 2: División de una cuenca hidrográfica .....	7
Tabla N° 3: Clasificación según áreas .....	12
Tabla N° 4: Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad.....	13
Tabla N° 5: Clasificación de las Cuencas de acuerdo a la pendiente promedio de laderas. 15	
Tabla N° 6: Potencial de degradación hídrica de microcuencas altoandinas de la región Cajamarca, para menores de 600 Km <sup>2</sup> .....	16
Tabla N° 7: Índice de ramificación de la red de drenaje de microcuencas altoandinas de la región Cajamarca, para áreas menores a 600 Km <sup>2</sup> .....	18
Tabla N° 8: Variables principales del fenómeno físico precipitación – escorrentía .....	20
Tabla N° 9: Parámetros Adimensionales y Similitud Hidráulica de Sistemas Hidrológicos. .....	26
Tabla N° 10: Puntos extremos de la Cuenca Chamaya. ....	43
Tabla N° 11: Codificación Pfafstetter cuenca Chamaya .....	46
Tabla N° 12: Parámetros morfológicos cuenca Chamaya.....	55
Tabla N° 13: Fuentes Visitadas .....	57
Tabla N° 14: Subdivisión Cuenca Hidrográfica del río Chamaya .....	59
Tabla N° 15: Parámetros estadísticos de los parámetros morfométricos adimensionales de las 69 microcuencas - cuenca Chamaya. ....	62
Tabla N° 16: parámetros de forma, relieve, red de drenaje de 69 microcuencas .....	63
Tabla N° 17: Microcuencas altoandinas de la forma ( $1 < K_c \leq 1.25$ ) Casi redonda a Oval redonda .....	67
Tabla N° 18: Microcuencas altoandinas de la forma ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) oval redonda a oval oblonga .....	67
Tabla N° 19: Microcuencas altoandinas de la forma ( $1.50 < K_c \leq 1.75$ ) oval oblonga a rectangular oblonga .....	69
Tabla N° 20: Resumen de estadístico Coeficiente de Variación según su forma de las microcuencas. ....	70
Tabla N° 21: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda G1( $1 < K_c \leq 1.25$ ) - Región N°1. ....	78
Tabla N° 22: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) - Región N°2. ....	78
Tabla N° 23: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) - Región N°3. ....	79
Tabla N° 24: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) - Región N°4. ....	80
Tabla N° 25: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval oblonga a rectangular oblonga ( $1.50 < K_c \leq 1.75$ ) - Región N°5. ....	81
Tabla N° 26: Resumen microcuencas de la cuenca Chamaya con similitud hidráulica.....	82
Tabla N° 27: Resumen áreas de microcuencas de la cuenca Chamaya con similitud hidráulica .....	82
Tabla N° 28: Parámetros morfológicos cuenca rio secundario código IGN H0090, distrito Jaén. ....	88

Tabla N° 29: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos para la Estación Jaén .....	89
Tabla N° 30: Comparación de coeficiente de variación de los grupos hidráulicamente similares con sistema hidrológico con información de intensidades máximas. ....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Partes de una cuenca según criterio de altitud.....	6
Figura N° 2: División Cuenca, sub cuenca, micro cuenca .....	7
Figura N° 3: Influencia de la forma de la cuenca sobre el hidrograma.....	11
Figura N° 4: Forma de la cuenca y su relación con hidrogramas de crecientes.....	12
Figura N° 5: Tipos de Red de Drenaje .....	16
Figura N° 6: Representación gráfica de ordenación de cursos de agua. Métodos propuestos Horton - Strahler(1945) .....	17
Figura N° 7: Influencia de la forma de la cuenca y relación de confluencias en el hidrograma.....	18
Figura N° 8: Curvas de Andrews Región homogénea, presenta las características geomorfológicas (área, perímetro, altura máxima, altura mínima, longitud del curso principal, pendiente, precipitación anual, evapotranspiración anual, caudal medio anual del período 1997-2005, densidad de drenaje).....	31
Figura N° 9: Modelo Digital de Terreno .....	32
Figura N° 10: Modelos Digitales de Superficie .....	33
Figura N° 11: Proceso de delimitación Semiautomática de unidades hidrográficas ArcGis 10.3 .....	34
Figura N° 12: La codificación de la dirección de flujo .....	35
Figura N° 13: Modelo de la acumulación de flujo. ....	35
Figura N° 14: Etapas implicadas en el cálculo de una cuenca en sub-cuencas y redes de flujo a partir de un Modelo Digital de elevación (DEM). ....	37
Figura N° 15: Codificación PFAFSTETTER.....	38
Figura N° 16: Distinción entre río principal y tributario .....	39
Figura N° 17: Tipos de Unidades Hidrográficas .....	40
Figura N° 18: Ubicación Geográfica de la Cuenca Chamaya. ....	43
Figura N° 19: Ubicación política de la Cuenca Chamaya. ....	44
Figura N° 20: Ubicación Administrativa Cuenca Chamaya.....	45
Figura N° 21: Esquema metodológico de la investigación. ....	48
Figura N° 22: Descarga Modelo Digital de Elevaciones cuenca Chamaya .....	58
Figura N° 23: Modelo Digital de Elevaciones Cuenca Chamaya. ....	59
Figura N° 24: proceso de delimitación semiautomático en ArcGis de microcuencas a partir de Modelo Digital de Elevaciones de cuenca Chamaya.....	60
Figura N° 25: Subdivisión cuenca Chamaya.....	61
Figura N° 26: Distribución de Microcuencas por Índice de Compacidad.....	70
Figura N° 27: Prueba de valores atípicos método Grubbs( $1 < K_c \leq 1.25$ )- Región N°1 .....	72
Figura N° 28: Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma casi redonda a oval redonda( $1 < k_c \leq 1.25$ )-Región N°1.....	72
Figura N° 29: Prueba de valores atípicos método Grubbs-( $1.25 < K_c \leq 1.50$ )- Región N°2	73
Figura N° 30: Prueba de valores atípicos método Grubbs ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ )-Región N°3 ..	74
Figura N° 31: Prueba de valores atípicos método Grubbs ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ )- Región N°4	74
Figura N° 32: Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma forma oval redonda a oval oblonga( $1.25 < k_c \leq 1.50$ ) - Región N°2. ....	75
Figura N° 33: Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < k_c \leq 1.50$ ) – Región N°3.....	75



Figura N° 34: Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma forma oval redonda a oval oblonga( $1.25 < kc \leq 1.50$ )-Región N°4 .....	76
Figura N° 35: Prueba de valores atípicos método Grubbs( $1.50 < Kc \leq 1.75$ ).....	76
Figura N° 36: Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de oval oblonga a rectangular oblonga( $1.50 < kc \leq 1.75$ )- Región N°5. ....	77
Figura N° 37: Microcuenca Río secundario IGN H0090, distrito Jaén.....	88

## RESUMEN

El objetivo de la investigación, fue elaborar la regionalización morfométrica adimensional de las cuencas hidrológicas altoandinos con similitud hidráulica que cumplen simultáneamente las condiciones de semejanza geométrica(valor equivalente índice de Gravelius), semejanza cinemática(valor equivalente relación de confluencias), semejanza dinámica(valor equivalente al coeficiente orográfico) de cuenca hidrográfica Chamaya, la que forma parte de las cuencas altoandinas del norte del Perú, integrante de la vertiente del atlántico. La información cartográfica de la Cuenca Chamaya se subdividió en unidades hidrográficas mediante la metodología PFAFSTETTER y usando un Sistema de información Geográfica(SIG), de las cuales se eligió 69 microcuencas entre 20 Km<sup>2</sup> hasta 200Km<sup>2</sup>, altitud media mayor a 1500 m.s.n.m, se determinó parámetros adimensionales e identificó que 52 microcuencas hidrológicas (47% del área total de la cuenca Chamaya) cumplen la condición de similitud hidráulica, Región N°1: 3 unidades de la forma casi redonda a oval redonda(1%), Región N°2: 8 unidades de forma oval redonda a oval oblonga en un (15%), Región N°3: 25 unidades de forma oval redonda a oval oblonga en un (18%), Región N°4: 11 unidades de forma oval redonda a oval oblonga en un (5%) y 5 unidades de forma oval oblonga a rectangular oblonga(8%); posteriormente se determinó que las características intrínsecas geología, tipo de suelos y de entorno, clima, cobertura vegetal en donde se observó entre uno y tres características comunes y otras características en menor frecuencia debido a la variabilidad de áreas entre microcuencas que conforman cada región. Finalmente se transfirió intensidades máximas a la región N°3 a partir de la estación Jaén de acuerdo a las consideraciones del presente trabajo de investigación.

**Pabras clave:** Morfometría adimensional, similitud hidráulica cuencas, transferencia de datos hidrológicos.

## ABSTRACT

The objective of the research was to elaborate the dimensionless morphometric regionalization of the high Andean hydrological basins with hydraulic similarity that simultaneously meet the conditions of geometric similarity (equivalent value Gravelius index), kinematic similarity (equivalent value confluence ratio), dynamic similarity (value equivalent to the orographic coefficient of the Chamaya river basin, which is part of the high Andean basins of northern Peru, a member of the Atlantic slope). The cartographic information of the Chamaya Basin was subdivided into hydrographic units using the PFAFSTETTER methodology and using a System of Geographic information (GIS), of which 69 micro basins were chosen between 20 km<sup>2</sup> to 200Km<sup>2</sup>, average altitude greater than 1500 meters above sea level, dimensionless parameters were determined and 52 hydrological microbasins (47% of the total area of the Chamaya basin) were determined to meet the condition of similar hydraulic unit, Region No. 1: 3 units of the almost round to round oval shape (1%), Region No. 2: 8 units of round oval shape to oblong oval (15%), Region No. 3: 25 units of oval round to oblong oval (18%), Region N ° 4: 11 units of oval round to oval oblong (5%) and 5 units of oval oblong to rectangular oblong (8%); subsequently, it was determined that the intrinsic characteristics of geology, type of soil and environment, climate, vegetation cover where one to three common characteristics and other characteristics were observed in a lower frequency due to the variability of areas between microbasins that make up each region. Finally, maximum intensities were transferred to region No. 3 from the Jaén station according to the considerations of this research work.

**Keywords:** Morphometry dimensionless, hydraulic similarity basins, hydrological data transfer.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En el informe detallado elaborado por la consultora peruana Macroconsult sobre las pérdidas provocadas por el fenómeno del niño costero en el 2017 se estima que los daños causados ascienden a US\$3.124 millones, reflejado en los daños en carreteras, viviendas, puentes, áreas de cultivo, instituciones educativas, canales de riego, caminos rurales y establecimientos de salud y los daños distribuidos por regiones el daño si se cuantifica en Lima resulta la más afectada con 574 millones perdidos (el 0,6% de su PBI), Lambayeque 435 millones y Piura 387 millones (el 4,8% de su PBI). (Macroconsult, 2017).

En la publicación “Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas” se indica que la falta de información hidrometeorológica en todas las cuencas es un común denominador. Sin información no se puede planificar acciones de prevención ante los fenómenos eventos de sequías o inundaciones; ni obras de almacenamiento de agua; construcción de centrales hidroeléctricas (Vásquez, Mejía, Faustino, Terán, Vásquez, Díaz, Vásquez, Castro, Tapia, Alcántara, 2016).

Pronóstico hidrológico de las descargas es sólo un aspecto del problema, a la ingeniería le interesa conocer la probabilidad de ocurrencia de eventos de determinada magnitud para su consideración en la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras de ingeniería y para la ocupación territorial (Rocha, 2007).

La escasez o falta de información hidrológica en cuencas hidrográficas de la sierra norte de Perú, situación que no sólo dificulta el diseño, optimización y operación de los proyectos hidráulicos, sino también la planificación y gestión integral de los recursos hídricos.

En consecuencia, se genera la pregunta de investigación:

¿Cómo es la morfometría adimensional de las microcuencas hidrológicas de la cuenca hidrográfica Chamaya, para regionalizar mediante la de similitud hidráulica con fines de transferencia de información hidrológica?

En respuesta a la pregunta se propone la hipótesis:

“La morfometría adimensional de las microcuencas hidrológicas de la cuenca hidrográfica Chamaya permite la regionalización de microcuencas hidrológicas con similitud hidráulica, contribuyendo a transferencia de información hidrológica”

La variable analizada:

Morfometría adimensional (Índice de Gravelius, relación confluencias, coeficiente orográfico) de las microcuencas hidrológicas de la cuenca hidrográfica Chamaya.

La investigación está orientada de lograr el objetivo general:

“Elaborar regionalización morfométrica adimensional de cuenca hidrográfica Chamaya, con fines de transferencia de información hidrológica entre microcuencas hidrológicas que cumplen condiciones de similitud hidráulica”.

Objetivos específicos:

- Recopilar y procesar información cartográfica de microcuencas altoandinas de la cuenca Chamaya, desarrolladas por encima de los 1500 m.s.n.m, con extensión entre 20Km<sup>2</sup> hasta 200 Km<sup>2</sup>.
- Determinar los parámetros de similitud hidráulica de las micro cuencas hidrológicas (coeficiente de Gravelius, relación de confluencias y coeficiente orográfico).
- Agrupar las microcuencas hidrológicas hidráulicamente similares en regiones.
- Determinar las características intrínsecas (suelos y geología) y de su entorno (clima, cobertura vegetal) de las microcuencas hidrológicas identificados hidráulicamente similares.
- Transferir información hidrológica entre microcuencas identificados hidráulicamente similares.

Visto la problemática es necesario contar con información de las características morfológicas de las microcuencas altoandinas de la cuenca Chamaya, la que forma parte de las cuencas altoandinas de la zona norte del Perú, con una extensión de 8061.927 km<sup>2</sup> para ser evaluadas con criterios similitud hidráulica y abrir la posibilidad generar información hidrológica de fácil acceso mediante un tratamiento de transferencia de información entre microcuencas hidrológicas que se encuentran alejadas y de difícil acceso la que comprende a todas las microcuencas de la cuenca Chamaya cuya influencia no fue ajeno a los daños causados por

el fenómeno del niño(Cajamarca, Lambayeque y Piura) a partir de datos hidrometeorológicos disponibles con el fin de tomar mejores decisiones al momento de plantear proyectos hidráulicos de carácter preventivo de desastres, proyectos de aprovechamiento del recurso hídrico en agua potable y agricultura.

La presente investigación se realizó a partir de datos de cartografía existentes confiables, datos en diferentes formatos de fuentes de internet gratuitas, usando una metodología proceso de información(SIG) se agrupó objetivamente las cuencas que cumplan las condiciones de similitud geométrica, cinemática y dinámica; además la verificación de características intrínsecas (Geología, suelos) y de entorno(clima, cobertura vegetal) en las cuencas identificadas hidráulicamente similares; de las cuales se puedan transferir información hidrometeorológica hacia cuencas con las mismas condiciones de similitud hidráulica.

El estudio está orientado al estudio de las microcuencas de la cuenca Chamaya sin embargo según la metodología usada, los sistemas hidrológicos altoandinos que cumplan los criterios de similitud de carácter adimensional, gobiernan las leyes físicas que pueden ser aplicado en otras regiones, inter-regiones e incluso en otros países.

El trabajo de investigación está organizado de la siguiente manera:

- Capítulo I – Introducción: descripción de la realidad problemática, formulación del problema, justificación, objetivos, hipótesis, variables, importancia y alcances de la investigación.
- Capítulo – Marco teórico: se presenta los antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos.
- Capítulo III – Materiales y métodos: se muestra el procedimiento seguido en el desarrollo de la presente investigación, tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.
- Capítulo IV – Análisis y discusión de resultados: se discute los resultados en relación a los objetivos planteados.
- Capítulo V – Conclusiones y recomendaciones: se presenta las conclusiones y recomendaciones en relación a los objetivos establecidos.
- Referencias bibliográficas: se presentan la bibliografía empleadas como base de la investigación.
- Anexos y Apéndices: Contiene los resultados gráficos y tabulares documentados.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

En la investigación “*Regionalización hidrológica con métodos estadísticos multivariados*” se indica que el término regionalización se utiliza en Hidrología para denominar la transferencia de información de un sitio a otro dentro de un área de comportamiento hidrológico semejante. Así, se emplea la regionalización para obtener información hidrológica en sitios sin datos o con poca información. El principio de la regionalización es la similitud espacial de algunas funciones, variables y parámetros que permiten esa transferencia. Un beneficio adicional del análisis regional de la información es su contribución al mejoramiento de una red de observaciones de datos hidroclimáticos, a medida que la metodología explora la información disponible e identifica vacíos (Zucarelli, 2017).

Con el objetivo de delimitar regiones hidrológicas homogéneas aplicando métodos estadísticos multivariados mediante la información disponible en cuencas hidrográficas de Perú y con la cuenca del río Uruguay cuyos resultados logrados señalan la conveniencia de utilizar conjuntamente varios métodos multivariados y el uso de las curvas de Andrews para la identificación e interpretación de las regiones definidas. El área de aporte, la precipitación, la longitud del cauce y el caudal resultaron ser las características físicas y variables hidrológicas de mayor significación en la diferenciación de las regiones hidrológicas homogéneas (Zucarelli, 2017).

Los estudios realizados por “*Similitud Hidráulica de Sistemas Hidrológicos Altoandinos y Transferencia de Información Hidrometeorológica*” desarrollado en el ámbito de la provincia de Cajamarca, con la finalidad de identificar los parámetros morfométricos adimensionales referentes de semejanza geométrica, cinemática y dinámica de los sistemas hidrológicos altoandinos además de formular las funciones de transferencia de información hidrometeorológica entre sistemas hidráulicamente similares se concluye que la triada de parámetros adimensionales, sobre el que descansa la similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos, está conformado por el índice de Gravelius, relación confluencias y coeficiente orográfico, como referentes de semejanza geométrica, cinemática y dinámica, respectivamente y con respecto a la transferencia de información hidrometeorológica se indica que el intercambio de información hidrometeorológica entre sistemas hidrológicos similares, mediante parámetros adimensionales de transferencia, es un procedimiento sencillo a diferencia

de otras metodologías de análisis regional, las que requieren de mucha información distribuida en el espacio y tiempo para conseguir resultados aceptables (Ortiz, 2016).

En los estudios realizados “*Análisis morfométrico de las microcuencas en el ámbito de las cataratas de Gocta, Chinata y Yumbilla-El Chido, región Amazonas*”, las tres microcuencas son altoandinas en el departamento Amazonas, se indica que no se encuentra el registro de estudios de análisis morfométrico, por lo que se calculó y analizó la morfometría de la red de drenaje de las microcuencas a través de la aplicación de una serie de índices y parámetros para describir y comparar el comportamiento de la mismas, junto a sus características morfológicas y litológicas. Mediante el uso de las herramientas SIG, de las tres microcuencas. La catarata de Yumbilla-El Chido alcanza la mayor superficie y perímetro, que son 147,2 km<sup>2</sup> y 67,1 km respectivamente. En tanto que Chinata es la que se acerca más a la circularidad, las microcuencas de Gocta y Yumbilla-El Chido son menos compactas. Gocta tiene un mayor desarrollo fluvial, ya que presenta un orden de corriente cinco, lo cual también se corrobora con la relación de bifurcación promedio inferior a 3,3, así como una alta densidad de drenaje resultado de una fuerte ramificación (Yalta, 2016).

En el informe “*Estudio Hidrológico de la Región Cajamarca*” a nivel exploratorio del departamento de Cajamarca, se indica la poca información hidrometeorológica con que se cuenta, la carencia de registros históricos de descargas de ríos, no se cuenta con una red de estaciones hidrométricas que cubran la información histórica de toda la región. Por lo que los métodos hidrológicos convencionales nos permiten estimar las descargas de los ríos a partir de datos de precipitación con un registro no menor de 20 años; pero lamentablemente tampoco se encuentra disponible por lo costoso que resulta adquirir dicha información (Vásquez, 2011).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Aspectos generales**

#### **a. Cuenca hidrográfica**

Se llama 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 de «divortiom 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 una cuenca y otra. La línea de divortio aquarum se inicia y termina en la cota de captación del proyecto. (Ortiz, 2004)



## Partes de una cuenca

### Criterio 1: Altitud

Por el criterio de altitud sobre el nivel del mar se indican en el cuadro adjunto y graficado en la Figura N°1.

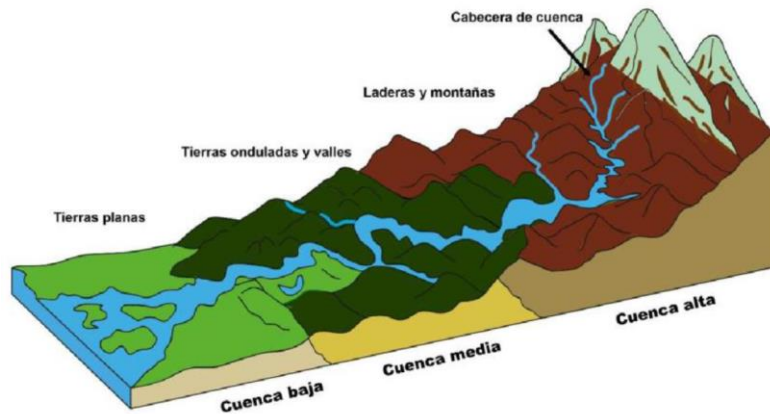
**Tabla N° 1:** Partes de una cuenca según criterio de altitud.

Parte	Altura (msnm)	Precipitación anual promedio (mm/año)	Característica
Alta	> 3,000 hasta 6,500	800 – 1,600	Topografía accidentada y escarpada
Media	800 – 3000	100 – 800	Ubican los valles interandinos, desarrollo actividad económica
Baja	0 – 800	< 100	Pendiente bajas, amplios valles costeros

Fuente: adaptado de (Vasquez, et al.,2016)

### Criterio 2: Topografía

Por el criterio de topografía se relaciona con el relieve y la forma del terreno.



**Figura N° 1:** Partes de una cuenca según criterio de altitud.

Fuente: (Vasquez, et al.,2016)

Las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas y planas, forman los valles y finalmente, a la zona por donde escurre el río principal y sus afluentes se denomina cauce.

## División de una cuenca hidrográfica

Existe diferentes puntos de vista con respecto a los conceptos de cuenca, sub cuenca y micro cuenca. Por lo que se define en relación al orden de la cuenca sin embargo en cuencas demasiado extensas por este criterio las divisiones se deben hacerse con criterio técnico y práctico. Por lo cual para diferentes tamaños de unidades hidrográficas se usará el criterio de Área de la Cuenca indicado en los parámetros morfométricos de cuenca.

**Tabla N° 2:** División de una cuenca hidrográfica

<b>Unidad Hidrográfica</b>	<b>Orden (msnm)</b>
<b>Cuenca</b>	>6
<b>Sub cuenca</b>	4; 5
<b>Micro cuenca</b>	1; 2; 3

**Fuente:** Adaptado de (Vasquez, et al.,2016)



**Figura N° 2:** División Cuenca, sub cuenca, micro cuenca

Fuente: Extraído de (Vasquez, et al.,2016)

## Características intrínsecas de la cuenca

### Características geológicas

Las características geológicas de los materiales que forman el suelo determinan en un alto grado su permeabilidad lo que a su vez afecta el escurrimiento.

## **Tipo de suelo**

Es evidente el papel importante que juega el suelo en la cubierta vegetal, siendo por tanto necesario su conocimiento tanto para establecer un mejor aprovechamiento como para evitar deterioros irreversibles de la misma o la aparición de fenómenos perjudiciales derivados de su uso inadecuado, y que toda ordenación agrohidrológica trata de evitar o corregir. La consideración del suelo en la ordenación agrohidrológica se basa en el conocimiento de las propiedades que intervienen en la estabilidad del suelo y en la gestión de los recursos hídricos y los otros recursos naturales.

El suelo es un material complejo en el que aparecen tres fases: sólido, agua y gas. La fase sólida está formada de material mineral y sustancias orgánicas. El agua interviene en la constitución de las rocas y de los minerales, siendo el aire y el vapor de agua los principales gases que aparecen.

## **Cobertura vegetal**

La influencia de la cobertura vegetal en las diferentes fases del ciclo hidrológico difiere de un tipo a otro aun en igualdad de condiciones edáficas y de pendiente.

En la cuenca suele haber diferentes tipos de uso del suelo. La vegetación forestal influye en la cantidad de agua interceptada, en la infiltración y en el escurrimiento superficial y subterráneo para el mantenimiento de la corriente en la estación seca.

La ausencia de cobertura vegetal en las vertientes de la cuenca indica las medidas preventivas y de restauración necesaria que se deben tomar para evitar la formación de torrentes por una excesiva erosión hídrica. El manejo de la cobertura vegetal es muy importante para minimizar la tasa de escorrentía y el arrastre de sedimentos por unidad de superficie. La principal función del bosque, como protección contra inundaciones, es la de prevenir desprendimientos de tierra y mantener el sedimento grueso y otros restos fuera de la corriente, estos materiales con frecuencia obstaculizan los cauces y elevan los niveles de crecidas del río. Una de las grandes ventajas de los bosques, en comparación

con otros tipos de vegetación es la presencia de una capa protectora del suelo, compuesta por el mantillo, la que permite la infiltración del agua y regula su percolación a capas profundas del suelo, aún en pendientes fuertes, previniendo la acumulación superficial de la misma y la acción erosiva. (Gámez, 2010)

## **Características básicas de las cuencas alto andinas**

Las cuencas hidrográficas alto andinas están influenciadas por los factores físicos a Cordillera de los andes, Los Océanos Pacíficos y Atlántico, La Presencia de la Amazonía tropical:

Las cuencas alto andinas se caracterizan por disponer de partes altas y sumamente accidentadas, donde las laderas predomina altamente sobre los valles, con una alta variabilidad de sus climas al estar escalonadas desde las partes bajas hasta las altas en una serie de zonas agroecológicas y de zonas de producción, formando una enorme cantidad de pisos y subpisos ecológicos altitudinales y zonas de producción muy variadas y muy sensibles a lo que ocurra en la estrategia de tratamiento de la cobertura vegetal, de la fauna, del agua y del suelo.

Cualquier parte de las cuencas hidrográficas alto andinas están influenciadas en mayor o menor grado por estos tres elementos naturales.

- **La Cordillera de los andes**

La presencia de la cordillera de los andes define en gran medida las características de la mayoría de fenómenos físicos y socioculturales del territorio peruano. Además, alrededor del 60% de tierras de cultivo, el 90% de los pastizales, el 80% de tierras de protección y el 97% del volumen de agua utilizada en el país se encuentran o se generan en el ámbito de influencia de la misma, por tanto es el tronco que marca los fenómenos físicos y poblacionales del país, sin descuidar la influencia tan importante de los Océanos Pacífico, Atlántico y la Amazonía.

- **Los Océanos Pacíficos y Atlántico**

Las tierras de las partes bajas de las cuencas hacia el lado de los océanos Pacífico y Atlántico, lo que se los conoce como costa y selva, aún irrigadas con el agua de las partes medias y altas, están impactadas por la evaporación y la presencia del mar, ocasionando posibilidades inminentes de salinización a sus suelos en caso de que no se tomen las medidas pertinentes en la operación de los sistemas de riego, por la subida del nivel del mar debido al calentamiento global que viene afectando al planeta.

Asimismo, en relación a las cuencas del Atlántico, las partes altas y medias influyen en la selva amazónica, al dotarle de una enorme cantidad de agua y al proporcionarle estabilidad física si es que se cuidara las partes altas de sus cuencas, que se encuentran

en la sierra y que podríamos llamar vertiente oriental. Además, estas zonas presentan una dificultad para un fluido traslado e intercambio de los productos y en la calidad del agua de sus ríos al juntarse los que provienen de la cordillera con los que circulan en ella.

▪ **La Presencia de la Amazonía tropical**

La Amazonía al unirse con la cordillera de los andes, generan innumerables pisos altitudinales y que al mismo tiempo poseen climas y microclimas muy particulares, favoreciendo así existencia de la mayor reserva biológica del planeta, destacándose la existencia de innumerables especies vegetales y animales (aves, mamíferos, anfibios, insectos, etc.). En esta región se encuentran más del 20% de las especies vegetales del planeta.

La región Amazónica se caracteriza por sus altas temperaturas, poseer mucha cantidad de agua dulce, fuente de oxígeno y absorción de CO<sub>2</sub> y una riquísima biodiversidad. La región amazónica constituye una de las reservas más importantes de agua de buena calidad del mundo y que debemos protegerla y cuidarla (Vasquez, et al.,2016).

**b. Delimitación de la Cuenca**

Es un procedimiento que según (Ortiz, 2004) consiste en definir la línea de divortium aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el nombre de línea neutra de flujo, “parteaguas”; en la actualidad este proceso se desarrolla mediante el uso herramientas computacionales SIG(Sistema de información geográfica) por lo complejo que resulta ser y la versatilidad de información digital.

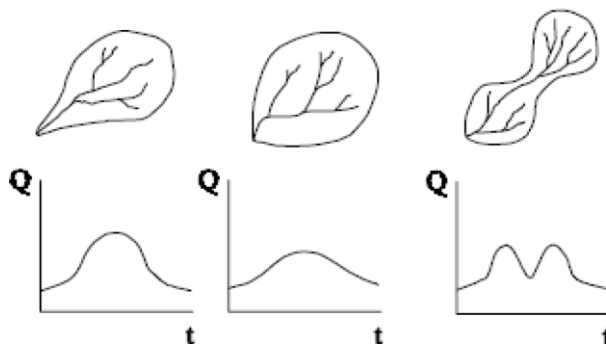
**c. Características Morfométricas.**

Para conocer las características una cuenca hidrográfica, es necesario cuantificar todos los parámetros “parámetros geomorfológicos” que describen la estructura física y territorial con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de sus Recursos Naturales, sirven de base para identificar la vulnerabilidad y considerar peligros a los desastres. (Ordoñez, 2011)

Los parámetros más importantes, que permiten definir la morfometría adimensional y la fisiografía de la cuenca son:

#### d. Parámetros de Área o de Forma

Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. La forma incide en el tiempo de respuesta de la cuenca, es decir, al tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje, y, por consiguiente, a la forma del hidrograma resultante de una lluvia dada.



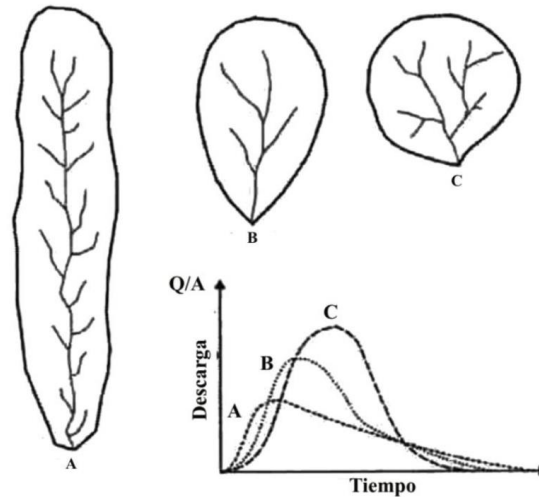
**Figura N° 3:** Influencia de la forma de la cuenca sobre el hidrograma

Fuente: Extraído de (Ordoñez, 2011)

Para determinar la forma de una cuenca se utilizan varios índices asociados a la relación área perímetro. Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente. (Ordoñez, 2011)

La forma de la cuenca se manifiesta en la relación con los hidrogramas de crecientes en los que se plotea tiempo versus descarga.

En las cuencas elongadas (cuenca A), con un largo canal principal recolector y tributarios cortos y pocos ramificados, el hidrograma de crecientes se presenta achatado ya que el agua que proviene de los tributarios presenta una larga circulación a través del cauce principal, además el agua de los tributarios cercanos a la cabecera tarda mucho tiempo en llegar a la desembocadura de la cuenca y el agua de los tributarios próximos al cierre lo hace más rápido, por lo que el caudal se atenúa en la salida. En las cuencas de forma circular a semicircular (cuenca C), el tiempo de traslado del agua dentro del perímetro de la cuenca es aproximadamente igual, los tributarios son más abundantes y el cauce principal es corto, del orden de magnitud de los tributarios, por lo que el hidrograma de crecienta presenta una forma de campana de Gauss más elevada que las cuencas elongadas de similares condiciones y la descarga es más elevada y demora menos tiempo ante lluvias iguales. El caudal pico es menor en la cuenca elongada, pero se alcanza más rápido que en la cuenca circular, mientras que el retorno al nivel base es más lento en la elongada que en la circular (Worschitz, 2018).



**Figura N° 4:** Forma de la cuenca y su relación con hidrogramas de crecientes.  
Fuente: Extraído de (Worschitz, 2018)

- **Área (A)**

Definida como la proyección ortogonal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. El tamaño relativo de estos espacios hidrológicos define o determina, aunque no de manera rígida.

los nombres de microcuenca, subcuenca, cuenca o sector, según se explica en el cuadro puede ser variable según el autor (Ortiz, 2004).

Tabla N° 3: Clasificación según áreas

Unid. Hidrológica	Área (Km <sup>2</sup> )
Unidad	< 5
Sector	5 - 20
Micro cuenca	20 – 100
Sub cuenca	100 – 300
Cuenca	más de 300

Fuente: adaptado de (Jiménez y Materón, 1986)

- **Perímetro (P)**

El perímetro de la cuenca o la longitud del Divortion Aquarum de la cuenca, es un parámetro importante, que en conexión con el área nos permite inferir sobre la forma de la cuenca. Calculados gracias a las herramientas computacionales como CAD o SIG, los cálculos de superficie y perímetro de un área cualquiera se resuelven inmediatamente,

una vez que la cuenca ha sido digitalizada bajo un sistema georreferenciado adecuado (Carvajal, Ulises, Reyes, 2014).

- **Coefficiente de Gravelius o Índice de Compacidad (Kc)**

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

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

$$K_c = 0.28x \left( \frac{P}{\sqrt{A}} \right) \quad (1)$$

$K_c$ : Índice de la compacidad o índice de Gravelius (Adimensional).

$P$ : Perímetro de la cuenca (km).

$A$ : Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similaridad con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO, 1985).

**Tabla N° 4:** Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad

Clase de Forma	Índice de Compacidad	Forma de la Cuenca
<b>Kc1</b>	1.0 a 1.25	Casi redonda a Oval redonda.
<b>Kc2</b>	1.26 a 1.50	oval redonda a oval oblonga
<b>Kc3</b>	1.51 a 1.75	oval oblonga a rectangular oblonga.

Fuente: adaptado desde (FAO, 1985)

- **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.

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i * A_i \quad (2)$$

$H$  : Altitud media (m.s.n.m.)

$H_i$  : Altura correspondiente al área acumulada  $A_i$  encima de la curva  $H_i$ .

$A$  : Área de la Cuenca

$N$  : Número de áreas parciales

También se define como la ordenada media de curva hipsométrica.

- **Pendiente de la Cuenca o Pendiente de Laderas**

Es el promedio de las pendientes de la cuenca, es un parámetro muy importante que determina el tiempo de concentración y su influencia en las máximas crecidas y en el potencial de degradación de la cuenca, sobre todo en terrenos desprotegidos de cobertura vegetal. Existen variadas metodologías, tanto gráficas como analíticas, que permiten estimar la pendiente de la cuenca. Dentro de las metodologías gráficas, la más recomendada por su grado de aproximación es el Método de HORTON y dentro de las analíticas la que se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i \quad (3)$$

$S_c$  : Pendiente de la cuenca

$C$  : Equidistancia entre curvas de nivel(Km)

$A$  : Área de la cuenca(Km<sup>2</sup>)

$l_i$  : Longitud de cada curva de nivel(Km)

**Tabla N° 5:** Clasificación de las Cuencas de acuerdo a la pendiente promedio de laderas

<b>Pend. Media(%)</b>	<b>Tipo de Relieve</b>	<b>Símbolo</b>
<b>0 – 3</b>	Plano	P1
<b>3 – 7</b>	Suave	P2
<b>7 – 12</b>	Mediano	P3
<b>20 – 35</b>	Accidentado	P4
<b>35 – 50</b>	Fuerte	P5
<b>50 – 75</b>	Muy Fuerte	P6
<b>50 – 75</b>	Escarpado	P7
<b>&gt; 75</b>	Muy Escarpado	P8

Fuente: adaptado de (Ortiz, 2004)

**e. Parámetros de relieve**

▪ **Coficiente Orográfico (Co)**

Es la relación entre el cuadrado de la altitud media del relieve y la superficie proyectada sobre un plano horizontal. Este parámetro expresa el potencial de degradación de la cuenca, crece mientras que la altura media del relieve aumenta y la proyección del área de la cuenca disminuye. Por esta razón toma valores bastante grades para micro cuencas pequeñas y montañosas, disminuyendo en cuencas extensas y de baja pendiente.

$$C_o = \frac{H^2}{A} \quad (4)$$

$C_o$  : Coficiente Orográfico, adimensional

$H$  : Altitud media del Relieve

$A$  : Área de la cuenca

Este parámetro combina dos variables esenciales del relieve, su altura que influye en la energía potencial del agua y el área proyectada, cuya inclinación ejerce acción sobre la escorrentía directa por efecto de las precipitaciones.

**Tabla N° 6:** Potencial de degradación hídrica de microcuencas altoandinas de la región Cajamarca, para menores de 600 Km<sup>2</sup>.

<b>Clasificación</b>	<b>Coefficiente orográfico, Co (%)</b>
<b>Baja</b>	Co<1
<b>Moderada</b>	1<Co≤4
<b>Alta</b>	4<Co≤10
<b>Muy Alta</b>	Co> 10

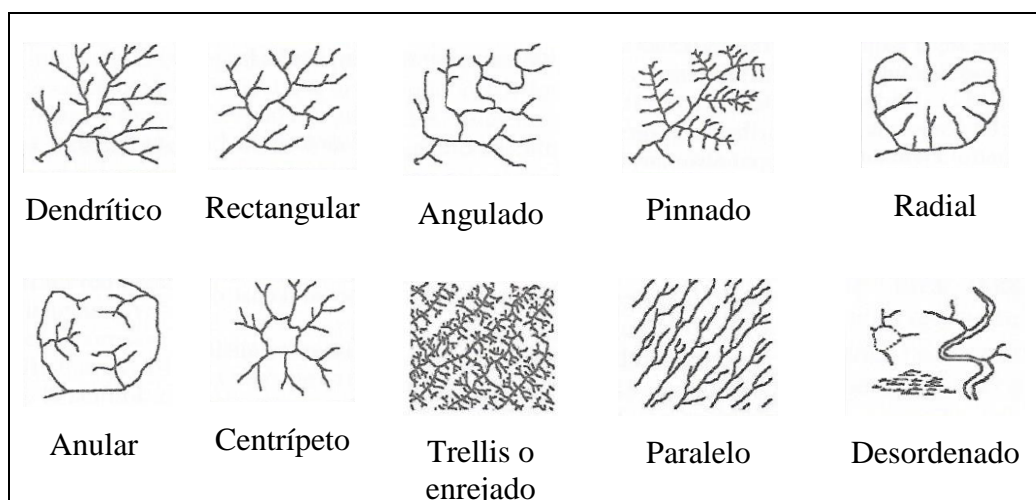
Fuente: adaptado de (Ortiz, 2016)

#### f. Parámetros de drenaje

Después de una precipitación desarrollada sobre un área, la escorrentía se concentra, la superficie terrestre se erosiona creando canales de drenaje (quebradas y ríos). El clima, el relieve y la estructura geológica subyacente influyen en el patrón de la red, siendo el último el más relevante.

La forma y la densidad de la red de drenaje corresponde a la distribución o arreglo geométrico de los tributarios que lo conforman, tal distribución geométrica se ha venido formando a través de muchos años sobre la corteza terrestre (estructura geológica).

**Figura N° 5:** Tipos de Red de Drenaje



Fuente: adaptado desde (Díaz, 2004).

Según (Díaz, 2004) existen tipos de red de drenaje de una cuenca en la cual se identifica la geometría, principales características que geomorfológicas que dan origen como se aprecia en la figura N°5. Sin embargo, se para identificar el tipo de red de drenaje se

puede se expresar mediante Índices o parámetros que describen de alguna manera la geometría de la red.

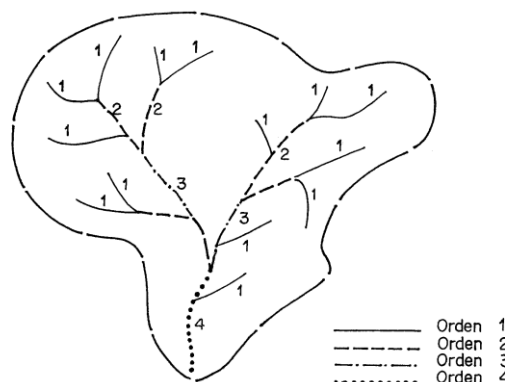
El estudio de la fisiología de la red natural de drenaje es importante porque permite estudiar los escurrimientos sobre todo cuando no se dispone de información cuantitativa de los factores hidrometeorológicos.

▪ **Número de Orden de la Cuenca (N)**

Es un número que tiene relación estrecha con el número de ramificaciones de la red de drenaje. A mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos y por tanto mayor también la componente de escorrentía directa que en otra cuenca de similar área. El número de orden de una cuenca es muy vulnerable a sufrir el efecto de escala, la misma que es necesario especificar siempre.

El criterio de Horton - Strahler(1945) desarrolló un sistema para ordenar las redes de ríos, que posteriormente fue ligeramente modificado por Strahler (1964); dicho sistema es conocido como Horton-Strahler hoy en día es el método más comúnmente utilizado (Chow, Maidment, Mays, 1994).

, la cual sólo permite asignar el orden 1 a uno de los tributarios simples confluyentes, siendo el otro de orden inmediatamente superior que hace un menor ángulo con la dirección del flujo en el punto de confluencia. Siguiendo la misma ley anterior se llega al número de orden de la cuenca.



**Figura N° 6:** Representación gráfica de ordenación de cursos de agua. Métodos propuestos Horton - Strahler(1945)  
Fuente: extraído de (Chow, et al., 1994)

▪ **Relación de Confluencias**

Es la relación entre el número total de cauces de cierto orden al número total de cauces de orden inmediatamente superior.

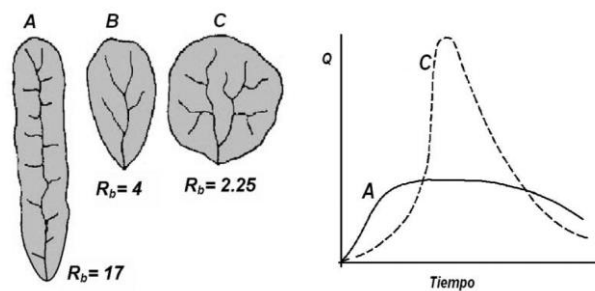
$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}} \quad (5)$$

$R_c$  : Relación de confluencias, adimensionales

$n_i$  : Número total de cauces de orden  $i$

$n_{i+1}$  : Número total de cauces de orden  $i + 1$

La relación de confluencias de la cuenca  $R_c$  es valor promedio de todas las relaciones de confluencias parciales. Es un indicador del potencial erosivo y de la capacidad de evacuación de la escorrentía directa de la cuenca. Otros autores denominan como Relación de Bifurcación.



**Figura N° 7:** Influencia de la forma de la cuenca y relación de confluencias en el hidrograma.

Fuente: extraído de (Cahuana y Yugar, 2009)

**Tabla N° 7:** Índice de ramificación de la red de drenaje de microcuencas altoandinas de la región Cajamarca, para áreas menores a 600 Km<sup>2</sup>

Índice de ramificación de la red de drenaje	Característica
Muy Alto	$1 < R_c \leq 3$
Alto	$3 < R_c \leq 4$
Moderado	$4 < R_c \leq 5$
bajo	$R_c > 5$

**Fuente:** Extraído de (Ortiz, 2016)

### 2.2.2. Análisis dimensional en mecánica de fluidos.

En un fenómeno físico se puede identificar el conjunto de magnitudes o variables que intervienen en él, y con el análisis dimensional de dichas magnitudes es factible encontrar las relaciones entre las variables, mediante una ecuación que debe ser dimensionalmente homogénea.

En general, las magnitudes físicas se clasifican en dos grupos: las básicas o fundamentales y las derivadas o secundarias. Las del primer grupo son longitud (L), masa (M) y tiempo (T). Las del segundo son área (A), volumen (V), velocidad (V), Caudal (Q), fuerza (F), o cualquiera otra (X) en función de las primeras, es decir,

$$[X] = f(L, M, T) \text{ ó } [X] = [L^{X_1} M^{X_2} T^{X_3}] \quad (6)$$

Siendo el exponente  $X_i (i = 1, 2, 3)$  la dimensión de la magnitud fundamental respectiva. (Vergara, 1993)

Existen muchos problemas en el campo de la mecánica de fluidos en el mundo real del diseño que no pueden ser resueltos utilizando solo ecuaciones diferenciales e integrales. A menudo es necesario recurrir a métodos experimentales para establecer las relaciones entre variables de interés. Como los estudios experimentales por regla general son bastante caros, es necesario mantener la experimentación requerida a un mínimo. esto se hace realizando una técnica llamada análisis dimensional, en el que todos los términos de una ecuación deben tener las mismas dimensiones. (Potter, Wiggert, Ramadan, 2012).

#### **Teorema Pi de Vaschy – Buckingham**

Este teorema, base fundamental del análisis dimensional, se puede resumir en lo siguiente: *“si en un determinado fenómeno físico intervienen “n” variables principales en las que, en conjunto, contienen “d” dimensiones fundamentales, con todas ellas se pueden formar (n-d) parámetros adimensionales”*. Para ello, cada parámetro adimensional se forma con el producto de un número “d” de variables repetidas en todos los parámetros, elevada cada una a cierta potencia incógnita diferente; se acompaña a cada producto con cada una de las variables que quedan, elevada a la primera potencia. Las variables usadas como repetidas en cada PI deberán seleccionarse, de tal manera que sean independientes y tengan diferente dimensión.

### 2.2.3. Análisis dimensional y leyes físicas de los sistemas hidrológicos altoandinos

Los trabajos de investigación desarrollados en el área de recursos hídricos tienen como objetivo analizar los fenómenos hidroclimatológicos que ocurren sobre una determinada unidad fisiográfica o cuenca, por lo que se considera el sistema de análisis ideal de los recursos hídricos, debido a que permite realizar un balance superficial entre el agua que entra al sistema (precipitación) y el agua que sale del mismo (escorrentía) (Carvajal, et al., 2014).

El fenómeno físico de mayor relevancia que tiene lugar en las microcuencas altoandinas es el de precipitación-escorrentía, variables causa y efecto, respectivamente. La primera variable dependiente de factores climatológicos y la segunda de la naturaleza intrínseca de cada sistema hidrológico (Ortiz, 2016).

#### Consideraciones de estudio.

- i. La precipitación pluviométrica es la única variable de entrada al sistema, con distribución espacial y temporal sobre la cuenca.
- ii. El área receptora de precipitaciones coincide con el área colectora de la cuenca y se cuantifica por la superficie proyectada sobre un plano horizontal.
- iii. La evapotranspiración real es despreciable, hipótesis justificable por cuanto el tiempo de duración de cada tormenta es relativamente pequeño.
- iv. El flujo de escorrentía comprende a las componentes de escorrentía directa o superficial y subterránea o flujo base. Pues, durante las crecidas el flujo base es muy pequeño comparado con la magnitud de la escorrentía directa.

#### VARIABLES INVOLUCRADAS

**Tabla N° 8:** Variables principales del fenómeno físico precipitación – escorrentía

<b>Variables principales del fenómeno físico precipitación – escorrentía</b>	
<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>
1. Precipitación pluvial: <b>P</b>	$LT^{-1}$
2. Intensidad de precipitación pluvial: <b>I</b>	$LT^{-1}$
3. Periodo de duración de la lluvia: <b>t</b>	T
4. Proyección del área receptora colectora: <b>A</b>	$L^2$

5. Desnivel sobre el nivel del mar: <b>H</b>	L
6. Caudal de escurrimiento: <b>Q</b>	L <sup>3</sup> T <sup>-1</sup>
7. Perímetro de la cuenca: <b>p</b>	L

---

Fuente: Extraído de (Ortiz, 2016)

Mediante la aplicación del teorema PI de Vaschy- Buckingham, producto del lo cual resultaron las leyes físicas que rigen los sistemas hidrológicos altoandinos e identificación de similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos. (Ortiz, 2016).

$$\pi_1 = \frac{Q}{AP} \quad (7)$$

$$\pi_2 = \frac{H}{\sqrt{A}} \quad (8)$$

$$\pi_3 = \frac{I * t}{H} \quad (9)$$

$$\pi_4 = \frac{Q}{I * A} \quad (10)$$

$$\pi_5 = \frac{p}{\sqrt{A}} \quad (11)$$

$\pi$  : Parámetro adimensional

$Q$  : Caudal de escurrimiento (superficial más subterráneo)

$A$  : Proyección del área receptora colectora sobre un plano horizontal

$P$  : Precipitación pluviométrica

$H$  : Altitud media sobre el nivel del mar

$I$  : Intensidad de precipitación

$t$  : Periodo de duración de intensidad de precipitación

$p$  : Perímetro de la cuenca.



### Hallazgo 1: Parámetro Adimensional de forma y semejanza geométrica

$$\pi_5 = \frac{p}{\sqrt{A}} \quad (12)$$

El parámetro adimensional de la ecuación (11) es descriptor de la geometría de la cuenca hidrográfica, lo cual se verifica porque al multiplicar ambos miembros de dicha expresión por 0.28, resulta otro parámetro adimensional conocido como coeficiente de compacidad o *índice de Gravelius* ( $K_c = 0.28^*$ ) (Ortiz, 2016)

### Hallazgo 2: Parámetro Adimensional de escurrimiento instantáneo

$$\pi_4 = \frac{Q}{I * A} \quad (13)$$

El parámetro adimensional de la ecuación (10), describe la geometría del hidrograma de la escorrentía directa instantánea, donde el primer miembro de dicha ecuación viene a constituir el coeficiente de escorrentía  $C$  ( $\pi_4 = C$ ) del vetusto *método Racional* metodología sencilla, para generar descargas máximas de escorrentía directa (picos de hidrogramas) a partir de datos de precipitación. (Ortiz, 2016)

$$Q_{max} = CIA \quad (14)$$

$Q_{max}$  : Caudal máximo de escorrentía directa (pico del hidrograma)

$C$  : Coeficiente de escorrentía

$I$  : Intensidad de precipitación, para el tiempo de concentración de la cuenca,

$A$  : área receptora-colectora proyectada sobre un plano horizontal.

### Hallazgo 3: Parámetro Adimensional de escurrimiento sostenido

$$\pi_1 = \frac{Q}{AP} \quad (15)$$

El parámetro adimensional de la ecuación (7), a diferencia del parámetro de escorrentía instantánea, describe el flujo de escurrimiento más sostenido en el tiempo (periodos más largos), donde la escorrentía  $Q$  involucra tanto a la componente de escorrentía directa como a la componente subterránea o flujo base, tal como sucede por ejemplo con los caudales

promedio multianuales de una cuenca. Asumiendo un coeficiente de escorrentía  $K$  ( $K = \pi_1 < 1$ ), que incluya las pérdidas por evapotranspiración real y el contenido de humedad del suelo, la expresión (24) toma la forma de la siguiente ecuación. O lo que es lo mismo asumiendo que **P es precipitación efectiva**, para lo cual entonces el coeficiente  $K$  es equivalente a la unidad ( $K = \pi_1 = 1$ ), y la expresión (33) toma la forma de la siguiente ecuación (33) (Ortiz, 2016).

$$Q = KAP \quad ; \quad Q = AP_{ef} \quad (16)$$

$Q$  : Caudal promedio en el periodo considerado

$A$  : Área de la cuenca receptora-colectora de precipitaciones

$P$  : Precipitación total en el periodo de balance

$P_{ef}$  : Precipitación efectiva en el periodo de balance, ( $K=1$ ).

$K$  : Coeficiente de escorrentía, ( $K < 1$ ).

#### **Hallazgo 4: Parámetro adimensional orográfico y semejanza dinámica**

$$\pi_2 = \frac{H}{\sqrt{A}} \quad (17)$$

El parámetro adimensional de la ecuación (8), describe los potenciales de fuerzas gravitacionales de los flujos superficiales, que pueden ser útiles en generación de energía hidráulica o perjudicial tratándose de procesos de degradación hídrica de la cuenca. Elevando al cuadrado ambos miembros de dicha ecuación resulta el parámetro adimensional de relieve más importante conocido como coeficiente orográfico  $C_0$  ( $\pi_2^2 = C_0$ ) (Ortiz, 2016).

#### **Hallazgo 5: Parámetro Adimensional de lluvia**

$$\pi_3 = \frac{I * t}{H} \quad (18)$$

El parámetro adimensional de la ecuación (9), describe las características más importantes de la precipitación pluvial como variable de entrada al sistema hidrológico; donde se observa claramente las propiedades de distribución espacial y temporal de dicha variable. Donde las tormentas de mayores intensidades de precipitación ocurren en periodos de tiempo muy

cortos y a mayores altitudes y viceversa, muy característico de los sistemas hidrológicos altoandinos.

El indicativo de este parámetro de que la precipitación aumenta con la altitud y la correlación estadística aceptable entre ambas variables (prueba de T del coeficiente de correlación) es muy bien aprovechada en un análisis regional para generación de información láminas de precipitación en sistemas hidrológicos altoandinos, para transferir información de intensidades de precipitación y alimentar al método Racional en la generación de escorrentías máximas en sistemas hidrológicos altoandinos similares. Además, de facilitar la conversión de intensidades a cualquier periodo de duración, como el que corresponde al tiempo de concentración de la cuenca en el uso del método Racional. (Ortiz, 2016)

#### **2.2.4. Funciones de transferencia de información.**

Todos los parámetros adimensionales determinados en el proceso de análisis dimensional, incluyendo sus combinaciones, se convierten en funciones de transferencia, al aplicar el principio de similitud hidráulica entre sistemas hidrológicos. (Ortiz, 2016).

De la combinación de  $\pi_1$  y  $\pi_2$  aplicando las propiedades elementales de las igualdades resulta:

$$\pi_{12} = \frac{QH}{A^{3/2}P} \quad (19)$$

El nuevo parámetro (Oswald) mejora la función de transferencia de escorrentías al incluir las escalas de precipitación y de altitudes sobre el nivel del mar, información de mayor disponibilidad en las cuencas hidrográficas.

Aplicando a la expresión anterior el principio de similitud hidráulica entre dos sistemas hidrológicos, cuenca de origen y cuenca destino se obtiene:

$$\frac{Q_o H_o}{A_o^{3/2} P_o} = \frac{Q_d H_d}{A_d^{3/2} P_d} \quad (20)$$

Donde los subíndices de las variables del primer y segundo miembro de esta ecuación corresponden a los sistemas hidrológicos de origen y destino, respectivamente.

Despejando la variable de escorrentía para el sistema hidrológico destino  $Q_d$ , se tiene la ecuación de transferencia (21) o su equivalente (22), expresada en forma de escalas.

$$Q_d = \left(\frac{H_o}{H_d}\right) \left(\frac{P_d}{P_o}\right) \left(\frac{A_d}{A_o}\right)^{3/2} Q_o \quad (21)$$

$$Q_d = H_e^{-1} P_e A_e^{3/2} Q_o \quad (22)$$

$H_e$  : Escala de altitudes

$P_e$  : Escala de precipitaciones

$A_e$  : Escala de áreas

$Q_o$  : Caudal de la cuenca de origen

$Q_d$  : Caudal en la cuenca destino.

Otro tipo de información generalmente no disponible en localidades muy alejadas, son los datos relativos a intensidades de máximas tormentas pluviométricas, información muy importante en proyectos de drenaje en general (drenaje de carreteras, drenaje urbano de aguas pluviales, defensas rivereñas, presas de regulación, canales de riego, centrales hidroeléctricas, prevención de inundaciones, etc.). Esta información puede transferirse haciendo uso del parámetro adimensional ( $\pi_3$ ), la misma que aplicada a dos sistemas similares (cuenca de origen y cuenca destino), toma la forma representada por la ecuación (23), o su equivalente (24), expresada en forma de escalas. (Ortiz, 2016)

$$\frac{I_o t_o}{H_o} = \frac{I_d t_d}{H_d} \quad (23)$$

$$I_d = \left(\frac{H_d}{H_o}\right) \left(\frac{t_o}{t_d}\right) I_o = H_e t_e^{-1} I_o \quad (24)$$

$I_d$  : Intensidad de precipitación en la cuenca destino

$I_o$  : Intensidad de precipitación en la cuenca de origen

$T_e$  : Escala de periodos de duración

$H_e$  : Escala de altitudes.

La función de transferencia (23) permite la generación de intensidades de precipitación, en la localidad sin información, conociendo las altitudes locales y los periodos de duración de interés. Tratándose del método Racional, el periodo de duración de interés es el tiempo de concentración del área receptora-colectora. (Ortiz, 2016)

## Parámetros adimensionales y similitud hidráulica de sistemas hidrológicos

En esta parte, por analogía con la ingeniería hidráulica de modelos físicos a escala, se definieron los parámetros hidrológicos adimensionales *coeficiente de Gravelius*, *relación de confluencias* y *coeficiente orográfico* como garantía de semejanza hidráulica entre sistemas hidrológicos, bajo niveles de aproximación aceptables desde el punto de vista práctico. (Ortiz, 2016)

**Tabla N° 9:** Parámetros Adimensionales y Similitud Hidráulica de Sistemas Hidrológicos.

<b>Parámetro Morfométrico de Cuenca</b>	<b>Semejanza entre Sistemas Hidrológicos</b>	<b>Condición de semejanza</b>
Índice de Gravelius	Semejanza Geométrica	<i>“Dos o más sistemas hidrológicos altoandinos son semejantes geométricamente si tienen igual índice de Gravelius”</i> , al grado de aproximación previamente adoptado.
Relación de Confluencias	Semejanza Cinemática	<i>“Dos o más sistemas hidrológicos altoandinos son semejantes cinemáticamente si tienen igual relación de confluencias promedio”</i> , al grado de aproximación previamente adoptado.
Coeficiente Orográfico	Semejanza Dinámica	<i>“Dos o más sistemas hidrológicos son semejantes dinámicamente si tienen igual coeficiente orográfico”</i> , al grado de aproximación previamente adoptado.

Fuente: adaptado de (Ortiz, 2016)

### 2.2.5. Similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos.

Dos sistemas hidrológicos son similares si cumplen las siguientes condiciones: *similitud geométrica si el índice de compacidad tiene un valor equivalente o idéntico a ambos sistemas; similitud cinemática si la red natural tiene la misma conformación geométrica; esto es, cuando la relación de confluencia adopta un valor equivalente o idéntico en ambos sistemas y similitud dinámica si el coeficiente orográfico tiene igual o idéntico valor en ambos sistemas* (Ortiz, 2016).

El cumplimiento de las tres condiciones garantiza la similitud total de los sistemas hidrológicos, que encierran implícitamente similares condiciones de clima, geológicas, y hasta cobertura vegetal, son condiciones que se pretenden identificar en la sierra norte del Perú para posteriormente hacer transferencia de información hidrometeorológica desde una cuenca con registros hasta otra sin datos (Carvajal, et al., 2014).

Bajo las consideraciones anteriores, *“dos o más sistemas hidrológicos altoandinos son hidráulicamente similares si cumplen simultáneamente las tres condiciones de semejanza: geométrica, cinemática y dinámica”* (Ortiz, 2016).

### **Grado de aproximación de la similitud hidráulica de los sistemas hidrológicos o cuencas hidrológicas.**

El grado de aproximación de similitud hidráulica para fines prácticos se ha fijado como límites máximos del coeficiente de variación de 0.05, 0.20 y 0.30, para el índice de Gravelius, relación de confluencias promedio y coeficiente orográfico, respectivamente (Ortiz, 2016).

#### **2.2.6. Identificación de Sistemas Hidrológicos con Similitud Hidráulica**

El protocolo establecido para el reconocimiento de unidades hidrológicas altoandinas con similitud hidráulica, según se resume en las siguientes actividades (Ortiz, 2016).

- i. Estimación de parámetros morfométricos adimensionales de similitud hidráulica: índice de Gravelius, relación de confluencias, y coeficiente orográfico.
- ii. Agrupación de microcuencas por su geometría, utilizando el criterio de rangos del índice de Gravelius.
- iii. Estimación del estadístico de discrepancia, dado por el coeficiente de variación, para cada parámetro de semejanza.
- iv. Se excluyen de cada grupo geométrico las unidades hidrológicas de mayor discrepancia, hasta que el coeficiente de variación para cada parámetro de similitud hidráulica, no exceda el límite máximo previamente definido. Desde luego, las unidades hidrológicas descartadas pueden ir a conformar otro(s) grupo de microcuencas similares.
- v. Las unidades hidrológicas que quedan, luego del paso precedente, son microcuencas hidráulicamente similares.

## 2.2.7. Parámetros Estadísticos de discrepancia para la selección de Sistemas Hidrológicos con Similitud Hidráulica.

### a) Manejo de valores atípicos

Los problemas arduos en el análisis de datos es manejar los valores atípicos en un grupo de datos. Un valor atípico es una observación con un valor que no parece corresponderse con el resto de los valores en el grupo de datos. Los valores atípicos también suelen llamarse valores aberrantes o inconsistentes. Por lo general surgen dos preguntas: 1) ¿Es este valor realmente un valor atípico?; 2) ¿Puedo eliminar este valor y continuar con el análisis de datos?

### Prueba de Grubbs.

Dos de las pruebas estadísticas utilizadas con mayor frecuencia en un grupo de datos único son la prueba de Dixon y la prueba de Grubbs. La prueba de Dixon utiliza relaciones de los espacios entre datos de diferentes modos según la cantidad de valores en el grupo de datos. La prueba de Grubbs utiliza una estadística de prueba,  $T$ , que es la diferencia absoluta entre el valor atípico,  $X_0$ , y el promedio de la muestra dividida por la desviación estándar de la muestra,  $S$ . (Murphy y Lau, 2008).

$$T = \frac{|X_0 - \bar{X}|}{S} \quad (25)$$

$X_0$ : Valor más pequeño o más alto en la muestra

$\bar{x}$  : Media de la muestra

$s$ : desviación estándar de la muestra.

La prueba consiste en comparar  $T$  calculado con  $T_c$  crítico tabular con un nivel de confianza del 95% y significancia o un riesgo de 5%. esto es  $T > T_c$  entonces es un valor atípico, también llamado outliers (Murphy y Lau, 2008).

Este criterio se usó para seleccionar muestras homogéneas de microcuencas con parámetros adimensionales que cumplen con similitud hidráulica, mediante un procedimiento de eliminación sucesiva de datos o valores atípicos hasta un nivel de confianza del 95%, verificados mediante una medida de dispersión, el estadístico coeficiente de variación de la muestra seleccionada.

## b) Coeficiente de variación(CV)

Un problema que plantean las medidas de dispersión vistas es que vienen expresadas en las unidades en que se ha medido la variable. Es decir, son medidas absolutas y con el único dato de su valor no es posible decir si tenemos una dispersión importante o no. Para solucionar esto, se definen unas medidas de dispersión relativas, independientes de las unidades usadas. Estas dispersiones relativas van a permitir además comparar la dispersión entre diferentes muestras (con unidades diferentes). Entre estas medidas hay que destacar el coeficiente de variación de Pearson, definido como el cociente entre la desviación típica y la media aritmética.

$$CV = \frac{s}{|\bar{x}|} \quad (26)$$

CV : Coeficiente de variación

S : Desviación típica

$\bar{x}$ : Media

Nótese que este coeficiente no se puede calcular cuando  $\bar{x}=0$ . Normalmente CV se expresa en porcentaje, multiplicando su valor por 100. Evidentemente, cuanto mayor sea CV, mayor dispersión tendrán los datos. (Gorgas, Cardiel, Zamorano, 2011)

### 2.2.8. Regiones hidrológicamente homogéneas – método gráfico.

#### Curvas de Andrews

Andrews propuso un algoritmo para la representación simultánea de observaciones multivariadas. El procedimiento consiste en la creación de una función que combina linealmente distintas funciones seno y coseno de distinta frecuencia que, al ser multiplicadas por el valor de las variables modifican su amplitud. El resultado es una función periódica compuesta que permite distinguir grupos de sujetos o variables, que difieren en su representación gráfica, en el recorrido  $(-\pi, \pi)$  (Andrews, 1972).

La idea es representar cada observación p-dimensional como una función lineal que combina toda la información en las distintas dimensiones. Cada variable pondera una función cíclica (seno o coseno) de distinta frecuencia (t, 2t, 3t, etc.), variando la amplitud de la onda de esa frecuencia según los valores de la variable.



Esto deriva en una expresión como la siguiente:

$$f_x(t) = \frac{X_1}{\sqrt{2}} + X_2 \text{sen}(t) + X_3 \text{cos}(t) + X_4 \text{sen}(2t) + X_5 \text{cos}(2t) + \dots \quad (27)$$

Donde  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , son las variables cuantificadas,  $t$  varía en el intervalo  $-\pi < t < \pi$

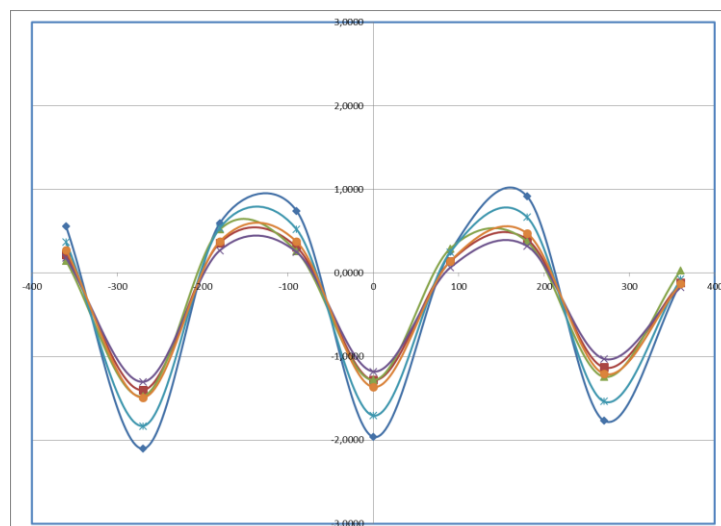
La representación de la función de agregación es una función curvilínea periódica en la que las distintas variables interfieren entre sí, dando lugar a una curva par para cada sujeto. Los sujetos con valores similares en una variable presentarán una amplitud similar en la frecuencia de dicha variable (Ato y López, 1995).

Como puede observarse en la ecuación, las variables son ponderadas por distintas frecuencias. Como sea que en estos gráficos las interferencias de baja frecuencia son más fácilmente discernibles que las de alta frecuencia, será recomendable asignar a  $X_1$  la variable que se considere de mayor importancia, a  $X_2$  la siguiente más importante y así sucesivamente. Una manera bastante directa de ordenar las variables por su importancia puede ser utilizar en la representación las componentes principales de los datos brutos. También puede ser recomendable tipificar las variables con anterioridad al análisis si las variabilidades de estas fueran muy diferentes (Ato y López, 1995).

El mayor inconveniente de este sistema de representación es el hecho de que se vuelve muy confuso cuando se representa un número excesivo de sujetos, debiendo seleccionar subgrupos de sujetos, o incluso representar estos subgrupos respecto a individuos con un patrón de puntuaciones especialmente características, como pueden ser aquellos correspondientes a diversos centiles (Ato y López, 1995)

### **Curvas de Andrews en Hidrología**

La aplicación de las gráficas de Andrews y el análisis de conglomerados, dan como resultado la división de regiones hidrológicamente homogéneas dentro de las cuales es válido transferir información. El uso de las curvas de Andrews para la identificación e interpretación de las regiones definidas. El área de aporte, la precipitación, la longitud del cauce y el caudal resultaron ser las características físicas y variables hidrológicas de mayor significación en la diferenciación de las regiones hidrológicas homogéneas. (Zucarelli, 2017)



**Figura N° 8:** Curvas de Andrews Región homogénea, presenta las características geomorfológicas (área, perímetro, altura máxima, altura mínima, longitud del curso principal, pendiente, precipitación anual, evapotranspiración anual, caudal medio anual del período 1997-2005, densidad de drenaje).

Fuente: Extraído de (Zucarelli, 2017)

### 2.2.9. Sistemas de información geográfica(SIG)

La aparición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) remonta hace década de los 60 juntamente con el comienzo de la era informática. Desde su creación, han marcado una pauta fundamental a seguir en cualquier disciplina relacionada con el manejo de información espacial, la hidrología.

“Un sistema de información geográfica (SIG), es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos), que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz” (Vásquez, et al.,2016)

Los SIG han representado y viene representando en la actualidad la apertura de un nuevo campo de actuación, mediante el cual las posibilidades del análisis hidrológico se extienden hasta límites con anterioridad insospechados. (Olaya, 2004).

Se indica que un SIG es un Sistema Integrado de Gestión, frecuentemente referido a Sistemas de Gestión en los que se integran calidad, medio ambiente y prevención de riesgos. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. Las que pueden ser utilizada

para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, la gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística entre otras áreas (Vásquez, et al.,2016).

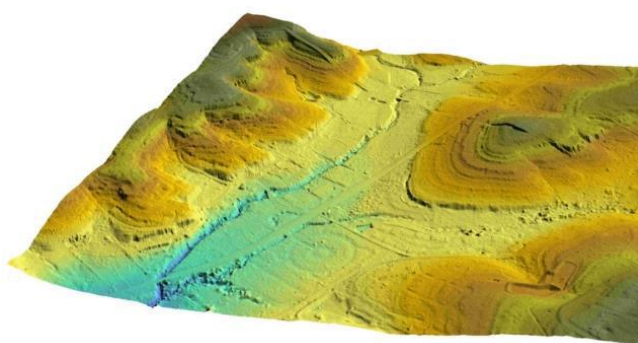
### **Modelos digitales de elevación(MDE)**

Es una representación numérica de la elevación [Z] sobre un plano [X, Y], ubicada dentro de un marco geodésico (Loaiza, 2017). Un MDE puede ser generado de diferentes fuentes como: la conversión analógica a digital de mapas cartográficos o curvas de nivel, obteniendo así un modelo TIN (Triangular Irregular Network, en español redes irregulares de triángulos). También se puede generar MDE en base de datos obtenidos de Teledetección, como aplicando métodos de procesamiento de imágenes satelitales o fotogrametría y de radares de apertura sintética. Sin embargo, en la actualidad los MDE más precisos provienen de las mediciones LiDAR. Resume la bibliografía sobre MDE (Cango, 2017).

Los MDE, pueden ser almacenados principalmente en dos estructuras de datos: raster y TIN (Triangulate Irregular Networks).

### **Modelos digitales de terreno.**

Los Modelos Digitales del Terreno (MDT): son representaciones digitales de la superficie terrestre, similar a un MDE, que excluye todos los elementos que se encuentran sobre el terreno (Fig. 7). Para obtener estos modelos a partir de los datos LiDAR, se debe filtrar e interpolar los puntos del último pulso (Galarza, 2014)



**Figura N° 9:** Modelo Digital de Terreno  
Fuente: Extraído de (Cango, 2017)

## **Modelos digitales de superficie.**



**Figura N° 10: Modelos Digitales de Superficie**  
Fuente: (Cango, 2017)

Los Modelos Digitales de Superficie (MDS), son representaciones digitales de todos los elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo incluido la vegetación, edificios, entre otros objetos (Fig. 8). De los datos LiDAR, se obtiene esta información mediante interpolación de puntos del primer pulso recibido (distancia más corta) y se puede diferenciar las alturas de las construcciones, vegetación, puentes, vehículos, etc. (Galarza, 2014)

### **Modelos digitales de elevación(MDE) globales disponibles gratuitamente**

Las principales fuentes satelitales de MDE que cubren la mayoría de la superficie terrestre y son de acceso público son *MDE ASTER GDEM V2*, SRTM, ALOS PALSAR.

#### **Alos palsar**

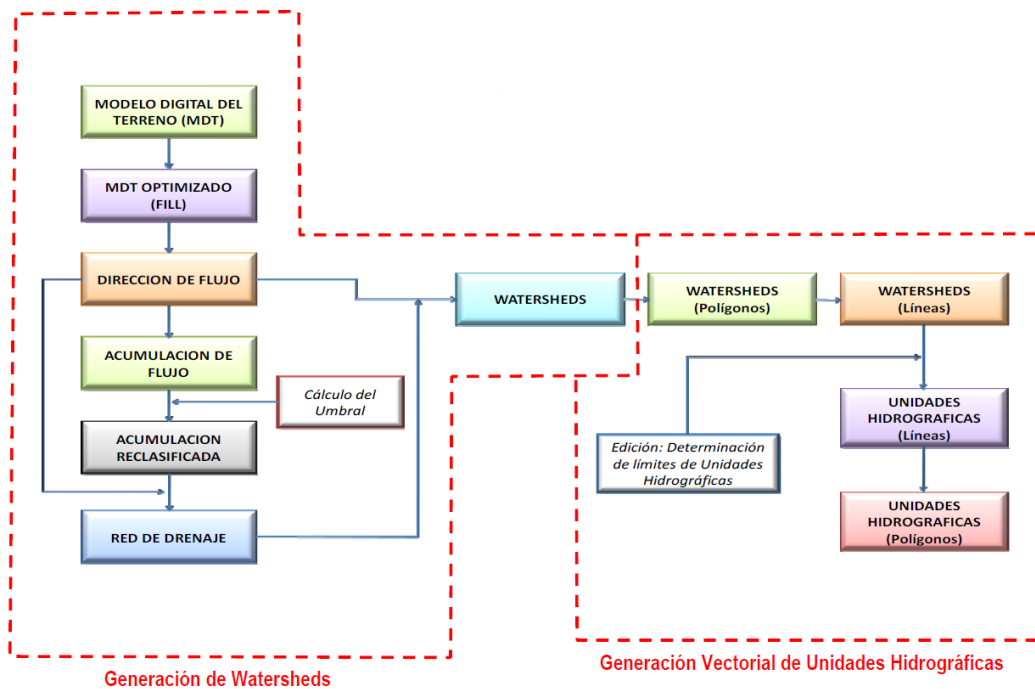
El Satélite Avanzado de Observación Terrestre (ALOS), también llamado DAICHI, desarrollado por la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA), fue lanzado desde el Centro Espacial de Tanegashima en Japón, el 24 de enero del 2006. Éste sistema tenía como fin obtener información fiable de la superficie terrestre, incluyendo la cartografía, observación regional, monitorear desastres y recursos naturales.

Actualmente los datos de esta misión están disponibles gradualmente desde el tercer trimestre del 2016 con resolución de 12.5 m. (Spazio, 2016).

### **2.2.10. Análisis hidrológico mediante aplicación de las técnicas de geoprocamiento y el uso de los sistemas de información geográfica SIG ArcGIS.**

Mediante el uso de un sistema Raster de elevación como entrada (MDE), es posible delinear automáticamente un sistema de drenaje y cuantificar las características de un sistema

hidrológico. Las herramientas hidrológicas del software ArcGIS permiten la identificación de sumideros, determinar la dirección del flujo, calcular el flujo acumulado, delimitan las cuencas hidrográficas, y crear redes de flujo. El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso de extracción de información hidrológica a partir de un modelo digital de elevación (MDE).



**Figura N° 11:** Proceso de delimitación Semiautomática de unidades hidrográficas ArcGis 10.3  
Fuente: Extraído de (Humberto, 2008).

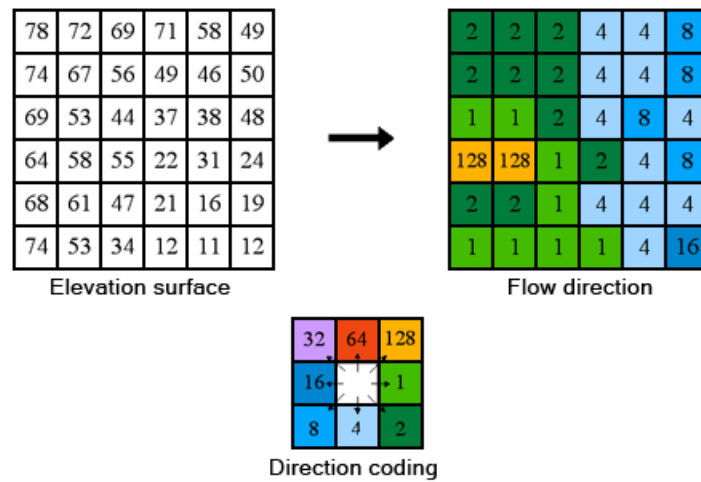
- **Dirección de flujo**

Una de las claves de la derivación de características hidrológicas de una superficie es la capacidad de determinar la dirección de flujo desde cada celda en el ráster.

Esta herramienta toma una superficie como entrada y proporciona como salida un ráster que muestra la dirección del flujo que sale de cada celda.

Si se elige la opción Ráster de eliminación de salida, se creará un ráster de salida con un radio del cambio máximo de elevación desde cada celda a lo largo de la dirección de flujo hasta la longitud de la ruta entre los centros de las celdas y se expresa en porcentajes. Si se elige la opción Forzar todas las celdas de eje para que se desplacen hacia fuera, todas las celdas en el eje del ráster de superficie se desplazan hacia fuera desde el ráster de superficie. Existen ocho direcciones de salida válidas que se relacionan con las ocho celdas adyacentes hacia donde puede ir el flujo (Puerta, Rengifo, Bravo, 2013).

Este enfoque comúnmente se denomina el modelo de flujo de ocho direcciones (D8) y sigue un acercamiento presentado en (Domingue y Jenson , 1988)

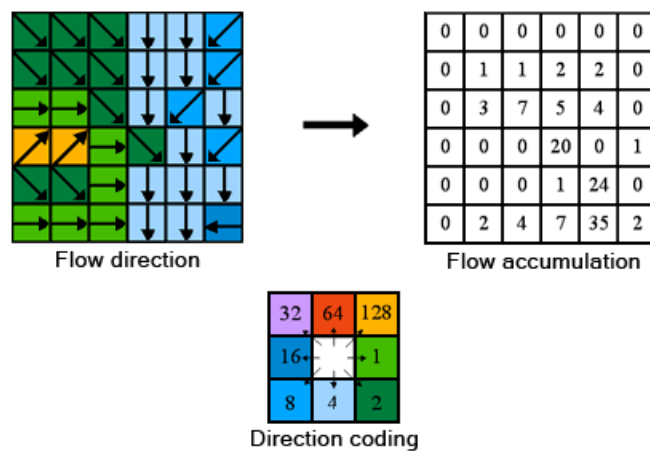


**Figura N° 12:** La codificación de la dirección de flujo  
Fuente: Extraído de (Puerta, Rengifo, Bravo, 2013).

- **Acumulación de flujo**

La herramienta Acumulación de flujo calcula el flujo acumulado como el peso acumulado de todas las celdas que fluyen en cada celda de pendiente descendente en el ráster de alida. Si no se proporciona un ráster de peso, se aplica un peso de 1 a cada celda, y el valor de celdas en el ráster de salida es el número de celdas que fluye en cada celda.

En el siguiente gráfico siguiente, la imagen superior izquierda muestra la dirección de viaje desde cada celda y la superior derecha el número de celdas que fluyen hacia cada celda.



**Figura N° 13:** Modelo de la acumulación de flujo.  
Fuente: Extraído de (Puerta, Rengifo, Bravo, 2013).

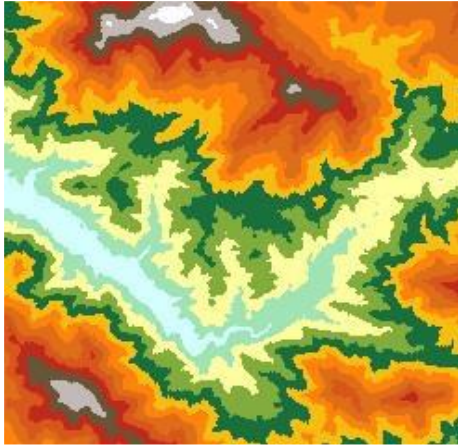
Las celdas con una acumulación de flujo alta son áreas de flujo concentrado y pueden ser útiles para identificar canales de arroyos. Esto se analiza en Identificación de redes de arroyos. Las celdas con una acumulación de flujo de 0 son alturas topográficas locales y se pueden utilizar para identificar crestas.

#### **2.2.11. Discretización espacial de una cuenca hidrográfica.**

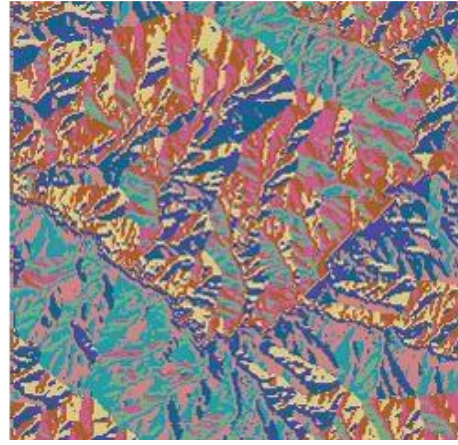
Mediante el uso de un modelo raster de elevación (MDE), como entrada, es posible delimitar de forma automática un sistema de drenaje y cuantificar y cualificar las características de un sistema hidrológico. Las herramientas de ArcGIS, a través de la metodología conocida como Método Rápido, Delimitación de Cuencas Hidrográficas, traducido de FWD (Fast Watershed Delineation Method), permiten la identificación de los sumideros, determinar la dirección del flujo, el cálculo de la acumulación de flujo, delinear las cuencas hidrográficas y la red flujo (Vásquez, et al.,2016).

#### **Delimitación y codificación de unidades hidrográficas**

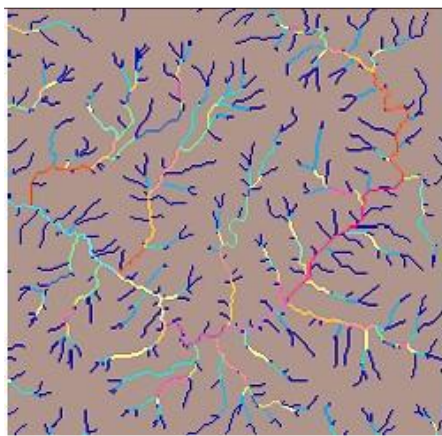
En la actualidad, con el avance científico y tecnológico (informática y de los sistemas de información geográfica) es posible representar digitalmente la superficie de la tierra a través de una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua, cuando la variable a representar es la cota o altura del terreno se denomina Modelo Digital de Elevación (MDE), estos grandes aportes ayudan en las diferentes aplicaciones del estudio de la tierra; siendo asimismo fundamental para delimitar las cuencas de una manera automática. (Humberto, 2008).



a) Modelo digital de elevación DEM



b) Direcciones de flujo



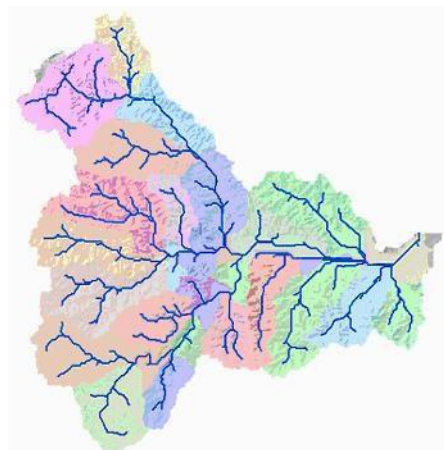
c) Redes de acumulación de flujo



b) Ejemplo de división en sub cuencas



e) Líneas finales de divisorias de aguas,



f) Redes de drenajes generadas

**Figura N° 14:** Etapas implicadas en el cálculo de una cuenca en sub-cuencas y redes de flujo a partir de un Modelo Digital de elevación (DEM).

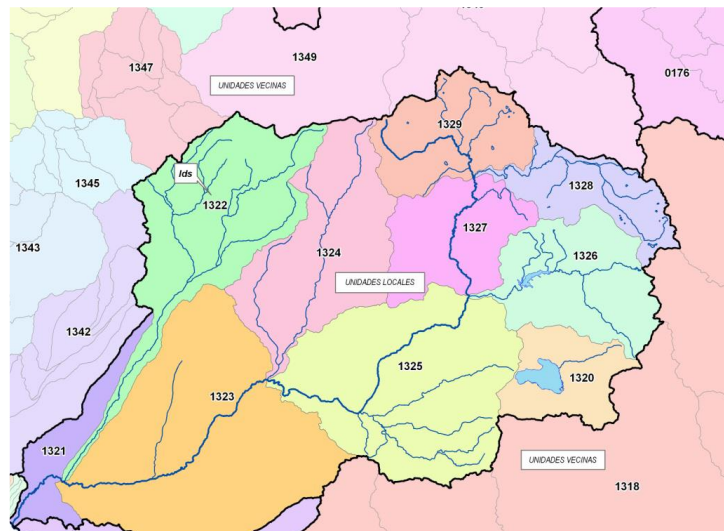
Fuente: Extraído de (Vasquez, et al.,2016)



## Sistema de codificación PFAFSTETTER

El método de codificación de unidades hidrográficas que se describe en el presente Manual fue creado en Brasil por Otto Pfafstetter en 1989 y difundido a partir de 1997 por Kristine Verdin a través del Servicio Geológico, de los Estados Unidos (USGS) en el Programa Nacional del Medio Ambiente de las Naciones Unidas. En la actualidad va constituyéndose en un estándar de codificación de unidades hidrográficas.

Es una metodología para asignar Identificadores (Ids) a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie o área del terreno; asigna Ids a una unidad hidrográfica para relacionarla con las unidades hidrográficas que contiene y de las unidades hidrográficas con las que limita (figura N°12).

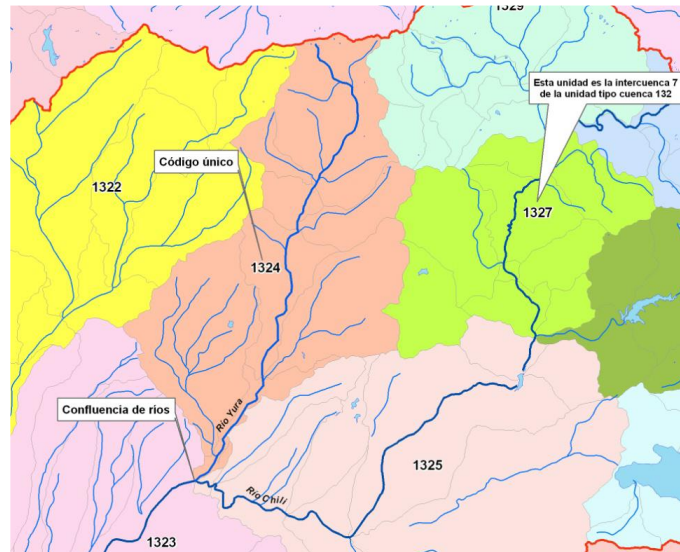


**Figura N° 15: Codificación PFAFSTETTER**  
Fuente: Extraído de (Humberto, 2008)

### Características principales.

- El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos (punto de confluencia de ríos) o desde el punto de desembocadura de un sistema de drenaje en el océano.
- A cada unidad hidrográfica se le asigna un código numérico, basado en su ubicación dentro del sistema de drenaje, de tal forma que éste código es único en todo el continente.
- Este método hace un uso mínimo de dígitos en los códigos, tal es así que el número de dígitos del código representa a su vez el nivel de la unidad hidrográfica codificada.

- La distinción entre río principal y tributario, es en función del área de drenaje. Así, en cualquier confluencia, el río principal será siempre aquel que posee la mayor área drenada entre ambos. (Figura. 10).
- El código de la unidad hidrográfica provee información importante tales como el tipo de unidad de drenaje, nivel de codificación y ubicación al interior de la unidad que lo contiene. (Humberto, 2008)



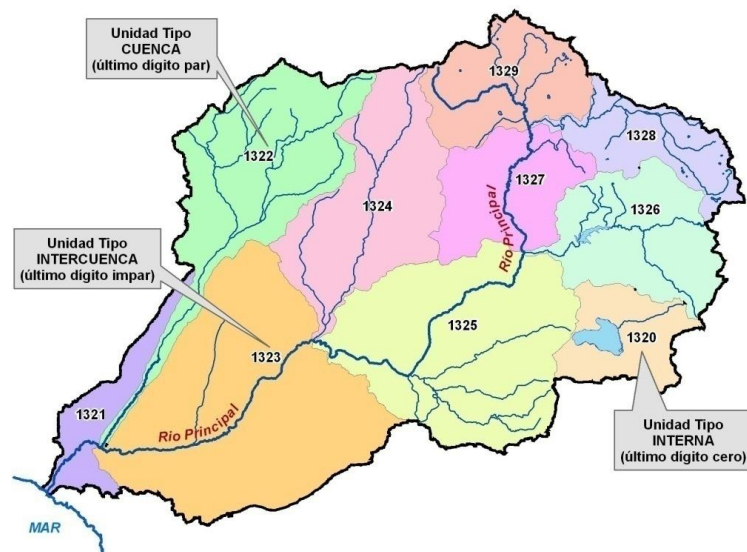
**Figura N° 16:** Distinción entre río principal y tributario  
Fuente: Extraído de (Humberto, 2008)

### Proceso de codificación.

- Para iniciar el proceso de codificación se debe en principio determinar el curso del río principal de la unidad que se va codificar. (Figura 11).
- Una vez determinado el curso del río principal, se determinan las cuatro unidades hidrográficas de tipo cuenca, que son las cuatro unidades de mayor área que confluyen al río principal.
- Las cuatro unidades tipo cuenca se codifican con los dígitos pares 2, 4, 6 y 8, desde aguas abajo hacia aguas arriba; es decir, desde la desembocadura hacia la naciente del río principal. Las otras áreas de drenaje se agrupan en unidades hidrográficas de tipo intercuenca, y se codifican, también desde aguas abajo (desde la confluencia) hacia aguas arriba, con los dígitos impares 1, 3, 5, 7 y 9.
- Por la metodología de delimitación y codificación de las unidades hidrográficas, el código 9 siempre resulta o se reserva para la unidad de drenaje de mayor tamaño de

la parte superior de la cuenca o cabecera de cuenca la misma que generalmente contiene el origen del río cuya unidad de drenaje se está codificando.

- Cada una de las unidades de drenaje de tipo cuenca o intercuenca, delimitadas y codificadas en un determinado nivel (por ejemplo el primero) se pueden a su vez subdividir y codificar siguiendo exactamente el proceso antes descrito, de modo que por ejemplo la delimitación y codificación de la unidad de drenaje tipo cuenca de código 8 se subdivide y codifica en nueve unidades hidrográficas, cuatro de tipo cuenca códigos 82, 84, 86 y 88 y cuatro de tipo intercuenca de códigos 81, 83, 85 y 87 así como la unidad hidrográfica de cabecera de código 89. El mismo proceso se aplica a las unidades de tipo intercuenca, de modo que por ejemplo la unidad tipo intercuenca de código 3, se subdivide en las unidades de tipo cuenca de códigos 32, 34, 36 y 38 y en las unidades tipo intercuenca 31, 33, 35, 37 y 39. Los códigos de las unidades menores deben llevar siempre al inicio el código o los dígitos de la unidad que lo contiene. (Humberto, 2008)



**Figura N° 17:** Tipos de Unidades Hidrográficas  
Fuente: Extraído de (Humberto, 2008)

### 2.3. Definición de términos básicos

- **ArcGIS**

Es un sistema de información geográfica, el cual posee una interface gráfica de usuario, de manejo sencillo con el mouse, posibilita cargar con facilidad datos espaciales y tabulares para ser mostrados en forma de mapas, tablas y gráficos, también provee las herramientas necesarias para consultar y analizar los datos y presentar los resultados como mapas con calidad de presentación. Algunos ejemplos de lo que se puede obtener es cartografía temática, creación y edición de datos, análisis espacial, geocodificación de direcciones, etc. ArcGIS se compone de tres aplicaciones que están incluidas en ArcInfo, ArcEditor y ArcView, las cuales son ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox (Puerta, Rengifo, Bravo, 2011)

- **Cauce**

También denominado lecho, es el conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas para riegos u otros usos.

- **Homogeneidad**

La noción de homogeneidad define a la igualdad mayor o menor de los valores de una variable o de una combinación de características en un conjunto geográfico. Los parámetros de dispersión estadística, en particular la varianza, miden su inversa, la heterogeneidad. (Pumain, 2019)

- **Homogeneidad dimensional.**

Condición en la que todos los términos de una ecuación tienen las mismas dimensiones. (Ortiz, 2016)

- **Formato Raster.**

Captura información mediante los medios: Scanners, satélite, fotografía aérea, cámaras de video entre otros. Son fotografías, imágenes digitales capturadas por satélites (LandSat, Spot) o información digital de un mapa. Trabaja con celdas de igual tamaño que poseen un valor; el tamaño de la celda define el nivel de detalle de la información. (Puerta, et al., 2011).

- **Formato Vectorial.**

El formato vectorial (shape) puede ser creado a partir de fuentes de información espacial existente, o pueden ser generados desde ArcGIS, donde podemos añadir elementos. los objetos de una cobertura vectorial pueden estar representados: puntos, línea y polígonos (Puerta, et al., 2011).

- **La Regionalización, regionalizar y región**

Conceptos que aluden a la distribución espacial de diferentes aspectos de la realidad, por lo que ocupan una posición central en la geografía, ese campo del conocimiento especializado, precisamente, en el estudio de esa distribución espacial respecto a elementos tanto naturales (geología, relieve, clima, hidrología, flora, fauna, etcétera) como sociales (poder, economía, población, etcétera) (Lizcano, 2017).

- **Regionalización.**

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis (CONABIO, 2017).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación de la zona de estudio

##### Ubicación geográfica.

El ámbito de estudio se ubica en las coordenadas geográficas entre los paralelos 5° 0'0"S hasta 6°46'0"S latitud Sur y los meridianos 78°32'0"W hasta 79°32'0"W longitud Oeste.

**Tabla N° 10:** Puntos extremos de la Cuenca Chamaya.

<b>Puntos Extremos - Cuenca Chamaya Coordenadas UTM (Zona 17s , DATUM WGS - 84)</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>NORTE (m)</b>	<b>UBICACIÓN</b>
<b>1</b>	759775	9260786	Por el Sur
<b>2</b>	773003	9268930	Por el Sureste
<b>3</b>	673538	9321065	Por el Suroeste
<b>4</b>	754646	9360806	Por el Este
<b>5</b>	653123	9367219	Por el Oeste
<b>6</b>	670764	9448571	Por el Norte

Fuente: elaboración propia.

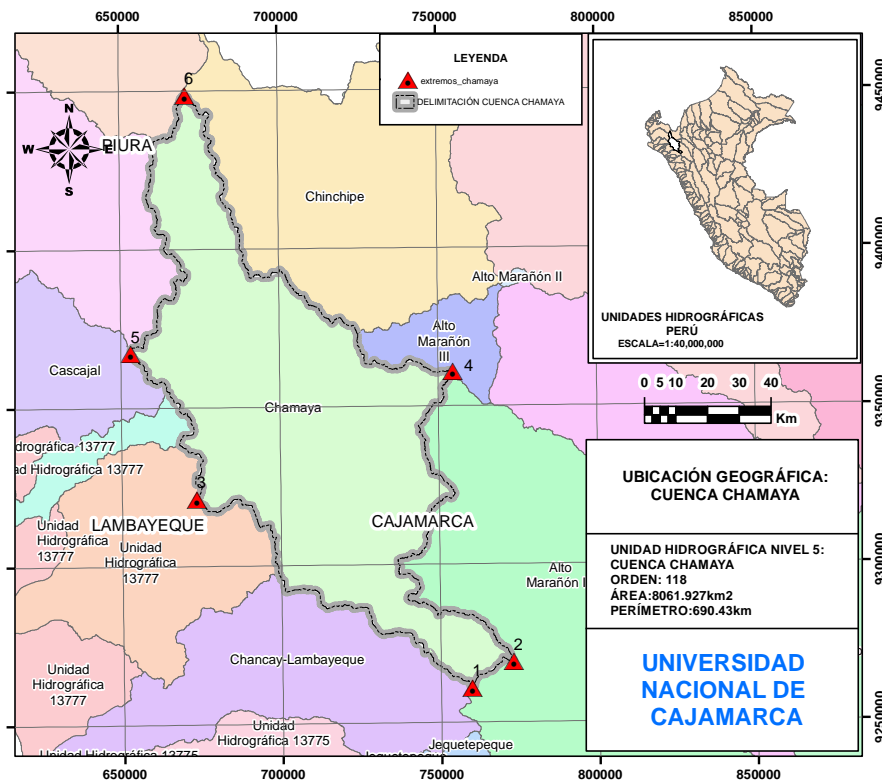
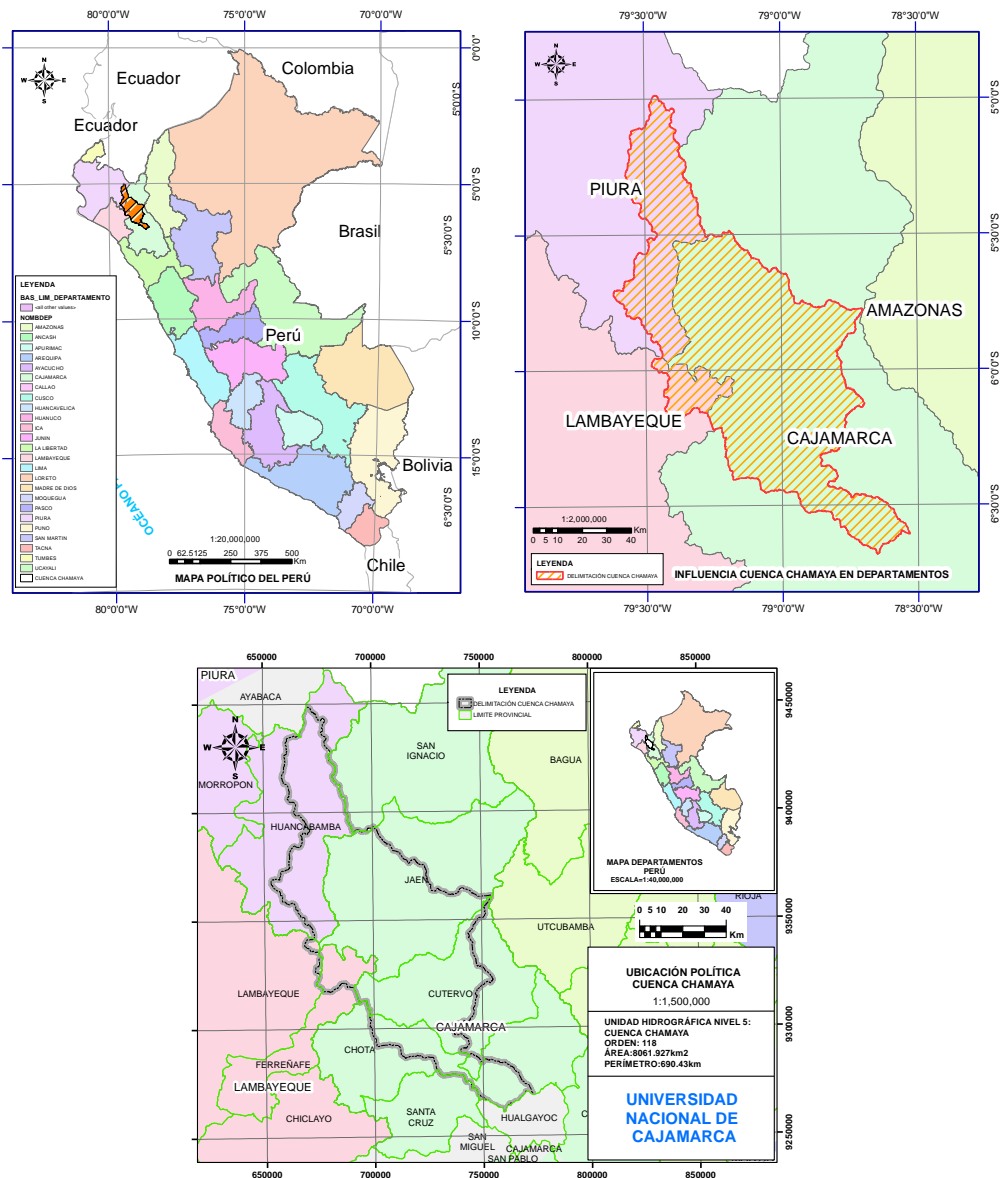


Figura N° 18: Ubicación Geográfica de la Cuenca Chamaya.

Fuente: elaboración propia.

## Ubicación política.

EL ámbito de la cuenca Chamaya se ubica en el Norte del Perú y pertenece a la vertiente del Atlántico, tiene un área de 8061.927 Km<sup>2</sup> (ANA, 2019) y comprende parte de las provincias Jaén, Cutervo, Chota, en el departamento de Cajamarca; parte de la provincia Huancabamba en el departamento Piura; parte de la provincias de Ferreñafe y Lambayeque en el departamento de Lambayeque.



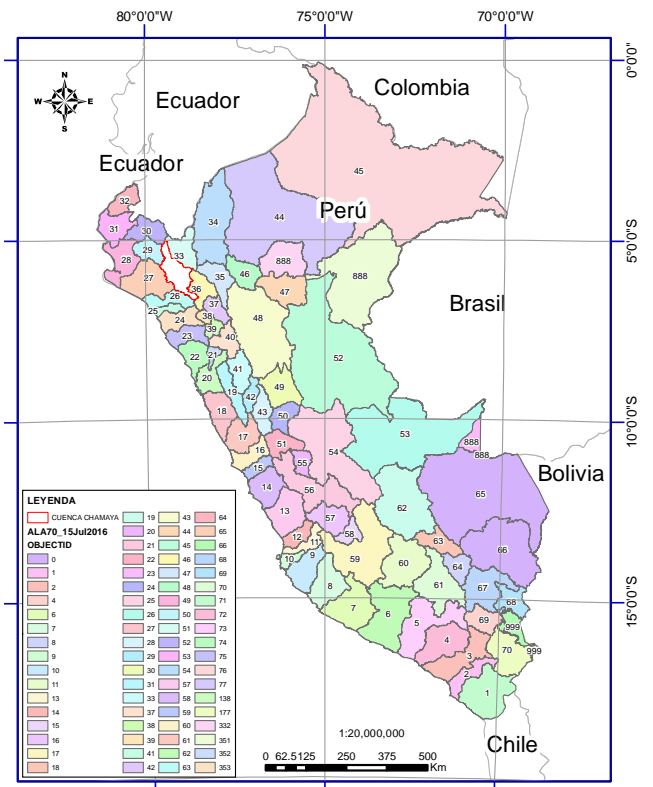
**Figura N° 19:** Ubicación política de la Cuenca Chamaya.  
Fuente: elaboración propia.

## Ubicación administrativa

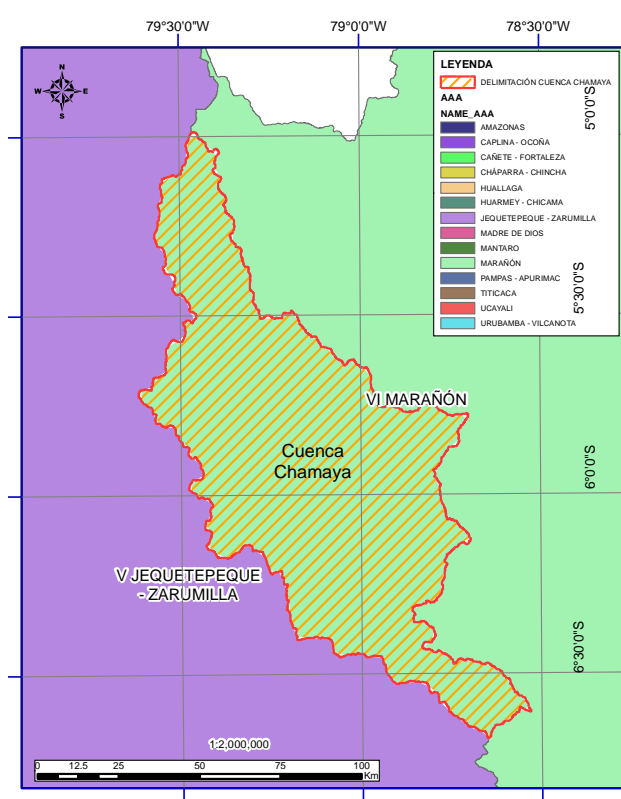
- AAA : VI Marañón
- ALA : Chinchipe-Chamaya y Chotano – Llaucano



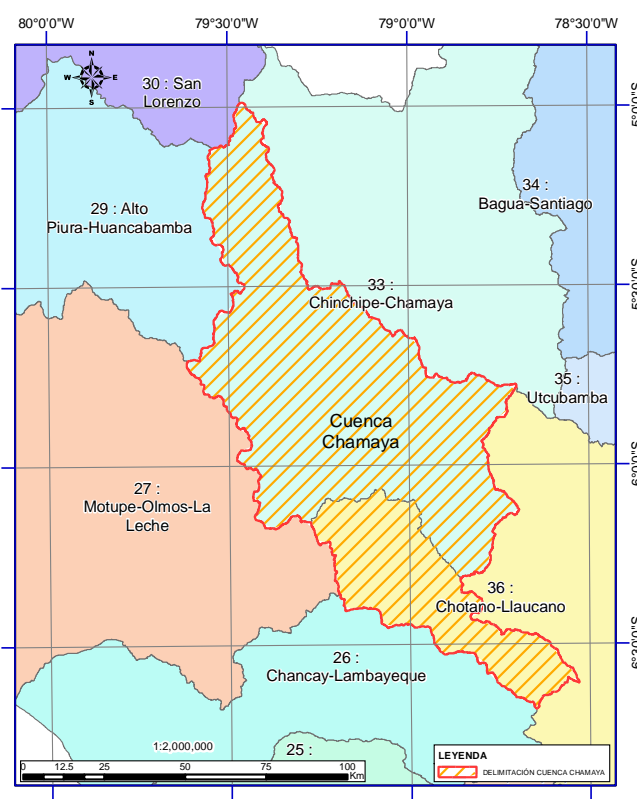
AAA: AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA



ALA: ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA



AAA: AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA



ALA: ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA

Figura N° 20: Ubicación Administrativa Cuenca Chamaya. Fuente: Elaboración propia.



## Ubicación hidrográfica

La zona de estudio se encuentra dentro clasificado en los siguientes niveles

- Vertiente : Atlántico, red hidrográfica del río Amazonas.
- Cuenca : Alto Marañón.

**Tabla N° 11:** Codificación Pfafstetter cuenca Chamaya

U. H.	Nive l	Nombre	Código
<b>Unidad hidrográfica</b>	N1	Región Hidrográfica del Amazonas	4
	N2	Alto Amazonas	49
	N3	Marañón	498
	N4	Alto Marañón	4889
	N5	Chamaya	49896
<b>ORDEN</b>		118	
<b>AREA</b>		8061.927 km <sup>2</sup>	
<b>PERÍMETRO</b>		690 km	

Fuente: Adaptado de (ANA A. N., 2017)

## Ubicación temporal

La investigación se realizó básicamente en el primer trimestre del año 2019, ya que es en este periodo donde se obtuvo la información de elevación digital de National Aeronautics and Space Administration(NASA) en su portal Alaska Satellite Facility correspondiente al ámbito de la cuenca Chamaya, así como el procesamiento para identificar micro cuencas que cumplen las condiciones hidráulicamente similares.

### 3.2. Materiales y equipos

La investigación se inició mediante la revisión de estudios similares y revisión de sitios web oficiales y portales electrónicos de National Aeronautics and Space Administration(NASA) en su portal Alaska Satellite Facility, portal Autoridad Nacional del Agua, portal Geomaps, portal de Gobierno Regional Cajamarca - ZEE entre otros las cuales brindan información geoespacial gratuita en diferentes formatos, de tal información se seleccionó la correspondiente a la cuenca Chamaya como muestra de cuencas de la zona norte del Perú que no cuentan con información hidrometeorológica directa y mediante un procesamiento de información disponible de la cuenca Chamaya se discretizó en 69 microcuencas entre 20 Km<sup>2</sup> a 200Km<sup>2</sup> y una altitud media mayor a 1500 m.s.n.m. las cuales fueron parametrizados usando un software comercial ARC GIS 10.3 y Microsoft Excel 2013 para agruparlos las micro cuencas que cumplen las condiciones hidráulicamente similares, finalmente mediante

las metodologías de transferencia de datos de una cuenca a otra se elaboró mapas de regionalización de las microcuencas con características de ser hidráulicamente similares.

Los materiales y equipos utilizados en la investigación se tienen lo siguiente:

### **3.2.1. Materiales**

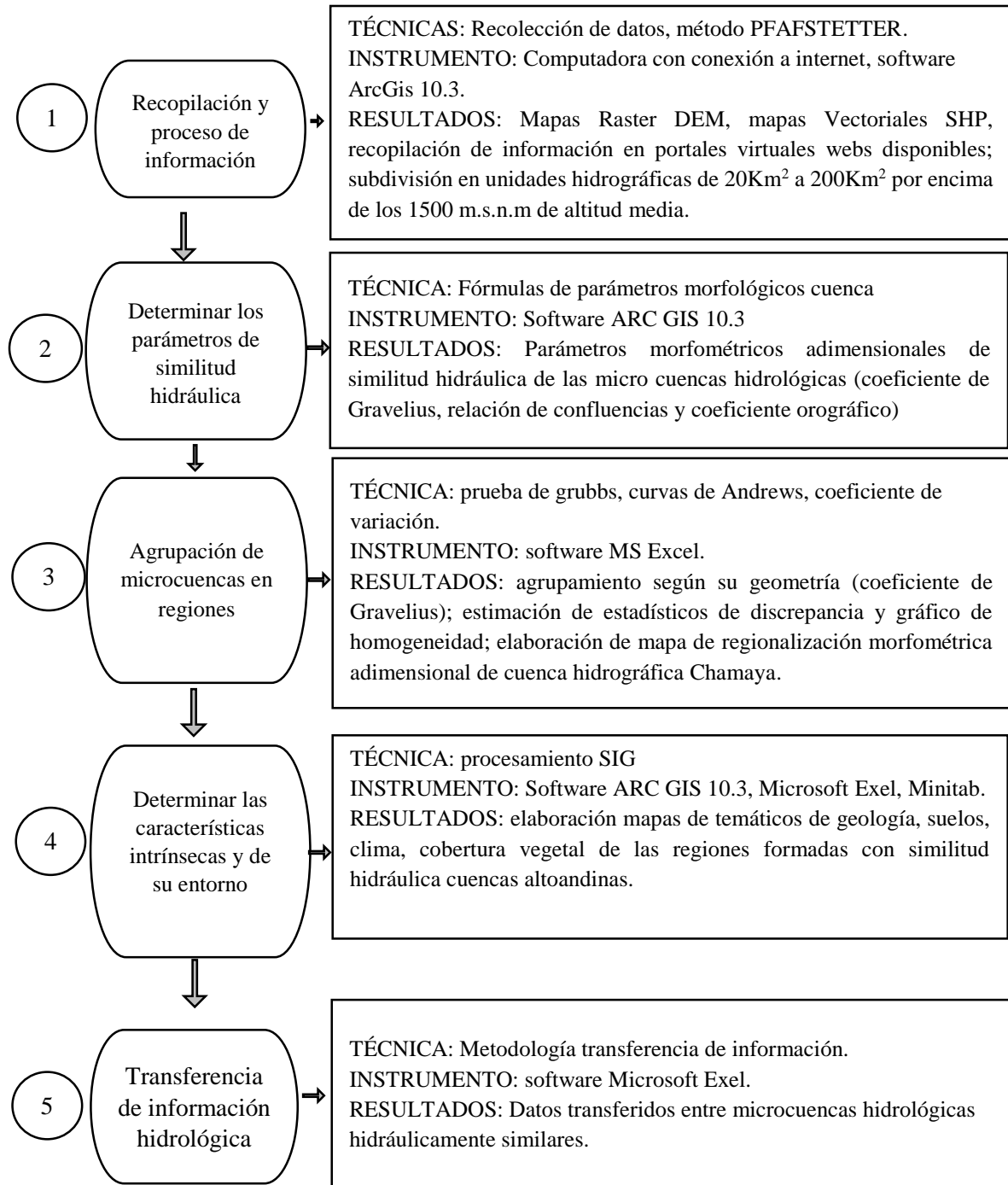
- Modelos Digital de Elevaciones(MDE) de 12.5m x 12.5m
- Información cuenca Chamaya, formatos SHP.
- Información digital de Unidades hidrográficas N7, N8, formatos SHP
- Información digital de ríos y quebradas, formato SHP.
- Software AutoCAD, Civil 3D 2016, Office 2016, ArgGIS 10.3, SAS Planet, Global Mapper v19.0.0, Google Earth Pro.
- Materiales de escritorio: papel bond 80 gr, cuaderno de notas, entre otros.

### **3.2.2. Equipos**

- Cámara fotográfica.
- Computadora Core i7.
- GPS Garmin.
- Impresora a color.
- Camioneta 4x4

### 3.3. Procedimiento.

Para lograr el objetivo de la presente investigación, se plantea procedimientos de secuencia como se muestran en la figura N°21. contiene 5 etapas, que consiste en trabajo de gabinete:



**Figura N° 21:** Esquema metodológico de la investigación.  
Fuente: Elaboración propia.

### **3.3.1. Recopilación y proceso de información**

#### **a). Recolección de información**

En esta etapa corresponde la adquisición de información de carácter digital en portales virtuales webs disponibles correspondientes a la zona de estudio Cuenca Chamaya entre ellos el más importante para este trabajo de investigación el Modelo Digital de Elevación (MDE), de la zona de influencia en estudio y este fue elaborado a partir de siete imágenes del satélite ALOS PALSAR descargado desde National Aeronautics and Space Administration(NASA) en su portal Alaska Satellite Facility, con una resolución espacial (tamaño de píxel 12.5m x 12.5m); mapas Vectoriales SHP, mapas temáticos de geología, suelos, clima, cobertura vegetal entre otros.

#### **b). Subdivisión cuenca chamaya**

En esta parte de la investigación se subdividió la cuenca Chamaya como delimitación de la investigación.

Partiendo del insumo del modelo digital de elevaciones (MDE) proporcionado por National Aeronautics and Space Administration(NASA) en su portal Alaska Satellite Facility mediante su satélite ALOS PALSAR proporciona información satelital de forma gratuita en el portal <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#> y con una resolución de 12.5m x 12.5m.

Con base en la información de unidades hidrográficas del portal (ANA, 2019) que corresponden hasta el nivel 5 se procede a discretizar en unidades hidrográficas hasta un nivel 9 mediante el método PFAFSTETTER.

#### **▪ Subdivisión de unidades hidrográficas por el método PFAFSTETTER.**

El método PFAFSTETTER es un método de codificación de unidades hidrográficas En la actualidad va constituyéndose en un estándar de codificación de unidades hidrográficas.

En esta parte de la investigación se usa el método PFAFSTETTER subdividir la cuenca Chamaya considerando el objetivo de la investigación, unidades hidrográficas con áreas desde 20Km<sup>2</sup> a 200Km<sup>2</sup>.

El proceso de delimitación de unidades hidrográficas se a desarrollado usando la herramienta del software ArcGis 10.3 usando el proceso de delimitación Semiautomática de unidades hidrográficas, idicado en la figura N° 11.

▪ **Selección de microcuencas altoandinas que cumplen con el criterio de investigación.**

Los criterios de selección de microcuencas 20Km<sup>2</sup> a 200Km<sup>2</sup>, Altitud media mayor a 1,500 msnm identificados con código por el método PFAFSTETTER.

**3.3.2. Determinar parámetros similitud hidráulica.**

Se determinó los principales parámetros morfométricos adimensionales de similitud hidráulica conformado por el índice de Gravelius, relación de confluencias y coeficiente orográfico con la ayuda de herramientas computacionales MS Excel, ArcGIS 10.3, Hidrocalc.

**Índice de Gravelius**

$$K_c = 0.28x \left( \frac{P}{\sqrt{A}} \right) \quad (28)$$

*K<sub>c</sub>*: Índice de la compacidad o índice de Gravelius (Adimensional).

*P*: Perímetro de la cuenca (km).

*A*: Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

**Coefficiente orográfico**

$$C_o = \frac{H^2}{A} \quad (29)$$

*C<sub>o</sub>* : Coeficiente Orográfico, adimensional

*H* : Altitud media del Relieve

*A* : Área de la cuenca

**Relación confluencias**

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}} \quad (30)$$

*R<sub>c</sub>* : Relación de confluencias, adimensionales

*n<sub>i</sub>* : Número total de cauces de orden i

*n<sub>i+1</sub>* : Número total de cauces de orden i + 1

### 3.3.3. Agrupación de microcuencas hidrológicas hidráulicamente similares en regiones

#### a). Agrupamiento según su geometría (coeficiente de Gravelius).

Se realizó agrupamiento preliminar según su geometría determinado por el coeficiente de compacidad o índice de Gravelius en intervalos ( $1 < K_c \leq 1.25$ ) forma casi redonda a oval redonda; ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) forma oval redonda a oval oblonga, ( $1.50 < K_c \leq 1.75$ ) forma oval oblonga a rectangular oblonga.

#### b). Estimación de estadísticos de discrepancia

Para determinar la similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas se evaluó e identificó mediante la estimación de estadísticos de método de Grubbs para un nivel de confianza 95%, significancia de 5% que consiste en la eliminación sucesiva de datos atípicos (cuencas con parámetros con discrepancia o dispersos). usando una herramienta computacional de Minitab.

#### Método de Grubbs.

$$T = \frac{|X_0 - \bar{X}|}{S} \quad (31)$$

$X_0$ : Valor más pequeño o más alto en la muestra

$\bar{x}$  : Media de la muestra

$s$ : desviación estándar de la muestra.

Esta agrupación fue verificada por el estadístico coeficiente de variación cuyos datos son menores  $C_v=5\%$ ( Índice de Gravelius),  $C_v=20\%$ (relación confluencias),  $C_v=30\%$ (coeficiente orográfico) recomendado para cumplir la condición de similitud hidráulica en cuencas altoandinas (Ortiz, 2016).

Se verificó gráficamente por las curvas de Andrews para visualizar las microcuencas hidrológicamente homogéneas.

De ésta manera mediante los estadísticos de datos discrepantes se eliminó las microcuencas discrepantes y las que cumplen la condición se formaron regiones de microcuencas altoandinas hidráulicamente similares.

#### c). Elaboración de mapa de regionalización morfométrica adimensional de cuenca hidrográfica Chamaya.

Se elaboró el mapa de regionalización morfométrica adimensional de la cuenca hidrográfica Chamaya, usando un software de geoprocésamiento Arc Gis 3.0 en donde se muestran regiones

cuya característica es que cada región cumple la condición de similitud hidráulica de cuencas altoandinas con la posibilidad de realizar transferencia de información hidrológica.

### **3.3.4. Determinar las características intrínsecas y de su entorno.**

Se elaboró mapas temáticos geología, suelos, clima, cobertura vegetal de las regiones formadas con similitud hidráulica de cuencas altoandinas a partir de información base de mapas temáticos elaborados por los departamentos de Lambayeque, Piura y Cajamarca, elaborados de cara al Proceso de Formulación de la Propuesta de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE).

### **3.3.5. Transferencia de información hidrológica**

Para transferir la información hidrológica entre microcuencas hidráulicamente similares se usó la metodología de funciones de transferencia de información de una cuenca con información a una cuenca que carece de información (Ortiz, 2016):

$$I_d = \left(\frac{H_d}{H_o}\right) \left(\frac{t_o}{t_d}\right) I_o = H_e t_e^{-1} I_o \quad (32)$$

$I_d$  : Intensidad de precipitación en la cuenca destino

$I_o$  : Intensidad de precipitación en la cuenca de origen

$T_e$  : Escala de periodos de duración

$H_e$  : Escala de altitudes.

La función de transferencia (32) permite la generación de intensidades de precipitación, en la localidad sin información, conociendo las altitudes locales y los periodos de duración de interés. Tratándose del método Racional, el periodo de duración de interés es el tiempo de concentración del área receptora-colectora. (Ortiz, 2016)

#### **a). Identificación de cuenca con información hidrológica.**

Durante la revisión bibliográfica con respecto a estaciones y/o cuencas que tengas disponibilidad de datos procesados, se identifica la estación más cercana y que cuenta con información intensidades máximas de la Estación Pluviográfica Jaén en base a la data 1964-1993. ubicada en el distrito, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca en sus coordenadas UTM según Datum WGS-84; Este: 746535.42m y Norte: 9372066.72m, elevación 618.0m.s.n.m. procesados a partir de bandas pluviográficas proporcionadas por el

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) correspondientes a 28 años de registro y los resultados muestran que las precipitaciones se ajustan al modelo de distribución Gumbel para un nivel de significancia del 5% (Ávila, 2017).

**b). Identificación de cuenca sin información hidrológica.**

Mediante el criterio de selección de cuencas hidráulicamente similares se determinó parámetros morfométricos adimensionales de similitud hidráulica conformado por el índice de Gravelius, relación de confluencias y coeficiente orográfico de la microcuenca con información y se analiza a que región se acondiciona y se evalúa por parámetro estadístico coeficiente de variación cuyos datos sean menores  $Cv=5\%$  (Índice de Gravelius),  $Cv=20\%$  (relación confluencias),  $Cv=30\%$  (coeficiente orográfico) recomendado para cumplir la condición de similitud hidráulica en cuencas altoandinas (Ortiz, 2016).

Finalmente se transfiere la información de intensidades máximas usando la función de transferencia, ecuación 24, la región que cumpla las condiciones de similitud hidráulica de cuencas altoandinas.



### 3.4. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados

El tratamiento y análisis de datos se inicia mediante el análisis de los parámetros adimensionales de forma, de relieve y drenaje de las microcuencas hidrológicas subdivididos mediante el método PFAFSTETTER de la cuenca Chamaya(Nivel 5) por ser la cuenca que delimita el ámbito de la investigación,

Mediante el análisis estadístico descriptivo se analiza en gráficos de distribución según su geometría(forma de la micro cuenca); Posteriormente se agrupan y determinan las microcuencas hidráulicamente similares evaluando los parámetros morfológicos adimensionales: Índice de Gravelius, relación confluencias, coeficiente orográfico seleccionados por el criterio estadístico de discrepancia mediante la eliminación de datos atípicos prueba estadística de Grubbs hasta un nivel de confianza del 95% para la selección de microcuencas, mediante la representación gráfica de las curvas de Andrews se pretende identificación y visualización gráfica y verificado mediante la medida estadística de dispersión, el estadístico coeficiente de variación menores a  $Cv=5\%$  (Índice de Gravelius),  $Cv=20\%$  ( relación confluencias),  $Cv=30\%$ (coeficiente orográfico) cuyos resultados se presentan en tablas, figuras y finalmente se elaboración de mapa de regionalización morfométrica adimensional de la cuenca hidrográfica Chamaya.

Se determina las características intrínsecas y de entorno de las regiones de microcuencas hidráulicamente similares usando mapas temáticos de geología, suelos, cobertura vegetal, clima a partir de mapas temáticos elaborados por entidades competentes y se analiza la presencia de características en común elaborándose gráficos de frecuencia y mapas característicos según la región que cumple similitud hidráulica de cuencas altoandinas.

Para transferir información hidrológica entre cuencas hidráulicamente similares se recabó información disponible de la estación Jaén datos de intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos analizado a partir de bandas pluviográficas proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú(SENAMHI) la cual limita con la cuenca chamaya. cuyos resultados se obtendrán a modo de aplicación la metodología de transferencia y se presentarán en cuadros.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados y el análisis de acuerdo a la metodología propuesta en el capítulo anterior. Se inicia mediante el análisis de los parámetros adimensionales de forma, de relieve y drenaje de la cuenca Chamaya (Nivel 5) por ser la cuenca que delimita el ámbito de la investigación, posteriormente el análisis de los parámetros adimensionales de las 69 microcuencas subdivididas mediante la metodología indicada que permitieron caracterizar y describir el comportamiento hidrológico de una forma discretizada la cuenca Chamaya. Los resultados son tabulares y gráficos construidos mediante paquetes informáticos como MS Excel, Minitab.

Se realiza el análisis de los parámetros adimensionales y determinan regiones de microcuencas hidráulicamente similares bajo los criterios de semejanza, geométrica, semejanza cinemática y semejanza dinámica permitiendo la construcción de mapas de regionalización morfométrica adimensional de la cuenca Chamaya.

La cuenca Chamaya se ubica en el Norte del Perú y pertenece a la vertiente del Atlántico, tiene un área de 8061.927 Km<sup>2</sup> (ANA, 2019).

De los resultados obtenidos se puede discutir algunos parámetros con respecto a los obtenidos por (ANA, 2019) en su base de datos, es el caso de la determinación de Área y Perímetro ya que existe una diferencia positiva de 10.792Km<sup>2</sup> y 39.189Km respectivamente; esto se debe a que el Modelo Digital de Elevación (MDE) usado como dato de entrada por (ANA, 2019) es de una resolución menor y de otro satélite.

**Tabla N° 12:** Parámetros morfológicos cuenca Chamaya

Nombre	CHAMAYA	
Iduh	183	-
Orden	118	-
Código	49896	-
Orden cursos de agua	7	-
Emisor	E: 754512	m
	N: 9360032	m
<b>PARÁMETROS DE FORMA</b>		
Área	8072.719	<b>Km<sup>2</sup></b>
Perímetro	729.189	<b>Km</b>
Factor De Forma(F)	0.142	-
Coefficiente De Compacidad (Kc)	2.272	-
Altitud Media	2216.841	<b>m.s.n.m</b>
Pendiente Cuenca	47.26	<b>(%)</b>
Pendiente Cauce Principal	0.78	<b>(%)</b>
Longitud De Máximo Recorrido	238.792	<b>Km</b>

Continúa tabla N° 12

<b>PARÁMETROS DE RELIEVE</b>		
Coefficiente de masividad	0.000	<i>m.s.n.m./ Km<sup>2</sup></i>
Coefficiente Orográfico (Co)	0.001	-
<b>PARÁMETROS DE DRENAJE</b>		
Relación Confluencias	1.818	-
Relación Longitudes	0.954	-
Densidad Drenaje	0.743	<b>Km/Km<sup>-2</sup></b>
Frecuencia Ríos	0.701	<b>N°ríos/ Km<sup>2</sup></b>
Tiempo De Concentración	1742.3	<b>Min</b>

Fuente: Elaboración propia.

El factor de forma 0.142 <0.22 indica que es muy alargada sin embargo visto la forma es muy particular debido a que el río principal se bifurca en dos secundarios importantes formando una red de drenaje anular. Lo cual indica que la tendencia de la cuenca es a crecidas lentas y sostenidas por lo que existe una menor probabilidad de que una lluvia intensa pueda cubrir toda su área.

El Índice de Compacidad calculado ( $K_c=2.272$ ) no corresponde a ninguna clasificación por (FAO, 1985), por lo que se considera que la forma de la cuenca tiene una clasificación mucho mayor que **rectangular oblonga**, por ende forma gastos pico atenuados y recesiones prolongadas.

La pendiente de la cuenca 47.26% indica que se trata de una cuenca con un tipo de relieve FUERTE(P5) la que es determinante en el tiempo de concentración y en el potencial de degradación de la cuenca.

La pendiente del cauce principal es relativamente baja por lo que indica que existen tramos críticos de sedimentación.

El relieve según el coeficiente orográfico ( $C_o=0.001$ ) es debido a que se trata de una cuenca de más de 8000Km<sup>2</sup> por lo cual la relación de altitud media, área de la cuenca es bajo y, por tanto, expresa un bajo potencial hídrico (Ortiz, 2016).

La red de drenaje caracterizado por la relación de confluencias ( $R_c=1.818$ ) y orden ( $n=7$ ) indica muy alto índice de ramificación de la red de drenaje, esto atribuye a la cuenca chamaya a ser una cuenca muy bien drenada y contribuye a la erosión hídrica en las cuencas altas y sedimentación en la cuenca baja (Ortiz, 2016).

#### 4.1. Recopilar y procesar información cartográfica de microcuencas altoandinas de la cuenca Chamaya.

En esta etapa corresponde la adquisición de información de carácter digital correspondientes a la zona de estudio Cuenca Chamaya.

**Tabla N° 13:** Fuentes Visitadas

Información	Formato	Fuente
Modelo Digital de Elevaciones(MDE)	Dem. 12.5x12.5	<b>Portal electrónico:</b> de National Aeronautics and Space Administration(NASA) en su portal Alaska Satellite Facility. Del satélite ALOS PALSAR. <a href="https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#">https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#</a>
Cuencas Hidrográficas N5, N6, N7, N8.	Shp.	Autoridad Administrativa del Agua VI Marañon-AAA.
Ríos y quebradas	Shp.	Autoridad Administrativa del Agua VI Marañon/IGN
Información hidrometeorológica.	Xls.	SENAMHI, IGN: Estación Jaén, datos de intensidades máximas, precipitaciones máximas mensuales correspondiente a 28 años de registro comprendida entre los años 1964-1993, para las duraciones de 5, 10, 30, 60, 120 min.
Información Geológica	Shp.	ZEE/MINAM/ INGEMMET
Información Uso de Suelo	Shp.	ZEE/MINAM
Información Cobertura vegetal, forestal.	Shp.	ZEE/MINAM

Fuente: Elaboración propia.

- **Modelo Digital de Elevaciones cuenca Chamaya.** Se elaboró Modelo Digital de Elevaciones (MDE) 12.5m x 12.5m desde la información de MDE proporcionado por National Aeronautics and Space Administration(NASA) en su portal Alaska Satellite Facility mediante su satélite ALOS PALSAR proporciona información satelital de

forma gratuita en el portal <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#>, sobre la información de Unidades Hidrográficas del portal de (ANA, 2019), usando como base el área de influencia determinada de la cuenca Chamaya que corresponde al nivel 5.

Los archivos MDE que corresponden a la zona de influencia, seleccionados y usados para la investigación son un total de 7, denominados.

AP\_24813\_FBD\_F7050\_RT1

AP\_24813\_FBD\_F7060\_RT1

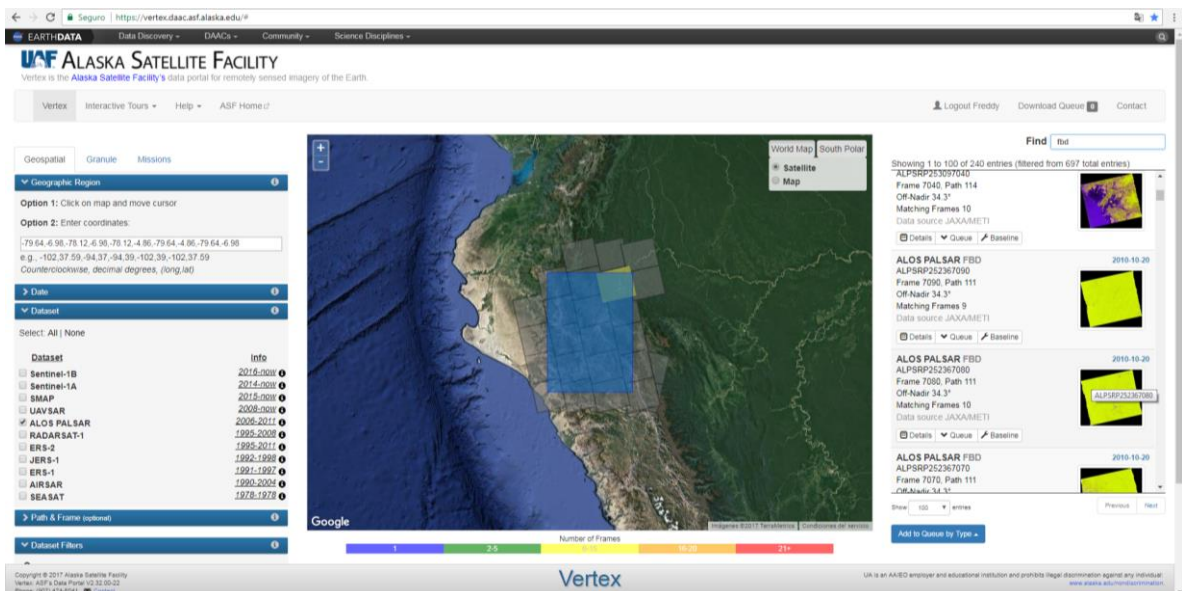
AP\_24813\_FBD\_F7070\_RT1

AP\_25061\_FBD\_F7050\_RT1

AP\_25061\_FBD\_F7060\_RT1

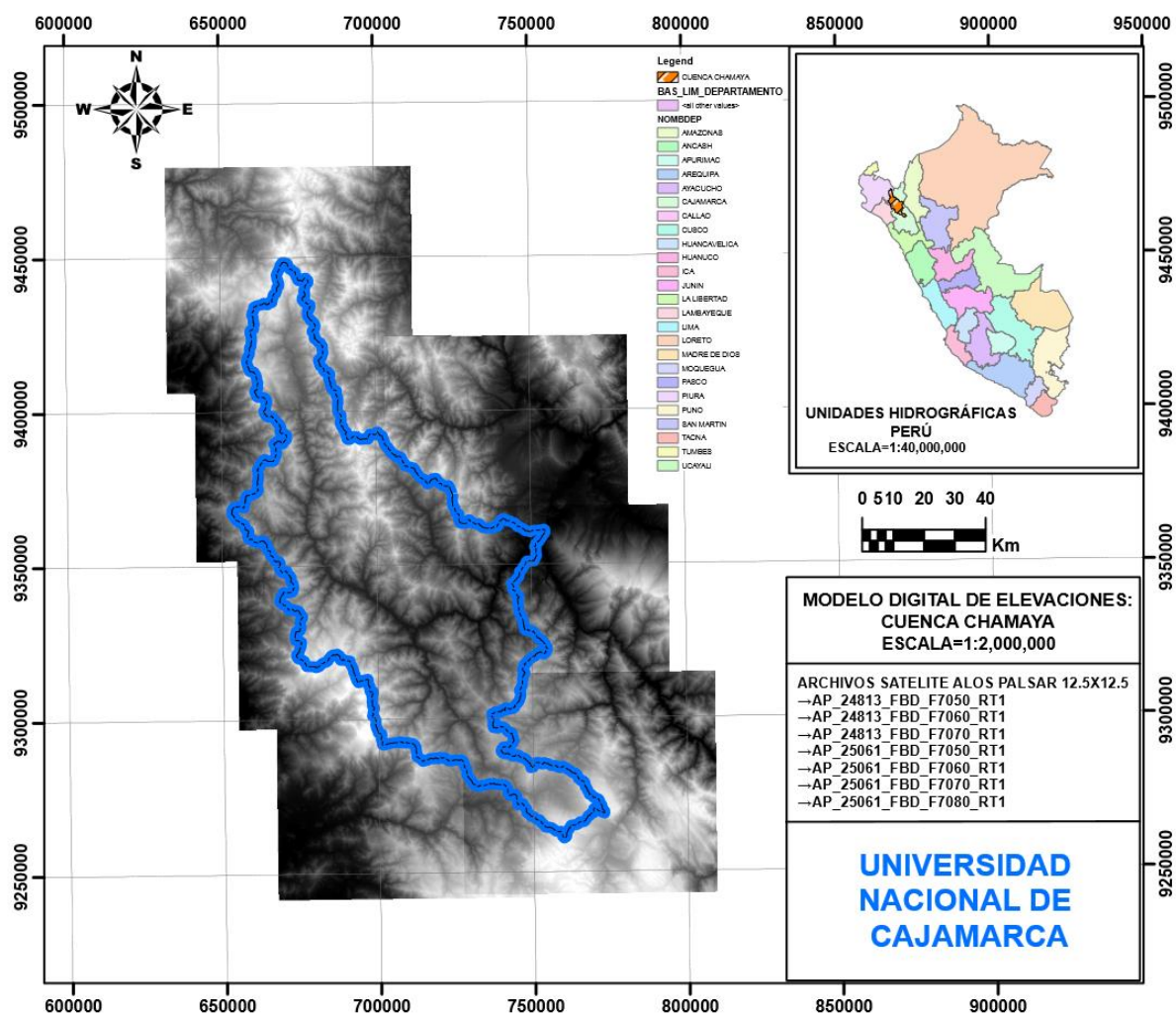
AP\_25061\_FBD\_F7070\_RT1,

AP\_25061\_FBD\_F7080\_RT1



**Figura N° 22:** Descarga Modelo Digital de Elevaciones cuenca Chamaya  
Fuente: Elaboración propia.

Mediante procesamiento con SIG se obtiene modelo digital de elevaciones de la cuenca Chamaya, integrando siete archivos.



**Figura N° 23:**Modelo Digital de Elevaciones Cuenca Chamaya.  
 Fuente: Elaboración propia.

▪ **Subdivisión de en unidades hidrográficas por el método PFAFSTETTER.**

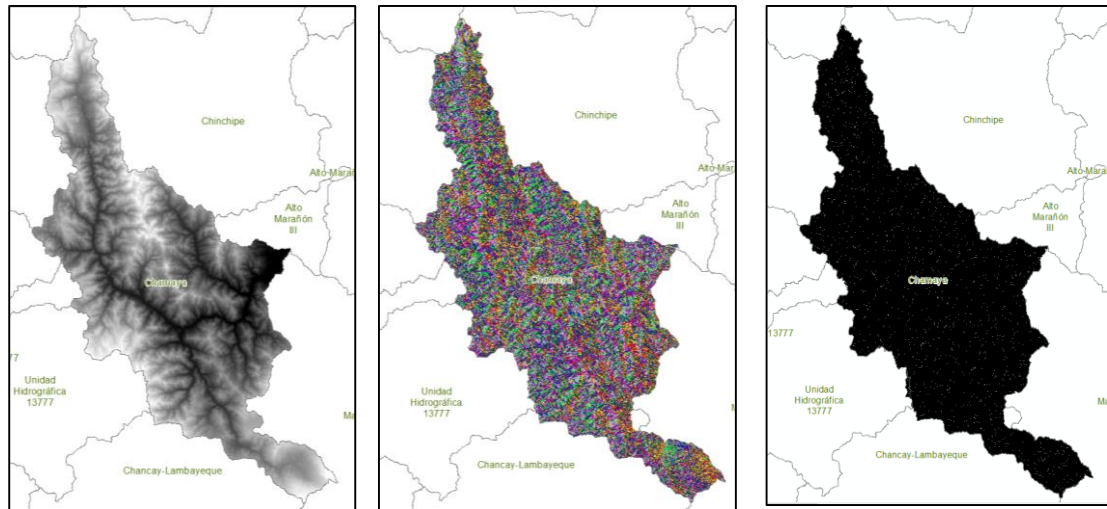
Se cuenta con información (ANA, 2019) existe la subdivisión de la cuenca Chamaya hasta el nivel 7(81 UH) y nivel 8(18 UH), sin embargo las cuencas e intercuenas de área mayor de 200Km<sup>2</sup> se han subdividido por la metodología antes indicada y considerando el objetivo de la investigación, unidades hidrográficas con áreas desde 20Km<sup>2</sup> a 200Km<sup>2</sup>.

**Tabla N° 14:** Subdivisión Cuenca Hidrográfica del río Chamaya

Nivel	Unidades hidrográficas
8	81
9	18

Fuente: Elaboración propia

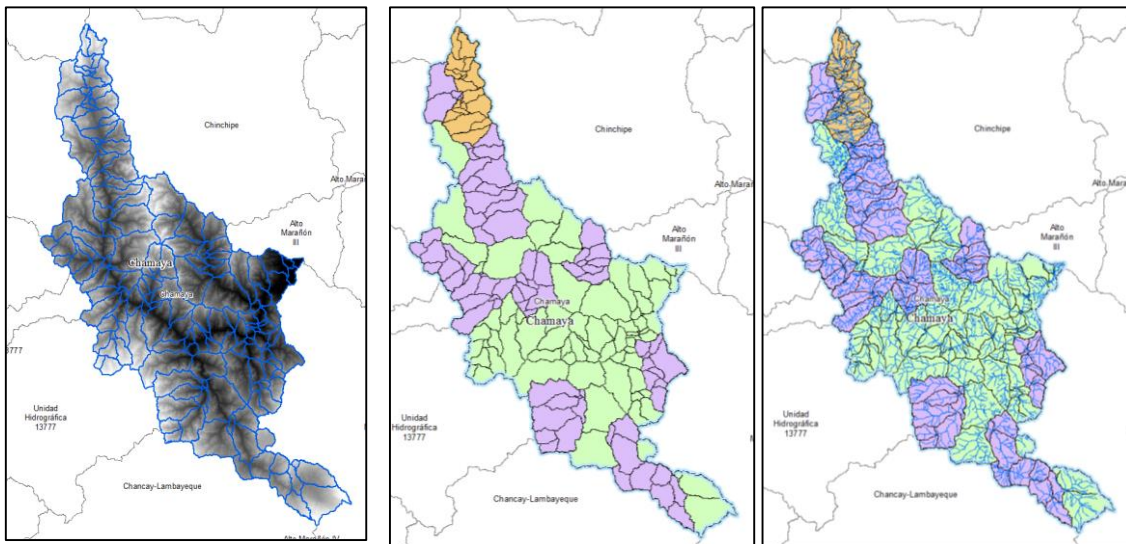
Siguiendo la metodología del proceso de delimitación Semiautomática de unidades hidrográficas en ArcGis indicada en la figura N° 11.



a). Modelo digital de elevación(MDE 12.5mx12.5m)

b). Direcciones de flujo

c). Acumulación de flujo

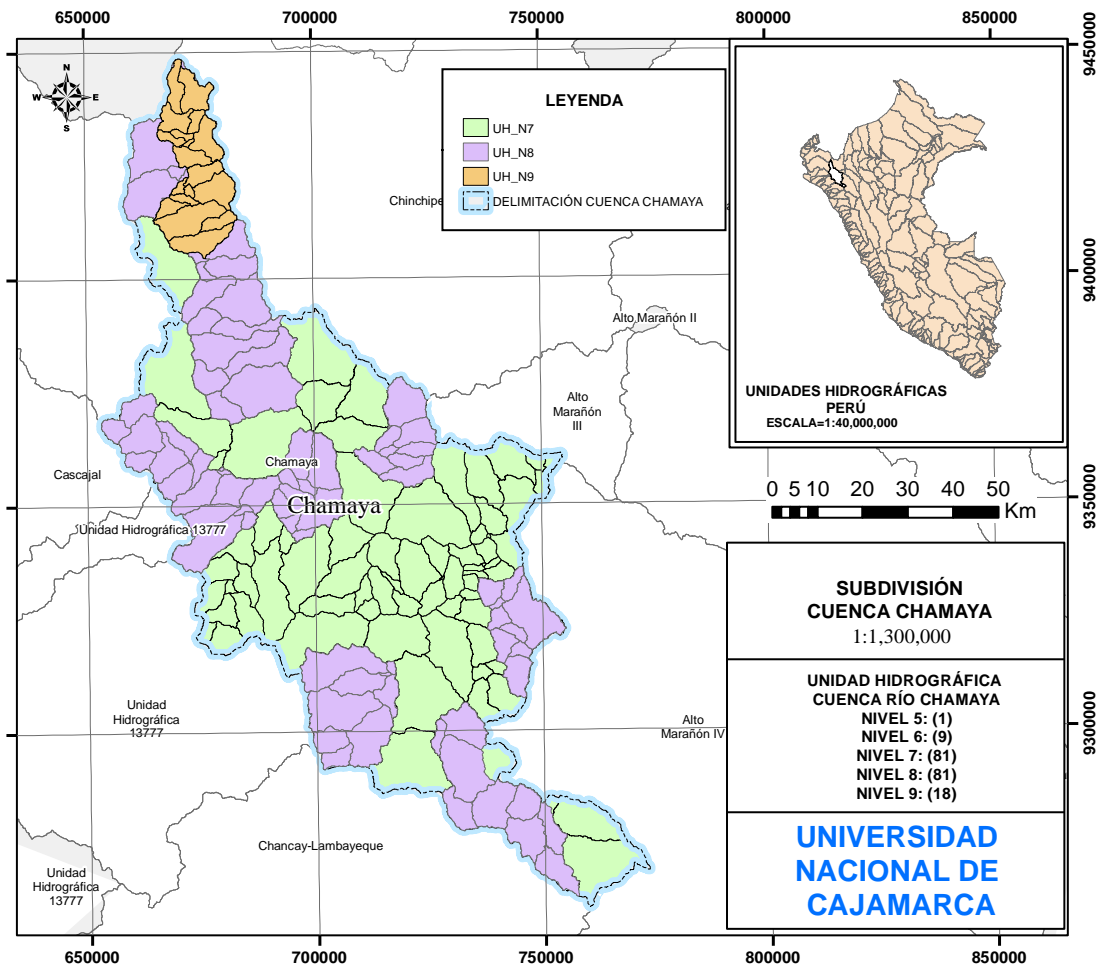


d). Líneas divisorias de aguas

e). división en microcuencas, subcuencas

f). Redes de drenaje generadas

**Figura N° 24:** proceso de delimitación semiautomático en ArcGis de microcuencas a partir de Modelo Digital de Elevaciones de cuenca Chamaya  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 25:** Subdivisión cuenca Chamaya  
Fuente: Elaboración propia

- **Selección de microcuencas altoandinas dentro del ámbito de influencia de cuenca Chamaya que cumplen con el criterio de investigación.**

Los criterios de selección de microcuencas  $20\text{Km}^2$  a  $200\text{Km}^2$ , Altitud media mayor a 1,500 msnm identificados con código por el método PFAFSTETTER, haciendo un total de 69 unidades hidrográficas que por su área denominamos Microcuencas (APÉNDICE A).



#### 4.2. Parámetros morfométricos adimensionales de similitud hidráulica de las microcuencas hidrológicas.

Los parámetros adimensionales de las microcuencas hidrológicas, índice de Gravelius, coeficiente orográfico y relación de confluencias de 69 microcuencas altoandinas que cumplen con los criterios de la investigación las que se encuentran en la tabla N° 16 al ser evaluados por medidas de dispersión – Coeficiente de Variación para comparar la homogeneidad, el indicador estadístico nos determina que la muestra es heterogénea por lo cual fue necesario formar grupos según su geometría.

En la tabla N°15 se indica el resumen y comparación de los parámetros estadísticos por parámetros morfométricos adimensionales.

**Tabla N° 15:** Parámetros estadísticos de los parámetros morfométricos adimensionales de las 69 microcuencas - cuenca Chamaya.

<b>Parámetro estadísticos</b>	índice de Gravelius (Kc)	Coeficiente Orográfico (Co)	Relación Confluencias (Rc)
Media	1.4038	0.1229	2.0114
Desviación Estándar	0.1212	0.0812	1.06913
Coeficiente de Variación	8.63%	66.10%	53.15%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 16: parámetros de forma, relieve, red de drenaje de 69 microcuencas**

N°	CUENCAS	Id UH	EMISOR		PARÁMETROS DE FORMA				PARÁMETROS DE RELIEVE	PARÁMETROS DE RED DE DRENAJE	
			ESTE	NORTE	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)	COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc)	ALTITUD MEDIA (m.s.n.m)	Coefficiente Orográfico (Co)	N° orden Cuenca	Relación Confluencias Promedio
1	CUENCA UCHUPATA	83	675168	9400102	144.788	63.952	1.489	2581.67	0.046	4	1.684
2	CUENCA HUAMACA	86	677279	9369497	191.768	80.307	1.484	2342.31	0.029	5	1.644
3	CUENCA PIQUIJACA	89	679829	9358039	194.394	67.565	1.357	2330.49	0.028	4	1.673
4	CUENCA CAÑARIACO	96	692078	9343030	132.313	65.372	1.591	2780.5	0.058	3	1.611
5	CUENCA 4989632	97	737091	9337242	21.655	25.399	1.528	1743.94	0.140	3	4.688
6	CUENCA CHAUPE	99	703337	9335655	66.266	41.947	1.443	2056.76	0.064	3	1.600
7	CUENCA 4989672	108	709299	9330368	45.932	36.526	1.510	1958.57	0.084	2	1.067
8	ALTO HUAYLLABAMBA	110	708129	9376492	179.296	65.902	1.378	2787.13	0.043	4	1.658
9	CUENCA DE LA PAYCHA	111	708133	9376468	81.348	42.162	1.309	2636.54	0.085	3	1.626
10	CUENCA PURUNTA	113	716546	9366754	79.956	45.243	1.417	2274.11	0.065	4	2.233
11	CUENCA LANCHEMA	119	719597	9353660	158.427	59.449	1.322	2015.41	0.026	4	2.246
12	CUENCA ZONANGA	120	740579	9348277	72.289	40.484	1.333	1714.67	0.041	4	2.131
13	CUENCA DE VALENCIA	121	734453	9343693	107.977	57.142	1.540	1980.86	0.036	3	1.720
14	CUENCA 4989618	127	738542	9343361	37.213	29.067	1.334	1587.0	0.068	3	2.250
15	CUENCA DE COLASAY	128	718683	9332993	52.719	33.778	1.303	1984	0.075	4	1.800
16	CUENCA 4989654	129	727842	9333517	30.441	26.712	1.356	1791.14	0.105	3	1.600
17	CUENCA PALULIAN	132	727954	9333455	31.125	25.867	1.298	1787.89	0.103	3	1.666
18	CUENCA QUEROMARCA	135	716679	9331430	23.107	23.117	1.347	1849.92	0.148	2	1.250
19	CUENCA EL SAUCE	140	711591	9324168	165.340	70.802	1.542	2399.38	0.035	3	1.644
20	CUENCA CALLAYUC	143	733843	9323472	138.691	59.831	1.423	1847.04	0.025	4	2.274

Continúa tabla N° 16

21	CUENCA HUAYAQUIL	146	737367	9311367	48.337	32.071	1.292	2390.65	0.118	3	1.716
22	CUENCA PALO QUEMADO	147	737356	9311355	40.257	32.964	1.455	2180.59	0.118	3	1.625
23	CUENCA MOLLEBAMBA	149	725866	9299899	177.931	64.659	1.357	2335.67	0.031	4	1.932
24	CUENCA DOÑA ANA	151	754900	9276817	79.933	46.517	1.457	2703.99	0.091	4	1.956
25	CUENCA COLPAMAYO	153	754886	9276805	163.292	66.178	1.450	3038.64	0.057	4	1.823
26	CUENCA 4989682	657	681854	9337205	29.272	28.608	1.481	2637.81	0.238	3	1.750
27	CUENCA 4989684	659	680017	9332930	32.843	27.619	1.349	2727.4	0.226	3	1.786
28	INTERCUENCA 4989689	662	677915	9324580	40.441	27.542	1.213	3446.3	0.294	4	5.018
29	CUENCA 4989686	663	681779	9329889	43.722	32.070	1.358	3213.46	0.236	2	1.111
30	CUENCA SAPOLACHE	11	672842	9428948	39.417	33.684	1.502	2934.29	0.218	3	1.628
31	CUENCA CHULUCANAS	17	671717	9436498	45.596	37.530	1.556	3344.57	0.245	3	1.875
32	CUENCA 498969999	18	671717	9436498	29.050	31.412	1.632	3429.09	0.405	2	1.200
33	CUENCA ANGOSTIRA	11	670635	9424920	90.350	49.548	1.460	3100.85	0.106	4	1.635
34	CUENCA SAUCE CHICO	13	670810	9421570	87.439	42.753	1.280	2923.91	0.098	4	2.900
35	CUENCA SHUMAYA	15	676460	9404467	46.128	36.530	1.506	2454.48	0.131	3	1.556
36	CUENCA MUCUCUR	16	676339	9403857	47.809	33.394	1.352	2410.76	0.122	3	1.600
37	CUENCA TULUCE	20	676446	9393597	95.001	46.557	1.337	2504.52	0.066	4	2.863
38	CUENCA MAZIN	21	677431	9388079	42.101	42.771	1.846	2574.14	0.157	3	1.928
39	CUENCA CHALAN MACHE	24	680113	9380186	69.277	50.781	1.708	2815.58	0.114	3	2.120
40	CUENCA SALLIQUE	26	679358	9375239	144.309	53.939	1.257	2439.83	0.041	4	9.035
41	CUENCA CALUCÁ • N	38	715826	9313123	113.461	59.762	1.571	2532.84	0.057	4	1.646
42	CUENCA LAS CHONTAS	40	715493	9312123	50.210	34.487	1.363	2214.54	0.098	3	1.694
43	CUENCA CHONGOYAPITO	42	714469	9305755	110.586	52.232	1.391	2632.3	0.063	4	1.908
44	CUENCA LA LAJA	44	707094	9297580	34.209	25.077	1.201	2975.53	0.259	3	1.958
45	CUENCA AYRACA	45	707094	9297580	23.497	23.589	1.363	2865.43	0.349	2	1.667

Continúa tabla N° 16

46	CUENCA HUEREQUEQUE	56	672808	9359814	29.991	30.436	1.556	2318.3	0.179	3	1.600
47	CUENCA RINCÓN	58	672233	9359689	38.528	28.672	1.293	2118.95	0.117	4	1.956
48	CUENCA PIEDRA BLANCA	60	665183	9361789	22.040	21.237	1.267	2334.12	0.247	3	3.375
49	CUENCA CHUGUYO	62	659583	9367402	23.161	21.066	1.226	2319.76	0.232	3	1.916
50	CUENCA CONGONA	63	659583	9367402	36.618	28.589	1.323	2387.6	0.156	3	1.928
51	CUENCA RÍO EL PALTO	76	741083	9327886	99.139	53.774	1.521	1774.56	0.032	4	1.715
52	CUENCA SADAMAYO	81	742146	9316086	40.971	29.718	1.300	2519.71	0.155	4	1.778
53	CUENCA LOS BURROS	47	684280	9348179	90.853	49.083	1.442	2351.32	0.061	3	1.796
54	CUENCA HUABAL	49	683641	9349765	43.298	30.879	1.314	2025.24	0.095	3	1.694
55	CUENCA LAS CHONTAS	51	683544	9349805	47.233	35.246	1.436	2393.35	0.121	3	1.734
56	CUENCA TASAJERAS	53	679767	9356705	55.795	37.021	1.388	2256	0.091	3	1.680
57	CUENCA CEDRO	83	718278	9358180	28.075	26.460	1.484	1820.34	0.118	3	1.734
58	CUENCA SAMANGA	85	717417	9361079	21.454	23.676	1.431	2012.87	0.189	2	1.167
59	CUENCA CHORRERA	87	717391	9362942	39.429	30.185	1.346	2053.89	0.107	3	1.625
60	CUENCA TABACAL	89	716329	9367292	71.951	36.424	1.202	2113.94	0.062	4	2.402
61	CUENCA SANTO DOMINGO	29	727918	9298830	61.227	37.320	1.335	2270.93	0.084	4	1.756
62	CUENCA VEJALAN	31	734028	9284279	39.265	32.756	1.464	2222.77	0.126	4	1.950
63	CUENCA TONDORAN	33	742166	9280618	41.204	28.075	1.225	2643.09	0.170	3	1.918
64	CUENCA OLMOS	35	749867	9274268	50.897	36.944	1.450	2922.65	0.168	3	1.604
65	CUENCA MANTA	65	695654	9344328	64.868	40.921	1.423	2176.61	0.073	3	1.728
66	CUENCA ARTEZONES	71	698251	9355555	66.516	37.537	1.289	2510.55	0.095	4	2.429
67	CUENCA ARABISCA	72	698242	9355567	49.369	32.176	1.282	2728.66	0.151	3	1.595
68	CUENCA CHANTACO	6	673726	9417817	48.831	34.046	1.364	2754.93	0.155	3	1.561
69	CUENCA UNGUIO	8	672191	9420364	28.424	27.853	1.463	2693.85	0.255	3	2.150

Fuente: Elaboración propia

### **4.3. Agrupamiento de microcuencas hidrológicas hidráulicamente similares en regiones.**

#### **a). Agrupamiento según su geometría (coeficiente de Gravelius).**

##### **▪ Forma Casi redonda a Oval redonda ( $1 < K_c \leq 1.25$ )**

Existe un conjunto de cinco microcuencas (Tabla N° 17) representando el 7.2% del número de cuencas analizadas. En este intervalo se caracteriza por los tiempos de concentración cortos obteniendo un promedio de 69.62min y por ende gastos pico muy fuertes, cuya forma característica del hidrograma es tipo leptikúrtico. Este grupo de microcuencas representa un 3% del área total de la cuenca Chamaya.

##### **▪ Forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ )**

Existe un conjunto de cincuenta y uno microcuencas (Tabla N° 18) representando el 73.9% del número de cuencas analizadas. En este intervalo se caracteriza por los tiempos de concentración mayor que la forma anterior obteniendo un promedio de 94.49min y por ende gastos pico ligeramente fuertes cuya forma característica del hidrograma es tipo mesocúrtica, este grupo de microcuencas caracteriza en general al área total de la cuenca Chamaya, representando un 45%.

##### **▪ Forma oval oblonga a rectangular oblonga ( $1.50 < K_c \leq 1.75$ )**

Existe un conjunto trece microcuencas (Tabla N° 19) representando el 19% del número de cuencas analizadas; Cabe indicar que existe la Microcuenca Mazin presenta un índice de compacidad mayor a éste intervalo, sin embargo se analizó en este grupo por la tendencia de las mismas características. En este intervalo se caracteriza por los tiempos de concentración mucho mayor que las formas anteriores, obteniendo un promedio de 117.24min, la forma característica de los hidrogramas de salida son del tipo platikúrtico, este grupo de microcuencas representa el 12% del área total de la cuenca Chamaya.

El 40% de área de la cuenca Chamaya representan microcuencas menores a  $20\text{Km}^2$  y la suma de áreas de intercuenas, los que no son motivo de investigación en la presente tesis.

**Tabla N° 17:** Microcuencas altoandinas de la forma ( $1 < K_c \leq 1.25$ ) Casi redonda a Oval redonda

N°	Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	INTERCUENCA 4989689	40.441	27.542	3446	4	1.213	29.4%	5.018
2	CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3	1.201	25.9%	1.958
3	CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3	1.226	23.2%	1.916
4	CUENCA TABACAL	71.951	36.424	2114	4	1.202	6.2%	2.402
5	CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3	1.225	17.0%	1.918
	Media					1.2134	20.34	2.6424
	Desviación Estándar					0.0120	9.11	1.3437
	Coefficiente de Variación					0.99%	44.81%	50.85%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 18:** Microcuencas altoandinas de la forma ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) oval redonda a oval oblonga

N°	Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4	1.489	4.6%	1.684
2	CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5	1.484	2.9%	1.644
3	CUENCA PIQUIJACA	194.394	67.565	2330	4	1.357	2.8%	1.673
4	CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3	1.443	6.4%	1.600
5	ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4	1.378	4.3%	1.658
6	CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3	1.309	8.5%	1.626
7	CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4	1.417	6.5%	2.233
8	CUENCA LANCHEMA	158.427	59.449	2015	4	1.322	2.6%	2.246
9	CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4	1.333	4.1%	2.131
10	CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3	1.334	6.8%	2.250
11	CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4	1.303	7.5%	1.800
12	CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3	1.356	10.5%	1.600
13	CUENCA PALULIAN	31.125	25.867	1788	3	1.298	10.3%	1.666
14	CUENCA QUEROMARCA	23.107	23.117	1850	2	1.347	14.8%	1.250
15	CUENCA CALLAYUC	138.691	59.831	1847	4	1.423	2.5%	2.274

Continúa tabla N° 18

16	CUENCA HUAYAQUIL	48.337	32.071	2391	3	1.292	11.8%	1.716
17	CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3	1.455	11.8%	1.625
18	CUENCA MOLLEBAMBA	177.931	64.659	2336	4	1.357	3.1%	1.932
19	CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4	1.457	9.1%	1.956
20	CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4	1.450	5.7%	1.823
21	CUENCA 4989682	29.272	28.608	2638	3	1.481	23.8%	1.750
22	CUENCA 4989684	32.843	27.619	2727	3	1.349	22.6%	1.786
23	CUENCA 4989686	43.722	32.070	3213	2	1.358	23.6%	1.111
24	CUENCA SAPOLACHE	39.417	33.684	2934	3	1.502	21.8%	1.628
25	CUENCA ANGOSTIRA	90.350	49.548	3101	4	1.460	10.6%	1.635
26	CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4	1.280	9.8%	2.900
27	CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3	1.352	12.2%	1.600
28	CUENCA TULUCE	95.001	46.557	2505	4	1.337	6.6%	2.863
29	CUENCA SALLIQUE	144.309	53.939	2440	4	1.257	4.1%	9.035
30	CUENCA LAS CHONTAS	50.210	34.487	2215	3	1.363	9.8%	1.694
31	CUENCA CHONGOYAPITO	110.586	52.232	2632	4	1.391	6.3%	1.908
32	CUENCA AYRACA	23.497	23.589	2865	2	1.363	34.9%	1.667
33	CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4	1.293	11.7%	1.956
34	CUENCA PIEDRA BLANCA	22.040	21.237	2334	3	1.267	24.7%	3.375
35	CUENCA CONGONA	36.618	28.589	2388	3	1.323	15.6%	1.928
36	CUENCA SADAMAYO	40.971	29.718	2520	4	1.300	15.5%	1.778
37	CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3	1.442	6.1%	1.796
38	CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3	1.314	9.5%	1.694
39	CUENCA LAS CHONTAS	47.233	35.246	2393	3	1.436	12.1%	1.734
40	CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3	1.388	9.1%	1.680
41	CUENCA CEDRO	28.075	26.460	1820	3	1.484	11.8%	1.734
42	CUENCA SAMANGA	21.454	23.676	2013	2	1.431	18.9%	1.167
43	CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3	1.346	10.7%	1.625
44	CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.320	2271	4	1.335	8.4%	1.756
45	CUENCA VEJALAN	39.265	32.756	2223	4	1.464	12.6%	1.950
46	CUENCA OLMOS	50.897	36.944	2923	3	1.450	16.8%	1.604
47	CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3	1.423	7.3%	1.728
48	CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4	1.289	9.5%	2.429
49	CUENCA ARABISCA	49.369	32.176	2729	3	1.282	15.1%	1.595

Continúa tabla N° 18

50	CUENCA CHANTACO	48.831	34.046	2755	3	1.364	15.5%	1.561
51	CUENCA UNGUIO	28.424	27.853	2694	3	1.463	25.5%	2.150
	Media					1.3763	11.35	1.9844
	Desviación Estándar					0.0692	7.01	1.0839
	Coefficiente de Variación					5.03%	61.77%	54.62%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 19:** Microcuencas altoandinas de la forma  $(1.50 < Kc \leq 1.75)$  oval oblonga a rectangular oblonga

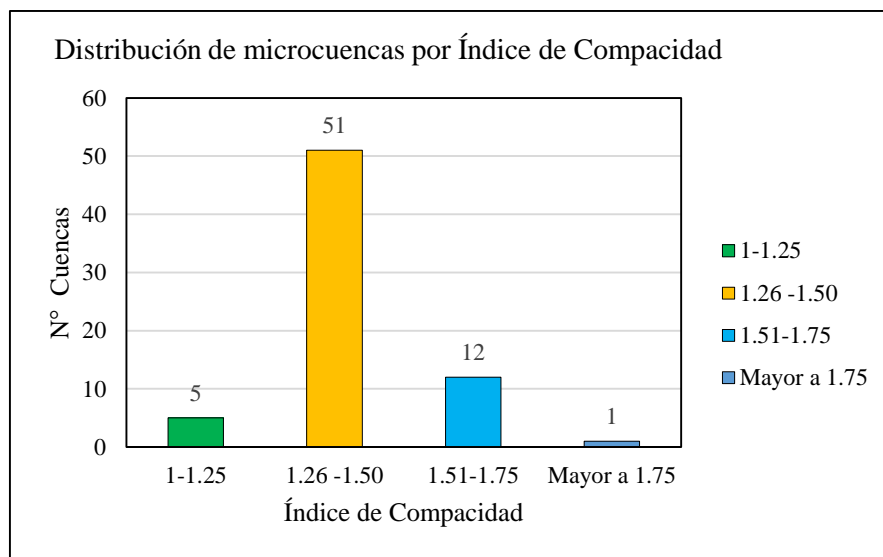
N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	CUENCA CAÑARIACO	132.313	65.372	2780	3	1.591	5.8%	1.611
2	CUENCA 4989632	21.655	25.399	1744	3	1.528	14.0%	4.688
3	CUENCA 4989672	45.932	36.526	1959	2	1.510	8.4%	1.067
4	CUENCA DE VALENCIA	107.977	57.142	1981	3	1.540	3.6%	1.720
5	CUENCA EL SAUCE	165.340	70.802	2399	3	1.542	3.5%	1.644
6	CUENCA CHULUCANAS	45.596	37.530	3345	3	1.556	24.5%	1.875
7	CUENCA 498969999	29.050	31.412	3429	2	1.632	40.5%	1.200
8	CUENCA SHUMAYA	46.128	36.530	2454	3	1.506	13.1%	1.556
9*	CUENCA MAZIN	42.101	42.771	2574	3	1.846	15.7%	1.928
10	CUENCA CHALAN MACHE	69.277	50.781	2816	3	1.708	11.4%	2.120
11	CUENCA CALUCÁ • N	113.461	59.762	2533	4	1.571	5.7%	1.646
12	CUENCA HUEREQUEQUE	29.991	30.436	2318	3	1.556	17.9%	1.600
13	CUENCA RÍO EL PALTO	99.139	53.774	1775	4	1.521	3.2%	1.715
	Media					1.5852	12.87	1.8746
	Desviación Estándar					0.0959	10.50	0.8891
	Coefficiente de Variación					6.05%	81.62%	47.43%

Fuente: Elaboración propia

9\*: microcuenca sobresale del rango  $1.50 < Kc \leq 1.75$ , sin embargo se clasificará dentro de la forma oval oblonga a rectangular oblonga.



La distribución de microcuencas de la cuenca Chamaya por rangos de índice de compacidad es la siguiente: en el intervalo de ( $1 < K_c \leq 1.25$ ) Casi redonda a Oval redonda se determinó un total de 5 unidades; ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) oval redonda a oval oblonga un total de 51 unidades, ( $1.50 < K_c \leq 1.75$ ) oval oblonga a rectangular oblonga un total de 12 unidades a excepción de la microcuenca Mazin se calculó el  $K_c = 1.846$  indicando su forma irregular, representando 7.2%, 73.9%, 17.6%, 1.5% respectivamente del total de microcuencas analizadas, predominando la forma geomorfológica oval redonda a oval oblonga.



**Figura N° 26:** Distribución de Microcuencas por Índice de Compacidad  
Fuente: Elaboración propia

En los tres grupos de semejanza geométrica existe homogeneidad (tablas N° 17, 18, 19) con un coeficiente de variación( $K_c$ ) **aceptable**, sin embargo, para determinar la similitud hidráulica se tiene que analizar las otras dos condiciones de similitud semejanza cinemática, semejanza dinámica.

**Tabla N° 20:** Resumen de estadístico Coeficiente de Variación según su forma de las microcuencas.

Rangos ( $K_c$ )	N° microcuencas	Cv(%)		
		$K_c$	$C_o$	$R_c$
$1 < K_c \leq 1.25$	5	0.99	44.81	50.85
$1.25 < K_c \leq 1.50$	51	5.03	61.77	54.62
$1.50 < K_c \leq 1.75$	13	6.05	81.62	47.43
<b>Muestra Total</b>	<b>69</b>			

Fuente: Elaboración propia

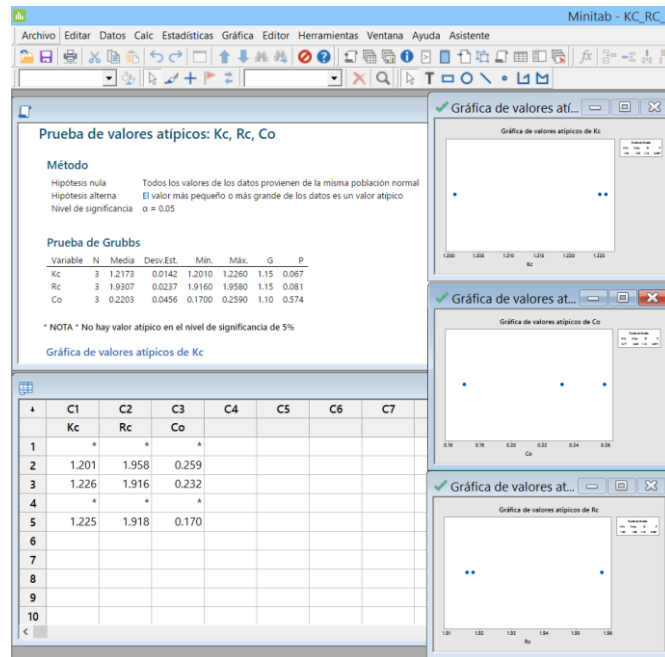
En el cuadro anterior se observa que en los parámetros adimensionales Relación de Confluencias( $R_c$ ) y Coeficiente Orográfico( $C_o$ ) los que representan la semejanza cinemática y semejanza dinámica respectivamente, presentan Coeficientes de Variación cuyos datos son heterogéneos. Por lo cual se deberá elaborar subgrupos con referencia a la distribución de frecuencias hasta un mínimo de tres microcuencas y seguidamente discriminar Microcuencas por el criterio datos atípicos(outliers) por el método de Grubbs (Murphy y Lau, 2008) con la finalidad de obtener regiones conformadas por microcuencas cuyos parámetros adimensionales tengan una homogeneidad aceptable y por ende cuencas que cumplan con el objetivo de la investigación.

**b). Estimación de estadísticos de discrepancia**

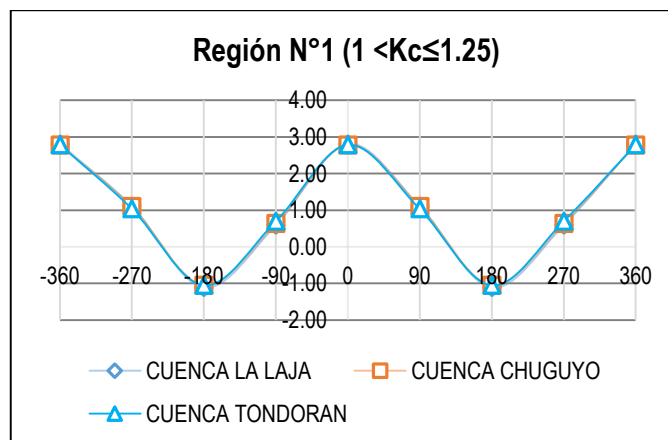
Mediante el estadístico método de Grubbs que consiste en la eliminación sucesiva de datos atípicos (cuencas con parámetros con discrepancia o dispersos) se determinó las regiones que cumplen la similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas usando una herramienta computacional de Minitab.

- **Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma casi redonda a oval redonda ( $1 < k_c \leq 1.25$ )-Región N°1.**

Mediante eliminación sucesiva de datos atípicos de por el método de Grubbs. Para un nivel de confianza 95%, significancia de 5%(Figura N° 27). Verificado gráficamente por las curvas de Andrews (Figura N° 28). se obtiene de un total de cinco solo tres microcuencas cumplen con el criterio de investigación las que conforman la Región N°1(Tabla N° 21).



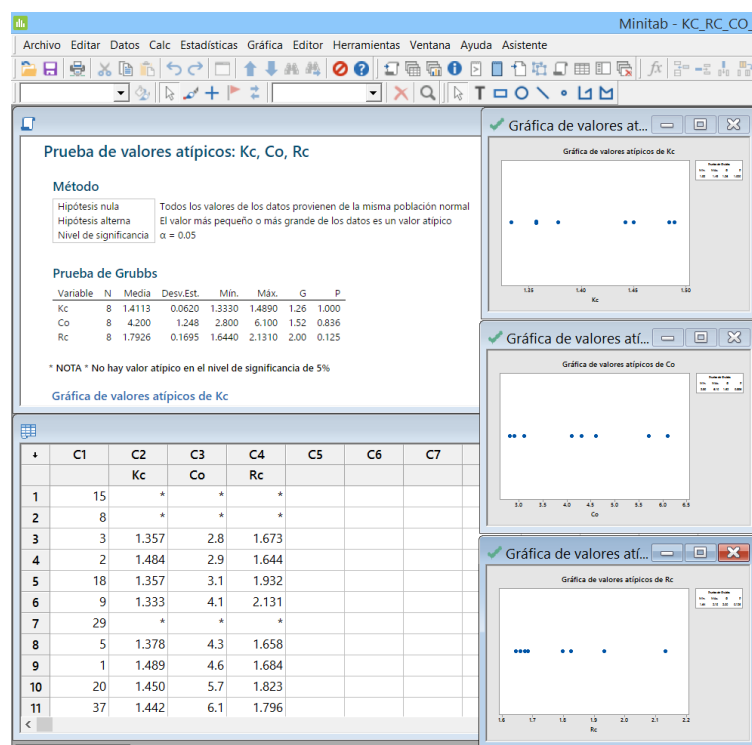
**Figura N° 27:** Prueba de valores atípicos método Grubbs( $1 < K_c \leq 1.25$ )- Región N°1  
 Fuente: Elaboración propia  
 Software: Minitab



**Figura N° 28:** Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma casi redonda a oval redonda( $1 < k_c \leq 1.25$ )-Región N°1.  
 Fuente: Elaboración propia  
 Software: Ms Excel

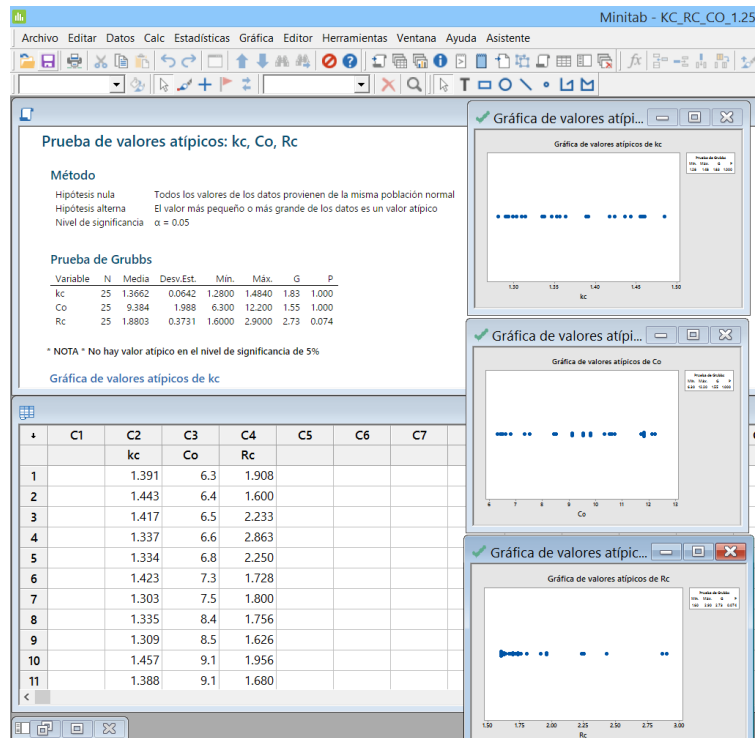
- **Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < k_c \leq 1.50$ ) - Región N°2, Región N°3, Región N°4.**

Mediante eliminación sucesiva de datos atípicos de por el método de Grubbs. Para un nivel de confianza 95%, significancia de 5% (Figura N°29, Figura N°30, Figura N°31). Verificado gráficamente por las curvas de Andrews (Figura N°32, Figura N°33, Figura N°34) se obtiene de un total de cincuenta y uno solo cuarenta y cuatro microcuencas cumplen con el criterio de investigación las que conforman la Región N°2, Región N°3, Región N°4. (Tabla N° 22, Tabla N° 23, Tabla N° 24)

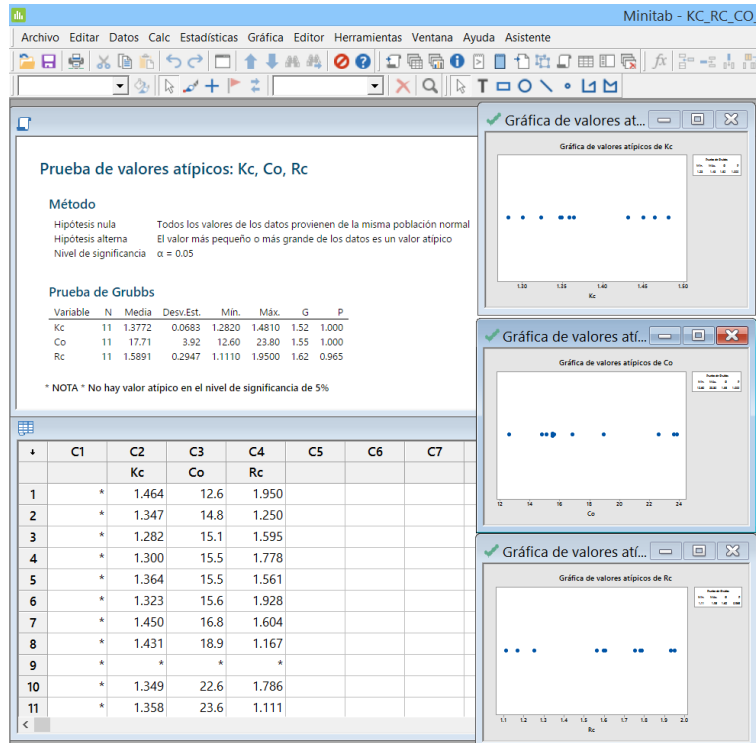


**Figura N° 29:** Prueba de valores atípicos método Grubbs–( $1.25 < K_c \leq 1.50$ )- Región N°2

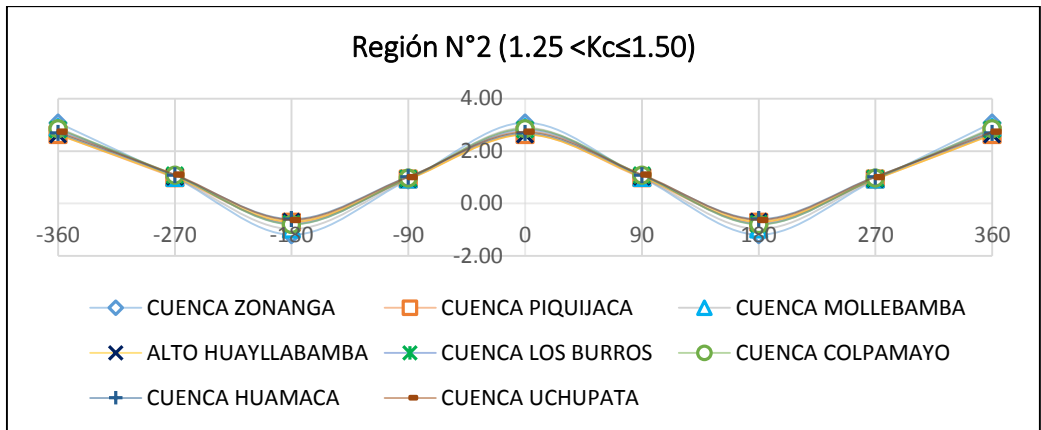
Fuente: Elaboración propia  
 Software: Minitab



**Figura N° 30:** Prueba de valores atípicos método Grubbs ( $1.25 < Kc \leq 1.50$ )-Región N°3  
 Fuente: Elaboración propia  
 Software: Minitab

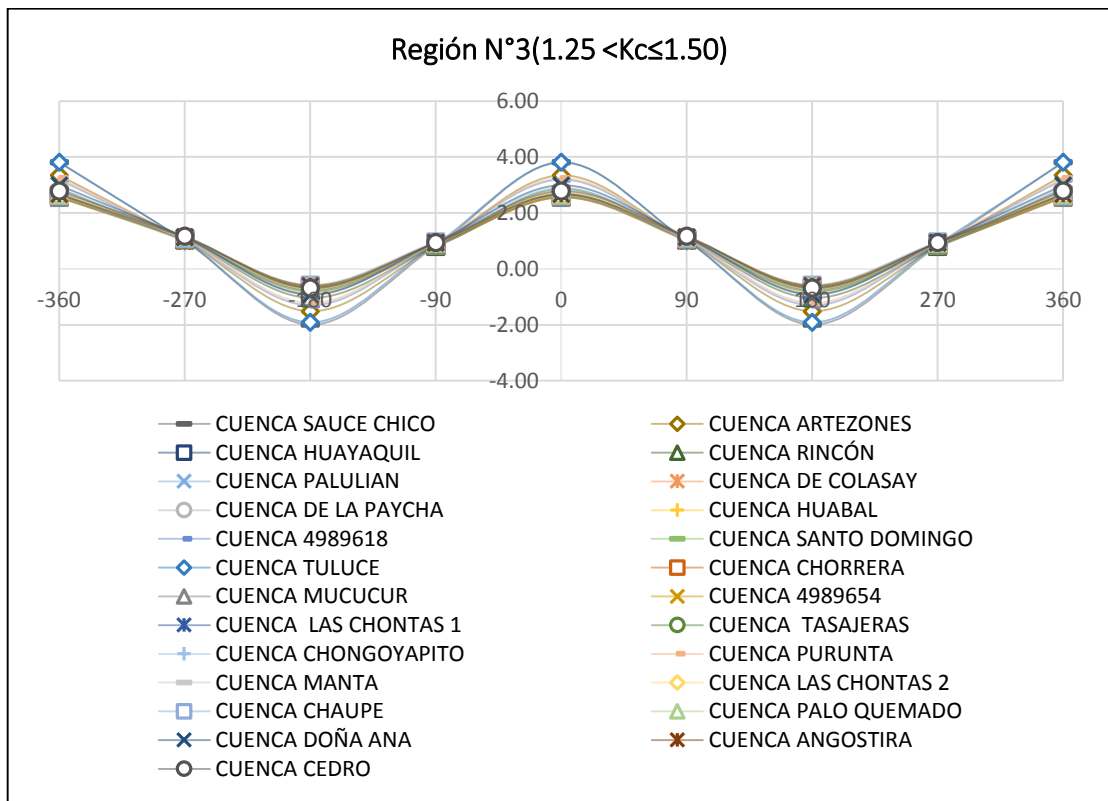


**Figura N° 31:** Prueba de valores atípicos método Grubbs ( $1.25 < Kc \leq 1.50$ )- Región N°4  
 Fuente: Elaboración propia  
 Software: Minitab



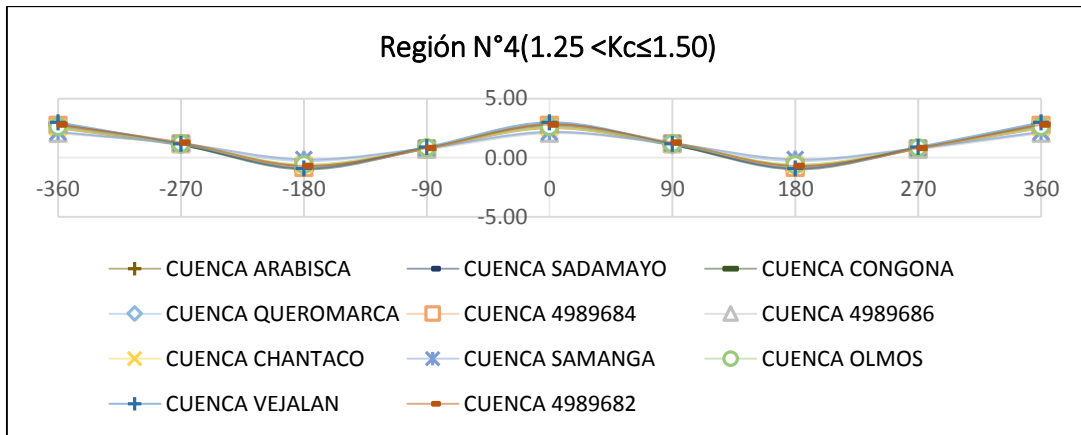
**Figura N° 32:** Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 <k_c \leq 1.50$ ) - Región N°2.

Fuente: Elaboración propia  
Software: Ms Excel



**Figura N° 33:** Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 <k_c \leq 1.50$ ) – Región N°3.

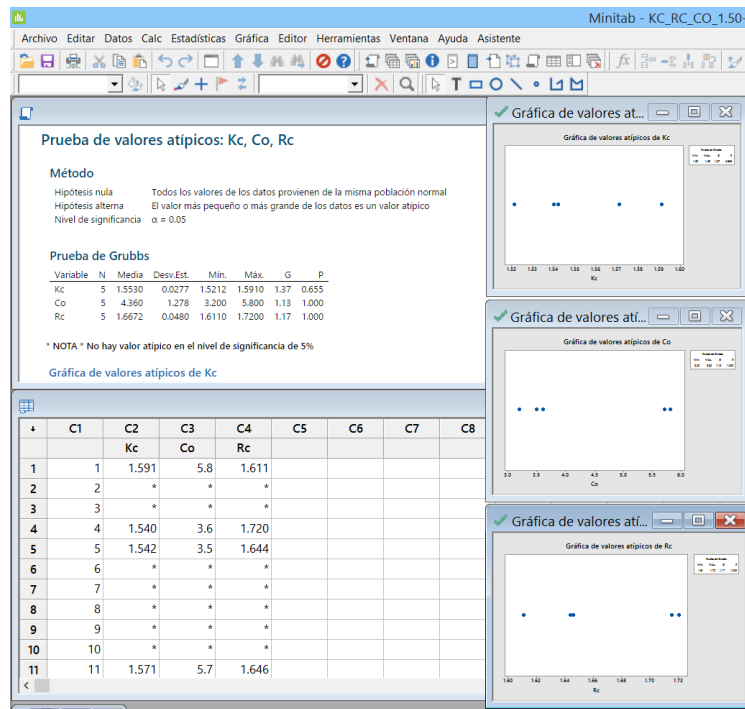
Fuente: Elaboración propia  
Software: Ms Excel



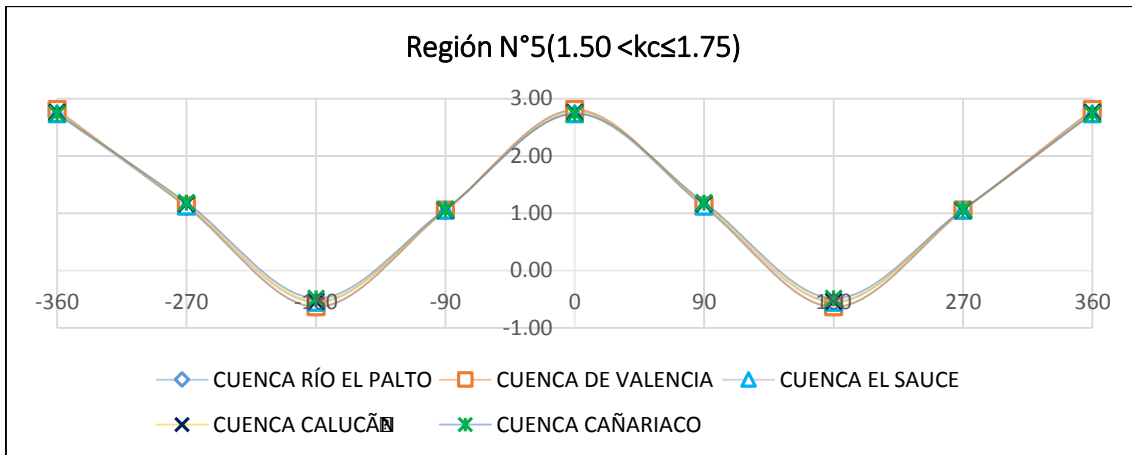
**Figura N° 34:** Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < k_c \leq 1.50$ )-Región N°4  
Fuente: Elaboración propia  
Software: Ms Excel

▪ **Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma oval oblonga a rectangular oblonga ( $1.50 < k_c \leq 1.75$ ) - Región N°5**

Mediante eliminación sucesiva de datos atípicos de por el método de Grubbs. Para un nivel de confianza 95%, significancia de 5% (Figura N° 35). Verificado gráficamente por las curvas de Andrews (Figura N° 36). se obtiene de un total de trece solo cinco microcuencas cumplen con el criterio de investigación las que conforman la Región N°5 (Tabla N° 25).



**Figura N° 35:** Prueba de valores atípicos método Grubbs ( $1.50 < k_c \leq 1.75$ )  
Fuente: Elaboración propia, Software: Minitab



**Figura N° 36:** Curvas de Andrews: Similitud hidráulica de microcuencas hidrológicas de forma oval oblonga a rectangular oblonga ( $1.50 < kc \leq 1.75$ ) - Región N°5.  
 Fuente: Elaboración propia  
 Software: Ms Excel



**Tabla N° 21:** Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda  $G1(1 < Kc \leq 1.25)$  - Región N°1.

N°	Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3	1.201	25.9%	1.958
2	CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3	1.226	23.2%	1.916
3	CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3	1.225	17.0%	1.918
	Media					1.2173	22.03	19307
	Desviación Estándar					0.0142	2.37	00237
	Coefficiente de Variación					1.16%	20.71%	1.23%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 22:** Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga  $(1.25 < Kc \leq 1.50)$  - Región N°2.

N°	Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4	1.333	4.10%	2.131
2	CUENCA PIQUIJACA	194.394	67.565	2330	4	1.357	2.80%	1.673
3	CUENCA MOLLEBAMBA	177.931	64.659	2336	4	1.357	3.10%	1.932
4	ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4	1.378	4.30%	1.658
5	CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3	1.442	6.10%	1.796
6	CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4	1.45	5.70%	1.823
7	CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5	1.484	2.90%	1.644
8	CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4	1.489	4.60%	1.684
	Media					1.411	4.39	1.793
	Desviación Estándar					0.062	1.248	0.170
	Coefficiente de Variación					4.39%	29.71%	9.46%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 23:** Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) - Región N°3.

N°	Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4	1.280	9.80%	2.900
2	CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4	1.289	9.50%	2.429
3	CUENCA HUAYAQUIL	48.337	32.071	2391	3	1.292	11.80%	1.716
4	CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4	1.293	11.70%	1.956
5	CUENCA PALULIAN	31.125	25.867	1788	3	1.298	10.30%	1.666
6	CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4	1.303	7.50%	1.800
7	CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3	1.309	8.50%	1.626
8	CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3	1.314	9.50%	1.694
9	CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3	1.334	6.80%	2.250
10	CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.32	2271	4	1.335	8.40%	1.756
11	CUENCA TULUCE	95.001	46.557	2505	4	1.337	6.60%	2.863
12	CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3	1.346	10.70%	1.625
13	CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3	1.352	12.20%	1.600
14	CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3	1.356	10.50%	1.600
15	CUENCA LAS CHONTAS	50.21	34.487	2215	3	1.363	9.80%	1.694
16	CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3	1.388	9.10%	1.680
17	CUENCA CHONGOYAPITO	110.586	52.232	2632	4	1.391	6.30%	1.908
18	CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4	1.417	6.50%	2.233
19	CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3	1.423	7.30%	1.728
20	CUENCA LAS CHONTAS	47.233	35.246	2393	3	1.436	12.10%	1.734
21	CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3	1.443	6.40%	1.600
22	CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3	1.455	11.80%	1.625
23	CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4	1.457	9.10%	1.956
24	CUENCA ANGOSTIRA	90.35	49.548	3101	4	1.460	10.60%	1.635
25	CUENCA CEDRO	28.075	26.46	1820	3	1.484	11.80%	1.734

Continuación de la Tabla N° 23

	Media	1.366	9.38	1.880
	Desviación Estándar	0.064	1.988	0.373
	Coefficiente de Variación	4.70%	21.18%	19.84%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 24:** Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) - Región N°4.

N°	Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	CUENCA ARABISCA	49.369	32.176	2729	3	1.282	15.10%	1.595
2	CUENCA SADAMAYO	40.971	29.718	2520	4	1.300	15.50%	1.778
3	CUENCA CONGONA	36.618	28.589	2388	3	1.323	15.60%	1.928
4	CUENCA QUEROMARCA	23.107	23.117	1850	2	1.347	14.80%	1.250
5	CUENCA 4989684	32.843	27.619	2727	3	1.349	22.60%	1.786
6	CUENCA 4989686	43.722	32.07	3213	2	1.358	23.60%	1.111
7	CUENCA CHANTACO	48.831	34.046	2755	3	1.364	15.50%	1.561
8	CUENCA SAMANGA	21.454	23.676	2013	2	1.431	18.90%	1.167
9	CUENCA OLMOS	50.897	36.944	2923	3	1.450	16.80%	1.604
10	CUENCA VEJALAN	39.265	32.756	2223	4	1.464	12.60%	1.950
11	CUENCA 4989682	29.272	28.608	2638	3	1.481	23.80%	1.750
	Media					1.377	17.71	1.589
	Desviación Estándar					0.068	3.919	0.295
	Coefficiente de Variación					4.96%	22.13%	18.54%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 25:** Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval oblonga a rectangular oblonga ( $1.50 < K_c \leq 1.75$ ) - Región N°5.

N°	Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)
1	CUENCA RÍO EL PALTO	99.139	53.774	1775	4	1.521	3.20%	1.715
2	CUENCA DE VALENCIA	107.977	57.142	1981	3	1.54	3.60%	1.72
3	CUENCA EL SAUCE	165.34	70.802	2399	3	1.542	3.50%	1.644
4	CUENCA CALUCÁ • N	113.461	59.762	2533	4	1.571	5.70%	1.646
5	CUENCA CAÑARIACO	132.313	65.372	2780	3	1.591	5.80%	1.611
Media						1.553	4.360	1.667
Desviación Estándar						0.028	1.278	0.048
Coeficiente de Variación						1.79%	29.31%	2.88%

Fuente: Elaboración propia

▪ **Resumen microcuencas de la cuenca Chamaya con similitud hidráulica**

En la tabla N° 26 se verifica mediante el estadístico de dispersión coeficiente de variación cuyos datos son menores  $Cv=5\%$  (Índice de Gravelius),  $Cv=20\%$  (relación confluencias),  $Cv=30\%$  (coeficiente orográfico) recomendado para cumplir la condición de similitud hidráulica en cuencas altoandinas recomendado por (Ortiz, 2016).

**Tabla N° 26:** Resumen microcuencas de la cuenca Chamaya con similitud hidráulica

Rangos (Kc)	Cantidad microcuencas en estudio	Cv(%)			Cantidad microcuencas Similitud Hidráulica	Cv(%)		
		Kc	Co	Rc		Kc	Co	Rc
<b>1 &lt;Kc≤1.25</b>	5	0.99	44.81	50.85	Región N°1: 3	1.16	20.71	1.23
<b>1.25 &lt;Kc≤1.50</b>	51	5.03	61.77	54.62	Región N°2: 8	4.39	29.71	9.46
					Región N°3: 25	4.70	21.18	19.84
					Región N°4: 11	4.96	22.13	18.54
<b>1.50 &lt;Kc≤1.75</b>	13	6.05	81.62	47.43	Región N°5: 5	1.79	29.31	2.88
<b>Total muestra</b>	<b>69</b>				<b>52</b>			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 27:** Resumen áreas de microcuencas de la cuenca Chamaya con similitud hidráulica

Rangos (Kc)	Cantidad microcuencas en estudio	Área (Km <sup>2</sup> )	%(cuenca Chamaya)	Cantidad microcuencas Similitud Hidráulica	Área(Km <sup>2</sup> )	%(cuenca Chamaya)
<b>1 &lt;Kc≤1.25</b>	5	210.967	3%	Región N°1: 3	98.574	1%
<b>1.25 &lt;Kc≤1.50</b>	51	3659.725	45%	Región N°2: 8	1214.611	15%
				Región N°3: 25	1473.959	18%
				Región N°4: 11	416.349	5%
<b>1.50 &lt;Kc≤1.75</b>	13	947.960	12%	Región N°5: 5	618.230	8%
<b>Total muestra</b>	<b>69</b>	<b>4818.651</b>	<b>60%</b>	<b>52</b>	<b>3897.310</b>	<b>47%</b>

Fuente: Elaboración propia

### **c). Elaboración de mapa de regionalización morfométrica adimensional de cuenca hidrográfica Chamaya.**

Se elaboró el mapa de regionalización morfométrica adimensional de la cuenca hidrográfica Chamaya, en donde se muestran regiones conformado por microcuencas hidrológicas que cumple la condición de similitud hidráulica de cuencas altoandinas la que se presenta en el Anexo 19.

## **4.4. Características intrínsecas y entorno de las microcuencas hidráulicamente similares.**

### **4.4.1. Geología**

Se determinó la geología de las microcuencas hidráulicamente similares y se elaboró mapas temáticos a partir de la información base del estudio Geológico del Departamento de Piura, estudio de la Geológico del departamento de Lambayeque, estudio Geológico del Departamento de Cajamarca los que fueron elaborados de cara al Proceso de Formulación de la Propuesta de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). En los años 2009, 2013, 2011 respectivamente (Anexo 13).

#### **▪ Geología Región N°1.**

Las unidades estratigráficas que se presentan en esta región, en dos de ellas la Formación Chulec(Ki-chu) y Grupo Goyllarisquizga (Ki-g) y otras unidades estratigráficas solamente se presenta en una microcuenca.

#### **▪ Geología Región N°2.**

Las unidades estratigráficas que se presentan en esta región, en tres de ellas Complejo Olmos(PE-oo) y Volcánico Llama(Pe-vll), en 5 de ellas Volcánico Porculla(Nm-vp), y otras unidades estratigráficas se presentan en dos y una microcuenca.

#### **▪ Geología Región N°3**

Las unidades estratigráficas que se presentan en esta región, siete de ellas Formación Chulec(Ki-chu) y Tonalita,Diorita,Rumipita(Ks-t,d-r), en once presenta Grupo Goyllarisquizga(Ki-g), en catorce Volcánico Porculla(Nm-vp), en dieciséis Formación Oyotun(Ji-o) y otras unidades estratigráficas se presentan en menor frecuencia.

- **Geología Región N°4**

Las unidades estratigráficas que se presentan en esta región, en tres de ellas Formación Oyotun(Ji-o), en cinco presenta Volcánico Porculla(Nm-vp) y otras unidades estratigráficas se presentan en menor frecuencia.

- **Geología Región N°5.**

Las unidades estratigráficas que se presentan en esta región, en tres de ellas Volcánico Porculla(Nm-vp) y Volcánico Llama(Pe-vll) y otras unidades estratigráficas se presentan en menor frecuencia.

#### **4.4.2. Suelos**

El Estudio de Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras de las microcuencas hidráulicamente similares se elaboró a partir de la información base del estudio Estudio de Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras de los departamentos de Piura, Lambayeque y Cajamarca los que fueron elaborados de cara al Proceso de Formulación de la Propuesta de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). En los años 2010, 2012, 2012 respectivamente (Anexo 14).

- **Suelos Región N°1.**

Se presenta en tres de ellas Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo y erosión (Xse-C3se) y en dos Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica baja, limitación por suelo y erosión(Xse-P3se) y otros tipos de suelos que se presentan con menor frecuencia debido a la variación de áreas entre microcuencas de ésta región.

- **Suelos Región N°2.**

Se presenta en siete microcuencas Tierras de protección con limitaciones de suelo y erosión (Xsec/G), en seis, Tierras de proteccion(Xse) y otros tipos de suelos que se presentan con menor frecuencia debido a la variación de áreas entre microcuencas de ésta región.

- **Suelos Región N°3.**

Se presenta en nueve microcuencas Tierras de protección con limitaciones de suelo y erosión (Xsec/G) y otros tipos de suelos que se presentan con menor frecuencia debido a la variación de áreas entre microcuencas de ésta región.

- **Suelos Región N°4.**

Se presenta en cuatro microcuencas Tierras de protección con limitaciones de suelo y erosión (Xsec/G), en cuatro, Tierras de protección(Xse) y otros tipos de suelos que se presentan con menor frecuencia debido a la variación de áreas entre microcuencas de ésta región.

- **Suelos Región N°5.**

Se presenta en cinco microcuencas Tierras de protección con limitaciones de suelo y erosión (Xsec/G) y otros tipos de suelos que se presentan con menor frecuencia debido a la variación de áreas entre microcuencas de ésta región.

#### **4.4.3. Clima**

La Caracterización de Clasificación Climática de las microcuencas hidráulicamente similares se elaboró a partir de la información base de los Mapa Climático Nacional proporcionado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), elaborado mediante la formulación de índices climáticos y el trazado de las zonas de acuerdo a la clasificación de climas de Werren Thornthwaite (Anexo 15).

- **Clima Región N°1.**

El clima en esta región, en las tres microcuencas se presenta diferentes características climáticas.

- **Clima Región N°2.**

El clima en esta región, en siete microcuencas se presenta un clima Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera(C(o,i,p) A' H3) y otras características climáticas en menor frecuencia.



- **Clima Región N°3.**

El clima en esta región, en veinte microcuencas se presenta un clima Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera(C(o,i,p) A' H3) y otras características climáticas se en menor frecuencia.

- **Clima Región N°4.**

El clima en esta región, en seis se presenta un clima Semiseco, templado y húmedo; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera (C(o,i,p) B'2 H3); clima Semiseco, semifrío; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera(C(o,i,p) B'3 H3) y otras características climáticas en menor frecuencia.

- **Clima Región N°5.**

El clima en esta región, en cinco se presenta un clima Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera(C(o,i,p) A' H3) y otras características climáticas en menor frecuencia.

#### **4.4.4. Cobertura vegetal.**

La Cobertura Vegetal de las microcuencas hidráulicamente similares se elaboró a partir de la información base de los Mapa de Cobertura Vegetal del Perú, elaborado por el Ministerio del Ambiente, ofrece información actualizada sobre la superficie, características generales y distribución geográfica de los diferentes tipos de cobertura vegetal existente en el país y ha sido elaborado en el año 2015(Anexo 16).

- **Cobertura Vegetal Región N°1.**

La cobertura vegetal en esta región, en las tres se presenta cobertura vegetal de tipo Agricultura costera y andina(Agri) y otros tipos de cobertura vegetal se presentan en menor frecuencia.

- **Cobertura Vegetal Región N°2.**

La cobertura vegetal en esta región, en cinco se presenta cobertura vegetal de tipo Agricultura costera y andina(Agri), Bosque xérico interandino(Bxe-in), Matorral arbustivo(Ma) y otros tipos de cobertura vegetal se presentan en menor frecuencia.

- **Cobertura Vegetal Región N°3.**

La cobertura vegetal en esta región, en trece se presenta cobertura vegetal de tipo Matorral arbustivo(Ma), Areas de no bosque amazónico(Ano-ba); doce tipo Agricultura costera y andina(Agri), Bosque de montaña montano(Bm-mo) y otros tipos de cobertura vegetal se presentan en menor frecuencia.

- **Cobertura Vegetal Región N°4.**

La cobertura vegetal en esta región, en nueve se presenta cobertura vegetal de tipo Agricultura costera y andina(Agri), y otros tipos de cobertura vegetal se presentan en menor frecuencia.

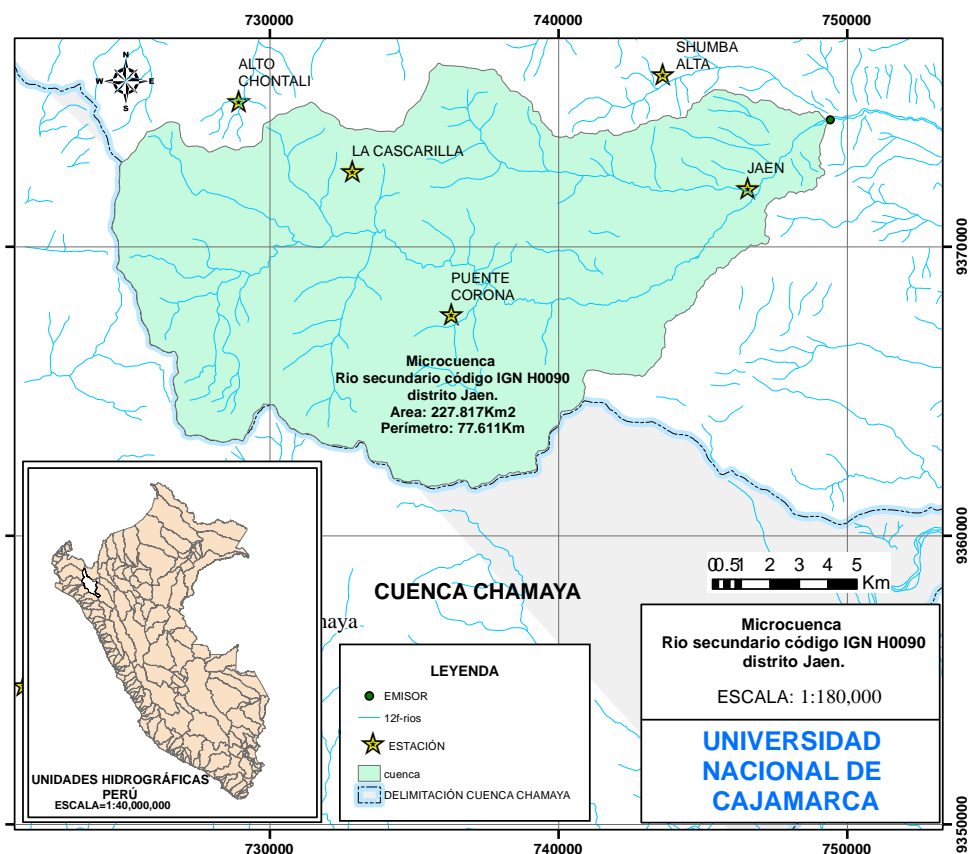
- **Cobertura Vegetal Región N°5.**

La cobertura vegetal en esta región, en cuatro se presenta cobertura vegetal de tipo Agricultura costera y andina(Agri), Bosque montano occidental andino(Bm-oca), Matorral arbustivo(Ma) y otros tipos de cobertura vegetal se presentan en menor frecuencia.

#### **4.5. Transferencia de información hidrológica en cuencas hidráulicamente similares.**

Durante la revisión bibliográfica con respecto a estaciones y/o cuencas que tengas disponibilidad de datos procesados, la estación más cercana y que cuenta con información intensidades máximas de la Estación Pluviográfica Jaén en base a la data 1964-1993. ubicada en el distrito, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca en sus coordenadas UTM según Datum WGS-84; Este: 746535.42m y Norte: 9372066.72m, elevación 618.0m.s.n.m. procesados a partir de bandas pluviográficas proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú(SENAMHI) correspondientes a 28 años de registro y los resultados muestran que las precipitaciones se ajustan al modelo de distribución Gumbel para un nivel de significancia del 5% (Ávila, 2017), (Anexo 6).

Se determinó los parámetros morfológicos de la cuenca en donde se encuentra la estación Jaen, río secundario código IGN H0090 para evaluar la relación con las microcuencas en estudio.



**Figura N° 37:** Microcuenca Río secundario IGN H0090, distrito Jaén  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 28:** Parámetros morfológicos cuenca rio secundario código IGN H0090, distrito Jaén.

Nombre	Río Jaén	
Orden cursos de agua	4	-
Emisor	E: 749411	m
	N: 9374404	m
<b>PARÁMETROS DE FORMA</b>		
Área	227.817	<b>Km<sup>2</sup></b>
Perímetro	77.611	<b>Km</b>
Factor De Forma(F)	0.165	-
Coefficiente De Compacidad (Kc)	1.440	-
Altitud Media	1612.039	<b>m.s.n.m</b>
Pendiente Cuenca	44.57	<b>(%)</b>
Pendiente Cauce Principal	3.87	<b>(%)</b>
Longitud De Máximo Recorrido	37.140	<b>Km</b>
<b>PARÁMETROS DE RELIEVE</b>		
Coefficiente de masividad	0.007	<i>m.s.n.m./ Km<sup>2</sup></i>
Coefficiente Orográfico (Co)	0.011	-
<b>PARÁMETROS DE DRENAJE</b>		
Relación Confluencias	1.639	-
Relación Longitudes	0.984	-
Densidad Drenaje	0.891	<b>Km/Km.<sup>2</sup></b>
Frecuencia Ríos	0.882	<b>N° rios/ Km<sup>2</sup></b>
Tiempo De Concentración	224.9	<b>Min</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 29:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos para la Estación Jaén

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr) $X = \beta - \frac{1}{\alpha} \times \text{Ln} \times \left[ -\text{Ln} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{Tr}} \right) \right]$				
5	2	247	124.08	106.32	79.56	50.33	29.57
	5	97	105.1	90.03	67.2	42.58	25.05
	10	47	90.45	77.45	57.65	36.59	21.57
	15	31	81.62	69.88	51.89	32.99	19.47
	20	22	75.16	64.34	47.69	30.35	17.93
	25	17	69.99	59.9	44.32	28.24	16.7
	30	14	65.61	56.14	41.46	26.45	15.66
	40	10	58.3	49.86	36.7	23.46	13.92
	50	7	52.08	44.52	32.65	20.92	12.44
	60	5	46.4	39.65	28.94	18.6	11.09
	70	4	40.84	34.87	25.32	16.33	9.76
	75	4	37.97	32.41	23.45	15.16	9.08
	80	3	34.93	29.8	21.47	13.92	8.36
90	2	27.63	23.54	16.72	10.94	6.62	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	138.19	118.44	88.76	56.09	32.93
	5	195	119.22	102.15	76.4	48.34	28.41
	10	95	104.56	89.57	66.84	42.36	24.93
	15	62	95.73	81.99	61.09	38.75	22.83
	20	45	89.28	76.45	56.89	36.11	21.29
	25	35	84.11	72.01	53.51	34	20.06
	30	28	79.73	68.25	50.66	32.21	19.02
	40	20	72.41	61.98	45.89	29.23	17.28
	50	14	66.2	56.64	41.84	26.69	15.8
	60	11	60.51	51.76	38.14	24.37	14.45
	70	8	54.95	46.99	34.52	22.1	13.12
	75	7	52.08	44.52	32.65	20.92	12.44
	80	6	49.04	41.92	30.67	19.68	11.72
90	4	41.75	35.66	25.91	16.7	9.98	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	170.97	146.57	110.12	69.48	40.73
	5	975	152	130.28	97.75	61.73	36.21
	10	475	137.34	117.7	88.2	55.74	32.72
	15	308	128.51	110.12	82.45	52.14	30.62
	20	224	122.05	104.58	78.24	49.5	29.09
	25	174	116.88	100.14	74.87	47.39	27.86
	30	140	112.5	96.38	72.02	45.6	26.82
	40	98	105.19	90.11	67.25	42.61	25.07
	50	72	98.97	84.77	63.2	40.07	23.6
	60	55	93.29	79.89	59.5	37.75	22.24
	70	42	87.73	75.12	55.87	35.48	20.92
	75	36	84.86	72.66	54	34.31	20.24
	80	31	81.82	70.05	52.02	33.07	19.51
90	22	74.52	63.79	47.27	30.09	17.78	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	185.09	158.68	119.31	75.24	44.08
	5	1950	166.11	142.4	106.95	67.49	39.57
	10	949	151.45	129.81	97.4	61.51	36.08
	15	615	142.63	122.24	91.65	57.9	33.98
	20	448	136.17	116.7	87.44	55.27	32.45
	25	348	131	112.26	84.07	53.15	31.22
	30	280	126.62	108.5	81.22	51.36	30.17
	40	196	119.3	102.22	76.45	48.38	28.43
	50	144	113.09	96.89	72.4	45.84	26.95
	60	109	107.4	92.01	68.7	43.52	25.6
	70	83	101.84	87.24	65.07	41.25	24.28
	75	72	98.97	84.77	63.2	40.07	23.6
	80	62	95.93	82.16	61.22	38.83	22.87
90	43	88.64	75.9	56.47	35.85	21.14	
100	1	-	-	-	-	-	

Fuente: adaptado de (Ávila, 2017).

Mediante el criterio de selección de cuencas hidráulicamente similares se determinó sus parámetros de semejanza y se observó que se trata de una forma oval redonda a oval oblonga ( $K_c=1.444$ ) analiza a que grupo se acondiciona.

Para determinar a la región a la cual se acondiciona, se evaluó junto a cada región N°2, región N°3, región N°4 para determinar si el nuevo grupo es homogéneo evaluado por parámetro estadístico coeficiente de variación y cumple con similitud hidráulica con la región N°3. como se observa en la tabla N°30.

**Tabla N° 30:** Comparación de coeficiente de variación de los grupos hidráulicamente similares con sistema hidrológico con información de intensidades máximas.

Rangos ( $K_c$ )	Cantidad microcuencas Similitud Hidráulica	Cv(%)			Cantidad microcuencas Similitud Hidráulica	Cv(%)		
		$K_c$	$C_o$	$R_c$		$K_c$	$C_o$	$R_c$
<b>1.25 &lt; <math>K_c</math> ≤ 1.50</b>	Región N°2: 8	4.39	29.71	9.46	Región N°2': 9	4.17	40.43	9.39
	Región N°3: 25	4.70	21.18	19.84	Región N°3': 26	4.73	27.98	19.70
	Región N°4: 11	4.96	22.13	18.54	Región N°4': 12	4.91	37.23	17.66

Fuente: Elaboración propia

La región N°3' integrado de 26 microcuencas cumplen con similitud hidráulica con una variación en el coeficiente orográfico, sin embargo cumple los criterios de homogeneidad establecidos  $K_c(5\%)$ ,  $C_o(30\%)$ ,  $R_c(20\%)$  recomendado por (Ortiz, 2016) las que se pueden transferir información de una cuenca mediante la metodología de transferencia, usando la fórmula (24), no obstante, las otras regiones se puede transferir información hidrológica de otras cuencas que cumplan los parámetros adimensionales dentro de los rangos establecidos.

Los datos de intensidades máximas transferidas a las 25 microcuencas de la región N°3 se encuentran en el Apéndice C.

La información fue usada a modo de ejemplo de aplicación de la metodología, debido a que los datos fueron tomados de la investigación realizada por (Ávila, 2017), en la presente tesis no fue motivo análisis de la investigación ni se incluye el procedimiento, sino de uso de información disponible a modo de aplicación para transferir información hidrológica a microcuencas que carecen de información y que cumpla con criterios de similitud hidráulica.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- De la información cartográfica sobre el ámbito de influencia de la cuenca Chamaya, con la ayuda de un SIG y mediante la metodología PFAFSTETTER se obtuvieron un total de 69 microcuencas con altitud media superior a 1,500 m.s.n.m, con extensión entre 20Km<sup>2</sup> hasta 200 Km<sup>2</sup>, haciendo un área total de 4818.651Km<sup>2</sup> representando el 60% del área de la cuenca chamaya, el 40% de área restante representan intercuencas y microcuencas con área menor a 20Km<sup>2</sup> las que no son considerados en este trabajo de investigación.
- Los parámetros adimensionales de similitud hidráulica (coeficiente de Gravelius, relación de confluencias y coeficiente orográfico) de 69 microcuencas hidrológicas, predomina la forma oval redonda a oval oblonga en 45% del área total de la cuenca Chamaya.
- Las regiones que cumplen la condición de similitud hidráulica de cuencas altoandinas son un total de cinco, con las cuales se elaboró el mapa de regionalización morfométrica adimensional de cuenca hidrográfica Chamaya conformado de 52 microcuencas que representan el 47% del área total de la cuenca Chamaya, lo cual nos indica la alta posibilidad de transferencia de información hidrológica.
- Las características suelos, geología, clima y cobertura vegetal de las microcuencas hidrológicas, en todas las regiones se presentó entre uno y tres características comunes predominantes y otras características en menor frecuencia debido a la variabilidad de áreas entre microcuencas que conforman cada región.
- De la información hidrológica disponible, la estación Jaén cuenta con datos de intensidades máximas los que facilitaron la transferencia de datos a la región N°3, dado que se cumplen las consideraciones del presente trabajo de investigación.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda evaluar y seleccionar los grupos o regiones conformado por microcuencas altoandinas hidráulicamente similares por otras pruebas de homogeneidad de datos con el fin simplificar el procedimiento de selección.
  
- Se recomienda continuar con trabajos de investigación con respecto a la regionalización morfométrica adimensional de cuencas colindantes a la cuenca chamaya con el fin de evaluar sus parámetros adimensionales, asimismo identificar microcuencas que dispongan de datos hidrológicos procesados y confiables a fin de transferir información.
  
- Se recomienda hacer estudios detallados con respecto a la erosión debido a que según sus parámetros morfológicos calculados indican un relieve accidentado a relieve fuerte, caracterizando de ésta manera a la cuenca Chamaya un alto potencial de degradación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2019). *Autoridad Nacional del Agua*. Obtenido de <http://geo.ana.gob.pe:8080/geoportal/index.php/8-geoportal>
- ANA, A. N. (2017). *Compendio - Delimitación de los Ámbitos Territoriales de las Administraciones Locales de Agua - ALA*. Lima: Anghelo Manuel Rodríguez Paredes. Obtenido de <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1817>
- Andrews, D. F. (1972). *Plots of High-Dimensional Data*. New Jersey, Estados Unidos: New Jersey and Princeton University.
- Ato y López. (1995). *IV Simposio de Metodología de las Ciencias del Comportamiento*. Murcia: Universidad de Murcia. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=TZcaOKsvIi8C&pg=PA301&lpg=PA301&dq=una+gr%C3%A1fica+de+Andrews+1972+o+una+curva+de+Andrews&source=bl&ots=ah1PxzX5\\_9&sig=ACfU3U1D1w\\_dPTtKB1hbwscm1YIgcDrXyQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiEiZj6yeziAhXTCTQKHf-7CFsQ6AEwDXoECAg](https://books.google.com.pe/books?id=TZcaOKsvIi8C&pg=PA301&lpg=PA301&dq=una+gr%C3%A1fica+de+Andrews+1972+o+una+curva+de+Andrews&source=bl&ots=ah1PxzX5_9&sig=ACfU3U1D1w_dPTtKB1hbwscm1YIgcDrXyQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiEiZj6yeziAhXTCTQKHf-7CFsQ6AEwDXoECAg)
- Ávila, V. A. (2017). *concytec*. (U. N. Cajamarca, Ed.) Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC\\_2201da25adb81b271b420cf8d45ccf60](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_2201da25adb81b271b420cf8d45ccf60)
- Cahuana y Yugar. (2009). *Material de Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Hidrología Civ-233*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Cango, M. L. (2017). *Evaluación de Modelos Digitales de Elevación usando datos LiDAR e imágenes satelitales*. UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, Área Técnica. loja: UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. Obtenido de [https://docplayer.es/76097862-Universidad-tecnica-particular-de-loja-area-tecnica.html#download\\_tab\\_content](https://docplayer.es/76097862-Universidad-tecnica-particular-de-loja-area-tecnica.html#download_tab_content)
- Carvajal, Ulises, Reyes. (2014). *Guía Básica para la Caracterización morfológica de Cuencas Hidrográficas*. Cali - Colombia: Universidad del Valle.
- Chow, Maidment, Mays. (1994). *Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL. Obtenido de <https://www.slideshare.net/karenadrianatv/hidrologa-aplicada-ven-te-chow-78614961>
- CONABIO. (Junio de 2017). *La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html>
- Díaz, G. (2004). *Hidrología*. Bogota D.C., Colombia: Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.



- Domingue y Jenson . (1988). Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis. *Scientific Research*.  
Obtenido de [http://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1141053](http://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1141053)
- FAO. (1985). *Manual de Ordenación de Cuencas* (Vol. Montes No. 35 FAO.). Roma, Italia: FAO.
- Galarza, M. (2014). *Control de calidad de datos LIDAR aerotransportado en la zona austral del Ecuador*. Azuay: Universidad Del Azuay. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4027/1/10626.pdf>
- Gámez, M. W. (2010). *Texto Básico de Hidrología* (Vol. Vol. 1). (U. N. Agraria, Ed.) Managua, Nicaragua.
- Gorgas, Cardiel, Zamorano. (2011). *Estadística Básica para Estudiantes de Ciencias* (Vol. Versión 17). (U. C. Madrid, Ed.) Madrid, España, España: Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera. Obtenido de [https://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro\\_GCZ2009.pdf](https://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro_GCZ2009.pdf)
- Humberto, T. R. (2008). *Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas*. UICN SUR.
- Jiménez y Materón. (1986). *Hidrología Básica* (Vol. Tomo III). Cali: Universidad del Valle.
- Lizcano, F. F. (2017). *Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal*. Obtenido de <http://ceape.edomex.gob.mx/content/estado-de-m%C3%A9xico-una-regionalizaci%C3%B3n-con-ra%C3%ADces-hist%C3%B3ricas>
- Loaiza, C. (2017). *Análisis de la eficacia y del comportamiento de los errores en posición presentes en la generación de modelos digitales de elevación con software fotogramétrico libre y comercial, para una zona de la ciudad de Bogotá D.C.* Bogota: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Macroconsult. (24 de 03 de 2017). *Informe de las Pérdidas Provocadas por Fenómeno del Niño 2017*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/economia/negocios/danos-nino-us-3-124-millones-macroconsult-408266>
- Murphy y Lau. (Diciembre de 2008). *ASTM International-Standards Worldwide*. Obtenido de [https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPND08/datapoints\\_spnd08.html](https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPND08/datapoints_spnd08.html)
- Olaya, F. V. (2004). *Hidrología Computacional y Modelos Digitales del Terreno*. Copyright. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/43649601/Hidrologia-Computacional-MDT-SIG>
- Ordoñez, G. J. (2011). *Global Water Partnership-South America*. (S. G. Lima, Ed.) Obtenido de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/cuenca\\_hidrologica.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf)

- Ortiz, V. S. (2004). Evaluación Hidrológica. (S. Prácticas-ITDG, Ed.) *HidroRed - Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía*(1/2004), 1-7. Obtenido de <https://www.solucionespracticas.org.pe/revista-hidrored-no-1-2004>
- Ortiz, V. S. (2016). *Universidad Nacional Agraria La Molina - Repositorio Institucional*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2239>
- Potter, Wiggert, Ramadan. (2012). *Mecánica de Fluidos* (Vol. 4ra Edición). (S. R. Gonzalez, Ed.) Mexico: Sergio R. Cervantes Gonzalez. Obtenido de [https://issuu.com/cengagelatam/docs/mecanica\\_issuu](https://issuu.com/cengagelatam/docs/mecanica_issuu)
- Puerta, Rengifo, Bravo. (2011). *ArcGis Básico 10*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva - Facultad Recursos Naturales Renovables.
- Puerta, Rengifo, Bravo. (2013). *Manual de Arc Gis 10 Nivel Intermedio*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva - Facultad Recursos Naturales Renovables.
- Pumain, D. (2019). *Hypergéó*. Obtenido de <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article135>
- Rocha, F. A. (2007). *Impactos del Fenómeno del Niño en Zonas Urbanas*. Obtenido de APIPERU: [http://apiperu.com.pe/Presentaciones/hidraulica/5-EL-NINO/D-Impacto\\_FEN\\_Nuevo.pdf](http://apiperu.com.pe/Presentaciones/hidraulica/5-EL-NINO/D-Impacto_FEN_Nuevo.pdf)
- Spazio, S. (2016). *Esa's Earth Observation Third Party Missions - Data Access Guide—May 2016*. European Space Agency. European Space Agency. Obtenido de [https://earth.esa.int/c/document\\_library/get\\_file?folderId=13019&name=DLFE-744.pdf](https://earth.esa.int/c/document_library/get_file?folderId=13019&name=DLFE-744.pdf)
- Vásquez, Mejía, Faustino, Terán, Vásquez, Díaz, Vásquez, Castro, Tapia, Alcántara. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Lima: Fondo Editorial - UNALM.
- Vásquez, P. C. (2011). *ZEE-OT | Gobierno Regional Cajamarca*.
- Vergara, S. M. (1993). *Técnicas de Modelación en Hidráulica*. Mexico: Alfaomega S.A.
- Worschitz, R. O. (2018). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/391342574/topografia-e-hidrologica>
- Yalta, M. J. (17 de Marzo de 2016). *INDES*. (U. N. Amazonas, Ed.) Obtenido de INDES-Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/119>
- Zucarelli, G. V. (Abril de 2017). *ruc*. Obtenido de Repositorio Universidad Coruña: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/19463>

## ANEXOS Y APÉNDICES

### APÉNDICE A: MICROCUENCAS ALTOANDINAS CUMPLEN CON EL CRITERIO DE INVESTIGACIÓN 20Km<sup>2</sup> A 200Km<sup>2</sup>, ALTITUD MEDIA MAYOR A 1,500 msnm

N°	NOMBRE	Id UH	Nivel UH	Cód. Nivel								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CUENCA UCHUPATA	83	7	4	49	498	4989	49896	498969	4989698	-	-
2	CUENCA HUAMACA	86	7	4	49	498	4989	49896	498969	4989696	-	-
3	CUENCA PIQUIJACA	89	7	4	49	498	4989	49896	498969	4989692	-	-
4	CUENCA CAÑARIACO	96	7	4	49	498	4989	49896	498967	4989678	-	-
5	CUENCA 4989632	97	7	4	49	498	4989	49896	498963	4989632	-	-
6	CUENCA CHAUPE	99	7	4	49	498	4989	49896	498967	4989674	-	-
7	CUENCA 4989672	108	7	4	49	498	4989	49896	498967	4989672	-	-
8	ALTO HUAYLLABAMBA	110	7	4	49	498	4989	49896	498962	4989629	-	-
9	CUENCA DE LA PAYCHA	111	7	4	49	498	4989	49896	498962	4989628	-	-
10	CUENCA PURUNTA	113	7	4	49	498	4989	49896	498962	4989626	-	-
11	CUENCA LANCHEMA	119	7	4	49	498	4989	49896	498962	4989624	-	-
12	CUENCA ZONANGA	120	7	4	49	498	4989	49896	498961	4989616	-	-
13	CUENCA DE VALENCIA	121	7	4	49	498	4989	49896	498962	4989622	-	-
14	CUENCA 4989618	127	7	4	49	498	4989	49896	498961	4989618	-	-
15	CUENCA DE COLASAY	128	7	4	49	498	4989	49896	498965	4989656	-	-
16	CUENCA 4989654	129	7	4	49	498	4989	49896	498965	4989654	-	-
17	CUENCA PALULIAN	132	7	4	49	498	4989	49896	498965	4989652	-	-
18	CUENCA QUEROMARCA	135	7	4	49	498	4989	49896	498965	4989658	-	-
19	CUENCA EL SAUCE	140	7	4	49	498	4989	49896	498966	4989662	-	-
20	CUENCA CALLAYUC	143	7	4	49	498	4989	49896	498964	4989644	-	-
21	CUENCA HUAYAQUIL	146	7	4	49	498	4989	49896	498964	4989649	-	-
22	CUENCA PALO QUEMADO	147	7	4	49	498	4989	49896	498964	4989648	-	-
23	CUENCA MOLLEBAMBA	149	7	4	49	498	4989	49896	498966	4989666	-	-
24	CUENCA DOÑA ANA	151	7	4	49	498	4989	49896	498966	4989668	-	-
25	CUENCA COLPAMAYO	153	7	4	49	498	4989	49896	498966	4989669	-	-
26	CUENCA 4989682	657	7	4	49	498	4989	49896	498968	4989682	-	-
27	CUENCA 4989684	659	7	4	49	498	4989	49896	498968	4989684	-	-
28	INTERCUENCA 4989689	662	7	4	49	498	4989	49896	498968	4989689	-	-
29	CUENCA 4989686	663	7	4	49	498	4989	49896	498968	4989686	-	-
30	CUENCA SAPOLACHE	11	9	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896999	498969992
31	CUENCA CHULUCANAS	17	9	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896999	498969998
32	CUENCA 49896999	18	9	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896999	498969999
33	CUENCA ANGOSTIRA	11	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896998	-
34	CUENCA SAUCE CHICO	13	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896996	-
35	CUENCA SHUMAYA	15	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896994	-
36	CUENCA MUCUCUR	16	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896992	-
37	CUENCA TULUCE	20	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989697	49896978	-

38	CUENCA MAZIN	21	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989697	49896976	-
39	CUENCA CHALAN MACHE	24	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989697	49896974	-
40	CUENCA SALLIQUE	26	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989697	49896972	-
41	CUENCA CALUCÁ • N	38	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989664	49896642	-
42	CUENCA LAS CHONTAS	40	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989664	49896644	-
43	CUENCA CHONGOYAPITO	42	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989664	49896646	-
44	CUENCA LA LAJA	44	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989664	49896648	-
45	CUENCA AYRACA	45	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989664	49896649	-
46	CUENCA HUEREQUEQUE	56	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989694	49896942	-
47	CUENCA RINCÓN	58	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989694	49896944	-
48	CUENCA PIEDRA BLANCA	60	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989694	49896946	-
49	CUENCA CHUGUYO	62	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989694	49896948	-
50	CUENCA CONGONA	63	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989694	49896949	-
51	CUENCA RÍO EL PALTO	76	8	4	49	498	4989	49896	498963	4989638	49896384	-
52	CUENCA SADAMAYO	81	8	4	49	498	4989	49896	498963	4989638	49896389	-
53	CUENCA LOS BURROS	47	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989691	49896912	-
54	CUENCA HUABAL	49	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989691	49896914	-
55	CUENCA LAS CHONTAS	51	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989691	49896916	-
56	CUENCA TASAJERAS	53	8	4	49	498	4989	49896	498969	4989691	49896918	-
57	CUENCA CEDRO	83	8	4	49	498	4989	49896	498962	4989625	49896252	-
58	CUENCA SAMANGA	85	8	4	49	498	4989	49896	498962	4989625	49896254	-
59	CUENCA CHORRERA	87	8	4	49	498	4989	49896	498962	4989625	49896256	-
60	CUENCA TABACAL	89	8	4	49	498	4989	49896	498962	4989625	49896258	-
61	CUENCA SANTO DOMINGO	29	8	4	49	498	4989	49896	498966	4989667	49896672	-
62	CUENCA VEJALAN	31	8	4	49	498	4989	49896	498966	4989667	49896674	-
63	CUENCA TONDORAN	33	8	4	49	498	4989	49896	498966	4989667	49896676	-
64	CUENCA OLMOS	35	8	4	49	498	4989	49896	498966	4989667	49896678	-
65	CUENCA MANTA	65	8	4	49	498	4989	49896	498967	4989676	49896762	-
66	CUENCA ARTEZONES	71	8	4	49	498	4989	49896	498967	4989676	49896768	-
67	CUENCA ARABISCA	72	8	4	49	498	4989	49896	498967	4989676	49896769	-
68	CUENCA CHANTACO	6	9	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896995	498969956
69	CUENCA UNGUIO	8	9	4	49	498	4989	49896	498969	4989699	49896995	498969958

Fuente: Elaboración propia

**APÉNDICE B: PARÁMETROS FORMA, RELIEVE Y RED DE DRENAJE DE MICROCUENCAS ALTOANDINAS CUMPLEN CON EL CRITERIO DE INVESTIGACIÓN 20KM<sup>2</sup> A 200KM<sup>2</sup>, ALTITUD MEDIA MAYOR A 1,500 msnm**

N°	CUENCAS	Id UH	EMISOR		PARÁMETROS DE FORMA								PARÁMETROS DE RELIEVE		PARÁMETROS DE DRENAJE					
			ESTE	NORTE	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)	Factor de Forma(F)	COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc)	ALTITUD MEDIA (m.s.n.m)	Pendiente Cuenca (%)	Pendiente cauce principal (%)	Longitud de Máximo recorrido (Km)	Tiempo de Concentración (min)	Coefficiente de masividad (Km) <i>m.s.n.m./ Km<sup>2</sup></i>	Coefficiente Orográfico (Co)	N° orden Cuenca	Relación Confluencias Promedio	Relación Longitudes	Densidad Drenaje Km <sup>-1</sup>	Frecuencia Ríos (n°ríos/ Km <sup>2</sup> )
1	CUENCA UCHUPATA	83	675168	9400102	144.788	63.952	0.212	1.489	2581.67	46.50%	5.11%	26.145	154.20	0.018	0.046	4	1.684	1.087	0.753	0.767
2	CUENCA HUAMACA	86	677279	9369497	191.768	80.307	0.192	1.484	2342.31	50.31%	3.26%	31.593	212.20	0.012	0.029	5	1.644	0.981	0.774	0.870
3	CUENCA PIQUIJACA	89	679829	9358039	194.394	67.565	0.198	1.357	2330.49	50.32%	4.62%	31.344	184.30	0.012	0.028	4	1.673	0.952	0.770	0.859
4	CUENCA CAÑARIACO	96	692078	9343030	132.313	65.372	0.144	1.591	2780.5	44.72%	5.45%	30.361	168.80	0.021	0.058	3	1.611	1.059	0.812	0.884
5	CUENCA 4989632	97	737091	9337242	21.655	25.399	0.167	1.528	1743.94	45.72%	13.09%	11.396	56.60	0.081	0.140	3	4.688	1.948	0.806	0.924
6	CUENCA CHAUPE	99	703337	9335655	66.266	41.947	0.227	1.443	2056.76	51.37%	8.81%	17.092	90.10	0.031	0.064	3	1.600	0.996	0.725	0.694
7	CUENCA 4989672	108	709299	9330368	45.932	36.526	0.154	1.510	1958.57	51.11%	9.41%	17.272	88.60	0.043	0.084	2	1.067	0.817	0.661	0.675
8	ALTO HUAYLLABAMBA	110	708129	9376492	179.296	65.902	0.223	1.378	2787.13	55.69%	5.82%	28.363	156.10	0.016	0.043	4	1.658	0.990	0.711	0.630
9	CUENCA DE LA PAYCHA	111	708133	9376468	81.348	42.162	0.280	1.309	2636.54	58.21%	9.03%	17.035	89.00	0.032	0.085	3	1.626	1.000	0.690	0.701
10	CUENCA PURUNTA	113	716546	9366754	79.956	45.243	0.208	1.417	2274.11	58.81%	8.44%	19.603	101.80	0.028	0.065	4	2.233	1.327	0.702	0.638
11	CUENCA LANCHEMA	119	719597	9353660	158.427	59.449	0.340	1.322	2015.41	56.73%	6.00%	21.591	125.10	0.013	0.026	4	2.246	0.959	0.792	0.739
12	CUENCA ZONANGA	120	740579	9348277	72.289	40.484	0.135	1.333	1714.67	51.47%	7.61%	23.163	120.50	0.024	0.041	4	2.131	1.410	0.720	0.498
13	CUENCA DE VALENCIA	121	734453	9343693	107.977	57.142	0.148	1.540	1980.86	49.73%	6.58%	26.972	143.30	0.018	0.036	3	1.720	1.080	0.525	0.361
14	CUENCA 4989618	127	738542	9343361	37.213	29.067	0.226	1.334	1587.0	51.59%	10.81%	12.846	66.80	0.043	0.068	3	2.250	1.249	0.674	0.457
15	CUENCA DE COLASAY	128	718683	9332993	52.719	33.778	0.219	1.303	1984	45.95%	10.87%	15.498	77.11	0.038	0.075	4	1.800	1.348	0.745	0.759
16	CUENCA 4989654	129	727842	9333517	30.441	26.712	0.215	1.356	1791.14	45.45%	12.07%	11.911	60.40	0.059	0.105	3	1.600	1.054	0.800	0.756
17	CUENCA PALULIAN	132	727954	9333455	31.125	25.867	0.239	1.298	1787.89	49.17%	14.39%	11.405	54.60	0.057	0.103	3	1.666	1.224	0.692	0.675
18	CUENCA QUEROMARCA	135	716679	9331430	23.107	23.117	0.235	1.347	1849.92	42.90%	14.60%	9.923	48.80	0.080	0.148	2	1.250	0.916	0.534	0.389
19	CUENCA EL SAUCE	140	711591	9324168	165.340	70.802	0.177	1.542	2399.38	52.65%	6.77%	30.605	156.20	0.015	0.035	3	1.644	0.850	0.729	0.641
20	CUENCA CALLAYUC	143	733843	9323472	138.691	59.831	0.276	1.423	1847.04	43.98%	5.74%	22.429	131.00	0.013	0.025	4	2.274	1.035	0.743	0.786
21	CUENCA HUAYAQUIL	146	737367	9311367	48.337	32.071	0.245	1.292	2390.65	48.74%	10.79%	14.036	71.60	0.049	0.118	3	1.716	0.829	0.704	0.683
22	CUENCA PALO QUEMADO	147	737356	9311355	40.257	32.964	0.226	1.455	2180.59	46.63%	8.21%	13.334	76.50	0.054	0.118	3	1.625	0.768	0.731	0.720
23	CUENCA MOLLEBAMBA	149	725866	9299899	177.931	64.659	0.252	1.357	2335.67	37.94%	5.58%	26.576	150.90	0.013	0.031	4	1.932	0.956	0.737	0.635
24	CUENCA DOÑA ANA	151	754900	9276817	79.933	46.517	0.307	1.457	2703.99	22.84%	3.61%	16.138	121.60	0.034	0.091	4	1.956	0.918	0.935	0.738
25	CUENCA COLPAMAYO	153	754886	9276805	163.292	66.178	0.259	1.450	3038.64	22.34%	3.16%	25.126	179.90	0.019	0.057	4	1.823	0.858	0.761	0.349
26	CUENCA 4989682	657	681854	9337205	29.272	28.608	0.184	1.481	2637.81	39.35%	10.73%	12.624	66.20	0.090	0.238	3	1.750	1.597	0.485	0.307
27	CUENCA 4989684	659	680017	9332930	32.843	27.619	0.215	1.349	2727.4	49.25%	8.13%	12.359	72.40	0.083	0.226	3	1.786	0.998	0.759	0.700
28	INTERCUENCA 4989689	662	677915	9324580	40.441	27.542	0.350	1.213	3446.3	30.26%	6.34%	10.750	71.60	0.085	0.294	4	5.018	1.243	0.643	0.865
29	CUENCA 4989686	663	681779	9329889	43.722	32.070	0.241	1.358	3213.46	32.39%	8.76%	13.473	75.20	0.073	0.236	2	1.111	0.605	0.530	0.435



APÉNDICE C

**APÉNDICE C-1:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos cuenca sauce Chico. Altitud media: 2924m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	587.07	503.04	376.43	238.13	139.91
	5	97	497.27	425.97	317.95	201.46	118.52
	10	47	427.95	366.45	272.76	173.12	102.06
	15	31	386.18	330.63	245.51	156.09	92.12
	20	22	355.61	304.42	225.64	143.60	84.83
	25	17	331.15	283.41	209.70	133.61	79.01
	30	14	310.43	265.62	196.16	125.15	74.09
	40	10	275.84	235.91	173.64	111.00	65.86
	50	7	246.41	210.64	154.48	98.98	58.86
	60	5	219.54	187.60	136.93	88.00	52.47
	70	4	193.23	164.98	119.80	77.26	46.18
	75	4	179.65	153.34	110.95	71.73	42.96
	80	3	165.27	141.00	101.58	65.86	39.55
90	2	130.73	111.38	79.11	51.76	31.32	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	653.83	560.39	419.96	265.38	155.80
	5	195	564.08	483.31	361.48	228.72	134.42
	10	95	494.71	423.79	316.25	200.42	117.95
	15	62	452.94	387.93	289.04	183.34	108.02
	20	45	422.42	361.71	269.17	170.85	100.73
	25	35	397.96	340.71	253.18	160.87	94.91
	30	28	377.23	322.92	239.69	152.40	89.99
	40	20	342.60	293.25	217.12	138.30	81.76
	50	14	313.22	267.99	197.96	126.28	74.76
	60	11	286.30	244.90	180.46	115.30	68.37
	70	8	259.99	222.33	163.33	104.56	62.08
	75	7	246.41	210.64	154.48	98.98	58.86
	80	6	232.03	198.34	145.11	93.11	55.45
90	4	197.54	168.72	122.59	79.01	47.22	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	808.93	693.48	521.02	328.74	192.71
	5	975	719.17	616.41	462.49	292.07	171.32
	10	475	649.81	556.88	417.31	263.73	154.81
	15	308	608.03	521.02	390.10	246.69	144.88
	20	224	577.47	494.81	370.18	234.20	137.64
	25	174	553.01	473.80	354.24	224.22	131.82
	30	140	532.28	456.01	340.75	215.75	126.90
	40	98	497.70	426.35	318.19	201.60	118.62
	50	72	468.27	401.08	299.02	189.59	111.66
	60	55	441.39	377.99	281.52	178.61	105.23
	70	42	415.08	355.42	264.34	167.87	98.98
	75	36	401.51	343.78	255.50	162.33	95.76
	80	31	387.12	331.43	246.13	156.47	92.31
90	22	352.58	301.82	223.65	142.37	84.12	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	875.73	750.78	564.50	355.99	208.56
	5	1950	785.93	673.75	506.02	319.32	187.22
	10	949	716.57	614.18	460.84	291.03	170.71
	15	615	674.84	578.37	433.63	273.95	160.77
	20	448	644.27	552.15	413.71	261.50	153.53
	25	348	619.81	531.15	397.77	251.47	147.71
	30	280	599.09	513.36	384.28	243.00	142.75
	40	196	564.46	483.64	361.71	228.90	134.51
	50	144	535.07	458.42	342.55	216.89	127.51
	60	109	508.15	435.34	325.05	205.91	121.12
	70	83	481.84	412.77	307.87	195.17	114.88
	75	72	468.27	401.08	299.02	189.59	111.66
	80	62	453.88	388.73	289.66	183.72	108.21
90	43	419.39	359.11	267.18	169.62	100.02	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -2: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Artezones. Altitud media: 2511m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	504.15	431.99	323.26	204.50	120.15
	5	97	427.03	365.80	273.04	173.01	101.78
	10	47	367.51	314.69	234.24	148.67	87.64
	15	31	331.63	283.93	210.83	134.04	79.11
	20	22	305.38	261.42	193.77	123.32	72.85
	25	17	284.38	243.38	180.08	114.74	67.85
	30	14	266.58	228.10	168.46	107.47	63.63
	40	10	236.88	202.59	149.12	95.32	56.56
	50	7	211.61	180.89	132.66	85.00	50.55
	60	5	188.53	161.10	117.59	75.57	45.06
	70	4	165.94	141.68	102.88	66.35	39.66
	75	4	154.28	131.69	95.28	61.60	36.89
	80	3	141.92	121.08	87.23	56.56	33.97
90	2	112.26	95.65	67.94	44.45	26.90	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	561.48	481.23	360.64	227.90	133.80
	5	195	484.40	415.05	310.42	196.41	115.43
	10	95	424.84	363.93	271.58	172.11	101.29
	15	62	388.96	333.13	248.22	157.45	92.76
	20	45	362.75	310.62	231.15	146.72	86.50
	25	35	341.75	292.58	217.42	138.15	81.51
	30	28	323.95	277.31	205.84	130.87	77.28
	40	20	294.21	251.83	186.46	118.76	70.21
	50	14	268.98	230.13	170.00	108.44	64.20
	60	11	245.86	210.31	154.97	99.02	58.71
	70	8	223.27	190.93	140.26	89.79	53.31
	75	7	211.61	180.89	132.66	85.00	50.55
	80	6	199.25	170.33	124.62	79.96	47.62
90	4	169.63	144.89	105.28	67.85	40.55	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	694.67	595.53	447.43	282.30	165.49
	5	975	617.59	529.34	397.17	250.82	147.13
	10	475	558.03	478.23	358.37	226.48	132.94
	15	308	522.15	447.43	335.00	211.85	124.41
	20	224	495.90	424.92	317.90	201.12	118.20
	25	174	474.90	406.88	304.20	192.55	113.20
	30	140	457.10	391.60	292.62	185.28	108.97
	40	98	427.40	366.13	273.24	173.13	101.86
	50	72	402.13	344.43	256.79	162.81	95.89
	60	55	379.05	324.60	241.75	153.38	90.36
	70	42	356.46	305.22	227.01	144.16	85.00
	75	36	344.80	295.23	219.41	139.41	82.24
	80	31	332.44	284.62	211.36	134.37	79.27
90	22	302.78	259.19	192.06	122.26	72.24	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	752.04	644.73	484.77	305.71	179.10
	5	1950	674.92	578.59	434.55	274.22	160.78
	10	949	615.36	527.43	395.75	249.92	146.60
	15	615	579.52	496.67	372.38	235.25	138.06
	20	448	553.27	474.16	355.28	224.57	131.85
	25	348	532.27	456.12	341.59	215.95	126.85
	30	280	514.47	440.85	330.01	208.68	122.58
	40	196	484.73	415.33	310.62	196.57	115.51
	50	144	459.50	393.67	294.17	186.25	109.50
	60	109	436.38	373.85	279.14	176.83	104.02
	70	83	413.79	354.47	264.39	167.60	98.65
	75	72	402.13	344.43	256.79	162.81	95.89
	80	62	389.77	333.82	248.74	157.77	92.92
90	43	360.15	308.39	229.44	145.66	85.89	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.



APÉNDICE C

**APÉNDICE C -3:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Huayaquil. Altitud media: 2391m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	480.06	411.34	307.81	194.72	114.40
	5	97	406.62	348.32	259.99	164.74	96.92
	10	47	349.94	299.65	223.04	141.56	83.45
	15	31	315.78	270.36	200.76	127.64	75.33
	20	22	290.79	248.93	184.51	117.42	69.37
	25	17	270.79	231.75	171.47	109.26	64.61
	30	14	253.84	217.20	160.41	102.33	60.59
	40	10	225.56	192.90	141.99	90.77	53.86
	50	7	201.49	172.24	126.32	80.94	48.13
	60	5	179.52	153.40	111.97	71.96	42.91
	70	4	158.01	134.91	97.96	63.18	37.76
	75	4	146.90	125.39	90.73	58.65	35.13
	80	3	135.14	115.29	83.07	53.86	32.34
90	2	106.90	91.07	64.69	42.33	25.61	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	534.65	458.24	343.41	217.01	127.40
	5	195	461.25	395.21	295.59	187.02	109.92
	10	95	404.54	346.54	258.60	163.89	96.45
	15	62	370.37	317.21	236.35	149.92	88.33
	20	45	345.42	295.78	220.10	139.71	82.37
	25	35	325.42	278.60	207.03	131.54	77.61
	30	28	308.47	264.05	196.00	124.62	73.59
	40	20	280.15	239.80	177.55	113.09	66.86
	50	14	256.12	219.14	161.88	103.26	61.13
	60	11	234.11	200.26	147.56	94.29	55.91
	70	8	212.60	181.80	133.56	85.50	50.76
	75	7	201.49	172.24	126.32	80.94	48.13
	80	6	189.73	162.19	118.66	76.14	45.34
90	4	161.53	137.97	100.24	64.61	38.61	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	661.47	567.07	426.05	268.81	157.58
	5	975	588.08	504.04	378.19	238.83	140.09
	10	475	531.36	455.37	341.24	215.65	126.59
	15	308	497.20	426.05	318.99	201.73	118.47
	20	224	472.20	404.61	302.71	191.51	112.55
	25	174	452.20	387.43	289.67	183.35	107.79
	30	140	435.25	372.89	278.64	176.42	103.76
	40	98	406.97	348.63	260.19	164.86	96.99
	50	72	382.91	327.97	244.52	155.03	91.31
	60	55	360.93	309.09	230.20	146.05	86.05
	70	42	339.42	290.63	216.16	137.27	80.94
	75	36	328.32	281.12	208.92	132.74	78.31
	80	31	316.56	271.02	201.26	127.95	75.48
90	22	288.31	246.80	182.88	116.42	68.79	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	716.10	613.92	461.60	291.10	170.54
	5	1950	642.67	550.94	413.78	261.11	153.09
	10	949	585.95	502.23	376.83	237.98	139.59
	15	615	551.83	472.94	354.59	224.01	131.47
	20	448	526.83	451.50	338.30	213.84	125.55
	25	348	506.83	434.33	325.26	205.63	120.79
	30	280	489.88	419.78	314.23	198.71	116.73
	40	196	461.56	395.48	295.78	187.18	109.99
	50	144	437.54	374.86	280.11	177.35	104.27
	60	109	415.52	355.98	265.80	168.38	99.04
	70	83	394.01	337.53	251.75	159.59	93.94
	75	72	382.91	327.97	244.52	155.03	91.31
	80	62	371.15	317.87	236.86	150.23	88.48
90	43	342.94	293.65	218.48	138.70	81.79	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

**APÉNDICE C -4:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Rincón. Altitud media: 2119m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	425.45	364.55	272.80	172.57	101.39
	5	97	360.37	308.70	230.42	146.00	85.89
	10	47	310.14	265.56	197.67	125.46	73.96
	15	31	279.86	239.60	177.92	113.12	66.76
	20	22	257.71	220.61	163.52	104.06	61.48
	25	17	239.98	205.39	151.96	96.83	57.26
	30	14	224.96	192.49	142.16	90.69	53.70
	40	10	199.90	170.96	125.84	80.44	47.73
	50	7	178.57	152.65	111.95	71.73	42.65
	60	5	159.10	135.95	99.23	63.78	38.03
	70	4	140.03	119.56	86.82	55.99	33.47
	75	4	130.19	111.13	80.41	51.98	31.13
	80	3	119.77	102.18	73.62	47.73	28.66
90	2	94.74	80.71	57.33	37.51	22.70	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	473.83	406.11	304.34	192.32	112.91
	5	195	408.78	350.25	261.96	165.75	97.41
	10	95	358.52	307.12	229.18	145.24	85.48
	15	62	328.24	281.13	209.47	132.87	78.28
	20	45	306.12	262.13	195.06	123.81	73.00
	25	35	288.40	246.91	183.48	116.58	68.78
	30	28	273.38	234.02	173.70	110.44	65.22
	40	20	248.28	212.52	157.35	100.22	59.25
	50	14	226.99	194.21	143.46	91.51	54.18
	60	11	207.48	177.47	130.77	83.56	49.55
	70	8	188.41	161.12	118.36	75.78	44.99
	75	7	178.57	152.65	111.95	71.73	42.65
	80	6	168.15	143.74	105.16	67.48	40.19
90	4	143.15	122.27	88.84	57.26	34.22	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	586.22	502.56	377.58	238.23	139.66
	5	975	521.18	446.70	335.17	211.66	124.16
	10	475	470.91	403.57	302.42	191.12	112.19
	15	308	440.64	377.58	282.70	178.78	104.99
	20	224	418.49	358.58	268.27	169.73	99.74
	25	174	400.76	343.36	256.71	162.49	95.53
	30	140	385.74	330.47	246.94	156.35	91.96
	40	98	360.68	308.97	230.59	146.10	85.96
	50	72	339.35	290.66	216.70	137.39	80.92
	60	55	319.87	273.93	204.01	129.44	76.26
	70	42	300.81	257.57	191.57	121.65	71.73
	75	36	290.97	249.14	185.16	117.64	69.40
	80	31	280.54	240.19	178.37	113.39	66.90
90	22	255.51	218.72	162.08	103.17	60.96	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	634.64	544.08	409.09	257.98	151.14
	5	1950	569.56	488.26	366.71	231.41	135.68
	10	949	519.29	445.09	333.97	210.91	123.71
	15	615	489.05	419.14	314.25	198.53	116.51
	20	448	466.90	400.14	299.81	189.51	111.26
	25	348	449.17	384.92	288.26	182.24	107.05
	30	280	434.15	372.03	278.49	176.10	103.45
	40	196	409.06	350.49	262.13	165.89	97.48
	50	144	387.76	332.22	248.25	157.18	92.41
	60	109	368.25	315.48	235.56	149.22	87.78
	70	83	349.19	299.13	223.11	141.44	83.25
	75	72	339.35	290.66	216.70	137.39	80.92
	80	62	328.93	281.71	209.91	133.14	78.42
90	43	303.93	260.25	193.62	122.92	72.48	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -5: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Palulian. Altitud media: 1788m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	358.99	307.61	230.18	145.61	85.55
	5	97	304.08	260.48	194.42	123.19	72.47
	10	47	261.69	224.08	166.79	105.86	62.41
	15	31	236.14	202.18	150.13	95.45	56.33
	20	22	217.45	186.15	137.98	87.81	51.88
	25	17	202.50	173.30	128.23	81.70	48.32
	30	14	189.82	162.42	119.95	76.53	45.31
	40	10	168.67	144.26	106.18	67.87	40.27
	50	7	150.68	128.81	94.46	60.53	35.99
	60	5	134.24	114.72	83.73	53.81	32.09
	70	4	118.16	100.89	73.26	47.25	28.24
	75	4	109.85	93.77	67.85	43.86	26.27
	80	3	101.06	86.22	62.12	40.27	24.19
90	2	79.94	68.11	48.37	31.65	19.15	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	399.81	342.67	256.80	162.28	95.27
	5	195	344.93	295.54	221.04	139.86	82.20
	10	95	302.51	259.14	193.38	122.56	72.13
	15	62	276.97	237.21	176.75	112.11	66.05
	20	45	258.31	221.19	164.59	104.47	61.60
	25	35	243.35	208.34	154.82	98.37	58.04
	30	28	230.68	197.46	146.57	93.19	55.03
	40	20	209.50	179.32	132.77	84.57	49.99
	50	14	191.53	163.87	121.05	77.22	45.71
	60	11	175.07	149.75	110.35	70.51	41.81
	70	8	158.98	135.95	99.87	63.94	37.96
	75	7	150.68	128.81	94.46	60.53	35.99
	80	6	141.88	121.28	88.73	56.94	33.91
90	4	120.79	103.17	74.96	48.32	28.87	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	494.65	424.06	318.60	201.02	117.84
	5	975	439.77	376.93	282.81	178.60	104.76
	10	475	397.35	340.53	255.18	161.27	94.67
	15	308	371.81	318.60	238.54	150.85	88.59
	20	224	353.12	302.57	226.36	143.21	84.16
	25	174	338.16	289.73	216.61	137.11	80.60
	30	140	325.49	278.85	208.37	131.93	77.60
	40	98	304.34	260.71	194.57	123.28	72.53
	50	72	286.34	245.26	182.85	115.93	68.28
	60	55	269.91	231.14	172.15	109.22	64.34
	70	42	253.82	217.34	161.64	102.65	60.53
	75	36	245.52	210.22	156.23	99.27	58.56
	80	31	236.72	202.67	150.50	95.68	56.45
90	22	215.60	184.56	136.76	87.06	51.44	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	535.50	459.09	345.19	217.68	127.53
	5	1950	480.59	411.99	309.43	195.26	114.48
	10	949	438.18	375.57	281.80	177.96	104.39
	15	615	412.66	353.67	265.16	167.52	98.31
	20	448	393.97	337.64	252.98	159.91	93.88
	25	348	379.01	324.79	243.23	153.77	90.33
	30	280	366.34	313.91	234.99	148.59	87.29
	40	196	345.16	295.74	221.19	139.97	82.25
	50	144	327.19	280.32	209.47	132.62	77.97
	60	109	310.73	266.20	198.76	125.91	74.07
	70	83	294.64	252.40	188.26	119.34	70.25
	75	72	286.34	245.26	182.85	115.93	68.28
	80	62	277.55	237.71	177.12	112.34	66.17
90	43	256.45	219.59	163.38	103.72	61.16	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -6: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Colasay. Altitud media: 1984m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	398.34	341.33	255.42	161.58	94.93
	5	97	337.41	289.03	215.74	136.70	80.42
	10	47	290.38	248.64	185.08	117.47	69.25
	15	31	262.03	224.34	166.59	105.91	62.51
	20	22	241.29	206.55	153.10	97.43	57.56
	25	17	224.69	192.30	142.28	90.66	53.61
	30	14	210.63	180.23	133.10	84.91	50.27
	40	10	187.16	160.07	117.82	75.31	44.69
	50	7	167.20	142.93	104.82	67.16	39.94
	60	5	148.96	127.29	92.91	59.71	35.60
	70	4	131.11	111.95	81.29	52.43	31.33
	75	4	121.90	104.05	75.28	48.67	29.15
	80	3	112.14	95.67	68.93	44.69	26.84
90	2	88.70	75.57	53.68	35.12	21.25	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	443.64	380.23	284.95	180.07	105.72
	5	195	382.74	327.94	245.27	155.19	91.21
	10	95	335.67	287.55	214.58	135.99	80.03
	15	62	307.33	263.22	196.12	124.40	73.29
	20	45	286.62	245.43	182.64	115.93	68.35
	25	35	270.02	231.18	171.79	109.15	64.40
	30	28	255.96	219.11	162.64	103.41	61.06
	40	20	232.46	198.98	147.32	93.84	55.47
	50	14	212.53	181.83	134.32	85.68	50.72
	60	11	194.26	166.17	122.44	78.24	46.39
	70	8	176.41	150.85	110.82	70.95	42.12
	75	7	167.20	142.93	104.82	67.16	39.94
	80	6	157.44	134.58	98.46	63.18	37.63
90	4	134.03	114.48	83.18	53.61	32.04	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	548.87	470.54	353.52	223.06	130.76
	5	975	487.97	418.25	313.81	198.18	116.25
	10	475	440.91	377.86	283.15	178.95	105.04
	15	308	412.56	353.52	264.69	167.39	98.30
	20	224	391.82	335.74	251.18	158.91	93.39
	25	174	375.23	321.49	240.36	152.14	89.44
	30	140	361.17	309.41	231.21	146.39	86.10
	40	98	337.70	289.29	215.90	136.79	80.48
	50	72	317.73	272.14	202.89	128.64	75.76
	60	55	299.49	256.48	191.02	121.19	71.40
	70	42	281.64	241.16	179.36	113.90	67.16
	75	36	272.43	233.26	173.36	110.15	64.98
	80	31	262.67	224.89	167.00	106.17	62.63
90	22	239.24	204.79	151.75	96.60	57.08	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	594.20	509.42	383.03	241.55	141.51
	5	1950	533.27	457.15	343.35	216.67	127.03
	10	949	486.21	416.74	312.69	197.47	115.83
	15	615	457.89	392.43	294.23	185.88	109.09
	20	448	437.15	374.65	280.71	177.44	104.18
	25	348	420.56	360.39	269.89	170.63	100.23
	30	280	406.50	348.32	260.75	164.88	96.86
	40	196	383.00	328.16	245.43	155.32	91.27
	50	144	363.06	311.05	232.43	147.16	86.52
	60	109	344.79	295.38	220.55	139.71	82.19
	70	83	326.94	280.07	208.90	132.43	77.95
	75	72	317.73	272.14	202.89	128.64	75.76
	80	62	307.97	263.76	196.54	124.66	73.42
90	43	284.57	243.67	181.29	115.09	67.87	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

**APÉNDICE C -7:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca De La Paycha. Altitud media: 2637m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	529.45	453.67	339.48	214.76	126.17
	5	97	448.46	384.16	286.74	181.69	106.89
	10	47	385.95	330.48	245.99	156.13	92.04
	15	31	348.27	298.18	221.41	140.77	83.08
	20	22	320.71	274.54	203.49	129.50	76.51
	25	17	298.65	255.59	189.11	120.50	71.26
	30	14	279.96	239.55	176.91	112.86	66.82
	40	10	248.77	212.75	156.60	100.10	59.40
	50	7	222.22	189.97	139.32	89.27	53.08
	60	5	197.99	169.19	123.49	79.37	47.32
	70	4	174.26	148.79	108.04	69.68	41.65
	75	4	162.02	138.29	100.06	64.69	38.74
	80	3	149.05	127.16	91.61	59.40	35.67
90	2	117.90	100.44	71.34	46.68	28.25	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	589.66	505.38	378.74	239.34	140.51
	5	195	508.71	435.87	326.00	206.27	121.23
	10	95	446.16	382.19	285.21	180.75	106.38
	15	62	408.48	349.85	260.67	165.35	97.42
	20	45	380.96	326.21	242.75	154.08	90.84
	25	35	358.90	307.27	228.33	145.08	85.60
	30	28	340.21	291.22	216.17	137.44	81.16
	40	20	308.97	264.47	195.81	124.72	73.73
	50	14	282.47	241.68	178.53	113.89	67.42
	60	11	258.20	220.86	162.74	103.99	61.66
	70	8	234.47	200.51	147.30	94.30	55.98
	75	7	222.22	189.97	139.32	89.27	53.08
	80	6	209.25	178.87	130.87	83.97	50.01
90	4	178.15	152.16	110.56	71.26	42.58	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	729.53	625.41	469.88	296.47	173.79
	5	975	648.58	555.90	417.10	263.40	154.51
	10	475	586.03	502.22	376.35	237.84	139.62
	15	308	548.35	469.88	351.81	222.48	130.66
	20	224	520.79	446.24	333.85	211.22	124.13
	25	174	498.73	427.30	319.47	202.21	118.88
	30	140	480.04	411.25	307.31	194.57	114.44
	40	98	448.84	384.50	286.96	181.82	106.97
	50	72	422.30	361.71	269.67	170.98	100.70
	60	55	398.07	340.89	253.89	161.08	94.90
	70	42	374.34	320.54	238.40	151.39	89.27
	75	36	362.10	310.04	230.42	146.40	86.36
	80	31	349.13	298.90	221.97	141.11	83.25
90	22	317.98	272.19	201.70	128.39	75.87	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	789.78	677.09	509.09	321.05	188.09
	5	1950	708.79	607.62	456.35	287.98	168.84
	10	949	646.24	553.90	415.60	262.46	153.95
	15	615	608.60	521.60	391.07	247.06	144.99
	20	448	581.04	497.96	373.11	235.84	138.46
	25	348	558.98	479.01	358.73	226.79	133.22
	30	280	540.29	462.97	346.56	219.15	128.74
	40	196	509.05	436.17	326.21	206.44	121.31
	50	144	482.55	413.43	308.93	195.60	115.00
	60	109	458.27	392.61	293.14	185.70	109.23
	70	83	434.55	372.25	277.65	176.01	103.60
	75	72	422.30	361.71	269.67	170.98	100.70
	80	62	409.33	350.58	261.23	165.69	97.59
90	43	378.23	323.86	240.96	152.97	90.20	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

**APÉNDICE C -8:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Huabal. Altitud media: 2025m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	406.57	348.38	260.69	164.92	96.89
	5	97	344.38	295.00	220.19	139.52	82.08
	10	47	296.38	253.78	188.90	119.89	70.68
	15	31	267.44	228.98	170.03	108.10	63.80
	20	22	246.28	210.82	156.27	99.45	58.75
	25	17	229.34	196.27	145.22	92.53	54.72
	30	14	214.98	183.95	135.85	86.67	51.31
	40	10	191.03	163.38	120.25	76.87	45.61
	50	7	170.65	145.88	106.98	68.55	40.76
	60	5	152.04	129.92	94.83	60.95	36.34
	70	4	133.82	114.26	82.97	53.51	31.98
	75	4	124.42	106.20	76.84	49.67	29.75
	80	3	114.46	97.65	70.35	45.61	27.39
90	2	90.54	77.13	54.79	35.85	21.69	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	452.81	388.09	290.84	183.79	107.90
	5	195	390.65	334.71	250.34	158.40	93.09
	10	95	342.61	293.49	219.01	138.80	81.69
	15	62	313.68	268.66	200.17	126.97	74.81
	20	45	292.54	250.50	186.41	118.32	69.76
	25	35	275.60	235.96	175.34	111.41	65.73
	30	28	261.25	223.63	166.00	105.54	62.32
	40	20	237.27	203.09	150.37	95.78	56.62
	50	14	216.92	185.59	137.10	87.46	51.77
	60	11	198.27	169.60	124.97	79.85	47.35
	70	8	180.05	153.97	113.11	72.42	42.99
	75	7	170.65	145.88	106.98	68.55	40.76
	80	6	160.69	137.36	100.50	64.49	38.40
90	4	136.80	116.85	84.90	54.72	32.70	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	560.22	480.27	360.83	227.67	133.46
	5	975	498.06	426.89	320.30	202.27	118.65
	10	475	450.02	385.67	289.00	182.64	107.21
	15	308	421.09	360.83	270.16	170.85	100.33
	20	224	399.92	342.68	256.37	162.20	95.32
	25	174	382.98	328.13	245.33	155.28	91.29
	30	140	368.63	315.81	235.99	149.42	87.88
	40	98	344.68	295.26	220.36	139.62	82.15
	50	72	324.29	277.77	207.09	131.30	77.33
	60	55	305.68	261.78	194.96	123.70	72.87
	70	42	287.46	246.15	183.07	116.26	68.55
	75	36	278.06	238.08	176.94	112.42	66.32
	80	31	268.10	229.53	170.45	108.36	63.93
90	22	244.18	209.02	154.89	98.60	58.26	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	606.48	519.95	390.94	246.54	144.44
	5	1950	544.29	466.60	350.44	221.14	129.66
	10	949	496.26	425.35	319.15	201.55	118.22
	15	615	467.36	400.54	300.31	189.72	111.34
	20	448	446.19	382.39	286.51	181.10	106.33
	25	348	429.25	367.84	275.47	174.16	102.30
	30	280	414.90	355.52	266.13	168.29	98.86
	40	196	390.91	334.94	250.50	158.53	93.16
	50	144	370.56	317.48	237.23	150.20	88.31
	60	109	351.92	301.49	225.11	142.60	83.88
	70	83	333.70	285.86	213.21	135.16	79.56
	75	72	324.29	277.77	207.09	131.30	77.33
	80	62	314.33	269.21	200.60	127.23	74.94
90	43	290.45	248.70	185.04	117.47	69.27	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -9: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca 4989618. Altitud media: 1587m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	318.63	273.03	204.31	129.25	75.93
	5	97	269.89	231.19	172.57	109.34	64.33
	10	47	232.27	198.89	148.04	93.96	55.39
	15	31	209.60	179.45	133.25	84.72	50.00
	20	22	193.01	165.22	122.47	77.94	46.04
	25	17	179.73	153.82	113.81	72.52	42.88
	30	14	168.48	144.17	106.47	67.92	40.21
	40	10	149.71	128.04	94.24	60.24	35.75
	50	7	133.74	114.33	83.84	53.72	31.95
	60	5	119.15	101.82	74.32	47.76	28.48
	70	4	104.88	89.54	65.02	41.93	25.06
	75	4	97.51	83.23	60.22	38.93	23.32
	80	3	89.70	76.53	55.13	35.75	21.47
90	2	70.95	60.45	42.94	28.09	17.00	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	354.87	304.15	227.93	144.04	84.56
	5	195	306.15	262.32	196.19	124.14	72.96
	10	95	268.51	230.01	171.64	108.78	64.02
	15	62	245.83	210.55	156.88	99.51	58.63
	20	45	229.27	196.32	146.09	92.73	54.67
	25	35	215.99	184.92	137.41	87.31	51.51
	30	28	204.74	175.26	130.09	82.71	48.84
	40	20	185.95	159.16	117.84	75.06	44.37
	50	14	170.00	145.45	107.44	68.54	40.57
	60	11	155.39	132.92	97.94	62.58	37.11
	70	8	141.11	120.67	88.65	56.75	33.69
	75	7	133.74	114.33	83.84	53.72	31.95
	80	6	125.93	107.65	78.76	50.54	30.10
90	4	107.21	91.57	66.54	42.88	25.63	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	439.04	376.39	282.78	178.42	104.59
	5	975	390.33	334.55	251.02	158.52	92.99
	10	475	352.68	302.25	226.49	143.14	84.02
	15	308	330.01	282.78	211.73	133.89	78.63
	20	224	313.42	268.56	200.92	127.11	74.70
	25	174	300.14	257.16	192.26	121.70	71.54
	30	140	288.90	247.50	184.94	117.10	68.87
	40	98	270.12	231.40	172.70	109.42	64.38
	50	72	254.15	217.69	162.30	102.90	60.60
	60	55	239.57	205.15	152.79	96.94	57.11
	70	42	225.29	192.91	143.47	91.11	53.72
	75	36	217.92	186.59	138.67	88.11	51.98
	80	31	210.11	179.89	133.59	84.92	50.10
90	22	191.36	163.81	121.39	77.27	45.66	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	475.30	407.48	306.38	193.21	113.20
	5	1950	426.56	365.68	274.64	173.31	101.61
	10	949	388.92	333.35	250.12	157.96	92.65
	15	615	366.27	313.91	235.35	148.68	87.26
	20	448	349.68	299.68	224.54	141.93	83.33
	25	348	336.40	288.28	215.89	136.49	80.17
	30	280	325.16	278.62	208.57	131.89	77.48
	40	196	306.36	262.50	196.32	124.24	73.01
	50	144	290.41	248.81	185.92	117.72	69.21
	60	109	275.80	236.28	176.42	111.76	65.74
	70	83	261.52	224.03	167.10	105.93	62.35
	75	72	254.15	217.69	162.30	102.90	60.60
	80	62	246.34	210.98	157.21	99.71	58.73
90	43	227.62	194.91	145.01	92.06	54.29	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -10: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Santo Domingo. Altitud media: 2271m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	455.96	390.70	292.36	184.95	108.66
	5	97	386.22	330.84	246.94	156.47	92.05
	10	47	332.38	284.61	211.85	134.46	79.26
	15	31	299.93	256.79	190.68	121.23	71.55
	20	22	276.19	236.43	175.25	111.53	65.89
	25	17	257.20	220.12	162.87	103.78	61.37
	30	14	241.10	206.30	152.36	97.20	57.55
	40	10	214.24	183.22	134.86	86.21	51.15
	50	7	191.38	163.60	119.98	76.88	45.71
	60	5	170.51	145.70	106.35	68.35	40.75
	70	4	150.08	128.14	93.04	60.01	35.87
	75	4	139.53	119.10	86.17	55.71	33.37
	80	3	128.36	109.51	78.90	51.15	30.72
90	2	101.53	86.50	61.44	40.20	24.33	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	507.81	435.24	326.17	206.12	121.01
	5	195	438.10	375.38	280.75	177.64	104.40
	10	95	384.23	329.15	245.62	155.66	91.61
	15	62	351.78	301.29	224.49	142.40	83.89
	20	45	328.08	280.94	209.06	132.70	78.24
	25	35	309.08	264.62	196.64	124.94	73.72
	30	28	292.99	250.80	186.16	118.36	69.89
	40	20	266.09	227.76	168.63	107.41	63.50
	50	14	243.27	208.14	153.75	98.08	58.06
	60	11	222.36	190.21	140.16	89.55	53.10
	70	8	201.93	172.68	126.85	81.21	48.21
	75	7	191.38	163.60	119.98	76.88	45.71
	80	6	180.21	154.05	112.70	72.32	43.07
90	4	153.42	131.04	95.21	61.37	36.67	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	628.27	538.61	404.66	255.32	149.67
	5	975	558.56	478.75	359.21	226.84	133.06
	10	475	504.69	432.52	324.11	204.83	120.24
	15	308	472.24	404.66	302.98	191.60	112.52
	20	224	448.50	384.31	287.51	181.90	106.90
	25	174	429.51	367.99	275.13	174.15	102.38
	30	140	413.41	354.17	264.66	167.57	98.56
	40	98	386.55	331.13	247.13	156.58	92.13
	50	72	363.69	311.51	232.24	147.25	86.72
	60	55	342.82	293.58	218.65	138.72	81.73
	70	42	322.39	276.05	205.31	130.38	76.88
	75	36	311.84	267.01	198.44	126.08	74.38
	80	31	300.67	257.42	191.16	121.52	71.69
90	22	273.84	234.41	173.71	110.57	65.34	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	680.16	583.11	438.44	276.49	161.98
	5	1950	610.41	523.29	393.02	248.01	145.41
	10	949	556.54	477.02	357.92	226.03	132.59
	15	615	524.13	449.20	336.79	212.77	124.87
	20	448	500.39	428.84	321.32	203.10	119.25
	25	348	481.39	412.53	308.94	195.31	114.73
	30	280	465.30	398.71	298.46	188.74	110.87
	40	196	438.40	375.63	280.94	177.78	104.47
	50	144	415.58	356.05	266.05	168.45	99.03
	60	109	394.67	338.11	252.46	159.93	94.07
	70	83	374.24	320.59	239.12	151.58	89.22
	75	72	363.69	311.51	232.24	147.25	86.72
	80	62	352.52	301.92	224.97	142.69	84.04
90	43	325.73	278.91	207.51	131.74	77.68	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.



APÉNDICE C

APÉNDICE C -11: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Tuluce. Altitud media: 2505m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	502.95	430.96	322.49	204.01	119.86
	5	97	426.01	364.93	272.39	172.59	101.54
	10	47	366.63	313.94	233.68	148.31	87.43
	15	31	330.84	283.25	210.33	133.72	78.92
	20	22	304.65	260.80	193.31	123.02	72.68
	25	17	283.70	242.80	179.65	114.47	67.69
	30	14	265.94	227.56	168.05	107.21	63.48
	40	10	236.31	202.10	148.76	95.09	56.42
	50	7	211.10	180.46	132.34	84.80	50.42
	60	5	188.08	160.72	117.31	75.39	44.95
	70	4	165.54	141.34	102.63	66.19	39.56
	75	4	153.91	131.37	95.05	61.45	36.80
	80	3	141.59	120.79	87.03	56.42	33.89
90	2	112.00	95.42	67.77	44.34	26.83	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	560.14	480.08	359.78	227.36	133.48
	5	195	483.25	414.05	309.68	195.94	115.16
	10	95	423.82	363.06	270.93	171.70	101.05
	15	62	388.03	332.34	247.62	157.07	92.54
	20	45	361.89	309.88	230.60	146.37	86.30
	25	35	340.93	291.89	216.90	137.82	81.31
	30	28	323.18	276.64	205.35	130.56	77.10
	40	20	293.51	251.23	186.01	118.48	70.04
	50	14	268.33	229.58	169.59	108.19	64.04
	60	11	245.27	209.80	154.60	98.78	58.57
	70	8	222.73	190.47	139.92	89.58	53.18
	75	7	211.10	180.46	132.34	84.80	50.42
	80	6	198.78	169.92	124.32	79.77	47.51
90	4	169.23	144.54	105.02	67.69	40.45	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	693.01	594.11	446.36	281.63	165.09
	5	975	616.12	528.08	396.22	250.22	146.77
	10	475	556.69	477.08	357.51	225.94	132.63
	15	308	520.90	446.36	334.20	211.34	124.12
	20	224	494.72	423.90	317.14	200.64	117.91
	25	174	473.76	405.91	303.48	192.09	112.93
	30	140	456.01	390.67	291.93	184.83	108.71
	40	98	426.38	365.25	272.59	172.72	101.62
	50	72	401.16	343.61	256.17	162.42	95.66
	60	55	378.14	323.83	241.18	153.02	90.15
	70	42	355.60	304.49	226.46	143.81	84.80
	75	36	343.97	294.52	218.88	139.07	82.04
	80	31	331.65	283.94	210.86	134.05	79.08
90	22	302.06	258.57	191.60	121.97	72.07	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	750.24	643.19	483.61	304.98	178.67
	5	1950	673.31	577.20	433.51	273.56	160.39
	10	949	613.89	526.17	394.80	249.32	146.25
	15	615	578.14	495.49	371.49	234.69	137.73
	20	448	551.95	473.03	354.43	224.03	131.53
	25	348	531.00	455.03	340.77	215.44	126.55
	30	280	513.24	439.79	329.22	208.18	122.29
	40	196	483.57	414.34	309.88	196.10	115.24
	50	144	458.40	392.73	293.47	185.81	109.24
	60	109	435.33	372.95	278.47	176.40	103.77
	70	83	412.80	353.62	263.75	167.20	98.42
	75	72	401.16	343.61	256.17	162.42	95.66
	80	62	388.84	333.03	248.15	157.39	92.70
90	43	359.29	307.65	228.90	145.31	85.69	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -12: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Chorrera. Altitud media: 2054m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	412.40	353.37	264.43	167.28	98.28
	5	97	349.31	299.23	223.35	141.52	83.26
	10	47	300.62	257.41	191.61	121.61	71.69
	15	31	271.27	232.25	172.46	109.65	64.71
	20	22	249.80	213.84	158.50	100.87	59.59
	25	17	232.62	199.09	147.30	93.86	55.50
	30	14	218.06	186.59	137.80	87.91	52.05
	40	10	193.77	165.72	121.98	77.97	46.26
	50	7	173.09	147.97	108.52	69.53	41.35
	60	5	154.22	131.78	96.19	61.82	36.86
	70	4	135.74	115.89	84.15	54.27	32.44
	75	4	126.20	107.72	77.94	50.39	30.18
	80	3	116.09	99.04	71.36	46.26	27.79
90	2	91.83	78.24	55.57	36.36	22.00	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	459.29	393.65	295.00	186.42	109.45
	5	195	396.24	339.51	253.92	160.66	94.42
	10	95	347.52	297.70	222.15	140.79	82.86
	15	62	318.17	272.50	203.04	128.79	75.88
	20	45	296.73	254.09	189.08	120.02	70.76
	25	35	279.55	239.33	177.85	113.00	66.67
	30	28	264.99	226.84	168.37	107.05	63.22
	40	20	240.66	206.00	152.52	97.15	57.43
	50	14	220.02	188.25	139.06	88.71	52.51
	60	11	201.11	172.03	126.76	81.00	48.03
	70	8	182.63	156.18	114.73	73.45	43.61
	75	7	173.09	147.97	108.52	69.53	41.35
	80	6	162.99	139.33	101.94	65.41	38.95
90	4	138.76	118.52	86.12	55.50	33.17	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	568.24	487.14	366.00	230.93	135.37
	5	975	505.19	433.00	324.88	205.17	120.35
	10	475	456.47	391.19	293.14	185.26	108.75
	15	308	427.12	366.00	274.03	173.29	101.77
	20	224	405.65	347.58	260.04	164.52	96.68
	25	174	388.47	332.83	248.84	157.51	92.60
	30	140	373.91	320.33	239.37	151.56	89.14
	40	98	349.61	299.49	223.51	141.62	83.32
	50	72	328.94	281.74	210.05	133.18	78.44
	60	55	310.06	265.52	197.76	125.47	73.92
	70	42	291.58	249.67	185.69	117.92	69.53
	75	36	282.04	241.49	179.48	114.03	67.27
	80	31	271.94	232.82	172.89	109.91	64.84
90	22	247.68	212.01	157.11	100.01	59.09	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	615.17	527.39	396.54	250.07	146.51
	5	1950	552.09	473.28	355.46	224.31	131.52
	10	949	503.36	431.44	323.72	204.44	119.92
	15	615	474.05	406.28	304.61	192.44	112.94
	20	448	452.58	387.87	290.62	183.70	107.85
	25	348	435.39	373.11	279.42	176.65	103.76
	30	280	420.84	360.61	269.94	170.70	100.27
	40	196	396.51	339.74	254.09	160.80	94.49
	50	144	375.87	322.03	240.63	152.35	89.57
	60	109	356.96	305.81	228.33	144.64	85.08
	70	83	338.48	289.95	216.27	137.10	80.70
	75	72	328.94	281.74	210.05	133.18	78.44
	80	62	318.84	273.07	203.47	129.06	76.01
90	43	294.61	252.26	187.69	119.15	70.26	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -13: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Mucucur. Altitud media: 2411m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	484.07	414.79	310.39	196.35	115.36
	5	97	410.03	351.23	262.17	166.12	97.73
	10	47	352.87	302.16	224.91	142.75	84.15
	15	31	318.42	272.62	202.44	128.70	75.96
	20	22	293.22	251.01	186.05	118.40	69.95
	25	17	273.05	233.69	172.91	110.17	65.15
	30	14	255.96	219.02	161.75	103.19	61.09
	40	10	227.45	194.52	143.18	91.52	54.31
	50	7	203.18	173.69	127.38	81.62	48.53
	60	5	181.02	154.69	112.90	72.56	43.27
	70	4	159.33	136.04	98.78	63.71	38.08
	75	4	148.13	126.44	91.49	59.14	35.42
	80	3	136.27	116.26	83.76	54.31	32.61
90	2	107.79	91.84	65.23	42.68	25.83	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	539.12	462.07	346.28	218.82	128.47
	5	195	465.11	398.52	298.06	188.59	110.84
	10	95	407.92	349.44	260.76	165.26	97.26
	15	62	373.47	319.87	238.33	151.18	89.07
	20	45	348.31	298.25	221.94	140.88	83.06
	25	35	328.14	280.93	208.76	132.64	78.26
	30	28	311.05	266.26	197.64	125.66	74.20
	40	20	282.49	241.80	179.03	114.03	67.41
	50	14	258.27	220.97	163.23	104.13	61.64
	60	11	236.07	201.93	148.80	95.07	56.37
	70	8	214.38	183.32	134.67	86.22	51.18
	75	7	203.18	173.69	127.38	81.62	48.53
	80	6	191.32	163.54	119.65	76.78	45.72
90	4	162.88	139.12	101.08	65.15	38.93	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	667.00	571.81	429.61	271.06	158.90
	5	975	593.00	508.26	381.35	240.83	141.27
	10	475	535.80	459.18	344.09	217.46	127.65
	15	308	501.36	429.61	321.66	203.41	119.46
	20	224	476.15	408.00	305.24	193.11	113.49
	25	174	455.98	390.68	292.09	184.88	108.69
	30	140	438.90	376.01	280.97	177.90	104.63
	40	98	410.38	351.55	262.36	166.23	97.81
	50	72	386.11	330.71	246.56	156.32	92.07
	60	55	363.95	311.67	232.13	147.27	86.76
	70	42	342.26	293.07	217.97	138.42	81.62
	75	36	331.06	283.47	210.67	133.85	78.96
	80	31	319.20	273.29	202.95	129.02	76.11
90	22	290.72	248.86	184.41	117.39	69.37	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	722.09	619.06	465.46	293.53	171.97
	5	1950	648.04	555.54	417.24	263.30	154.37
	10	949	590.85	506.43	379.99	239.97	140.76
	15	615	556.44	476.89	357.55	225.88	132.57
	20	448	531.24	455.28	341.13	215.62	126.60
	25	348	511.07	437.96	327.98	207.35	121.80
	30	280	493.98	423.29	316.86	200.37	117.70
	40	196	465.42	398.79	298.25	188.74	110.91
	50	144	441.20	378.00	282.45	178.84	105.14
	60	109	419.00	358.96	268.02	169.78	99.87
	70	83	397.31	340.35	253.86	160.93	94.72
	75	72	386.11	330.71	246.56	156.32	92.07
	80	62	374.25	320.53	238.84	151.49	89.22
90	43	345.81	296.11	220.31	139.86	82.47	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -14: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca 4989654. Altitud media: 1791m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	359.59	308.12	230.57	145.86	85.70
	5	97	304.59	260.91	194.75	123.40	72.60
	10	47	262.13	224.45	167.07	106.04	62.51
	15	31	236.54	202.52	150.38	95.61	56.43
	20	22	217.82	186.46	138.21	87.96	51.96
	25	17	202.84	173.59	128.44	81.84	48.40
	30	14	190.14	162.70	120.15	76.65	45.38
	40	10	168.96	144.50	106.36	67.99	40.34
	50	7	150.93	129.02	94.62	60.63	36.05
	60	5	134.47	114.91	83.87	53.90	32.14
	70	4	118.36	101.06	73.38	47.33	28.29
	75	4	110.04	93.93	67.96	43.93	26.31
	80	3	101.23	86.36	62.22	40.34	24.23
90	2	80.07	68.22	48.46	31.70	19.19	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	400.48	343.25	257.23	162.55	95.43
	5	195	345.51	296.04	221.41	140.09	82.33
	10	95	303.02	259.58	193.71	122.76	72.25
	15	62	277.43	237.61	177.04	112.30	66.16
	20	45	258.74	221.56	164.87	104.65	61.70
	25	35	243.76	208.69	155.08	98.53	58.14
	30	28	231.06	197.79	146.82	93.35	55.12
	40	20	209.85	179.62	132.99	84.71	50.08
	50	14	191.85	164.15	121.25	77.35	45.79
	60	11	175.36	150.00	110.53	70.63	41.88
	70	8	159.25	136.18	100.04	64.05	38.02
	75	7	150.93	129.02	94.62	60.63	36.05
	80	6	142.12	121.49	88.88	57.03	33.97
90	4	120.99	103.34	75.09	48.40	28.92	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	495.48	424.77	319.13	201.36	118.04
	5	975	440.50	377.56	283.29	178.90	104.94
	10	475	398.02	341.10	255.61	161.54	94.82
	15	308	372.43	319.13	238.94	151.10	88.74
	20	224	353.71	303.08	226.74	143.45	84.30
	25	174	338.73	290.21	216.98	137.34	80.74
	30	140	326.03	279.31	208.72	132.15	77.73
	40	98	304.85	261.14	194.89	123.49	72.65
	50	72	286.82	245.67	183.16	116.13	68.39
	60	55	270.36	231.53	172.43	109.40	64.45
	70	42	254.25	217.70	161.91	102.82	60.63
	75	36	245.93	210.57	156.50	99.43	58.66
	80	31	237.12	203.01	150.76	95.84	56.54
90	22	215.96	184.87	136.99	87.20	51.53	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	536.40	459.86	345.77	218.05	127.75
	5	1950	481.40	412.68	309.95	195.59	114.68
	10	949	438.91	376.20	282.27	178.26	104.56
	15	615	413.35	354.26	265.61	167.80	98.48
	20	448	394.63	338.20	253.41	160.18	94.04
	25	348	379.65	325.34	243.64	154.03	90.48
	30	280	366.95	314.44	235.38	148.84	87.43
	40	196	345.74	296.24	221.56	140.21	82.39
	50	144	327.74	280.79	209.82	132.85	78.10
	60	109	311.25	266.65	199.10	126.12	74.19
	70	83	295.14	252.83	188.58	119.54	70.36
	75	72	286.82	245.67	183.16	116.13	68.39
	80	62	278.01	238.10	177.42	112.53	66.28
90	43	256.88	219.96	163.65	103.90	61.26	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

**APÉNDICE C -15:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca las Chontas 1. Altitud media: 2215m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	444.72	381.07	285.15	180.39	105.98
	5	97	376.69	322.68	240.85	152.61	89.78
	10	47	324.19	277.59	206.63	131.14	77.31
	15	31	292.54	250.46	185.98	118.24	69.78
	20	22	269.38	230.60	170.93	108.78	64.26
	25	17	250.85	214.69	158.85	101.22	59.86
	30	14	235.16	201.21	148.60	94.80	56.13
	40	10	208.96	178.71	131.54	84.08	49.89
	50	7	186.66	159.57	117.02	74.98	44.59
	60	5	166.30	142.11	103.73	66.67	39.75
	70	4	146.38	124.98	90.75	58.53	34.98
	75	4	136.09	116.16	84.05	54.34	32.54
	80	3	125.19	106.81	76.95	49.89	29.96
90	2	99.03	84.37	59.93	39.21	23.73	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	495.29	424.51	318.13	201.03	118.03
	5	195	427.30	366.12	273.83	173.26	101.83
	10	95	374.76	321.03	239.56	151.82	89.35
	15	62	343.11	293.86	218.96	138.89	81.83
	20	45	319.99	274.01	203.90	129.42	76.31
	25	35	301.46	258.09	191.79	121.86	71.90
	30	28	285.76	244.62	181.57	115.45	68.17
	40	20	259.53	222.15	164.48	104.76	61.93
	50	14	237.27	203.01	149.96	95.66	56.63
	60	11	216.88	185.52	136.70	87.35	51.79
	70	8	196.95	168.42	123.72	79.21	47.02
	75	7	186.66	159.57	117.02	74.98	44.59
	80	6	175.77	150.25	109.93	70.54	42.01
90	4	149.64	127.81	92.87	59.86	35.77	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	612.78	525.33	394.69	249.03	145.98
	5	975	544.79	466.94	350.35	221.25	129.78
	10	475	492.25	421.85	316.12	199.78	117.27
	15	308	460.60	394.69	295.51	186.88	109.75
	20	224	437.44	374.83	280.42	177.42	104.26
	25	174	418.91	358.92	268.34	169.85	99.85
	30	140	403.22	345.44	258.13	163.44	96.13
	40	98	377.02	322.97	241.03	152.72	89.85
	50	72	354.72	303.83	226.52	143.62	84.59
	60	55	334.36	286.34	213.26	135.30	79.71
	70	42	314.44	269.24	200.25	127.17	74.98
	75	36	304.15	260.42	193.54	122.97	72.54
	80	31	293.25	251.07	186.45	118.53	69.93
90	22	267.09	228.63	169.42	107.85	63.73	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	663.39	568.73	427.62	269.67	157.99
	5	1950	595.36	510.38	383.32	241.89	141.82
	10	949	542.82	465.26	349.10	220.46	129.32
	15	615	511.21	438.13	328.49	207.52	121.79
	20	448	488.05	418.27	313.40	198.10	116.31
	25	348	469.52	402.36	301.32	190.50	111.90
	30	280	453.82	388.88	291.10	184.08	108.13
	40	196	427.59	366.37	274.01	173.40	101.90
	50	144	405.33	347.27	259.49	164.30	96.59
	60	109	384.94	329.78	246.23	155.98	91.75
	70	83	365.01	312.68	233.22	147.85	87.02
	75	72	354.72	303.83	226.52	143.62	84.59
	80	62	343.83	294.47	219.42	139.17	81.97
90	43	317.70	272.04	202.40	128.49	75.77	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

**APÉNDICE C -16:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Tasajeras. Altitud media: 2256m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	452.95	388.12	290.43	183.73	107.94
	5	97	383.67	328.65	245.31	155.44	91.44
	10	47	330.19	282.73	210.45	133.57	78.74
	15	31	297.95	255.10	189.42	120.43	71.07
	20	22	274.37	234.87	174.09	110.79	65.45
	25	17	255.50	218.66	161.79	103.09	60.96
	30	14	239.51	204.94	151.35	96.56	57.17
	40	10	212.82	182.01	133.97	85.64	50.81
	50	7	190.12	162.52	119.19	76.37	45.41
	60	5	169.38	144.74	105.65	67.90	40.48
	70	4	149.09	127.29	92.43	59.61	35.63
	75	4	138.61	118.31	85.60	55.34	33.15
	80	3	127.51	108.78	78.38	50.81	30.52
90	2	100.86	85.93	61.04	39.94	24.17	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	504.46	432.36	324.02	204.76	120.21
	5	195	435.21	372.90	278.90	176.46	103.71
	10	95	381.69	326.97	244.00	154.63	91.01
	15	62	349.46	299.30	223.01	141.46	83.34
	20	45	325.92	279.08	207.68	131.82	77.72
	25	35	307.04	262.87	195.34	124.12	73.23
	30	28	291.05	249.15	184.93	117.58	69.43
	40	20	264.33	226.26	167.52	106.70	63.08
	50	14	241.66	206.76	152.74	97.43	57.68
	60	11	220.89	188.95	139.23	88.96	52.75
	70	8	200.59	171.54	126.01	80.68	47.89
	75	7	190.12	162.52	119.19	76.37	45.41
	80	6	179.02	153.03	111.96	71.84	42.78
90	4	152.41	130.18	94.58	60.96	36.43	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	624.12	535.05	401.99	253.64	148.68
	5	975	554.87	475.59	356.83	225.34	132.18
	10	475	501.36	429.66	321.97	203.48	119.44
	15	308	469.12	401.99	300.98	190.34	111.78
	20	224	445.54	381.77	285.61	180.70	106.19
	25	174	426.67	365.56	273.31	173.00	101.70
	30	140	410.68	351.83	262.91	166.46	97.91
	40	98	383.99	328.95	245.50	155.55	91.52
	50	72	361.29	309.45	230.71	146.27	86.15
	60	55	340.55	291.64	217.20	137.81	81.19
	70	42	320.26	274.22	203.95	129.52	76.37
	75	36	309.78	265.24	197.13	125.25	73.89
	80	31	298.68	255.72	189.90	120.72	71.22
90	22	272.03	232.86	172.56	109.84	64.91	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	675.67	579.26	435.54	274.66	160.91
	5	1950	606.38	519.83	390.42	246.37	144.45
	10	949	552.87	473.87	355.56	224.54	131.71
	15	615	520.67	446.24	334.57	211.36	124.04
	20	448	497.09	426.01	319.20	201.76	118.46
	25	348	478.21	409.80	306.90	194.02	113.97
	30	280	462.22	396.08	296.49	187.49	110.14
	40	196	435.50	373.15	279.08	176.61	103.78
	50	144	412.83	353.70	264.30	167.34	98.38
	60	109	392.06	335.88	250.79	158.87	93.45
	70	83	371.77	318.47	237.54	150.58	88.63
	75	72	361.29	309.45	230.71	146.27	86.15
	80	62	350.19	299.92	223.48	141.75	83.49
90	43	323.58	277.07	206.14	130.87	77.17	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -17: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Chongoyapito. Altitud media: 2632m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	528.44	452.81	338.84	214.35	125.94
	5	97	447.61	383.43	286.20	181.34	106.69
	10	47	385.22	329.85	245.53	155.83	91.86
	15	31	347.61	297.61	220.99	140.50	82.92
	20	22	320.10	274.02	203.11	129.26	76.36
	25	17	298.08	255.11	188.75	120.27	71.12
	30	14	279.43	239.09	176.57	112.65	66.69
	40	10	248.29	212.35	156.30	99.91	59.28
	50	7	221.80	189.61	139.05	89.10	52.98
	60	5	197.61	168.87	123.25	79.22	47.23
	70	4	173.93	148.51	107.84	69.55	41.57
	75	4	161.71	138.03	99.87	64.56	38.67
	80	3	148.76	126.92	91.44	59.28	35.60
90	2	117.67	100.25	71.21	46.59	28.19	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	588.54	504.42	378.02	238.88	140.25
	5	195	507.75	435.05	325.38	205.88	121.00
	10	95	445.31	381.47	284.66	180.41	106.17
	15	62	407.70	349.19	260.18	165.03	97.23
	20	45	380.23	325.59	242.29	153.79	90.67
	25	35	358.22	306.68	227.89	144.80	85.43
	30	28	339.56	290.67	215.76	137.18	81.00
	40	20	308.39	263.97	195.44	124.49	73.59
	50	14	281.94	241.22	178.19	113.67	67.29
	60	11	257.71	220.44	162.43	103.79	61.54
	70	8	234.03	200.13	147.02	94.12	55.88
	75	7	221.80	189.61	139.05	89.10	52.98
	80	6	208.86	178.53	130.62	83.82	49.91
90	4	177.81	151.87	110.35	71.12	42.50	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	728.14	624.23	468.99	295.91	173.46
	5	975	647.35	554.85	416.31	262.90	154.21
	10	475	584.92	501.27	375.63	237.39	139.35
	15	308	547.31	468.99	351.15	222.06	130.41
	20	224	519.80	445.40	333.22	210.82	123.89
	25	174	497.78	426.49	318.86	201.83	118.65
	30	140	479.13	410.47	306.73	194.21	114.22
	40	98	447.99	383.77	286.41	181.47	106.77
	50	72	421.50	361.03	269.16	170.65	100.51
	60	55	397.31	340.24	253.40	160.77	94.72
	70	42	373.63	319.93	237.94	151.11	89.10
	75	36	361.41	309.45	229.98	146.12	86.20
	80	31	348.46	298.34	221.55	140.84	83.09
90	22	317.37	271.68	201.32	128.15	75.72	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	788.28	675.80	508.13	320.44	187.73
	5	1950	707.45	606.47	455.49	287.43	168.52
	10	949	645.01	552.85	414.82	261.96	153.66
	15	615	607.45	520.61	390.33	246.59	144.72
	20	448	579.93	497.01	372.40	235.39	138.20
	25	348	557.92	478.10	358.05	226.36	132.96
	30	280	539.26	462.09	345.91	218.74	128.49
	40	196	508.09	435.34	325.59	206.05	121.08
	50	144	481.64	412.64	308.34	195.23	114.78
	60	109	457.41	391.86	292.59	185.35	109.03
	70	83	433.73	371.55	277.13	175.68	103.41
	75	72	421.50	361.03	269.16	170.65	100.51
	80	62	408.56	349.91	260.73	165.37	97.40
90	43	377.51	323.25	240.50	152.68	90.03	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

**APÉNDICE C -18:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Purpunta. Altitud media: 2274m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	456.57	391.22	292.75	185.19	108.81
	5	97	386.73	331.28	247.27	156.68	92.17
	10	47	332.82	284.99	212.13	134.64	79.37
	15	31	300.33	257.13	190.94	121.39	71.64
	20	22	276.56	236.75	175.48	111.68	65.98
	25	17	257.54	220.41	163.08	103.91	61.45
	30	14	241.42	206.57	152.56	97.33	57.62
	40	10	214.52	183.47	135.04	86.32	51.22
	50	7	191.63	163.82	120.14	76.98	45.77
	60	5	170.73	145.90	106.49	68.44	40.81
	70	4	150.28	128.31	93.17	60.09	35.91
	75	4	139.71	119.26	86.29	55.78	33.41
	80	3	128.53	109.65	79.00	51.22	30.76
90	2	101.67	86.62	61.52	40.25	24.36	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	508.49	435.81	326.60	206.39	121.17
	5	195	438.68	375.87	281.12	177.87	104.54
	10	95	384.74	329.58	245.95	155.87	91.73
	15	62	352.25	301.69	224.79	142.58	84.01
	20	45	328.52	281.31	209.33	132.87	78.34
	25	35	309.49	264.97	196.90	125.11	73.81
	30	28	293.38	251.13	186.41	118.52	69.99
	40	20	266.44	228.06	168.86	107.56	63.58
	50	14	243.59	208.41	153.95	98.21	58.14
	60	11	222.65	190.46	140.34	89.67	53.17
	70	8	202.19	172.90	127.02	81.32	48.28
	75	7	191.63	163.82	120.14	76.98	45.77
	80	6	180.45	154.25	112.85	72.41	43.13
90	4	153.62	131.21	95.34	61.45	36.72	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	629.10	539.32	405.20	255.66	149.87
	5	975	559.30	479.38	359.68	227.14	133.24
	10	475	505.36	433.09	324.54	205.10	120.40
	15	308	472.87	405.20	303.38	191.85	112.67
	20	224	449.10	384.81	287.89	182.14	107.04
	25	174	430.07	368.48	275.49	174.38	102.51
	30	140	413.96	354.64	265.01	167.79	98.69
	40	98	387.06	331.57	247.45	156.79	92.25
	50	72	364.17	311.92	232.55	147.44	86.84
	60	55	343.27	293.96	218.94	138.91	81.83
	70	42	322.81	276.41	205.58	130.55	76.98
	75	36	312.25	267.36	198.70	126.25	74.48
	80	31	301.07	257.76	191.41	121.68	71.79
90	22	274.20	234.72	173.94	110.72	65.42	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	681.06	583.88	439.01	276.85	162.20
	5	1950	611.22	523.98	393.53	248.34	145.60
	10	949	557.28	477.65	358.39	226.33	132.76
	15	615	524.82	449.80	337.24	213.05	125.03
	20	448	501.05	429.41	321.75	203.37	119.40
	25	348	482.03	413.07	309.34	195.57	114.88
	30	280	465.91	399.24	298.86	188.98	111.01
	40	196	438.98	376.13	281.31	178.02	104.61
	50	144	416.13	356.52	266.40	168.67	99.17
	60	109	395.19	338.56	252.79	160.14	94.20
	70	83	374.73	321.01	239.43	151.78	89.34
	75	72	364.17	311.92	232.55	147.44	86.84
	80	62	352.99	302.32	225.27	142.88	84.15
90	43	326.16	279.28	207.79	131.91	77.79	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.



APÉNDICE C

APÉNDICE C -19: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca Manta. Altitud media: 2177m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	437.09	374.53	280.26	177.30	104.16
	5	97	370.23	317.14	236.72	149.99	88.24
	10	47	318.62	272.83	203.08	128.89	75.98
	15	31	287.52	246.16	182.79	116.21	68.59
	20	22	264.76	226.65	168.00	106.91	63.16
	25	17	246.55	211.01	156.12	99.48	58.83
	30	14	231.12	197.76	146.05	93.17	55.16
	40	10	205.37	175.64	129.28	82.64	49.04
	50	7	183.46	156.83	115.01	73.69	43.82
	60	5	163.45	139.67	101.95	65.52	39.07
	70	4	143.87	122.83	89.19	57.52	34.38
	75	4	133.76	114.17	82.61	53.40	31.99
	80	3	123.05	104.98	75.63	49.04	29.45
90	2	97.33	82.92	58.90	38.54	23.32	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	486.80	417.22	312.67	197.59	116.00
	5	195	419.97	359.84	269.13	170.29	100.08
	10	95	368.33	315.52	235.45	149.22	87.82
	15	62	337.22	288.82	215.20	136.50	80.42
	20	45	314.50	269.31	200.40	127.20	75.00
	25	35	296.29	253.67	188.50	119.77	70.66
	30	28	280.86	240.42	178.46	113.46	67.00
	40	20	255.08	218.33	161.65	102.97	60.87
	50	14	233.20	199.52	147.39	94.02	55.66
	60	11	213.16	182.33	134.35	85.85	50.90
	70	8	193.57	165.53	121.60	77.85	46.22
	75	7	183.46	156.83	115.01	73.69	43.82
	80	6	172.75	147.67	108.04	69.33	41.29
90	4	147.07	125.62	91.27	58.83	35.16	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	602.27	516.32	387.91	244.75	143.48
	5	975	535.44	458.93	344.34	217.45	127.56
	10	475	483.80	414.62	310.70	196.35	115.26
	15	308	452.70	387.91	290.44	183.67	107.86
	20	224	429.94	368.40	275.61	174.37	102.47
	25	174	411.73	352.76	263.74	166.94	98.14
	30	140	396.30	339.51	253.70	160.63	94.48
	40	98	370.55	317.43	236.90	150.10	88.31
	50	72	348.64	298.62	222.63	141.15	83.13
	60	55	328.63	281.42	209.60	132.98	78.34
	70	42	309.04	264.62	196.81	124.98	73.69
	75	36	298.93	255.96	190.22	120.86	71.30
	80	31	288.22	246.76	183.25	116.49	68.73
90	22	262.51	224.71	166.52	106.00	62.63	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	652.01	558.97	420.29	265.04	155.28
	5	1950	585.15	501.63	376.75	237.74	139.39
	10	949	533.51	457.28	343.11	216.68	127.10
	15	615	502.44	430.61	322.85	203.96	119.70
	20	448	479.68	411.09	308.02	194.70	114.31
	25	348	461.47	395.45	296.15	187.23	109.98
	30	280	446.04	382.21	286.11	180.92	106.28
	40	196	420.25	360.09	269.31	170.43	100.15
	50	144	398.38	341.31	255.04	161.48	94.94
	60	109	378.33	324.12	242.01	153.31	90.18
	70	83	358.75	307.32	229.22	145.31	85.53
	75	72	348.64	298.62	222.63	141.15	83.13
	80	62	337.93	289.42	215.66	136.78	80.56
90	43	312.25	267.37	198.92	126.29	74.47	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -20: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca las Chontas 2. Altitud media: 2393m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	480.46	411.69	308.07	194.89	114.50
	5	97	406.96	348.61	260.21	164.88	97.00
	10	47	350.24	299.90	223.23	141.68	83.52
	15	31	316.05	270.59	200.93	127.74	75.39
	20	22	291.03	249.14	184.66	117.52	69.43
	25	17	271.01	231.94	171.61	109.35	64.67
	30	14	254.05	217.38	160.54	102.42	60.64
	40	10	225.75	193.07	142.11	90.84	53.90
	50	7	201.66	172.39	126.43	81.01	48.17
	60	5	179.67	153.53	112.06	72.02	42.94
	70	4	158.14	135.02	98.04	63.23	37.79
	75	4	147.03	125.50	90.80	58.70	35.16
	80	3	135.25	115.39	83.14	53.90	32.37
90	2	106.99	91.15	64.74	42.36	25.63	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	535.09	458.62	343.69	217.19	127.51
	5	195	461.64	395.54	295.83	187.18	110.01
	10	95	404.87	346.83	258.82	164.03	96.53
	15	62	370.68	317.48	236.55	150.05	88.40
	20	45	345.71	296.03	220.29	139.82	82.44
	25	35	325.69	278.83	207.20	131.65	77.68
	30	28	308.73	264.28	196.16	124.72	73.65
	40	20	280.38	240.00	177.69	113.18	66.91
	50	14	256.34	219.32	162.01	103.35	61.18
	60	11	234.30	200.42	147.68	94.36	55.95
	70	8	212.78	181.95	133.67	85.57	50.80
	75	7	201.66	172.39	126.43	81.01	48.17
	80	6	189.89	162.32	118.76	76.20	45.38
90	4	161.66	138.08	100.33	64.67	38.64	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	662.02	567.54	426.40	269.04	157.71
	5	975	588.57	504.47	378.50	239.03	140.21
	10	475	531.80	455.75	341.53	215.83	126.70
	15	308	497.61	426.40	319.26	201.89	118.57
	20	224	472.60	404.95	302.96	191.67	112.64
	25	174	452.58	387.76	289.91	183.50	107.88
	30	140	435.62	373.20	278.87	176.57	103.85
	40	98	407.31	348.92	260.40	164.99	97.08
	50	72	383.23	328.24	244.72	155.16	91.38
	60	55	361.23	309.35	230.39	146.17	86.12
	70	42	339.71	290.88	216.34	137.38	81.01
	75	36	328.59	281.35	209.10	132.85	78.37
	80	31	316.82	271.25	201.43	128.05	75.55
90	22	288.55	247.01	183.04	116.51	68.85	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	716.70	614.44	461.99	291.34	170.69
	5	1950	643.21	551.40	414.13	261.33	153.22
	10	949	586.44	502.65	377.15	238.18	139.71
	15	615	552.29	473.33	354.88	224.20	131.58
	20	448	527.27	451.88	338.58	214.01	125.65
	25	348	507.25	434.69	325.53	205.81	120.89
	30	280	490.29	420.13	314.50	198.87	116.82
	40	196	461.95	395.81	296.03	187.34	110.09
	50	144	437.90	375.17	280.34	177.50	104.35
	60	109	415.87	356.28	266.02	168.52	99.13
	70	83	394.34	337.81	251.96	159.73	94.02
	75	72	383.23	328.24	244.72	155.16	91.38
	80	62	371.46	318.14	237.05	150.36	88.56
90	43	343.23	293.90	218.66	138.82	81.86	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -21: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca las Chaupe. Altitud media: 2057m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	413.00	353.88	264.81	167.52	98.42
	5	97	349.82	299.66	223.67	141.73	83.38
	10	47	301.06	257.79	191.89	121.79	71.80
	15	31	271.67	232.59	172.71	109.81	64.81
	20	22	250.17	214.15	158.74	101.02	59.68
	25	17	232.96	199.38	147.52	94.00	55.59
	30	14	218.38	186.86	138.00	88.04	52.12
	40	10	194.05	165.96	122.16	78.09	46.33
	50	7	173.35	148.18	108.67	69.63	41.41
	60	5	154.44	131.97	96.33	61.91	36.91
	70	4	135.94	116.06	84.28	54.35	32.49
	75	4	126.38	107.88	78.05	50.46	30.22
	80	3	116.26	99.19	71.46	46.33	27.83
90	2	91.97	78.35	55.65	36.41	22.03	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	459.96	394.23	295.44	186.69	109.61
	5	195	396.82	340.00	254.30	160.90	94.56
	10	95	348.03	298.13	222.48	140.99	82.98
	15	62	318.64	272.90	203.34	128.98	75.99
	20	45	297.17	254.46	189.36	120.19	70.86
	25	35	279.96	239.68	178.11	113.17	66.77
	30	28	265.38	227.17	168.62	107.21	63.31
	40	20	241.02	206.30	152.74	97.29	57.52
	50	14	220.35	188.53	139.26	88.84	52.59
	60	11	201.41	172.28	126.95	81.12	48.10
	70	8	182.90	156.41	114.90	73.56	43.67
	75	7	173.35	148.18	108.67	69.63	41.41
	80	6	163.23	139.53	102.08	65.50	39.01
90	4	138.96	118.69	86.24	55.59	33.22	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	569.07	487.86	366.53	231.26	135.57
	5	975	505.93	433.63	325.36	205.47	120.52
	10	475	457.13	391.76	293.57	185.53	108.91
	15	308	427.74	366.53	274.43	173.55	101.92
	20	224	406.24	348.09	260.42	164.76	96.83
	25	174	389.03	333.31	249.20	157.74	92.73
	30	140	374.45	320.80	239.72	151.78	89.27
	40	98	350.12	299.93	223.84	141.83	83.44
	50	72	329.42	282.16	210.36	133.37	78.55
	60	55	310.51	265.91	198.04	125.65	74.03
	70	42	292.01	250.04	185.96	118.09	69.63
	75	36	282.45	241.85	179.74	114.20	67.37
	80	31	272.34	233.16	173.15	110.07	64.94
90	22	248.04	212.32	157.34	100.15	59.18	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	616.07	528.16	397.12	250.43	146.72
	5	1950	552.89	473.98	355.98	224.64	131.71
	10	949	504.10	432.07	324.19	204.73	120.09
	15	615	474.74	406.87	305.06	192.72	113.10
	20	448	453.24	388.43	291.04	183.97	108.01
	25	348	436.03	373.66	279.83	176.91	103.92
	30	280	421.45	361.14	270.34	170.95	100.42
	40	196	397.09	340.24	254.46	161.03	94.63
	50	144	376.42	322.50	240.98	152.58	89.70
	60	109	357.48	306.25	228.67	144.86	85.21
	70	83	338.97	290.38	216.58	137.30	80.82
	75	72	329.42	282.16	210.36	133.37	78.55
	80	62	319.30	273.47	203.77	129.24	76.12
90	43	295.04	252.63	187.96	119.33	70.36	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -22: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca las Palo Quemado. Altitud media: 2181m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	437.89	375.22	280.78	177.62	104.36
	5	97	370.91	317.73	237.16	150.27	88.40
	10	47	319.21	273.33	203.45	129.13	76.12
	15	31	288.05	246.62	183.13	116.43	68.71
	20	22	265.25	227.06	168.30	107.11	63.28
	25	17	247.00	211.39	156.41	99.66	58.94
	30	14	231.55	198.13	146.32	93.35	55.27
	40	10	205.75	175.96	129.52	82.79	49.13
	50	7	183.80	157.12	115.23	73.83	43.90
	60	5	163.75	139.93	102.13	65.64	39.14
	70	4	144.13	123.06	89.36	57.63	34.44
	75	4	134.00	114.38	82.76	53.50	32.04
	80	3	123.27	105.17	75.77	49.13	29.50
90	2	97.51	83.08	59.01	38.61	23.36	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	487.69	417.99	313.25	197.95	116.21
	5	195	420.74	360.50	269.63	170.60	100.26
	10	95	369.01	316.10	235.89	149.49	87.98
	15	62	337.84	289.35	215.59	136.75	80.57
	20	45	315.08	269.80	200.77	127.44	75.14
	25	35	296.83	254.13	188.84	119.99	70.79
	30	28	281.38	240.86	178.79	113.67	67.12
	40	20	255.54	218.74	161.95	103.16	60.98
	50	14	233.63	199.89	147.66	94.19	55.76
	60	11	213.55	182.67	134.60	86.00	51.00
	70	8	193.93	165.83	121.83	77.99	46.30
	75	7	183.80	157.12	115.23	73.83	43.90
	80	6	173.07	147.94	108.24	69.45	41.36
90	4	147.34	125.85	91.44	58.94	35.22	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	603.37	517.26	388.63	245.20	143.74
	5	975	536.43	459.77	344.97	217.85	127.79
	10	475	484.69	415.38	311.27	196.71	115.47
	15	308	453.53	388.63	290.98	184.01	108.06
	20	224	430.73	369.08	276.12	174.69	102.66
	25	174	412.48	353.41	264.23	167.25	98.32
	30	140	397.03	340.14	254.17	160.93	94.65
	40	98	371.23	318.01	237.33	150.38	88.48
	50	72	349.28	299.16	223.04	141.41	83.29
	60	55	329.23	281.94	209.98	133.22	78.49
	70	42	309.61	265.11	197.17	125.21	73.83
	75	36	299.48	256.43	190.57	121.08	71.43
	80	31	288.75	247.22	183.59	116.71	68.85
90	22	262.99	225.12	166.82	106.19	62.75	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	653.21	560.00	421.06	265.53	155.56
	5	1950	586.22	502.55	377.44	238.18	139.65
	10	949	534.49	458.12	343.74	217.08	127.33
	15	615	503.36	431.40	323.44	204.34	119.92
	20	448	480.56	411.85	308.59	195.05	114.52
	25	348	462.32	396.18	296.69	187.57	110.18
	30	280	446.86	382.91	286.64	181.26	106.47
	40	196	421.02	360.75	269.80	170.74	100.33
	50	144	399.11	341.94	255.51	161.78	95.11
	60	109	379.03	324.71	242.45	153.59	90.35
	70	83	359.41	307.88	229.64	145.58	85.69
	75	72	349.28	299.16	223.04	141.41	83.29
	80	62	338.55	289.95	216.05	137.04	80.71
90	43	312.82	267.86	199.29	126.52	74.61	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -23: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca las Doña Ana. Altitud media: 2704m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	542.90	465.19	348.11	220.21	129.38
	5	97	459.86	393.92	294.03	186.30	109.60
	10	47	395.76	338.88	252.24	160.10	94.38
	15	31	357.12	305.75	227.04	144.34	85.19
	20	22	328.86	281.51	208.66	132.79	78.45
	25	17	306.23	262.09	193.92	123.56	73.07
	30	14	287.07	245.64	181.40	115.73	68.52
	40	10	255.09	218.16	160.58	102.65	60.91
	50	7	227.87	194.79	142.86	91.53	54.43
	60	5	203.02	173.48	126.62	81.38	48.52
	70	4	178.69	152.57	110.79	71.45	42.70
	75	4	166.13	141.81	102.60	66.33	39.73
	80	3	152.83	130.39	93.94	60.91	36.58
90	2	120.89	103.00	73.16	47.87	28.97	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	604.64	518.22	388.36	245.42	144.08
	5	195	521.64	446.95	334.28	211.51	124.31
	10	95	457.49	391.90	292.45	185.34	109.08
	15	62	418.86	358.74	267.29	169.55	99.89
	20	45	390.64	334.50	248.92	158.00	93.15
	25	35	368.02	315.07	234.13	148.76	87.77
	30	28	348.85	298.62	221.66	140.93	83.22
	40	20	316.82	271.19	200.79	127.89	75.61
	50	14	289.65	247.82	183.07	116.78	69.13
	60	11	264.76	226.47	166.88	106.63	63.22
	70	8	240.43	205.60	151.04	96.70	57.41
	75	7	227.87	194.79	142.86	91.53	54.43
	80	6	214.57	183.42	134.19	86.11	51.28
90	4	182.67	156.03	113.37	73.07	43.67	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	748.06	641.30	481.82	304.00	178.21
	5	975	665.06	570.03	427.70	270.09	158.43
	10	475	600.92	514.99	385.91	243.89	143.16
	15	308	562.28	481.82	360.75	228.13	133.97
	20	224	534.02	457.58	342.33	216.58	127.28
	25	174	511.40	438.15	327.59	207.35	121.90
	30	140	492.23	421.70	315.12	199.52	117.35
	40	98	460.25	394.27	294.25	186.44	109.69
	50	72	433.03	370.90	276.53	175.32	103.26
	60	55	408.18	349.55	260.34	165.17	97.31
	70	42	383.85	328.68	244.45	155.24	91.53
	75	36	371.30	317.92	236.27	150.12	88.56
	80	31	358.00	306.50	227.61	144.69	85.36
90	22	326.06	279.11	206.83	131.66	77.79	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	809.84	694.29	522.03	329.21	192.87
	5	1950	726.80	623.06	467.95	295.30	173.13
	10	949	662.66	567.97	426.16	269.13	157.86
	15	615	624.06	534.85	401.01	253.34	148.68
	20	448	595.80	510.61	382.59	241.83	141.98
	25	348	573.18	491.18	367.84	232.55	136.60
	30	280	554.01	474.73	355.37	224.72	132.01
	40	196	521.99	447.25	334.50	211.68	124.39
	50	144	494.81	423.93	316.78	200.57	117.92
	60	109	469.92	402.58	300.59	190.42	112.01
	70	83	445.59	381.71	284.71	180.49	106.23
	75	72	433.03	370.90	276.53	175.32	103.26
	80	62	419.73	359.48	267.86	169.90	100.07
90	43	387.84	332.09	247.08	156.86	92.50	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

APÉNDICE C -24: Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca las Angostira. Altitud media: 3101m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	622.61	533.49	399.22	252.55	148.38
	5	97	527.37	451.75	337.20	213.66	125.70
	10	47	453.86	388.63	289.28	183.60	108.23
	15	31	409.55	350.64	260.37	165.54	97.70
	20	22	377.14	322.85	239.30	152.29	89.97
	25	17	351.20	300.57	222.39	141.70	83.80
	30	14	329.22	281.70	208.04	132.72	78.58
	40	10	292.54	250.19	184.15	117.72	69.85
	50	7	261.33	223.39	163.83	104.97	62.42
	60	5	232.83	198.96	145.22	93.33	55.65
	70	4	204.93	174.97	127.05	81.94	48.97
	75	4	190.53	162.63	117.67	76.07	45.56
	80	3	175.27	149.53	107.73	69.85	41.95
90	2	138.64	118.12	83.90	54.89	33.22	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	693.41	594.31	445.38	281.45	165.24
	5	195	598.22	512.57	383.36	242.56	142.56
	10	95	524.66	449.44	335.39	212.55	125.09
	15	62	480.35	411.41	306.54	194.44	114.56
	20	45	447.99	383.61	285.46	181.19	106.83
	25	35	422.05	361.33	268.50	170.61	100.66
	30	28	400.07	342.46	254.20	161.62	95.44
	40	20	363.34	311.00	230.27	146.67	86.71
	50	14	332.18	284.21	209.94	133.93	79.28
	60	11	303.63	259.72	191.38	122.28	72.51
	70	8	275.73	235.79	173.21	110.89	65.83
	75	7	261.33	223.39	163.83	104.97	62.42
	80	6	246.07	210.35	153.90	98.75	58.81
90	4	209.49	178.93	130.01	83.80	50.08	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	857.89	735.46	552.56	348.64	204.37
	5	975	762.71	653.72	490.49	309.75	181.69
	10	475	689.14	590.59	442.57	279.69	164.18
	15	308	644.84	552.56	413.72	261.63	153.65
	20	224	612.42	524.76	392.59	248.38	145.97
	25	174	586.48	502.48	375.68	237.79	139.80
	30	140	564.50	483.62	361.38	228.81	134.58
	40	98	527.82	452.15	337.45	213.81	125.80
	50	72	496.61	425.36	317.12	201.06	118.42
	60	55	468.11	400.87	298.56	189.42	111.60
	70	42	440.21	376.94	280.34	178.03	104.97
	75	36	425.81	364.59	270.96	172.16	101.56
	80	31	410.56	351.50	261.03	165.94	97.90
90	22	373.93	320.09	237.19	150.99	89.22	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	928.74	796.22	598.67	377.54	221.18
	5	1950	833.51	714.53	536.65	338.65	198.55
	10	949	759.95	651.36	488.73	308.64	181.04
	15	615	715.69	613.38	459.88	290.53	170.50
	20	448	683.27	585.58	438.76	277.33	162.83
	25	348	657.33	563.30	421.85	266.70	156.66
	30	280	635.35	544.43	407.55	257.71	151.39
	40	196	598.62	512.92	383.61	242.76	142.66
	50	144	567.46	486.17	363.29	230.02	135.23
	60	109	538.91	461.69	344.72	218.37	128.46
	70	83	511.01	437.75	326.51	206.98	121.83
	75	72	496.61	425.36	317.12	201.06	118.42
	80	62	481.36	412.26	307.19	194.84	114.76
90	43	444.78	380.85	283.36	179.89	106.08	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE C

**APÉNDICE C-25:** Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos  
Cuenca las Cedro. Altitud media: 1820m.s.n.m.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)				
5	2	247	365.41	313.11	234.30	148.22	87.08
	5	97	309.52	265.14	197.90	125.40	73.77
	10	47	266.37	228.09	169.78	107.76	63.52
	15	31	240.37	205.80	152.82	97.16	57.34
	20	22	221.34	189.48	140.45	89.38	52.80
	25	17	206.12	176.40	130.52	83.17	49.18
	30	14	193.22	165.33	122.10	77.89	46.12
	40	10	171.69	146.84	108.08	69.09	40.99
	50	7	153.37	131.11	96.15	61.61	36.64
	60	5	136.65	116.77	85.23	54.78	32.66
	70	4	120.27	102.69	74.57	48.09	28.74
	75	4	111.82	95.45	69.06	44.65	26.74
	80	3	102.87	87.76	63.23	40.99	24.62
90	2	81.37	69.32	49.24	32.22	19.50	
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	406.97	348.80	261.40	165.18	96.98
	5	195	351.10	300.83	225.00	142.36	83.67
	10	95	307.93	263.78	196.84	124.75	73.42
	15	62	281.92	241.46	179.91	114.12	67.23
	20	45	262.93	225.14	167.54	106.34	62.70
	25	35	247.70	212.07	157.59	100.13	59.08
	30	28	234.80	201.00	149.19	94.86	56.01
	40	20	213.25	182.53	135.15	86.08	50.89
	50	14	194.96	166.80	123.22	78.60	46.53
	60	11	178.20	152.43	112.32	71.77	42.56
	70	8	161.83	138.38	101.66	65.08	38.64
	75	7	153.37	131.11	96.15	61.61	36.64
	80	6	144.42	123.45	90.32	57.96	34.52
90	4	122.95	105.02	76.30	49.18	29.39	
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	503.50	431.65	324.30	204.62	119.95
	5	975	447.64	383.67	287.87	181.79	106.64
	10	475	404.46	346.62	259.75	164.15	96.36
	15	308	378.46	324.30	242.81	153.55	90.18
	20	224	359.44	307.99	230.42	145.78	85.67
	25	174	344.21	294.91	220.49	139.56	82.05
	30	140	331.31	283.84	212.10	134.29	78.98
	40	98	309.78	265.37	198.05	125.49	73.83
	50	72	291.47	249.65	186.12	118.01	69.50
	60	55	274.74	235.27	175.23	111.17	65.50
	70	42	258.36	221.23	164.54	104.49	61.61
	75	36	249.91	213.98	159.03	101.04	59.61
	80	31	240.96	206.30	153.20	97.39	57.46
90	22	219.46	187.86	139.21	88.61	52.36	
100	1	-	-	-	-	-	
100	2	4950	545.09	467.31	351.37	221.58	129.81
	5	1950	489.19	419.37	314.97	198.76	116.53
	10	949	446.02	382.29	286.84	181.15	106.26
	15	615	420.04	359.99	269.91	170.51	100.07
	20	448	401.02	343.68	257.51	162.77	95.56
	25	348	385.79	330.60	247.58	156.53	91.94
	30	280	372.89	319.53	239.19	151.25	88.85
	40	196	351.34	301.04	225.14	142.48	83.73
	50	144	333.05	285.34	213.22	135.00	79.37
	60	109	316.29	270.97	202.32	128.17	75.39
	70	83	299.92	256.92	191.63	121.48	71.50
	75	72	291.47	249.65	186.12	118.01	69.50
	80	62	282.51	241.96	180.29	114.35	67.35
90	43	261.04	223.52	166.30	105.58	62.26	
100	1	-	-	-	-	-	

N, es periodo de años consecutivos. J, incertidumbre. Tr, tiempo de retorno

Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE D

### APÉNDICE D: ANÁLISIS GRÁFICO

Mediante la representación gráfica de las curvas de Andrews se pretende la identificación e interpretación de microcuencas hidrológicas similares ya que facilitan la interpretación gráfica en grupos.

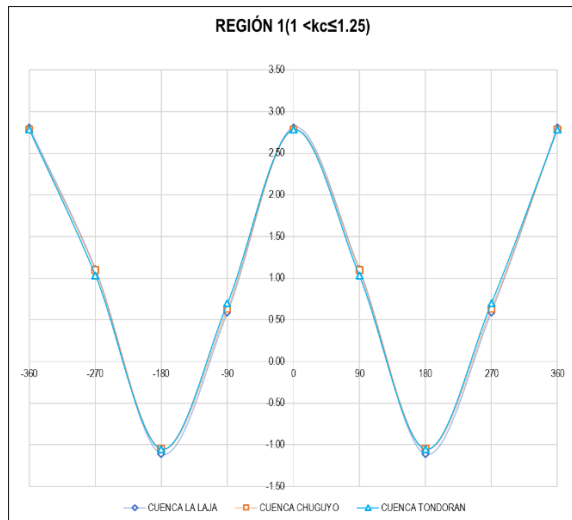
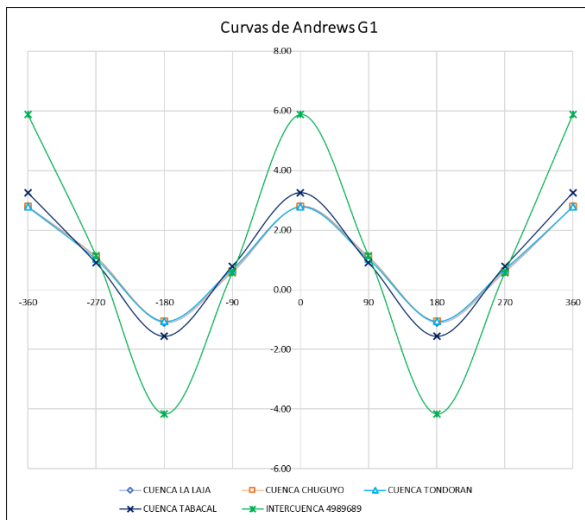
$$f_x(t) = \frac{X_1}{\sqrt{2}} + X_2 \text{sen}(t) + X_3 \text{cos}(t) + X_4 \text{sen}(2t) + X_5 \text{cos}(2t) + \dots \quad (43)$$

Donde  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , son las variables cuantificadas,  $t$  varía en el intervalo  $-\pi < t < \pi$

**a. Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda R1(1 <Kc≤1.25).**

		Microcuencas hidraulicamente similares - G1			Microcuencas no cumplen condición	
		CUENCA LA LAJA	CUENCA CHUGUYO	CUENCA TONDORAN	CUENCA TABACAL	INTERCUENCA 4989689
X1	<b>Kc</b>	1.201	1.226	1.225	<b>1.202</b>	<b>1.213</b>
X2	<b>Co</b>	0.259	0.232	0.17	<b>0.062</b>	<b>0.294</b>
X3	<b>Rc</b>	1.958	1.916	1.918	<b>2.402</b>	<b>5.018</b>

t (grados)	t (radianes)					
-360	-6.28319	2.81	2.78	2.78	3.25	5.88
-270	-4.71239	1.11	1.10	1.04	0.91	1.15
-180	-3.14159	-1.11	-1.05	-1.05	-1.55	-4.16
-90	-1.5708	0.59	0.63	0.70	0.79	0.56
0	0	2.81	2.78	2.78	3.25	5.88
90	1.570796	1.11	1.10	1.04	0.91	1.15
180	3.141593	-1.11	-1.05	-1.05	-1.55	-4.16
270	4.712389	0.59	0.63	0.70	0.79	0.56
360	6.283185	2.81	2.78	2.78	3.25	5.88





## APÉNDICE D

### b. Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ )

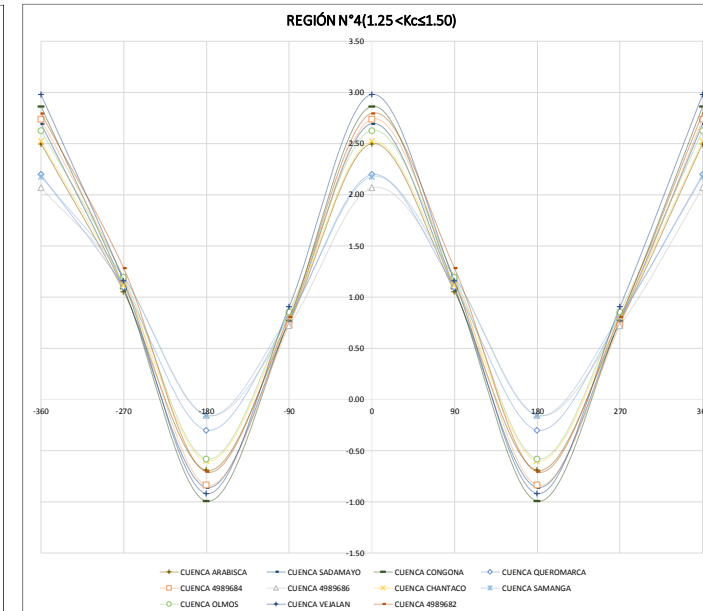
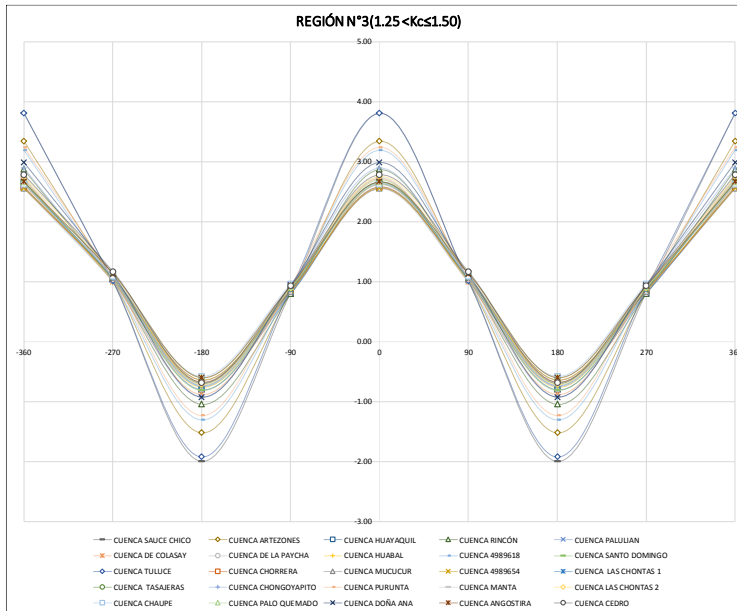
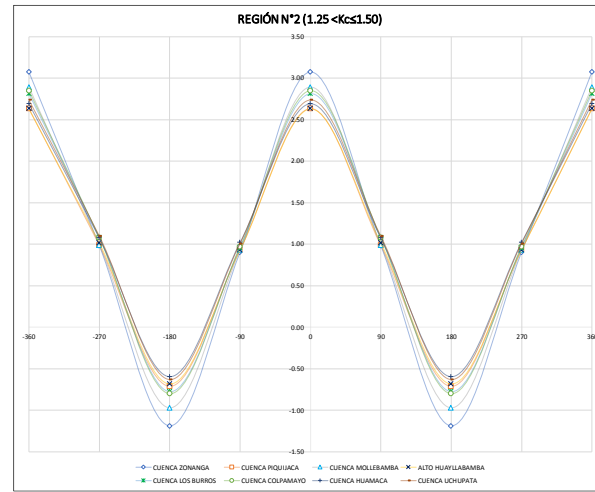
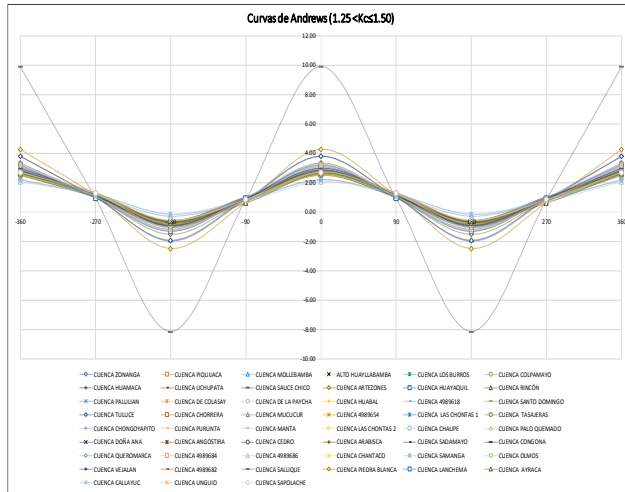
		REGIÓN 2								REGIÓN 3																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		CUENCA ZONANGA	CUENCA PIQUIAC A	CUENCA MOLLEBAMBA	ALTO HUAYLLA BAMBA	CUENCA LOS BURROS	CUENCA COLPAMAYO	CUENCA HUAMACA	CUENCA UCHUPATA	CUENCA SAUCECHICO	CUENCA ARTEZONES	CUENCA HUAYQUIL	CUENCA RINCON	CUENCA PALULIAN	CUENCA DE COLASAY	CUENCA DE LA PAYCHA	CUENCA HUABAL	CUENCA 4989618	CUENCA SANTO DOMINGO	CUENCA TULLUCE	CUENCA CHORRERA	CUENCA MUCUCUR	CUENCA 4989654	CUENCA LAS CHONTAS 1	CUENCA TASAJERAS	CUENCA CHONGOYAPITO	CUENCA PURUNTA	CUENCA MANTA	CUENCA LAS CHONTAS 2	CUENCA CHAUPE	CUENCA PALO QUEMADO	CUENCA DOÑANA	CUENCA ANGOSTIRA	CUENCA CEDRO
X1	Kc	1.333	1.357	1.357	1.378	1.442	1.45	1.484	1.489	1.28	1.289	1.292	1.293	1.298	1.303	1.309	1.314	1.334	1.335	1.337	1.346	1.352	1.356	1.363	1.388	1.391	1.417	1.423	1.436	1.443	1.455	1.457	1.46	1.484
X2	Co	0.041	0.028	0.031	0.043	0.061	0.057	0.029	0.046	0.098	0.095	0.118	0.117	0.103	0.075	0.085	0.095	0.068	0.084	0.066	0.107	0.122	0.105	0.098	0.091	0.063	0.065	0.073	0.121	0.064	0.118	0.091	0.106	0.118
X3	Rc	2.131	1.673	1.932	1.658	1.796	1.823	1.644	1.684	2.9	2.429	1.716	1.956	1.666	1.8	1.626	1.694	2.25	1.756	2.863	1.625	1.6	1.6	1.694	1.68	1.908	2.233	1.728	1.734	1.6	1.625	1.956	1.635	1.734

t (grados)	t (radianes)																																	
-360	-6.28319	3.07	2.63	2.89	2.63	2.82	2.85	2.69	2.74	3.81	3.34	2.63	2.87	2.58	2.72	2.55	2.62	3.19	2.70	3.81	2.58	2.56	2.56	2.66	2.66	2.89	3.23	2.73	2.75	2.62	2.65	2.99	2.67	2.78
-270	-4.71239	0.98	0.99	0.99	1.02	1.08	1.08	1.08	1.10	1.00	1.01	1.03	1.03	1.02	1.00	1.01	1.02	1.01	1.03	1.01	1.06	1.08	1.06	1.06	1.07	1.05	1.07	1.08	1.14	1.08	1.15	1.12	1.14	1.17
-180	-3.14159	-1.19	-0.71	-0.97	-0.68	-0.78	-0.80	-0.59	-0.63	-1.99	-1.52	-0.80	-1.04	-0.75	-0.88	-0.70	-0.76	-1.31	-0.81	-1.92	-0.67	-0.64	-0.64	-0.73	-0.70	-0.92	-1.23	-0.72	-0.72	-0.58	-0.60	-0.93	-0.60	-0.68
-90	-1.5708	0.90	0.93	0.93	0.93	0.96	0.97	1.02	1.01	0.81	0.82	0.80	0.80	0.81	0.85	0.84	0.83	0.88	0.86	0.88	0.84	0.83	0.85	0.87	0.89	0.92	0.94	0.93	0.89	0.96	0.91	0.94	0.93	0.93
0	0	3.07	2.63	2.89	2.63	2.82	2.85	2.69	2.74	3.81	3.34	2.63	2.87	2.58	2.72	2.55	2.62	3.19	2.70	3.81	2.58	2.56	2.56	2.66	2.66	2.89	3.23	2.73	2.75	2.62	2.65	2.99	2.67	2.78
90	1.570796	0.98	0.99	0.99	1.02	1.08	1.08	1.08	1.10	1.00	1.01	1.03	1.03	1.02	1.00	1.01	1.02	1.01	1.03	1.01	1.06	1.08	1.06	1.06	1.07	1.05	1.07	1.08	1.14	1.08	1.15	1.12	1.14	1.17
180	3.141593	-1.19	-0.71	-0.97	-0.68	-0.78	-0.80	-0.59	-0.63	-1.99	-1.52	-0.80	-1.04	-0.75	-0.88	-0.70	-0.76	-1.31	-0.81	-1.92	-0.67	-0.64	-0.64	-0.73	-0.70	-0.92	-1.23	-0.72	-0.72	-0.58	-0.60	-0.93	-0.60	-0.68
270	4.712389	0.90	0.93	0.93	0.93	0.96	0.97	1.02	1.01	0.81	0.82	0.80	0.80	0.81	0.85	0.84	0.83	0.88	0.86	0.88	0.84	0.83	0.85	0.87	0.89	0.92	0.94	0.93	0.89	0.96	0.91	0.94	0.93	0.93
360	6.283185	3.07	2.63	2.89	2.63	2.82	2.85	2.69	2.74	3.81	3.34	2.63	2.87	2.58	2.72	2.55	2.62	3.19	2.70	3.81	2.58	2.56	2.56	2.66	2.66	2.89	3.23	2.73	2.75	2.62	2.65	2.99	2.67	2.78

REGIÓN 4											Microcuencas no cumplen condición						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7
CUENCA ARABISCA	CUENCA SADAMAYO	CUENCA CONGONA	CUENCA QUEROMARCA	CUENCA 4989684	CUENCA 4989686	CUENCA CHANTACO	CUENCA SAMANGA	CUENCA OLMOS	CUENCA VEJALAN	CUENCA 4989682	CUENCA SALLIQUE	CUENCA PIEDRA BLANCA	CUENCA LANCHEMA	CUENCA AYRACA	CUENCA CALLAYUC	CUENCA UNGUIO	CUENCA SAPOLACHE
1.282	1.3	1.323	1.347	1.349	1.358	1.364	1.431	1.45	1.464	1.481	<b>1.257</b>	<b>1.267</b>	<b>1.322</b>	<b>1.363</b>	<b>1.423</b>	1.463	<b>1.502</b>
0.151	0.155	0.156	0.148	0.226	0.236	0.155	0.189	0.168	0.126	0.238	<b>0.041</b>	<b>0.247</b>	<b>0.026</b>	<b>0.349</b>	<b>0.025</b>	0.255	<b>0.218</b>
1.595	1.778	1.928	1.25	1.786	1.111	1.561	1.167	1.604	1.95	1.75	<b>9.035</b>	<b>3.375</b>	<b>2.246</b>	<b>1.667</b>	<b>2.274</b>	<b>2.150</b>	<b>1.628</b>

2.50	2.70	2.86	2.20	2.74	2.07	2.53	2.18	2.63	2.99	2.80	9.92	4.27	3.18	2.63	3.28	3.18	2.69
1.06	1.07	1.09	1.10	1.18	1.20	1.12	1.20	1.19	1.16	1.29	0.93	1.14	0.96	1.31	1.03	1.29	1.28
-0.69	-0.86	-0.99	-0.30	-0.83	-0.15	-0.60	-0.16	-0.58	-0.91	-0.70	-8.15	-2.48	-1.31	-0.70	-1.27	-1.12	-0.57
0.76	0.76	0.78	0.80	0.73	0.72	0.81	0.82	0.86	0.91	0.81	0.85	0.65	0.91	0.61	0.98	0.78	0.84
2.50	2.70	2.86	2.20	2.74	2.07	2.53	2.18	2.63	2.99	2.80	9.92	4.27	3.18	2.63	3.28	3.18	2.69
1.06	1.07	1.09	1.10	1.18	1.20	1.12	1.20	1.19	1.16	1.29	0.93	1.14	0.96	1.31	1.03	1.29	1.28
-0.69	-0.86	-0.99	-0.30	-0.83	-0.15	-0.60	-0.16	-0.58	-0.91	-0.70	-8.15	-2.48	-1.31	-0.70	-1.27	-1.12	-0.57
0.76	0.76	0.78	0.80	0.73	0.72	0.81	0.82	0.86	0.91	0.81	0.85	0.65	0.91	0.61	0.98	0.78	0.84
2.50	2.70	2.86	2.20	2.74	2.07	2.53	2.18	2.63	2.99	2.80	9.92	4.27	3.18	2.63	3.28	3.18	2.69

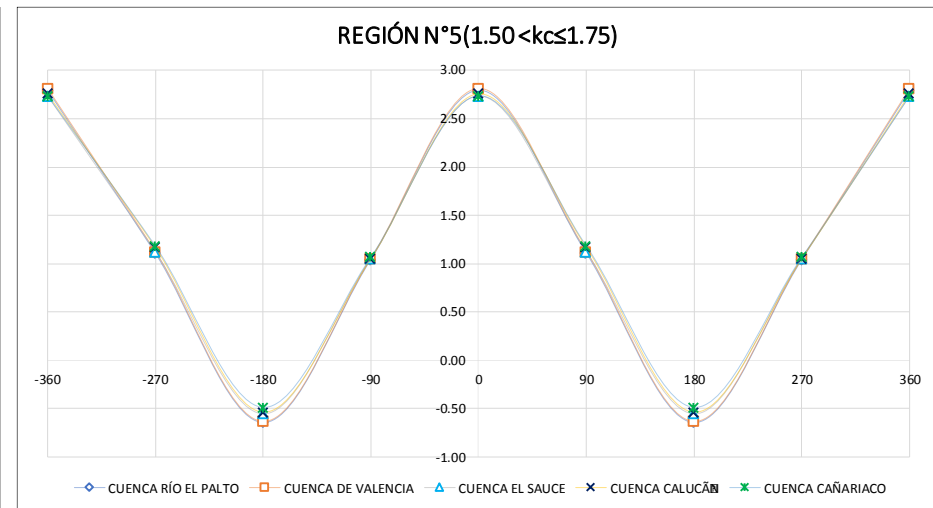
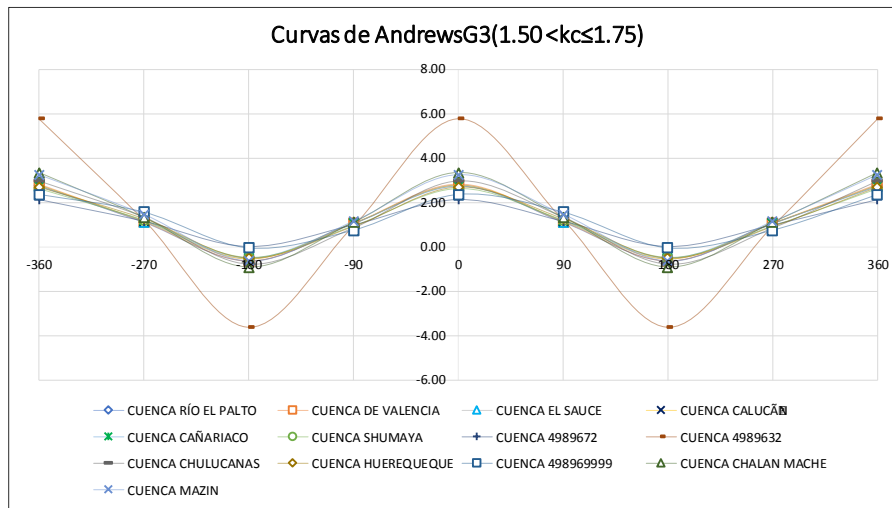
# APÉNDICE D



## APÉNDICE D

		Microcuencas hidráulicamente similares - REGIÓN N°5					Microcuencas no cumplen condición							
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8
		CUENCA RÍO EL PALTO	CUENCA DE VALENCIA	CUENCA EL SAUCE	CUENCA CALUCÁN	CUENCA CAÑARIACO	CUENCA SHUMAYA	CUENCA 4989672	CUENCA 4989632	CUENCA CHULUCANAS	CUENCA HUEREQUEQUE	CUENCA 49896999	CUENCA CHALAN MACHE	CUENCA MAZIN
<b>X1</b>	<b>Kc</b>	1.521	1.54	1.542	1.571	1.591	<b>1.506</b>	<b>1.510</b>	<b>1.528</b>	<b>1.556</b>	<b>1.556</b>	<b>1.632</b>	<b>1.708</b>	<b>1.846</b>
<b>X2</b>	<b>Co</b>	0.032	0.036	0.035	0.057	0.058	<b>0.131</b>	<b>0.084</b>	<b>0.140</b>	<b>0.245</b>	<b>0.179</b>	<b>0.405</b>	<b>0.114</b>	<b>0.157</b>
<b>X3</b>	<b>Rc</b>	1.715	1.72	1.644	1.646	1.611	<b>1.556</b>	<b>1.067</b>	<b>4.688</b>	<b>1.875</b>	<b>1.600</b>	<b>1.200</b>	<b>2.120</b>	<b>1.928</b>

t (grados)	t (radianes)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8
-360	-6.28319	2.79	2.81	2.73	2.76	2.74	2.62	2.13	5.77	2.98	2.70	2.35	3.33	3.23
-270	-4.71239	1.11	1.12	1.13	1.17	1.18	1.20	1.15	1.22	1.35	1.28	1.56	1.32	1.46
-180	-3.14159	-0.64	-0.63	-0.55	-0.54	-0.49	-0.49	0.00	-3.61	-0.77	-0.50	-0.05	-0.91	-0.62
-90	-1.57079	1.04	1.05	1.06	1.05	1.07	0.93	0.98	0.94	0.86	0.92	0.75	1.09	1.15
0	0	2.79	2.81	2.73	2.76	2.74	2.62	2.13	5.77	2.98	2.70	2.35	3.33	3.23
90	1.57079	1.11	1.12	1.13	1.17	1.18	1.20	1.15	1.22	1.35	1.28	1.56	1.32	1.46
180	3.14159	-0.64	-0.63	-0.55	-0.54	-0.49	-0.49	0.00	-3.61	-0.77	-0.50	-0.05	-0.91	-0.62
270	4.71239	1.04	1.05	1.06	1.05	1.07	0.93	0.98	0.94	0.86	0.92	0.75	1.09	1.15
360	6.283185	2.79	2.81	2.73	2.76	2.74	2.62	2.13	5.77	2.98	2.70	2.35	3.33	3.23



## ANEXO 1-MATRIZ DE CONSISTENCIA

“REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA”								
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Fuente o instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
<p><b>Pregunta general:</b> ¿Cómo es la morfometría adimensional de las microcuencas hidrológicas de la cuenca hidrográfica Chamaya, para regionalizar mediante la de similitud hidráulica con fines de transferencia de información hidrológica?</p>	<p><b>General:</b> Elaborar regionalización morfométrica adimensional de cuenca hidrográfica Chamaya, con fines de transferencia de información hidrológica entre microcuencas hidrológicas que cumplen condiciones de similitud hidráulica</p>	<p><b>General:</b> La morfometría adimensional de las microcuencas hidrológicas de la cuenca hidrográfica Chamaya permite la regionalización de microcuencas hidrológicas con similitud hidráulica, contribuyendo a transferencia de información hidrológica</p>	Morfometría Adimensional de cuencas.	Adimensional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prueba de grubbs</li> <li>✓ Coeficiente Variación</li> <li>✓ Curvas de Andrews</li> </ul>	Modelo Digital de Elevaciones(DEM)	<p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel:</b> Descriptiva</p> <p><b>Metodología:</b> Método de análisis y síntesis.</p> <p><b>Diseño:</b> Investigación por objetivo.</p> <p><b>Técnicas:</b> Procesamiento SIG, transferencia de información hidrológica.</p> <p><b>Instrumentos:</b> →Estadígrafos estadística descriptiva. →Curvas Adrews →Planos temáticos, gráficos. →SIG</p>	<p><b>Población:</b> Cuenca Chamaya</p> <p><b>Muestra:</b> 69 microcuencas altoandinas de la cuenca Chamaya, desarrolladas por encima de los 1500 m.s.n.m, con extensión entre 20Km<sup>2</sup> hasta 200 Km<sup>2</sup>.</p>
			<p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilar y procesar información cartográfica de microcuencas altoandinas de la cuenca Chamaya, desarrolladas por encima de los 1500 m.s.n.m, con extensión entre 20Km<sup>2</sup> hasta 200 Km<sup>2</sup>.</li> <li>• Determinar los parámetros de similitud hidráulica de las micro cuencas hidrológicas (coeficiente de Gravelius, relación de confluencias y coeficiente orográfico)</li> <li>• Agrupar las microcuencas hidrológicas hidráulicamente similares en regiones.</li> <li>• Determinar las características intrínsecas (suelos y geología) y de su entorno (clima, cobertura vegetal) de las microcuencas hidrológicas identificados hidráulicamente similares.</li> <li>• Transferir información hidrológica entre microcuencas identificados hidráulicamente similares</li> </ul>					

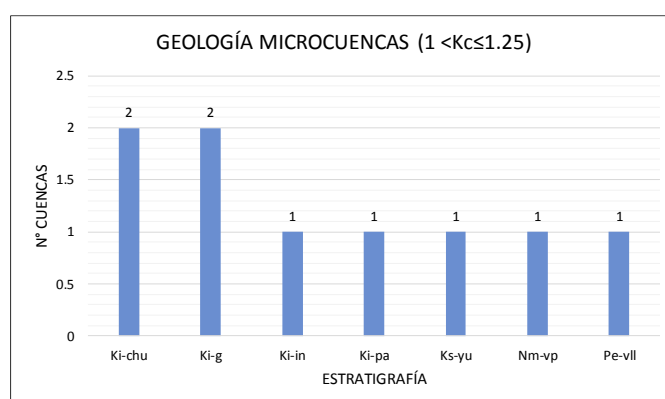
## ANEXO 2

### ANEXO 2: GEOLOGÍA

Fuente: Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)-Piura, Lambayeque, Cajamarca

- GEOLOGÍA MICROCUENCAS (1 <math>K\_c \leq 1.25</math>)-REGIÓN N°1**

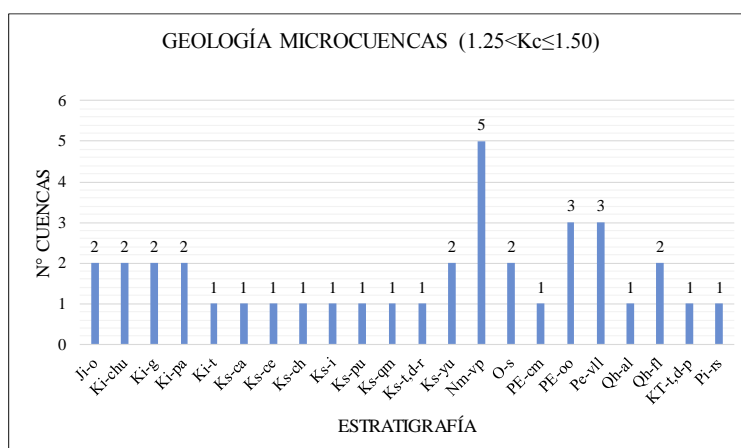
CODIGO	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	Departamento	N° CUENCAS
Ki-chu	Formación Chulec	cajamarca	2
Ki-g	Grupo Goyllarisquizga	cajamarca	2
Ki-in	Formación Inca	cajamarca	1
Ki-pa	Formación Pariatambo	cajamarca	1
Ks-yu	Formación Yumagual	cajamarca	1
Nm-vp	Volcánico Porculla	cajamarca	1
Pe-vll	Volcánico Llama	cajamarca	1



- GEOLOGÍA MICROCUENCAS (1.25 <math>K\_c \leq 1.50</math>) – REGIÓN N°2**

CODIGO	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	Departamento	N° CUENCAS
Ji-o	Formación Oyotun	cajamarca	2
Ki-chu	Formación Chulec	cajamarca	2
Ki-g	Grupo Goyllarisquizga	cajamarca	2
Ki-pa	Formación Pariatambo	cajamarca	2
Ki-t	Fm. Tinajones	cajamarca	1
Ks-ca	Formación Cajamarca	cajamarca	1
Ks-ce	Formación Celendín	cajamarca	1
Ks-ch	Formación Chota	cajamarca	1
Ks-i	Granitoides Indiferenciados	cajamarca	1
Ks-pu	Grupo Pulluicana	cajamarca	1
Ks-qm	Formación Quilquiñan/Mujarrun	cajamarca	1
Ks-t,d-r	Tonalita, Diorita, Rumipita	cajamarca	1
Ks-yu	Formación Yumagual	cajamarca	2
Nm-vp	Volcánico Porculla	cajamarca	5
O-s	Grupo Salas	cajamarca	2
PE-cm	Complejo Marañón	cajamarca	1
PE-oo	Complejo Olmos	cajamarca	3
Pe-vll	Volcánico Llama	cajamarca	3
Qh-al	Depósitos Aluviales	cajamarca	1
Qh-fl	Depósitos Fluviales	cajamarca	2
KT-t,d-p	Tonalita diorita Pamparum	piura	1
Pi-rs	Formación Río Seco	piura	1

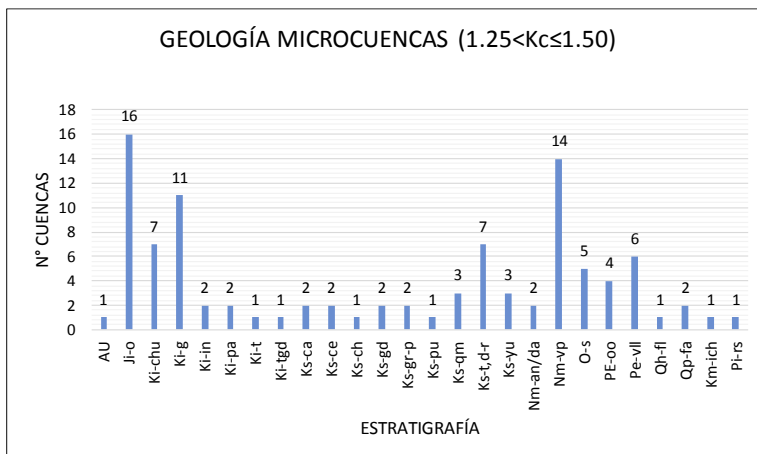
## ANEXO 2



### • GEOLOGÍA MICROCUENCAS (1.25<Kc≤1.50) – REGIÓN N°3

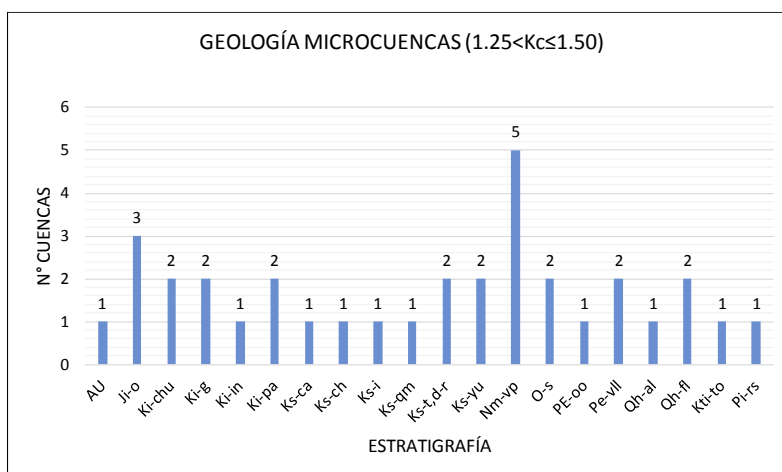
CODIGO	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	Departamento	N° CUENCAS
AU	Casco Urbano o Area Urbana	cajamarca	1
Ji-o	Formación Oyotun	cajamarca	16
Ki-chu	Formación Chulec	cajamarca	7
Ki-g	Grupo Goyllarisquizga	cajamarca	11
Ki-in	Formación Inca	cajamarca	2
Ki-pa	Formación Pariatambo	cajamarca	2
Ki-t	Fm.Tinajones	cajamarca	1
Ki-tgd	Tonalita-Granodiorita	cajamarca	1
Ks-ca	Formación Cajamarca	cajamarca	2
Ks-ce	Formación Celendín	cajamarca	2
Ks-ch	Formación Chota	cajamarca	1
Ks-gd	Granodiorita	cajamarca	2
Ks-gr-p	Granito,Paltashaco	cajamarca	2
Ks-pu	Grupo Pulluicana	cajamarca	1
Ks-qm	Formación Quilquiñan/Mujarrun	cajamarca	3
Ks-t,d-r	Tonalita,Diorita,Rumipita	cajamarca	7
Ks-yu	Formación Yumagual	cajamarca	3
Nm-an/da	Andesitas, Dacitas	cajamarca	2
Nm-vp	Volcánico Porculla	cajamarca	14
O-s	Grupo Salas	cajamarca	5
PE-oo	Complejo Olmos	cajamarca	4
Pe-vll	Volcánico Llama	cajamarca	6
Qh-fl	Depósitos Fluviales	cajamarca	1
Qp-fa	Depósitos Fluvioaluviales	cajamarca	2
Km-ich	Formacion Inca y Chulec	piura	1
Pi-rs	Formacion Río Seco	piura	1

## ANEXO 2



• **GEOLOGÍA MICROCUENCAS (1.25<Kc≤1.50) – REGIÓN N°4**

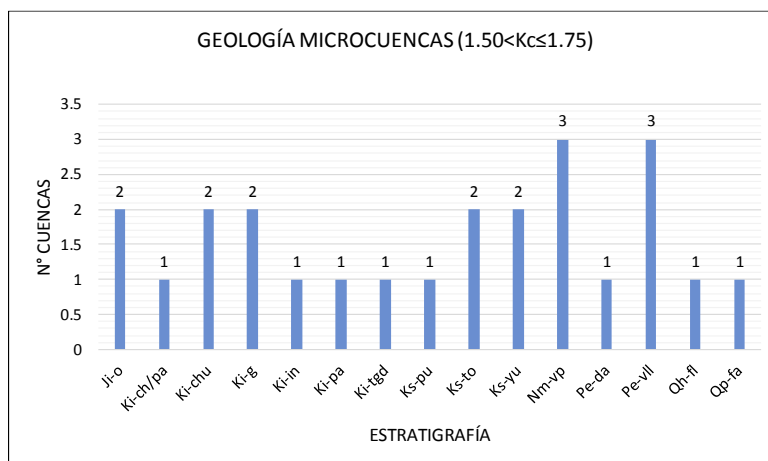
CODIGO	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	Departamento	N° CUENCAS
AU	Casco Urbano o Area Urbana	cajamarca	1
Ji-o	Formación Oyotun	cajamarca	3
Ki-chu	Formación Chulec	cajamarca	2
Ki-g	Grupo Goyllarisquizga	cajamarca	2
Ki-in	Formación Inca	cajamarca	1
Ki-pa	Formación Pariatambo	cajamarca	2
Ks-ca	Formación Cajamarca	cajamarca	1
Ks-ch	Formación Chota	cajamarca	1
Ks-i	Granitoides Indiferenciados	cajamarca	1
Ks-qm	Formación Quilquiñan/Mujarrun	cajamarca	1
Ks-t,d-r	Tonalita,Diorita,Rumipita	cajamarca	2
Ks-yu	Formación Yumagual	cajamarca	2
Nm-vp	Volcánico Porculla	cajamarca	5
O-s	Grupo Salas	cajamarca	2
PE-oo	Complejo Olmos	cajamarca	1
Pe-vll	Volcánico Llama	cajamarca	2
Qh-al	Depósitos Aluviales	cajamarca	1
Qh-fl	Depósitos Fluviales	cajamarca	2
Kti-to	Tonalita	lambayeque	1
Pi-rs	Formacion Río Seco	piura	1



## ANEXO 2

- GEOLOGÍA MICROCUENCAS (1.50<Kc≤1.75) -REGIÓN N°5**

CODIGO	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	Departamento	N° CUENCAS
Ji-o	Formación Oyotun	cajamarca	2
Ki-ch/pa	Formación Chulec-Pariatambo	cajamarca	1
Ki-chu	Formación Chulec	cajamarca	2
Ki-g	Grupo Goyllarisquizga	cajamarca	2
Ki-in	Formación Inca	cajamarca	1
Ki-pa	Formación Pariatambo	cajamarca	1
Ki-tgd	Tonalita-Granodiorita	cajamarca	1
Ks-pu	Grupo Pullucana	cajamarca	1
Ks-to	Tonalita	cajamarca	2
Ks-yu	Formación Yumagual	cajamarca	2
Nm-vp	Volcánico Porculla	cajamarca	3
Pe-da	Dacitas	cajamarca	1
Pe-vll	Volcánico Llama	cajamarca	3
Qh-fl	Depósitos Fluviales	cajamarca	1
Qp-fa	Depósitos Fluvioaluviales	cajamarca	1





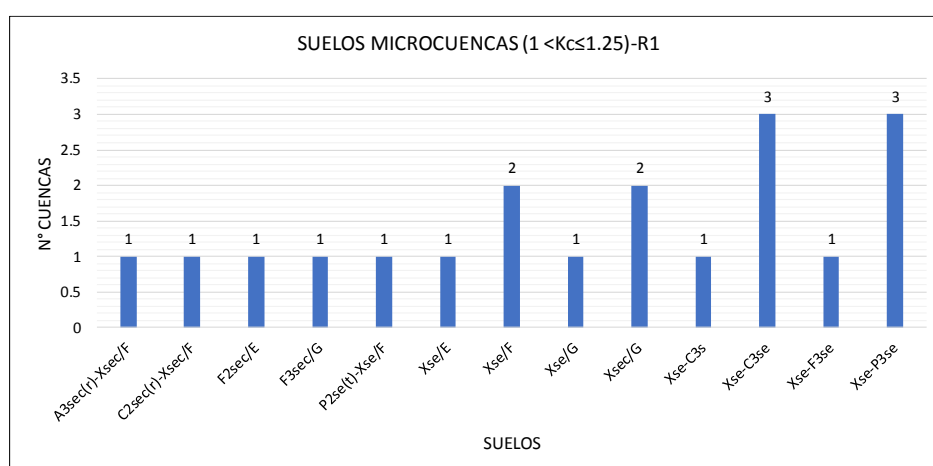
### ANEXO 3

#### ANEXO 3: SUELOS

Fuente: Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)-Piura, Lambayeque, Cajamarca

- SUELOS MICROCUENCAS (1 <Kc≤1.25)-REGIÓN N°1**

Codigo_CUM	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN - CUM
A3sec(r)-Xsec/F	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
C2sec(r)-Xsec/F	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
F2sec/E	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3sec/G	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima
P2se(t)-Xse/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/E	1	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/F	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/G	1	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xsec/G	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xse-C3s	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo.
Xse-C3se	3	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo y erosión.
Xse-F3se	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para forestales, calidad Agrológica baja, limitación por suelo y erosión.
Xse-P3se	3	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica baja, limitación por suelo y erosión.



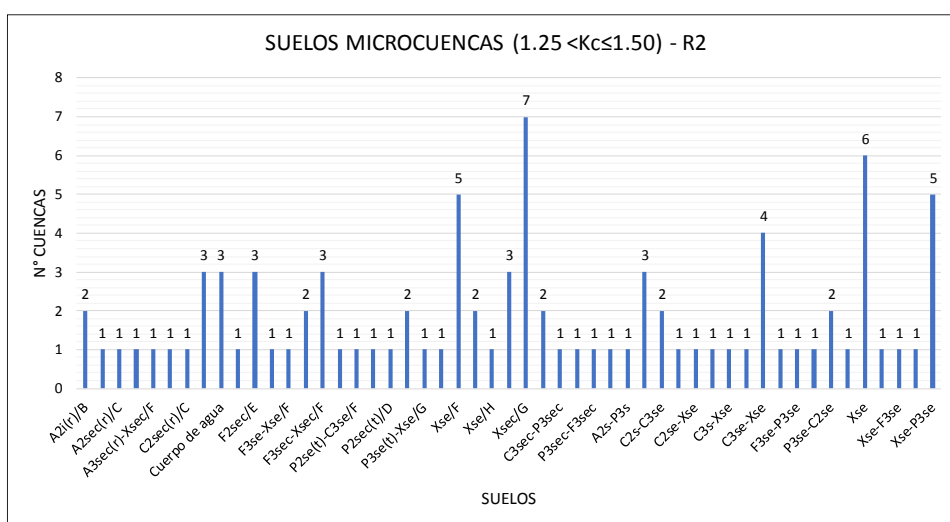
### ANEXO 3

• **SUELOS MICROCUENCAS ( $1.25 < K_c \leq 1.50$ ) – REGIÓN N°2**

Codigo_CUM	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN - CUM
A2i(r)/B	2	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de inundacion y requiere riego
A2i(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de inundacion y requiere riego
A2sec(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
A2sec(r)/D	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
A3sec(r)-Xsec/F	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
A3sec(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
C2sec(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
Casco urbano	3	Casco urbano
Cuerpo de agua	3	Cuerpo de agua
F2se-Xse/E	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F2sec/E	3	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F2sec/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3se-Xse/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F3se-Xse/G	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F3sec-Xsec/F	3	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras de proteccion, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3sec/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima
P2se(t)-C3se/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion
P2se(t)-Xse/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
P2sec(t)/D	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P2sec(t)/F	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3se(t)-Xse/G	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
P3sec(t)-Xsec/G	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xse/F	5	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/G	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/H	1	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xsec/F	3	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xsec/G	7	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xsec/H	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
C3sec-P3sec	1	Tierras aptas para forestales, calidad agrológica baja - Tierras aptas para pastos, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos y erosión.
F3sec-P3sec	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3sec-F3sec	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
X	1	S/D
A2s-P3s	1	Tierras aptas para cultivos en limpio - Tierras aptas para pasroreo, calidad Agrológica media a baja. Limitación por suelo.
A2s(r)	3	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica media. Limitación por suelo. Requiere riego.
C2s-C3se	2	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media a baja. Limitaciones por suelo y erosión.
C2se-P3se	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media - Tierras aptas para pastoreo temporal, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelo y erosión.
C2se-Xse	1	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica media - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
C3s-P2se	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja - Tierras aptas para pastoreo, calidad agrológica media. Limitaciones por suelo y erosión.

### ANEXO 3

C3s-Xse	1	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja, limitaciones por suelos - Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión.
C3se-P3se	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja - Tierras aptas para pastoreo, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelo y erosión.
C3se-Xse	4	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
CCPP	1	Centro Poblado
F3se-P3se	1	Tierras aptas para forestales, calidad agrológica baja - Tierras aptas para pastos, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos y erosión.
F3se-Xse	1	Tierras aptas para forestales, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
P3se-C2se	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrológica baja - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad agrológica media. Limitaciones por suelos y erosión.
P3se-Xse	1	Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
Xse	6	Tierras de protección. Limitación por suelo y erosión.
Xse-C3se	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo y erosión.
Xse-F3se	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para forestales, calidad Agrológica baja, limitación por suelo y erosión.
Xse-P2se	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica media, limitación por suelo y erosión.
Xse-P3se	5	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica baja, limitación por suelo y erosión.



#### • SUELOS MICROCUENCAS (1.25 < K<sub>c</sub> ≤ 1.50) – REGIÓN N°3

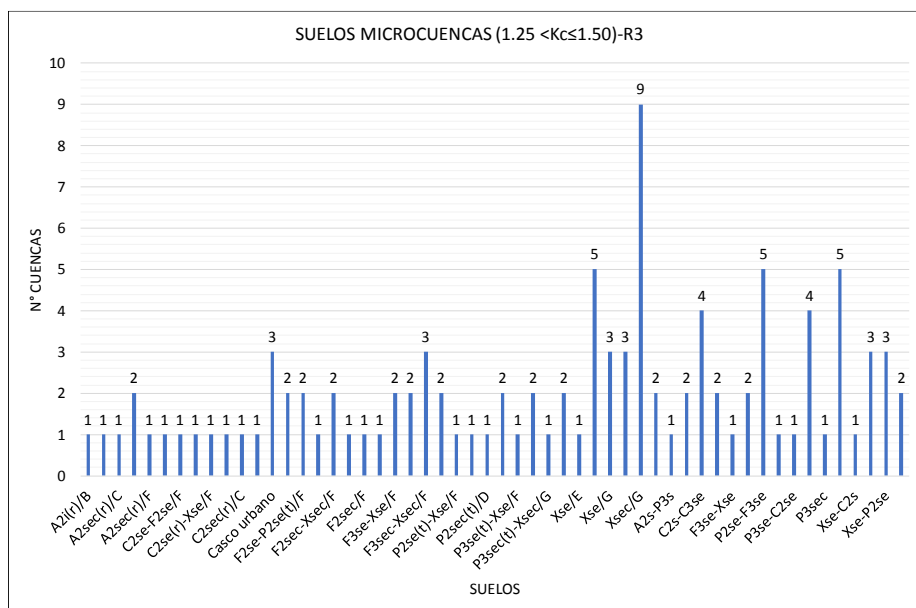
Codigo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN - SUELOS
A2i(r)/B	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de inundacion y requiere riego
A2i(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de inundacion y requiere riego
A2sec(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
A2sec(r)/E	2	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
A2sec(r)/F	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
A3sec(r)-Xsec/F	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
C2se-F2se/F	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion
C2se-Xse/F	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
C2se(r)-Xse/F	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y requiere riego-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion

### ANEXO 3

C2sec(r)-Xsec/D	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
C2sec(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
C2sec(r)/D	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
Casco urbano	3	Casco urbano
Cuerpo de agua	2	Cuerpo de agua
F2se-P2se(t)/F	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal
F2se-Xse/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F2sec-Xsec/F	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
F2sec/E	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F2sec/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F2sec/G	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3se-Xse/F	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F3se-Xse/G	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F3sec-Xsec/F	3	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras de proteccion, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3sec/F	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima
P2se(t)-Xse/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
P2sec(t)-Xsec/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
P2sec(t)/D	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P2sec(t)/F	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3se(t)-Xse/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
P3se(t)-Xse/G	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
P3sec(t)-Xsec/G	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
P3sec(t)/F	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
Xse/E	1	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/F	5	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/G	3	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xsec/F	3	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xsec/G	9	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xsec/H	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
A2s-P3s	1	Tierras aptas para cultivos en limpio - Tierras aptas para pasoreo, calidad Agrológica media a baja. Limitación por suelo.
A2s(r)	2	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica media. Limitación por suelo. Requiere riego.
C2s-C3se	4	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media a baja. Limitaciones por suelo y erosión.
C2se-P3se	2	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media - Tierras aptas para pastoreo temporal, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelo y erosión.
F3se-Xse	1	Tierras aptas para forestales, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
P2se	2	Tierras aptas para cultivo pastoreo, calidad Agrológica media. Limitación por suelo y erosión.
P2se-F3se	5	Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media - Tierras aptas para forestales, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos y erosión.
P2se-Xse	1	Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica media - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
P3se-C2se	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrológica baja - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad agrológica media. Limitaciones por suelos y erosión.

### ANEXO 3

P3se-Xse	4	Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
P3sec	1	Tierras aptas para cultivo pastoreo, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo, erosion y clima frio muy humedo.
Xse	5	Tierras de proteccion. Limitación por suelo y erosion.
Xse-C2s	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad Agrológica media, Limitación por suelo.
Xse-F3se	3	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para forestales, calidad Agrológica baja, limitación por suelo y erosión.
Xse-P2se	3	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica media, limitación por suelo y erosión.
Xse-P3sec	2	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica baja, limitación por suelo, erosión y clima.



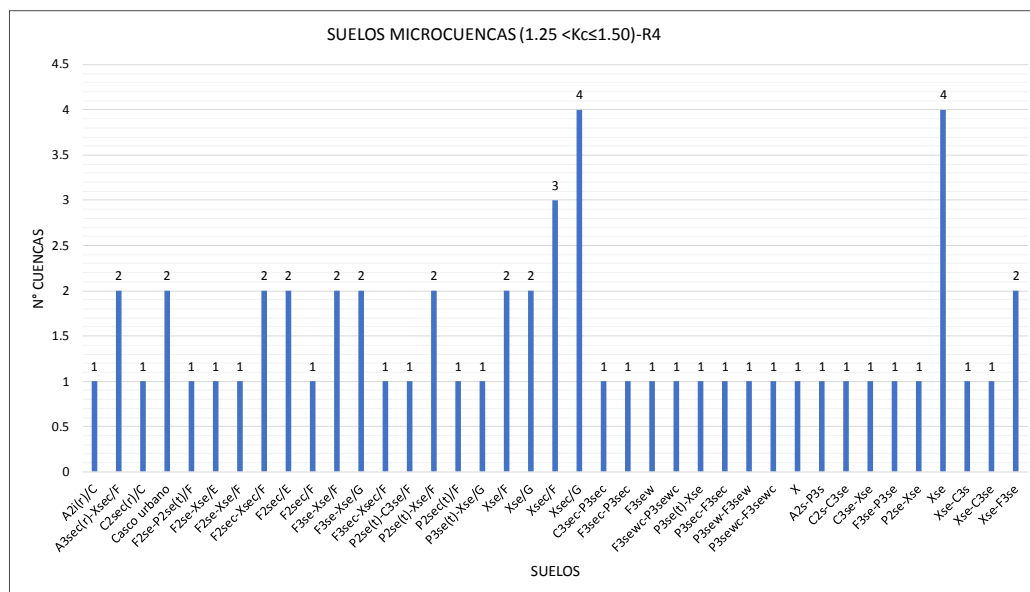
#### • SUELOS MICROCUENCAS (1.25<Kc≤1.50) – REGIÓN N°4

Codigo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN - CUM
A2i(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de inundacion y requiere riego
A3sec(r)-Xsec/F	2	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
C2sec(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y requiere riego
Casco urbano	2	Casco urbano
F2se-P2se(t)/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal
F2se-Xse/E	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F2se-Xse/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F2sec-Xsec/F	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
F2sec/E	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F2sec/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3se-Xse/F	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion

### ANEXO 3

F3se-Xse/G	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F3sec-Xsec/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras de proteccion, con limitaciones de suelo, erosion y clima
P2se(t)-C3se/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo y erosion
P2se(t)-Xse/F	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
P2sec(t)/F	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3se(t)-Xse/G	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/F	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/G	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xsec/F	3	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xsec/G	4	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
C3sec-P3sec	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja - Tierras aptas para pastoreo, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelo y erosión.
F3sec-P3sec	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
F3sew	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3sewc-P3sewc	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3se(t)-Xse	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
P3sec-F3sec	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3sew-F3sew	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3sewc-F3sewc	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
X	1	S/N
A2s-P3s	1	Tierras aptas para cultivos en limpio - Tierras aptas para pasroreo, calidad Agrológica media a baja. Limitación por suelo.
C2s-C3se	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media a baja. Limitaciones por suelo y erosión.
C3se-Xse	1	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
F3se-P3se	1	Tierras aptas para forestales, calidad agrológica baja - Tierras aptas para pastos, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos y erosión.
P2se-Xse	1	Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica media - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
Xse	4	Tierras de proteccion. Limitación por suelo y erosion.
Xse-C3s	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo.
Xse-C3se	1	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para cultivos permanentes, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo y erosión.
Xse-F3se	2	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para forestales, calidad Agrológica baja, limitación por suelo y erosión.

### ANEXO 3

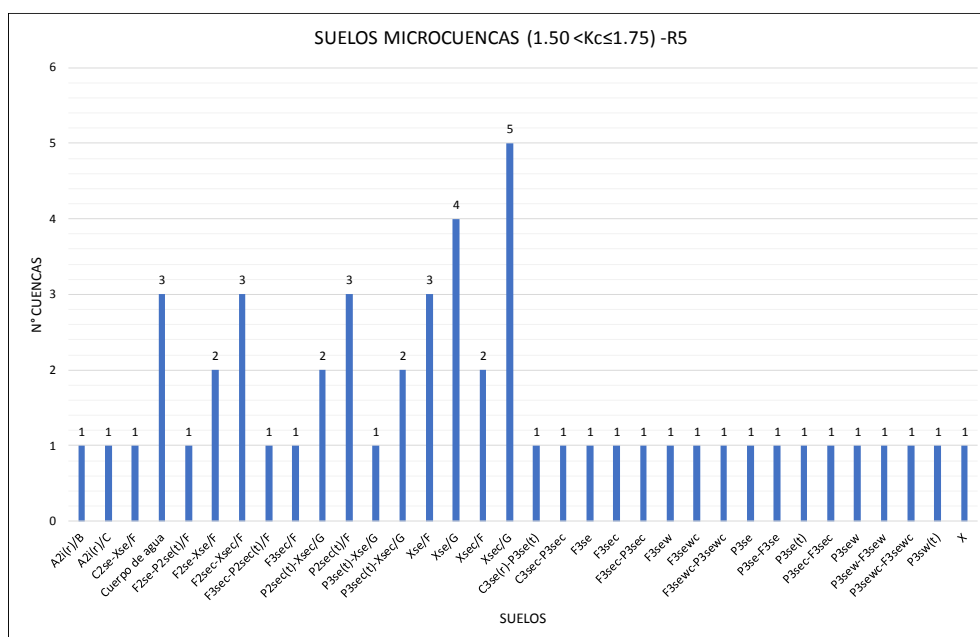


- SUELOS MICROCUENCAS (1.50 <Kc≤1.75) -REGIÓN N°5**

Codigo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN - CUM
A2i(r)/B	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de inundacion y requiere riego
A2i(r)/C	1	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrologica media, con limitaciones de inundacion y requiere riego
C2se-Xse/F	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Cuerpo de agua	3	Cuerpo de agua
F2se-P2se(t)/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal
F2se-Xse/F	2	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosion-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
F2sec-Xsec/F	3	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
F3sec-P2sec(t)/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
F3sec/F	1	Tierras aptas para produccion forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y clima
P2sec(t)-Xsec/G	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
P2sec(t)/F	3	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal
P3se(t)-Xse/G	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
P3sec(t)-Xsec/G	2	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosion, clima y pastoreo temporal-Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xse/F	3	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xse/G	4	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo y erosion
Xsec/F	2	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
Xsec/G	5	Tierras de proteccion con limitaciones de suelo, erosion y clima
C3se(r)-P3se(t)	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrologica baja - Tierras aptas para pastoreo, calidad agrologica baja. Limitaciones por suelo y erosion.
C3sec-P3sec	1	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrologica baja - Tierras aptas para pastoreo, calidad agrologica baja. Limitaciones por suelo y erosion.
F3se	1	Tierras aptas para forestales, calidad Agrologica baja - Tierras de proteccion. Limitaciones por suelos y erosion.

### ANEXO 3

F3sec	1	Tierras aptas para forestales, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
F3sec-P3sec	1	Tierras aptas para producción forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosión, clima y pastoreo temporal
F3sew	1	Tierras aptas para producción forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima
F3sewc	1	Tierras aptas para producción forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima
F3sewc-P3sewc	1	Tierras aptas para producción forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima-Tierras aptas para pastos, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo, erosión, clima y pastoreo temporal
P3se	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y pastoreo temporal-Tierras de protección con limitaciones de suelo y erosión
P3se-F3se	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión, clima y pastoreo temporal
P3se(t)	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y pastoreo temporal-Tierras de protección con limitaciones de suelo y erosión
P3sec-F3sec	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión, clima y pastoreo temporal
P3sew	1	Tierras aptas para producción forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima
P3sew-F3sew	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión, clima y pastoreo temporal
P3sewc-F3sewc	1	Tierras aptas para pastos, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión, clima y pastoreo temporal
P3sw(t)	1	Tierras aptas para producción forestal, calidad agrologica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima
X	1	s/n



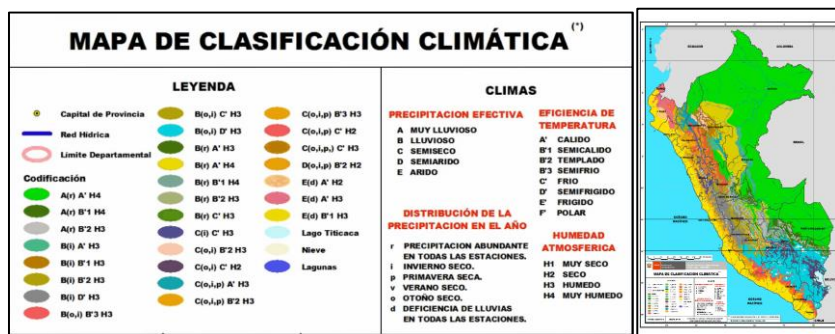


## ANEXO 4

### ANEXO 4: CLIMA

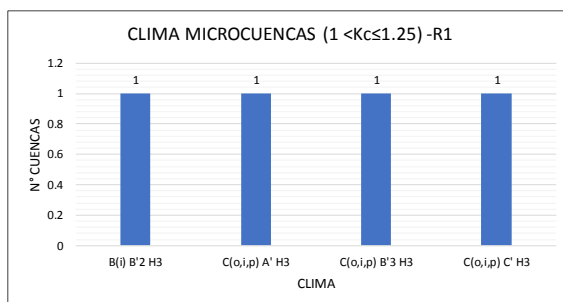
ÍNDICES CLIMÁTICOS Y ZONAS DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN DE CLIMAS- MÉTODO- WERREN THORNTHWAITE

Fuente: Mapa Climático Nacional –SENAMHI



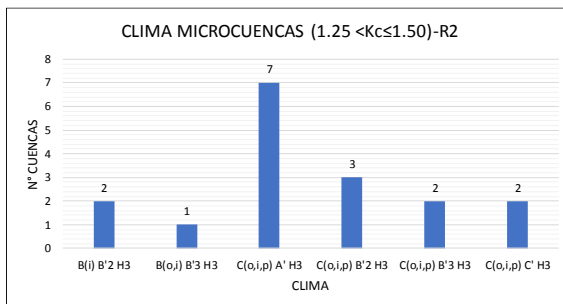
• **CLIMA MICROCUENCAS (1 <Kc≤1.25)-REGIÓN N°1**

Codigo climático	N° cuencas	Descripción climática
B(i) B'2 H3	1	Lluvioso, templado y húmedo; deficiencia de lluvias en invierno
C(o,i,p) A' H3	1	Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'3 H3	1	Semiseco, semifrío; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) C' H3	1	Semiseco, frío y húmedo; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera



• **CLIMA MICROCUENCAS (1.25 <Kc≤1.50) – REGIÓN N°2**

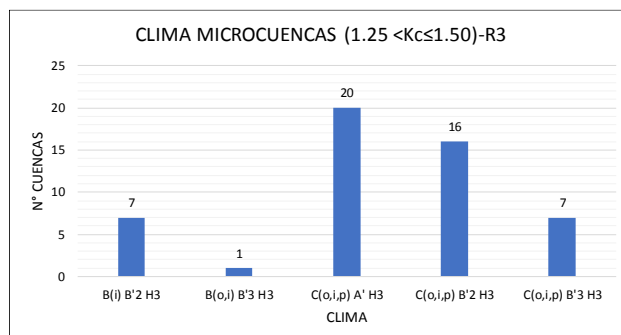
Codigo climático	N° cuencas	Descripción climática
B(i) B'2 H3	2	Lluvioso, templado y húmedo; deficiencia de lluvias en invierno
B(o,i) B'3 H3	1	Lluvioso; semifrío y húmedo; deficiencia de lluvias en invierno
C(o,i,p) A' H3	7	Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'2 H3	3	Semiseco, templado y húmedo; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'3 H3	2	Semiseco, semifrío; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) C' H3	2	Semiseco, frío y húmedo; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera



## ANEXO 4

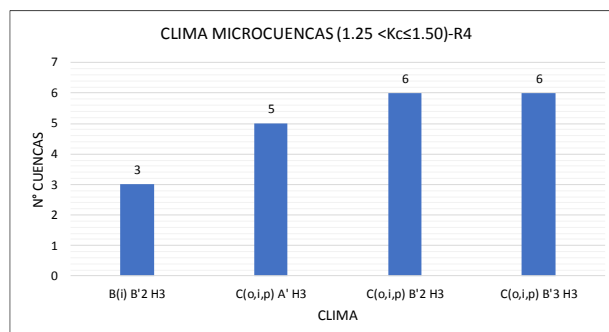
### • CLIMA MICROCUENCAS (1.25 < Kc ≤ 1.50) – REGIÓN N°3

Codigo climático	N° cuencas	Descripción climática
B(i) B'2 H3	7	Lluvioso, templado y húmedo; deficiencia de lluvias en invierno
B(o,i) B'3 H3	1	Lluvioso; semifrío y húmedo; deficiencia de lluvias en invierno
C(o,i,p) A' H3	20	Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'2 H3	16	Semiseco, templado y húmedo; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'3 H3	7	Semiseco, semifrío; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera



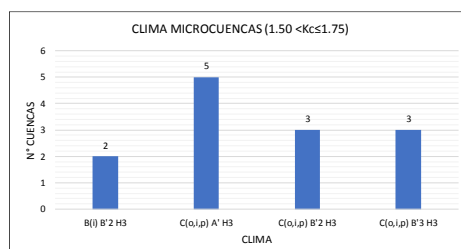
### • CLIMA MICROCUENCAS (1.25 < Kc ≤ 1.50) – REGIÓN N°4

Codigo climático	N° cuencas	Descripción climática
B(i) B'2 H3	3	Lluvioso, templado y húmedo; deficiencia de lluvias en invierno
C(o,i,p) A' H3	5	Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'2 H3	6	Semiseco, templado y húmedo; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'3 H3	6	Semiseco, semifrío; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera



### • CLIMA MICROCUENCAS (1.50 < Kc ≤ 1.75) -REGIÓN N°5

Codigo climático	N° cuencas	Descripción climática
B(i) B'2 H3	2	Lluvioso, templado y húmedo; deficiencia de lluvias en invierno
C(o,i,p) A' H3	5	Semiseco, cálido y húmedo; deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'2 H3	3	Semiseco, templado y húmedo; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera
C(o,i,p) B'3 H3	3	Semiseco, semifrío; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera



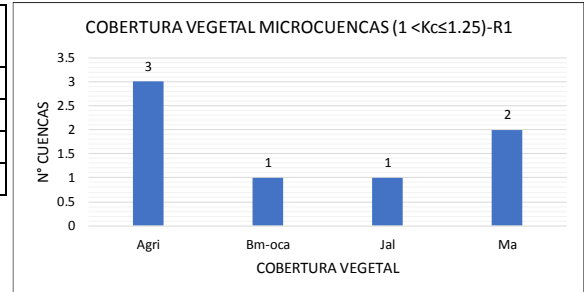
## ANEXO 5

### ANEXO 5: COBERTURA VEGETAL

Fuente: Mapa de Cobertura Vegetal del Perú -MINISTERIO DEL AMBIENTE

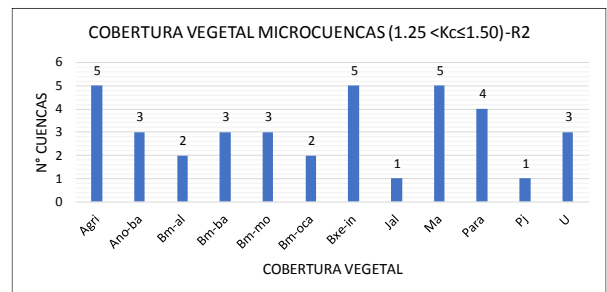
- COBERTURA VEGETAL MICROCUENCAS (1 <Kc≤1.25)-REGIÓN N°1**

Simbolo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN
Agri	3	Agricultura costera y andina
Bm-oca	1	Bosque montano occidental andino
Jal	1	Jalca
Ma	2	Matorral arbustivo



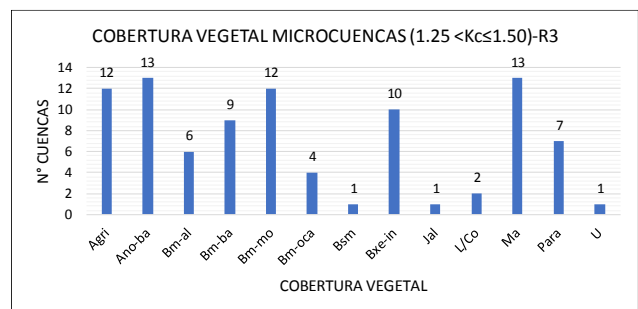
- COBERTURA VEGETAL MICROCUENCAS (1.25 <Kc≤1.50) – REGIÓN N°2**

Simbolo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN
Agri	5	Agricultura costera y andina
Ano-ba	3	Areas de no bosque amazónico
Bm-al	2	Bosque de montaña altimontano
Bm-ba	3	Bosque de montaña basimontano
Bm-mo	3	Bosque de montaña montano
Bm-oca	2	Bosque montano occidental andino
Bxe-in	5	Bosque xérico interandino
Jal	1	Jalca
Ma	5	Matorral arbustivo
Para	4	Páramo
Pj	1	Pajonal andino
U	3	Area urbana



- COBERTURA VEGETAL MICROCUENCAS (1.25 <Kc≤1.50) – REGIÓN N°3**

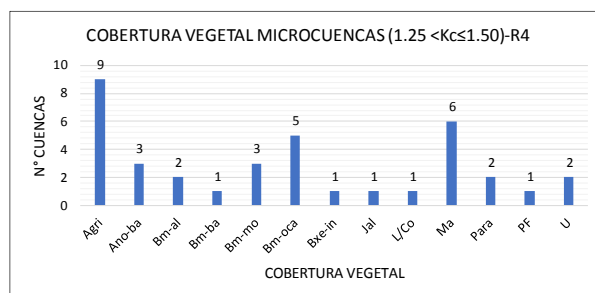
Simbolo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN
Agri	12	Agricultura costera y andina
Ano-ba	13	Areas de no bosque amazónico
Bm-al	6	Bosque de montaña altimontano
Bm-ba	9	Bosque de montaña basimontano
Bm-mo	12	Bosque de montaña montano
Bm-oca	4	Bosque montano occidental andino
Bsm	1	Bosque seco de montaña
Bxe-in	10	Bosque xérico interandino
Jal	1	Jalca
L/Co	2	Lagunas, lagos y cochas
Ma	13	Matorral arbustivo
Para	7	Páramo
U	1	Area urbana



## ANEXO 5

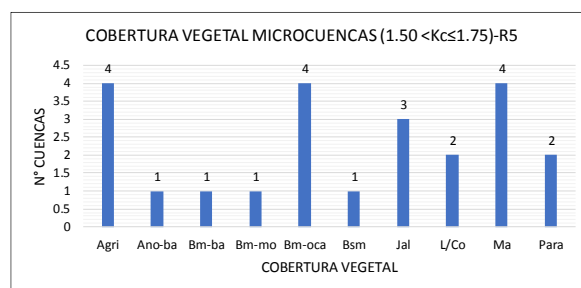
### • COBERTURA VEGETAL MICROCUENCAS (1.25 < Kc ≤ 1.50) – REGIÓN N°4

Simbolo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN
Agri	9	Agricultura costera y andina
Ano-ba	3	Areas de no bosque amazónico
Bm-al	2	Bosque de montaña altimontano
Bm-ba	1	Bosque de montaña basimontano
Bm-mo	3	Bosque de montaña montano
Bm-oca	5	Bosque montano occidental andino
Bxe-in	1	Bosque xérico interandino
Jal	1	Jalca
L/Co	1	Lagunas, lagos y cochas
Ma	6	Matorral arbustivo
Para	2	Páramo
PF	1	Plantación Forestal
U	2	Area urbana



### • COBERTURA VEGETAL MICROCUENCAS (1.50 < Kc ≤ 1.75) -REGIÓN N°5

Simbolo	N° CUENCAS	DESCRIPCIÓN
Agri	4	Agricultura costera y andina
Ano-ba	1	Areas de no bosque amazónico
Bm-ba	1	Bosque de montaña basimontano
Bm-mo	1	Bosque de montaña montano
Bm-oca	4	Bosque montano occidental andino
Bsm	1	Bosque seco de montaña
Jal	3	Jalca
L/Co	2	Lagunas, lagos y cochas
Ma	4	Matorral arbustivo
Para	2	Páramo



TESIS: GENERACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE LA ESTACIÓN  
PLUVIOGRÁFICA JAÉN

Tabla 30

*Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos para la Estación Jaén.*

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr) $x = \beta - \frac{1}{\alpha} \times \ln \times \left[ -\ln \times \left( 1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]$				
5	2	247	124.08	106.32	79.56	50.33	29.57
	5	97	105.10	90.03	67.20	42.58	25.05
	10	47	90.45	77.45	57.65	36.59	21.57
	15	31	81.62	69.88	51.89	32.99	19.47
	20	22	75.16	64.34	47.69	30.35	17.93
	25	17	69.99	59.90	44.32	28.24	16.70
	30	14	65.61	56.14	41.46	26.45	15.66
	40	10	58.30	49.86	36.70	23.46	13.92
	50	7	52.08	44.52	32.65	20.92	12.44
	60	5	46.40	39.65	28.94	18.60	11.09
	70	4	40.84	34.87	25.32	16.33	9.76
	75	4	37.97	32.41	23.45	15.16	9.08
	80	3	34.93	29.80	21.47	13.92	8.36
	90	2	27.63	23.54	16.72	10.94	6.62
100	1	-	-	-	-	-	
10	2	495	138.19	118.44	88.76	56.09	32.93
	5	195	119.22	102.15	76.40	48.34	28.41
	10	95	104.56	89.57	66.84	42.36	24.93
	15	62	95.73	81.99	61.09	38.75	22.83
	20	45	89.28	76.45	56.89	36.11	21.29
	25	35	84.11	72.01	53.51	34.00	20.06
	30	28	79.73	68.25	50.66	32.21	19.02
	40	20	72.41	61.98	45.89	29.23	17.28
	50	14	66.20	56.64	41.84	26.69	15.80
	60	11	60.51	51.76	38.14	24.37	14.45
	70	8	54.95	46.99	34.52	22.10	13.12
	75	7	52.08	44.52	32.65	20.92	12.44
	80	6	49.04	41.92	30.67	19.68	11.72
	90	4	41.75	35.66	25.91	16.70	9.98
100	1	-	-	-	-	-	
15	2	742	146.45	125.52	94.14	59.46	34.89
	5	292	127.48	109.24	81.78	51.72	30.38
	10	142	112.82	96.66	72.22	45.73	26.89
	15	92	103.99	89.08	66.47	42.12	24.79
	20	67	97.54	83.54	62.27	39.49	23.25
	25	52	92.36	79.10	58.89	37.37	22.02
	30	42	87.98	75.34	56.04	35.59	20.98
	40	29	80.67	69.06	51.28	32.60	19.24
	50	22	74.45	63.73	47.23	30.06	17.76
	60	16	68.77	58.85	43.52	27.74	16.41
	70	12	63.21	54.08	39.90	25.47	15.09
	75	11	60.34	51.61	38.03	24.30	14.40
	80	9	57.30	49.00	36.05	23.05	13.68
	90	7	50.01	42.74	31.29	20.08	11.95
100	1	-	-	-	-	-	

TESIS: GENERACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE LA ESTACIÓN  
PLUVIOGRÁFICA JAÉN

Continuación Tabla 30							
<b>20</b>	2	990	152.31	130.55	97.96	61.86	36.29
	5	390	133.34	114.27	85.59	54.11	31.77
	10	190	118.68	101.68	76.04	48.12	28.28
	15	123	109.85	94.11	70.29	44.52	26.18
	20	90	103.39	88.57	66.08	41.88	24.65
	25	70	98.22	84.13	62.71	39.77	23.42
	30	56	93.84	80.37	59.86	37.98	22.38
	40	39	86.53	74.09	55.09	34.99	20.64
	50	29	80.31	68.76	51.04	32.45	19.16
	60	22	74.63	63.88	47.34	30.13	17.80
	70	17	69.07	59.10	43.72	27.86	16.48
	75	14	66.20	56.64	41.84	26.69	15.80
	80	12	63.16	54.03	39.86	25.45	15.07
90	9	55.86	47.77	35.11	22.47	13.34	
100	1	-	-	-	-	-	
<b>30</b>	2	1485	160.57	137.64	103.34	65.23	38.25
	5	585	141.59	121.35	90.97	57.48	33.74
	10	285	126.93	108.77	81.42	51.49	30.25
	15	185	118.11	101.20	75.67	47.89	28.15
	20	134	111.65	95.65	71.46	45.25	26.61
	25	104	106.48	91.21	68.09	43.14	25.38
	30	84	102.10	87.46	65.24	41.35	24.34
	40	59	94.79	81.18	60.47	38.36	22.60
	50	43	88.57	75.84	56.42	35.83	21.12
	60	33	82.89	70.96	52.72	33.50	19.77
	70	25	77.33	66.19	49.10	31.23	18.45
	75	22	74.45	63.73	47.23	30.06	17.76
	80	19	71.41	61.12	45.24	28.82	17.04
90	13	64.12	54.86	40.49	25.84	15.30	
100	1	-	-	-	-	-	
<b>40</b>	2	1980	166.43	142.67	107.15	67.62	39.64
	5	780	147.45	126.38	94.79	59.87	35.13
	10	380	132.79	113.80	85.24	53.89	31.64
	15	246	123.97	106.22	79.49	50.28	29.54
	20	179	117.51	100.68	75.28	47.64	28.01
	25	139	112.34	96.24	71.91	45.53	26.78
	30	112	107.96	92.48	69.06	43.74	25.73
	40	78	100.64	86.21	64.29	40.76	23.99
	50	58	94.43	80.87	60.24	38.22	22.51
	60	44	88.74	75.99	56.54	35.90	21.16
	70	33	83.18	71.22	52.91	33.63	19.84
	75	29	80.31	68.76	51.04	32.45	19.16
	80	25	77.27	66.15	49.06	31.21	18.43
90	17	69.98	59.89	44.31	28.23	16.70	
100	1	-	-	-	-	-	
<b>50</b>	2	2475	170.97	146.57	110.12	69.48	40.73
	5	975	152.00	130.28	97.75	61.73	36.21
	10	475	137.34	117.70	88.20	55.74	32.72
	15	308	128.51	110.12	82.45	52.14	30.62
	20	224	122.05	104.58	78.24	49.50	29.09

TESIS: GENERACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE LA ESTACIÓN  
PLUVIOGRÁFICA JAÉN

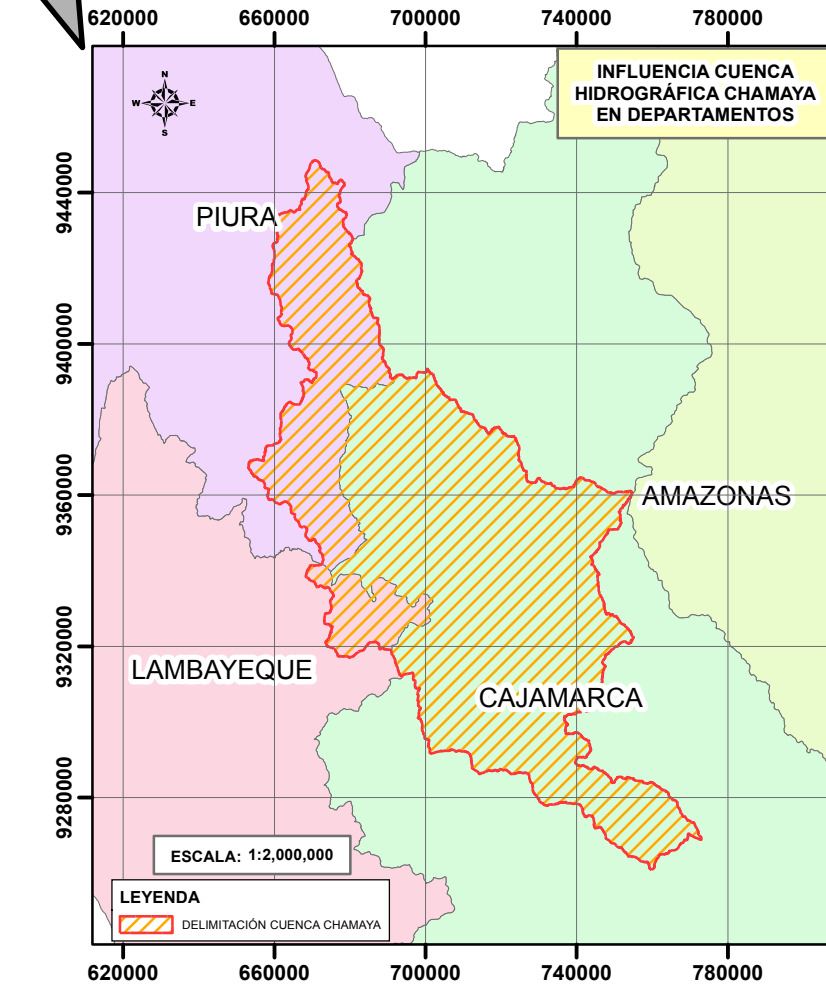
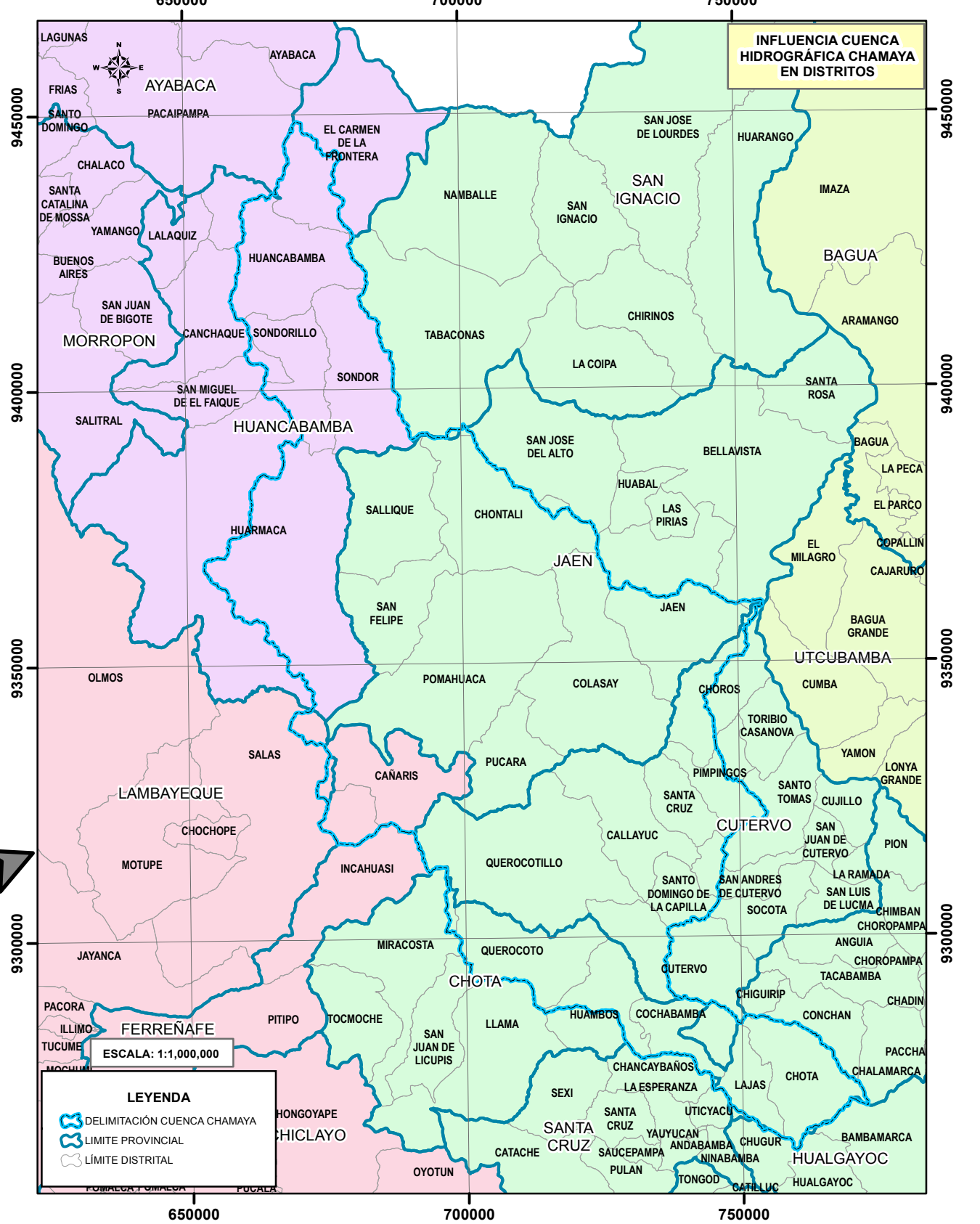
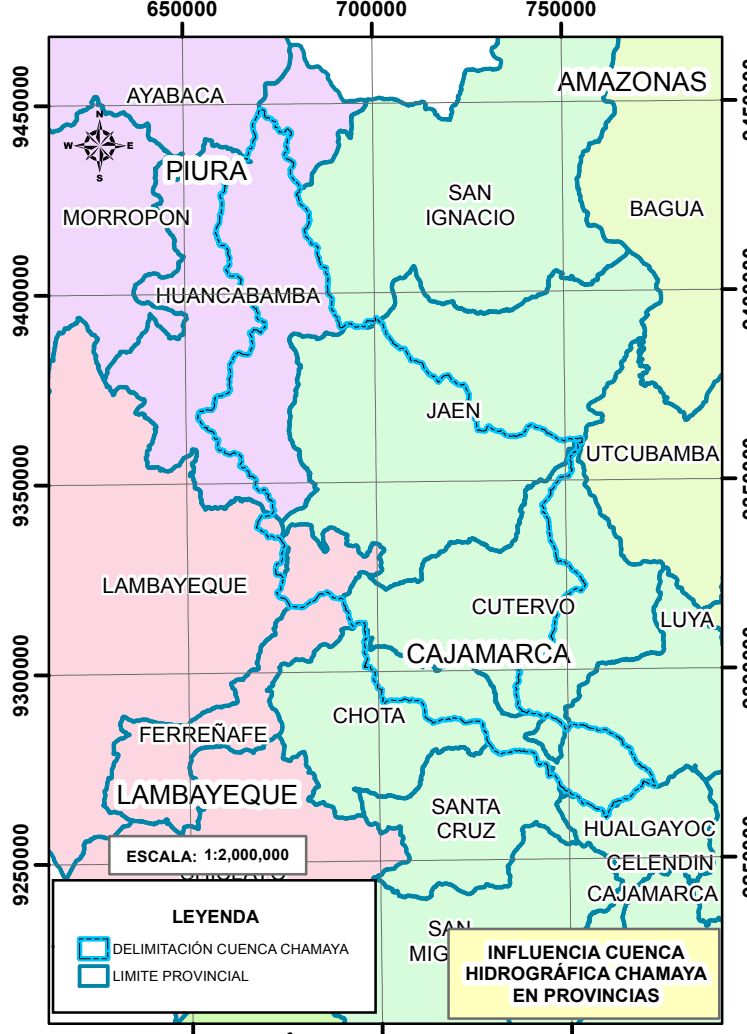
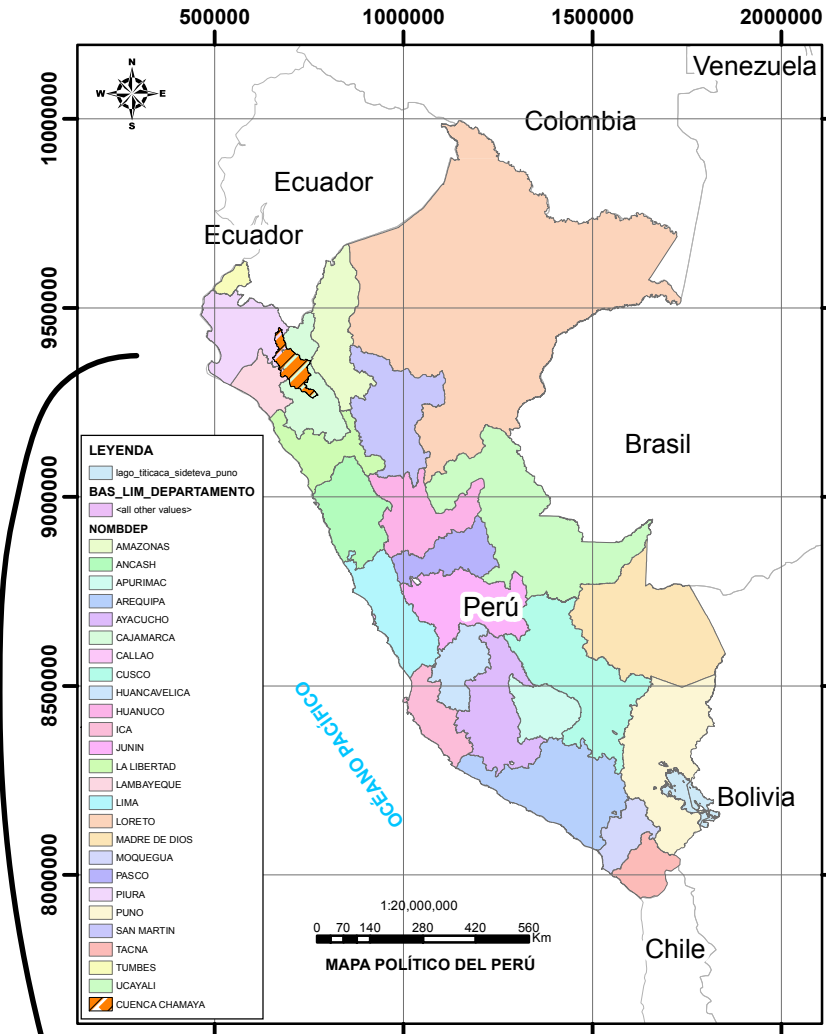
Continuación Tabla 30

	25	174	116.88	100.14	74.87	47.39	27.86
	30	140	112.50	96.38	72.02	45.60	26.82
	40	98	105.19	90.11	67.25	42.61	25.07
	50	72	98.97	84.77	63.20	40.07	23.60
	60	55	93.29	79.89	59.50	37.75	22.24
	70	42	87.73	75.12	55.87	35.48	20.92
	75	36	84.86	72.66	54.00	34.31	20.24
	80	31	81.82	70.05	52.02	33.07	19.51
	90	22	74.52	63.79	47.27	30.09	17.78
	100	1	-	-	-	-	-
<b>60</b>	2	2970	174.68	149.75	112.54	70.99	41.61
	5	1170	155.71	133.47	100.17	63.24	37.09
	10	569	141.05	120.89	90.62	57.26	33.61
	15	369	132.22	113.31	84.87	53.65	31.51
	20	269	125.77	107.77	80.66	51.02	29.97
	25	209	120.59	103.33	77.29	48.90	28.74
	30	168	116.22	99.57	74.44	47.12	27.70
	40	117	108.90	93.29	69.67	44.13	25.96
	50	87	102.69	87.96	65.62	41.59	24.48
	60	65	97.00	83.08	61.92	39.27	23.13
	70	50	91.44	78.31	58.29	37.00	21.80
	75	43	88.57	75.84	56.42	35.83	21.12
	80	37	85.53	73.23	54.44	34.58	20.40
	90	26	78.24	66.97	49.69	31.61	18.66
		100	1	-	-	-	-
<b>70</b>	2	3465	177.82	152.45	114.58	72.28	42.36
	5	1365	158.85	136.16	102.22	64.53	37.84
	10	664	144.19	123.58	92.66	58.54	34.35
	15	431	135.36	116.00	86.91	54.94	32.25
	20	314	128.91	110.46	82.71	52.30	30.72
	25	243	123.73	106.02	79.34	50.19	29.49
	30	196	119.36	102.27	76.48	48.40	28.45
	40	137	112.04	95.99	71.72	45.41	26.71
	50	101	105.82	90.65	67.67	42.87	25.23
	60	76	100.14	85.77	63.96	40.55	23.87
	70	58	94.58	81.00	60.34	38.28	22.55
	75	51	91.71	78.54	58.47	37.11	21.87
	80	44	88.67	75.93	56.49	35.87	21.14
	90	30	81.38	69.67	51.74	32.89	19.41
		100	1	-	-	-	-
<b>75</b>	2	3712	179.23	153.65	115.50	72.85	42.69
	5	1462	160.25	137.37	103.13	65.10	38.18
	10	712	145.59	124.79	93.58	59.11	34.69
	15	461	136.77	117.21	87.83	55.51	32.59
	20	336	130.31	111.67	83.62	52.87	31.05
	25	261	125.14	107.23	80.25	50.76	29.82
	30	210	120.76	103.47	77.40	48.97	28.78
	40	147	113.45	97.19	72.63	45.98	27.04
	50	108	107.23	91.86	68.58	43.45	25.56
	60	82	101.55	86.98	64.88	41.12	24.21

TESIS: GENERACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE LA ESTACIÓN  
PLUVIOGRÁFICA JAÉN

Continuación Tabla 30							
	70	62	95.99	82.21	61.26	38.85	22.89
	75	54	93.11	79.74	59.38	37.68	22.20
	80	47	90.07	77.13	57.40	36.44	21.48
	90	33	82.78	70.87	52.65	33.46	19.74
	100	1	-	-	-	-	-
<b>80</b>	2	3960	180.54	154.78	116.35	73.39	43.00
	5	1560	161.57	138.50	103.99	65.64	38.49
	10	759	146.91	125.91	94.44	59.65	35.00
	15	492	138.08	118.34	88.69	56.05	32.90
	20	359	131.63	112.80	84.48	53.41	31.37
	25	278	126.45	108.36	81.11	51.30	30.13
	30	224	122.07	104.60	78.26	49.51	29.09
	40	157	114.76	98.32	73.49	46.52	27.35
	50	115	108.54	92.99	69.44	43.98	25.87
	60	87	102.86	88.11	65.74	41.66	24.52
	70	66	97.30	83.34	62.11	39.39	23.20
	75	58	94.43	80.87	60.24	38.22	22.51
	80	50	91.39	78.26	58.26	36.98	21.79
	90	35	84.10	72.00	53.51	34.00	20.06
	100	1	-	-	-	-	-
	<b>90</b>	2	4455	182.94	156.84	117.92	74.37
5		1755	163.97	140.55	105.55	66.62	39.06
10		854	149.31	127.97	96.00	60.63	35.57
15		554	140.48	120.40	90.25	57.03	33.47
20		403	134.02	114.86	86.04	54.39	31.94
25		313	128.85	110.42	82.67	52.28	30.70
30		252	124.47	106.66	79.82	50.49	29.66
40		176	117.16	100.38	75.05	47.50	27.92
50		130	110.94	95.05	71.00	44.96	26.44
60		98	105.26	90.17	67.30	42.64	25.09
70		75	99.70	85.39	63.67	40.37	23.77
75		65	96.83	82.93	61.80	39.20	23.09
80		56	93.79	80.32	59.82	37.96	22.36
90		39	86.49	74.06	55.07	34.98	20.63
100		1	-	-	-	-	-
<b>100</b>		2	4950	185.09	158.68	119.31	75.24
	5	1950	166.11	142.40	106.95	67.49	39.57
	10	949	151.45	129.81	97.40	61.51	36.08
	15	615	142.63	122.24	91.65	57.90	33.98
	20	448	136.17	116.70	87.44	55.27	32.45
	25	348	131.00	112.26	84.07	53.15	31.22
	30	280	126.62	108.50	81.22	51.36	30.17
	40	196	119.30	102.22	76.45	48.38	28.43
	50	144	113.09	96.89	72.40	45.84	26.95
	60	109	107.40	92.01	68.70	43.52	25.60
	70	83	101.84	87.24	65.07	41.25	24.28
	75	72	98.97	84.77	63.20	40.07	23.60
	80	62	95.93	82.16	61.22	38.83	22.87
	90	43	88.64	75.90	56.47	35.85	21.14
	100	1	-	-	-	-	-





**Parámetros morfológicos cuenca Chamaya**

Nombre	CHAMAYA	
Iduh	183	-
Orden	118	-
Código	49896	-
Orden cursos de agua	7	-
Emisor	E: 754512 m	
	N: 9360032 m	
PARÁMETROS DE FORMA		
Área	8072.719	Km <sup>2</sup>
Perímetro	729.189	Km
Factor De Forma(F)	0.142	-
Coefficiente De Compacidad (Kc)	2.272	-
Altitud Media	2216.841	m.s.n.m
Pendiente Cuenca	47.26	(%)
Pendiente Cauce Principal	0.78	(%)
Longitud De Máximo Recorrido	238.792	Km
PARÁMETROS DE RELIEVE		
Coefficiente de masividad	0.0000	m.s.n.m / Km <sup>2</sup>
Coefficiente Orográfico (Co)	0.001	-
PARÁMETROS DE DRENAJE		
Relación Confluencias	1.818	-
Relación Longitudes	0.954	-
Densidad Drenaje	0.743	Km/Km <sup>2</sup>
Frecuencia Ríos	0.701	Nºríos/ Km <sup>2</sup>
Tiempo De Concentración	1742.3	Min

**INFLUENCIA CUENCA CHAMAYA EN DEPARTAMENTOS**

U. H.	Nivel	Nombre	Código
Unidad hidrográfica		Región	
	N1	Hidrográfica del Amazonas	4
	N2	Alto Amazonas	49
	N3	Marañón	498
	N4	Alto Marañón	4889
N5	Chamaya	49896	
ORDEN			118

**Anexo 7**

FUENTE: IGN-IDEF

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

**MAPA: UBICACIÓN GENERAL ZONA DE ESTUDIO**

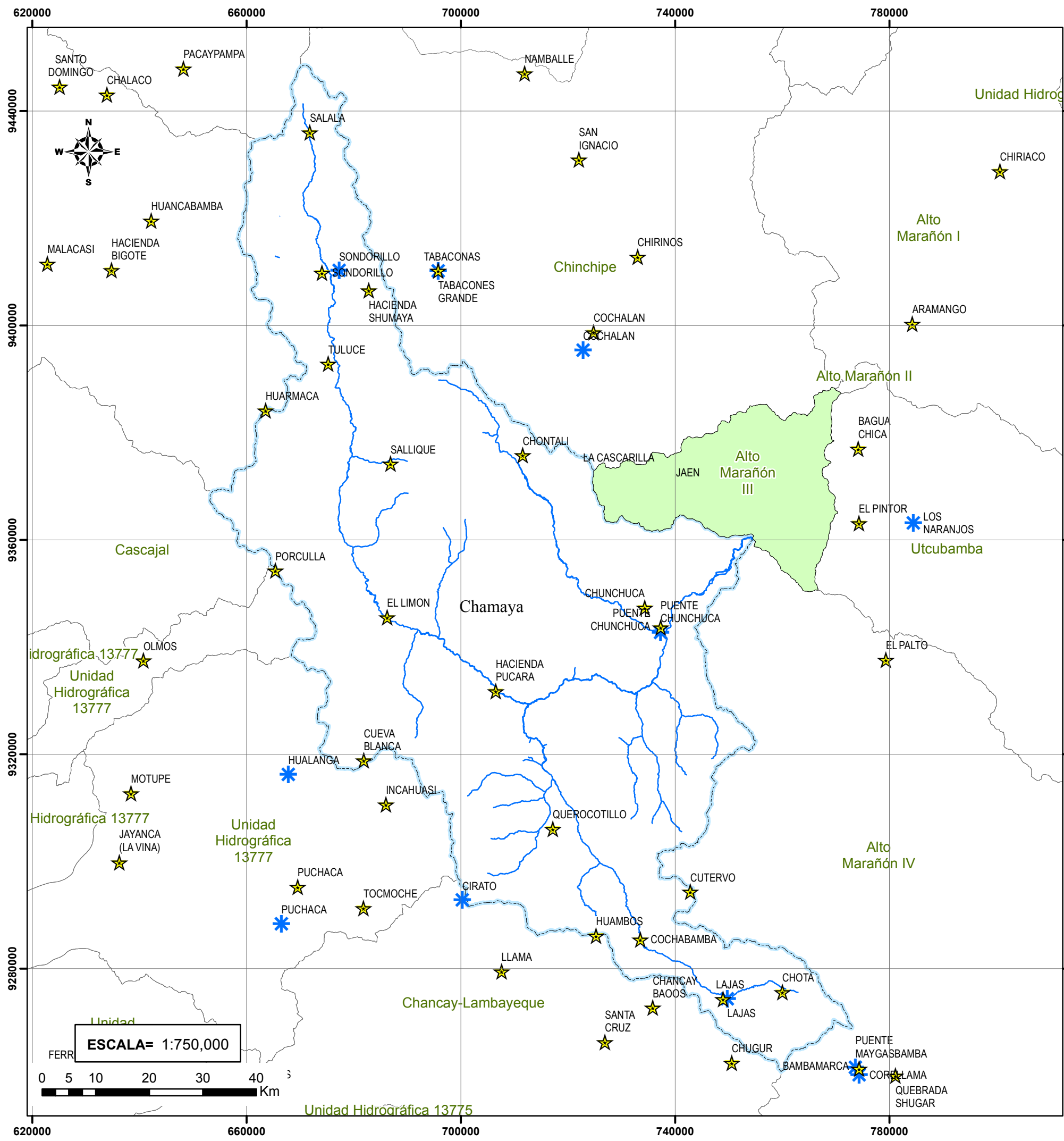
TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"

ZONA 17S DATUM WGS-84 Autor: Freddy Bustamante Ruitón CAJAMARCA 2019

**M-U**







**ESTACIONES HIDROMETEREOLÓGICAS EN FUNCIONAMIENTO ANA-SENAMHI**

Nombre	CODIGO	TIPO	RIO	ESTADO	AÑO INICIO	AÑO FINAL
CIRATO	200909	LIMNIGRAFICA	HUAMCABAMBA	FUNCIONANDO	2001	
PUCHACA	200802	LIMNIGRAFICA	LA LECHE	FUNCIONANDO	1965	
TABACONES GRANDE	220813	LIMNIGRAFICA	TABACONAS	FUNCIONANDO	1970	
SONDORILLO	220510	LIMNIGRAFICA	HUANCABAMBA	FUNCIONANDO	1997	
COCHALAN	220815	LIMNIGRAFICA	TABACONAS	FUNCIONANDO	2000	
PUENTE CHUNCHUCA	220401	LIMNIGRAFICA	CHUNCHUCA	FUNCIONANDO	1964	
LAJAS	220613	LIMNIGRAFICA	CHOTANO	FUNCIONANDO	1975	
LOS NARANJOS	221501	LIMNIGRAFICA	UTCUBAMBA	FUNCIONANDO	1994	
PUENTE MAYGASBAMBA	220307	LIMNIGRAFICA	MAYGASBAMBA	FUNCIONANDO	1975	
CORELLAMA	220309	LIMNIGRAFICA	LLAUCANO	FUNCIONANDO	1975	
SAN PEDRO	200416	LIMNIGRAFICA	CHARANAL	FUNCIONANDO	1995	
PACAYPAMPA	152114	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
FERREHAFE	331	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
MOTUPE	334	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1964	2007
INCAHUASI	307	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1995	2007
PUCHACA	3114	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	2002	2007
JAYANCA (LA VINA)	333	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1964	2007
TOCMOCHE	153103	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
HUAMBOS	343	CLIMATICA PRINCIPAL		FUNCIONANDO	1965	2007
LLAMA	341	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1967	2007
CHANCAY BAOS	395	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1987	2007
SANTA CRUZ	351	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
CHUGUR	153208	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1963	2007
TINAJONES	335	CLIMATICA PRINCIPAL		FUNCIONANDO	1963	2007
QUILCATE	309	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1996	2007
SIPAN	306	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1997	2007
UDIMA	153110	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
EL ESPINAL	340	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1964	2007
JAEN	252	CLIMATICA PRINCIPAL		FUNCIONANDO	1949	2007
LA CASCARILLA	349	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1988	2007
SALALA	203	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1997	2007
HACIENDA SHUMAYA	152128	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1963	2007
TULUCE	152127	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1963	2007
SONDORILLO	152126	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
HUARMACA	248	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1972	2007
PORCULLA	152132	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1965	2007
SALLIQUE	2129	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	2002	2007
CHONTALI	250	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
PUENTE CHUNCHUCA	153117	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	2001	2007
CHUNCHUCA	152213			FUNCIONANDO	2001	2002
EL LIMON	241	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1965	2007
HACIENDA PUCARA	153107	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1963	2007
QUEROCOTILLO	153109	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1963	2007
CUEVA BLANCA	153102	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1964	2007
CUTERVO	352	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
COCHABAMBA	353	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
CHOTA	303	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1968	2007
LAJAS	153235	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1985	2007
NAMBALLE	220	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1999	2007
SAN IGNACIO	242	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1946	2007
TABACONAS	240	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1964	2007
CHIRINOS	260	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1988	2007
COCHALAN	152212	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	2000	2007
BAGUA CHICA	253	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1966	2007
EL PINTOR	152204	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1980	2007
CHIRIACO	229	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1994	2007
ARAMANGO	261	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1995	2007
EL PALTO	3332	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	2002	2007
BAMBAMARCA	362	CLIMATICA PRINCIPAL		FUNCIONANDO	1961	2007
QUEBRADA SHUGAR	153108	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1961	2007
OLMOS	236	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1964	2007
SAN PEDRO	150001	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1975	2007
SANTO DOMINGO	2110	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	2002	2007
CHALACO	152112	CLIMATICA PRINCIPAL		FUNCIONANDO	1963	2007
MORROPON	235	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	1963	2007
VRREY	152107	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1964	2007
HUANCABAMBA	239	CLIMATICA PRINCIPAL		FUNCIONANDO	1951	2007
HACIENDA BIGOTE	152111	PLUVIOMETRICA		FUNCIONANDO	1963	2007
MALACASI	2122	CLIMATICA ORDINARIA		FUNCIONANDO	2001	2007

**LEYENDA**

- CUENCA CON INFORMACIÓN HIDROLÓGICA
- TIP\_EST**
- CLIMATICA
- HIDROMETRICA
- RÍOS
- DELIMITACIÓN CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

**MAPA: ESTACIONES HIDROMETEREOLÓGICAS EN FUNCIONAMIENTO ANA-SENAMHI**

TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"

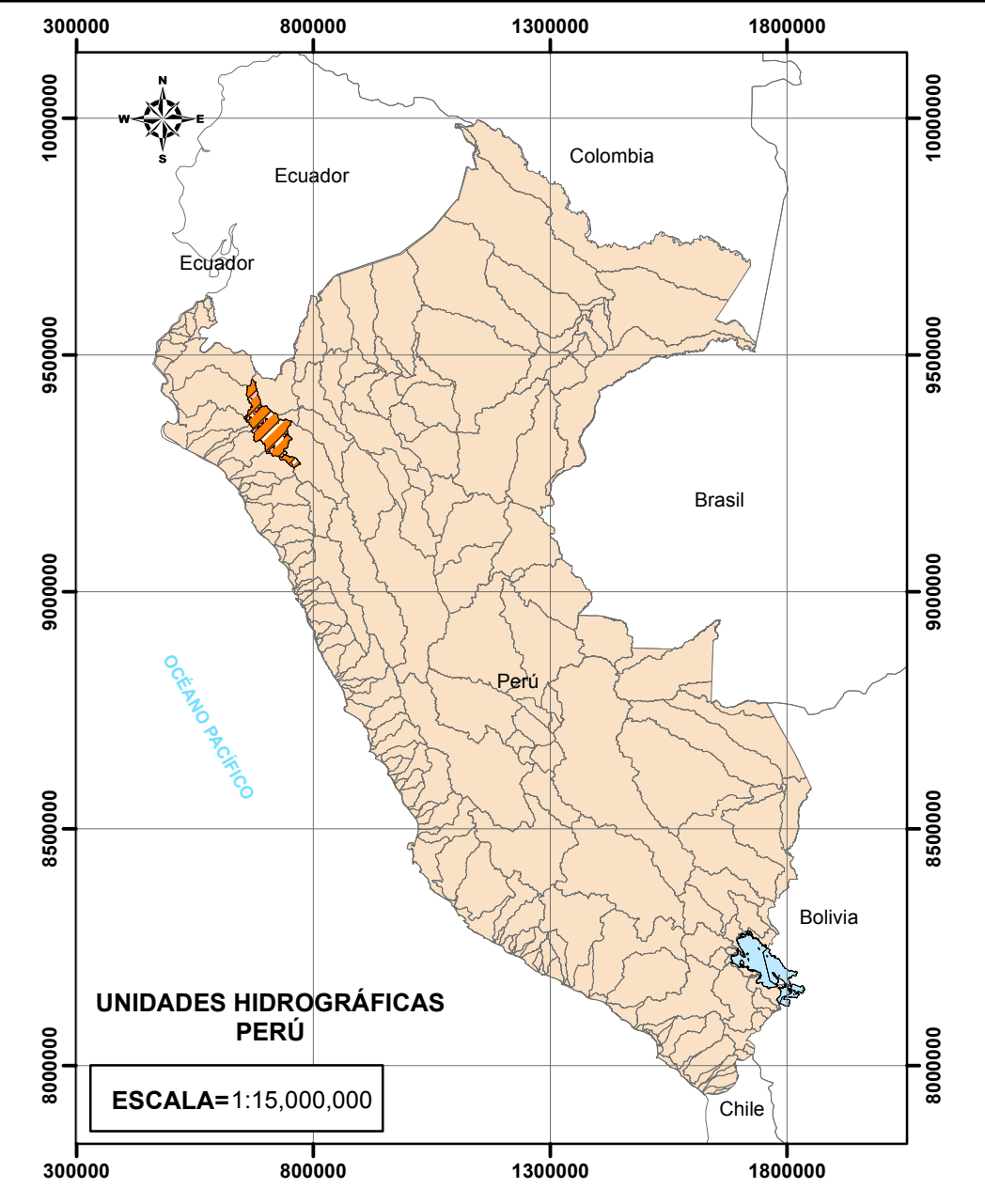
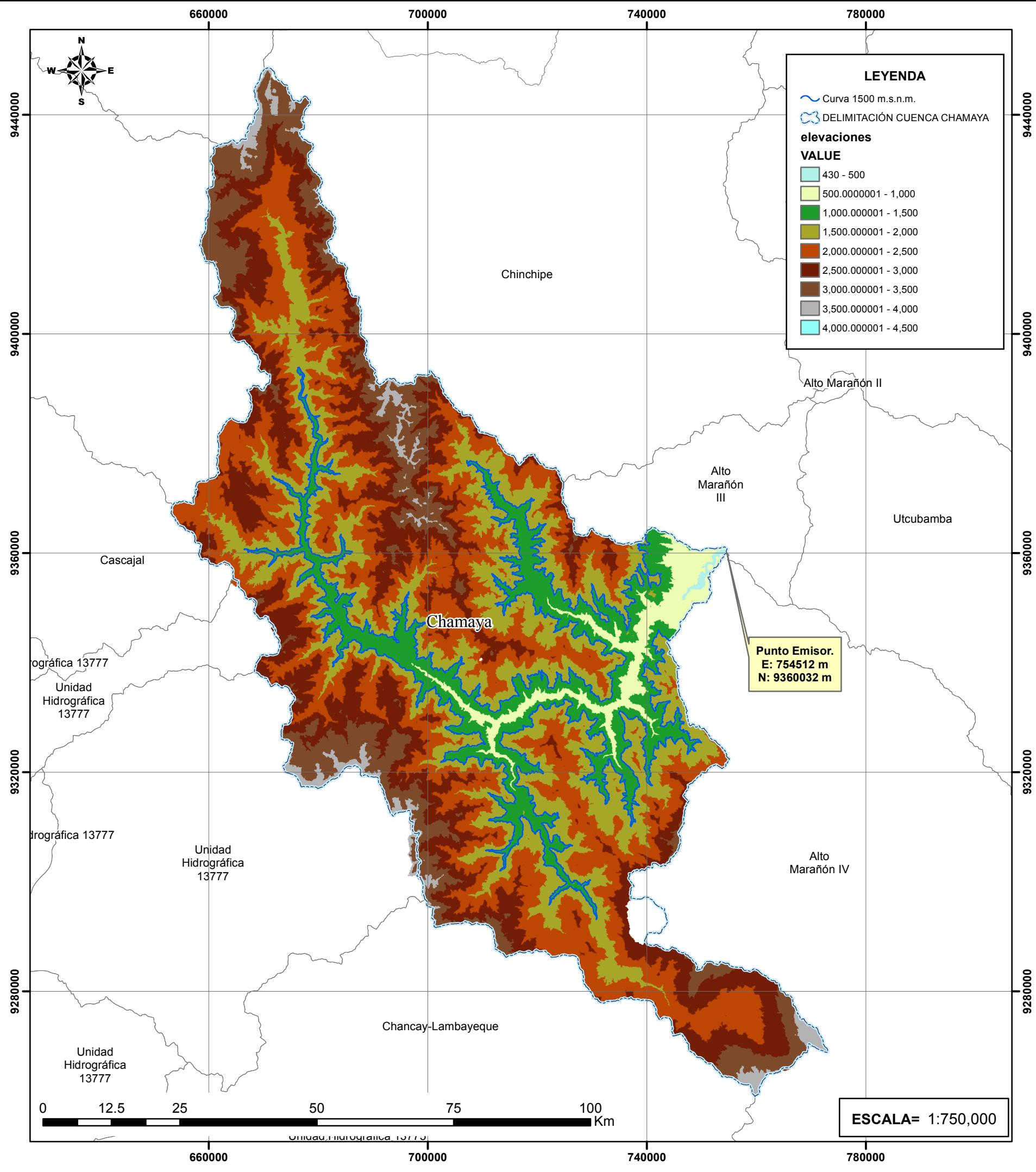
**M-F**

ZONA 17S DATUM WGS-84 Autor: Freddy Bustamante Ruitón CAJAMARCA 2019

**Anexo 10**

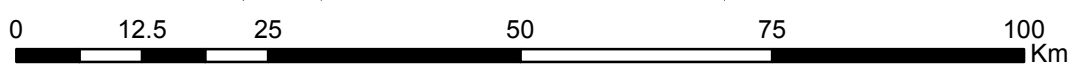
FUENTE: ANA-SENAMHI

**ESCALA= 1:750,000**



**SUBDIVISIÓN CUENCA CHAMAYA**  
1:750,000

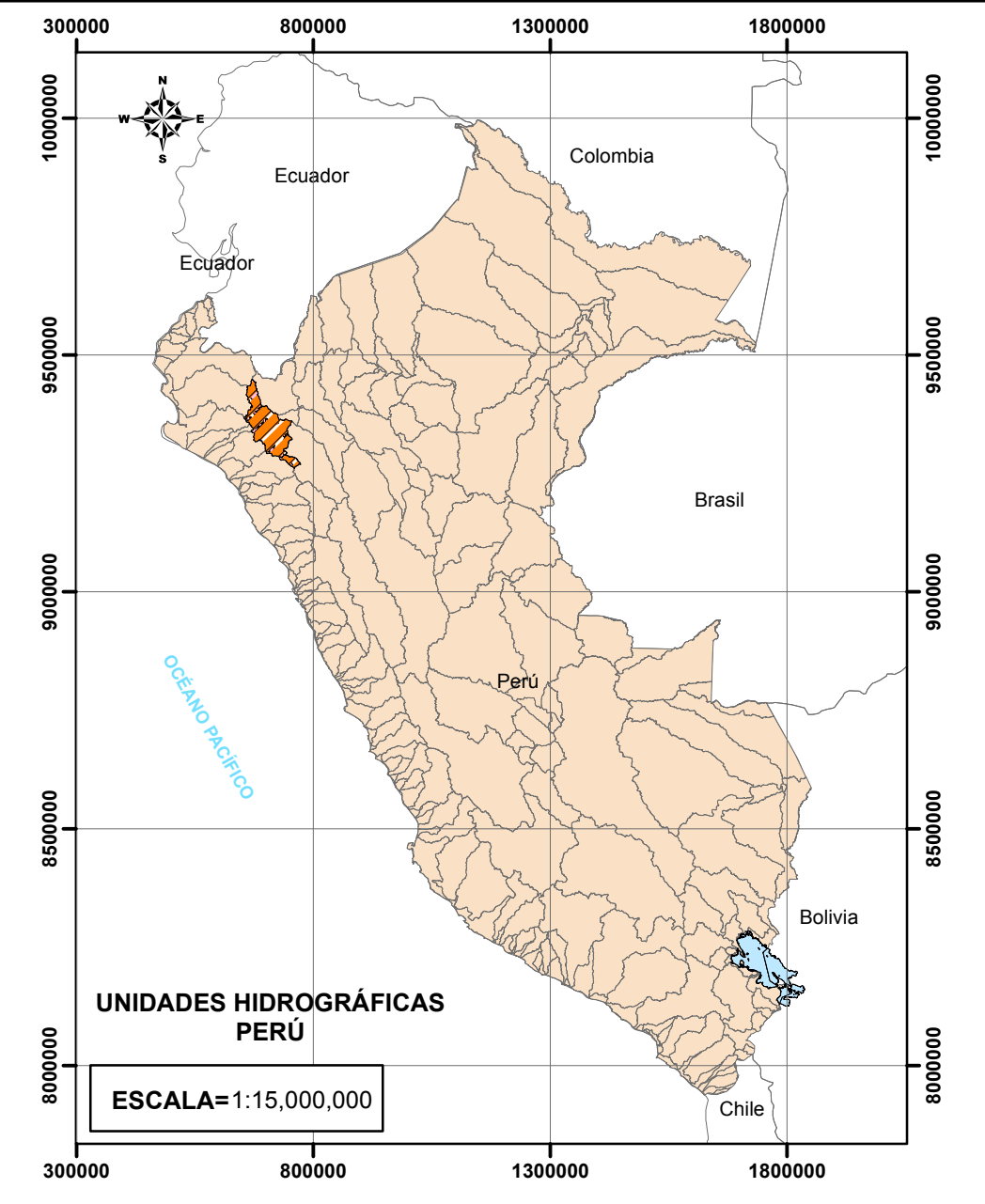
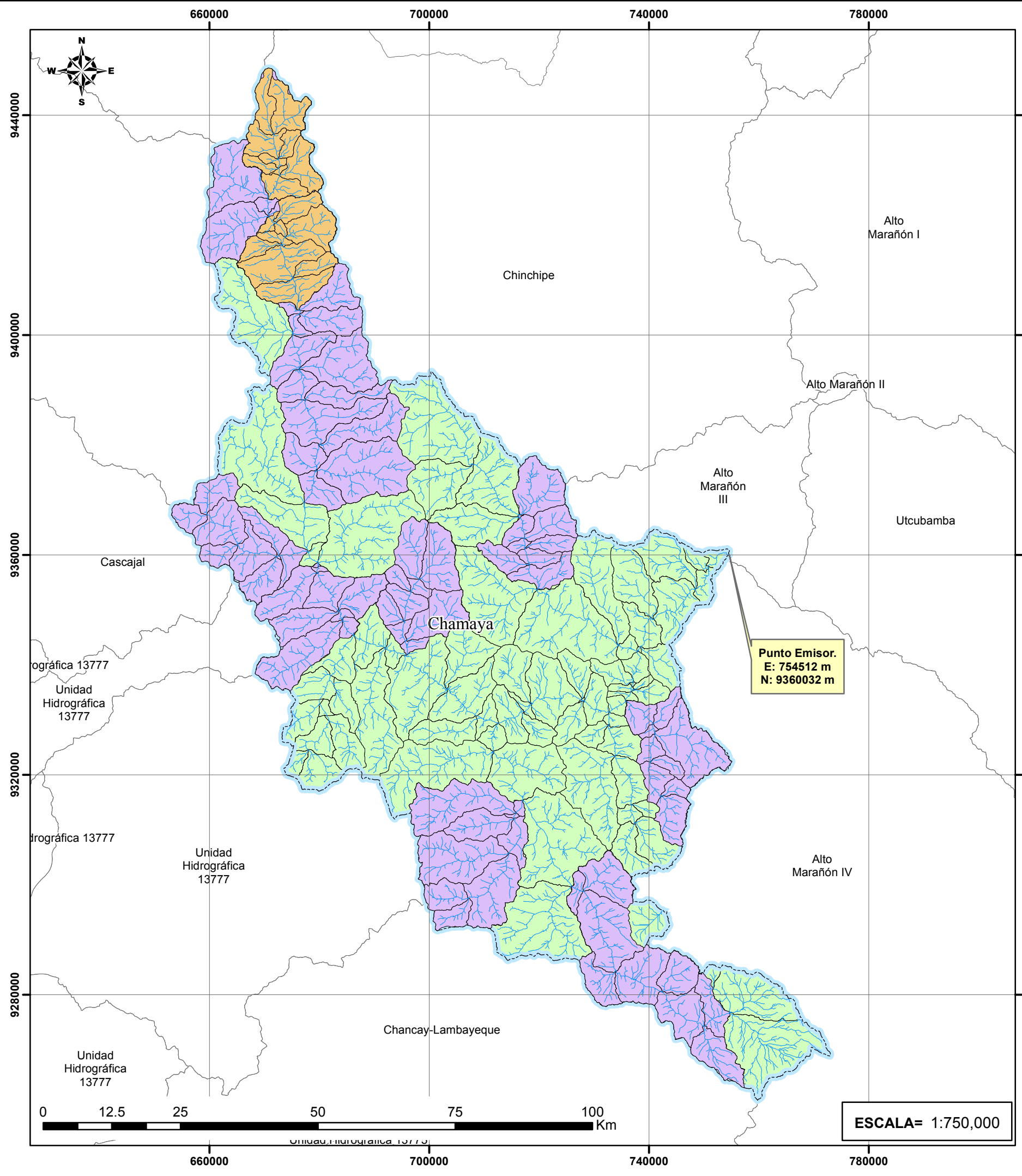
**UNIDAD HIDROGRÁFICA CUENCA RÍO CHAMAYA**  
UH NIVEL 5: (1)  
UH NIVEL 6: (9)  
UH NIVEL 7: (81)  
UH NIVEL 8: (81)  
UH NIVEL 9: (18)



**Anexo 11**

FUENTE: MDE-12.5mX12.5m

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica
	<b>MAPA: ELEVACIONES CUENCA CHAMAYA</b>
TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"	
ZONA 17S DATUM WGS-84	Autor: Freddy Bustamante Ruitón
<b>E-CH</b> CAJAMARCA 2019	



**LEYENDA**

- RÍOS GENERADOS
- UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL 7
- UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL 8
- UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL 9
- DELIMITACIÓN CUENCA CHAMAYA

**SUBDIVISIÓN CUENCA CHAMAYA**  
1:750,000

**UNIDAD HIDROGRÁFICA CUENCA RÍO CHAMAYA**

- UH NIVEL 5: (1)
- UH NIVEL 6: (9)
- UH NIVEL 7: (81)
- UH NIVEL 8: (81)
- UH NIVEL 9: (18)

NOTA: LOS RÍOS GENERADOS SON A PARTIR DEL GEOPROCESAMIENTO DEL MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES(DEM) 12.5mX12.5m DE RESOLUCIÓN EVALUADO BAJO UN HUMBRAL "VALUE >=5000".

**Anexo 12**

FUENTE: ANA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

MAPA: SUBDIVISIÓN CUENCA CHAMAYA

TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"

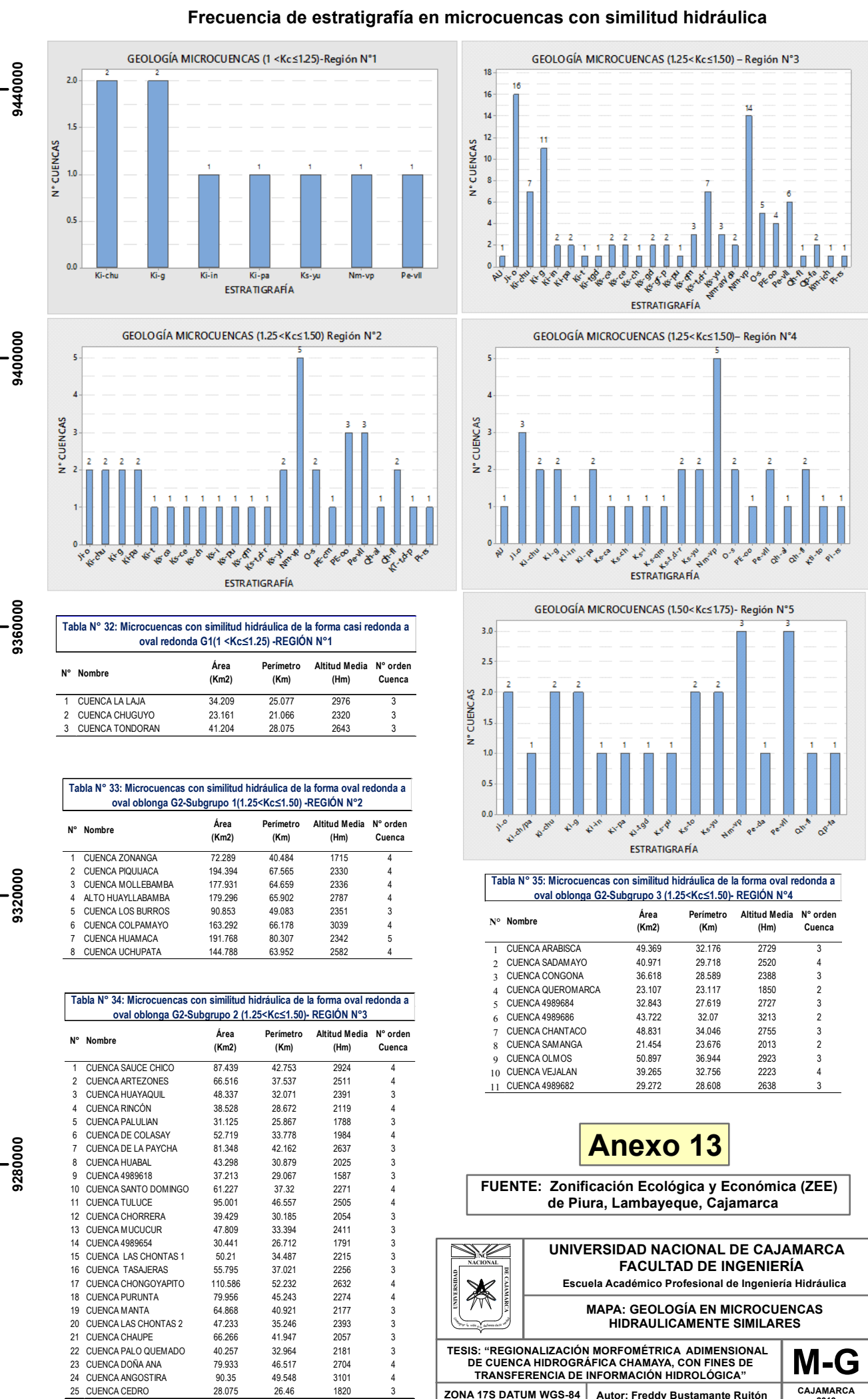
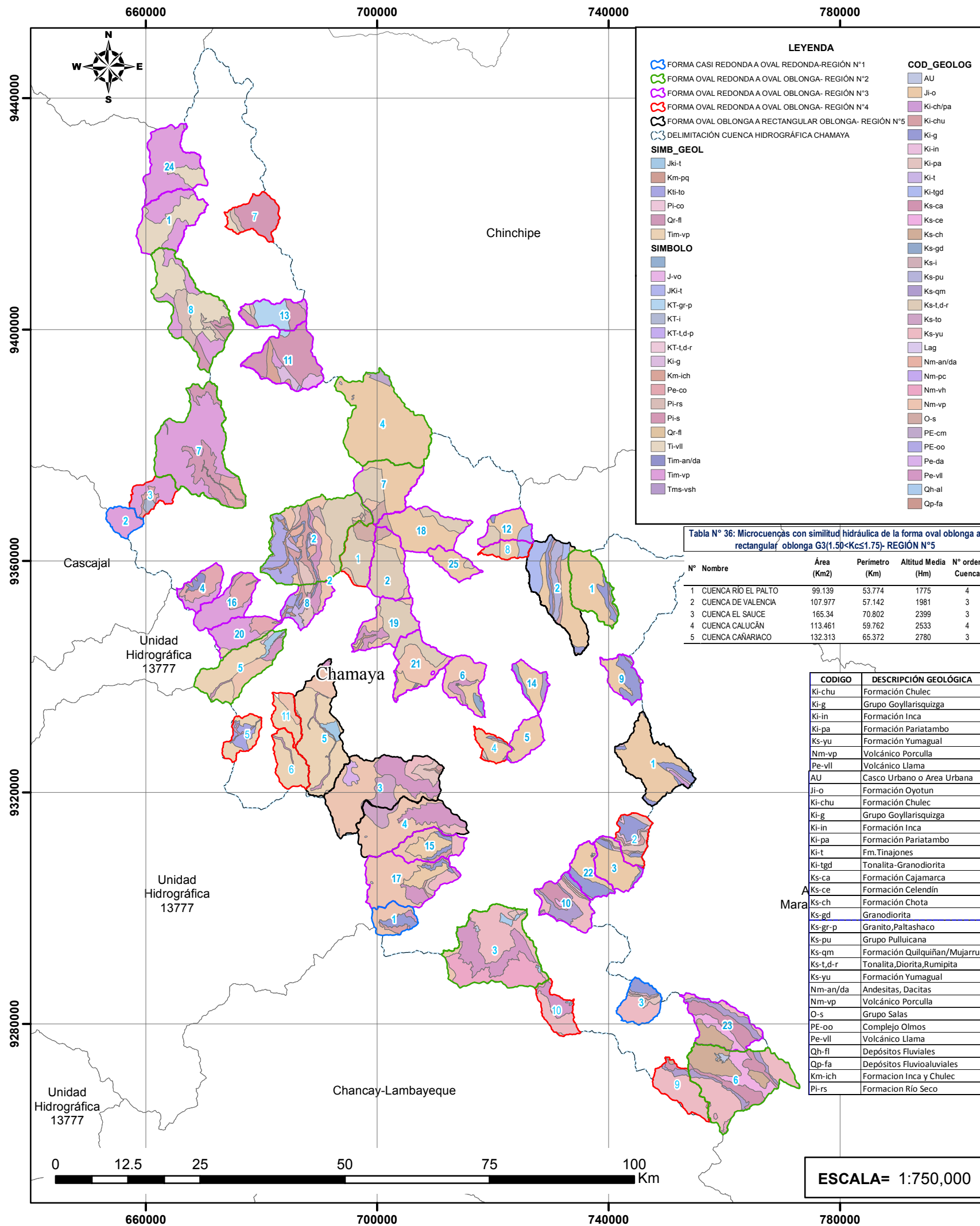
ZONA 17S DATUM WGS-84 Autor: Freddy Bustamante Ruitón

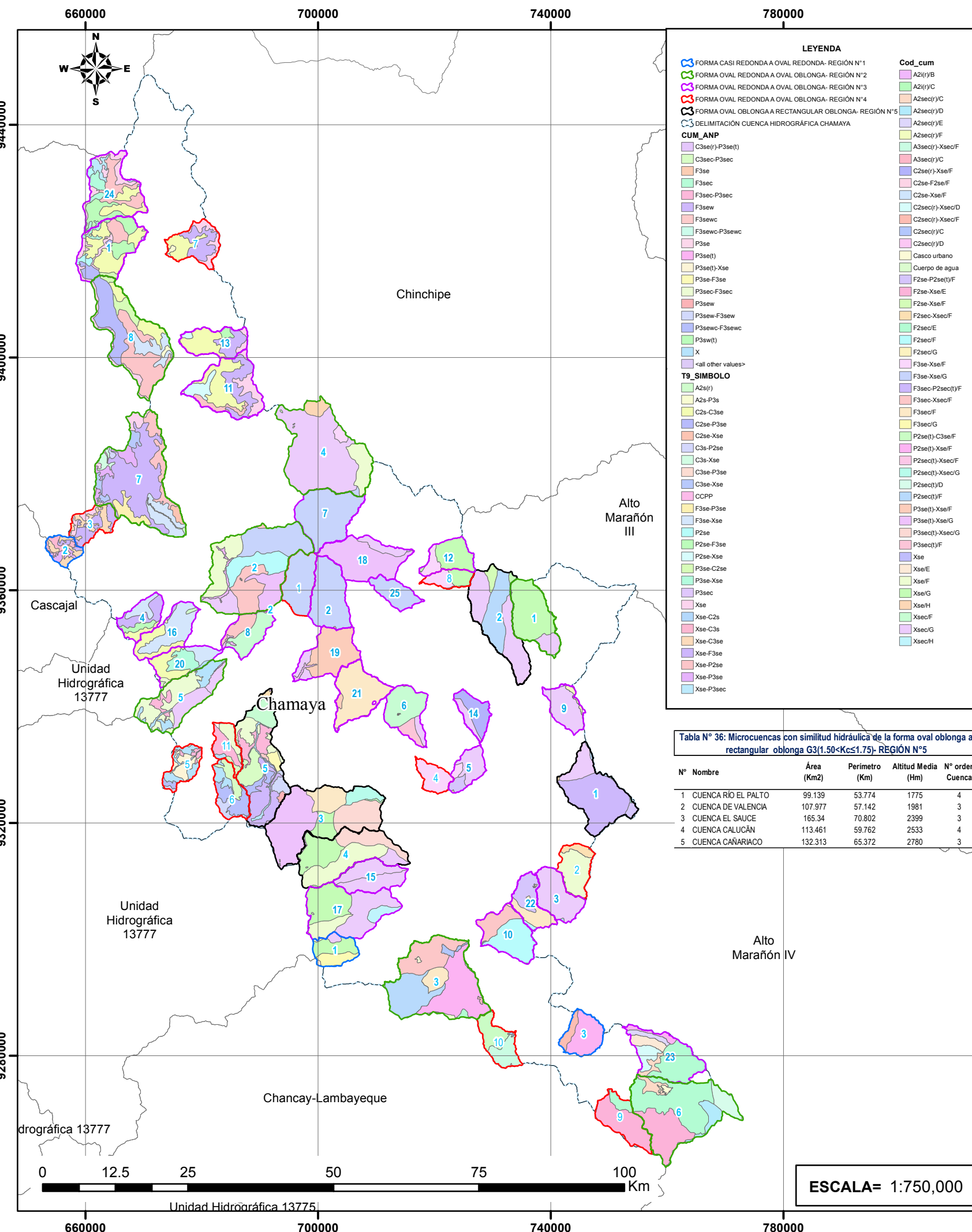
**M-S**  
CAJAMARCA 2019

ESCALA= 1:750,000

ESCALA= 1:15,000,000

Punto Emisor.  
E: 754512 m  
N: 9360032 m





**LEYENDA**

○ FORMA CASI REDONDA A OVAL REDONDA- REGIÓN N°1  
 ○ FORMA OVAL REDONDA A OVAL OBLONGA- REGIÓN N°2  
 ○ FORMA OVAL REDONDA A OVAL OBLONGA- REGIÓN N°3  
 ○ FORMA OVAL REDONDA A OVAL OBLONGA- REGIÓN N°4  
 ○ FORMA OVAL OBLONGA A RECTANGULAR OBLONGA- REGIÓN N°5  
 ○ DELIMITACIÓN CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA

**CUM\_ANP**

C3se(r)-P3se(t)  
 C3sec-P3sec  
 F3se  
 F3sec  
 F3sec-P3sec  
 F3sew  
 F3sewC  
 F3sew-P3sewC  
 P3se  
 P3se(t)  
 P3se(t)-Xse  
 P3se-F3se  
 P3sec-F3sec  
 P3sew  
 P3sew-F3sew  
 P3sew-P3sewC  
 P3sew(t)  
 X  
 <all other values>

**T9 SIMBOLO**

A2s(r)  
 A2s-P3s  
 C2s-C3se  
 C2se-P3se  
 C2se-Xse  
 C2se-P2se  
 C3s-Xse  
 C3se-P3se  
 C3se(t)  
 C3se-Xse  
 C3sew  
 C3sew-P3sew  
 C3sew(t)  
 Xse  
 Xse/E  
 Xse/F  
 Xse/G  
 Xse/H  
 Xse/I  
 Xse/J

**Cod\_cum**

A2i(r)B  
 A2i(r)C  
 A2sec(r)C  
 A2sec(r)D  
 A2sec(r)E  
 A2sec(r)F  
 A3sec(r)-Xsec/F  
 A3sec(r)G  
 C2se(r)-Xse/F  
 C2se-F2se/F  
 C2se-Xse/F  
 C2sec(r)-Xsec/D  
 C2sec(r)-Xsec/F  
 C2sec(r)C  
 C2sec(r)D  
 Casco urbano  
 Cuerpo de agua  
 F2se-P2se(t)/F  
 F2se-Xse/E  
 F2se-Xse/F  
 F2sec-Xsec/F  
 F2sec/E  
 F2sec/F  
 F2sec/G  
 F3se-Xse/F  
 F3se-Xse/G  
 F3sec-P2sec(t)/F  
 F3sec-Xsec/F  
 F3sec/F  
 F3sec/G  
 P2se(t)-C3se/F  
 P2se(t)-Xse/F  
 P2sec(t)-Xsec/F  
 P2sec(t)-Xsec/G  
 P2sec(t)D  
 P2sec(t)F  
 P3se(t)-Xse/F  
 P3se(t)-Xse/G  
 P3sec(t)-Xsec/G  
 P3sec(t)F  
 Xse  
 Xse/E  
 Xse/F  
 Xse/G  
 Xse/H  
 Xse/I  
 Xse/J

**Tabla N° 36: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval oblonga a rectangular oblonga G3(1.50<Kc<1.75)- REGIÓN N°5**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA RÍO EL PALTO	99.139	53.774	1775	4
2	CUENCA DE VALENCIA	107.977	57.142	1981	3
3	CUENCA EL SAUCE	165.34	70.802	2399	3
4	CUENCA CALUCÁN	113.461	59.762	2533	4
5	CUENCA CAÑARIACO	132.313	65.372	2780	3

**Tabla N° 37: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda G1(1 <Kc<1.25)- REGIÓN N°1**

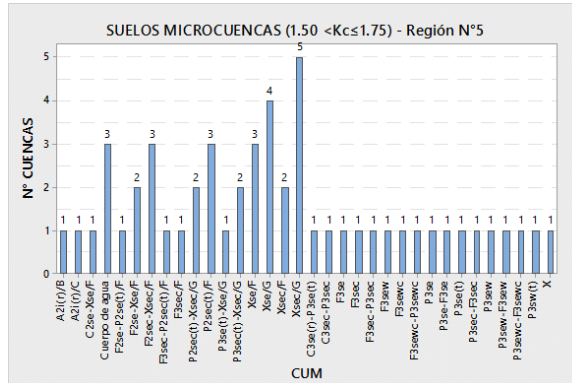
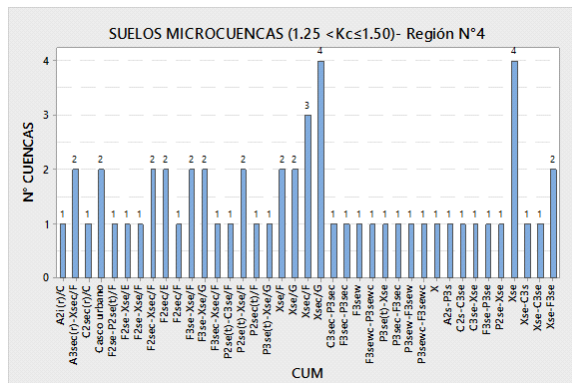
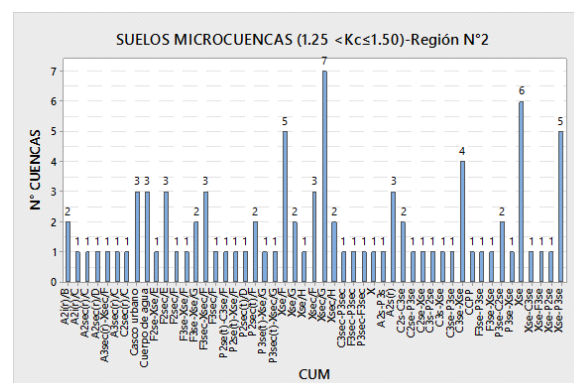
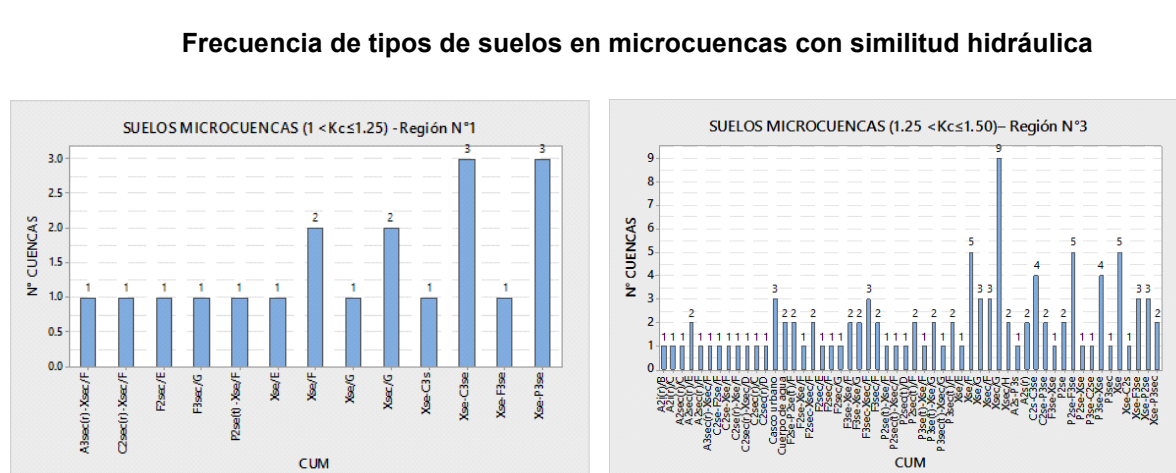
N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3
2	CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3
3	CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3

**Tabla N° 38: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 1(1.25<Kc<1.50)- REGIÓN N°2**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4
2	CUENCA PIQUAUACA	194.394	67.565	2330	4
3	CUENCA MOLLEBAMBA	177.931	64.659	2336	4
4	ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4
5	CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3
6	CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4
7	CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5
8	CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4

**Tabla N° 39: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 2(1.25<Kc<1.50)- REGIÓN N°3**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4
2	CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4
3	CUENCA HUAYAQUIL	48.337	32.071	2391	3
4	CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4
5	CUENCA PALLULIAN	31.125	25.867	1788	3
6	CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4
7	CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3
8	CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3
9	CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3
10	CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.32	2271	4
11	CUENCA TULUCE	95.001	46.557	2505	4
12	CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3
13	CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3
14	CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3
15	CUENCA LAS CHONTAS 1	50.21	34.487	2215	3
16	CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3
17	CUENCA CHONGYAPITO	110.586	52.232	2632	4
18	CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4
19	CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3
20	CUENCA LAS CHONTAS 2	47.233	35.246	2393	3
21	CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3
22	CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3
23	CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4
24	CUENCA ANGOSTIRA	90.35	49.548	3101	4
25	CUENCA CEDRO	28.075	26.46	1820	3



**Tabla N° 32: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda G1(1 <Kc<1.25)- REGIÓN N°1**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3
2	CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3
3	CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3

**Tabla N° 33: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 1(1.25<Kc<1.50)- REGIÓN N°2**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4
2	CUENCA PIQUAUACA	194.394	67.565	2330	4
3	CUENCA MOLLEBAMBA	177.931	64.659	2336	4
4	ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4
5	CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3
6	CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4
7	CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5
8	CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4

**Tabla N° 34: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 2(1.25<Kc<1.50)- REGIÓN N°3**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4
2	CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4
3	CUENCA HUAYAQUIL	48.337	32.071	2391	3
4	CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4
5	CUENCA PALLULIAN	31.125	25.867	1788	3
6	CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4
7	CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3
8	CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3
9	CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3
10	CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.32	2271	4
11	CUENCA TULUCE	95.001	46.557	2505	4
12	CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3
13	CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3
14	CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3
15	CUENCA LAS CHONTAS 1	50.21	34.487	2215	3
16	CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3
17	CUENCA CHONGYAPITO	110.586	52.232	2632	4
18	CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4
19	CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3
20	CUENCA LAS CHONTAS 2	47.233	35.246	2393	3
21	CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3
22	CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3
23	CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4
24	CUENCA ANGOSTIRA	90.35	49.548	3101	4
25	CUENCA CEDRO	28.075	26.46	1820	3

**Tabla N° 35: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 3(1.25<Kc<1.50)- REGIÓN N°4**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA ARABISCA	49.369	32.176	2729	3
2	CUENCA SADAMAYO	40.971	29.718	2520	4
3	CUENCA CONGONA	36.618	28.589	2388	3
4	CUENCA QUEROMARCA	23.107	23.117	1850	2
5	CUENCA 4989684	32.843	27.619	2727	3
6	CUENCA 4989686	43.722	32.07	3213	2
7	CUENCA CHANTACO	48.831	34.046	2755	3
8	CUENCA SAMANGA	21.454	23.676	2013	2
9	CUENCA OLMOS	50.897	36.944	2923	3
10	CUENCA VEJALAN	39.265	32.756	2223	4
11	CUENCA 4989682	29.272	28.608	2638	3

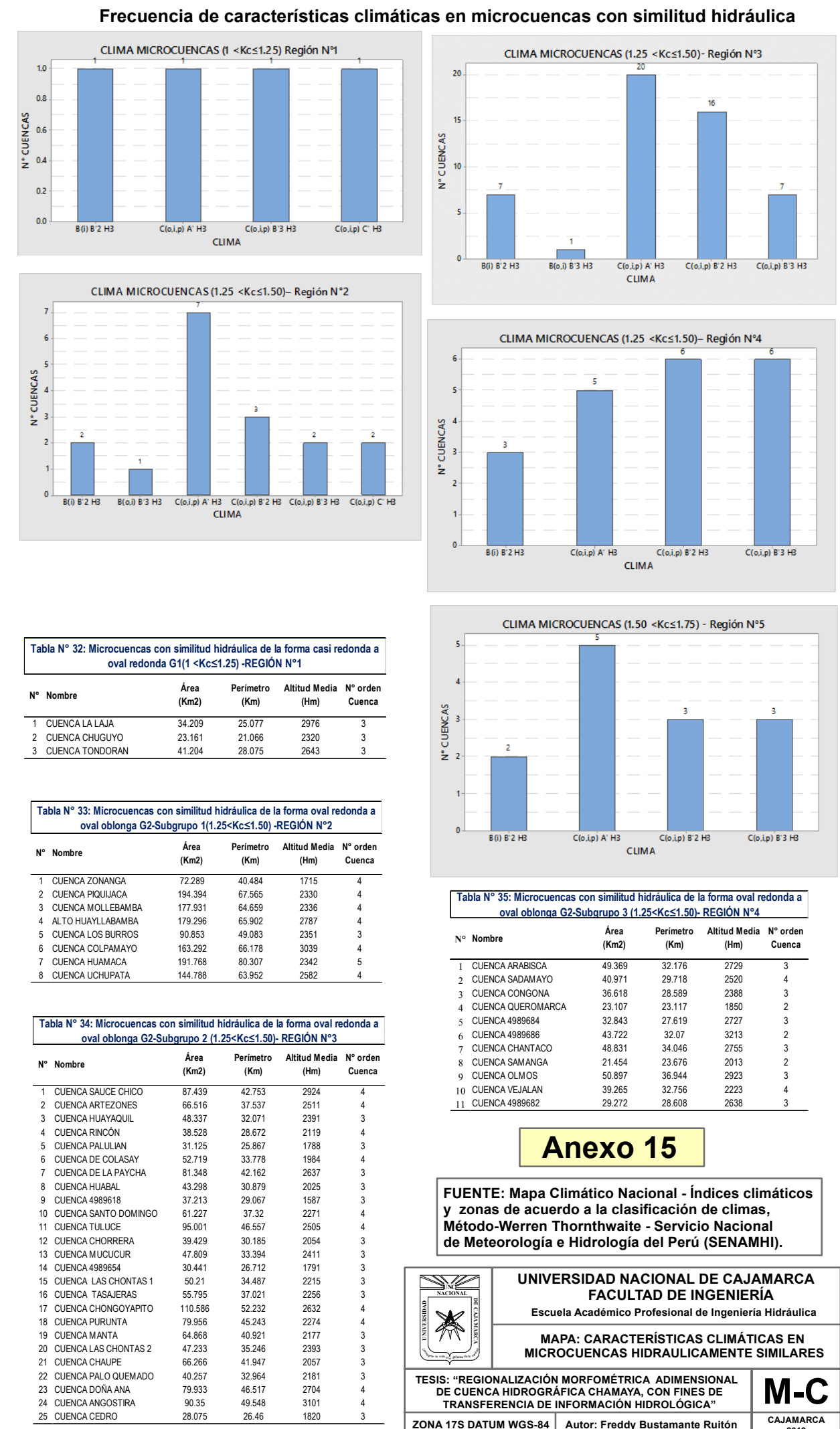
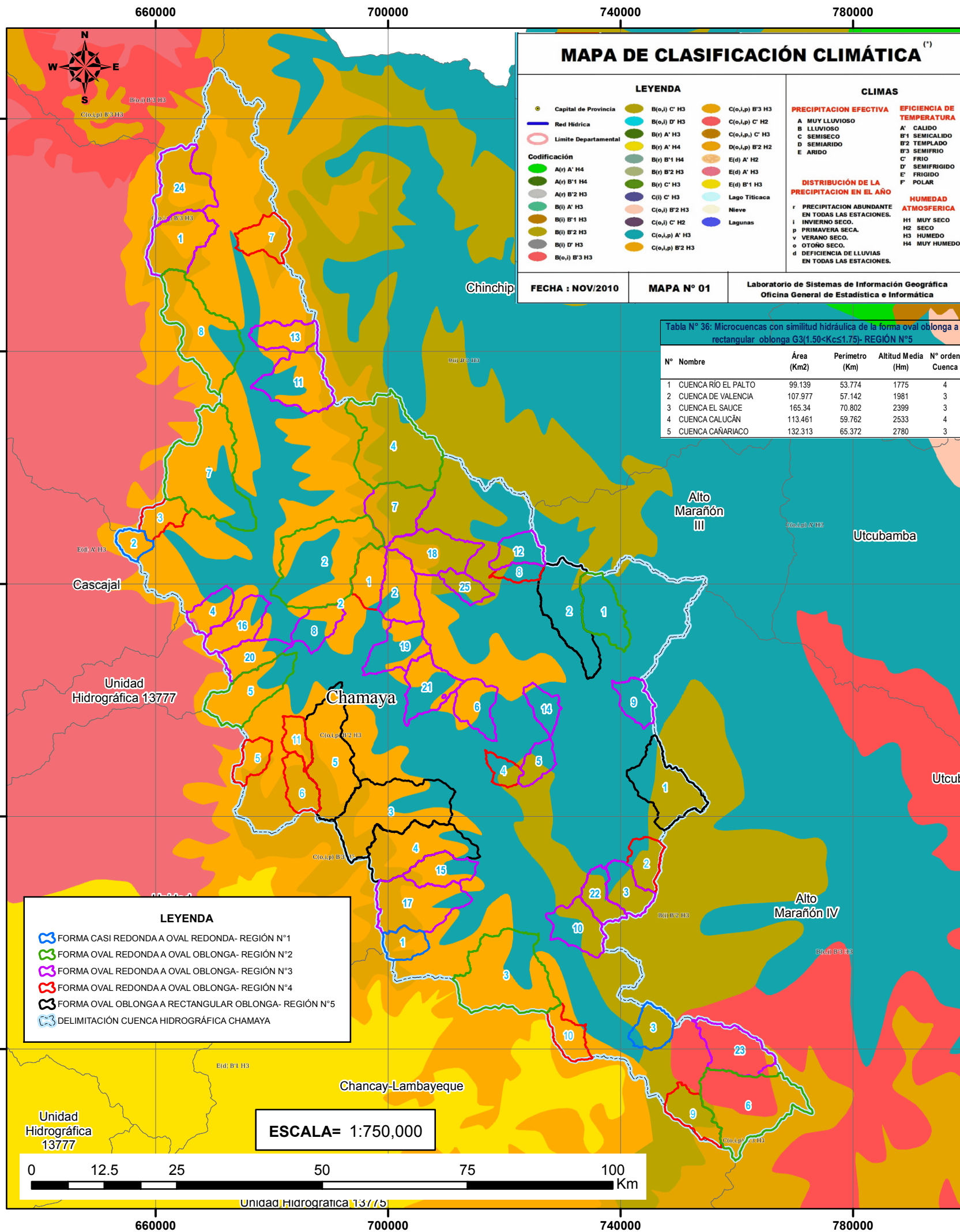
**Anexo 14**

**FUENTE: Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) de Piura, Lambayeque, Cajamarca - Capacidad de Uso Mayor de las Tierras -CUM**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica  
**MAPA: TIPOS DE SUELOS EN MICROCUENCAS HIDRAULICAMENTE SIMILARES**  
**TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA DIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"**  
 ZONA 17S DATUM WGS-84 Autor: Freddy Bustamante Ruitón CAJAMARCA 2019

**ESCALA= 1:750,000**





## Anexo 15

**FUENTE:** Mapa Climático Nacional - Índices climáticos y zonas de acuerdo a la clasificación de climas, Método-Warren Thornthwaite - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

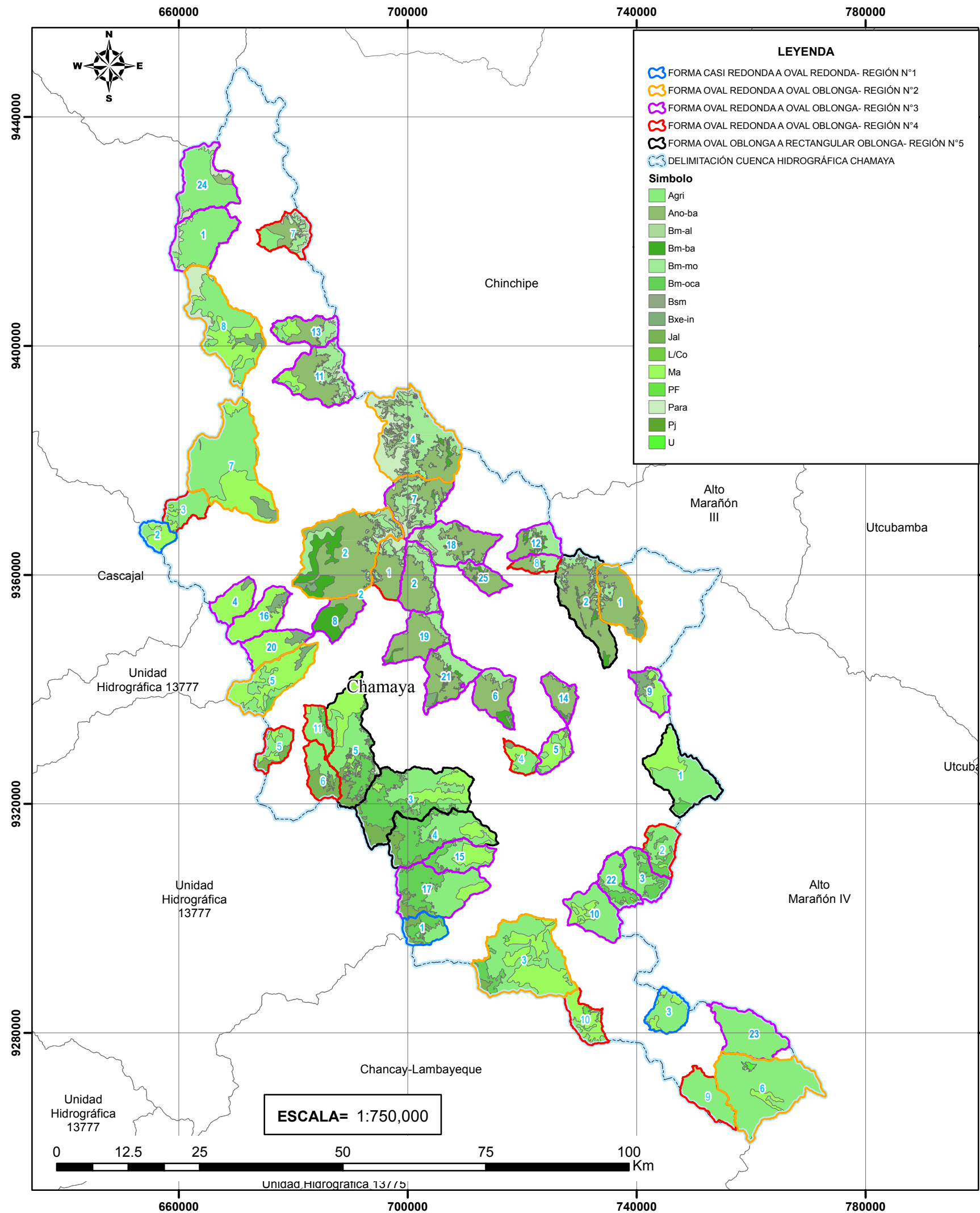
**MAPA: CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS EN MICROCUENCAS HIDRAULICAMENTE SIMILARES**

**TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"**

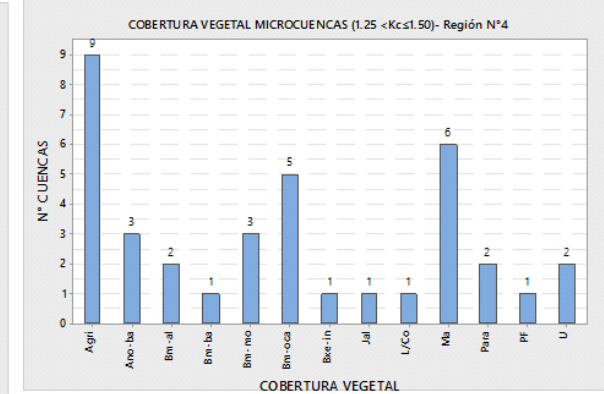
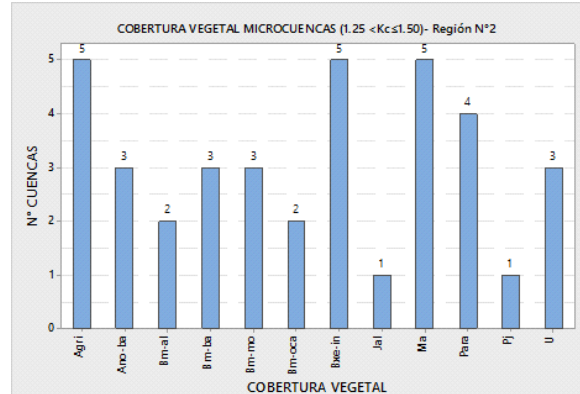
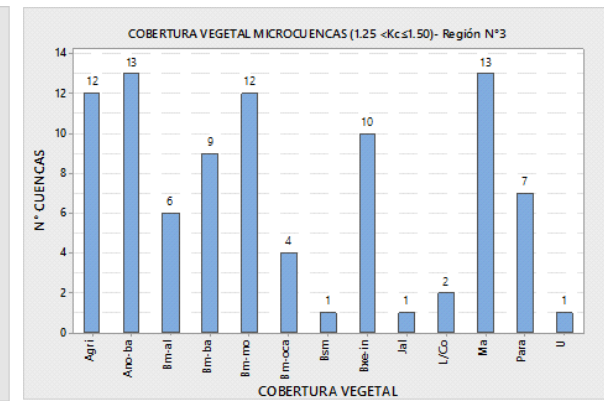
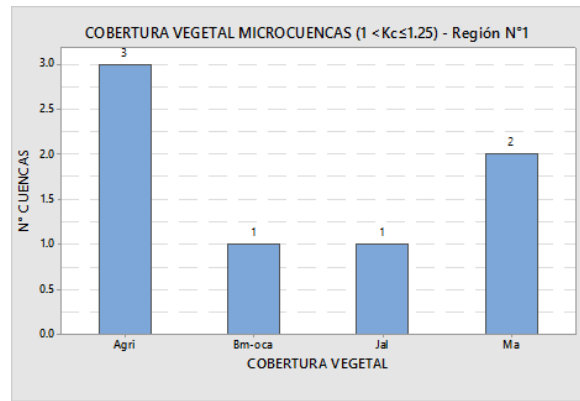
**M-C**  
CAJAMARCA 2019

ZONA 17S DATUM WGS-84

Autor: Freddy Bustamante Ruitón



**Frecuencia tipos de cobertura vegetal en microcuencas con similitud hidráulica**



**Tabla N° 32: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda G1(1 <Kc<1.25)-REGIÓN N°1**

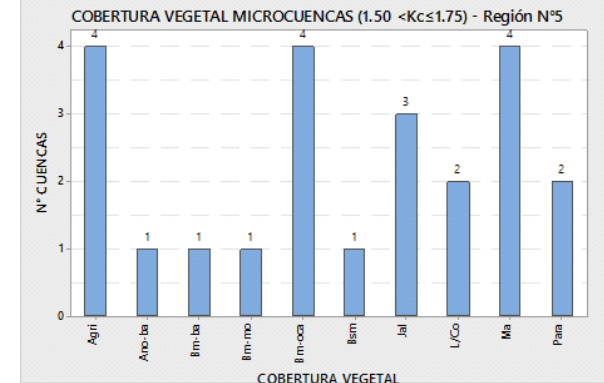
N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3
2	CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3
3	CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3

**Tabla N° 33: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 1(1.25<Kc<1.50)-REGIÓN N°2**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4
2	CUENCA PIQUIJACA	194.394	67.565	2330	4
3	CUENCA MOLLEBAMBA	177.931	64.659	2336	4
4	ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4
5	CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3
6	CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4
7	CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5
8	CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4

**Tabla N° 34: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 2 (1.25<Kc<1.50)-REGIÓN N°3**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4
2	CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4
3	CUENCA HUAYQUIL	48.337	32.071	2391	3
4	CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4
5	CUENCA PALULIAN	31.125	25.867	1788	3
6	CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4
7	CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3
8	CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3
9	CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3
10	CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.32	2271	4
11	CUENCA TULUCE	95.001	46.557	2505	4
12	CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3
13	CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3
14	CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3
15	CUENCA LAS CHONTAS 1	50.21	34.487	2215	3
16	CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3
17	CUENCA CHONGYAPITO	110.586	52.232	2632	4
18	CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4
19	CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3
20	CUENCA LAS CHONTAS 2	47.233	35.246	2393	3
21	CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3
22	CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3
23	CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4
24	CUENCA ANGOSTIRA	90.35	49.548	3101	4
25	CUENCA CEDRO	28.075	26.46	1820	3



**Tabla N° 35: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 3 (1.25<Kc<1.50)-REGIÓN N°4**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA ARABISCA	49.369	32.176	2729	3
2	CUENCA SADAMAYO	40.971	29.718	2520	4
3	CUENCA CONGONA	36.618	28.589	2388	3
4	CUENCA QUEROMARCA	23.107	23.117	1850	2
5	CUENCA 4989684	32.843	27.619	2727	3
6	CUENCA 4989686	43.722	32.07	3213	2
7	CUENCA CHANTACO	48.831	34.046	2755	3
8	CUENCA SAMANGA	21.454	23.676	2013	2
9	CUENCA OLMOS	50.897	36.944	2923	3
10	CUENCA VEJALAN	39.265	32.756	2223	4
11	CUENCA 4989682	29.272	28.608	2638	3

**Tabla N° 36: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval oblonga a rectangular oblonga G3(1.50<Kc<1.75)-REGIÓN N°5**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca
1	CUENCA RÍO EL PALTO	99.139	53.774	1775	4
2	CUENCA DE VALENCIA	107.977	57.142	1981	3
3	CUENCA EL SAUCE	165.34	70.802	2399	3
4	CUENCA CALUCÁN	113.461	59.762	2533	4
5	CUENCA CAÑARIACO	132.313	65.372	2780	3

**Anexo 16**

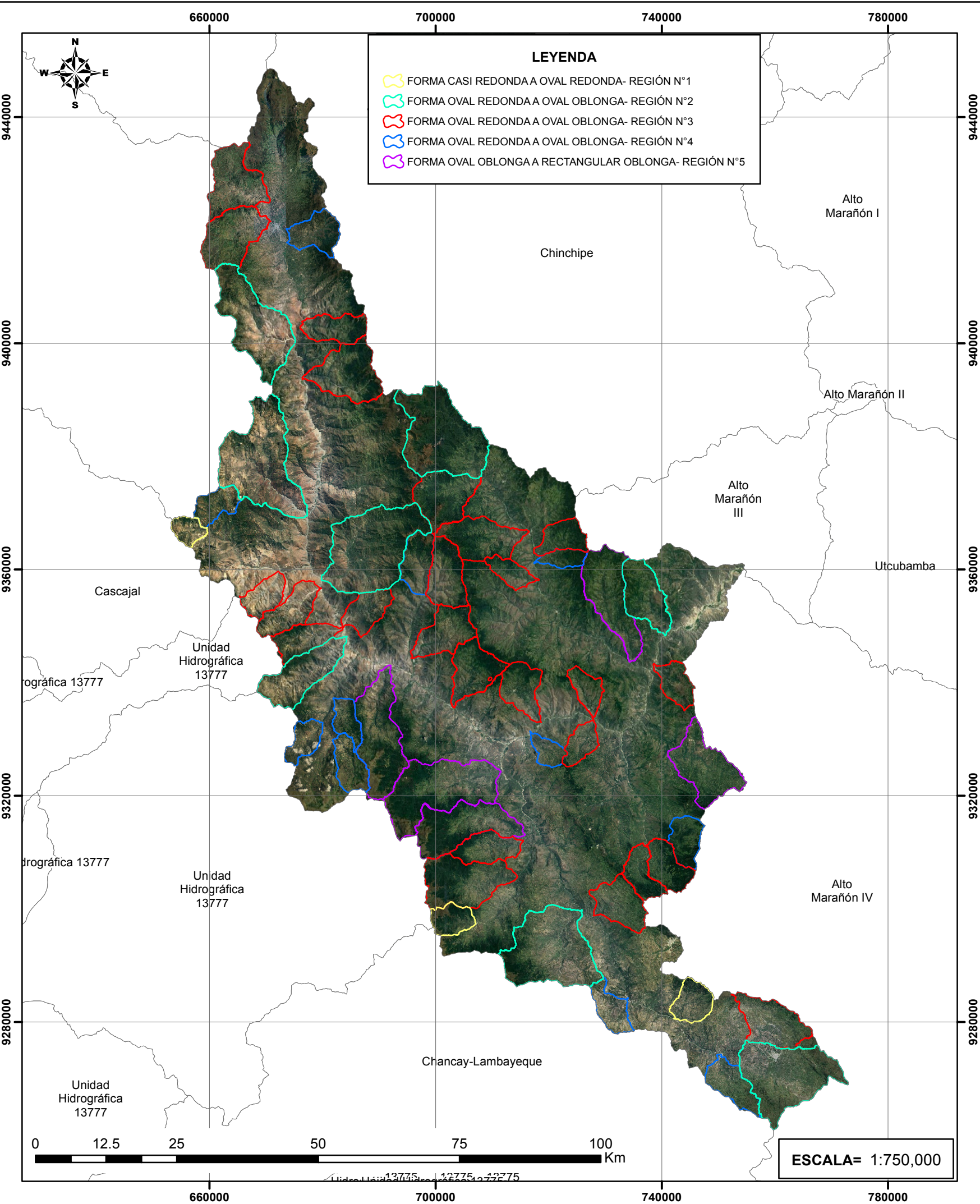
FUENTE: Mapa de Cobertura Vegetal del Perú MINISTERIO DEL AMBIENTE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

**MAPA: TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN MICROCUENCAS HIDRAULICAMENTE SIMILARES**

TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA DIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"

ZONA 17S DATUM WGS-84 Autor: Freddy Bustamante Ruitón CAJAMARCA 2019



**Tabla N° 32: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda G1(1 <math>Kc \le 1.25</math>)-REGIÓN N°1**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3	1.201	25.90%	1.958	707094	9297580
2	CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3	1.226	23.20%	1.916	659583	9367402
3	CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3	1.225	17.00%	1.918	742166	9280618

**Tabla N° 33: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 1(1.25<math>Kc \le 1.50</math>)-REGIÓN N°2**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4	1.333	4.10%	2.131	740579	9348277
2	CUENCA PIQUAJA	194.394	67.565	2330	4	1.357	2.80%	1.673	679829	9358039
3	CUENCA MOLLEBAMBA	177.931	64.659	2336	4	1.357	3.10%	1.932	725866	9299899
4	ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4	1.378	4.30%	1.658	708129	9376492
5	CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3	1.442	6.10%	1.796	684280	9348179
6	CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4	1.45	5.70%	1.823	754886	9276805
7	CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5	1.484	2.90%	1.644	677279	9369497
8	CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4	1.489	4.60%	1.684	675168	9400102

**Tabla N° 34: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 2 (1.25<math>Kc \le 1.50</math>)- REGIÓN N°3**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4	1.28	9.80%	2.9	670810	9421570
2	CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4	1.289	9.50%	2.429	698251	9355555
3	CUENCA HUAYAQUIL	48.337	32.071	2391	3	1.292	11.80%	1.716	737367	9311367
4	CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4	1.293	11.70%	1.956	672233	9359689
5	CUENCA PALULIAN	31.125	25.867	1788	3	1.298	10.30%	1.666	727954	9333455
6	CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4	1.303	7.50%	1.8	718683	9332993
7	CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3	1.309	8.50%	1.626	708133	9376468
8	CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3	1.314	9.50%	1.694	683641	9349765
9	CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3	1.334	6.80%	2.25	738542	9343361
10	CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.32	2271	4	1.335	8.40%	1.756	727918	9298830
11	CUENCA TULLUCE	95.001	46.557	2505	4	1.337	6.60%	2.863	676446	9393597
12	CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3	1.346	10.70%	1.625	717391	9362942
13	CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3	1.352	12.20%	1.6	676339	9403857
14	CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3	1.356	10.50%	1.6	727842	9333517
15	CUENCA LAS CHONTAS 1	50.21	34.487	2215	3	1.363	9.80%	1.694	715493	9312123
16	CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3	1.388	9.10%	1.68	679767	9356705
17	CUENCA CHONGYAPITO	110.586	52.232	2632	4	1.391	6.30%	1.908	714469	9305755
18	CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4	1.417	6.50%	2.233	716546	9366754
19	CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3	1.423	7.30%	1.728	695654	9344328
20	CUENCA LAS CHONTAS 2	47.233	35.246	2393	3	1.436	12.10%	1.734	683544	9349805
21	CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3	1.443	6.40%	1.6	703337	9335655
22	CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3	1.455	11.80%	1.625	737356	9311355
23	CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4	1.457	9.10%	1.956	754900	9276817
24	CUENCA ANGOSTIRA	90.35	49.548	3101	4	1.46	10.60%	1.635	670635	9424920
25	CUENCA CEDRO	28.075	26.46	1820	3	1.484	11.80%	1.734	718278	9358180

**Tabla N° 35: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 3 (1.25<math>Kc \le 1.50</math>)- REGIÓN N°4**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA ARABISCA	49.369	32.176	2729	3	1.282	15.10%	1.595	698242	9355567
2	CUENCA SADAMAYO	40.971	29.718	2520	4	1.3	15.50%	1.778	742146	9316086
3	CUENCA CONGONA	36.618	28.589	2388	3	1.323	15.60%	1.928	659583	9367402
4	CUENCA QUEROMARCA	23.107	23.117	1850	2	1.347	14.80%	1.25	716679	9331430
5	CUENCA 4989684	32.843	27.619	2727	3	1.349	22.60%	1.786	680017	9332930
6	CUENCA 4989686	43.722	32.07	3213	2	1.358	23.60%	1.111	681779	9329889
7	CUENCA CHANTACO	48.831	34.046	2755	3	1.364	15.50%	1.561	673726	9417817
8	CUENCA SAMANGA	21.454	23.676	2013	2	1.431	18.90%	1.167	717417	9361079
9	CUENCA OLMOS	50.897	36.944	2923	3	1.45	16.80%	1.604	749867	9274268
10	CUENCA VEJALAN	39.265	32.756	2223	4	1.464	12.60%	1.95	734028	9284279
11	CUENCA 4989682	29.272	28.608	2638	3	1.481	23.80%	1.75	681854	9337205

**Tabla N° 36: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval oblonga a rectangular oblonga G3(1.50<math>Kc \le 1.75</math>)- REGIÓN N°5**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA RÍO EL PALTO	99.139	53.774	1775	4	1.521	3.20%	1.715	741083	9327886
2	CUENCA DE VALENCIA	107.977	57.142	1981	3	1.54	3.60%	1.72	734453	9343693
3	CUENCA EL SAUCE	165.34	70.802	2399	3	1.542	3.50%	1.644	711591	9324168
4	CUENCA CALUCÁN	113.461	59.762	2533	4	1.571	5.70%	1.646	715826	9313123
5	CUENCA CAÑARIACO	132.313	65.372	2780	3	1.591	5.80%	1.611	692078	9343030

**Anexo 17**

FUENTE: Google Earth

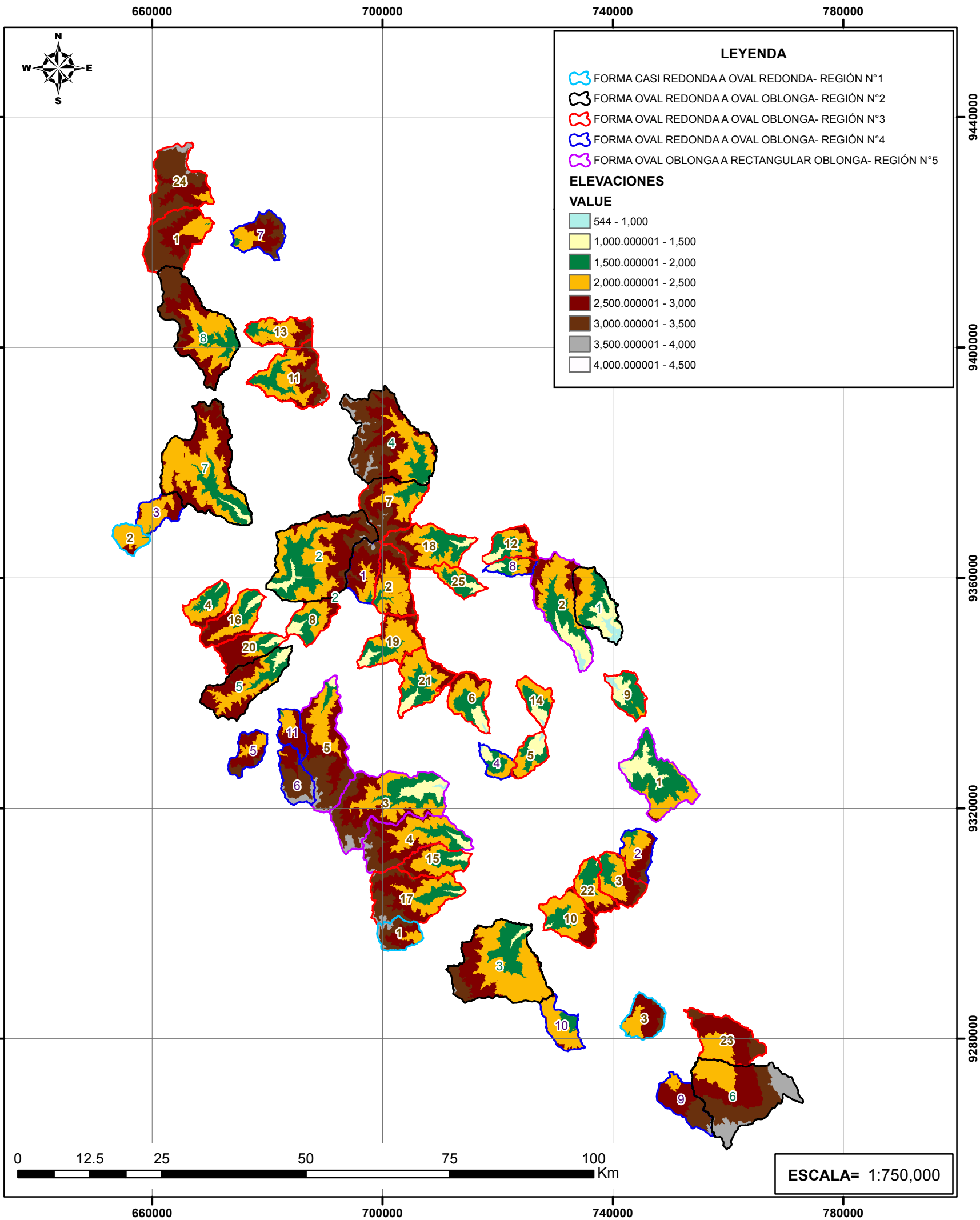
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 Escuela Académica Profesional de Ingeniería Hidráulica

**MAPA: IMAGEN SATELITAL DE REGIONES EN CUENCA CHAMAYA**

TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"

ZONA 17S DATUM WGS-84    Autor: Freddy Bustamante Ruitón    **M-IS** CAJAMARCA 2019

ESCALA= 1:750,000



**Tabla N° 32: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda G1(1 <Kc<1.25)-REGIÓN N°1**

N° Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	COORDENADAS EMISOR NORTE(m)
1 CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3	1.201	25.90%	1.958	707094	9297580
2 CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3	1.226	23.20%	1.916	659583	9367402
3 CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3	1.225	17.00%	1.918	742166	9280618

**Tabla N° 33: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 1(1.25<Kc<1.50)-REGIÓN N°2**

N° Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	COORDENADAS EMISOR NORTE(m)
1 CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4	1.333	4.10%	2.131	740579	9348277
2 CUENCA PIQUIACA	194.394	67.565	2330	4	1.357	2.80%	1.673	679829	9358039
3 CUENCA MOLLEBAMBA	177.931	64.659	2336	4	1.357	3.10%	1.932	725866	9299899
4 ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4	1.378	4.30%	1.658	708129	9376492
5 CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3	1.442	6.10%	1.796	684280	9348179
6 CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4	1.45	5.70%	1.823	754886	9276805
7 CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5	1.484	2.90%	1.644	677279	9369497
8 CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4	1.489	4.60%	1.684	675168	9400102

**Tabla N° 34: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 2 (1.25<Kc<1.50)-REGIÓN N°3**

N° Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	COORDENADAS EMISOR NORTE(m)
1 CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4	1.28	9.80%	2.9	670810	9421570
2 CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4	1.289	9.50%	2.429	698251	9355555
3 CUENCA HUAYAQUIL	48.337	32.071	2391	3	1.292	11.80%	1.716	737367	9311367
4 CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4	1.293	11.70%	1.956	672233	9359689
5 CUENCA PALULIAN	31.125	25.867	1788	3	1.298	10.30%	1.666	727954	9333455
6 CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4	1.303	7.50%	1.8	718683	9332993
7 CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3	1.309	8.50%	1.626	708133	9376468
8 CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3	1.314	9.50%	1.694	683641	9349765
9 CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3	1.334	6.80%	2.25	738542	9343361
10 CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.32	2271	4	1.335	8.40%	1.756	727918	9298830
11 CUENCA TULUCE	95.001	46.557	2505	4	1.337	6.60%	2.863	676446	9393597
12 CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3	1.346	10.70%	1.625	717391	9362942
13 CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3	1.352	12.20%	1.6	676339	9403857
14 CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3	1.356	10.50%	1.6	727842	9333517
15 CUENCA LAS CHONTAS 1	50.21	34.487	2215	3	1.363	9.80%	1.694	715493	9312123
16 CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3	1.388	9.10%	1.68	679767	9356705
17 CUENCA CHONGYAYPITO	110.586	52.232	2632	4	1.391	6.30%	1.908	714469	9305755
18 CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4	1.417	6.50%	2.233	716546	9366754
19 CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3	1.423	7.30%	1.728	695654	9344328
20 CUENCA LAS CHONTAS 2	47.233	35.246	2393	3	1.436	12.10%	1.734	683544	9349805
21 CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3	1.443	6.40%	1.6	703337	9335655
22 CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3	1.455	11.80%	1.625	737356	9311355
23 CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4	1.457	9.10%	1.956	754900	9276817
24 CUENCA ANGOSTIRA	90.35	49.548	3101	4	1.46	10.60%	1.635	670635	9424920
25 CUENCA CEDRO	28.075	26.46	1820	3	1.484	11.80%	1.734	718278	9358180

**Tabla N° 35: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 3 (1.25<Kc<1.50)-REGIÓN N°4**

N° Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	COORDENADAS EMISOR NORTE(m)
1 CUENCA ARABISCA	49.369	32.176	2729	3	1.282	15.10%	1.595	698242	9355567
2 CUENCA SADAMAYO	40.971	29.718	2520	4	1.3	15.50%	1.778	742146	9316086
3 CUENCA CONGONA	36.618	28.589	2388	3	1.323	15.60%	1.928	659583	9367402
4 CUENCA QUEROMARCA	23.107	23.117	1850	2	1.347	14.80%	1.25	716679	9331430
5 CUENCA 4989684	32.843	27.619	2727	3	1.349	22.60%	1.786	680017	9332930
6 CUENCA 4989686	43.722	32.07	3213	2	1.358	23.60%	1.111	681779	9329889
7 CUENCA CHANTACO	48.831	34.046	2755	3	1.364	15.50%	1.561	673726	9417817
8 CUENCA SAMANGA	21.454	23.676	2013	2	1.431	18.90%	1.167	717417	9361079
9 CUENCA OLMOS	50.897	36.944	2923	3	1.45	16.80%	1.604	749867	9274268
10 CUENCA VEJALAN	39.265	32.756	2223	4	1.464	12.60%	1.95	734028	9284279
11 CUENCA 4989682	29.272	28.608	2638	3	1.481	23.80%	1.75	681854	9337205

**Tabla N° 36: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval oblonga a rectangular oblonga G3(1.50<Kc<1.75)-REGIÓN N°5**

N° Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR ESTE(m)	COORDENADAS EMISOR NORTE(m)
1 CUENCA RÍO EL PALTO	99.139	53.774	1775	4	1.521	3.20%	1.715	741083	9327886
2 CUENCA DE VALENCIA	107.977	57.142	1981	3	1.54	3.60%	1.72	734453	9343693
3 CUENCA EL SAUCE	165.34	70.802	2399	3	1.542	3.50%	1.644	711591	9324168
4 CUENCA CALUCÁN	113.461	59.762	2533	4	1.571	5.70%	1.646	715826	9313123
5 CUENCA CAÑARIACO	132.313	65.372	2780	3	1.591	5.80%	1.611	692078	9343030

**Anexo 18**

FUENTE: Elaboración Propia

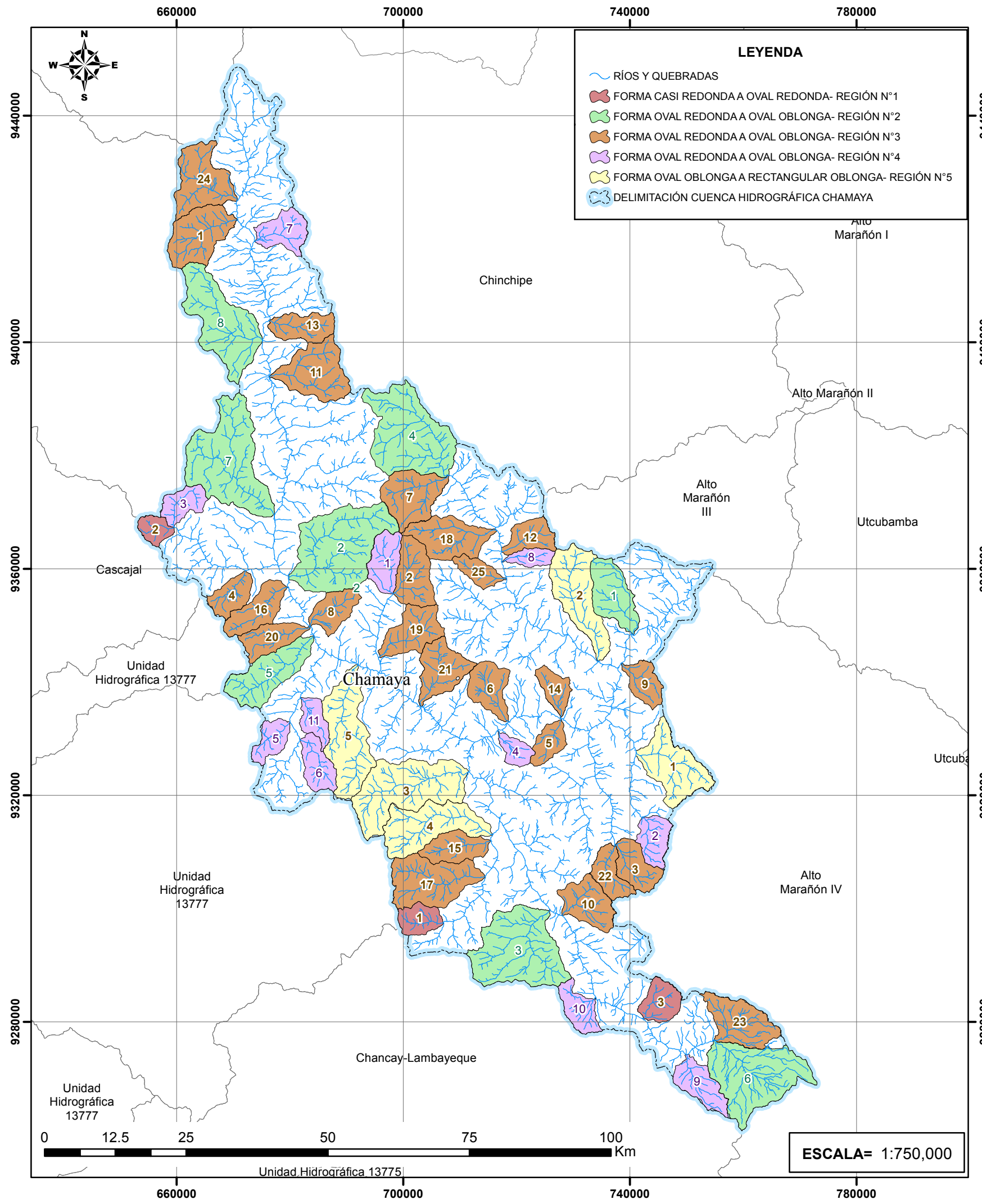
ESCALA= 1:750,000

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

**MAPA: PLANO DE ELEVACIONES DE MICROCUENCAS HIDRAULICAMENTE SIMILARES**

TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"

ZONA 17S DATUM WGS-84    Autor: Freddy Bustamante Ruitón    CAJAMARCA 2019



**Tabla N° 32: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma casi redonda a oval redonda G1(1 <Kc≤1.25) -REGIÓN N°1**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR	
									ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA LA LAJA	34.209	25.077	2976	3	1.201	25.90%	1.958	707094	9297580
2	CUENCA CHUGUYO	23.161	21.066	2320	3	1.226	23.20%	1.916	659583	9367402
3	CUENCA TONDORAN	41.204	28.075	2643	3	1.225	17.00%	1.918	742166	9280618

**Tabla N° 33: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 1(1.25<Kc≤1.50) -REGIÓN N°2**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR	
									ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA ZONANGA	72.289	40.484	1715	4	1.333	4.10%	2.131	740579	9348277
2	CUENCA PIQUIACA	194.394	67.565	2330	4	1.357	2.80%	1.673	679829	9358039
3	CUENCA MOLLBAMBA	177.931	64.659	2336	4	1.357	3.10%	1.932	725866	9299899
4	ALTO HUAYLLABAMBA	179.296	65.902	2787	4	1.378	4.30%	1.658	708129	9376492
5	CUENCA LOS BURROS	90.853	49.083	2351	3	1.442	6.10%	1.796	684280	9348179
6	CUENCA COLPAMAYO	163.292	66.178	3039	4	1.45	5.70%	1.823	754886	9276805
7	CUENCA HUAMACA	191.768	80.307	2342	5	1.484	2.90%	1.644	677279	9369497
8	CUENCA UCHUPATA	144.788	63.952	2582	4	1.489	4.60%	1.684	675168	9400102

**Tabla N° 34: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 2 (1.25<Kc≤1.50)- REGIÓN N°3**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR	
									ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA SAUCE CHICO	87.439	42.753	2924	4	1.28	9.80%	2.9	670810	9421570
2	CUENCA ARTEZONES	66.516	37.537	2511	4	1.289	9.50%	2.429	698251	9355555
3	CUENCA HUAYAUQUIL	48.337	32.071	2391	3	1.292	11.80%	1.716	737367	9311367
4	CUENCA RINCÓN	38.528	28.672	2119	4	1.293	11.70%	1.956	672233	9359689
5	CUENCA PALULIAN	31.125	25.867	1788	3	1.298	10.30%	1.666	727954	9333455
6	CUENCA DE COLASAY	52.719	33.778	1984	4	1.303	7.50%	1.8	718683	9332993
7	CUENCA DE LA PAYCHA	81.348	42.162	2637	3	1.309	8.50%	1.626	708133	9376468
8	CUENCA HUABAL	43.298	30.879	2025	3	1.314	9.50%	1.694	683641	9349765
9	CUENCA 4989618	37.213	29.067	1587	3	1.334	6.80%	2.25	738542	9343361
10	CUENCA SANTO DOMINGO	61.227	37.32	2271	4	1.335	8.40%	1.756	727918	9298830
11	CUENCA TULLUCE	95.001	46.557	2505	4	1.337	6.60%	2.863	676446	9393597
12	CUENCA CHORRERA	39.429	30.185	2054	3	1.346	10.70%	1.625	717391	9362942
13	CUENCA MUCUCUR	47.809	33.394	2411	3	1.352	12.20%	1.6	676339	9403857
14	CUENCA 4989654	30.441	26.712	1791	3	1.356	10.50%	1.6	727842	9333517
15	CUENCA LAS CHONTAS 1	50.21	34.487	2215	3	1.363	9.80%	1.694	715493	9312123
16	CUENCA TASAJERAS	55.795	37.021	2256	3	1.388	9.10%	1.68	679767	9356705
17	CUENCA CHONGOYAPITO	110.586	52.232	2632	4	1.391	6.30%	1.908	714469	9305755
18	CUENCA PURUNTA	79.956	45.243	2274	4	1.417	6.50%	2.233	716546	9366754
19	CUENCA MANTA	64.868	40.921	2177	3	1.423	7.30%	1.728	695654	9344328
20	CUENCA LAS CHONTAS 2	47.233	35.246	2393	3	1.436	12.10%	1.734	683544	9349805
21	CUENCA CHAUPE	66.266	41.947	2057	3	1.443	6.40%	1.6	703337	9335655
22	CUENCA PALO QUEMADO	40.257	32.964	2181	3	1.455	11.80%	1.625	737356	9311355
23	CUENCA DOÑA ANA	79.933	46.517	2704	4	1.457	9.10%	1.956	754900	9276817
24	CUENCA ANGOSTIRA	90.35	49.548	3101	4	1.46	10.60%	1.635	670635	9424920
25	CUENCA CEDRO	28.075	26.46	1820	3	1.484	11.80%	1.734	718278	9358180

**Tabla N° 35: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval redonda a oval oblonga G2-Subgrupo 3 (1.25<Kc≤1.50)- REGIÓN N°4**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR	
									ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA ARABISCA	49.369	32.176	2729	3	1.282	15.10%	1.595	698242	9355567
2	CUENCA SADAMAYO	40.971	29.718	2520	4	1.3	15.50%	1.778	742146	9316086
3	CUENCA CONGONA	36.618	28.589	2388	3	1.323	15.60%	1.928	659583	9367402
4	CUENCA QUEROMARCA	23.107	23.117	1850	2	1.347	14.80%	1.25	716679	9331430
5	CUENCA 4989684	32.843	27.619	2727	3	1.349	22.60%	1.786	680017	9332930
6	CUENCA 4989686	43.722	32.07	3213	2	1.358	23.60%	1.111	681779	9329889
7	CUENCA CHANTACO	48.831	34.046	2755	3	1.364	15.50%	1.561	673226	9417817
8	CUENCA SAMANGA	21.454	23.676	2013	2	1.431	18.90%	1.167	717417	9361079
9	CUENCA OLMOS	50.897	36.944	2923	3	1.45	16.80%	1.604	749867	9274268
10	CUENCA VEJALAN	39.265	32.756	2223	4	1.464	12.60%	1.95	734028	9284279
11	CUENCA 4989682	29.272	28.608	2638	3	1.481	23.80%	1.75	681854	9337205

**Tabla N° 36: Microcuencas con similitud hidráulica de la forma oval oblonga a rectangular oblonga G3(1.50<Kc≤1.75)- REGIÓN N°5**

N°	Nombre	Área (Km2)	Perimetro (Km)	Altitud Media (Hm)	N° orden Cuenca	Coefficiente de Compacidad (Kc)	Coefficiente Orográfico (Co)	Relación de confluencias (Rc)	COORDENADAS EMISOR	
									ESTE(m)	NORTE(m)
1	CUENCA RÍO EL PALTO	99.139	53.774	1775	4	1.521	3.20%	1.715	741083	9327886
2	CUENCA DE VALENCIA	107.977	57.142	1981	3	1.54	3.60%	1.72	734453	9343693
3	CUENCA EL SAUCE	165.34	70.802	2399	3	1.542	3.50%	1.644	711591	9324168
4	CUENCA CALUCÁN	113.461	59.762	2533	4	1.571	5.70%	1.646	715826	9313123
5	CUENCA CAÑARIACO	132.313	65.372	2780	3	1.591	5.80%	1.611	692078	9343030

**Anexo 19**

FUENTE: Elaboración Propia

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

**MAPA: REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA**

**TESIS: "REGIONALIZACIÓN MORFOMÉTRICA ADIMENSIONAL DE CUENCA HIDROGRÁFICA CHAMAYA, CON FINES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA"**

ZONA 17S DATUM WGS-84    Autor: Freddy Bustamante Ruitón    CAJAMARCA 2019

**M-R**