



CUENCA RIO MIRA

MAPA DE ESCURRIMIENTO

Versión Preliminar Sujeta a Revisión

QUITO 2015

CUENCA RIO MIRA

MAPA DE ESCURRIMIENTO

EQUIPO TÉCNICO

Ing. Wilmer Guachamín Acero

Blgo. Jorge Cadena Anchundia

Ing. Juan Carvajal Sulca

Ing. Fernando García Cordero.

MAPA DE ESCURRIMIENTO EN LA CUENCA DEL RÍO MIRA

I. GENERALIDADES		
1.1	INTRODUCCIÓN	6
1.2	OBJETIVOS	6
1.2.1	Generales	6
1.2.2.	Específicos	6
II. MARCO CONCEPTUAL		
2.1.	CICLO HIDROLOGICO	9
2.2.	MODELO DE BALANCE HIDRICO	9
2.3.	PARAMETROS DEL BALANCE HIDRICO	9
2.3.1.	Precipitación (P)	10
2.3.2.	Temperatura (T)	10
2.3.3.	Evaporación	10
3.3.4.	Infiltración (I)	11
3.3.5.	Escorrentía superficial o caudal	11
3.3.6.	Cuenca Hidrográfica	12
III. CUENCA DEL RIO MIRA, DESCRIPCION GENERAL		
3.1	CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS	14
3.1.1.	Ubicación	14
3.1.2.	Superficie	14
3.2	EL RELIEVE	15
3.3	EL CLIMA	15
3.3.1.	Temperatura	15
3.3.2.	Precipitación	15
3.4.	EL SUELO	16
3.4.1.	Clasificación de Suelos	16
3.4.2.	Usos del Suelo	16
3.5	EL AGUA	16
3.5.1.	Recursos Superficiales	16
VI. METODOLOGIA		
4.1.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	17
4.1.1.	Información Cartográfica	17
4.1.2.	Información Hidrometeorológica	17
4.2.	GENERALIDADES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL MIRA	18
4.2.1.	Ubicación del Proyecto	18
4.2.2.	Características Físico-Geográficas de la Cuenca	19
4.3.	PRECIPITACIÓN	30

4.3.1	Datos Pluviométricos	30
4.3.1.1	Variación estacional de la precipitación	31
4.3.1.2.	Variación altitudinal de la precipitación	32
4.3.2.	Datos Pluviográficos – Intensidades	33
4.3.2.1	Variación Altitudinal Intensidad Duración Frecuencia	34
4.4.	TEMPERATURA	38
4.5.	CAUDAL	40
4.5.1.	Curva de Duración General	40
4.5.2.	Caudal Ecológico	40
4.5.3.	Caudal Aprovechable	40
V.	RESULTADOS DEL BALANCE HIDRICO	65

MAPAS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
V. BIBLIOGRAFIA	109

MAPA DE ESCURRIMIENTO EN LA CUENCA DEL RÍO MIRA

I. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

“El recurso hídrico, a nivel nacional, está siendo altamente afectado por la presión humana, agravando cada vez más su disponibilidad (cantidad y calidad). Estos factores de presión son fundamentalmente el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso del suelo tales como la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, el incremento de urbanizaciones en zonas de producción hídrica, entre otros.

Este decrecimiento en la disponibilidad hídrica aunado a un alto índice de crecimiento poblacional, generan conflictos los cuales están incrementando y que tienden a agravarse; si no se toman las medidas necesarias, como la regulación del uso del agua a través de mecanismos de planificación normativas y leyes que permitan su protección y su distribución en forma racional.

En ese sentido, es necesario determinar el estado actual de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico, así como la presión por la demanda del mismo, teniendo en cuenta su distribución espacial y temporal, que permita establecer lineamientos a seguir para su protección, y que sirva de base a los usuarios del recurso y planificadores, para considerar su uso y disponibilidad en proyectos actuales y futuros.

Si al proceso de variabilidad climática, se le incorpora el tema de Cambio Climático, observamos que el comportamiento espacial y temporal de la precipitación, temperatura y caudal, vienen sufriendo alteración en su régimen que hacen prever la probabilidad de ocurrencias de eventos extremos asociados a una deficiencia o exceso de agua. En ambos casos, es importante cuantificar el recurso hídrico superficial, para buscar el equilibrio entre las necesidades antrópica y del ecosistema natural”. (Ordoñez Julio, 2012).

El INAMHI presenta en este documento técnico, información referente a la Oferta y Disponibilidad de Agua en la Cuenca del Río Mira.

El documento se encuentra estructurado de la siguiente manera:

El primer Capítulo, presenta los objetivos generales y específicos del estudio del **MAPA DE ESCURRIMIENTO EN LA CUENCA DEL RIO MIRA**.

El Capítulo II presenta un marco conceptual, con el que se pretende que el lector se familiarice con la terminología que se utiliza y visualice la importancia de cada una de las variables dentro del balance hídrico, además se explica el ciclo hidrológico, el concepto de balance hídrico.

El Capítulo III describe las características generales de la Cuenca del Río Mira, en cuanto a la ubicación, relieve, clima, suelo, agua; las cuales inciden directamente en la respuesta hídrica de la cuenca y por lo tanto en el balance hídrico.

El Capítulo IV, presenta las metodologías utilizadas para el cálculo de cada uno de los parámetros analizados.

En el Capítulo V se presentan los resultados del balance hídrico de la Cuenca hidrográfica del Río Mira a nivel mensual y anual.

En el Capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos.

El Último Capítulo presenta la bibliografía utilizada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Generales

El objetivo general del Estudio Mapa de Esgurrimiento de la Cuenca del Río Mira es el estimar el estado actual del recurso hídrico en cuanto a su cantidad, considerando su distribución espacial y temporal de oferta y disponibilidad, con el fin de ser una herramienta que permita desarrollar lineamientos de protección del recurso, ordenación de usos, ordenamiento territorial, y mejorar la calidad de vida de la población.

1.2.2. Específicos

Los objetivos específicos del Estudio del MAPA DE ESCURRIMIENTO EN LA CUENCA DEL RÍO MIRA son los siguientes:

- Identificación, compilación, análisis, relleno de datos y elaboración de una base de datos hidrometeorológica operativa en Hydraccess.
- Evaluar el estado actual de la oferta y disponibilidad de agua a nivel de cuenca hidrográfica en base al análisis de los datos registrados de las estaciones hidrometeorológicas y parámetros morfométricos de la cuenca;
- Elaborar mapas que reflejen los parámetros morfométricos, distribución espacial y temporal de la precipitación y evapotranspiración de la cuenca.
- Elaborar mapas de escorrentía de la Cuenca del Río Mira.

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1 CICLO HIDROLOGICO

El ciclo hidrológico comprende una serie de procesos continuos e independientes de movimientos y transferencia de agua en la tierra, el océano, cuerpos de aguas y la atmosfera. Está animado por dos causas: La energía solar y la gravedad de esta forma se puede tomar cualquier punto de ciclo hidrológico. Por definición tomamos el punto inicial a la evaporación lo cual se producen en el océano, lagos, embalse y todo cuerpo de agua, la evapotranspiración de las plantas, la cual es la combinación del agua que se pierde por evaporación en el suelo y la transpiración del material vegetal.

Estas dos condiciones son producidas por la energía suministrada por el sol influenciado por las condiciones climáticas e hídricas de la temperatura, radiación, viento y humedad, de esta forma el agua pasa por diferentes estados como la fase liquida, sólida y gaseosa.

El agua en forma de vapor pasa a la atmosfera y en este asenso pierde calor y se produce la condensación (núcleos, que pueden ser partículas de polvo que flotan en el aire) creando pequeñas gotas de agua.

De estas, se forman las nubes y en su circulación se van uniendo entre ellas y por sus pesos se precipitan en forma de lluvia (nieve o granizo). Parte de esta precipitación es interceptada por la vegetación, otra parte por el suelo dependiendo de las condiciones de cobertura .tipo de suelo y pendiente del terreno, esta agua puede quedar encharcada, escurrir superficialmente o infiltrarse. El agua que corre por la superficie va a un cuerpo de agua y este al mar.

Una parte del agua que se filtra es retenida por el suelo, cuya capacidad de retención depende de su textura y estructura (porosidad); otra parte del agua infiltrada se convierte también en escorrentía superficial al ser saturada la capacidad de retención de capacidad de almacenamiento del suelo; la otra aparte se convierte en flujo subsuperficial y por ultimo otra parte percola, hacia capas inferiores produciendo la recarga de agua subterráneas. El agua que se infiltra, viaja lentamente y llega a alimentar ríos y manantiales y finalmente al mar.

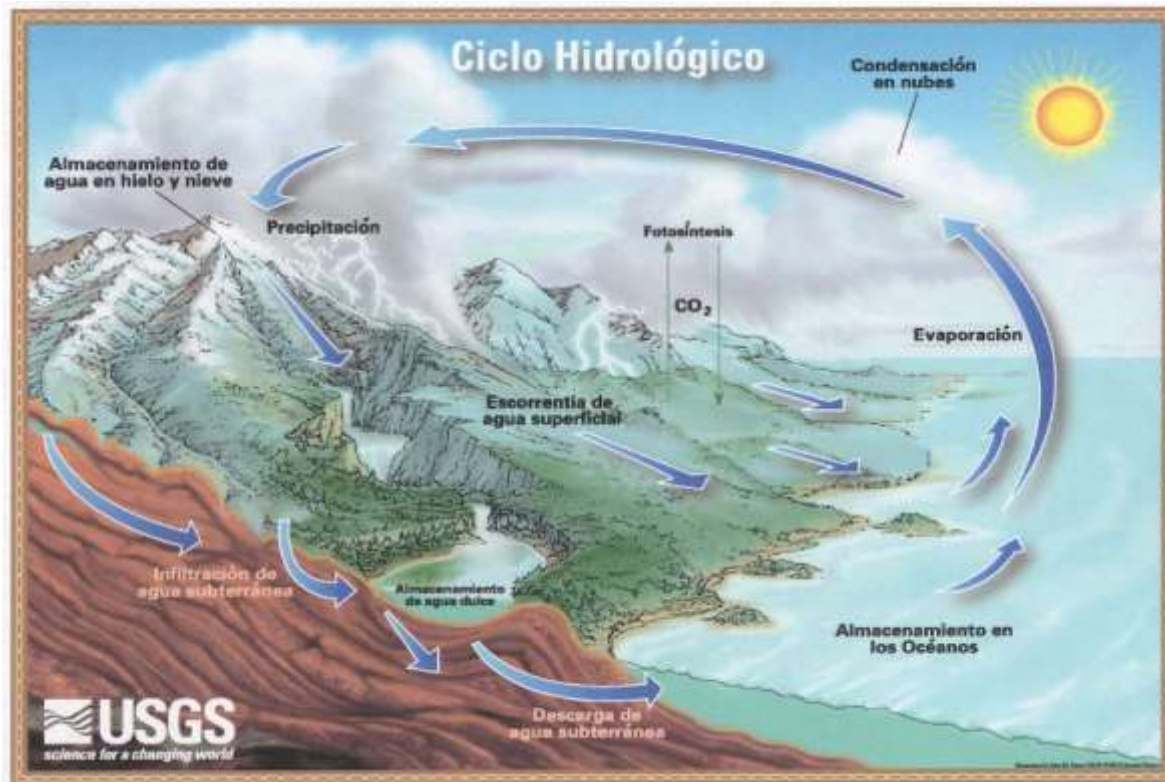


Figura No. 1. Ciclo Hidrológico

2.2 MODELO DE BALANCE HIDRICO

Un balance hídrico es la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico, como de los consumos de agua de los diferentes sectores de usuarios, en un área determinada, cuenca, y la interrelación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha área.

La **ecuación de continuidad**, o de **balance hidrológico**, es la ley más importante en Hidrología, y aunque su expresión es muy simple, la cuantificación de sus términos es normalmente complicada, principalmente por la falta de mediciones directas en campo y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (a acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en una cuenca (Llorens, 2003).

“En general podemos afirmar que:

- Del agua que cae en un determinado sitio (**precipitación = P**)
- Parte vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (**evapotranspiración = ET**);

- Otra parte escurre por la superficie de la cuenca (**escorrentía superficial = ES**).

Este escurrimiento, fluye a través de la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y el resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (**infiltración = I**).

Estas magnitudes deben cumplir con la siguiente ecuación que se conoce con el nombre de Balance Hidrológico (**Figura 2**):

$$P = ET + ES + I \quad (I)$$

La fórmula general que se utiliza en el Balance Hidrológico es la siguiente:

$$\text{CAPTACIÓN-EVAPOTRANSPIRACIÓN=ESCORRENTÍA SUPERFICIAL + INFILTRACIÓN} \quad (II)$$

Del Balance Hidrológico, podemos conocer el estado de humedad de la cuenca la cual está asociada al aporte de precipitación recibida y descontando las pérdidas generadas, estamos en la condición de clasificar el tipo de año (húmedo, normal o seco).

Esto permitirá planificar el recurso hídrico, en base a las demandas.

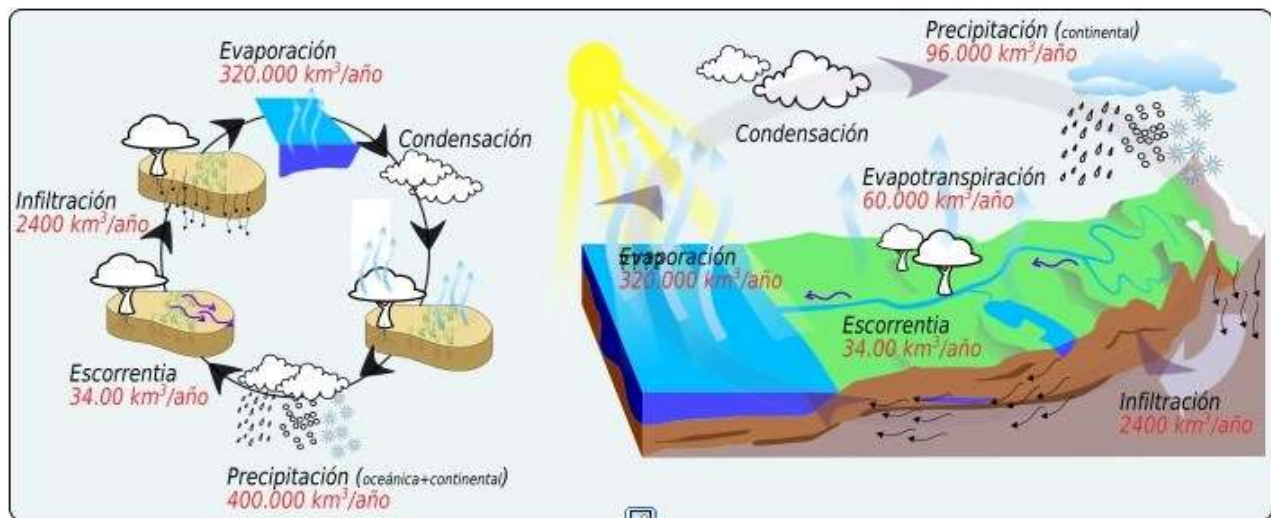


Figura No. 2. Esquema del Balance Hídrico

Fuente: modificado por Ordoñez, 2011 de www.cmapspublic2.ihmc.us

2.3 PARAMETROS DEL BALANCE HIDRICO

En este apartado se realiza una breve explicación de los parámetros considerados dentro del modelo del Balance Hídrico que se analiza.

2.3.1 Precipitación (P)

La precipitación constituye la principal entrada de agua dentro del Ciclo Hidrológico, y varía tanto espacial como temporalmente en una cuenca y subcuenca. Es el agua que cae en una zona determinada que se delimita como cuenca o subcuenca y puede ocurrir como lluvia, neblina, nieve, rocío, etc. La medición de la lluvia se realiza en las estaciones climáticas a través de instrumentos llamados pluviómetros y es uno de los datos necesarios para el balance que con mayor frecuencia se encuentran disponibles, si bien puede variar la periodicidad y confiabilidad de éstos dependiendo del método de medición y de la permanencia de las estaciones climáticas a través del tiempo.

2.3.2 Temperatura (T)

Esta variable juega un papel importante, ya que interviene en todos los métodos empíricos y por lo general junto con la precipitación son las únicas que podemos encontrar en las estaciones meteorológicas con plena seguridad. Su análisis contempla su homogenización y caracterización térmica de la zona en estudio.

2.3.3 Evaporación

La evapotranspiración es la cantidad de agua que retorna a la atmósfera, tanto por transpiración de la vegetación como por evaporación del suelo. Su magnitud depende del agua realmente disponible, es decir la que el suelo ha logrado retener para el consumo de la vegetación, así como la que ha sido interceptada por ésta.

La determinación de este parámetro, es de difícil cuantificación, sobre todo por la ausencia de estaciones que permitan medir este parámetro en el campo, por lo que resulta necesario deducir, en primer lugar, el valor de la evapotranspiración potencial (ETP) mediante fórmulas empíricas.

2.3.4 Infiltración (I)

La infiltración es el volumen de agua procedente de las precipitaciones que atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo. Por lo general, en la ecuación del Balance Hídrico, y dependiendo de la escala temporal del análisis (anual), este valor se asume que su variabilidad es mínima y puede ser considerada cero.

2.3.5 Escorrentía superficial o caudal

El agua de las precipitaciones que no es evaporada ni infiltrada, escurre superficialmente en forma de:

Escorrentía directa que es el agua que llega directamente a los cauces superficiales en un periodo corto de tiempo tras la precipitación, y que engloba la escorrentía superficial y la sub-superficial (agua que tras un corto recorrido lateral sale a la superficie sin llegar a la zona freática).

Escorrentía basal que es la que alimenta a los cauces superficiales en época de estiaje.

Una vez estimados los volúmenes de agua que se infiltran mensualmente en cada subcuenca, se establece que el agua restante es la que va a escurrir superficialmente, lo que denominamos caudal o escurrimiento superficial.

Para el cálculo de la escorrentía anual (mm) en las subcuencas y cuenca total se utiliza la expresión matemática que relaciona el caudal y el área de drenaje.

Su fórmula es:

$$E = \frac{31,536 * Q}{A}$$

Dónde: E = Escorrentía en mm

Q= Caudal en m³/s

A= Área de drenaje km².

2.3.6 Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados (Sing, 1989). " (Ordoñez Julio, 2012).

Las cuencas hidrográficas son utilizadas como unidades para la planificación territorial y se subdividen en áreas menores llamadas subcuencas y microcuencas. La manera de hacer estas subdivisiones es por los distintos riachuelos que las conforman. Todas las cuencas hidrográficas tienen tres áreas o zonas donde el impacto del agua es distinto, aunque se mantiene una estrecha interacción e interconexión entre ellas:

La primera, es la parte alta conocida como cabecera de la cuenca hidrográfica; en esta región se da la mayor captación del agua de lluvias y ayuda con la regulación y suministro de agua durante el resto del año a las otras partes de la cuenca. Todas las acciones que se hagan en esta parte de la cuenca, ya sean buenas o malas, tendrán sus repercusiones en el resto de la cuenca.

La segunda, es la parte media de la cuenca hidrográfica, en esta zona se dan

mayormente actividades productivas y es la región en donde se ejerce mayor presión hacia la parte alta de la cuenca. Esta región es como una zona de amortiguamiento entre las acciones de la parte alta de la cuenca y los efectos que se evidencian en la parte baja de la cuenca.

La parte baja de la cuenca hidrográfica, que generalmente son las partes con depreciaciones de muchas cuencas hidrográficas es en esta zona la cual se evidencian los impactos positivos o negativos de las acciones que se hacen en la parte alta de la cuenca.

La cuenca hidrográfica funciona como un sistema indivisible e interdependiente, en donde hay una estrecha relación entre los habitantes y las actividades que se desarrollan en la parte alta con las partes media y baja de la cuenca. Por ejemplo: cuando se mantiene una cobertura forestal adecuada en la parte alta de la cuenca, ayuda a regular y controlar la cantidad y estacionalidad del agua que escurre por los ríos y manantiales, hacia las partes media y baja de la cuenca, con lo cual, las poblaciones de las partes bajas se ven beneficiados por la cantidad y calidad de agua para consumo, así como, por la protección que puede brindar la cobertura forestal hacia la ocurrencia de desastres principalmente inundaciones.

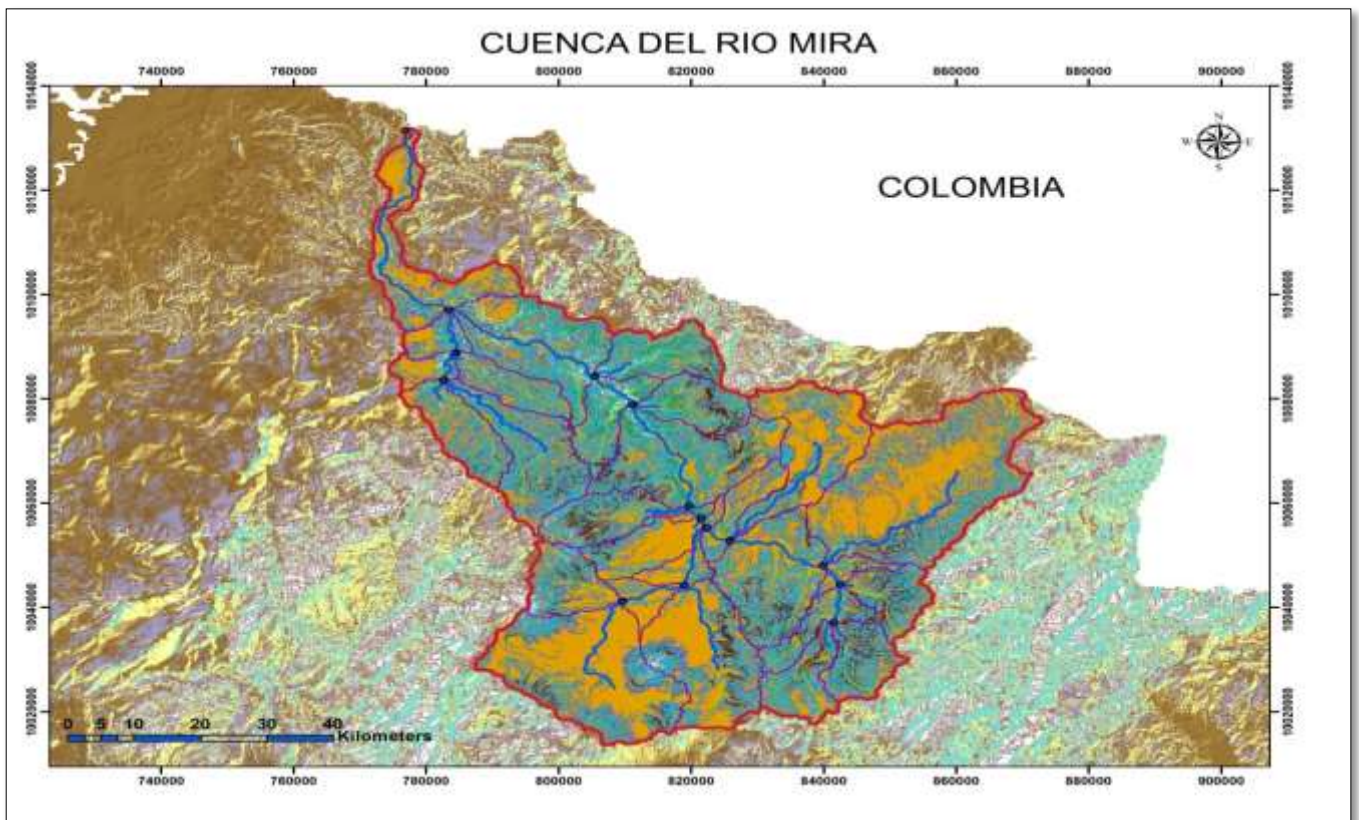


Figura No. 3. Cuenca del Río Mira.

III. CUENCA DEL RIO MIRA, DESCRIPCION GENERAL

Se presenta a continuación las características biofísicas generales de la Cuenca del Río Mira, que inciden directa o indirectamente en el ciclo hidrológico

La información descrita ha sido tomada de varios documentos, en su mayoría del Diagnóstico y Plan de Desarrollo sustentable de las cuencas Mira-Mataje y Carchi-Guaitara elaborado por SWECO Internacional.

3.1 CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

3.1.1 Ubicación

La cuenca del río Mira se encuentra ubicada al norte de Ecuador entre las coordenadas Norte 1° 16' y 0° 07' y coordenadas oeste 77° 38' y 78° 34', cubre el área ubicada entre las provincias de Imbabura, Carchi y Esmeraldas, en Ecuador, y el departamento de Nariño, en Colombia.

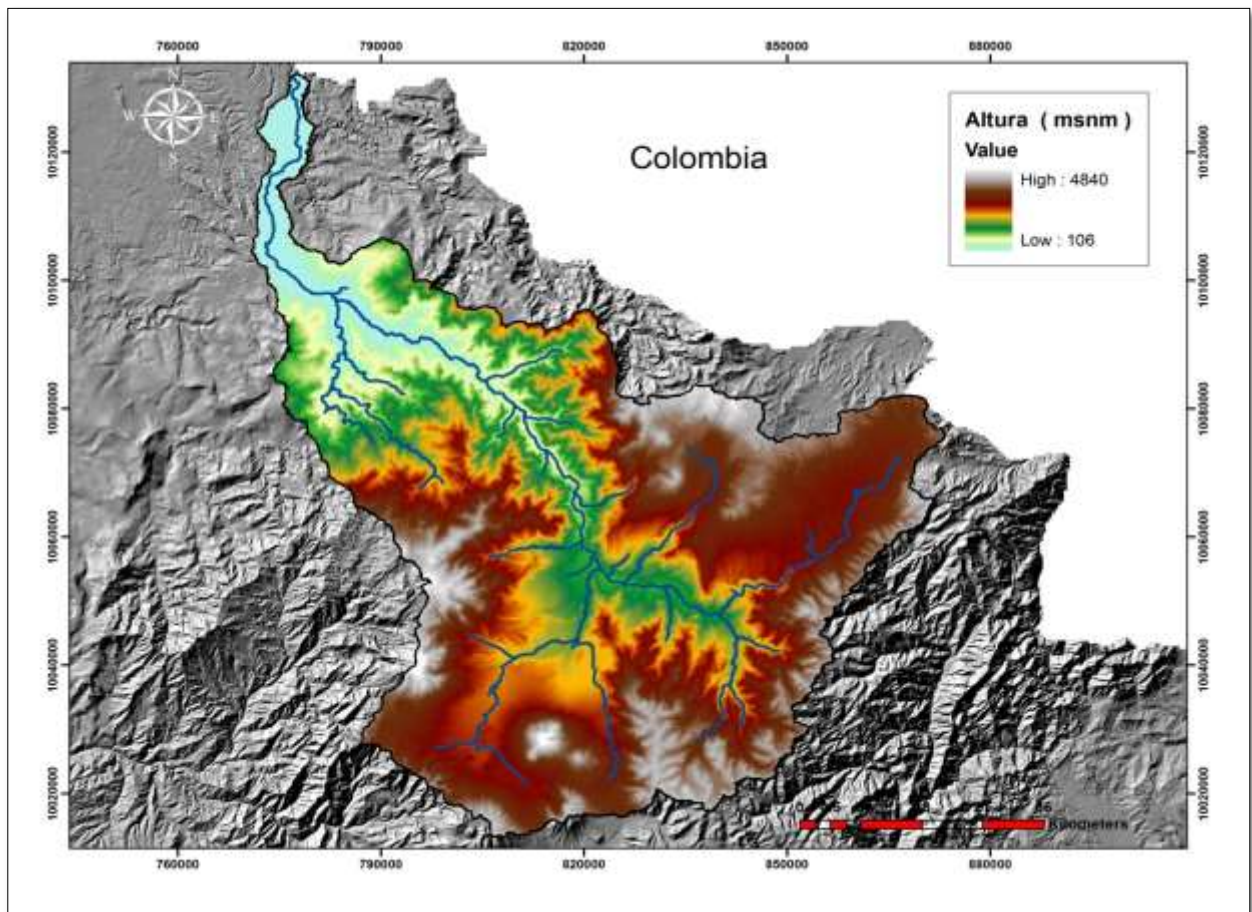


Figura No. 4. MDT Cuenca del Río Mira

3.1.2 Superficie

La Cuenca del Río Mira tiene una superficie total 10352 km², de los cuales 6684 km² corresponden a la parte ecuatoriana y 3668 km² a la parte colombiana.

3.2 EL RELIEVE

El relieve en la zona, desde la Cordillera Occidental, desde los páramos de El Ángel y El Nudo de Mojanda-Cajas, con una altitud aproximada de 4000 msnm, descienden gradualmente en forma de laderas unas veces y otras abruptamente hasta los valles del Chota y del Mira.

Por el sur, desde el Nudo de Mojanda, las laderas de las cuencas de los ríos Mataqui y Ambi descienden abruptamente hasta la confluencia de estos con el río Chota y el Mira, antes que este último rompa la Cordillera Occidental y penetre en el Litoral Sur de la vecina República de Colombia. El último afluente del Río Mira constituye el Río San Juan, que nace en la Cordillera Occidental desde el volcán Chiles y confluye antes de ingresar al territorio colombiano.

En la cuenca se destacan las siguientes elevaciones: Mirador, Cotacachi, Imbabura y Cayambe. El paisaje señala la presencia de varias lagunas: San Pablo, Yaguarcocha, Cuicocha, Mojanda, a más de otras de menor extensión.

3.3 EL CLIMA

Su relativa cercanía a la costa y la presencia de la Corriente de El Niño, en el período diciembre a mayo, conjuntamente con las oscilaciones de la zona de convergencia intertropical, que permite una mayor evaporación en el Océano Pacífico y el transporte de grandes masas húmedas hacia el continente, determinan la existencia de períodos secos y lluviosos bien marcados dentro del año hidrológico.

3.3.1 Temperatura

La temperatura media anual varía desde los 9°C en las cabeceras de la cuenca a 3400 msnm, hasta 22°C en la Cuenca baja, pasando por 17 a 20°C en la zona de los valles secos.

3.3.2 Precipitación

Se distinguen dos temporadas climáticas, la época seca y la época lluviosa con sus respectivos períodos de transición. La primera se presenta entre los meses de octubre a mayo y la segunda de junio a septiembre. En esta cuenca se observa claramente una distribución bimodal de las precipitaciones con dos picos máximos en octubre y en marzo y un mínimo en julio.

La zona interandina presenta variaciones climáticas significativas, en las cumbres de las cordilleras existen áreas frías y húmedas con precipitaciones poco intensas pero persistentes. Por otro lado, la región del Chota presenta características muy especiales, con valles muy secos, precipitaciones anuales menores a 300 mm.

3.4 EL SUELO

En la vertiente occidental se distinguen suelos desarrollados de material volcánico, muy hidratables, de poca estabilidad al ser deforestados.

3.4.1 Clasificación de Suelos

La clasificación de suelos con la cual se trabajó en el presente estudios, corresponde al Mapa de Suelos variable taxonomía, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca MAGAP del año 2002, a escala 1:250000. En la Tabla N° 5 se presenta dicha clasificación y el Mapa se presenta en el Anexo N° 2.

3.4.2 Usos del Suelo

En las cumbres de las cordilleras cuenca alta, con áreas frías y húmedas, la vegetación predominante es la paja y el frailejón. Por otro lado en la Cuenca media región del Chota, con valles muy secos, con mosaicos agropecuarios en sitios con acceso a sistema de riego, en la cuenca baja Lita la vegetación predominante son bosques subtropical y tropical.

3.5 EL AGUA

3.5.1 Recursos Superficiales

La cuenca del Río Mira, está conformada principalmente de los ríos Ambi, Apaquí, El Ángel, Chota, Blanco, Itambi y Lita, extendiéndose en la parte ecuatoriana desde las lagunas de Puruhunta y Mojanda hasta el límite internacional entre Ecuador y Colombia.

El régimen hidrográfico del cuerpo depende de la gradiente de su lecho y del caudal que el río recibe a lo largo de su curso por medio de afluentes. Este caudal es variable y depende de la temporada anual de precipitación pluvial, por lo cual el Mira crece más entre abril y mayo.

Analizando el balance hídrico, se puede visualizar una diferencia pronunciada en el clima entre la parte superior montañosa y la parte inferior de la Cuenca del Río Mira. La escorrentía natural aguas arriba de Mira en Carchi está en el orden de 600-800 mm/año, mientras aguas abajo presenta un valor de 3000 a 3500 mm/año.

IV. METODOLOGIA

A continuación se presenta la metodología utilizada para la determinación de los parámetros del Balance Hídrico en cuanto a oferta y disponibilidad hídrica.

4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

4.1.1 Información Cartográfica

La información cartográfica utilizada para la realización del informe se resume en el siguiente cuadro:

Información cartográfica	Formato	Año	Escala	Descripción	Institución Responsable
División Política del Ecuador	Vector	2011	1:50000	División del Ecuador por provincias	INEC
Ríos	Vector	2012	1:250000	Capas de información geográfica base	IGM
Textura de suelos	Vector	2002	1:50000	Descripción de texturas de suelos	MAGAP-SIGAGRO
Uso del suelo	Vector	2014	1:50000	Caracterización del uso del suelo	MAE
Red estaciones Hidro-meteorológicas	Vector	2013	1:50000	Ubicación de las estaciones hidro-meteorológicas del Ecuador	INAMHI
SRTM	Raster	2000	1: 5000y	Modelo digital de elevación (Resolución 30m)	SRTM

Cuadro 1. Información cartográfica

4.1.2 Información Hidrometeorológica

La información hidrometeorológica utilizada para la realización de la caracterización climática, hidrológica y la estimación de caudales de crecida se ha obtenido de las bases de datos del INMAHI. El cuadro a continuación detalla las estaciones meteorológicas utilizadas:

CÓDIGO	ESTACIÓN	Coordenadas UTM WGS84 17S		ALTURA(msnm)
		X	Y	
M0001	INGUINCHO	789081	10028216	3140
M0059	TULCAN AEROPUERTO	867140	10090050	2934
M0082	CHALPATAN	854454	10081337	3300
M0085	SALINAS-IMBABURA INERHI	817142	10050878	1730
M0105	OTAVALO	805884	10026560	2550
M0106	LITA	783606	10095675	720
M0107	CAHUASQUI-FAO	810207	10056962	2335
M0110	SAN PABLO DEL LAGO	812074	10023364	2700
M0154	CAYAPAS	726537	10094504	55
M0304	MONTE OLIVO	843608	10045478	2040
M0305	JULIO ANDRADE	864521	10072242	2890
M0308	TUFINNO	849867	10088284	3418
M0311	CAHUASQUI	810207	10056962	2340
M0312	PABLO ARENAS	812250	10055211	2340
M0313	COPIHUE	812715	10053274	1900
M0315	PIMAMPIRO	840533	10043138	2090
M0317	COTACACHI-HDA.ESTHERCITA	803809	10033383	2410
M0319	SAN RAFAEL DEL LAGO	806999	10021765	2790
M0320	HDA.LA VEGA	813808	10020352	2700
M0322	CAMBUGAN	790349	10029784	3160
M0323	ACHUPALLAS-IMBABURA	791865	10031659	3205
M0329	INGUINCHO GRANDE	789019	10028124	3180
M0330	INGUINCHO # 1	788679	10028124	3260
M0331	INGUINCHO # 5	788339	10028339	3270
M0332	INGUINCHO # 7	788741	10028585	3200

CÓDIGO	ESTACIÓN	Coordenadas UTM WGS84 17S		ALTURA(msnm)
		X	Y	
M0333	INGUINCHO # 8	788060	10028831	3300
M0334	INGUINCHO # 9	788091	10028954	3410
M0525	PISABO	796601	10025451	
M0571	TUMBABIRO	812407	10051368	2120
M0875	INGUINCHO # 6	788029	10028431	3400

Cuadro 2. Información meteorológica utilizada

CÓDIGO	ESTACIÓN	x	y	Altitud(msnm)
H0026	ITAMBI EN L.S.PABLO	810821.000000	10021243.000000	2648
H0024	BLANCO EN PTE.CARRETERA	800343.000000	10027542.000000	2573
H0016	APAQUI AJ CHOTA	841073.680725	10049012.755259	1715
H0015	CHOTA EN PTE.CARRETERA	825504.999998	10052690.000000	1569
H0017	APAQUI D GRUTA LA PAZ #3	850837.426075	10055052.348364	2423
H0045	APAQUI DJ MINAS	858099.741608	10059438.704268	2650
H0064	EL ANGEL EN PTE.AYORA	839326.204788	10070565.260581	2889
H0013	BLANCO AJ MIRA	803374.645270	10084283.077200	890
H0011	MIRA EN LITA	783826.018037	10096713.338483	475

Cuadro 3. Información hidrológica utilizada

4.2 GENERALIDADES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL MIRA

4.2.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en las provincias de Carchi, Imbabura, Esmeraldas. El estudio comprende la cuenca hidrográfica del río Mira. La figura a continuación muestra la ubicación del proyecto.

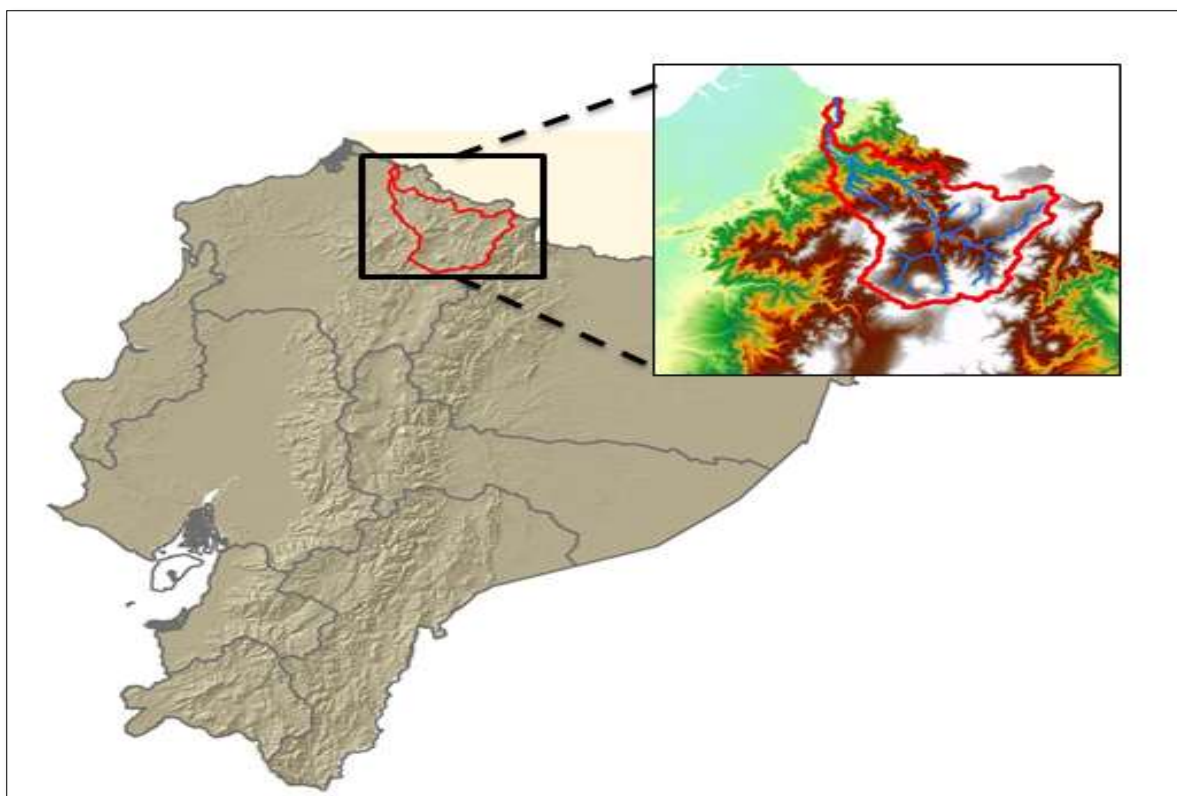


Figura 5. Ubicación cuenca hidrográfica río Mira

4.2.2 Características Físico-Geográficas de la Cuenca

Las características físicas de una cuenca dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc), los tipos de suelos, cobertura vegetal, la geología, uso de suelos, etc. Estos parámetros nos dan a conocer espacialmente los elementos del régimen hidrológico y se utiliza para analizar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos.

La cuenca hidrográfica del río Mira tiene un área de 5317.346231 km² hasta el punto de cierre en las coordenadas UTM N110131331.9741 E776705.557 (WGS84 17S). El río Mira nace en las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes y desemboca en el río Mira.

Las características principales de la cuenca se detallan a continuación:

Características físicas de la cuenca

Área:	5317.346231 km ²
Cota Inferior de la cuenca:	92 msnm
Cota superior de la cuenca:	4863 msnm
Longitud del río hasta el punto de cierre:	195.38 km
Coeficiente compacidad (kc):	2.38
Factor forma (kf):	0.46

Densidad de drenaje (Dd):	0.10 km/km ²
Sinuosidad de las corrientes (S):	1.81
Pendiente media de la Cuenca:	31%

La influencia directa que tiene la geomorfología y la localización geográfica en el clima y en el movimiento de la superficie terrestre. Esta interacción tiene gran complejidad ya que son múltiples los factores que inciden en el escurrimiento superficial, afectando entrada, acumulación y salida del agua en la cuenca.

a) Longitud total del río principal (Lr)

Representa la vía de drenaje más larga de la cuenca, se expresa en Km.

b) Pendiente media del río principal (Ir)

Es la diferencia total de elevación del cauce principal (cota máxima – cota mínima), dividida por su longitud total (Lc).

$Ir = \frac{H_{max} - H_{min}}{Lr}$	Ir= Pendiente media del río principal Hmax= Cota máxima del cauce principal Hmin= Cota mínima del cauce principal Lr= Longitud total del río principal
-------------------------------------	---

En cuanto mayor valor tome la pendiente, mayor será la velocidad del flujo y, por lo tanto, se convierte en un **factor característico del tiempo de respuesta de la cuenca ante determinada precipitación**. Este índice proporciona una idea sobre el tiempo de recorrido del agua a lo largo del perfil longitudinal del río.

c) Perímetro de la cuenca (P).

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de separación de una cuenca es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P y se expresa en Km.

d) Área de drenaje de la cuenca (Ac).

Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural, se encuentra delimitada por la línea de contorno o divisoria, esta línea separa las precipitaciones que caen en cuencas inmediatamente vecinas, y que encaminan la escorrentía resultante para uno u otro sistema fluvial. La divisoria sigue una línea

atravesando el curso de agua solamente en el punto de salida. La divisoria une los puntos de máxima cota entre cuencas.

e) Pendiente media de la cuenca (I_p).

Esta característica controla en buena parte la velocidad con que se da la escorrentía superficial y afecta, por lo tanto, el tiempo que lleva el agua de la lluvia para concentrarse en los lechos fluviales que constituyen la red de drenaje de las cuencas.

f) Forma de la cuenca (Índice de compacidad).

Esta característica es importante, pues se relaciona con el tiempo de concentración, que es el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la cuenca hasta llegar a la salida de la misma.

- Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad (k_c)

Es la relación existente entre el perímetro de la cuenca y la longitud de la circunferencia de un círculo equivalente al área de la cuenca. Se define por la ecuación:

$k_c = 0.28 \frac{P}{A^{1/2}}$	A= área de drenaje de la cuenca, en km^2 P= perímetro de la cuenca, en km Kc= índice de compacidad o de Gravelius
--------------------------------	--

En ningún caso, el Coeficiente de Compacidad podrá ser menor a la unidad y, en la medida que éste se acerque a este valor la forma de la cuenca tenderá a parecerse a la de un círculo.

Si asociáramos el Coeficiente de Compacidad de una cuenca con el Tiempo de Concentración, tendríamos que en el caso de la Cuenca con mayor Coeficiente de Compacidad tendríamos el mayor Tiempo de Concentración y, de allí, es de esperarse que la magnitud de la escorrentía generada por una precipitación en ella sea menor que en aquella que posee el menor Coeficiente de Compacidad.

- Mientras más irregular es una cuenca, esta presenta un mayor K_c .
- Una cuenca circular, posee un K_c mínimo, igual a 1.

g) Tiempo de concentración.

Es el tiempo que la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente de agua de una cuenca hasta llegar a una sección determinada de dicha corriente, se mide en minutos u horas.

- **Kirpich**

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%).

$T_c = 0.39 \left(\frac{Lr^2}{H} \right)^{0.385}$	Tc= Tiempo de concentración (horas). Lr= longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal en km. H= diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.
--	---

- **California.**

Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.

$T_c = 0.952 \left(\frac{Lr^3}{H} \right)^{0.385}$	Tc= Tiempo de concentración (horas). Lr= longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal en km. H= diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.
---	---

- **Ecuación de retardo SCS**

Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies.

$T_c = \frac{100Lr^{0.8} \left[\left(\frac{1000}{CN} \right) - 9 \right]^{0.7}}{1900 Ip^{0.5}}$	Tc= Tiempo de concentración (minutos). Lr= Longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal en (pies). CN= Numero de curva. Ip= Pendiente promedio de la cuenca (%).
---	---

h) Curva hipsométrica de la cuenca.

Es la representación gráfica del relieve de una cuenca, para el presente trabajo se ha determinado a partir del último Modelo Numérico del tiempo disponible (MNT – SRTM) que tiene la mayor resolución (píxeles de 90 metros).

La curva hipsométrica relaciona el valor de altura, en las ordenadas, con el porcentaje de área acumulada en las abscisas.

i) Orden de cuenca.

Se procede al observar las corrientes de agua desde las periferias hasta las que constituyan el cauce principal en sí. El orden de la cuenca será el orden más alto que llegue a identificarse hasta llegar al cauce principal y pueden ser:

Corrientes de primer orden: pequeños canales que no tienen tributario.

Corrientes de segundo orden: dos corrientes de primer orden se unen.

Corrientes de tercer orden: dos corrientes de segundo orden se unen.

Corrientes de orden n+1: dos corrientes de orden n se unen

Entre más alto es el orden de la cuenca, indica un drenaje más eficiente que desalojará rápidamente el agua.

j) Numero de curva.

El número de curva es (CN) es un parámetro empírico que se calcula con el método desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) actualmente Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS) de los EEUU. Toma en cuenta las condiciones de humedad antecedente del suelo (seco, normal y húmedo) determinada a partir de la precipitación total en los cinco días previos. Se representa a partir de un numero adimensional en curvas estandarizadas, las que varían entre 0 y 100; donde un área con CN=0 no tiene escurrimiento y otra con CN=100 es impermeable y toda la precipitación genera escorrentía.

Para obtener valores de CN, si los días anteriores han sido secos o húmedos, se proponen las siguientes relaciones:

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Donde:

CN(II)=para condiciones de humedad previa II(normal)obtenido de tablas.

CN(I)= para consideraciones de humedad previa I(**seco**).

CN(III)= para consideraciones de humedad previa III(**húmedo**).

k) Densidad de drenaje.

Es la **relación entre la longitud total de los cursos de agua dentro de la cuenca y el área total de ésta:**

$Dd = \frac{\sum Lc_i}{Ac}$	Dd= Densidad de drenaje en (Km/Km²) Ac=Área de drenaje de la cuenca (Km²) $\sum Lc_i$ =Longitud total de los cauces de agua (Km)
-----------------------------	--

Finalmente hay que destacar que, en la medida que los parámetros asociados al **Sistema de Drenaje** de la Cuenca Hidrográfica **son de mayor magnitud**, es de esperarse que el **Tiempo de Concentración tienda a ser menor** con la consiguiente mayor capacidad de producción de caudal superficial por parte de la Cuenca.

Dd usualmente toma valores entre 0.5 km/km² para cuencas con drenaje pobre hasta 3.5 km/km² para cuencas con muy buen drenaje.

l) Sinuosidad de la corriente de agua.

Es la relación entre la longitud del río principal a lo largo de su cauce y la longitud del valle del río principal medida en línea curva o recta.

$S = \frac{L}{L_t}$	S= Sinuosidad de la cuenca (Km/Km) L= Largo del cauce principal (Km) L_t =Longitud del principal medido en línea recta (Km)
---------------------	---

Parámetro útil para medir la velocidad de la escorrentía del agua a lo largo de la corriente.

El valor de (S) menos o igual a 1.25 indica una baja sinuosidad y se define entonces, como un río con alineamiento recto.

Cuadro 4. Parámetros Físico-Morfométricos cuenca del río MIRA.

ESTACION	NOMBRE	TIPO DE ESTACIÓN	ALTURA	COORDENADAS		AREA DE CUENCA	PERÍMETRO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DE RIO	COTAS		PENDIENTE DEL RIO	PENDIENTE DEL RIO	INDICE DE COMPACIDAD	TIEMPO DE CONCENTRACION	CN
				X	Y					SUPERIOR	INFERIOR					
						(km ²)	(km)	Ip (%)	Lr(km)			Ir	Ir (%)	Ic	Tc(hora)	
H0011	MIRA EN LITA	AWS,LG,LM	475	783826.02	10096713.34	4411.9899	505.68	32.675892	152.690762	4885	500	0.018462	1.8462	2.131653217	16.35782355	73.1962
H0013	BLANCO AJ CHOTA	LG,LM	890	805537.00	10084410.00	158.2929	85.02	51.708309	13.723372	3638	901	0.103849	10.3849	1.892118858	1.843376779	74.1242
H0015	CHOTA EN PTE.CARRETERA	AWS,LG,LM	1569	825505.00	10052690.00	1867.4955	316.32	30.590393	78.164721	4195	1520	0.023028	2.3028	2.049532934	9.864721727	73.3046
H0016	APAQUI AJ CHOTA	LG,LM	1715	841073.68	10049012.76	716.2326	174.3	23.151226	57.539734	4025	1715	0.027894	2.7894	1.823594931	8.301411449	75.6468
H0017	APAQUI D GRUTA LA PAZ #3	AWS,LG,LM	2423	850837.43	10055052.35	516.5001	150.72	20.791477	41.111732	4025	2412	0.016475	1.6475	1.856922215	6.12639836	78.6314
H0024	BLANCO EN PTE.CARRETERA	LG,LM	2573	80034.00	1002754.00	69.9111	61.2	23.028332	18.234764	3859	2561	0.056888	5.6888	2.049445556	4.855670875	61.4816
H0026	ITAMBI EN L.S.PABLO	LM	2648	810821.00	10021243.00	57.7818	45.12	32.352936	12.581758	4254	2680	0.089018	8.9018	1.662002179	1.335909285	80.6944
H0045	APAQUI DJ MINAS	LG,LM	2650	858099.74	10059438.70	389.5218	131.22	19.72608	31.280563	4025	2684	0.020332	2.0332	1.861624906	5.011477455	78.9111
H0064	EL ANGEL EN PTE.AYORA	AWS,LG,LM	2889	839326.20	10070565.26	168.3432	88.38	18.483515	19.208439	4195	2926	0.061223	6.1223	1.907279054	3.440136947	79.5164

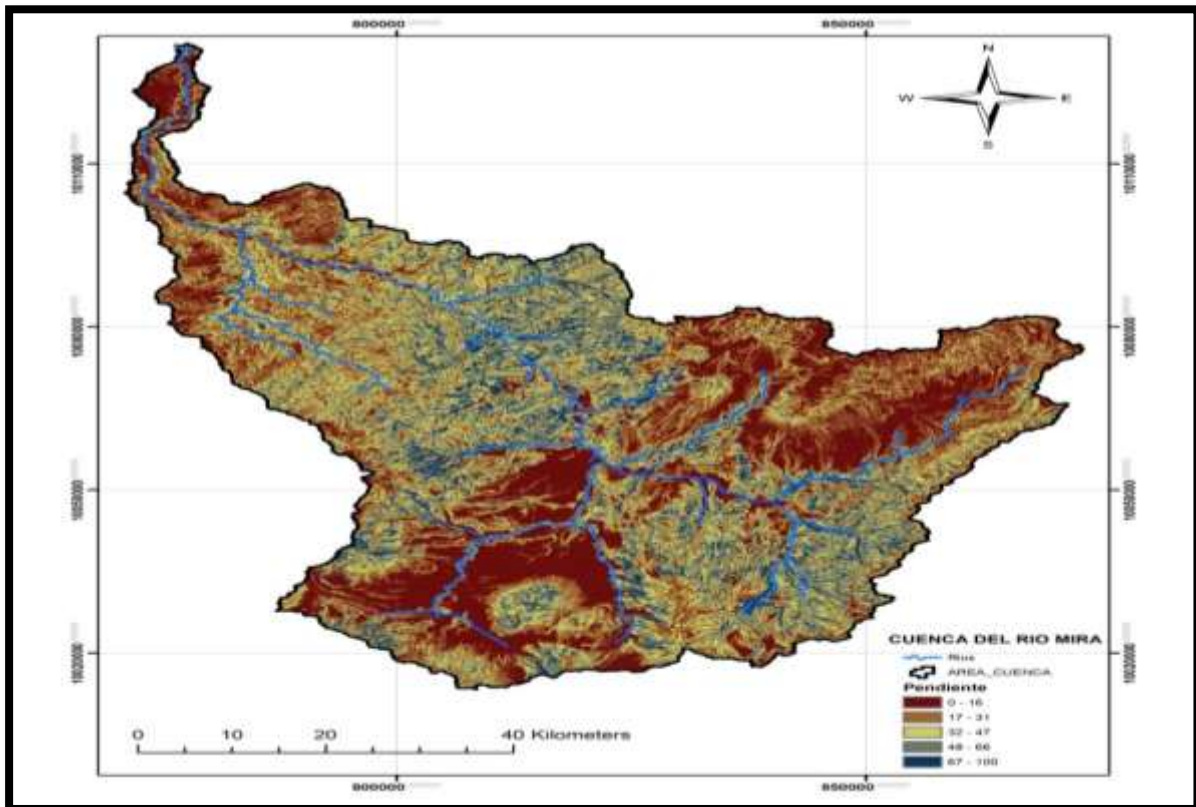


Figura 6. Pendientes de la cuenca del río Mira

Curva hipsométrica

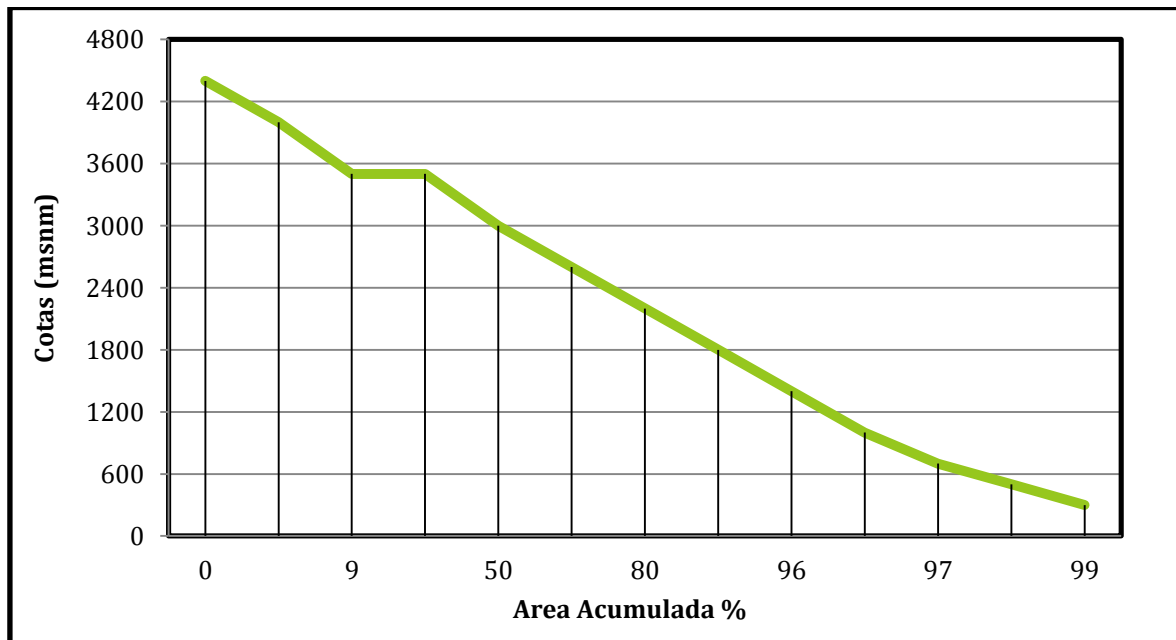


Figura 7. Curva hipsométrica de la cuenca del río Mira

Del análisis de la gráfica se concluye que la curva hipsométrica de la cuenca del río Mira representa gráficamente las elevaciones del terreno en función de las superficies correspondientes, cuya figura muestra el ciclo erosivo y la etapa de equilibrio de la cuenca, en donde la parte alta está representada por zonas altas montañosas y laderas en toda la cuenca.

Ordenes de las corrientes de agua

La cuenca es de orden 4, es el nivel más alto determinado para el río Mira en el punto de cierre.



Figura 8. Numero de orden de la cuenca del río Mira

Características del suelo de la cuenca

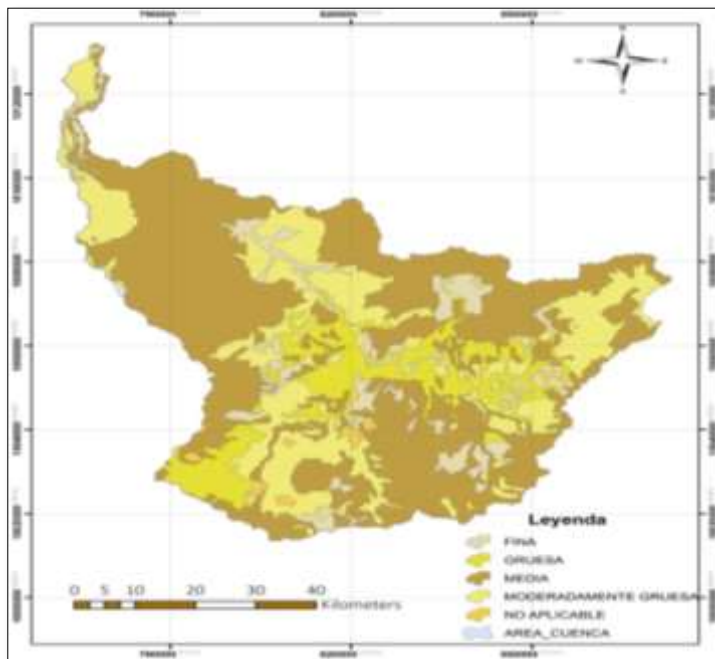


Figura 9. Textura de suelos

La textura de los suelos se encuentra en textura media. Los porcentajes de cada fracción son:

- Fina 8.0 % (425.39 km²)
- Gruesa 12.2% (648.72 km²)
- Media 54.7% (2908.59 km²)
- Moderadamente Gruesa 24.3% (1292.11 km²)
- No Aplicable 0.8% (42.54 km²)

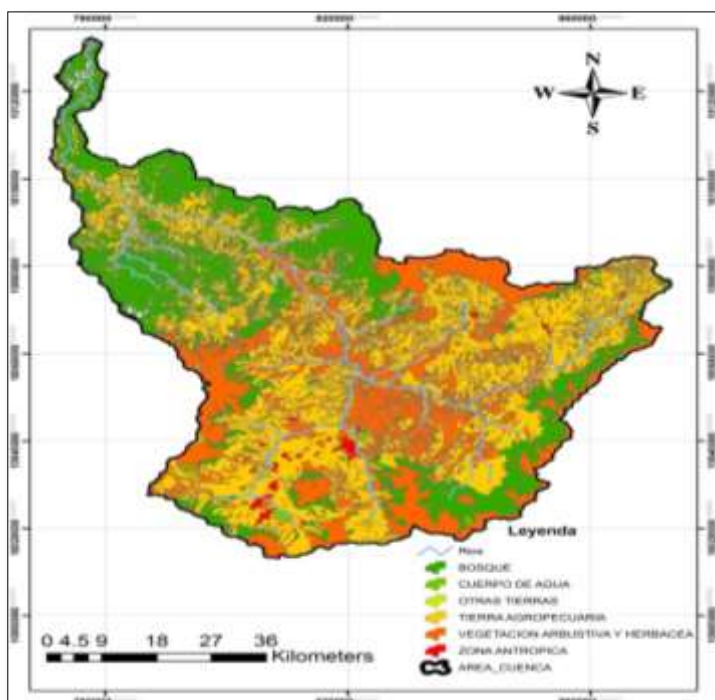


Figura 10. Uso de suelos

La mayor área de la cuenca se encuentra ocupada con Tierra Agropecuaria, vegetación arbustiva y bosque.

Abarcando un porcentaje para cada área de:

- Bosque 26.52% (1410.16 km²)
- Cuerpo de Agua 0.48% (25.52 km²)
- Tierra Agropecuaria 45.41% (2414.61 km²)
- Vegetación 26.63% (1416.00 km²)
- Zona Antrópica 0.88% (46.79 km²)
- Otros 0.09 (4.49 km²)



El análisis de la precipitación se realizó en base a los registros de las estaciones meteorológicas, ubicadas en la parte alta, media y baja de la Cuenca hidrográfica del río Mira.

4.3.1.1 Variación estacional de la precipitación

Los gráficos de variación estacional de las precipitaciones de las estaciones meteorológicas, la marcada temporada de lluvias se registran entre los meses de octubre a mayo, mientras que la menor lluvia se registra en los meses de junio a septiembre.

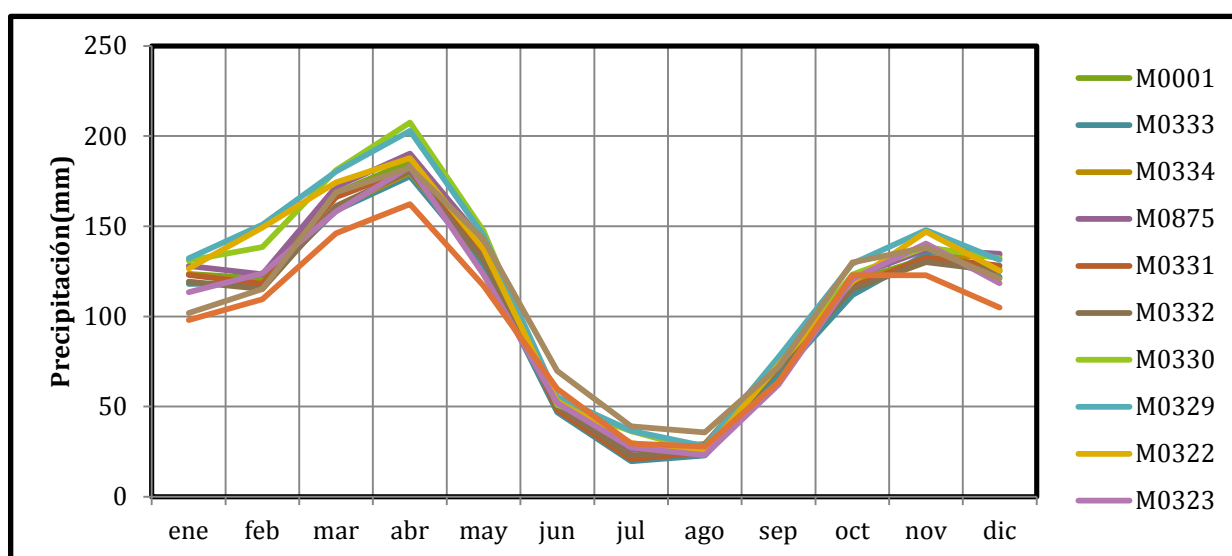


Figura 12. Variación estacional precipitación estaciones meteorológicas.

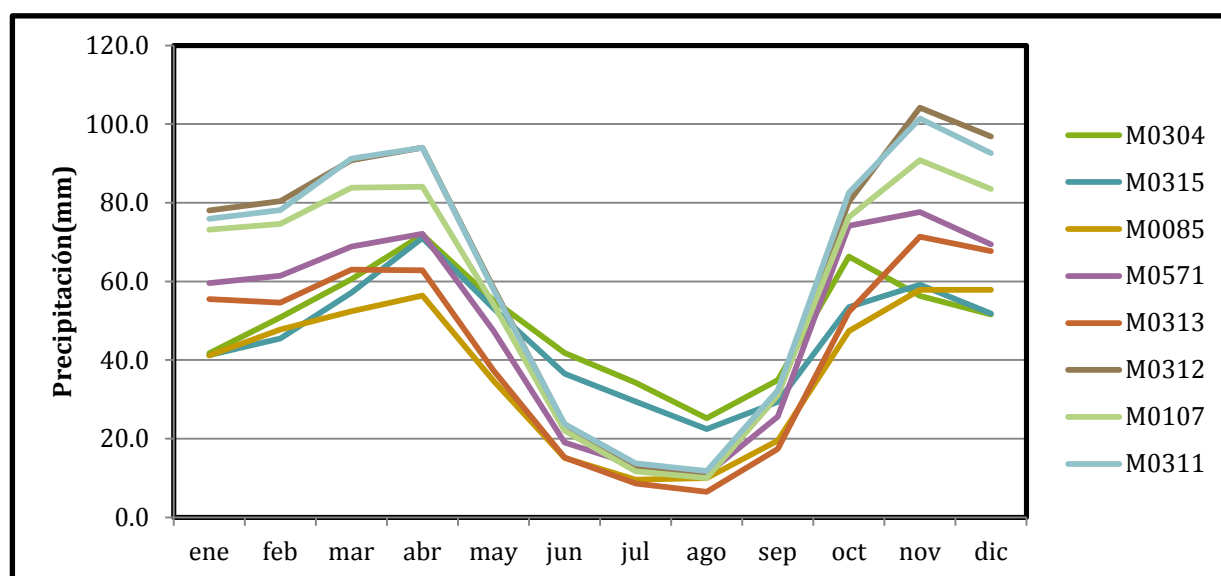


Figura 13. Variación estacional precipitación estaciones meteorológicas.

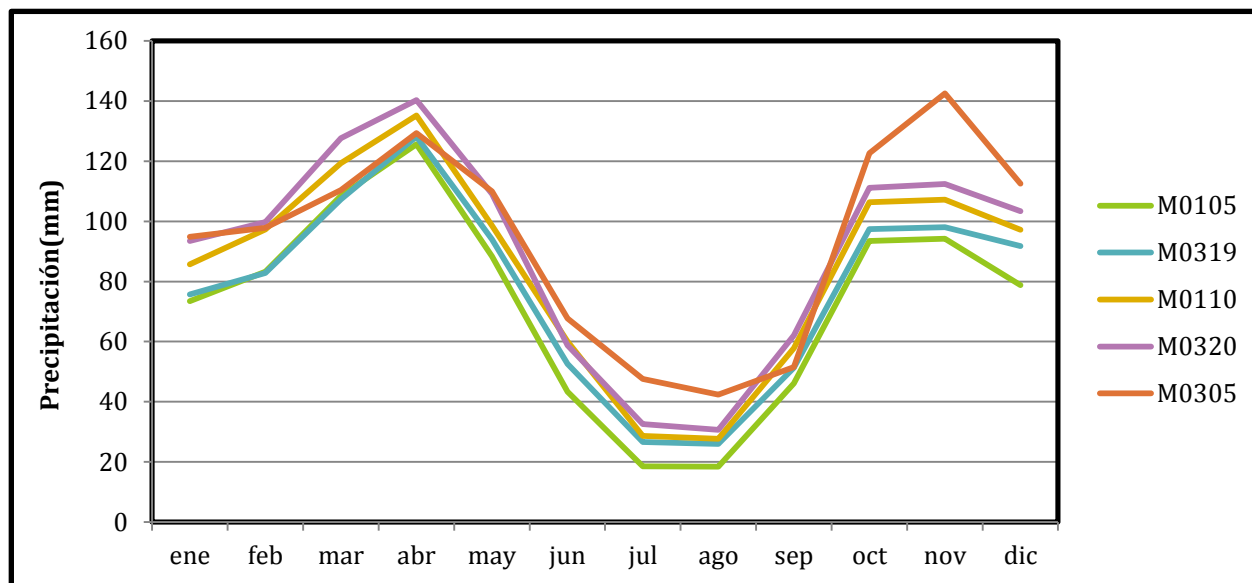


Figura 13. Variación estacional precipitación estaciones meteorológicas.

4.3.1.2 Variación altitudinal de la precipitación

En la figura 14 se destaca la variación de la precipitación con la altitud en valores medios anuales. En este posible notar un notable decrecimiento de las lluvias en función de la altitud. Presentado mayor intensidad en las estribaciones occidentales de la cordillera hasta los 1800 msnm, sin embargo esta disminuye a partir de los 1800 msnm hasta los 3000 msnm, e incrementándose a partir de los 3000msnm. al corresponder a zona de páramo.

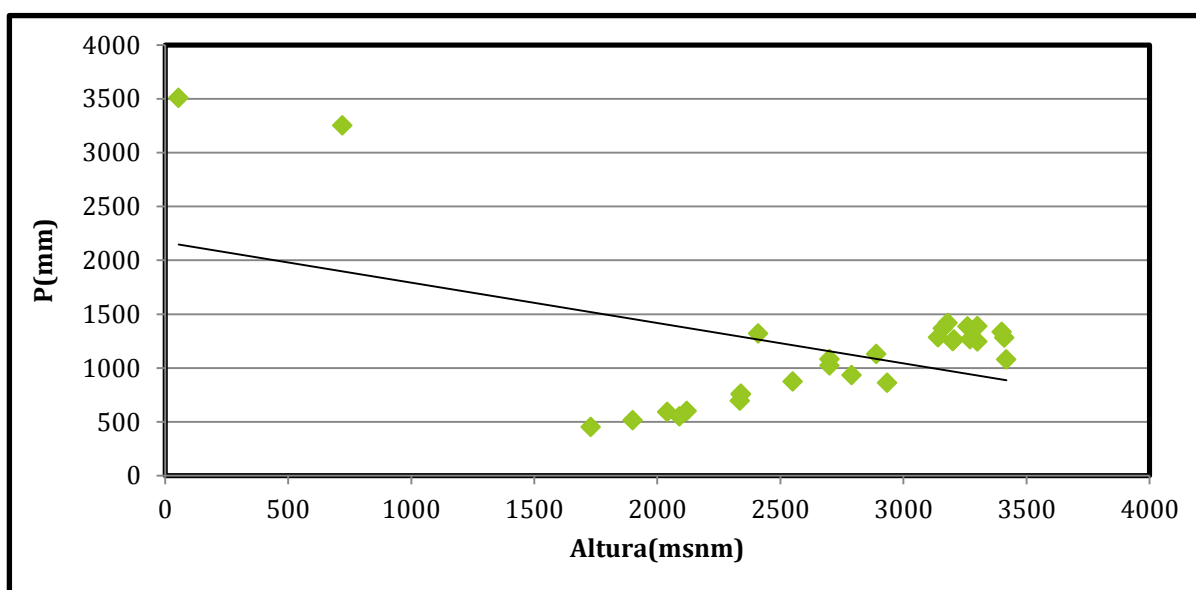
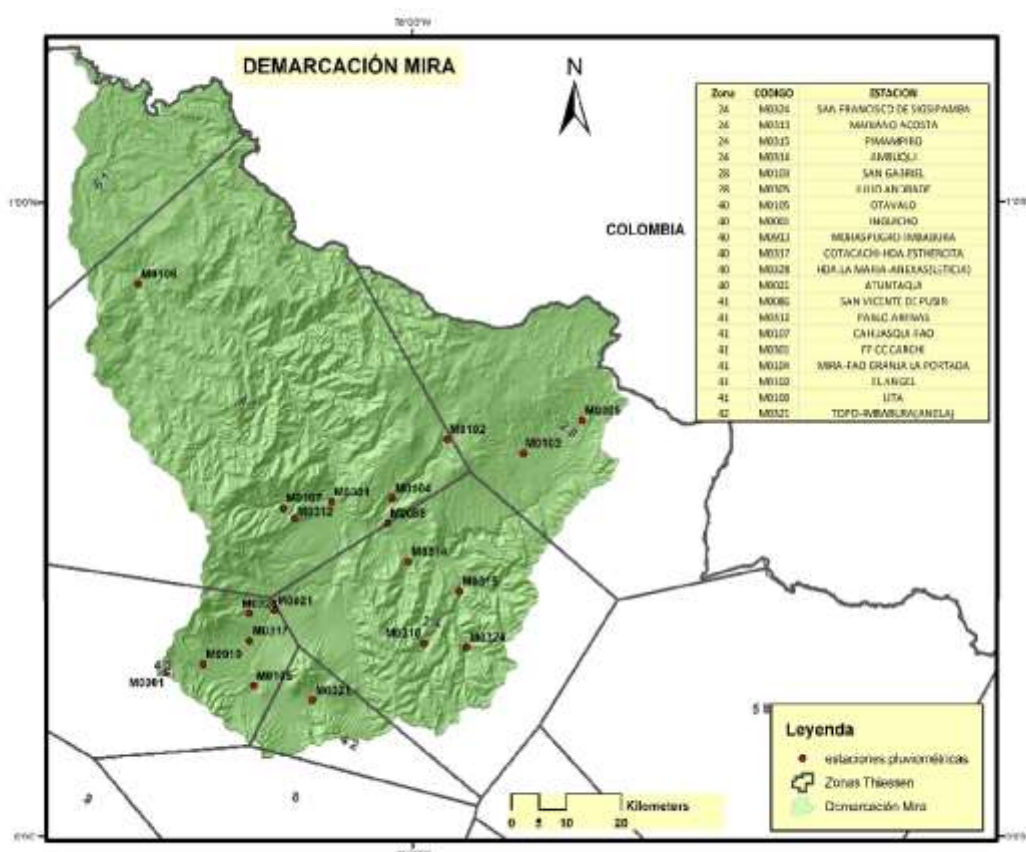


Figura 14. Variación altitudinal de la precipitación.

4.3.2 Datos Pluviográficos – Intensidades

En el Estudio de lluvias intensas publicado por el INAMHI (2015), se ha realizado los cálculos de las ecuaciones de Intensidad pertinentes para esta Cuenca.

En el mapa de Zonificación de Intensidades para la Cuenca del río Mira, se identificaron zonas de la Cuenca a la que pertenece. La cuenca hidrográfica en estudio se localiza en la cordillera occidental en las Zonas: 61, 41, 28, 24, 42,40.



Cuadro 5. Zonas de intensidades cuenca río Mira

ZONA	CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
24	M0053	IBARRA AEROPUERTO - DAC	5 Min < 69.28 Min	$I_{TR} = 132.66 * I_{d_{TR}} * t^{-0.546} R^2 = 0.9992$
			69.28 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 434.62 * I_{d_{TR}} * t^{-0.826} R^2 = 0.9948$
28	M0059	TULCAN AEROPUERTO	5 Min < 36.95 Min	$I_{TR} = 80.736 * I_{d_{TR}} * t^{-0.318} R^2 = 0.9811$
			36.95 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 627.26 * I_{d_{TR}} * t^{-0.886} R^2 = 0.9997$
40	M0105	OTAVALO	5 Min < 49.9 Min	$I_{TR} = 123.05 * I_{d_{TR}} * t^{-0.471} R^2 = 0.975$
			49.9 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 597.42 * I_{d_{TR}} * t^{-0.875} R^2 = 0.9988$

ZONA	CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
41	M0107	CAHUASQUI-FAO	5 Min < 71.3 Min	$I_{TR} = 75.787 * I_{d_{TR}} * t^{-0.417} R^2 = 0.9951$
			71.3 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 447.08 * I_{d_{TR}} * t^{-0.833} R^2 = 0.9933$
42	M0110	SAN PABLO DEL LAGO	5 Min < 74.37 Min	$I_{TR} = 178.76 * I_{d_{TR}} * t^{-0.56} R^2 = 0.9981$
			74.37 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 884.21 * I_{d_{TR}} * t^{-0.931} R^2 = 0.9991$
61	M0224	SAN LORENZO	5 Min < 165.94 Min	$I_{TR} = 57.835 * I_{d_{TR}} * t^{-0.378} R^2 = 0.9968$
			165.94 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 1280.8 * I_{d_{TR}} * t^{-0.984} R^2 = 1$

4.3.2.1 Variación Altitudinal Intensidad Duración Frecuencia (IDF), KED 10 Tr 5 Kriging with External Drift duración 10 minutos período de retorno 5 años.

Del análisis del figura (15, 16) y cuadro (6), se destaca la variación de la intensidad con la altitud. En este es posible observar un decrecimiento de la intensidad en función de la altitud. Presentado mayor intensidad en las estribaciones occidentales de la cordillera hasta los 1800 msnm, sin embargo esta disminuye a partir de los 1800 msnm hasta los 3000 msnm, e incrementándose a partir de los 3000msnm. al corresponder a zona de páramo.



Figura 15. Variación altitudinal IDF Cuenca Mira INAMHI 2014.

COTA (msnm)	ÁREA (Km ²)	Valor Ponderado (IDF) (mm/h)
400	65,2	94,74
700	113,82	85,57
1000	160,23	74,85
1400	374,84	68,92
1800	579,75	61,51
2200	581,87	57,68
2600	803,14	58,08
3000	1028,56	65,55
3400	590,54	67,87
4200	120,35	66,00

Cuadro 6. Variación altitudinal IDF Cuenca Mira INAMHI 2014.

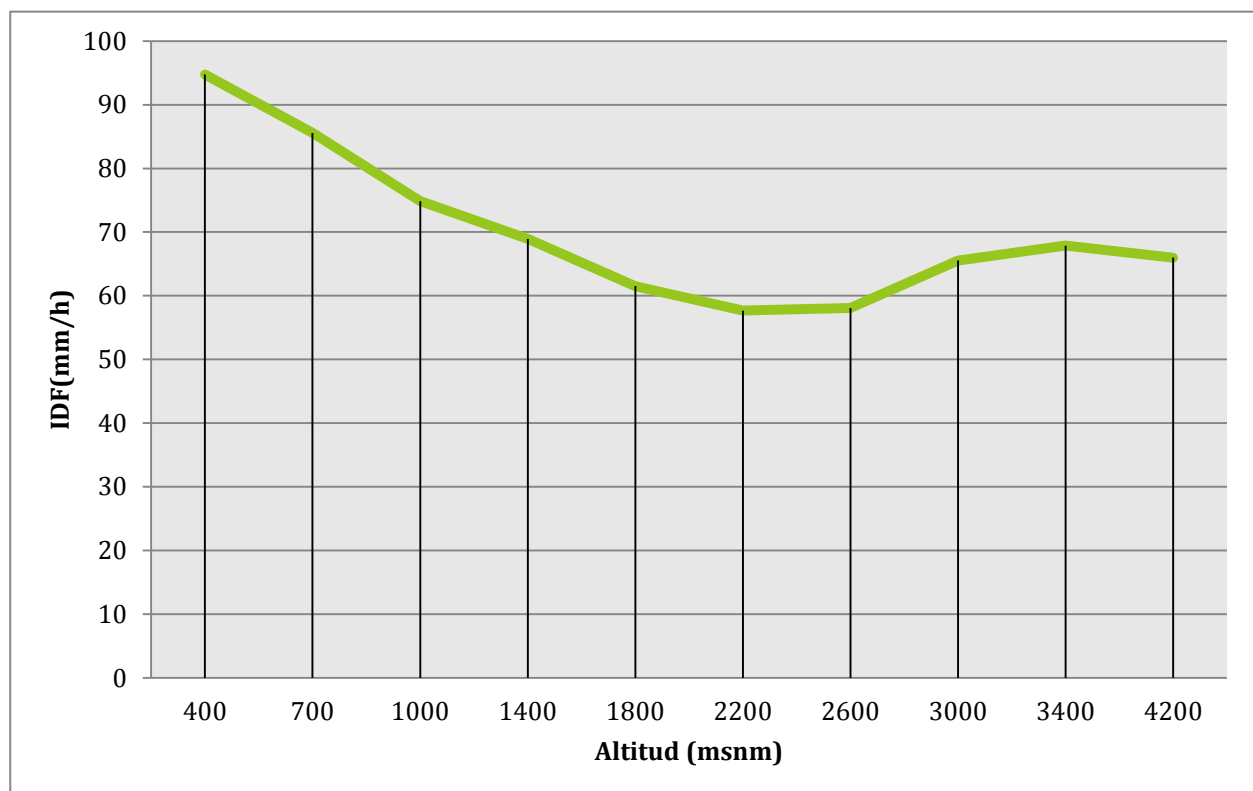


Figura 16. Variación altitudinal IDF Cuenca Mira INAMHI 2014.

CODIGO	ESTACION	X	Y	Z	SERIE DATOS	N° DE AÑOS	TR2	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	
													A ²	Chi ²
M0001	INGUICHO	789319.16815	10028583.20060	3140	1964-2011	36	2.03	2.73	3.20	3.79	4.23	4.66	*	*
M0021	ATUNTAQUI	808841.80375	10039407.48530	2200	1964-2011	47	1.44	1.98	2.33	2.78	3.11	3.44		*
M0086	SAN VICENTE DE PUSIR	829354.54392	10054693.66830	1891	1984-2011	12	1.01	1.30	1.50	1.75	1.93	2.11		*
M0102	EL ANGEL	840210.87285	10069334.08440	3000	1982-2011	30	1.46	1.94	2.26	2.67	2.97	3.26		*
M0103	SAN GABRIEL	854079.73934	10066882.30370	2860	1979-2011	31	1.57	2.22	2.66	3.21	3.61	4.02		*
M0104	MIRA-FAO GRANJA LA PORTADA	830250.08558	10059029.01380	2275	1982-2011	20	1.34	2.08	2.58	3.21	3.67	4.13		*
M0105	OTAVALO	805038.79411	10026311.88010	2550	1950-2011	54	1.51	1.84	2.03	2.24	2.39	2.53		*
M0106	LITA	784091.31247	10096380.28100	2275	1964-2011	35	3.35	4.12	4.64	5.32	5.84	6.37	*	*
M0107	CAHUASQUI-FAO	810444.32686	10057329.07530	2335	1979-2011	33	1.37	2.07	2.54	3.12	3.56	3.99		*
M0301	FF CC CARCHI	819201.66640	10058408.94190	1280	1982-2011	30	1.27	1.74	2.05	2.45	2.74	3.03		*
M0305	JULIO ANDRADE	864756.46301	10072608.79290	2890	1982-2011	29	2.06	2.64	3.03	3.94	3.88	4.24		*
M0310	MARIANO ACOSTA	836016.71305	10033697.32310	2980	1982-2011	28	2.94	4.82	6.06	7.64	8.80	9.96		*
M0312	PABLO ARENAS	812487.50099	10055577.80090	2340	1982-2011	30	1.78	2.16	2.42	2.73	2.97	3.20		*
M0314	AMBUQUI	833226.20477	10047992.98520	1880	1982-2011	30	1.33	1.78	2.07	2.45	2.73	3.00		*

CODIGO	ESTACION	X	Y	Z	SERIE DATOS	N° DE AÑOS	TR2	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	
													A ²	Chi ²
M0315	PIMAMPIRO	842421.09259	10042831.11090	2090	1982-2011	30	1.34	1.80	2.10	2.48	2.77	3.05		*
M0317	COTACACHI-HDA.ESTHERCITA	804294.33791	10034119.18720	2410	1982-2011	30	1.49	2.23	2.66	3.21	3.62	4.03		*
M0321	TOPO-IMBABURA(ANGLA)	815715.77772	10023762.55980	2860	1982-2011	29	1.63	2.48	3.04	3.75	4.28	4.80		*
M0324	SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA	843817.19980	10032992.33560	2230	1982-2011	30	2.09	2.74	3.12	3.81	3.88	4.17		*
M0328	HDA.LA MARIA-ANEXAS(LETICIA)	804200.18552	10038914.28990	2600	1982-2011	28	1.85	2.20	2.40	2.63	2.78	2.92		*
M0910	MORASPUGRO-IMBABURA	795847.64324	10030090.62000	2860	1982-2011	15	1.43	2.03	2.43	2.93	3.30	3.67		*

Cuadro 7. Intensidades máximas en 24 horas para varios períodos de retorno cuenca río Mira.

4.4 TEMPERATURA

En la figura 17, muestra la variación estacional de la temperatura media, máxima y mínima absoluta. Las máximas temperaturas registradas para esta estación M001 representativa de la zona fluctúa entre 14°C -16°C, en tanto que las temperaturas mínimas están entre 4°C – 6°C. la temperatura media del año varía entre 9°C – 11°C.

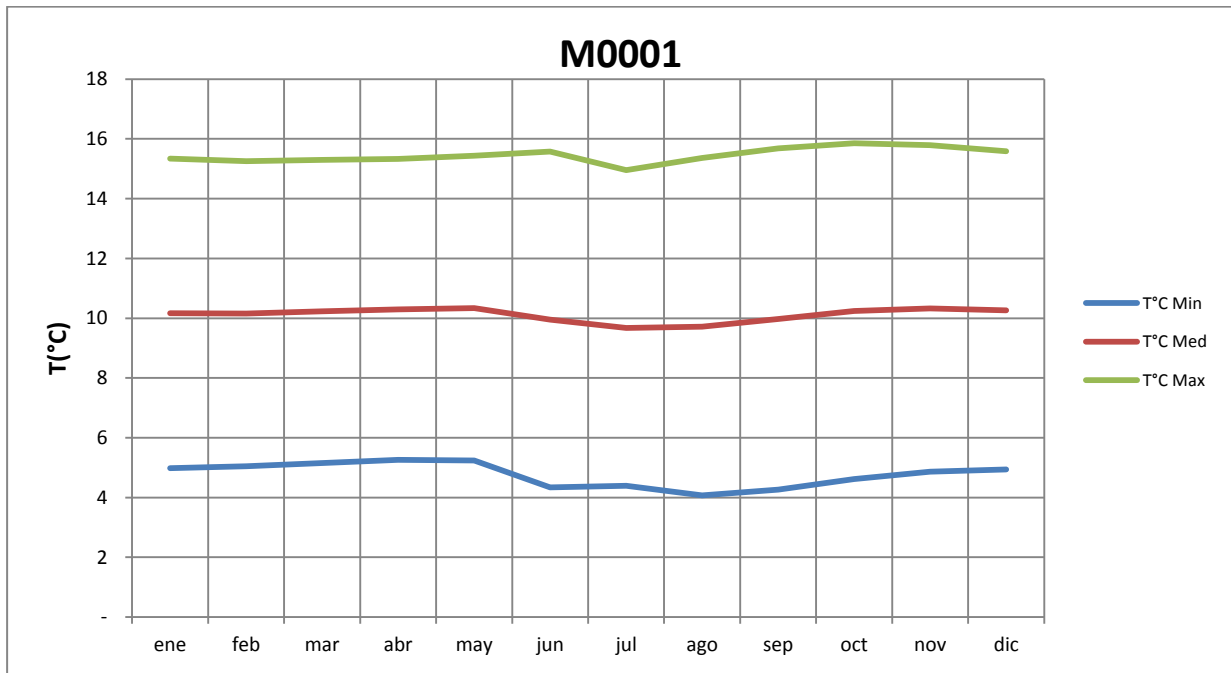


Figura 17. Variación estacional temperatura M0001 Inguincho.

En la figura 18 muestra la variación estacional de la temperatura media, máxima y mínima absoluta. Las máximas temperaturas registradas para esta estación M0107 representativa de la zona fluctúa entre 20°C -23°C, en tanto que las temperaturas mínimas están entre 10°C – 12°C. La temperatura media del año varía entre 15°C – 18°C.

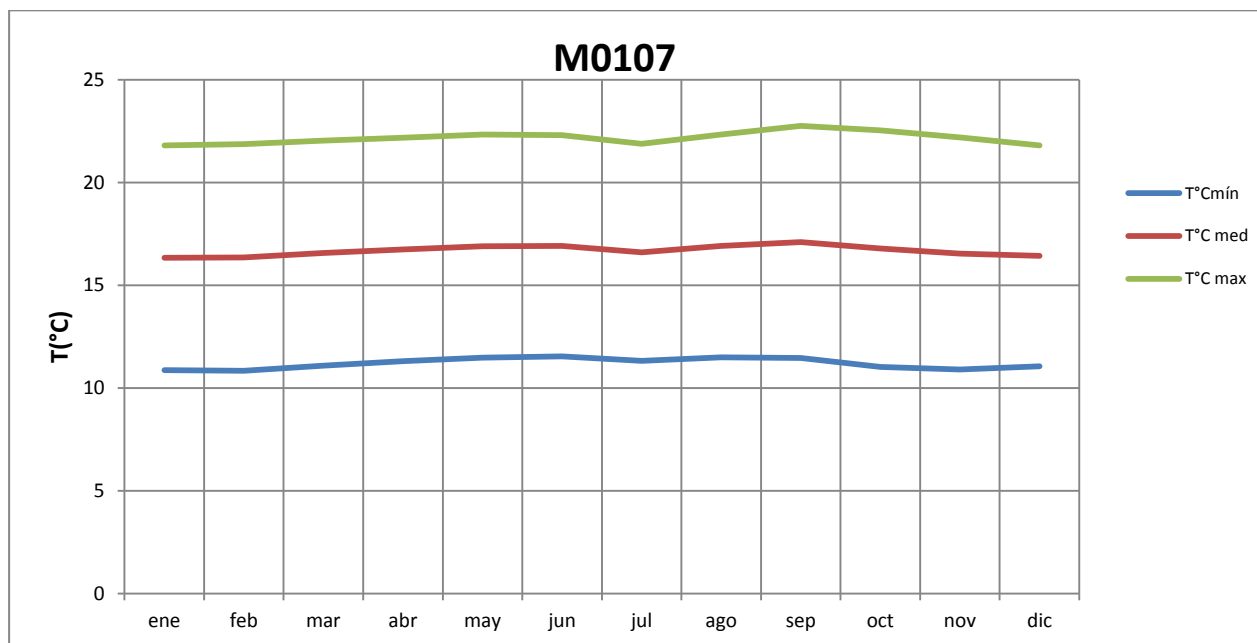


Figura 18. Variación estacional temperatura M0107 Cahuasqui-FAO.

En la figura 19 muestra la variación estacional de la temperatura media, máxima y mínima absoluta. Las máximas temperaturas registradas para esta estación M0106 representativa de la zona fluctúa entre 27°C -29°C, en tanto que las temperaturas mínimas están entre 17°C – 19°C. La temperatura media del año varía entre 22°C– 24°C.

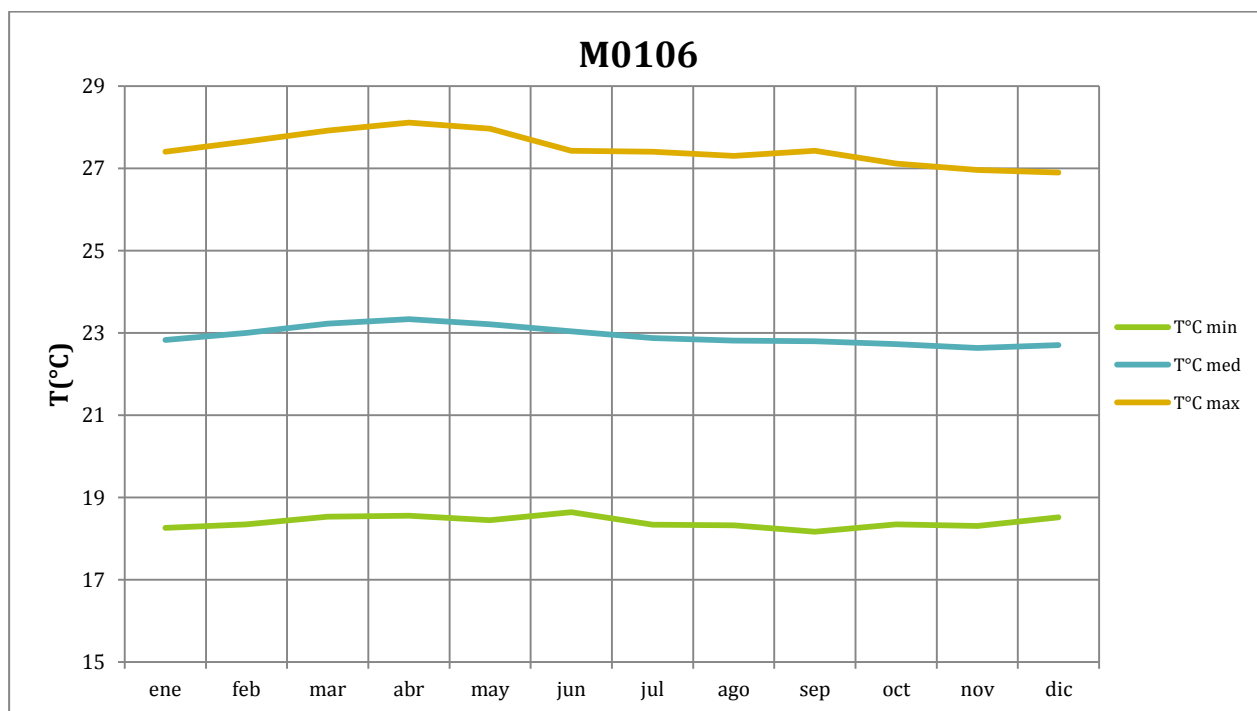


Figura 19 Variación estacional temperatura M0106 Lita.

4.5 CAUDAL

4.5.1 Curva de Duración General

La curva de duración de caudales también es conocida como curva de persistencia o curva de caudales puede ser definida con caudales diarios, mensuales y anuales.

La curva de duración de caudales nos indica el porcentaje del tiempo durante el cual los caudales han sido igualados o excedidos. Además la curva indica el valor del caudal en función de la frecuencia de su ocurrencia. Así por ejemplo el Q90% es un caudal que es igualado o excedido el 90% de las veces, es decir, el 90% de los caudales de la serie igualan o exceden al 90%.

La CDG de caudales medios mensuales, tiene una apariencia ligeramente diferente a la de caudales medios diarios, ya que al trabajar con caudales medios mensuales no se detectan las variaciones que ocurren dentro del mes, por lo que esta curva proporciona menos información en consideraciones de diseño.

La curva de duración general de caudales es de suma importancia a la hora de elaborar proyectos hídricos.

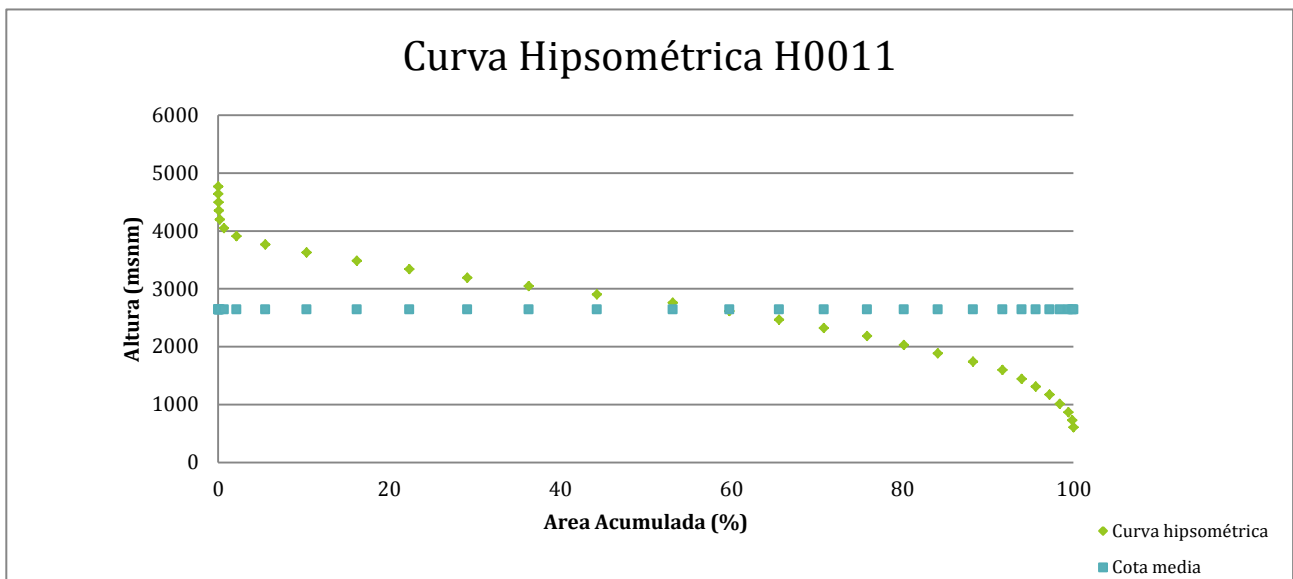
4.5.2 Caudal Ecológico

Es el caudal que debe mantenerse en un sector hidrográfico del río para la conservación y mantenimiento de los ecosistemas, la biodiversidad y calidad del medio fluvial y para asegurar los usos consecutivos y no consecutivos del recurso, aguas abajo en el área de influencia de una central hidroeléctrica y su embalse donde sea aplicable. El caudal ecológico debe ser representativo del régimen natural del río y mantener las características paisajísticas del mismo. *(Registro Oficial del 14 de marzo de 2007, Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental).*

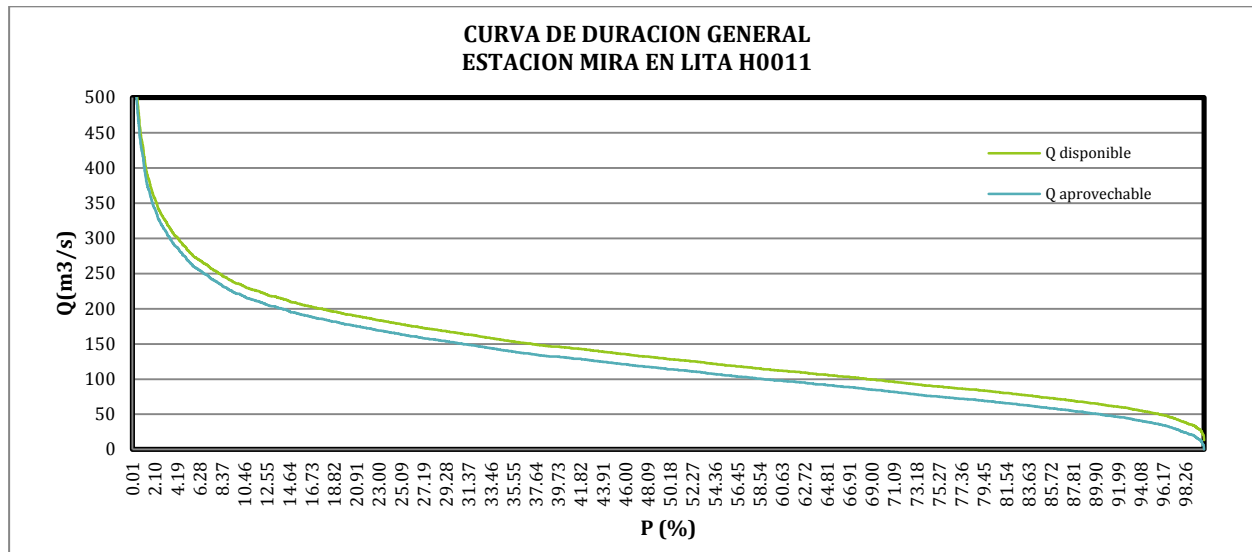
4.5.3 Caudal Aprovechable

Caudal del río Mira que puede ser aprovechado para generación. Se considera un caudal ecológico mínimo del 10% del Qmedio anual (Normativa Registro Oficial 014).

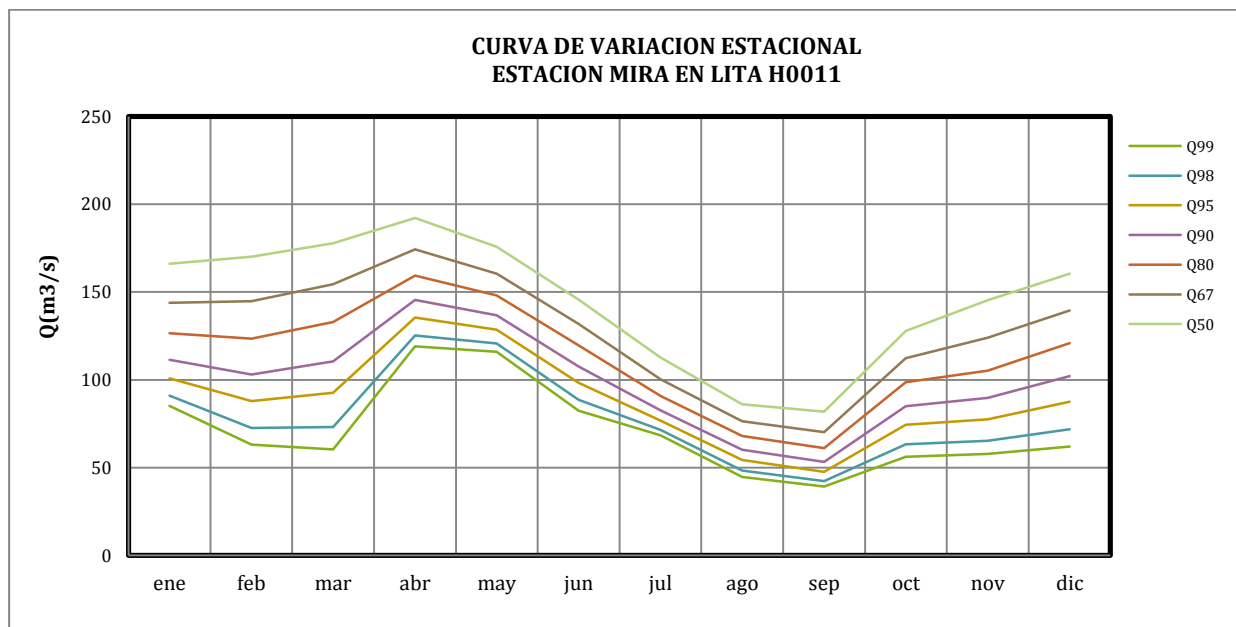
ESTACION MIRA EN LITA (H0011)

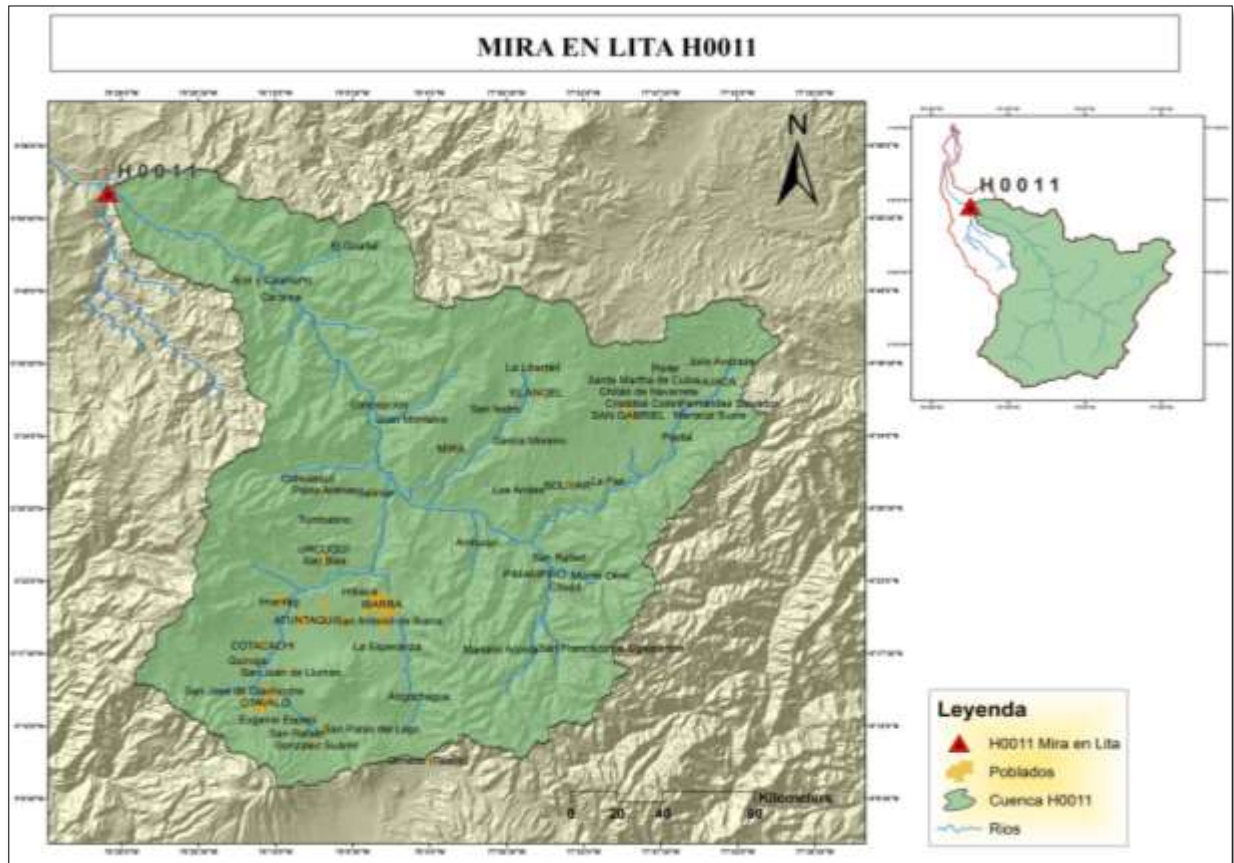


Parámetros Físico Morfo métricos			Estación - Mira en Lita (H0011)
Código INAMHI:	H0011		
Nombre:	MIRA EN LITA		
Tipo de estación:	Automática (Presión), Limnimetrica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	783826.02		
Longitud:	10096713.34		
Altitud:	475	m.s.n.m	
Área de la cuenca:	4411.99	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	505.68	Km	
Longitud del rio principal:	152.69	Km	
Pendiente del rio:	1.85	%	
Índice de compacidad:	2.13		
Pendiente media de la cuenca:	32.68	%	
Tiempo de concentración:	16.36	horas	
Numero de curva:	73		
Relieve:	ESCARPADO		

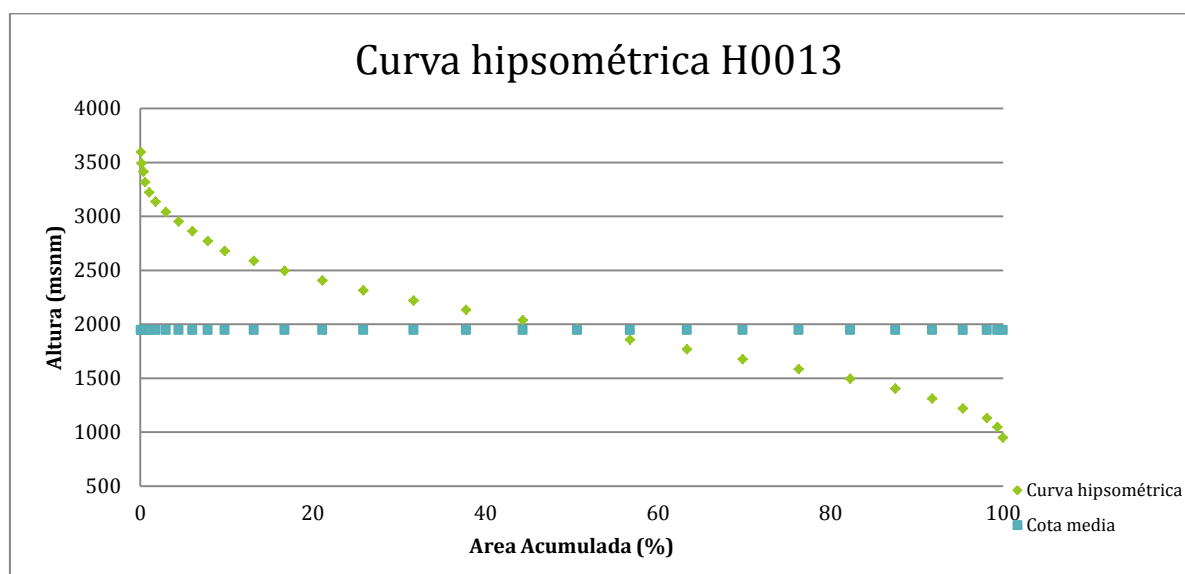


	P(%)					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m³/s)	65.1	82.7	97.9	112.4	128.4	143.56
Q aprovechable(m³/s)	50.7	68.4	83.6	98	114.1	129.21

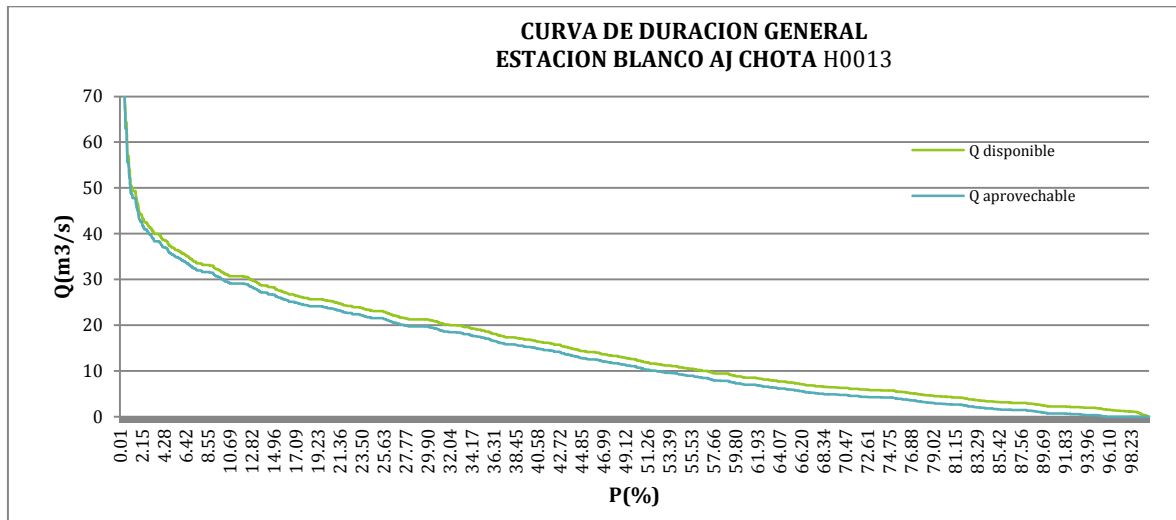




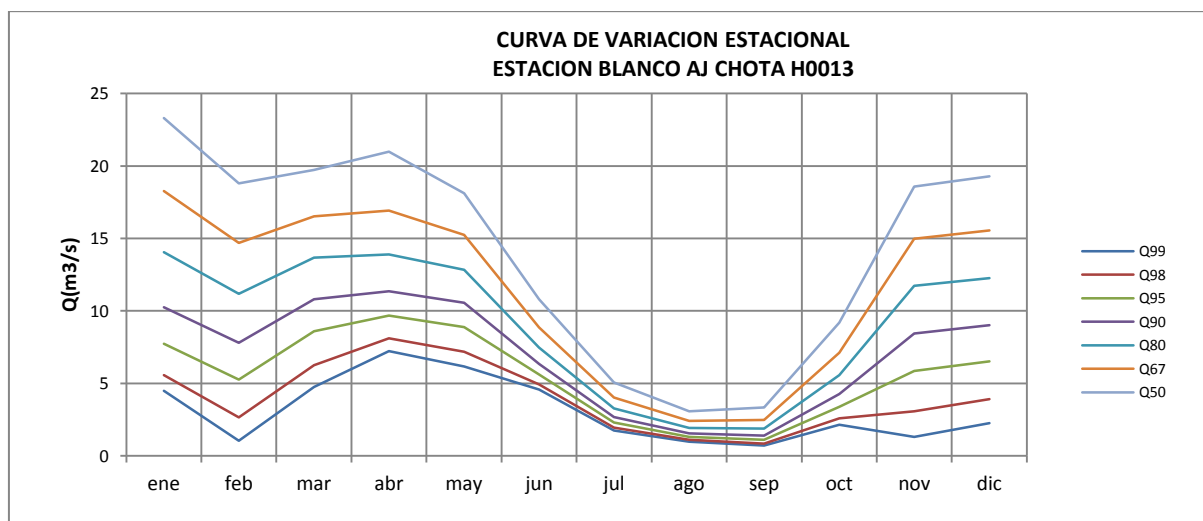
ESTACION BLANCO AJ CHOTA (H0013)

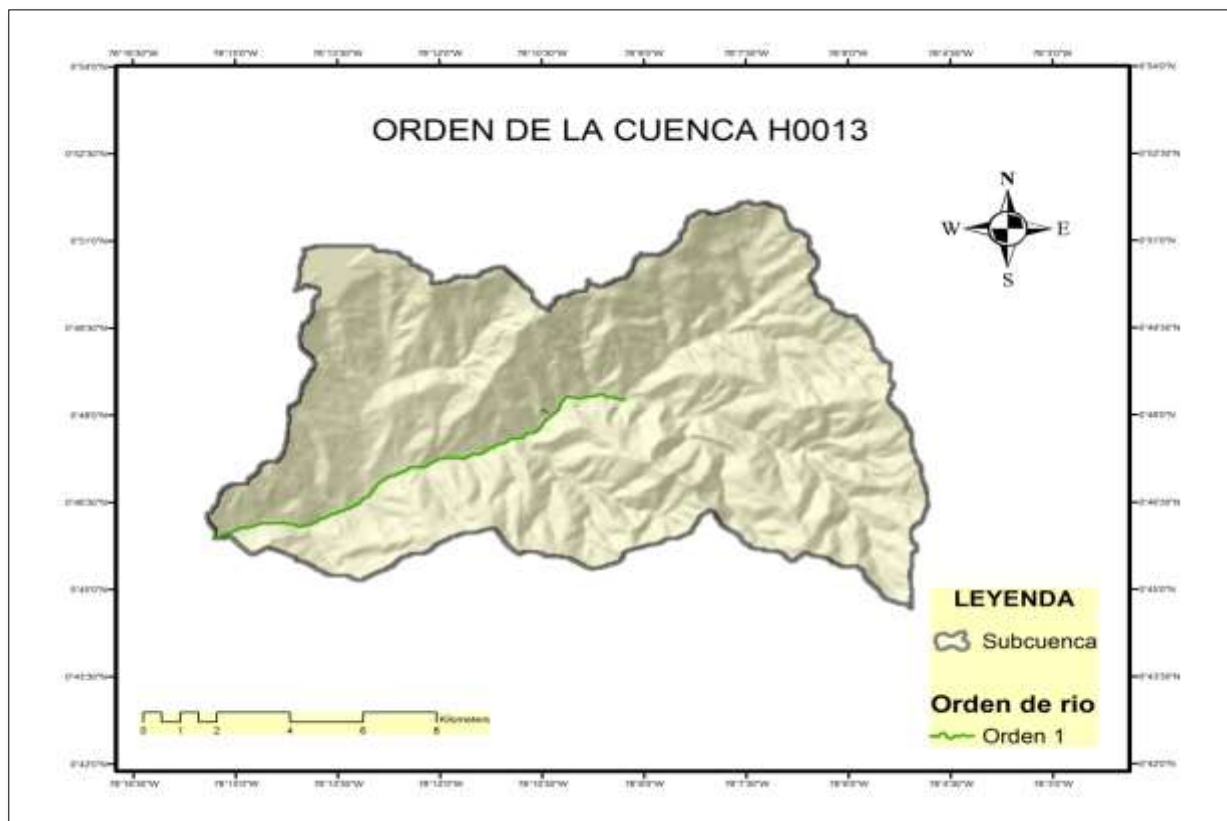
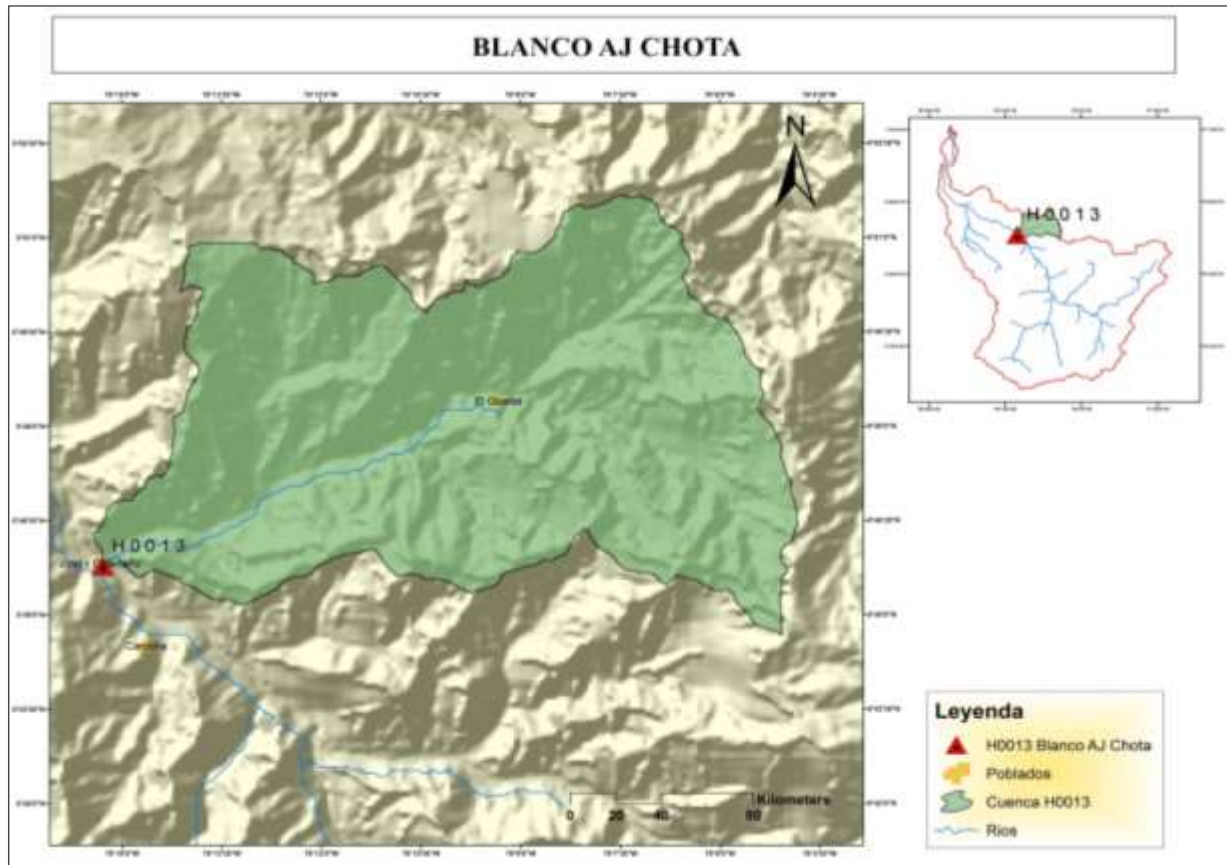


Parámetros Físico Morfo métricos			Estacion - Blanco AJ Chota (H0013)
Código INAMHI:	H0013		
Nombre:	BLANCO AJ CHOTA		
Tipo de estacion:	Limnimetrica limnigráfica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	805537.00		
Longitud:	10084410.00		
Altitud:	890	m.s.n.m	
Area de la cuenca:	158.29	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	85.02	Km	
Longitud del rio principal:	13.72	Km	
Pendiente del rio:	10.38	%	
Índice de compacidad:	1.89		
Pendiente media de la cuenca:	51.71	%	
Tiempo de concentración:	1.84	horas	
Numero de curva:	74		
Relieve:	ESCARPADO		

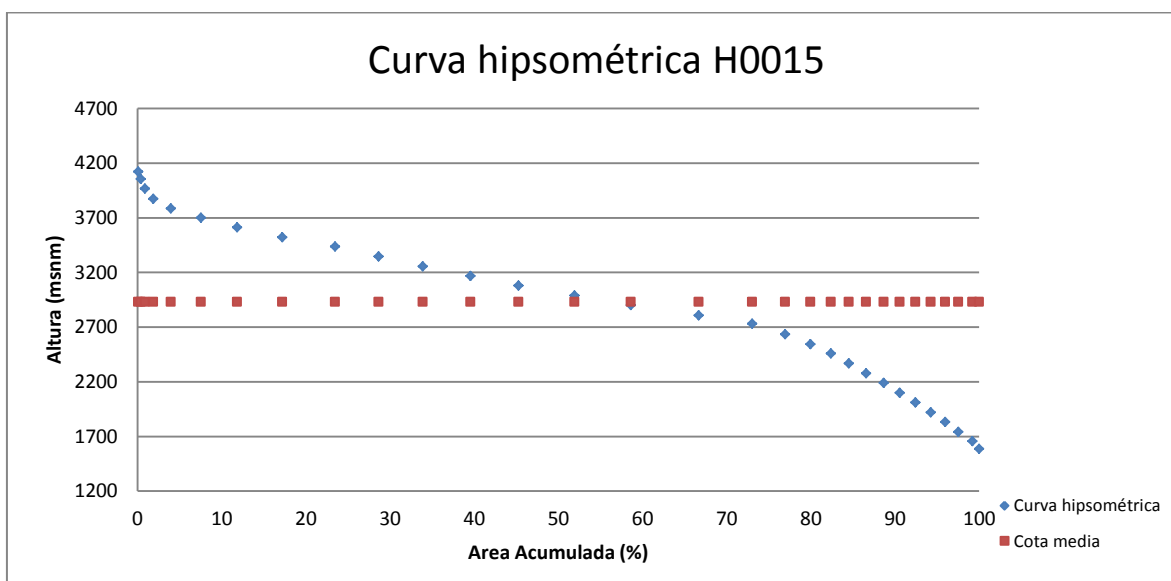


	P(%)					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m³/s)	2.36	4.39	6.29	8.83	12.6	15.58
Q aprovechable(m³/s)	0.8	2.83	4.73	7.27	11.04	14.02



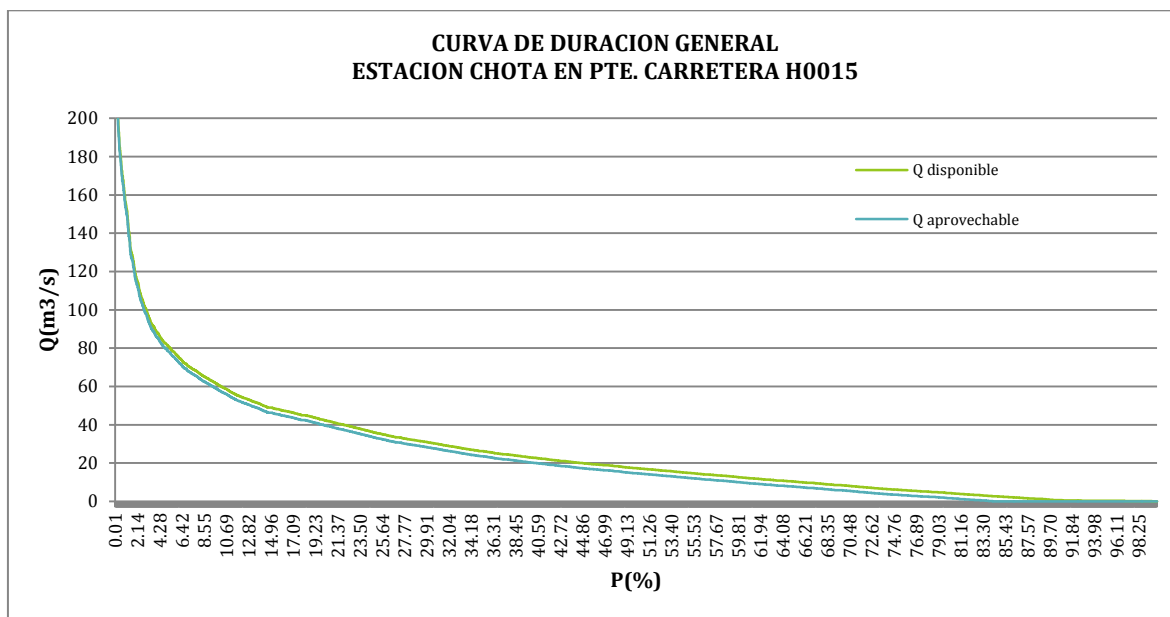


ESTACION CHOTA EN PTE. CARRETERA (H0015)

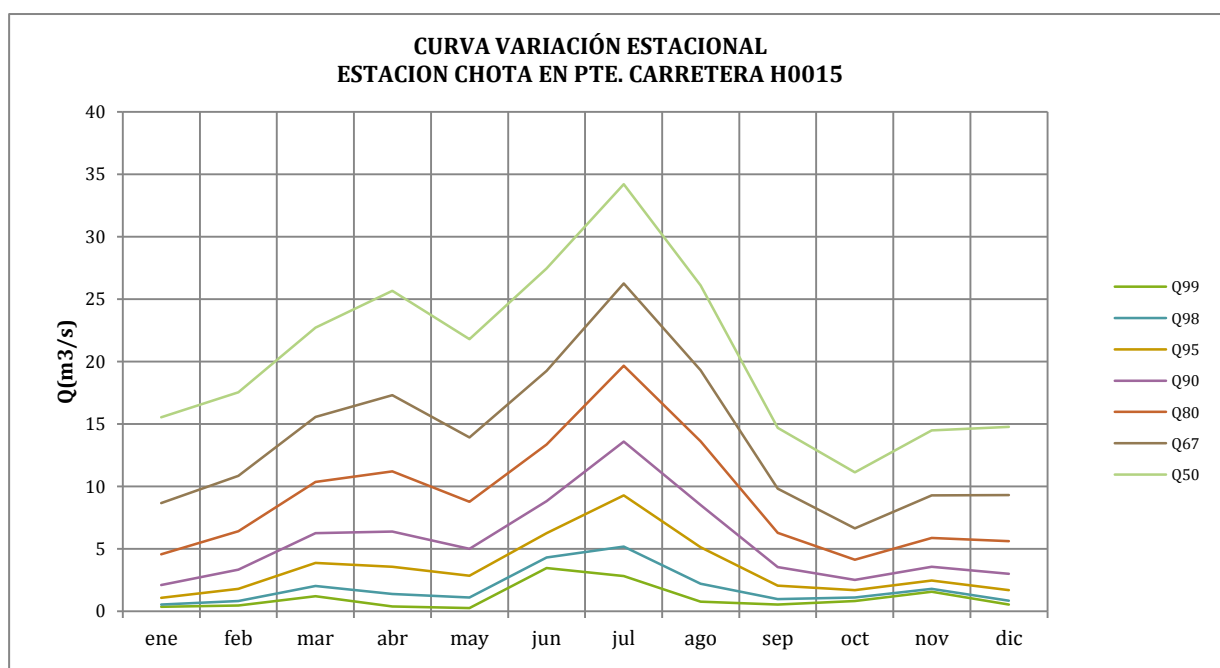


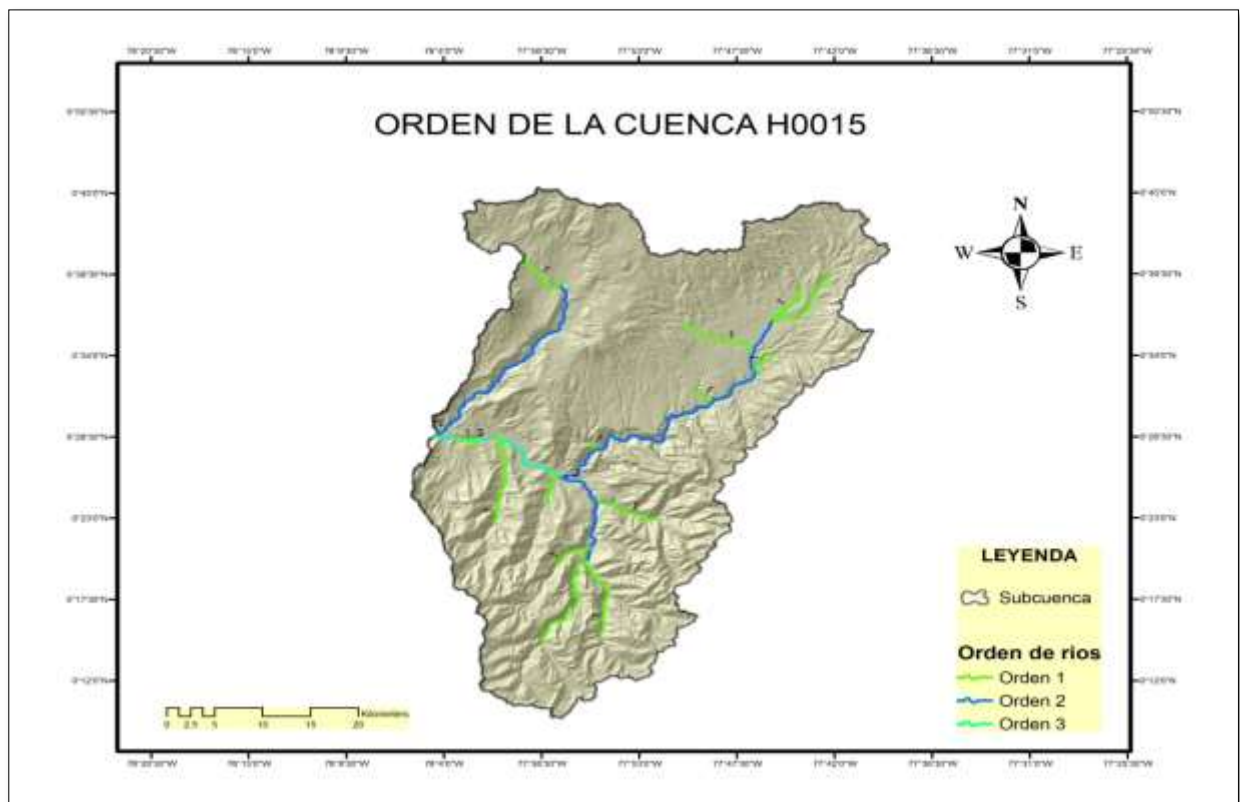
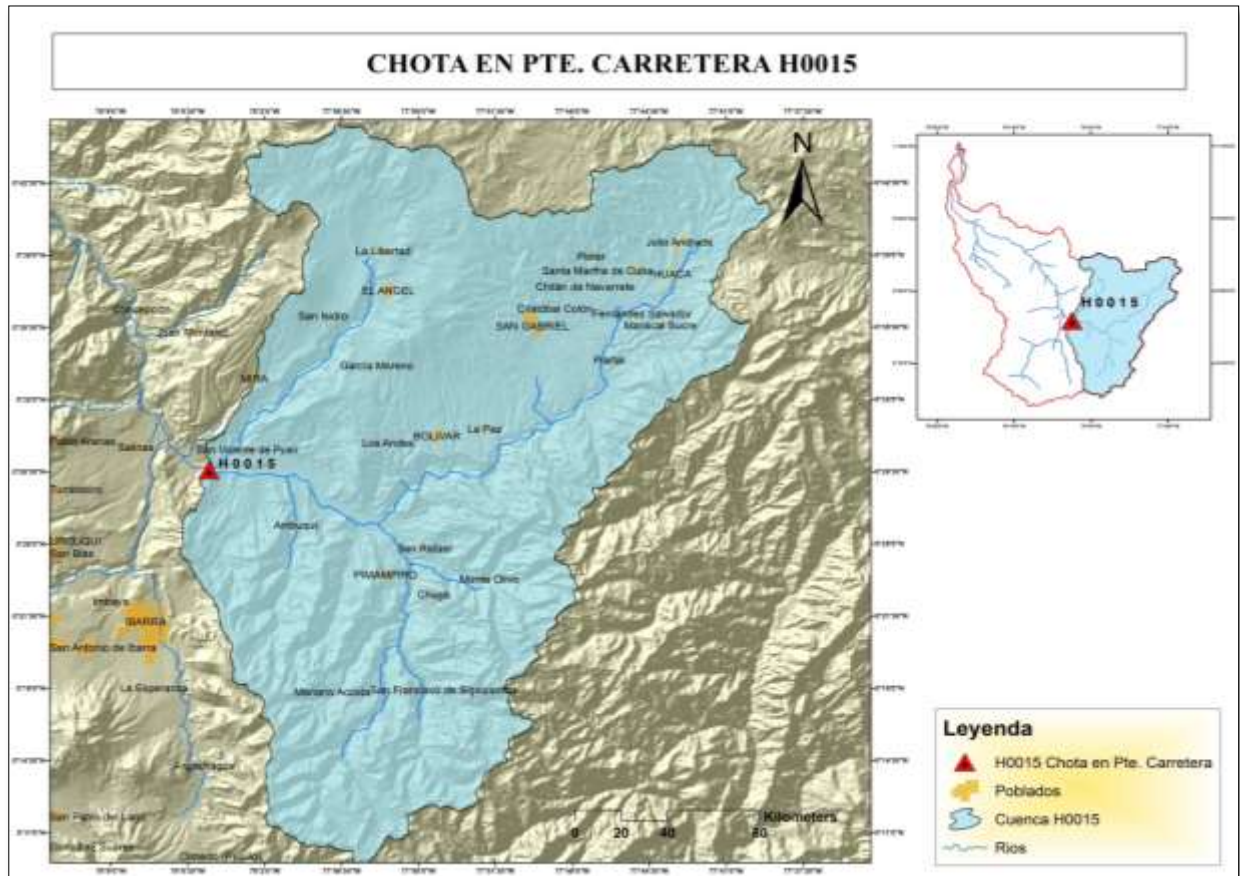
Parámetros Físico Morfo métricos			Estacion - Chota en Pte. Carretera (H0015)
Código INAMHI:	H0015		
Nombre:	CHOTA EN PTE.CARRETERA		
Tipo de estacion:	Automática (Radar), Limnimetrica Limnigráfica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	825505.00		
Longitud:	10052690.00		
Altitud:	1569	m.s.n.m	
Area de la cuenca:	1867.50	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	316.32	Km	
Longitud del rio principal:	78.16	Km	
Pendiente del rio:	2.30	%	
Índice de compacidad:	2.05		
Pendiente media de la cuenca:	30.59	%	
Tiempo de concentración:	9.86	horas	
Numero de curva:	73		
Relieve:	ESCARPADO		

| | | | |

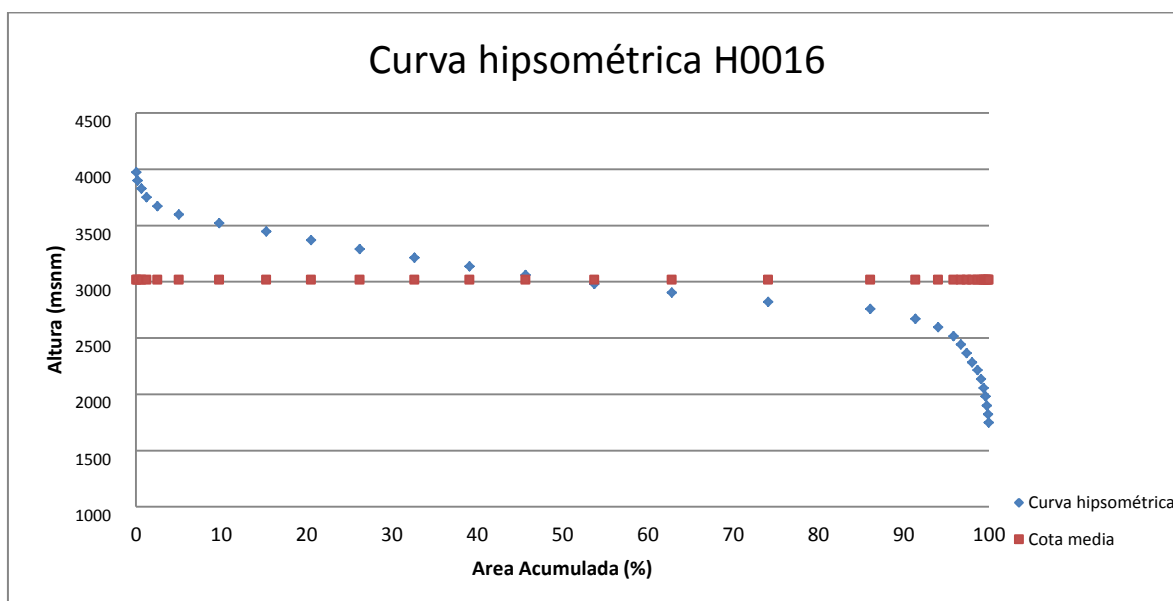


	$P(\%)$					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m^3/s)	0.72	4.32	8.31	12.59	17.31	26.34
Q aprovechable(m^3/s)	0	1.68	5.68	9.95	14.68	23.70

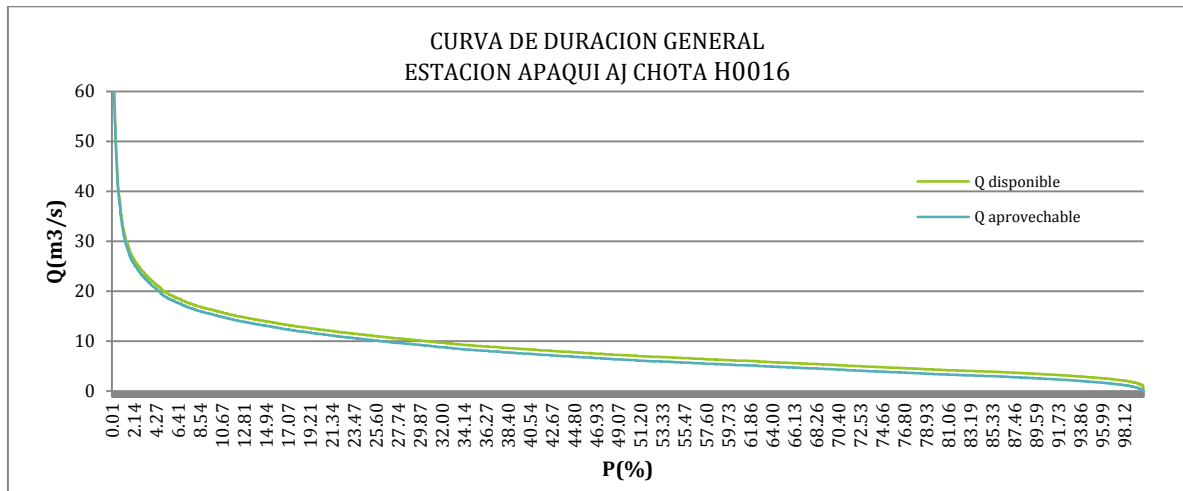




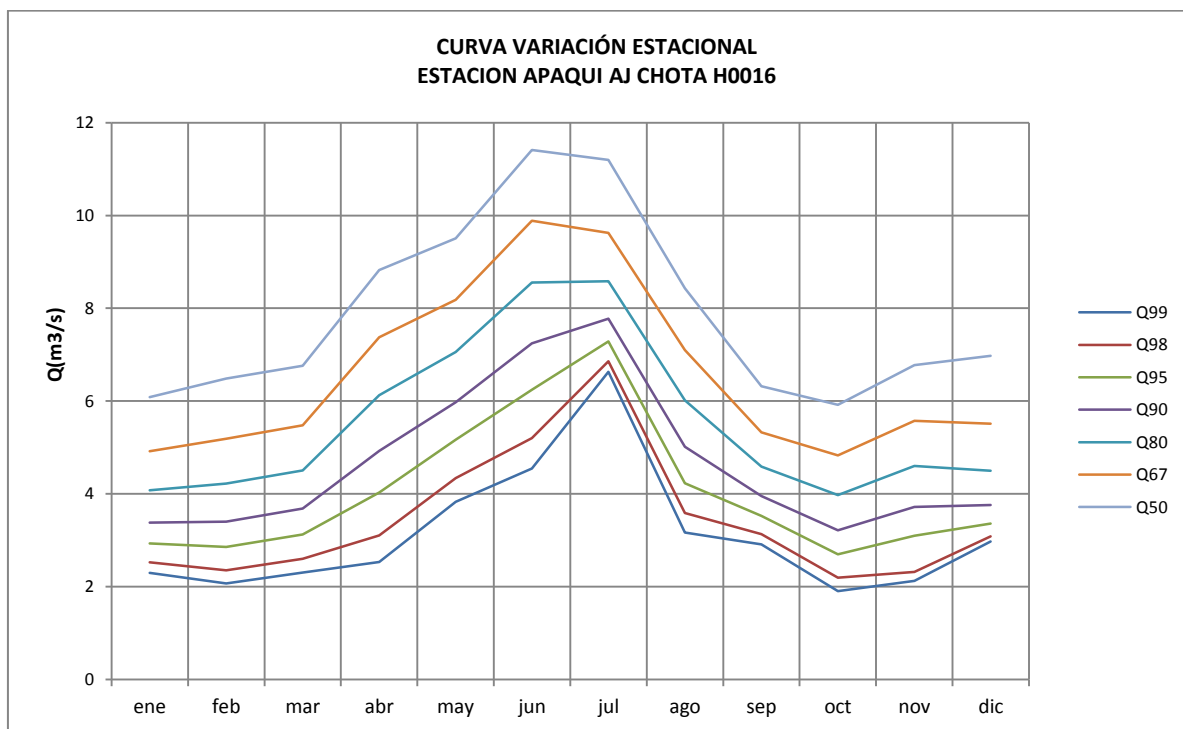
ESTACION APAQUI AJ CHOTA (H0016)

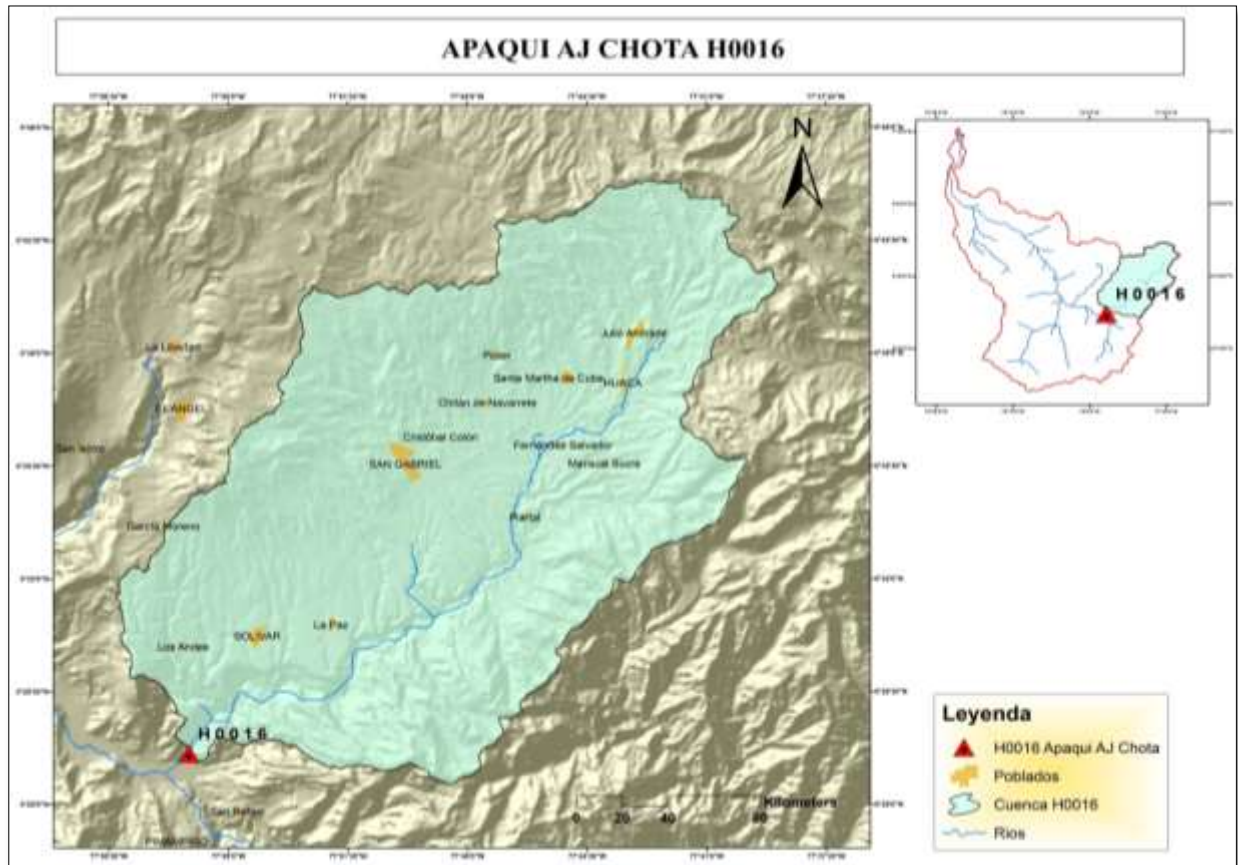


Parámetros Físico Morfo métricos			Estación - Apaqui AJ Chota (H0016)
Código INAMHI:	H0016		
Nombre:	APAQUI AJ CHOTA		
Tipo de estación:	Limnimétrica Limnigráfica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	841073.68		
Longitud:	10049012.76		
Altitud:	1715	m.s.n.m	
Area de la cuenca:	716.23	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	174.3	Km	
Longitud del rio principal:	57.54	Km	
Pendiente del rio:	2.79	%	
Índice de compacidad:	1.82		
Pendiente media de la cuenca:	23.15	%	
Tiempo de concentración:	8.30	horas	
Numero de curva:	76		
Relieve:	ESCARPADO		

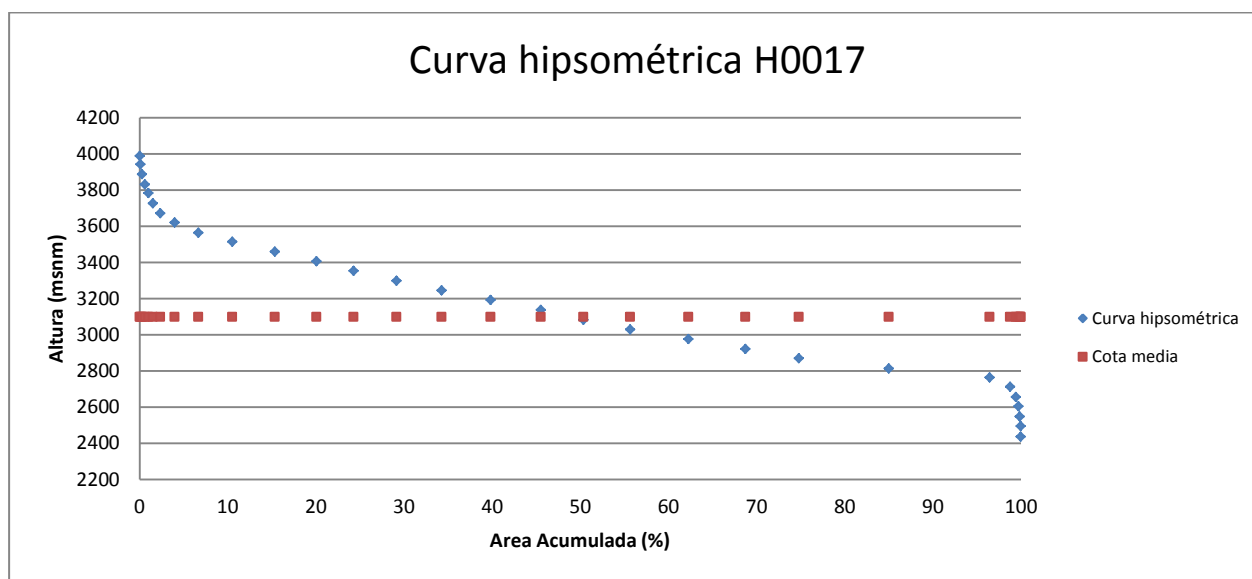


	P(%)					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m³/s)	3.43	4.29	5.25	6.2	7.18	8.96
Q aprovechable(m³/s)	2.5	3.0	4.35	5.3	6.28	8.06

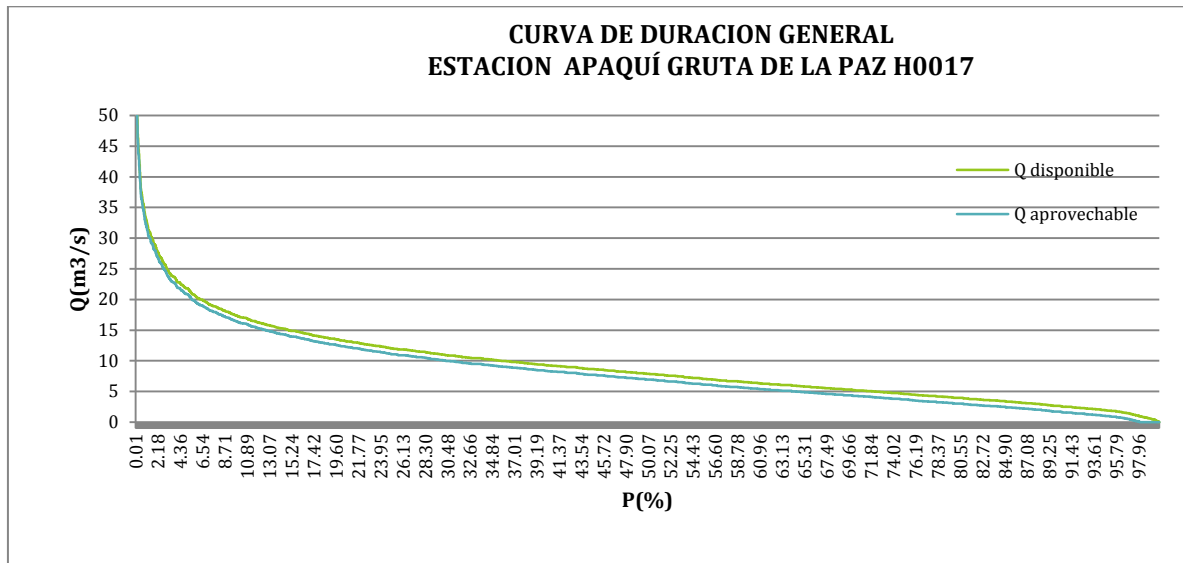




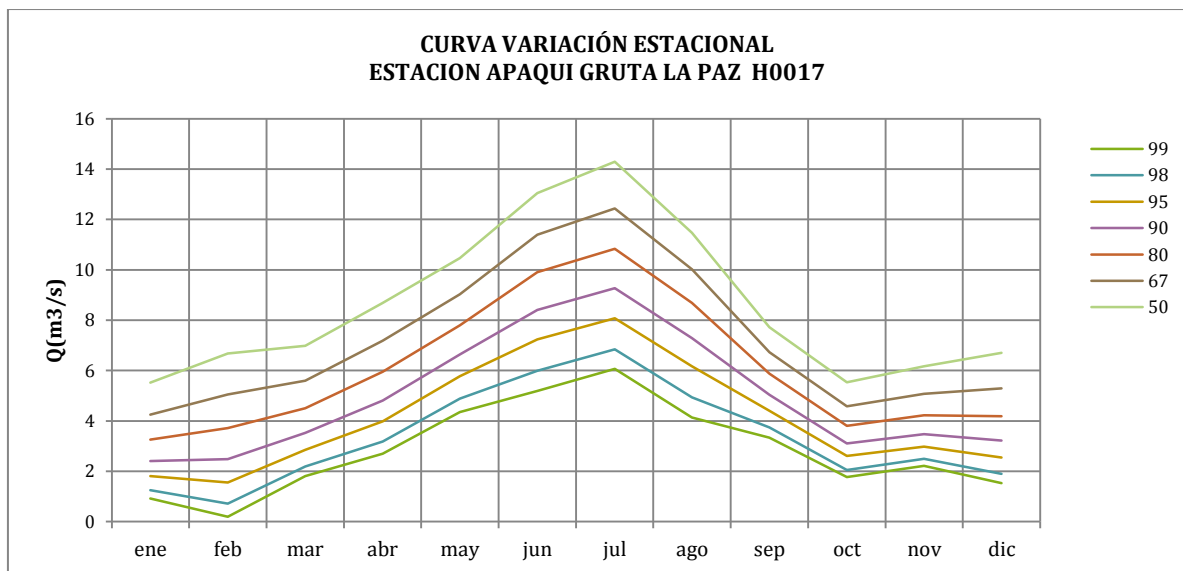
ESTACION APAQUI D GRUTA LA PAZ # 3 (H0017)

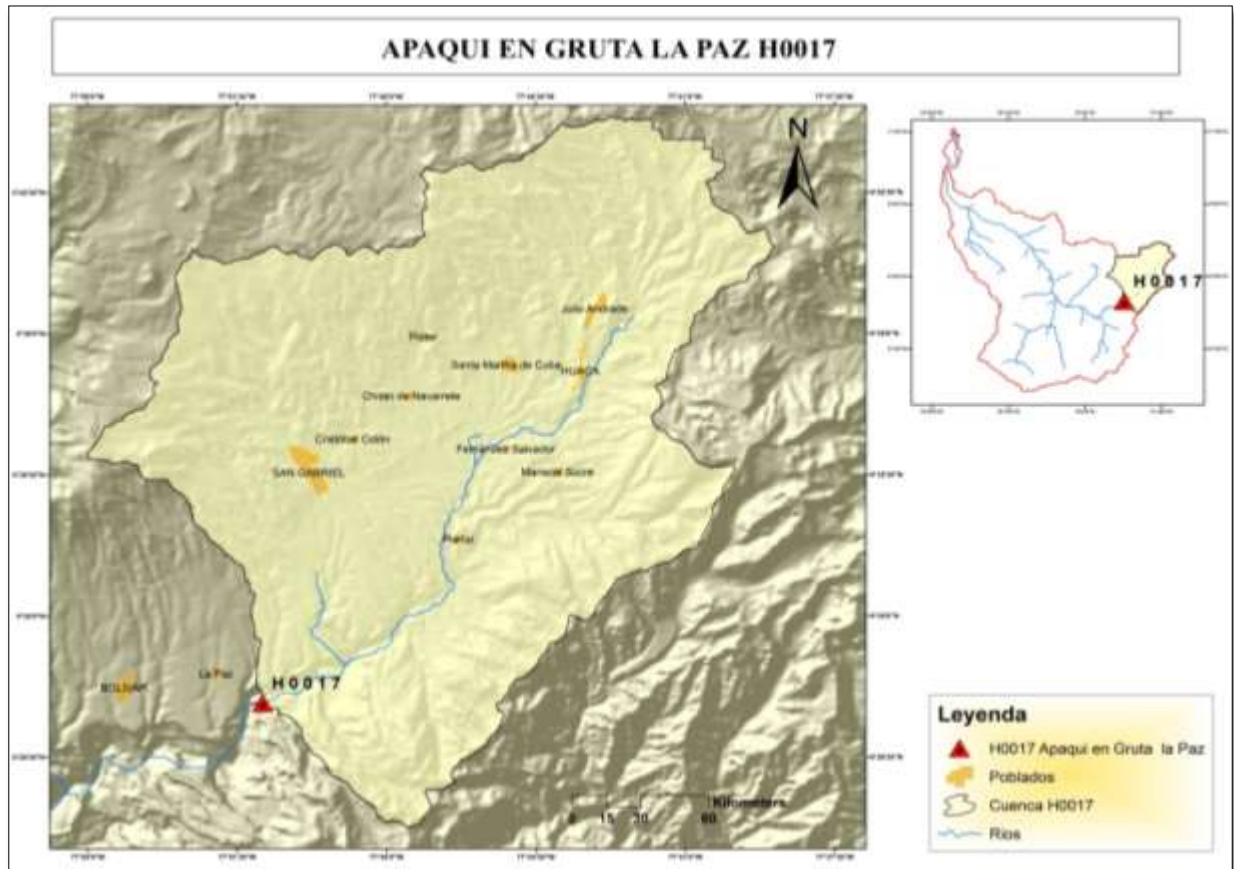


Parámetros Físico Morfo métricos			Estación-Apaquí D Gruta la Paz #3(H0017)
Código INAMHI:	h0017		 
Nombre:	APAQUI D GRUTA LA PAZ #3		
Tipo de estación:	Automática (Radar), Limnometrica Limnigráfica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	850837.43		
Longitud:	10055052.35		
Altitud:	2423	m.s.n.m	
Area de la cuenca:	516.50	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	150.72	Km	
Longitud del rio principal:	41.11	Km	
Pendiente del rio:	1.65	%	
Índice de compacidad:	1.86		
Pendiente media de la cuenca:	20.79	%	
Tiempo de concentración:	6.13	horas	
Numero de curva:	79		
Relieve:	ESCARPADO		

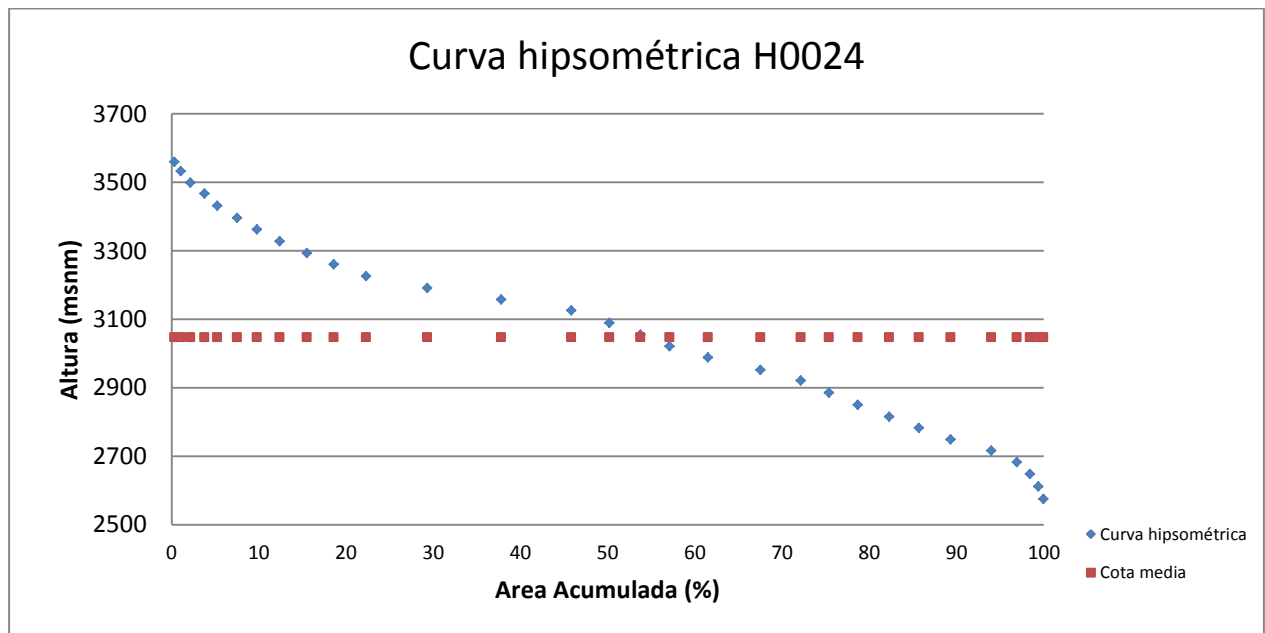


	$P(\%)$					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m^3/s)	2.68	3.98	5.29	6.48	7.87	9.30
Q aprovechable(m^3/s)	1.75	3.05	4.36	5.55	6.94	8.40



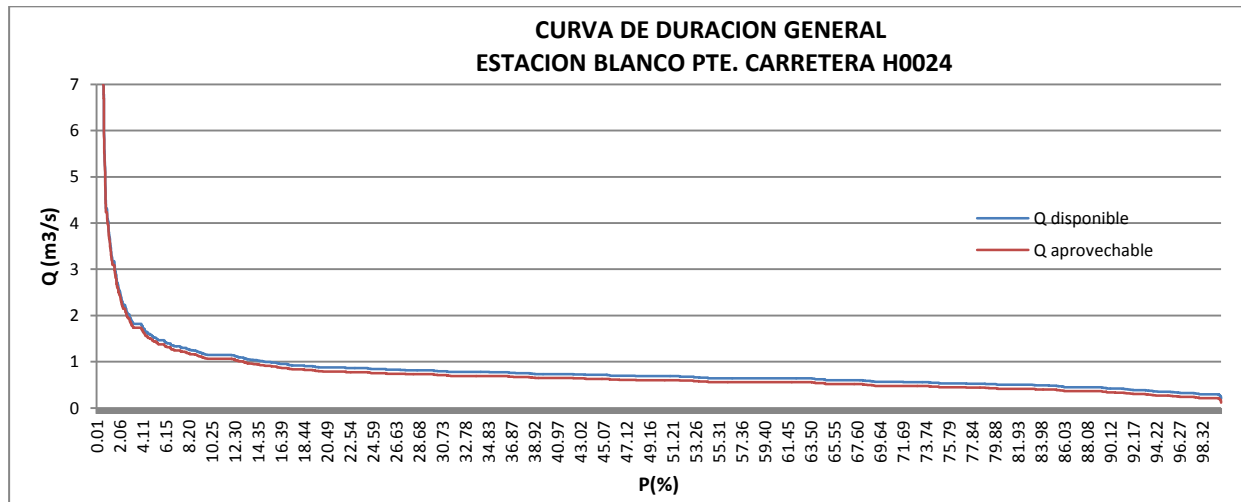


ESTACION BLANCO EN PTE. CARRETERA (H0024)

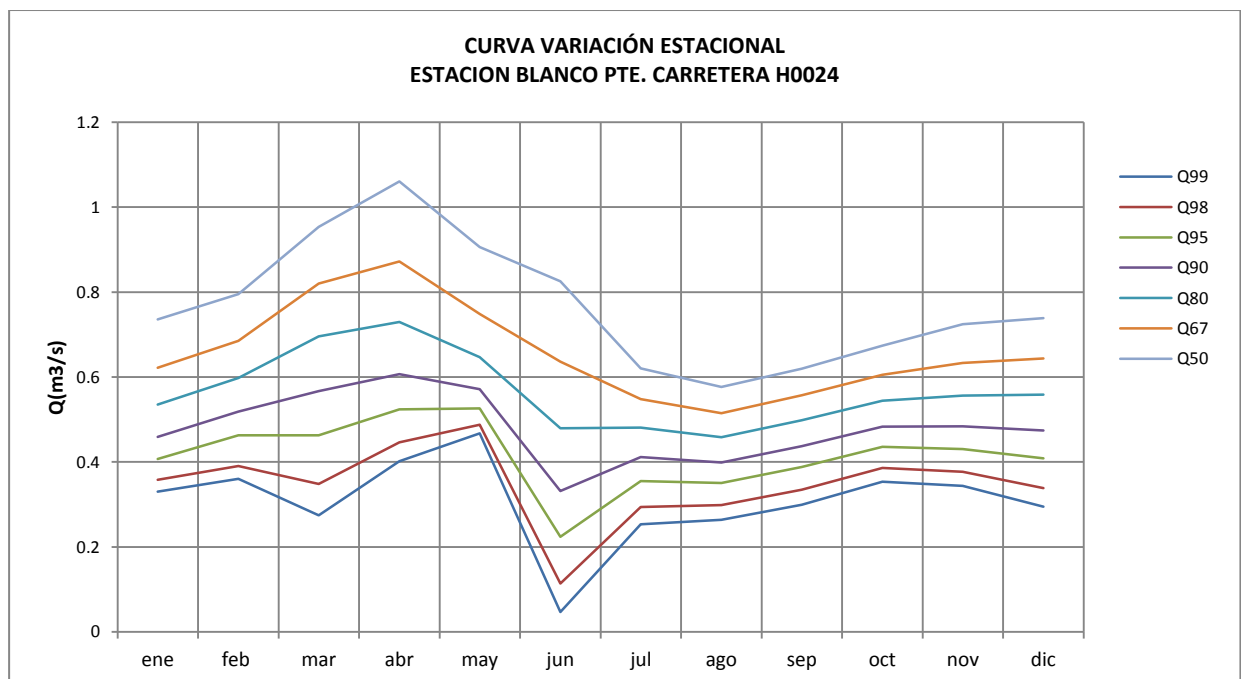


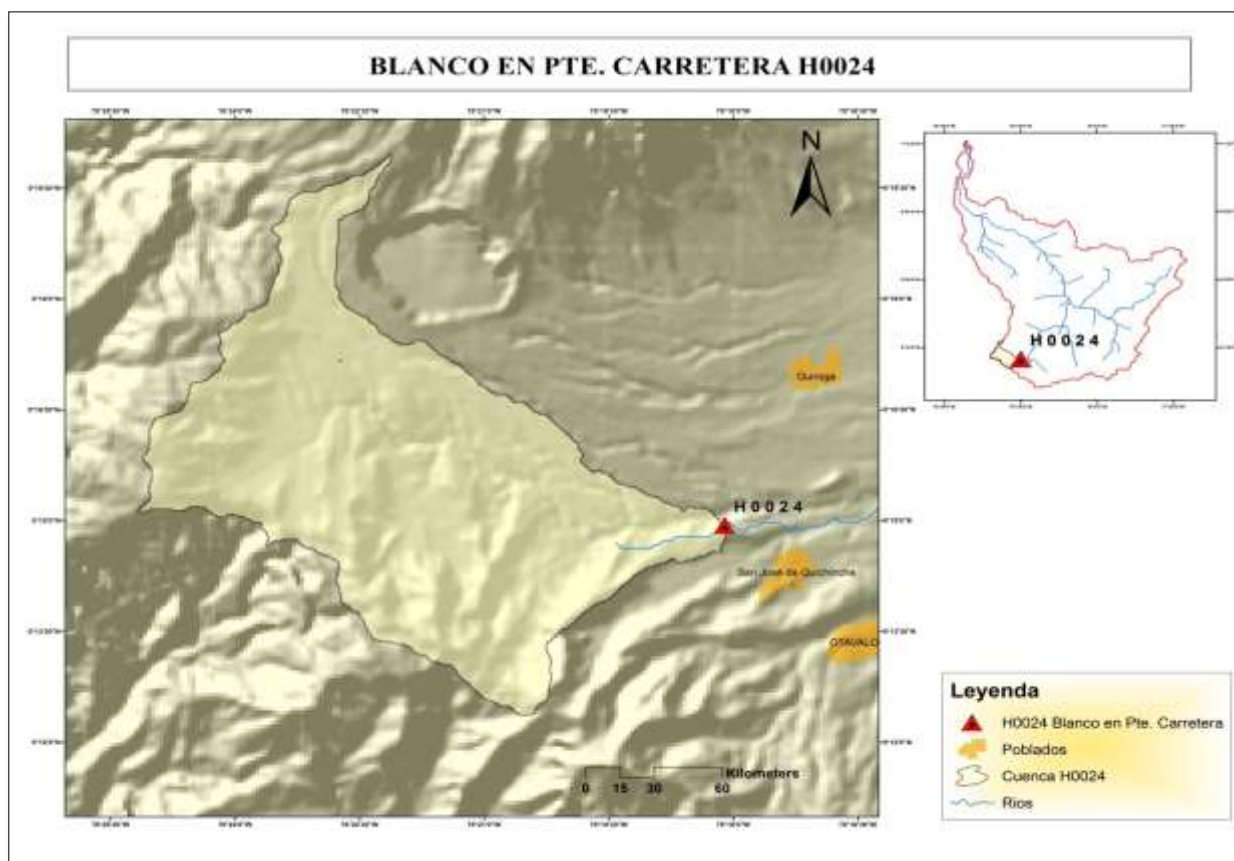
Parámetros Físico Morfo métricos			Estación - Blanco en Pte. Carretera (H0024)
Código INAMHI:	H0024		
Nombre:	BLANCO EN PTE.CARRETERA		
Tipo de estación:	Limnigráfica Limnimétrica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	805537.00		
Longitud:	1002754.00		
Altitud:	2573	m.s.n.m	
Area de la cuenca:	69.91	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	61.2	Km	
Longitud del rio principal:	18.23	Km	
Pendiente del rio:	5.69	%	
Índice de compacidad:	2.05		
Pendiente media de la cuenca:	23.03	%	
Tiempo de concentración:	4.86	horas	
Numero de curva:	61		
Relieve:	ESCARPADO		


--

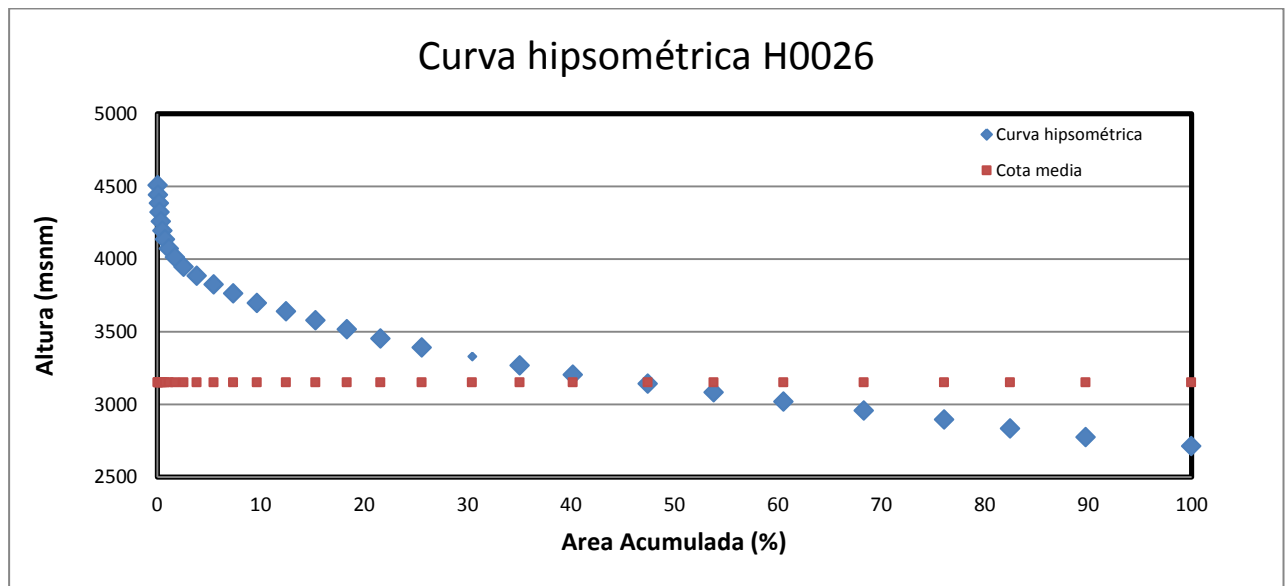


	P(%)					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m³/s)	0.42	0.51	0.56	0.64	0.69	0.85
Q aprovechable(m³/s)	0.34	0.43	0.48	0.56	0.6	0.76



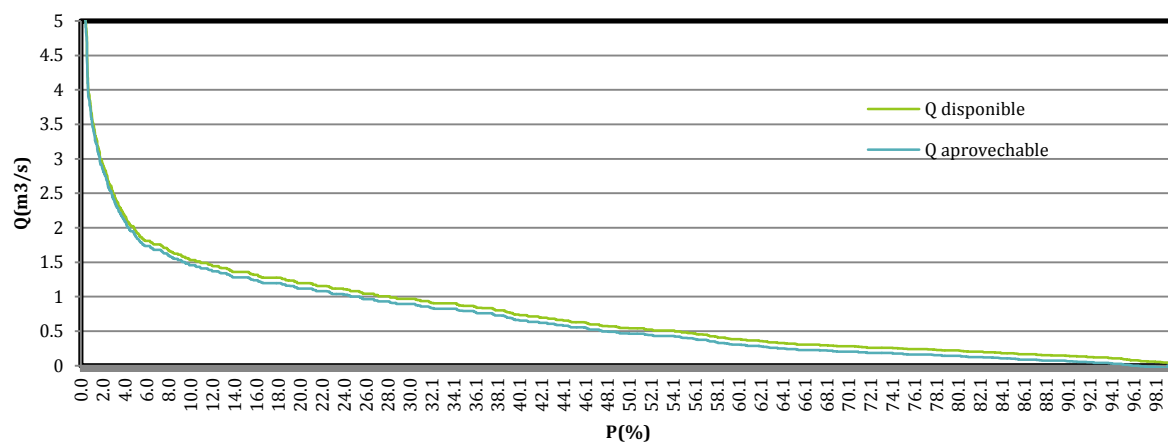


ESTACION ITAMBI EN L.S. PABLO (H0026)



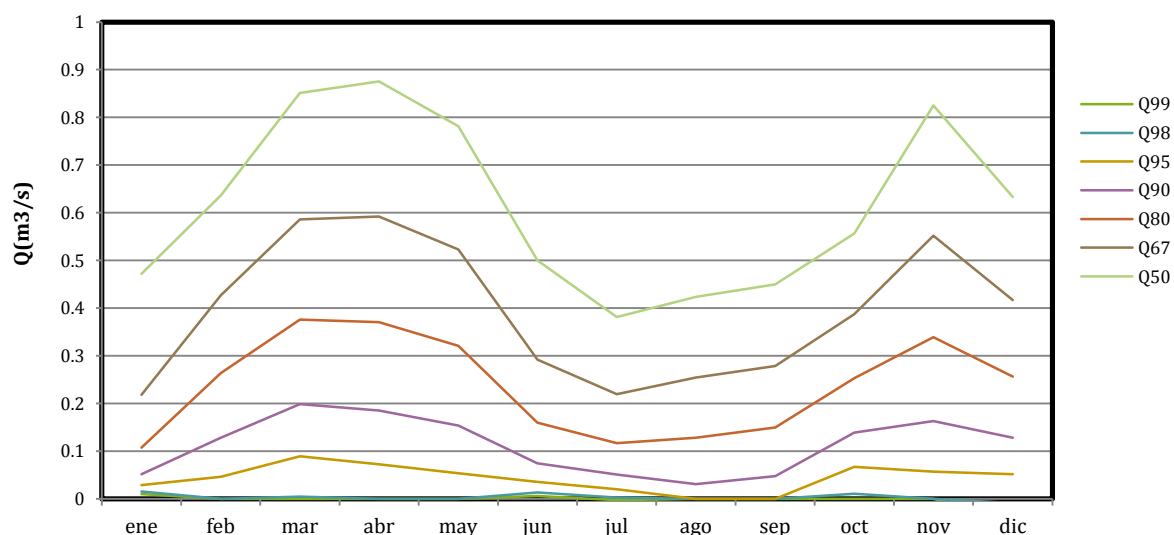
Parámetros Físico Morfo métricos			Estacion - Itambi en L.S. Pablo (H0026)
Código INAMHI:	h0026		
Nombre:	ITAMBI EN L.S.PABLO		
Tipo de estacion:	Limnimétrica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	810821.00		
Longitud:	2648.00		
Altitud:	2648	m.s.n.m	
Area de la cuenca:	57.78	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	45.12	Km	
Longitud del rio principal:	12.58	Km	
Pendiente del rio:	8.90	%	
Índice de compacidad:	1.66		
Pendiente media de la cuenca:	32.35	%	
Tiempo de concentración:	1.34	horas	
Numero de curva:	81		
Relieve:	ESCARPADO		

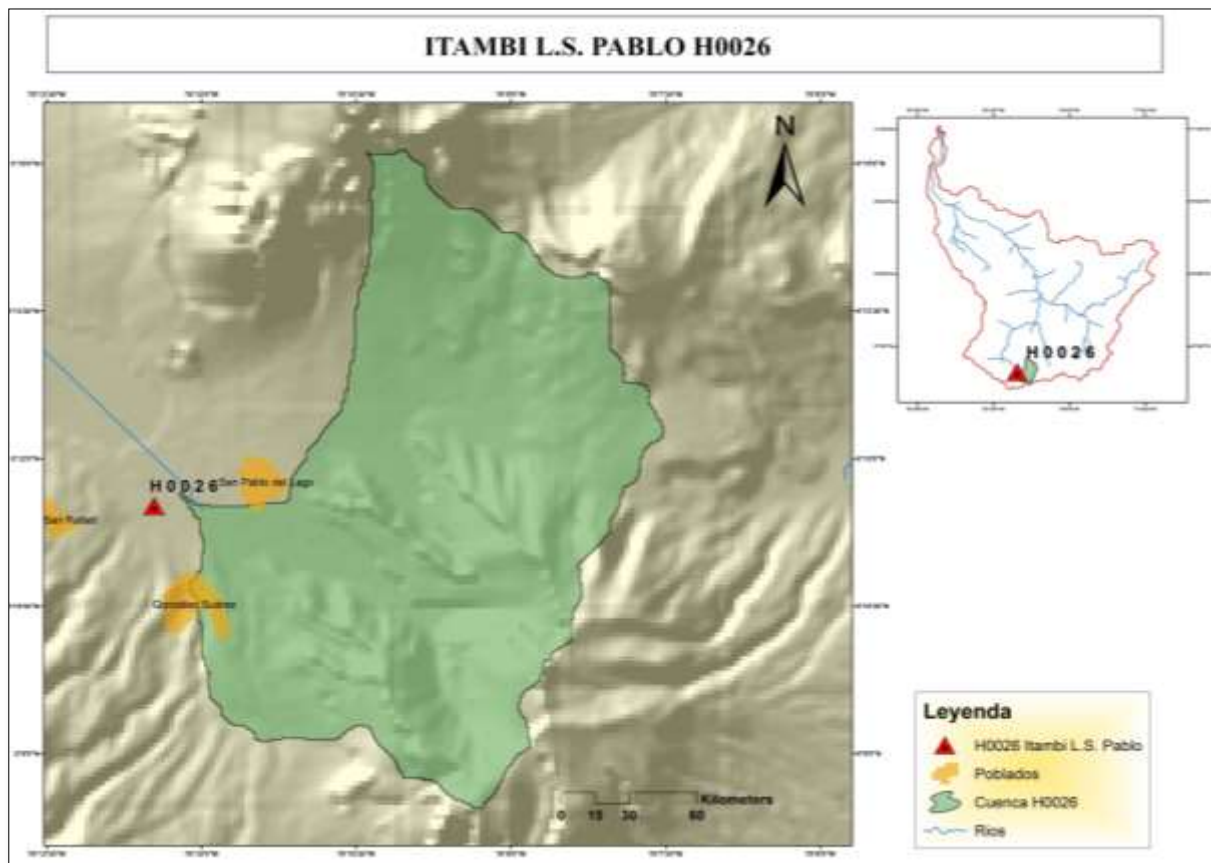
**CURVA DE DURACION GENERAL
ESTACION ITAMBI EN L.S. PABLO H0026**



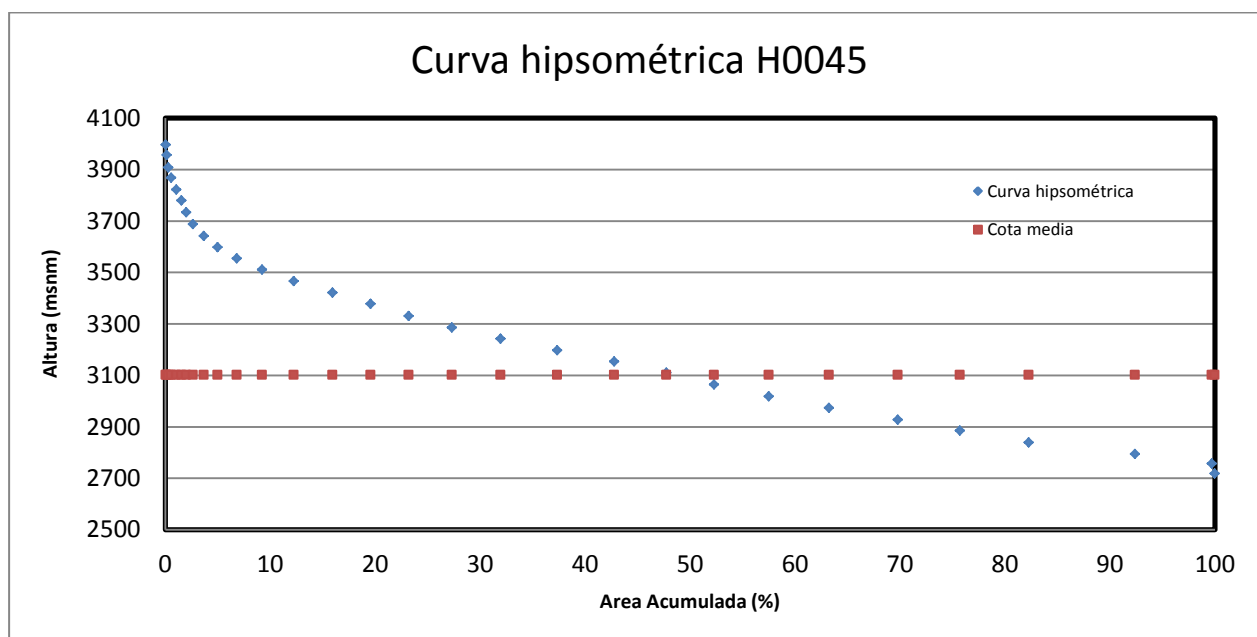
	P(%)					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m³/s)	0.14	0.22	0.28	0.38	0.55	0.77
Q aprovechable(m³/s)	0.07	0.14	0.2	0.31	0.47	0.69

**CURVA VARIACIÓN ESTACIONAL
ESTACION ITAMBI EN L.S. PABLO H0026**



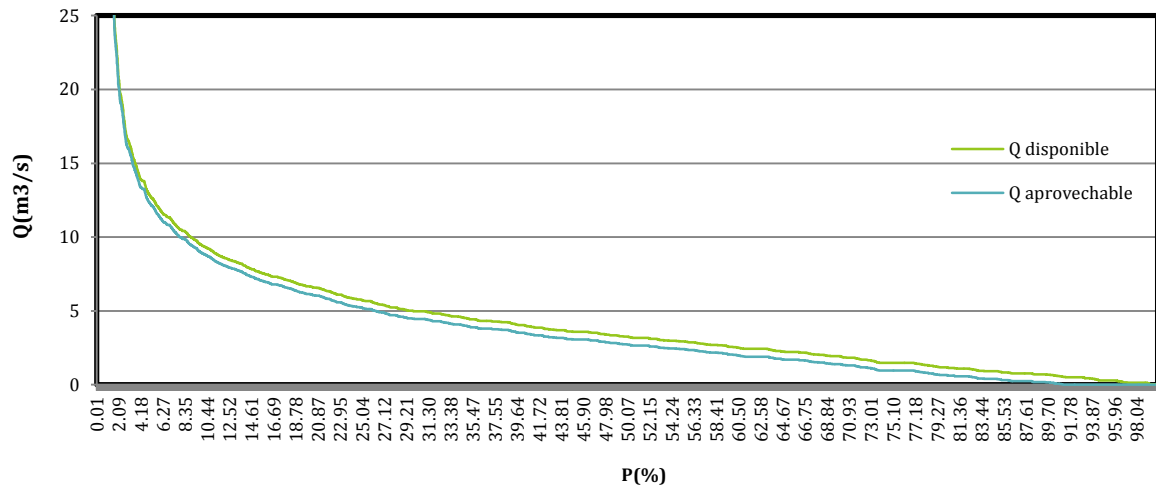


ESTACION APAQUI DJ MINAS (H0045)



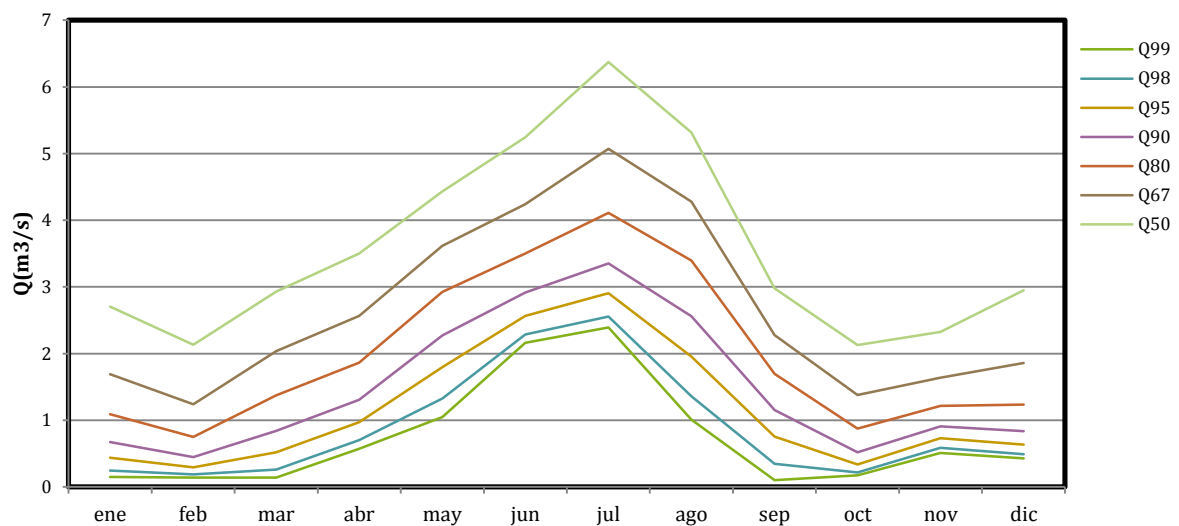
Parámetros Físico Morfo métricos			Estacion - Apaqui DJ Minas (H0045)
Código INAMHI:	h0045		
Nombre:	APAQUI DJ MINAS		
Tipo de estacion:	Limnimétrica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	858099.74		
Longitud:	10059438.70		
Altitud:	2650	m.s.n.m	
Area de la cuenca:	389.52	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	131.22	Km	
Longitud del rio principal:	31.28	Km	
Pendiente del rio:	2.03	%	
Índice de compacidad:	1.86		
Pendiente media de la cuenca:	19.73	%	
Tiempo de concentración:	5.01	horas	
Numero de curva:	79		
Relieve:	ESCARPADO		

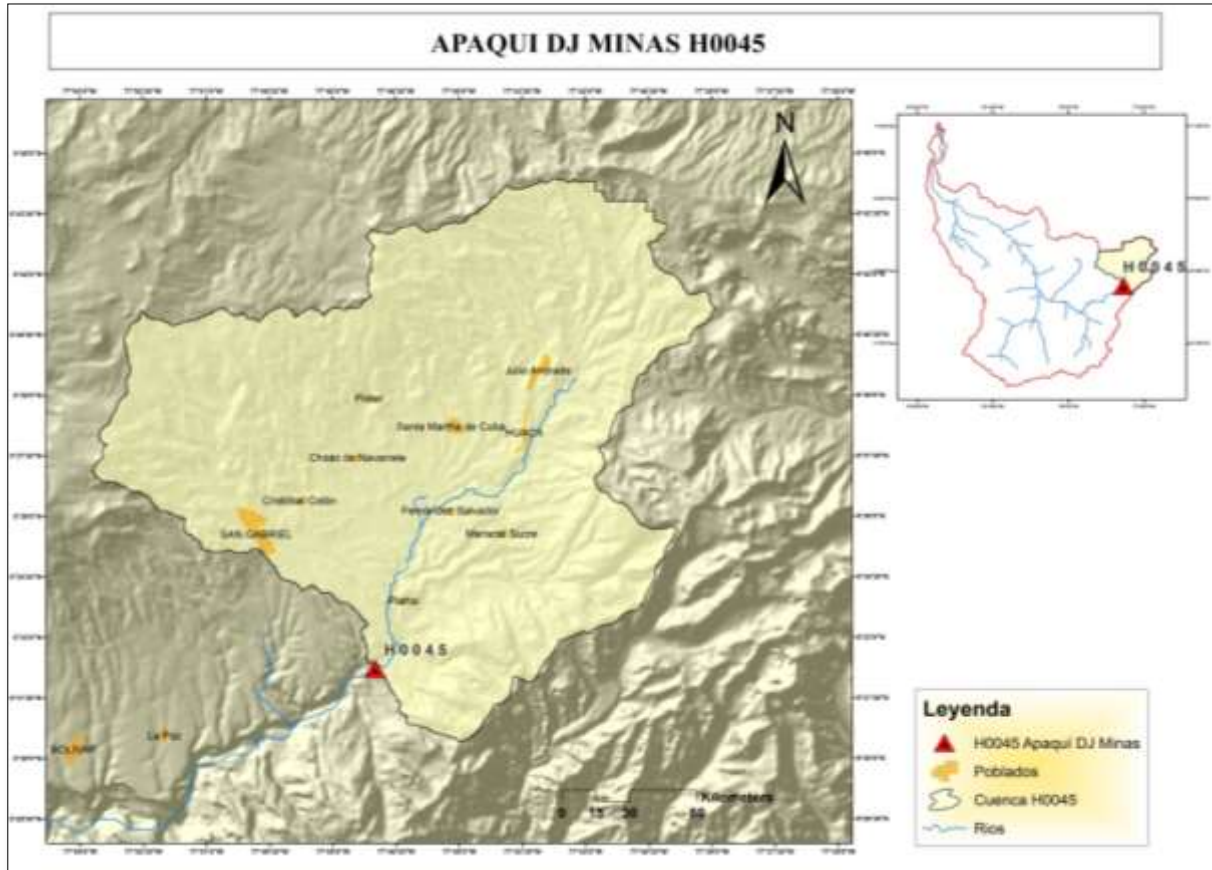
**CURVA DE DURACION GENERAL
ESTACION APAQUI DJ. MINAS H0045**



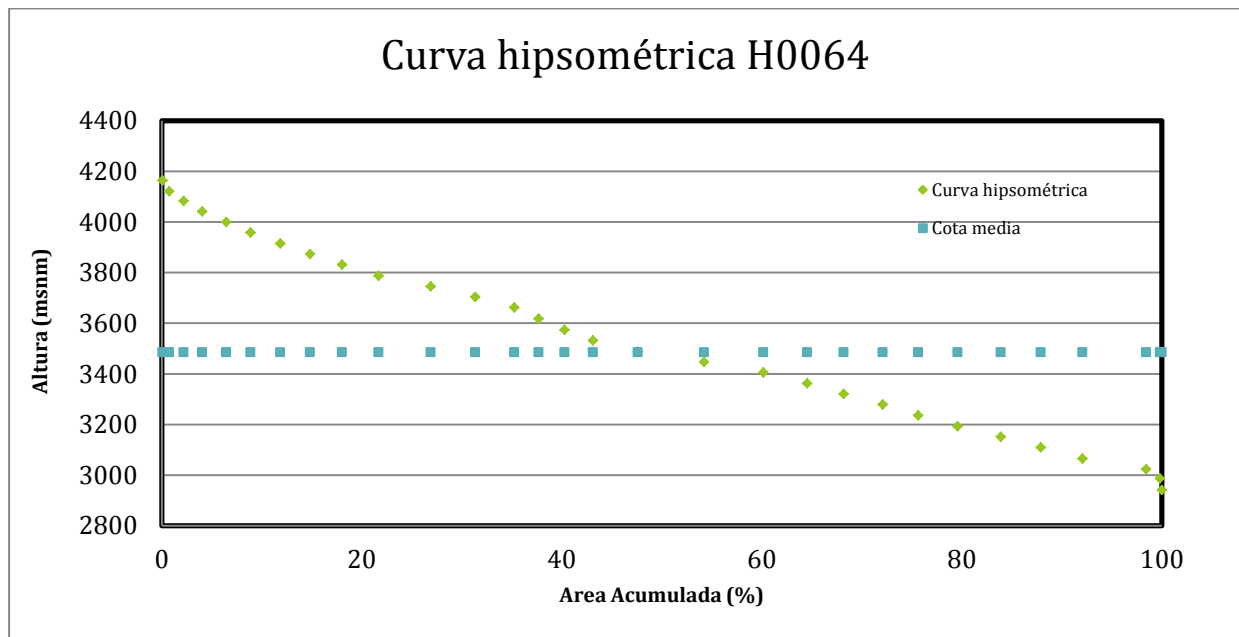
	P(%)					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m ³ /s)	0.66	1.18	1.93	2.55	3.26	4.71
Q aprovechable(m ³ /s)	0.13	0.66	1.41	2.03	2.74	4.19

**CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ESTACION APAQUI DJ. MINAS H0045**

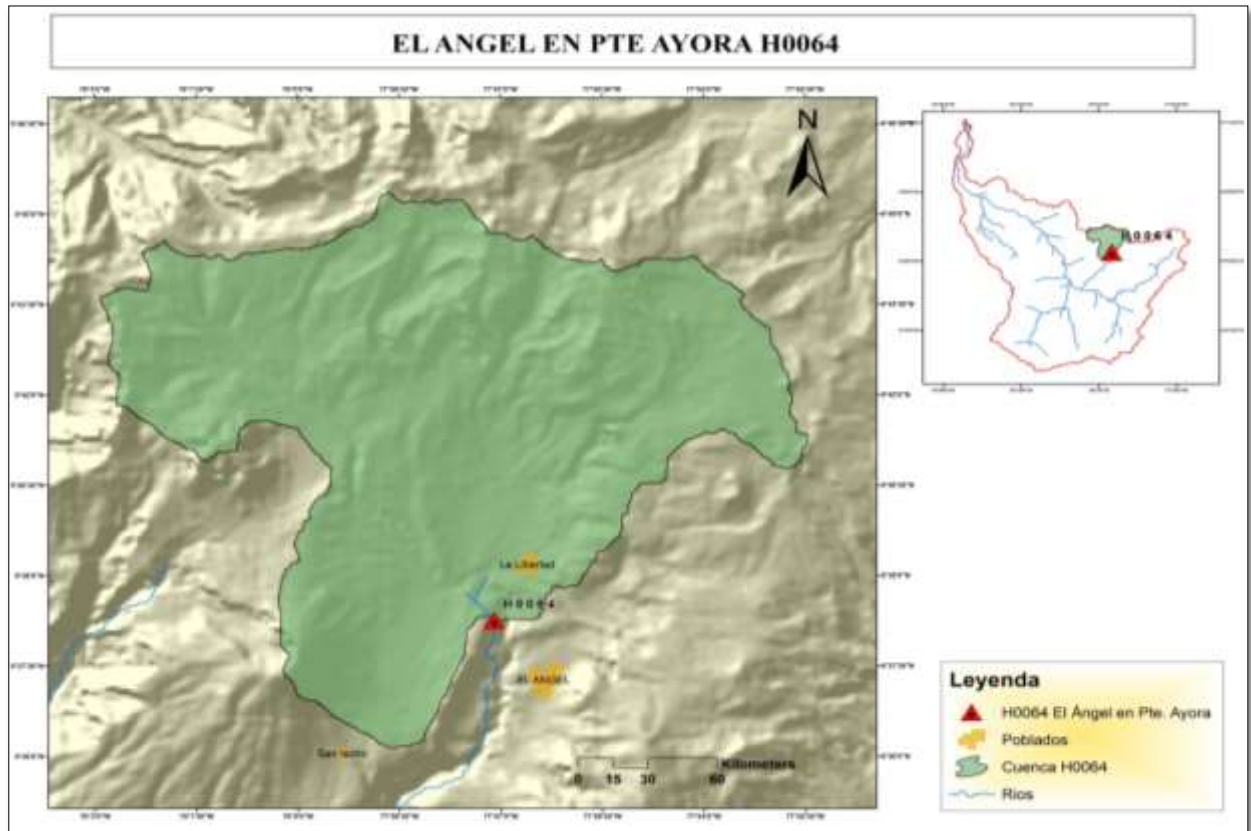




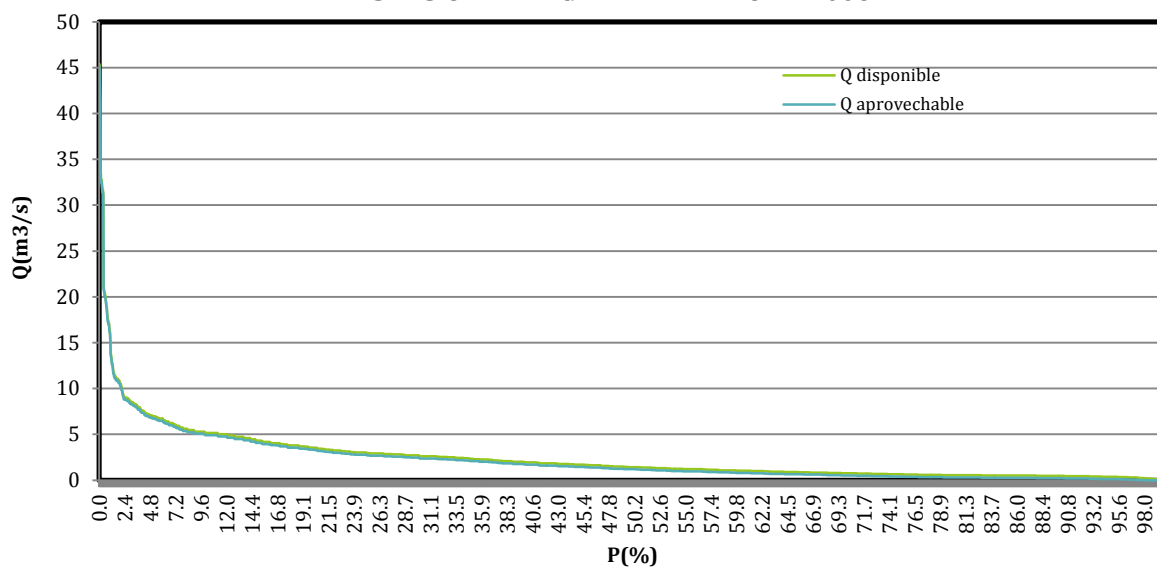
ESTACION EL ANGEL EN PTE. AYORA (H0064)



Parámetros Físico Morfo métricos			Estación - El Ángel en Pte.Ayora (H0064)
Código INAMHI:	H0064		
Nombre:	EL ANGEL EN PTE.AYORA		
Tipo de estación:	Automática (Radar), Limnimetrica, limnigráfica		
Institución:	INAMHI		
Latitud:	839326.20		
Longitud:	10070565.26		
Altitud:	2889	m.s.n.m	
Área de la cuenca:	168.34	Km ²	
Perímetro de la cuenca:	88.38	Km	
Longitud del rio principal:	19.21	Km	
Pendiente del rio:	6.12	%	
Índice de compacidad:	1.91		
Pendiente media de la cuenca:	18.48	%	
Tiempo de concentración:	3.44	horas	
Numero de curva:	80		
Relieve:	ESCARPADO		
			

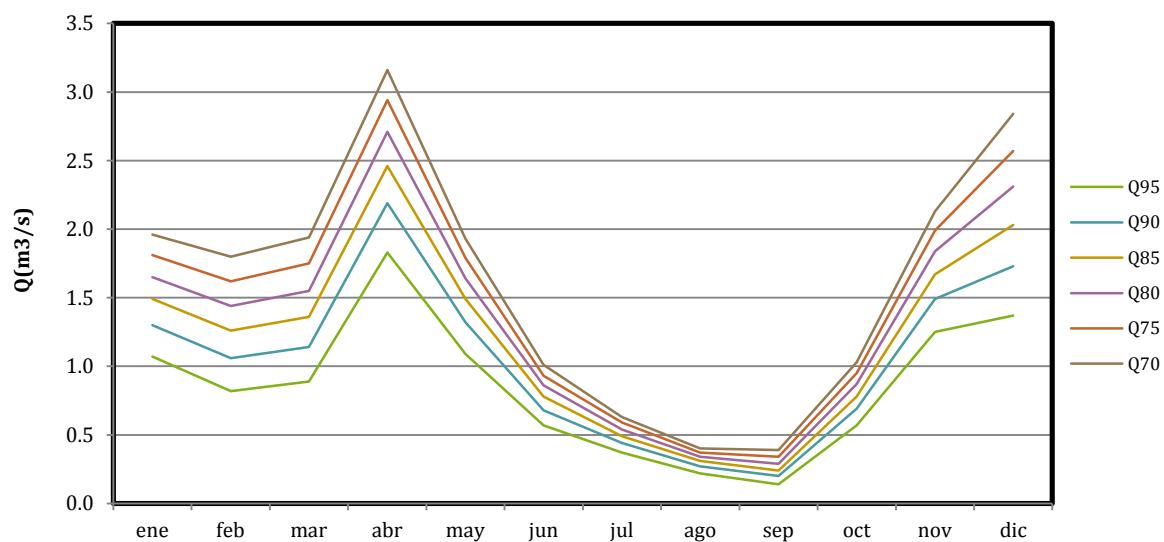


**CURVA DE DURACION GENERAL
ESTACION EL ANGEL EN PTE. AYORA H0064**



	P(%)					
	Q90	Q80	Q70	Q60	Q50	Q medio
Q disponible(m³/s)	0.47	0.53	0.76	1.04	1.43	2.40
Q aprovechable(m³/s)	0.23	0.29	0.52	0.80	1.19	2.20

**CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ESTACION EL ANGEL EN PTE. AYORA H0064**



V. RESULTADOS DEL BALANCE HIDRICO

Generación de Mapas evapotranspiración

Para la obtención de los mapas de evapotranspiración se realizó la siguiente metodología, la cual incluye la generación de los mapas de evapotranspiración potencial

Tratamiento de los datos de temperaturas

Los datos proporcionados para la cuenca del río Mira, los cuales son necesarios para la obtención de la evapotranspiración potencial, dicho tratamiento consistió en obtener el promedio de las temperaturas diaria media, temperatura diaria máxima y la temperatura diaria mínima, para las diferentes estaciones.

Obtención de la evapotranspiración potencial

Para cada estación en análisis el cálculo de la evapotranspiración potencial se efectuó utilizando la Fórmula de ETo Penman Monteith de datos de temperatura (otros datos estimados) software CROPOWAT .

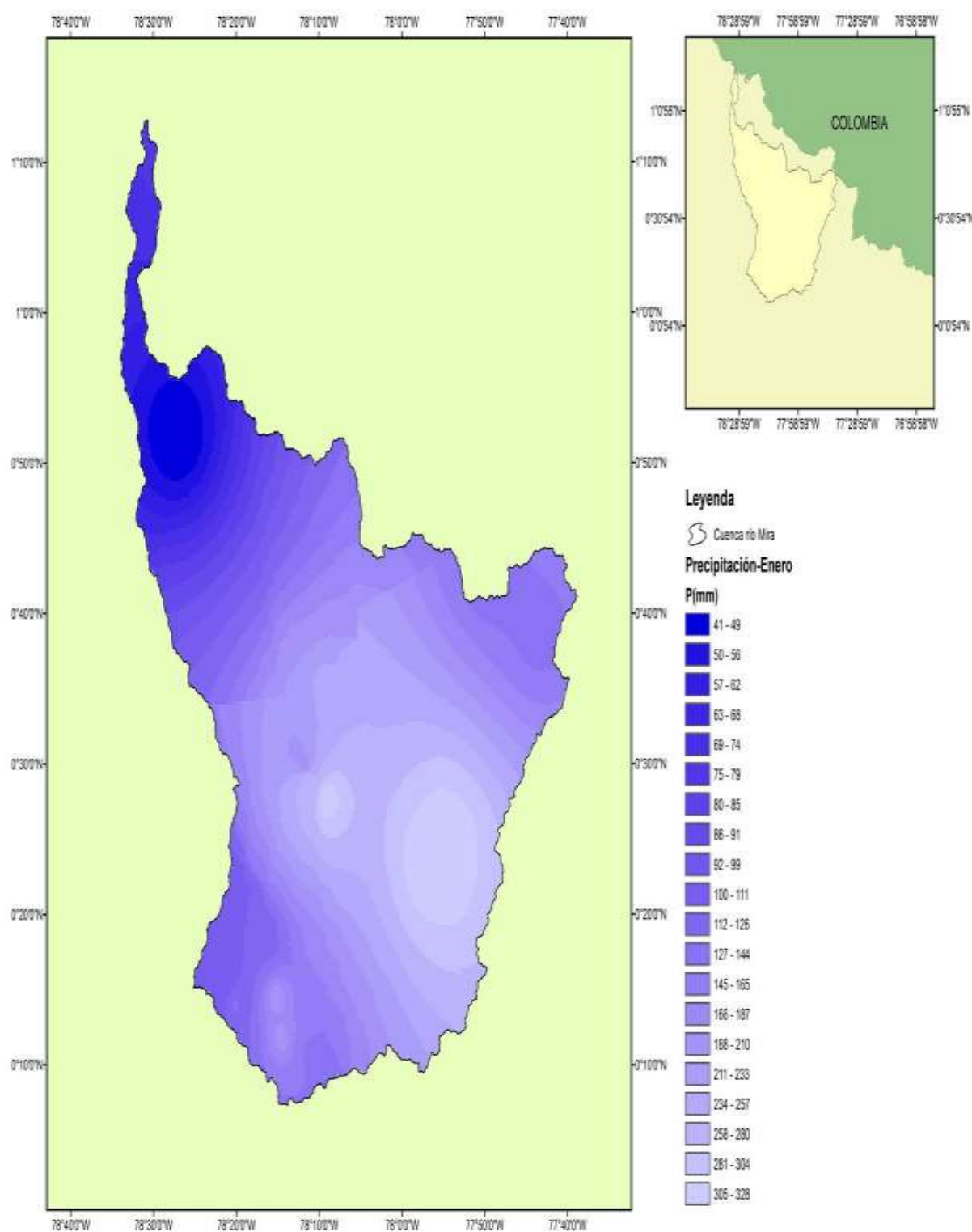
Generación de Mapas de Balance Hídrico Climático

Al utilizar un SIG, el balance del agua se modela tomando en cuenta la distribución espacial de la precipitación, evapotranspiración y las en donde cada píxel puede ser tratado como balance hídrico individual. Los balances hídricos calculados para la Sub-cuenca Lempa Alto fueron mensuales (ver anexo), todos los mapas del balance hídrico climático que poseían déficit (valores negativos) fueron reclasificados de tal manera que todos estos mapas solo mostraran los valores de balance hídrico climático mayores a cero.

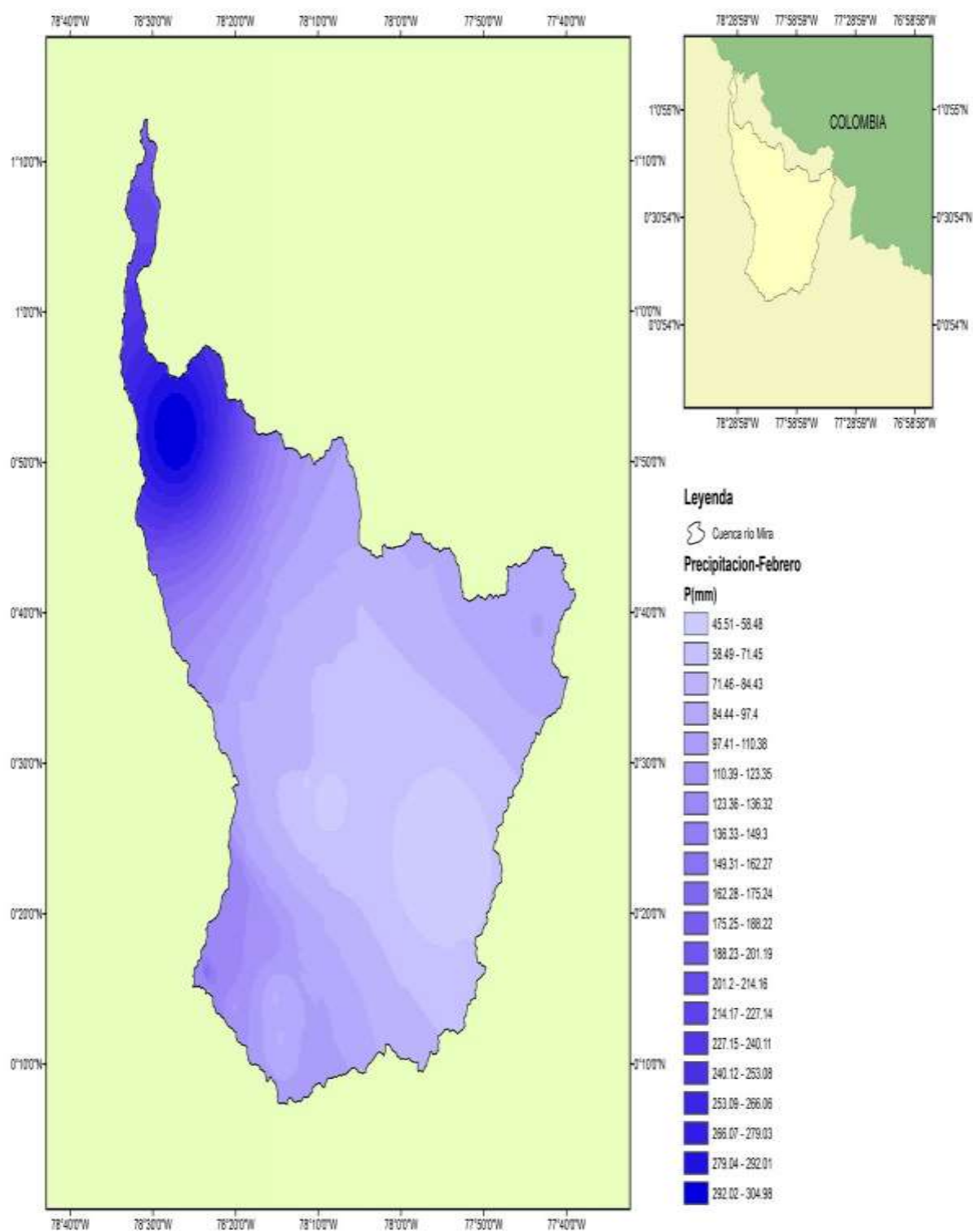
La expresión matemática del balance hídrico=Entradas - Salidas donde la variable entrada consiste en la distribución espacial de la precipitación mensual y la variable de salida es ocupada por la distribución espacial de la evapotranspiración real, obteniendo como resultado mapas de distribuciones espaciales del balance hídrico climático.

MAPAS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)

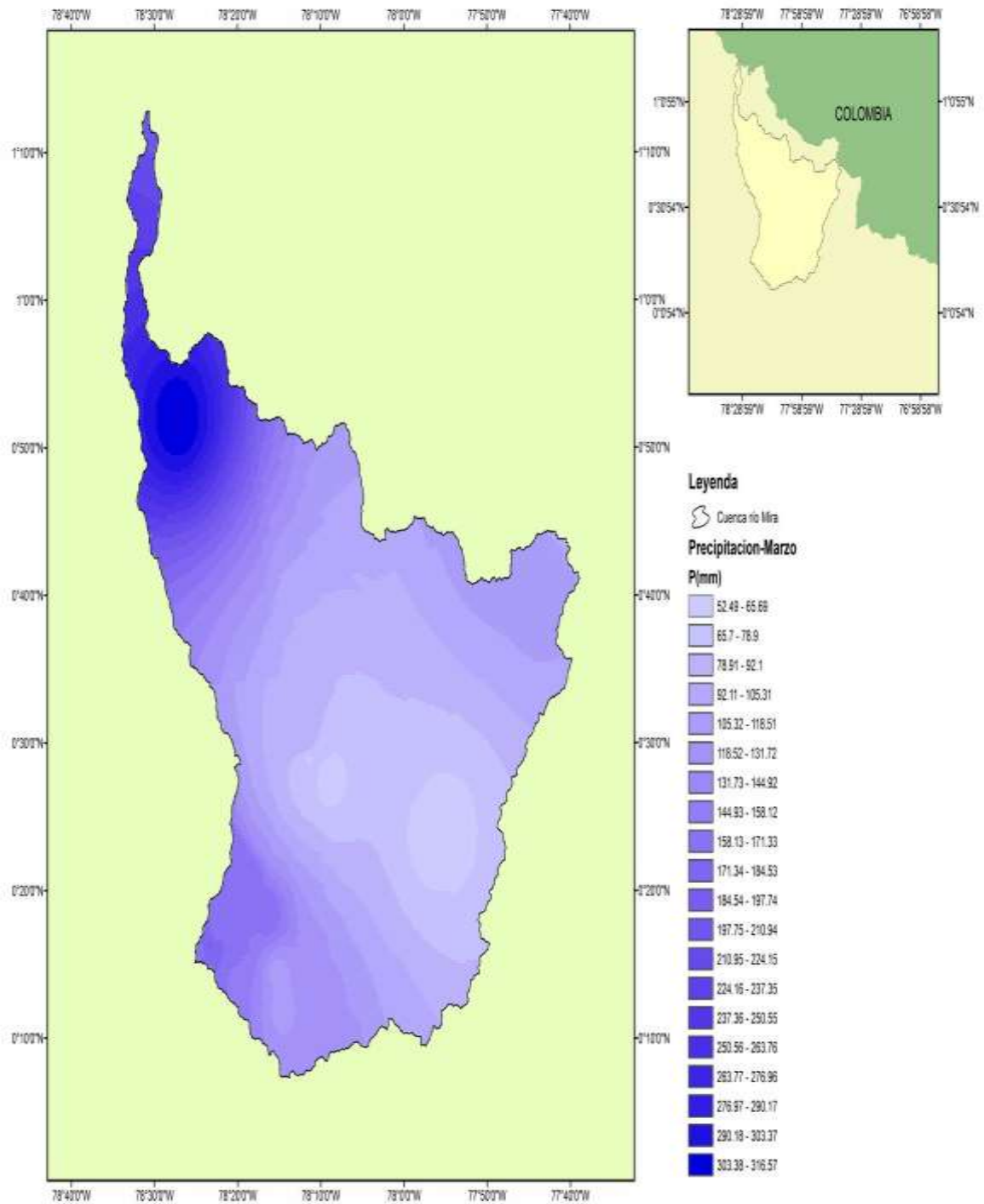
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN ENERO



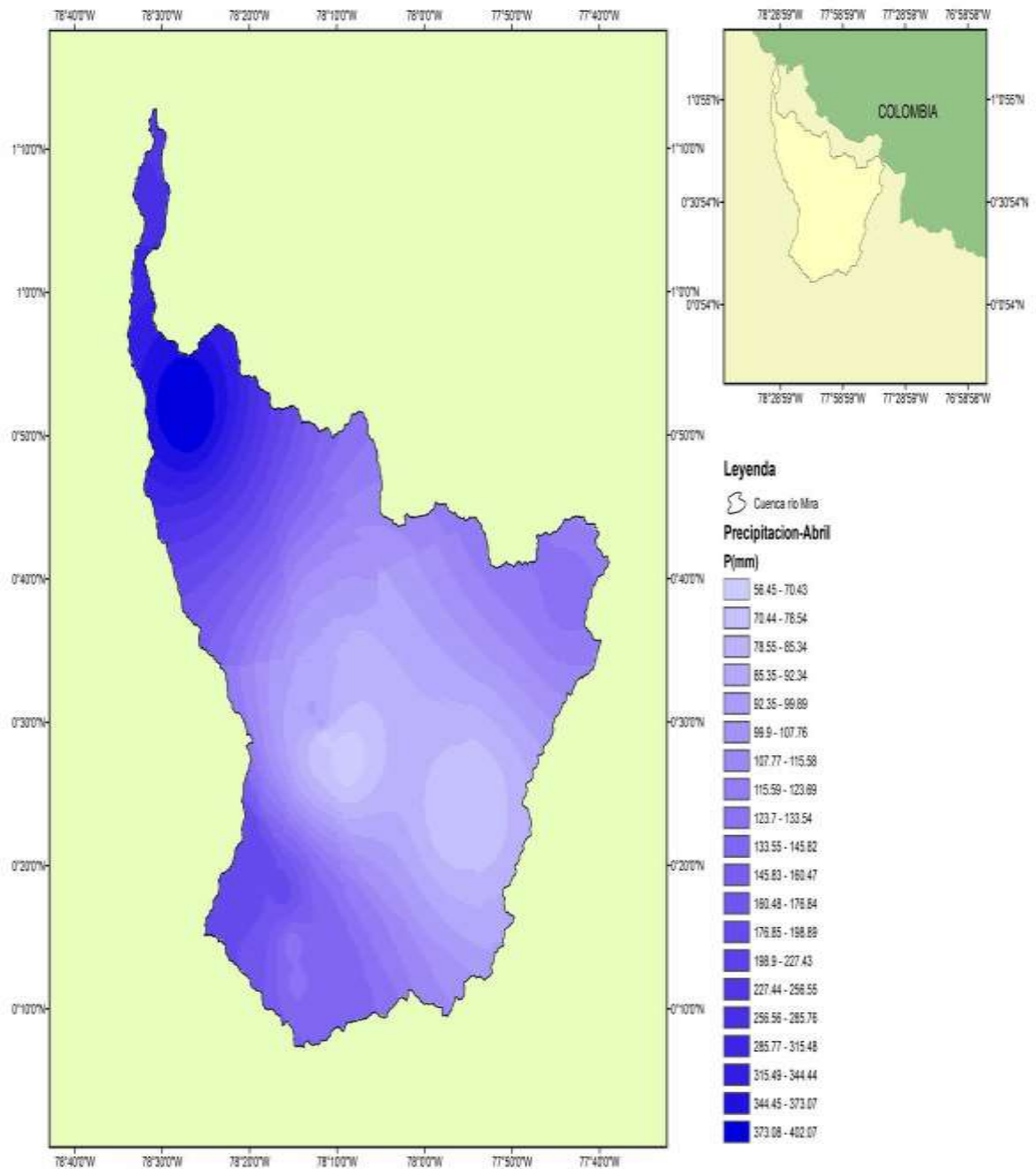
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN FEBRERO



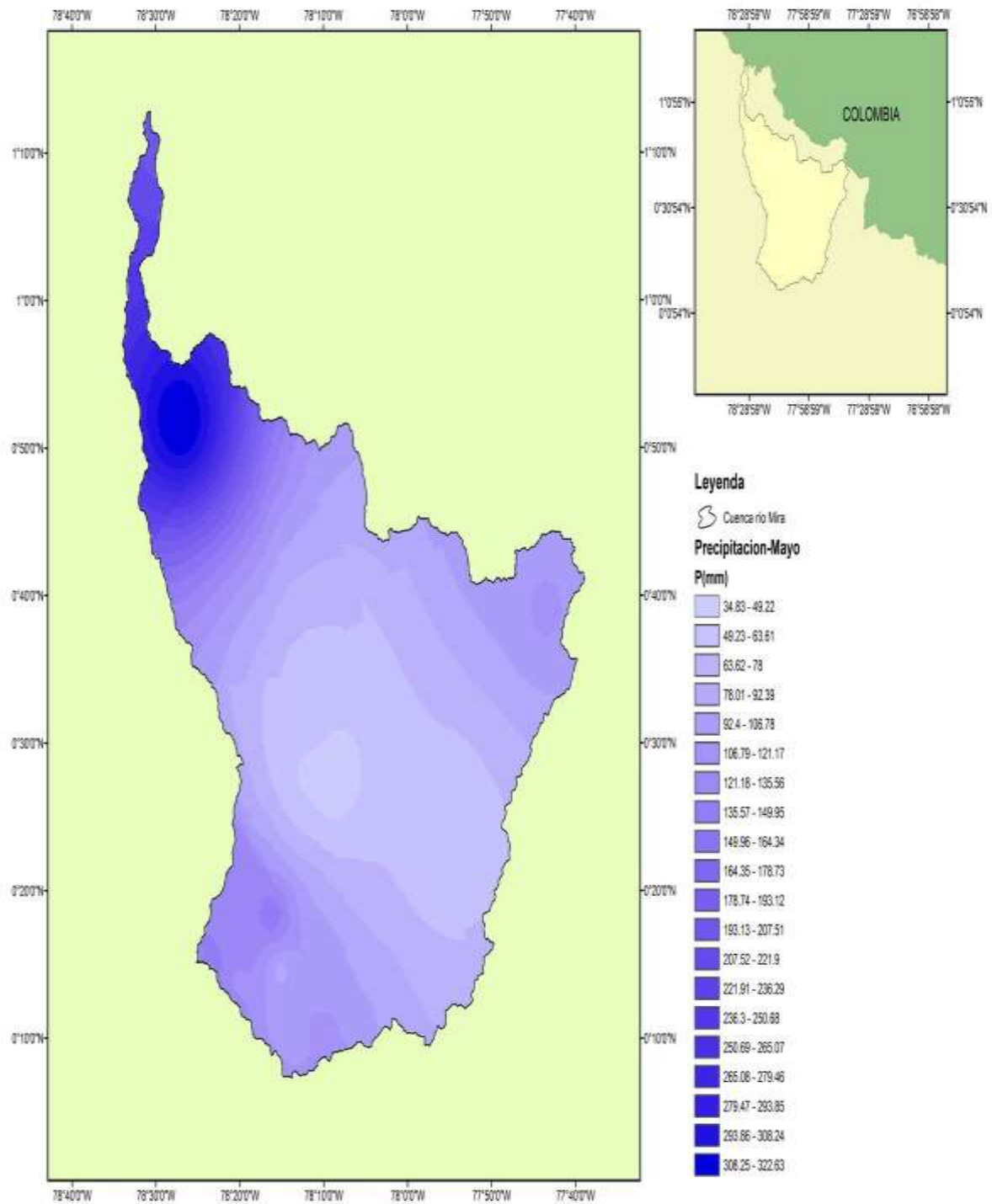
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN MARZO



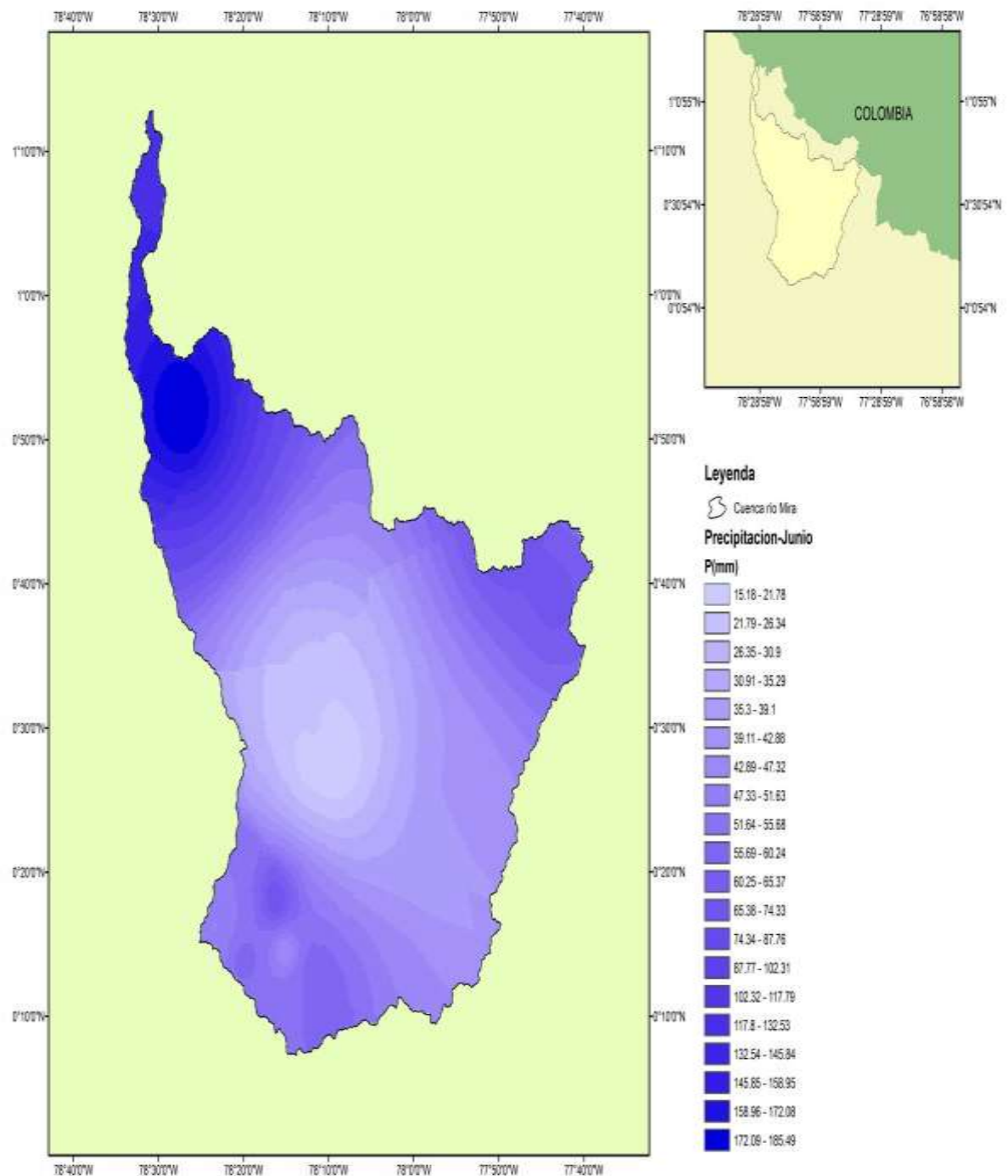
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN ABRIL



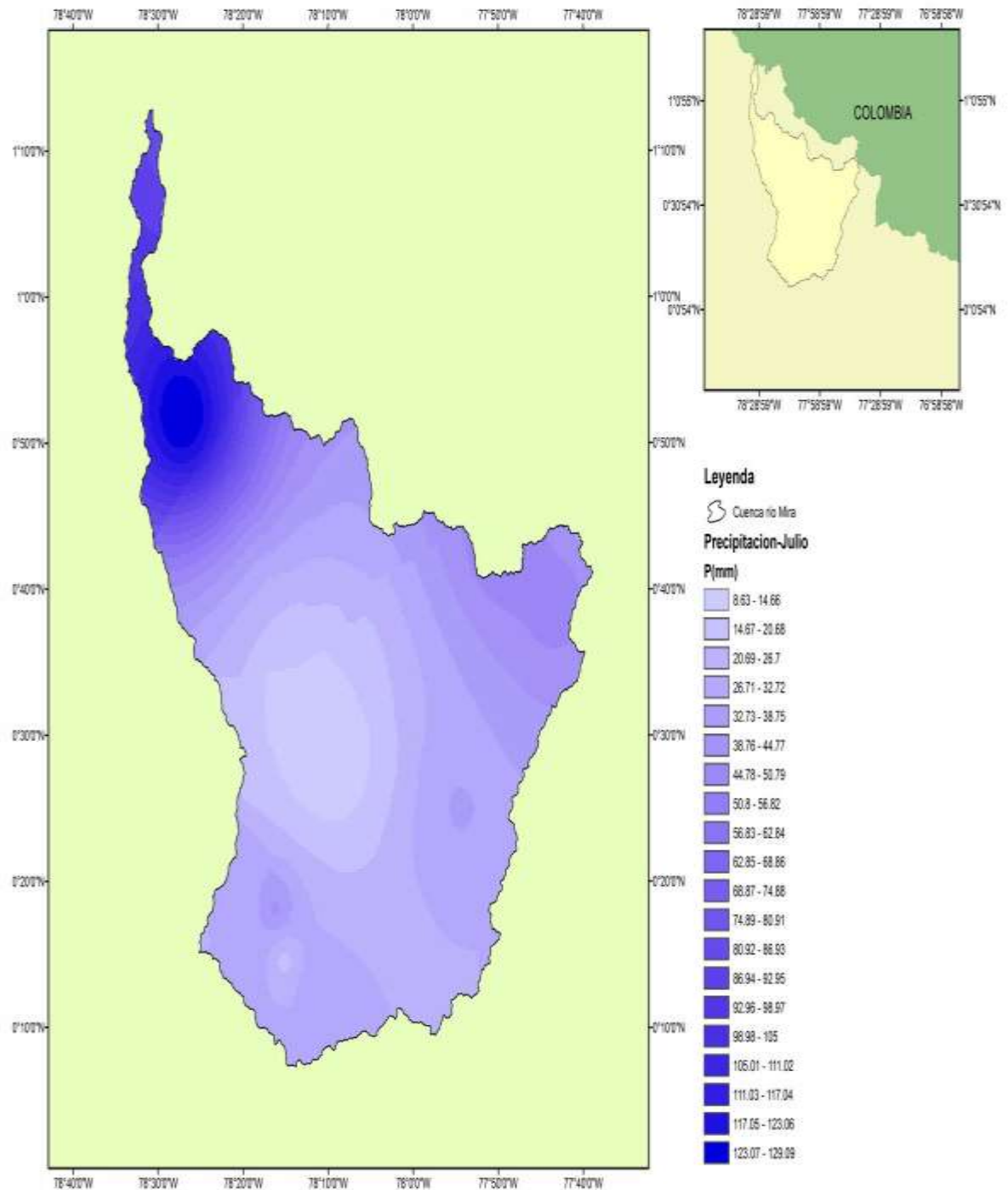
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN MAYO



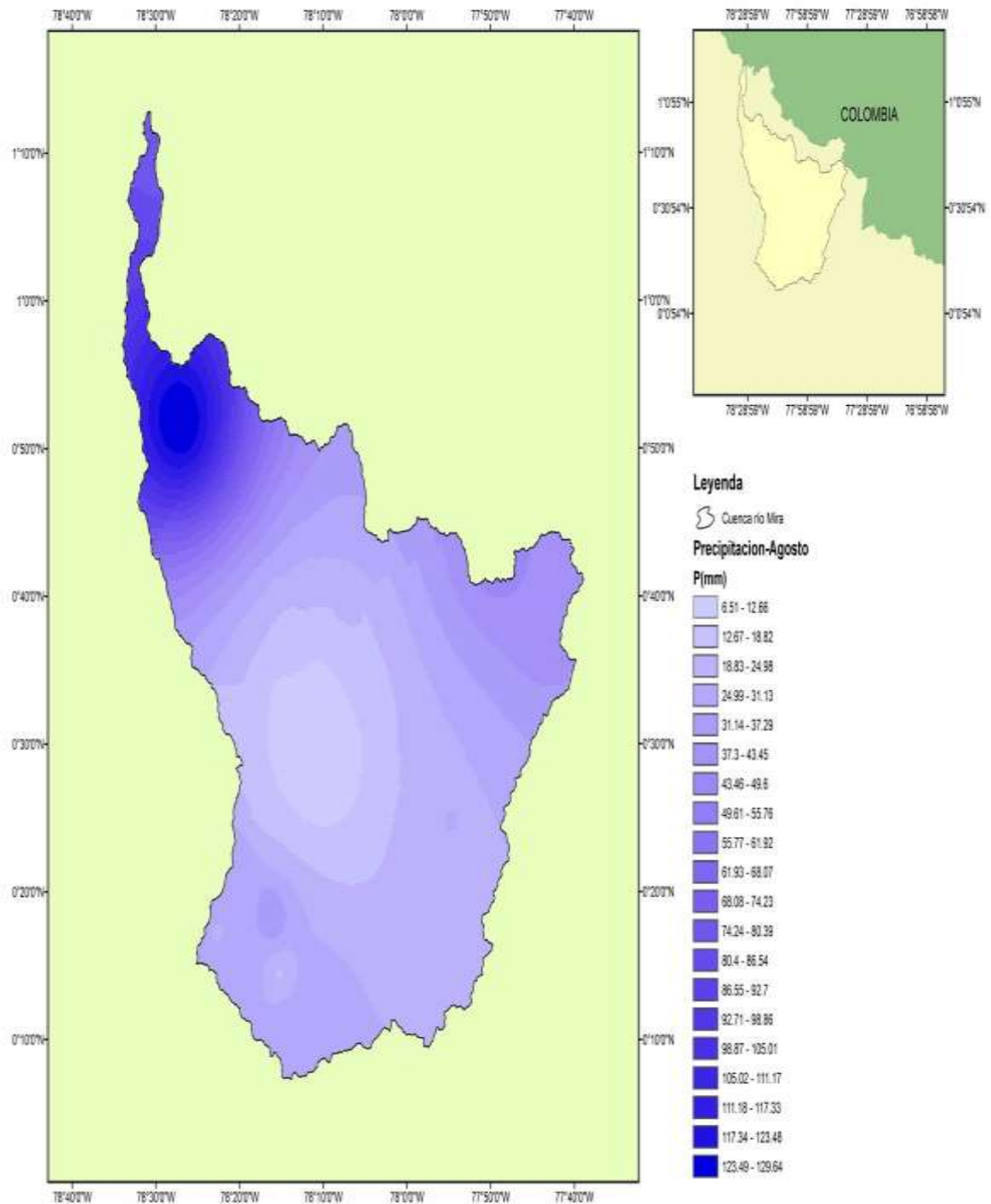
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN JUNIO



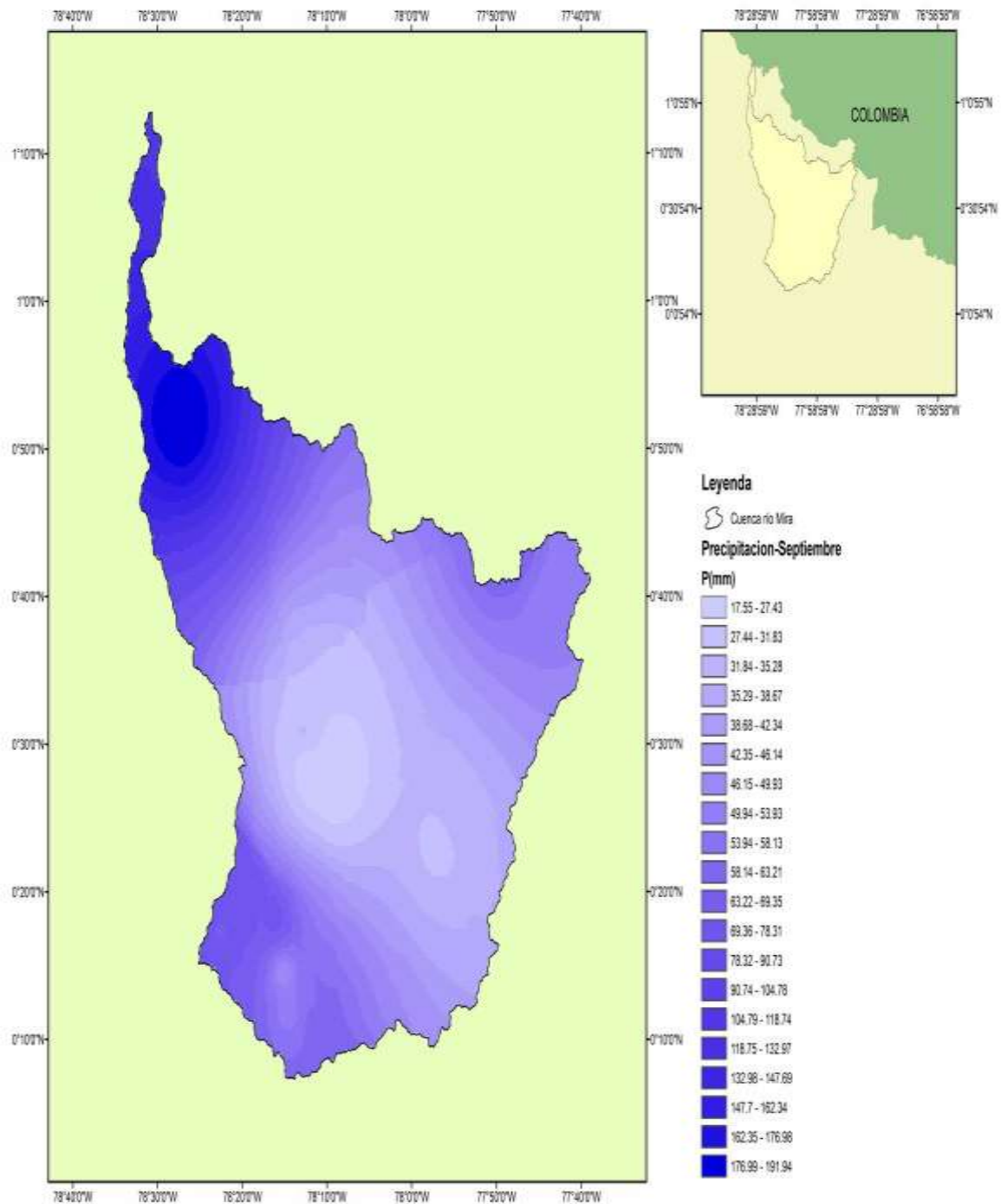
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN JULIO



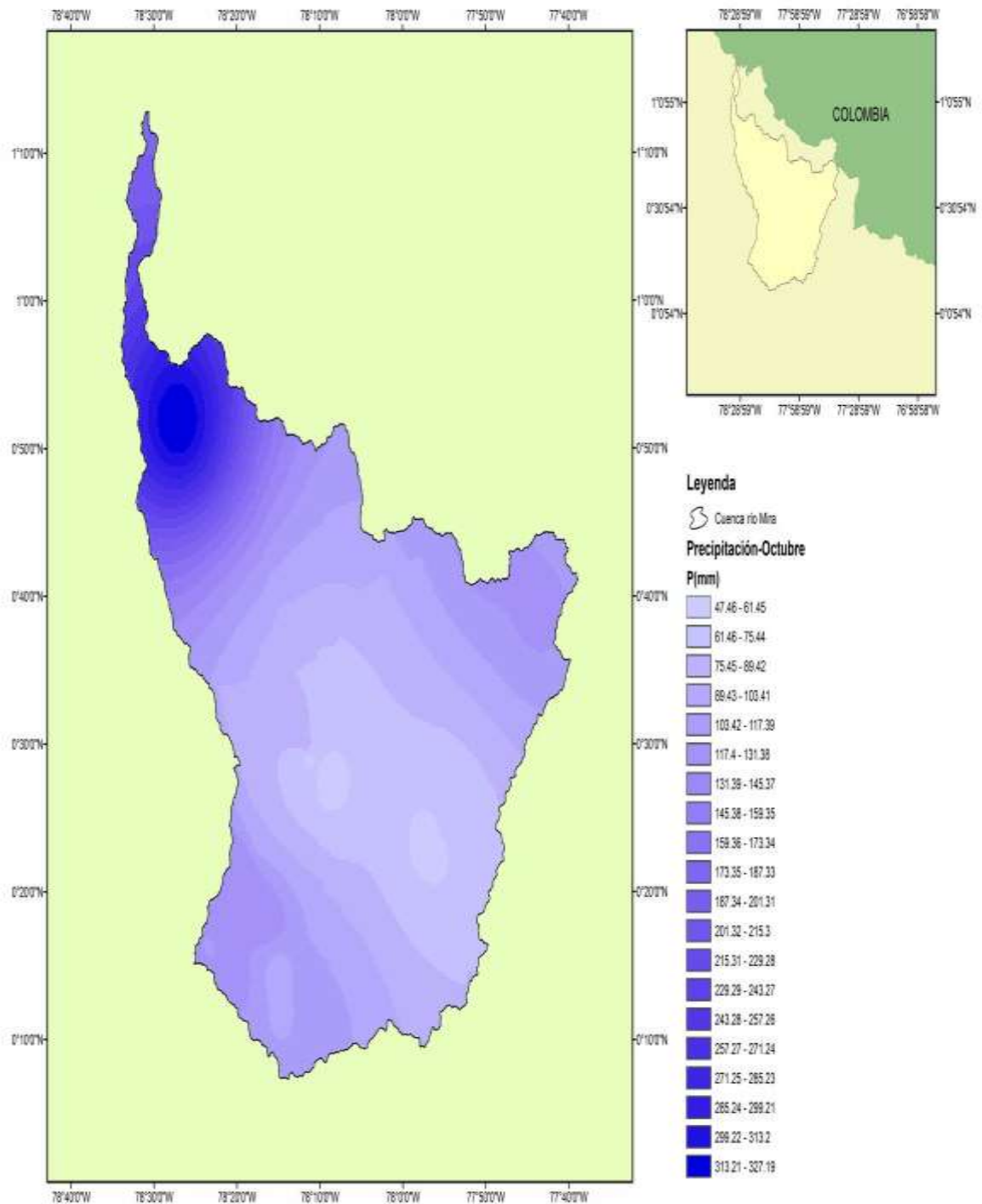
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN AGOSTO



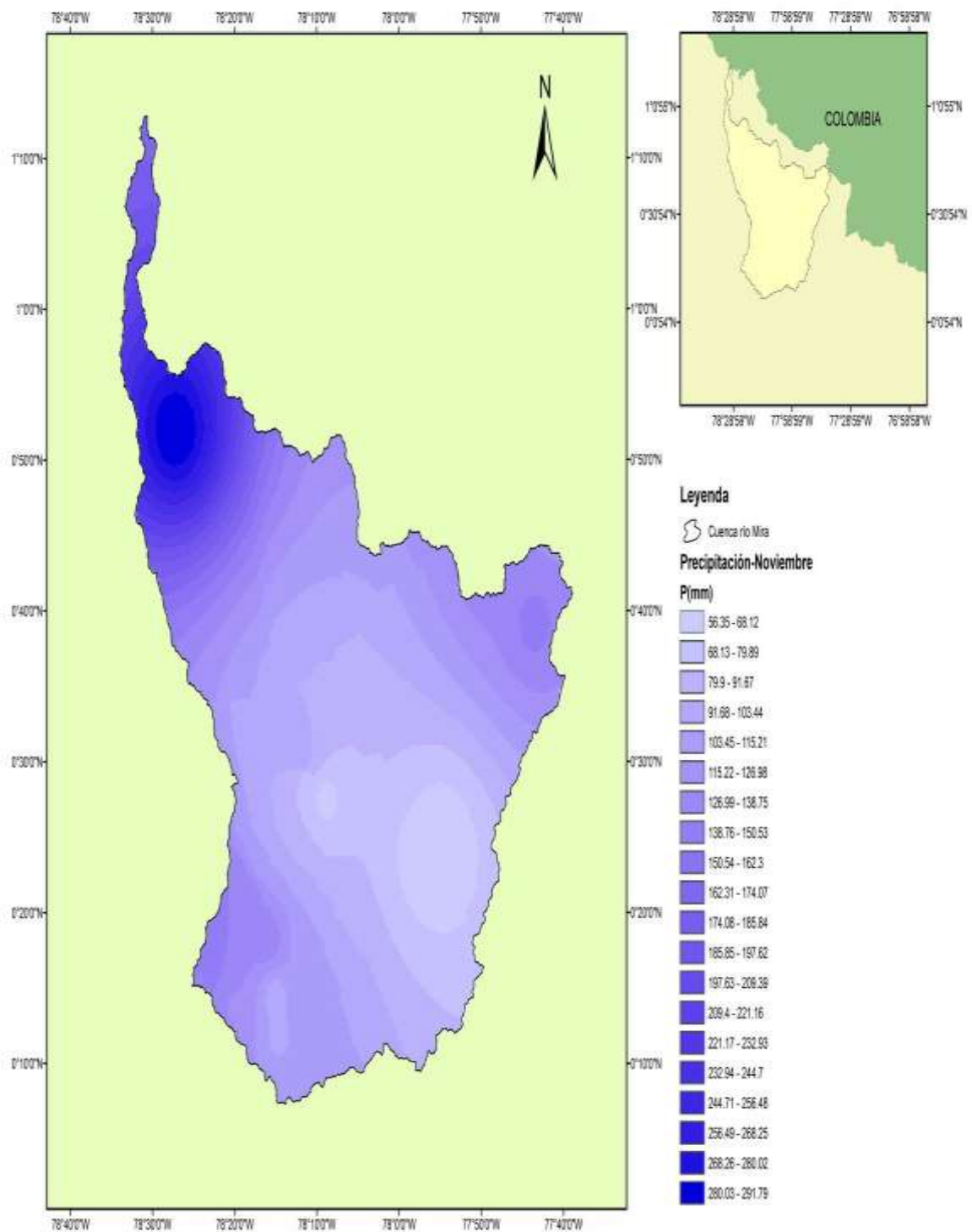
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN SEPTIEMBRE



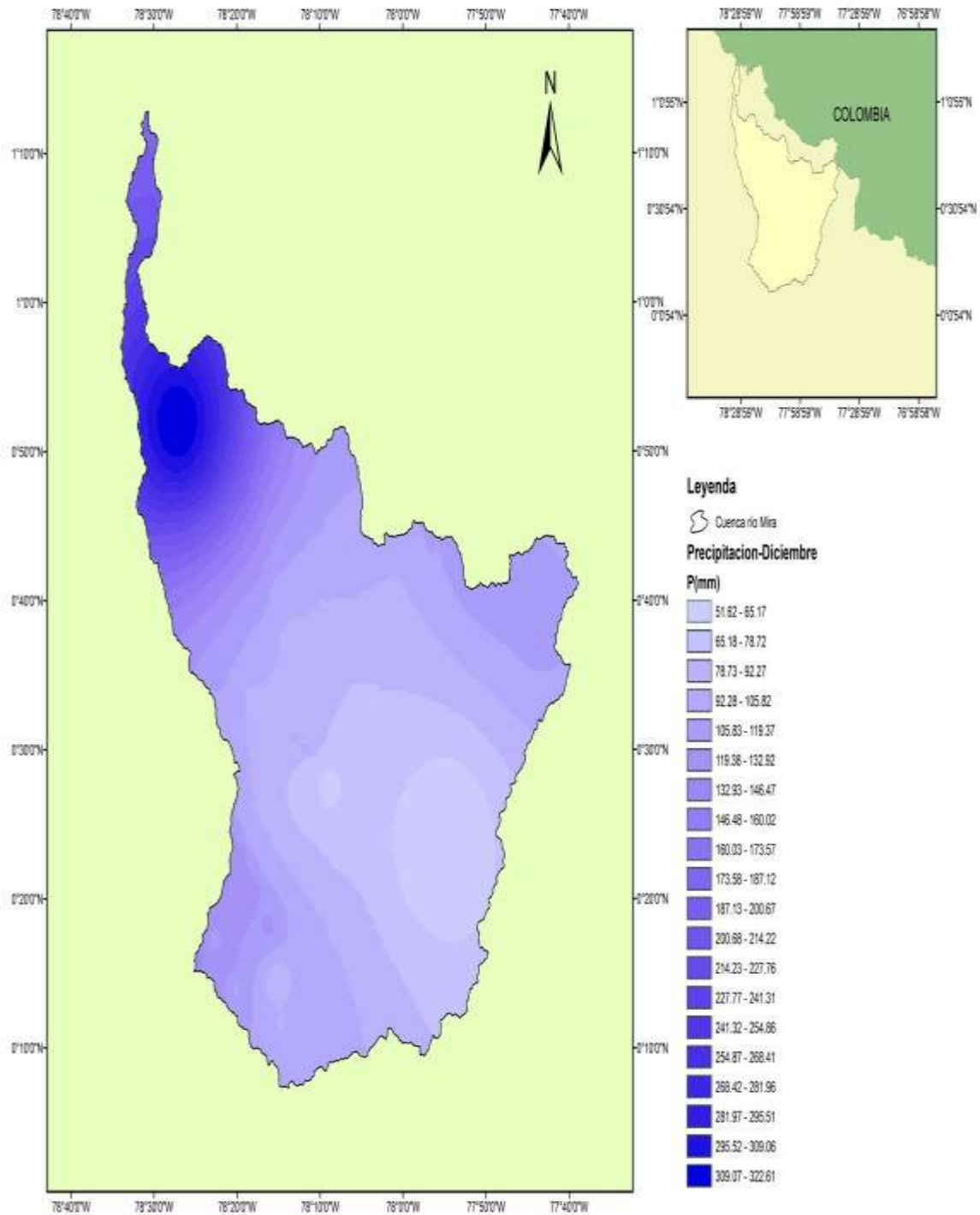
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN OCTUBRE



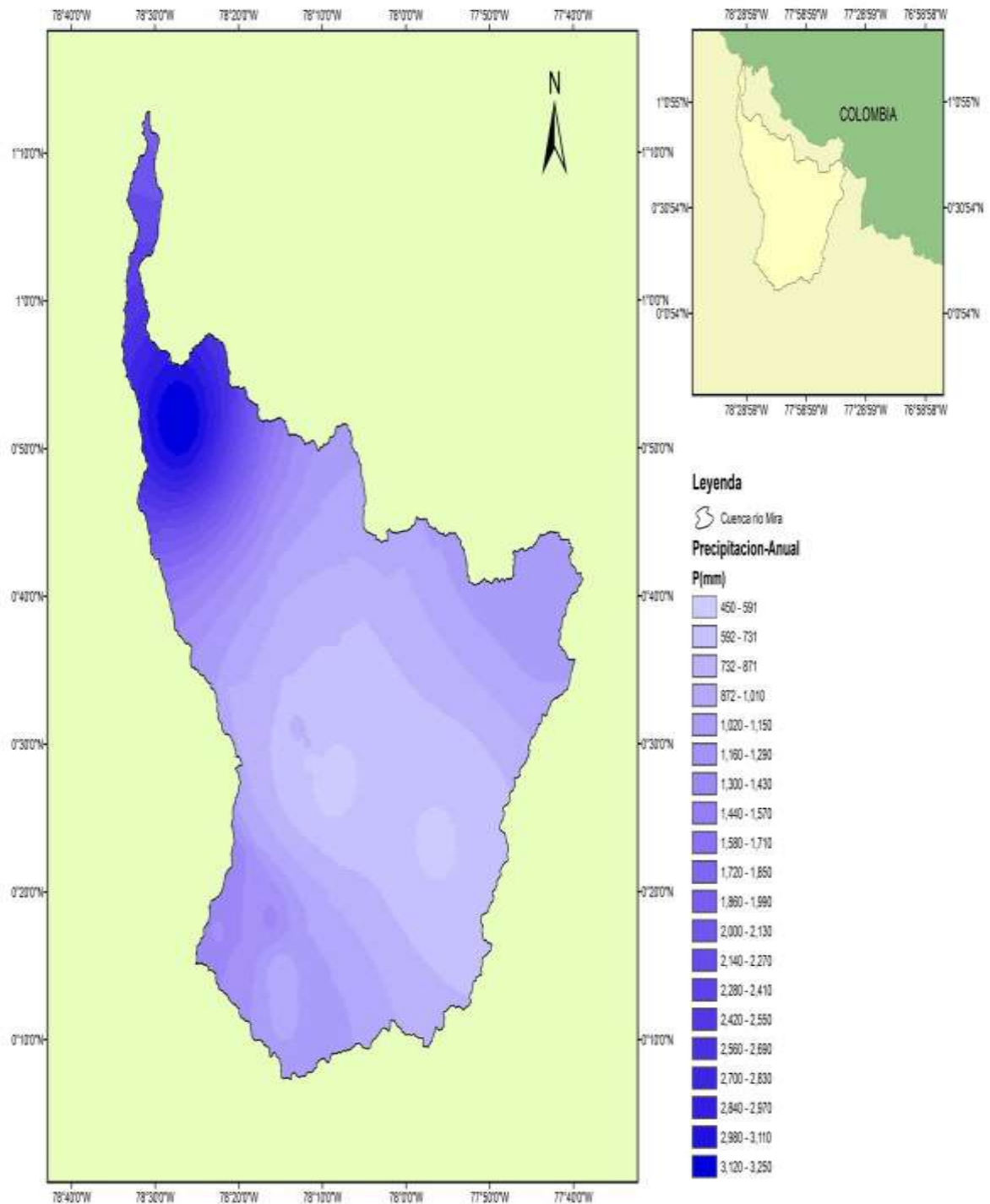
CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN NOVIEMBRE



CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN DICIEMBRE

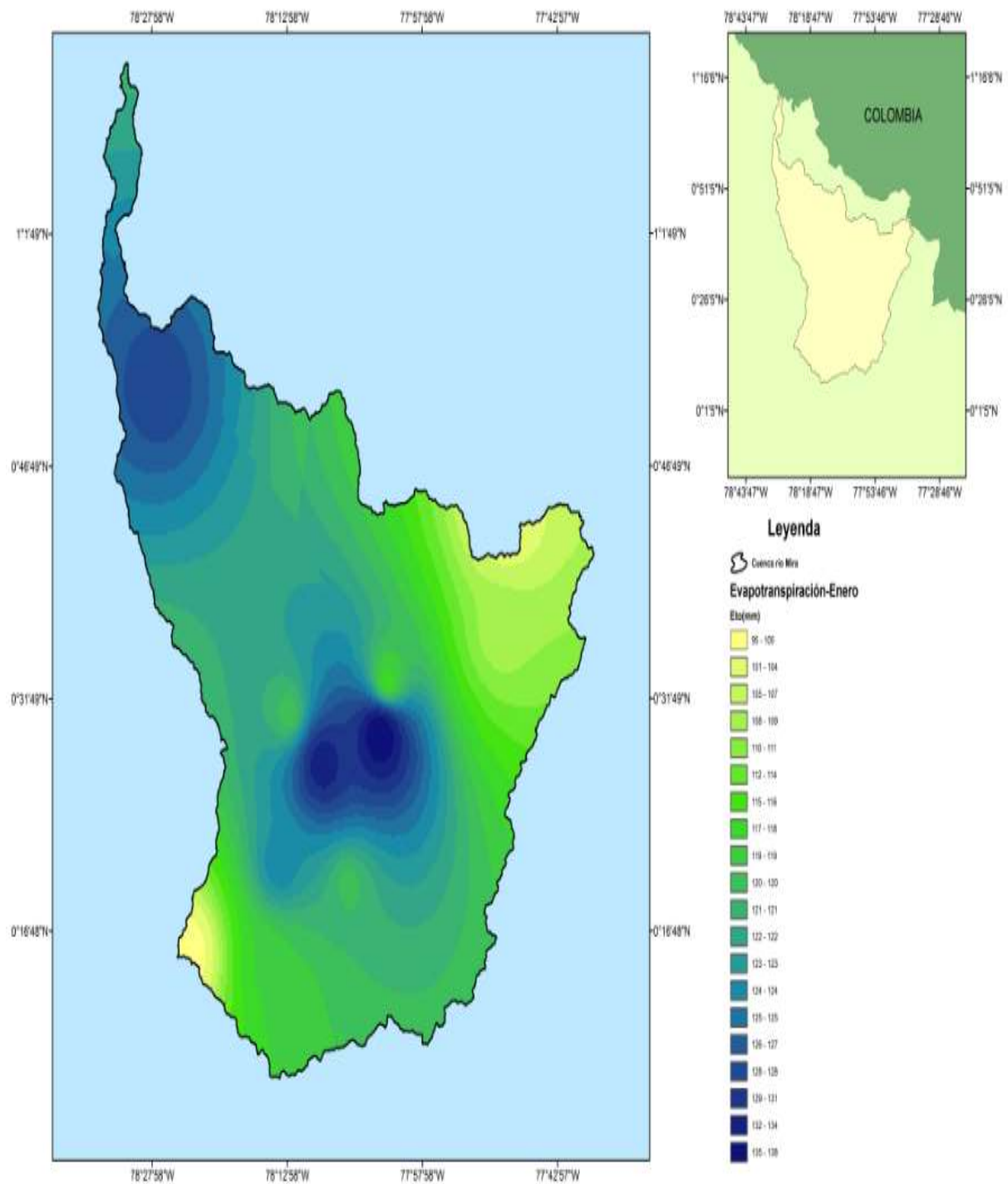


CUENCA RIO MIRA PRECIPITACIÓN ANUAL

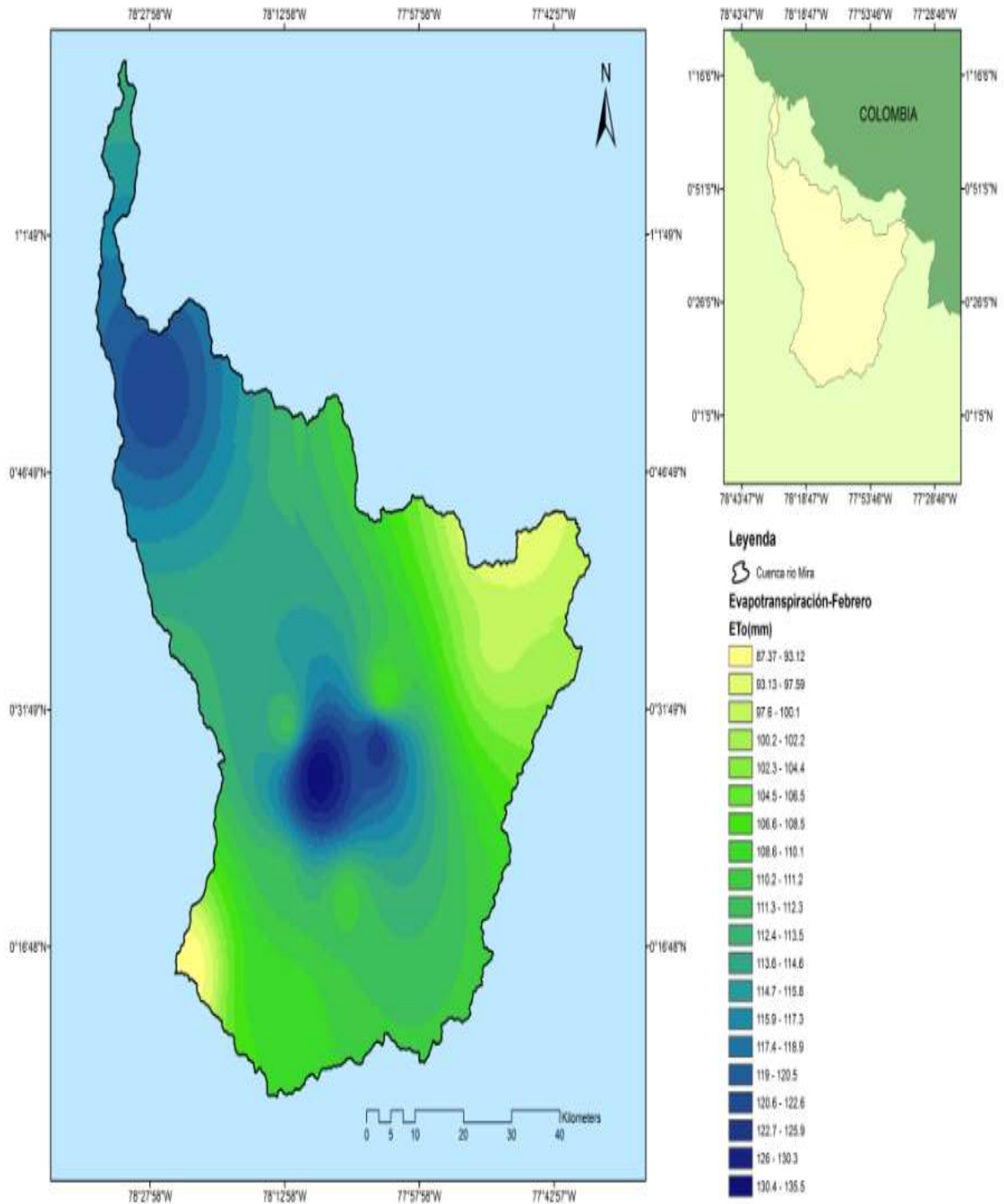


MAPAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN MENSUAL (mm)

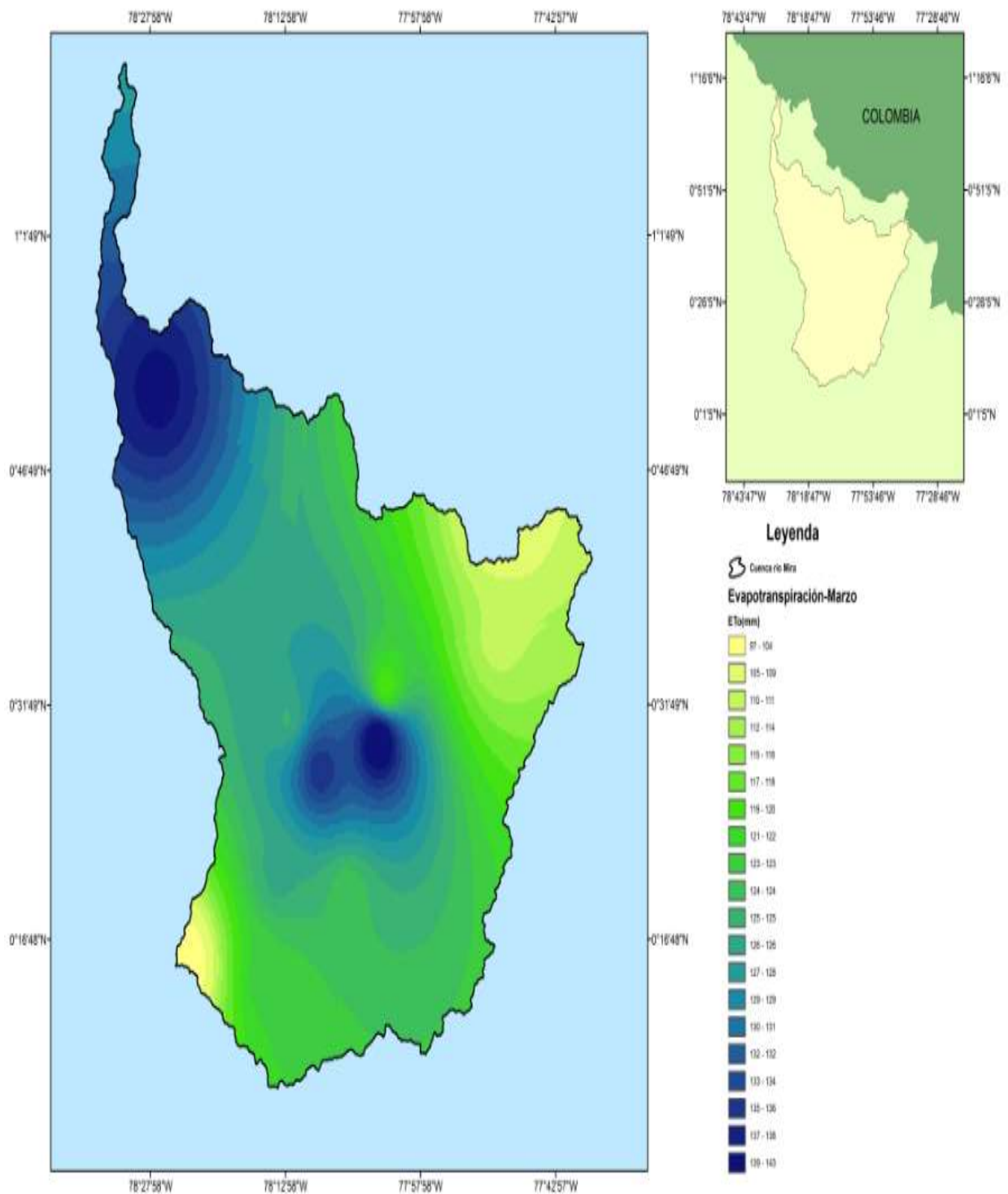
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN ENERO



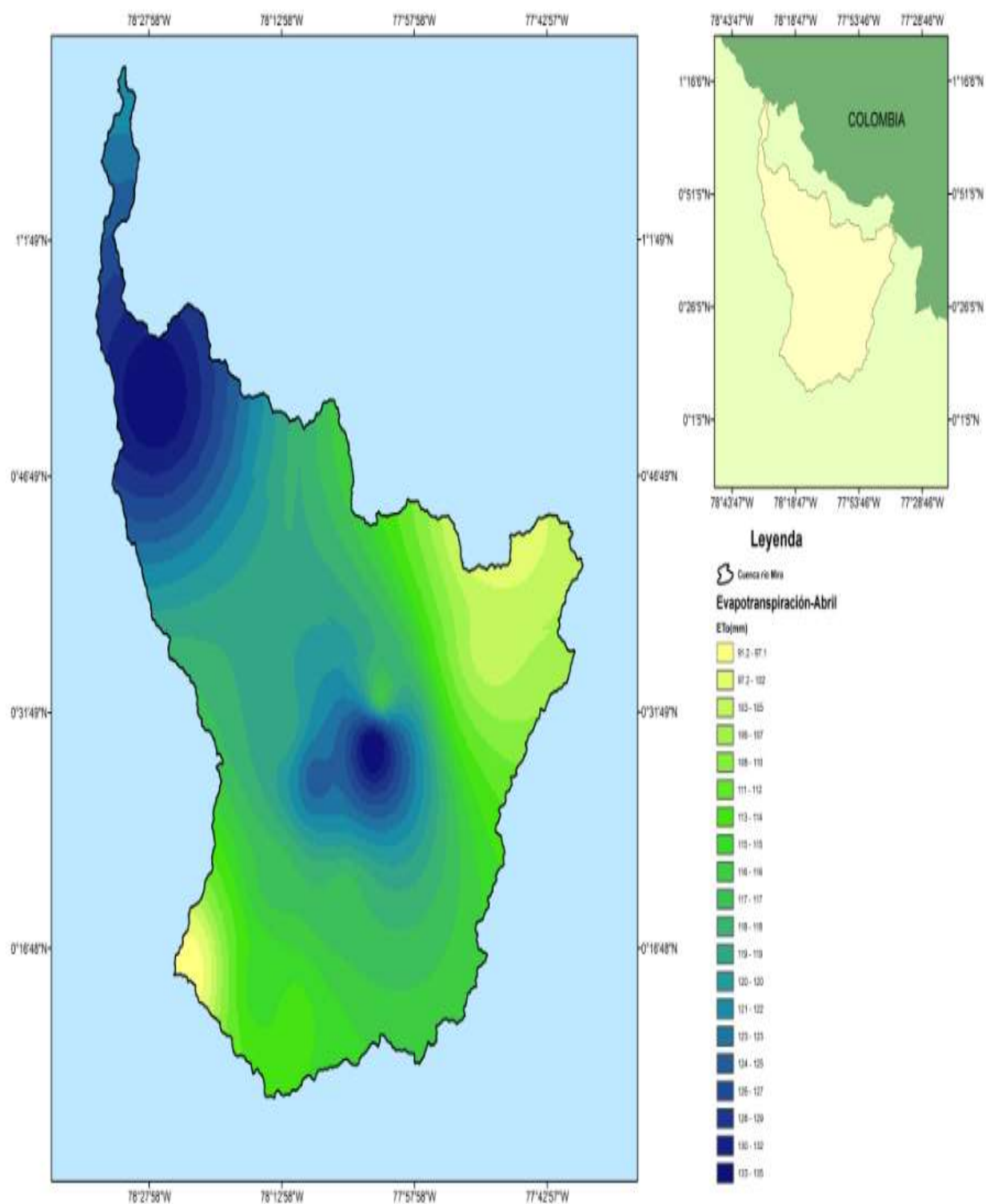
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN FEBRERO



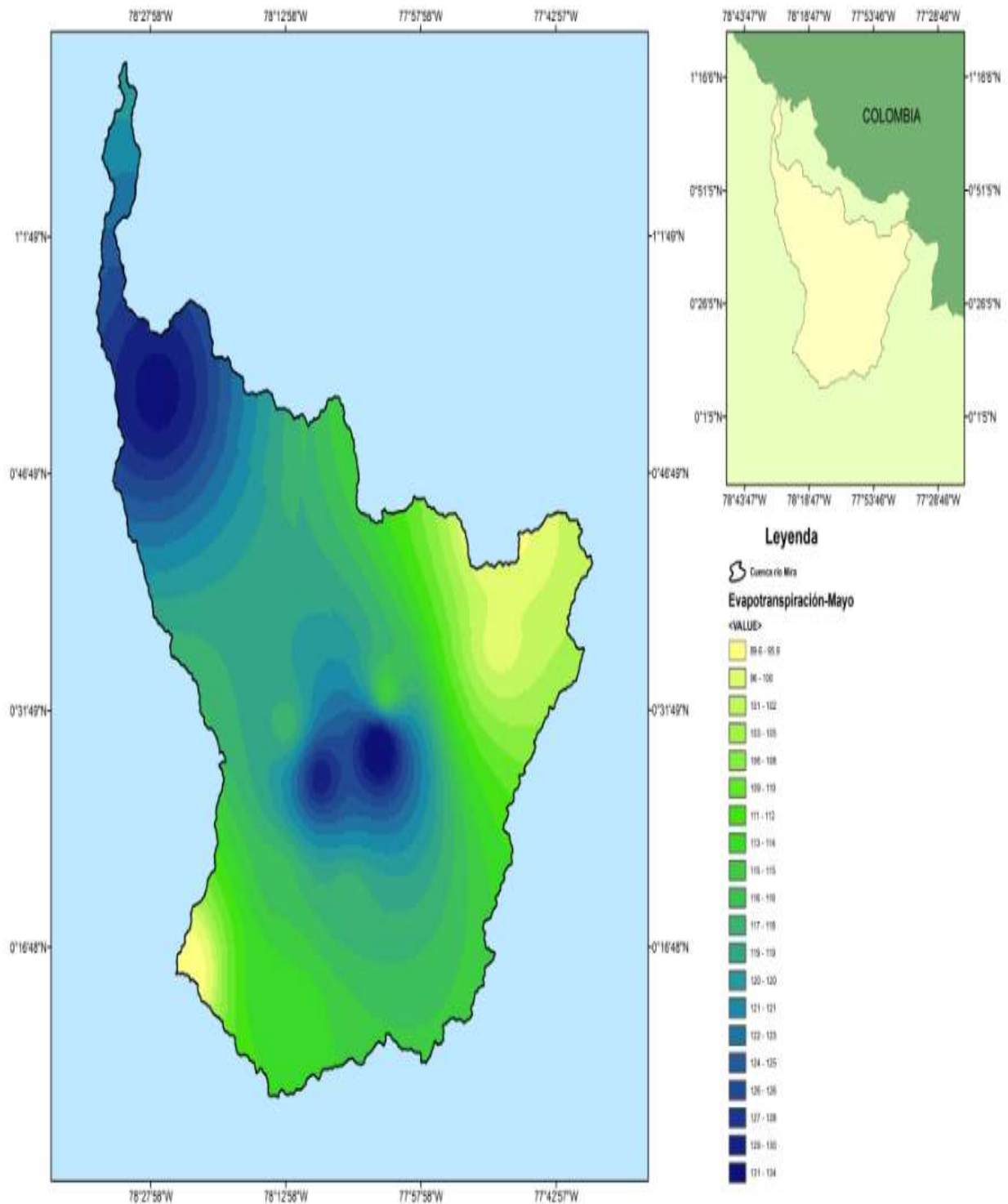
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN MARZO



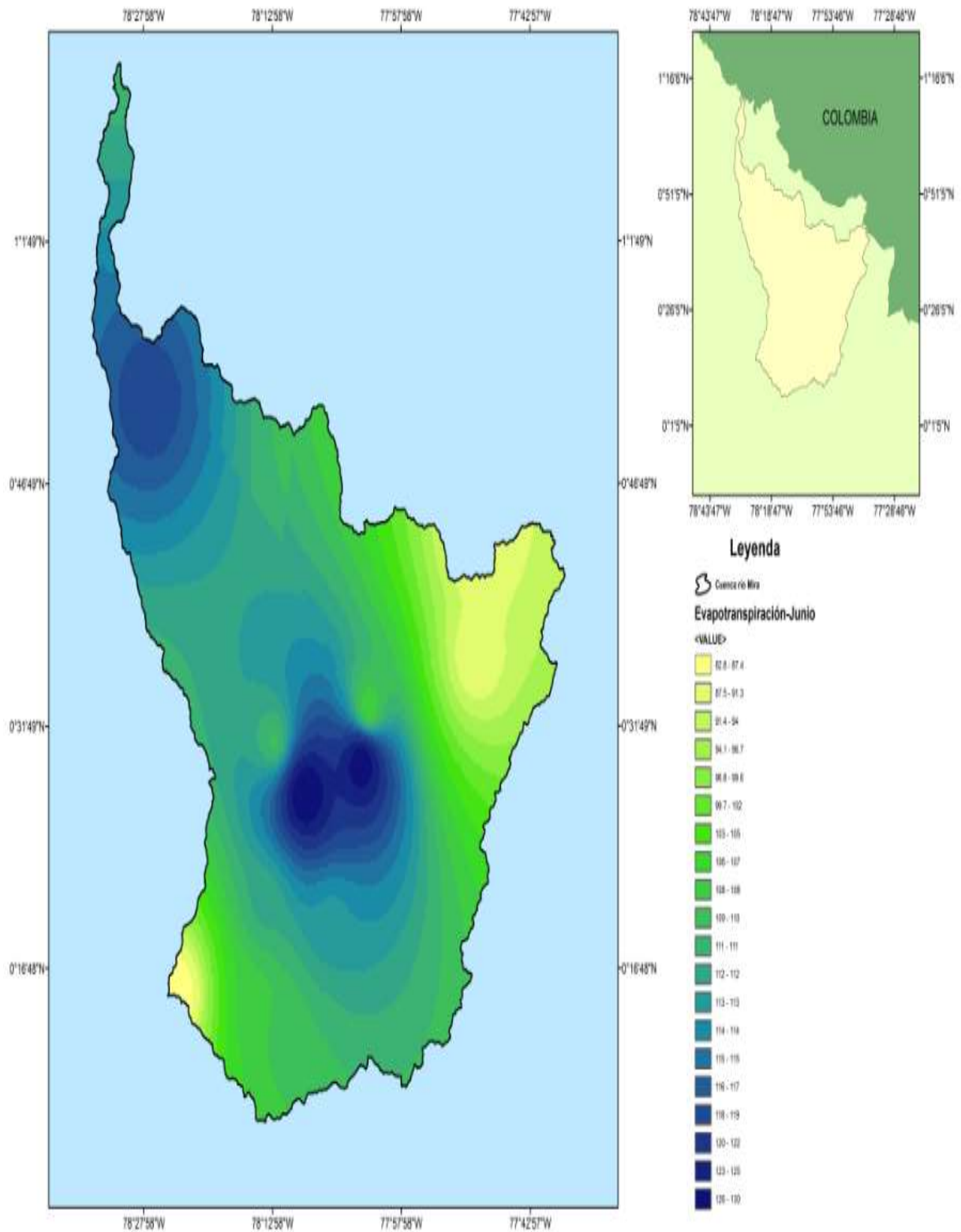
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN ABRIL



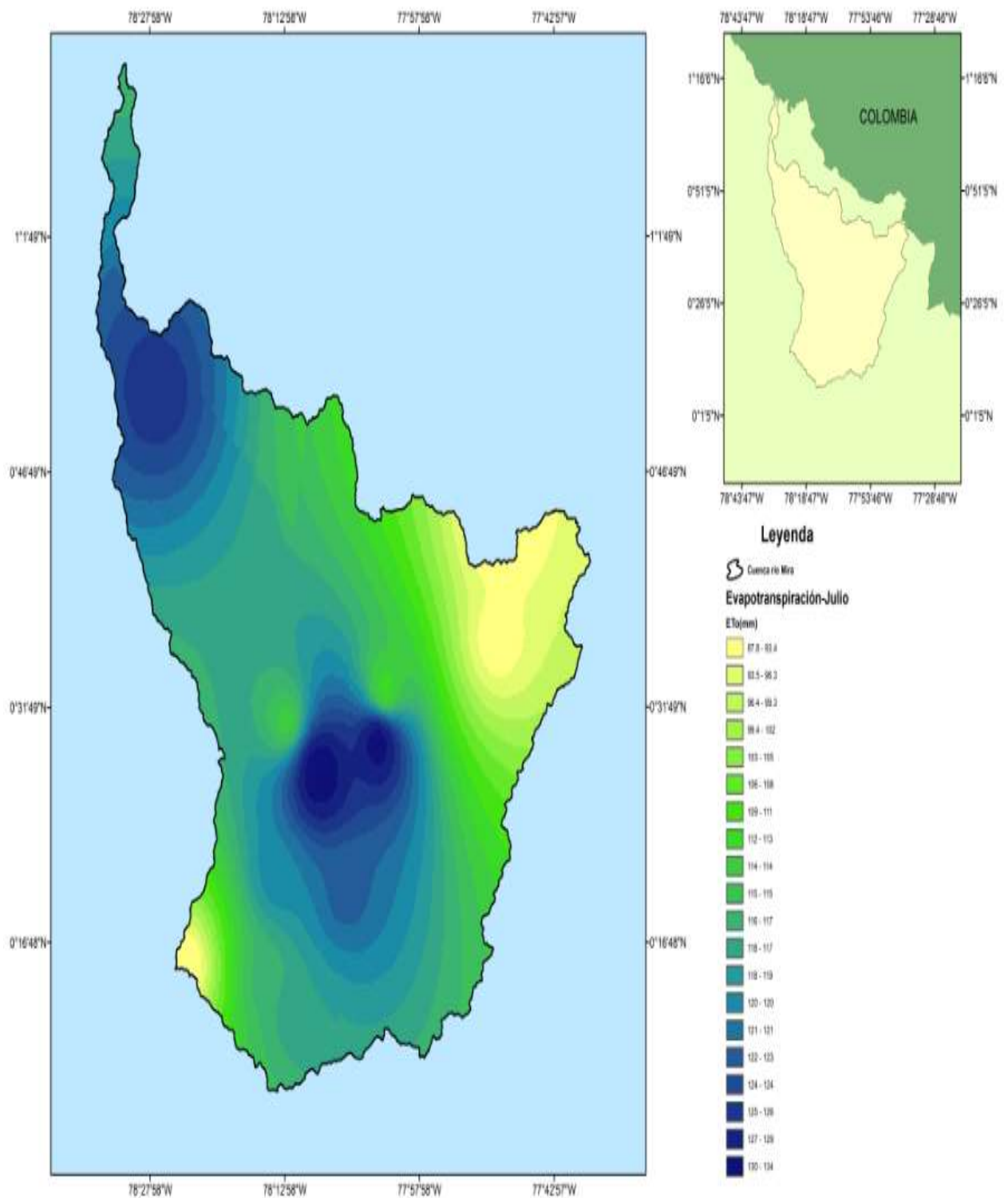
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN MAYO



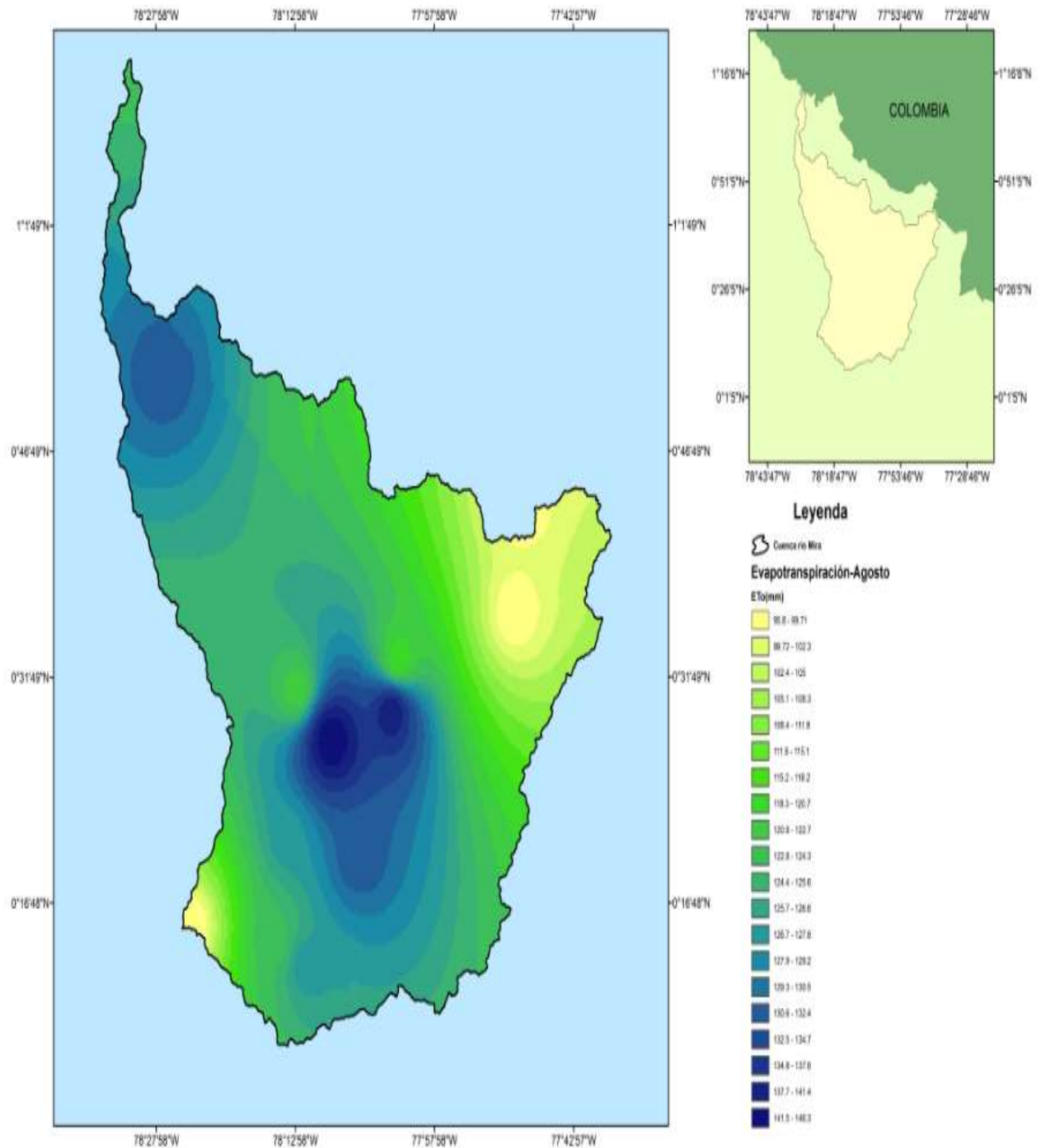
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN JUNIO



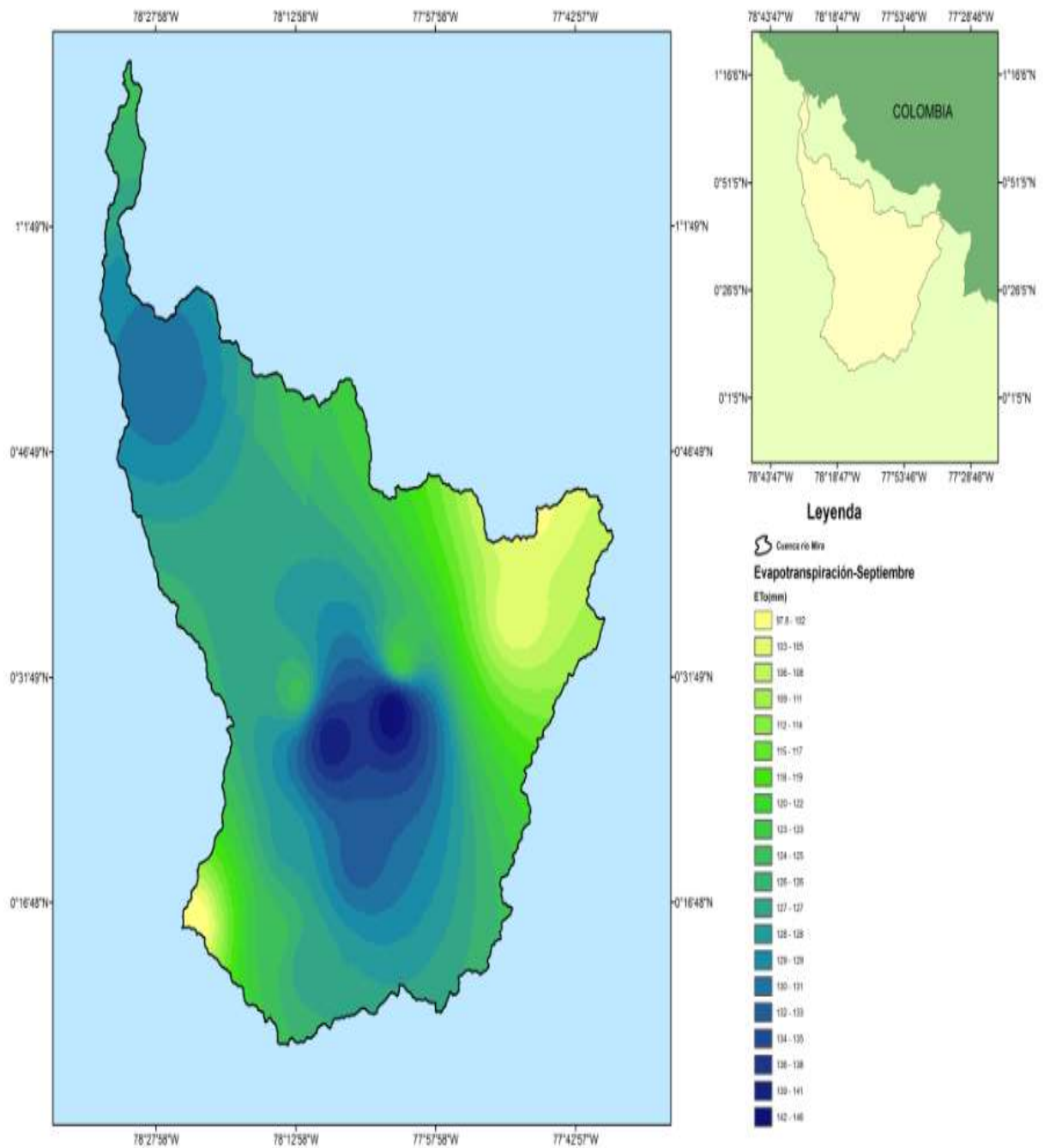
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN JULIO



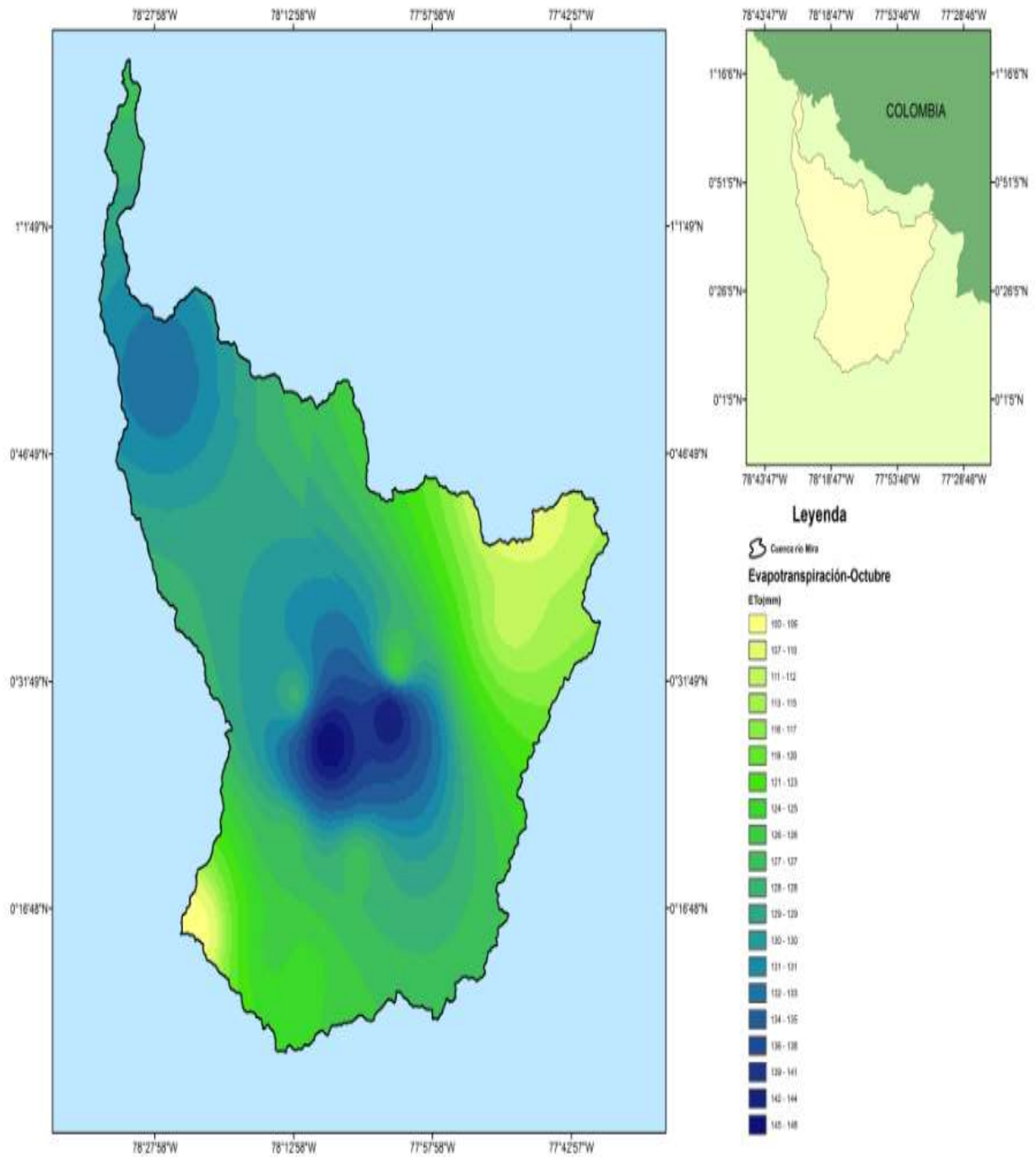
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN AGOSTO



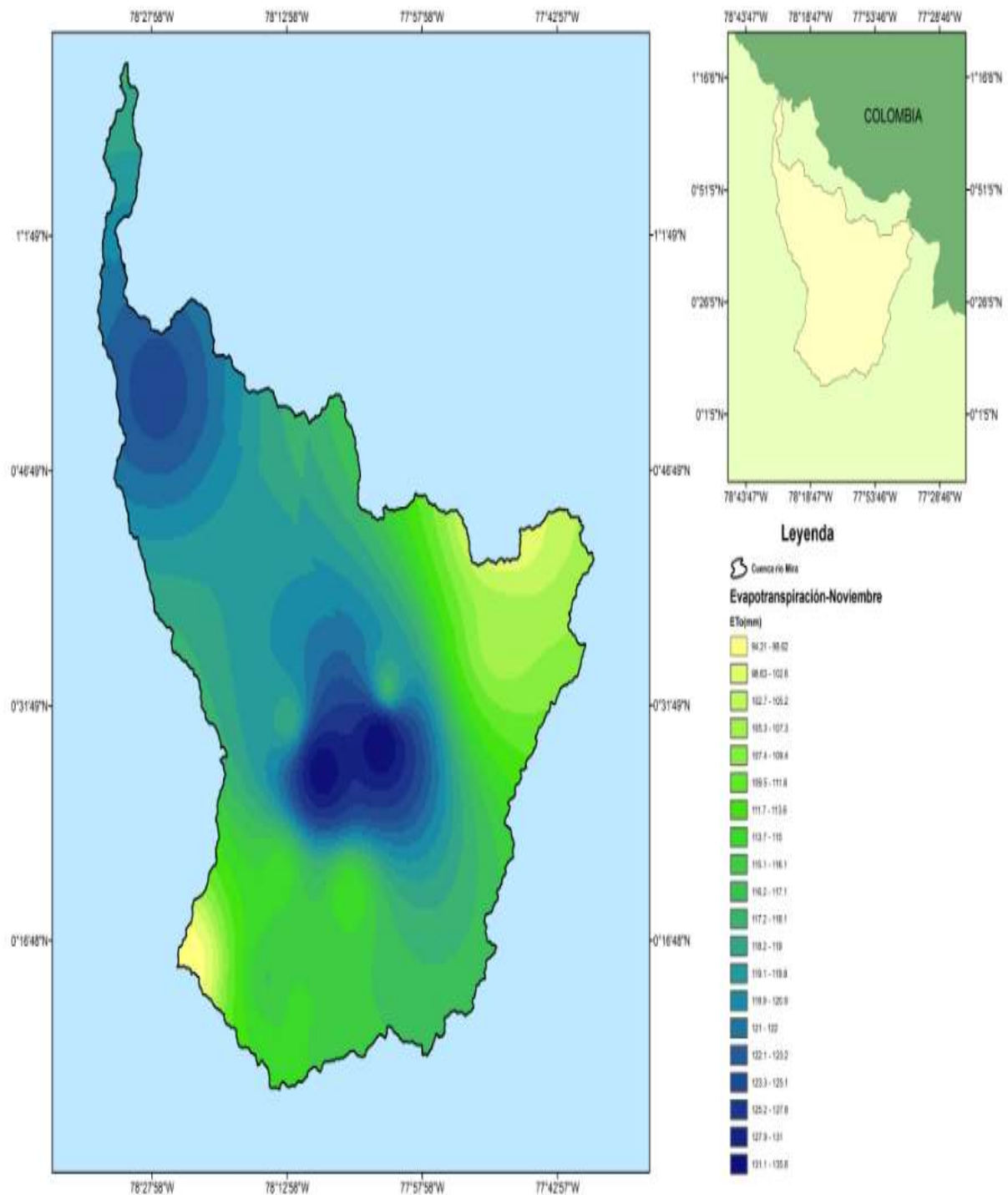
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN SEPTIEMBRE



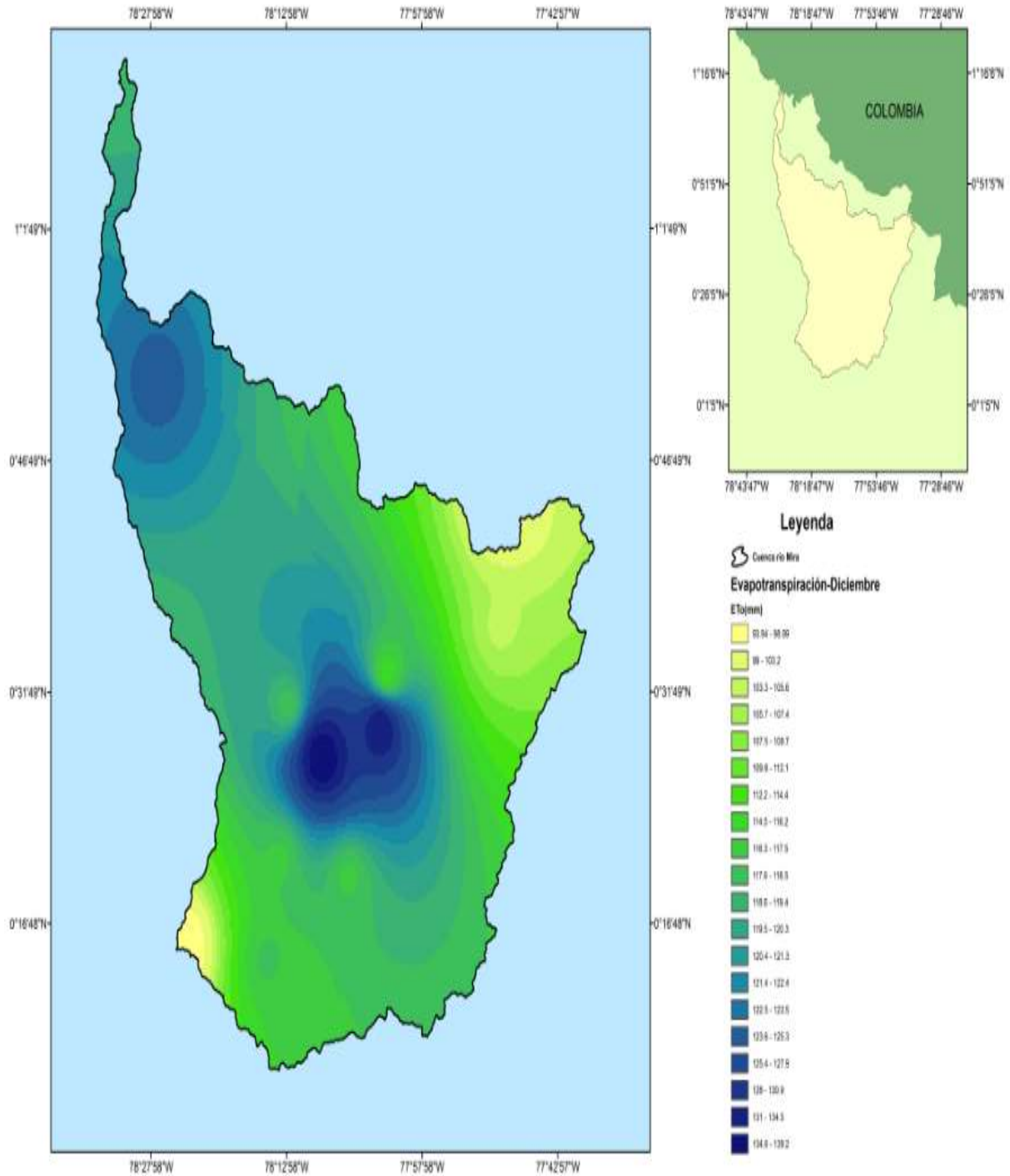
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN OCTUBRE



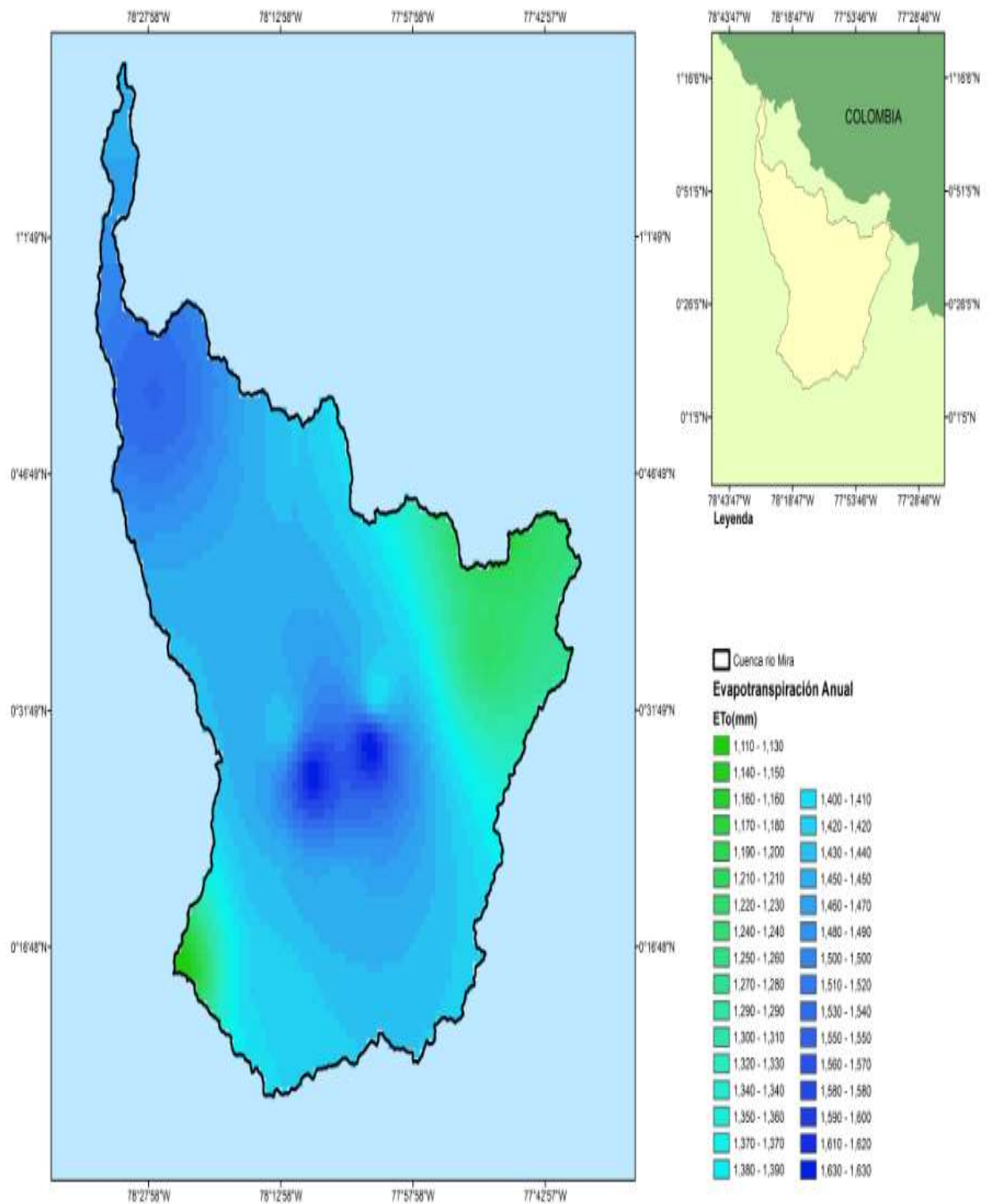
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN NOVIEMBRE



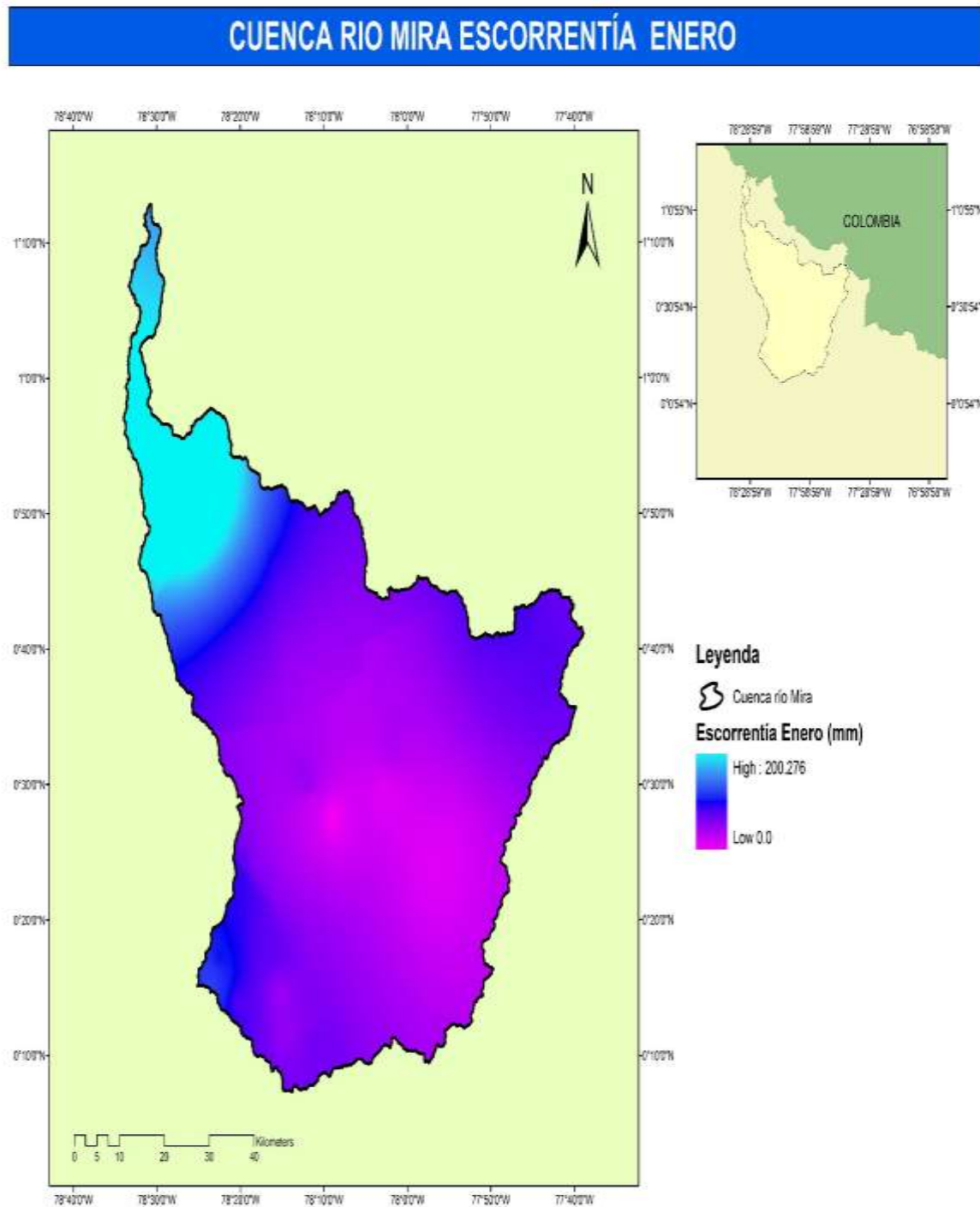
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN DICIEMBRE



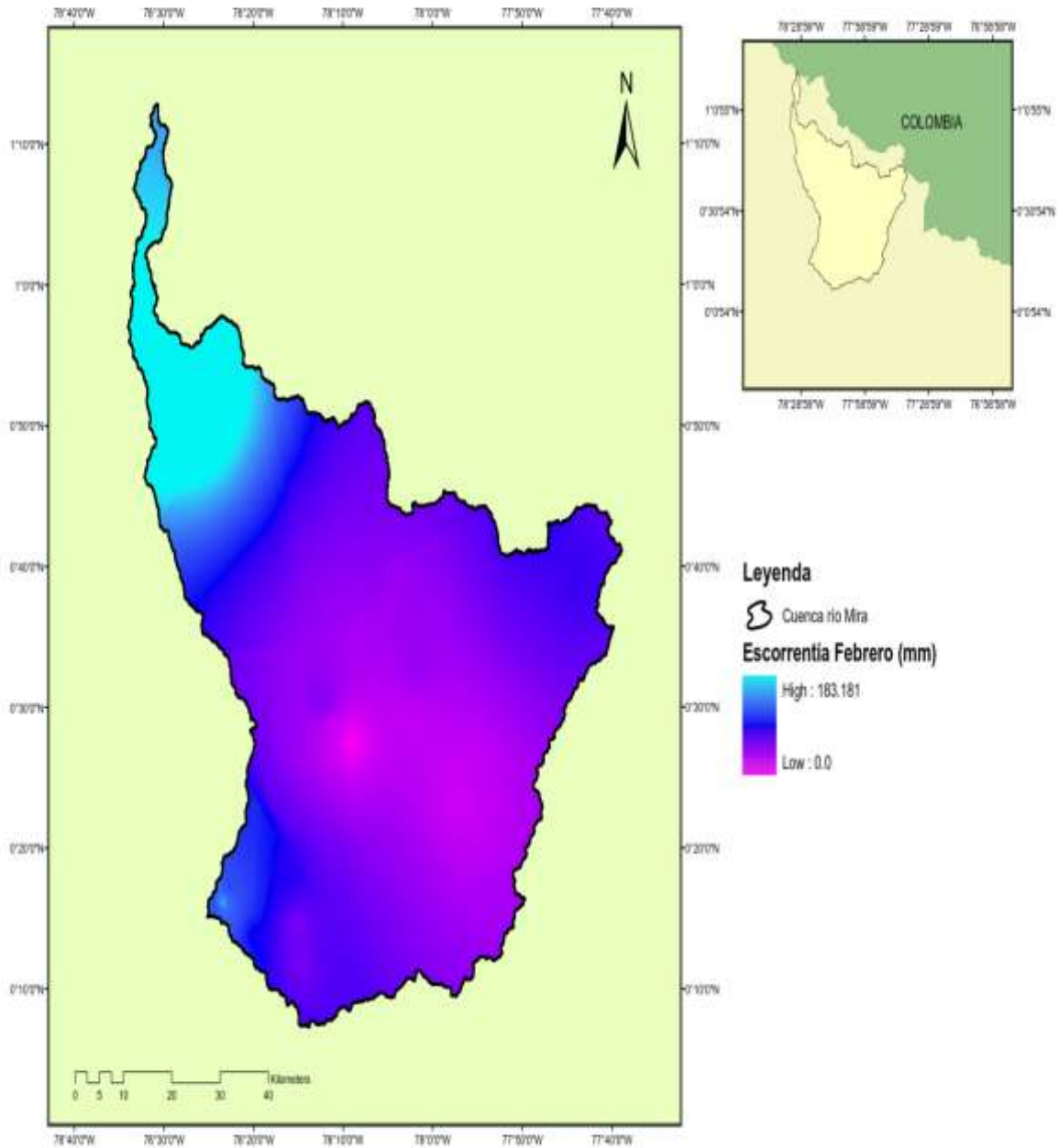
CUENCA DEL RIO MIRA EVAPOTRASPIRACIÓN ANUAL



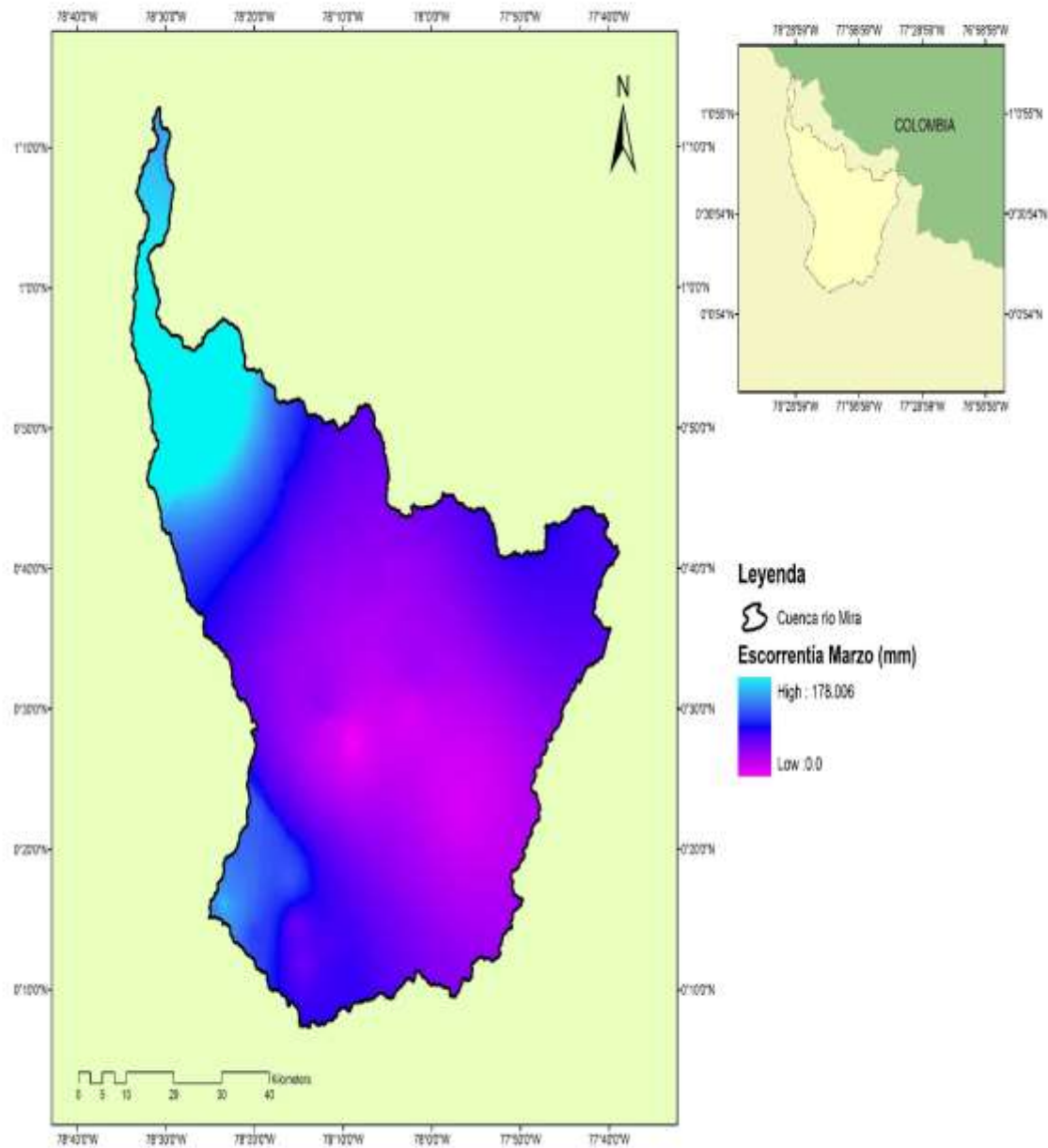
MAPAS DE ESCORRENTÍA MENSUAL (mm)



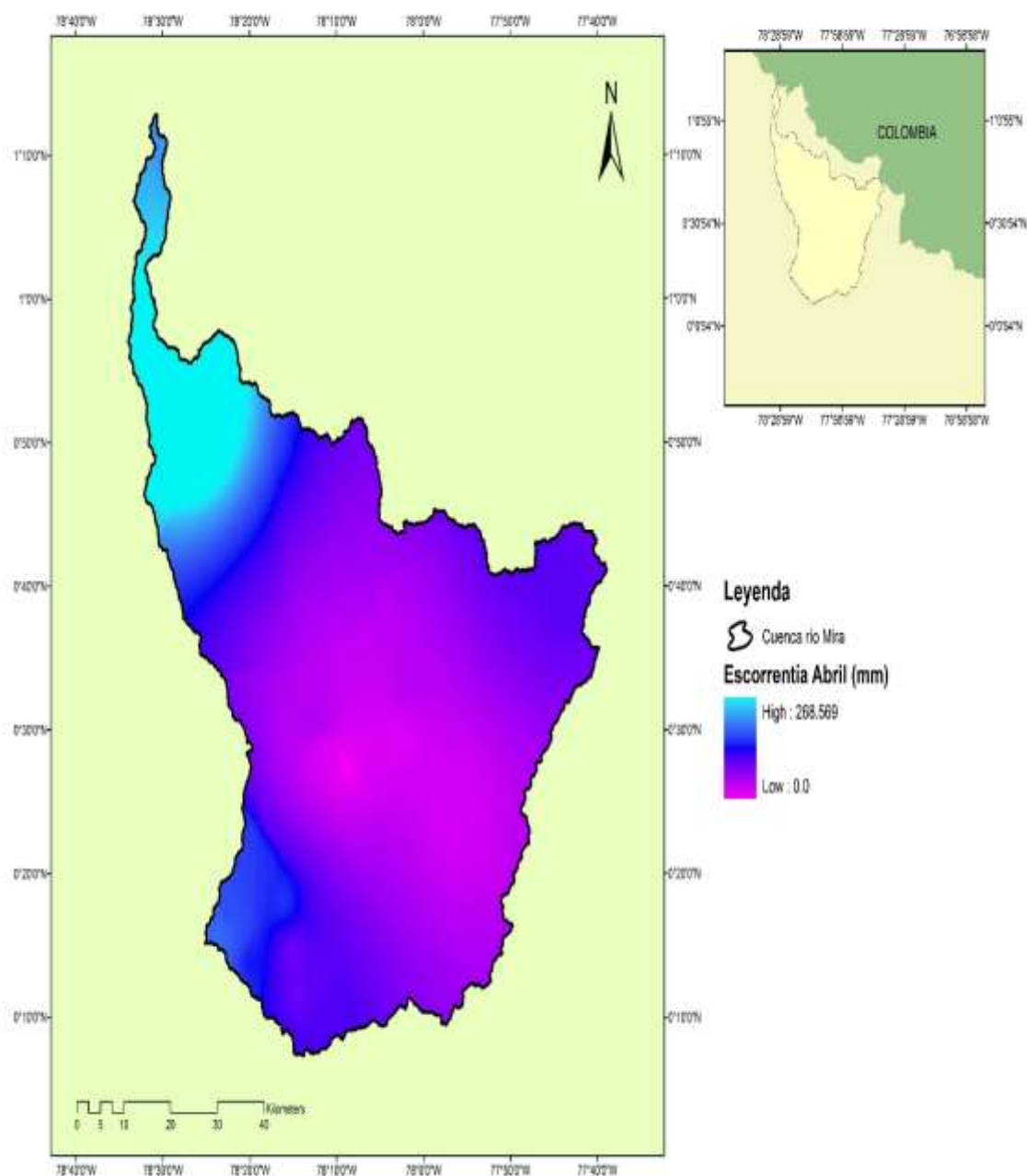
CUENCA RIO MIRA ESCORRENTÍA FEBRERO

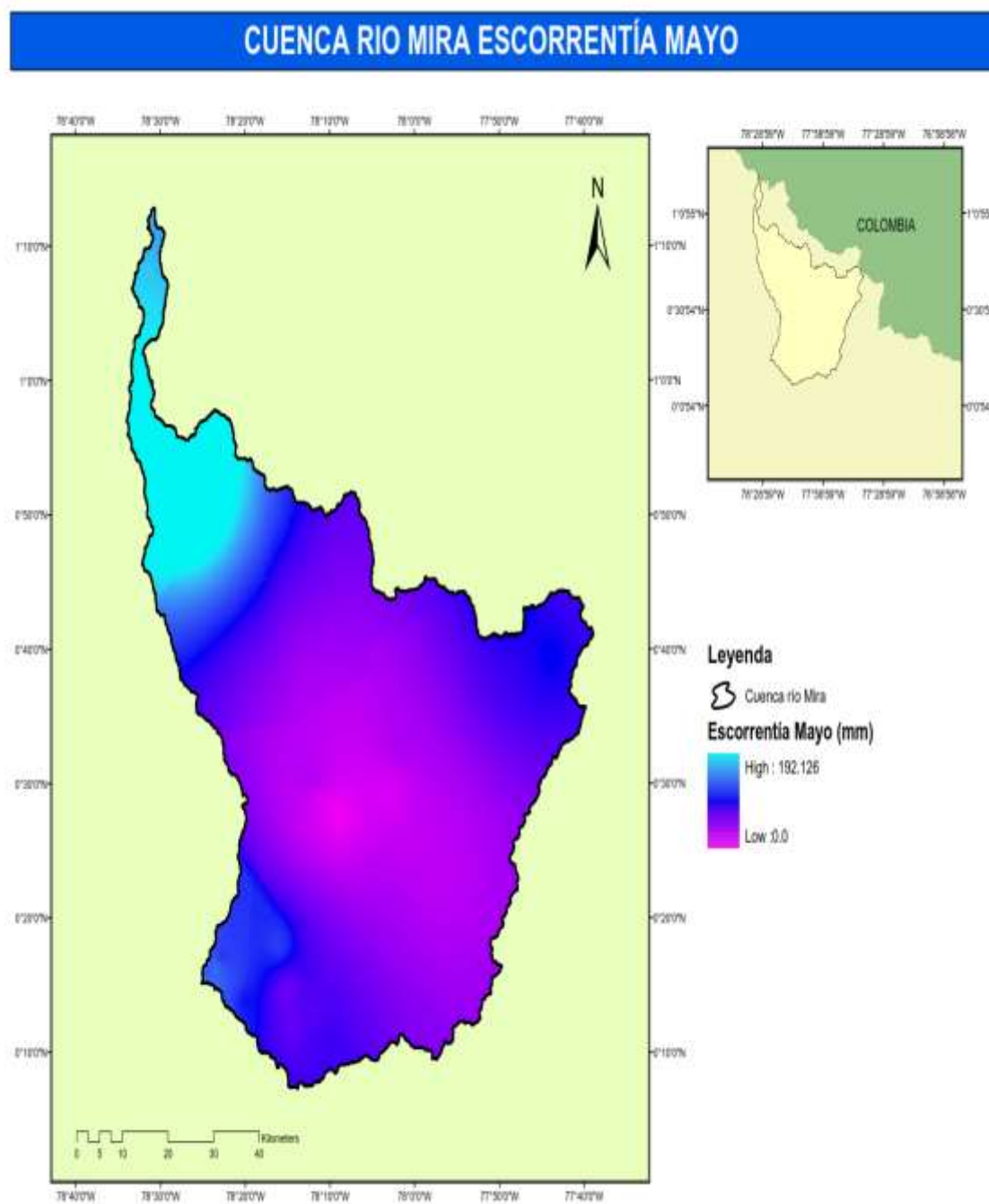


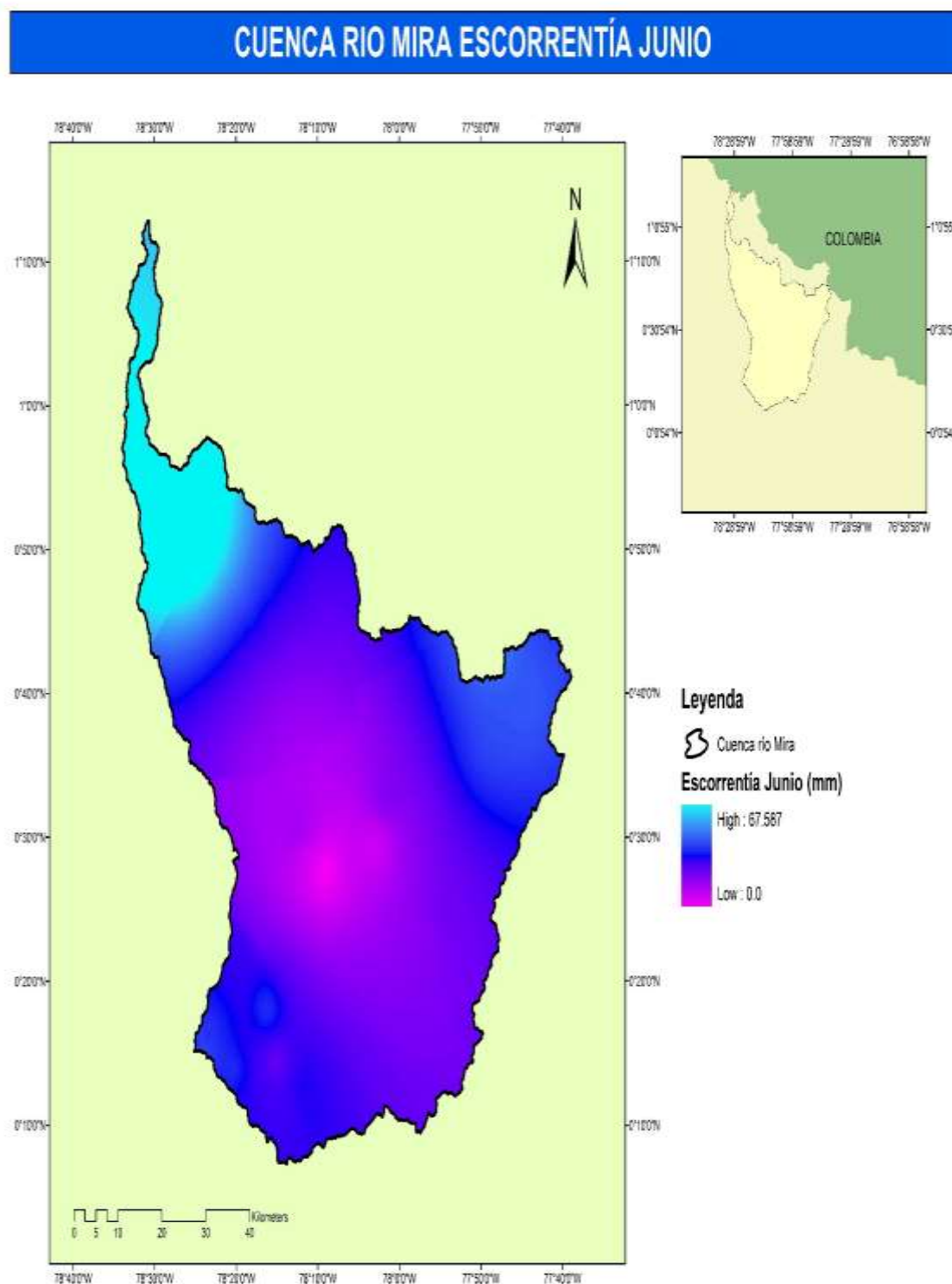
CUENCA RIO MIRA ESCORRENTÍA MARZO

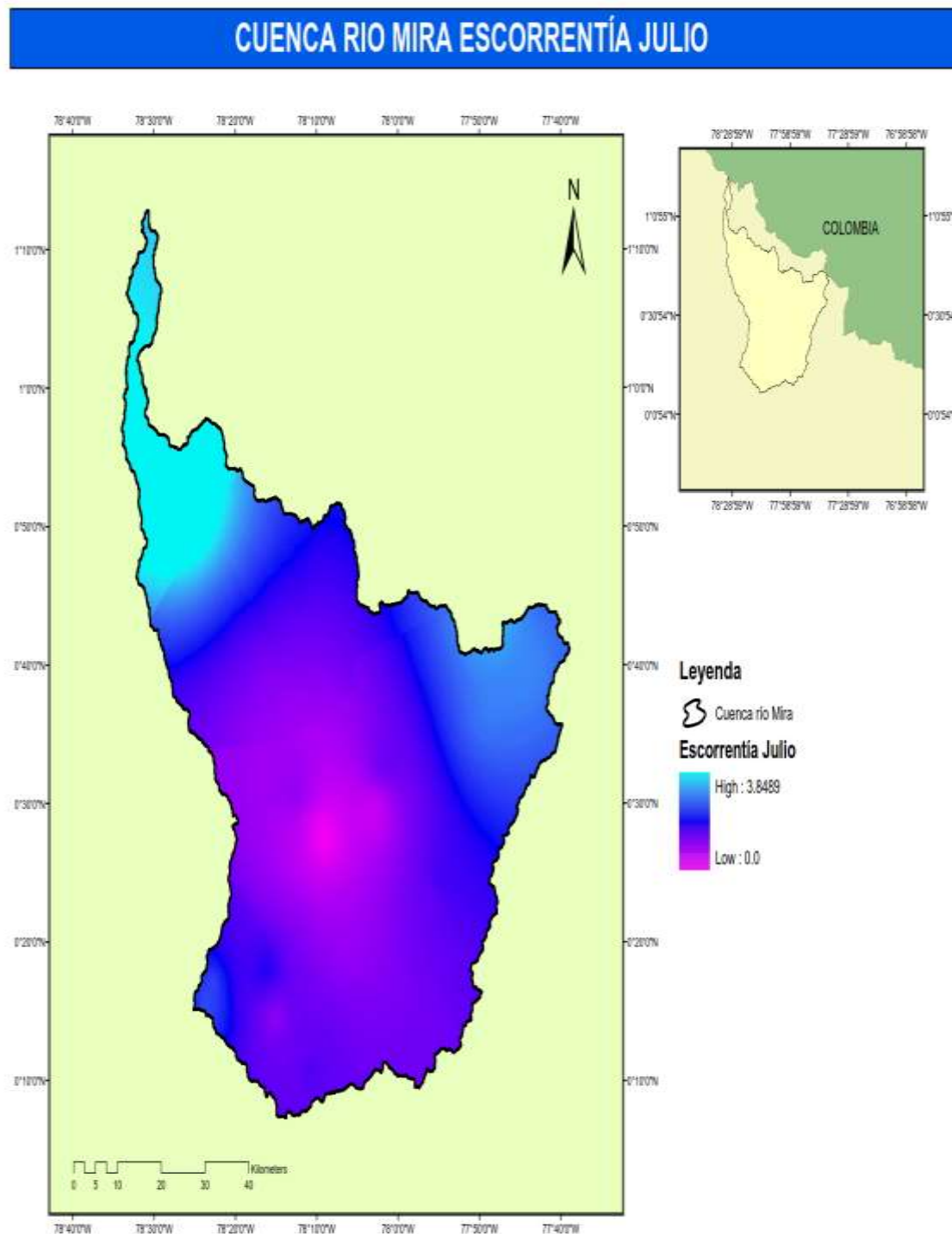


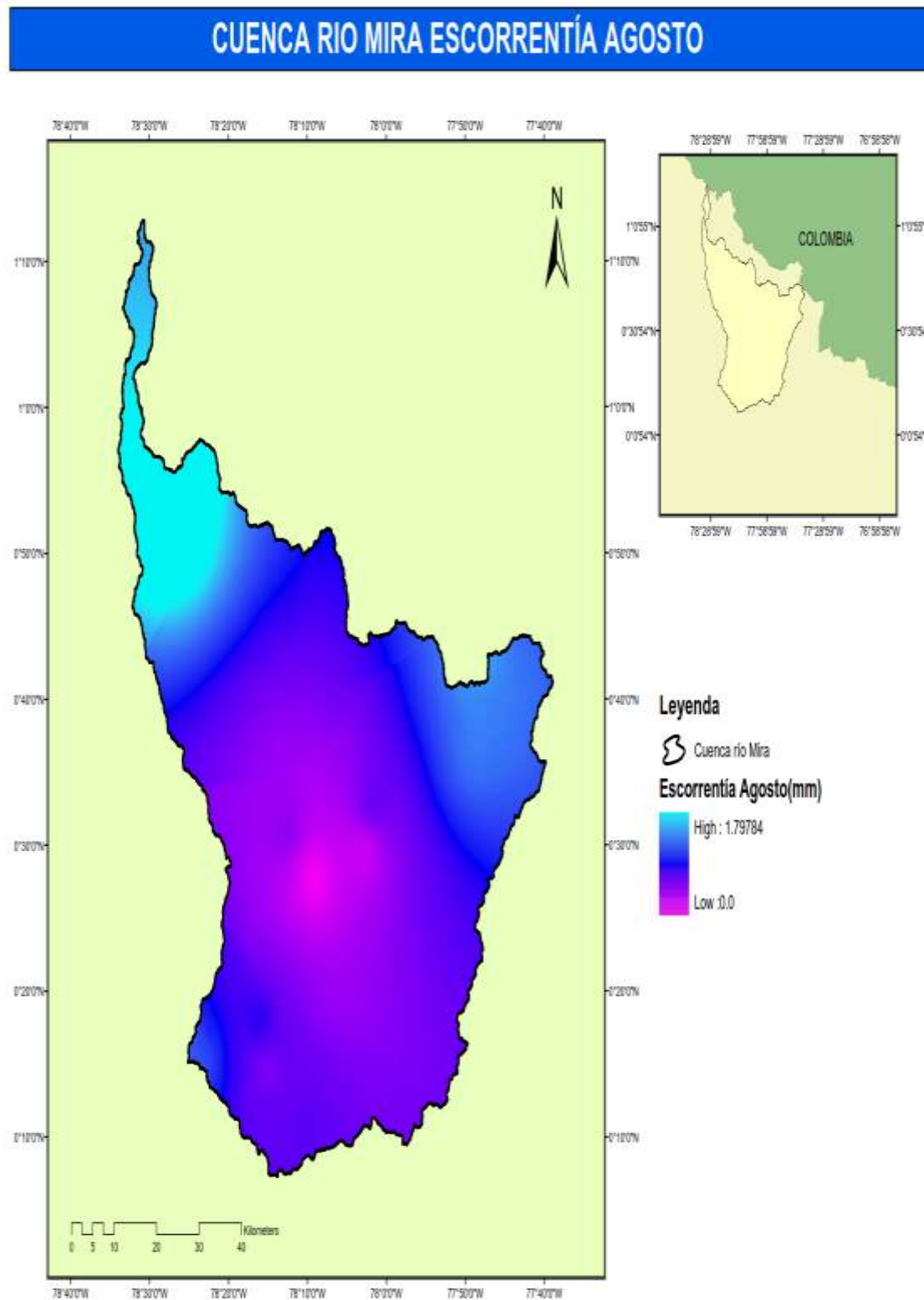
CUENCA RIO MIRA ESCORRENTÍA ABRIL



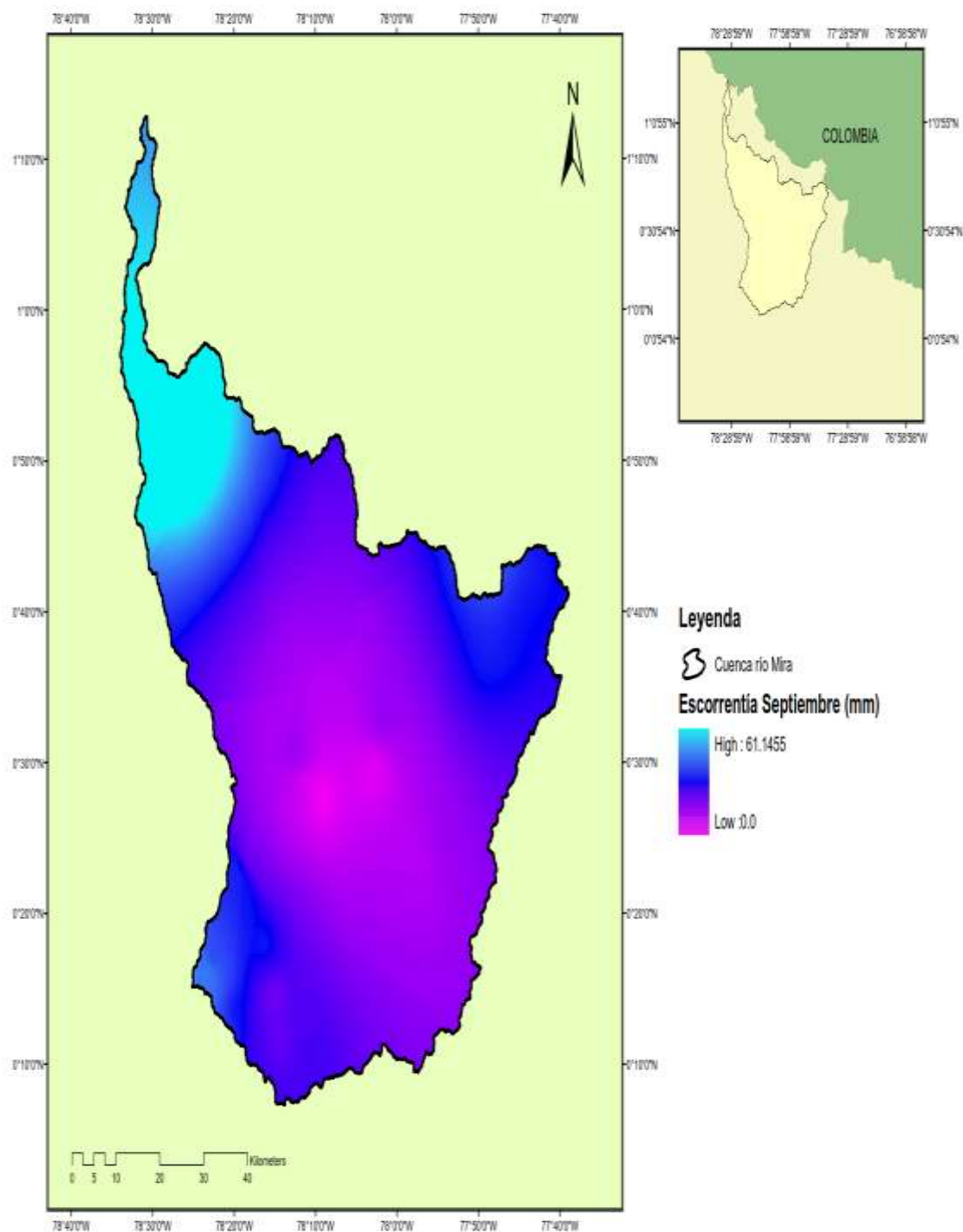


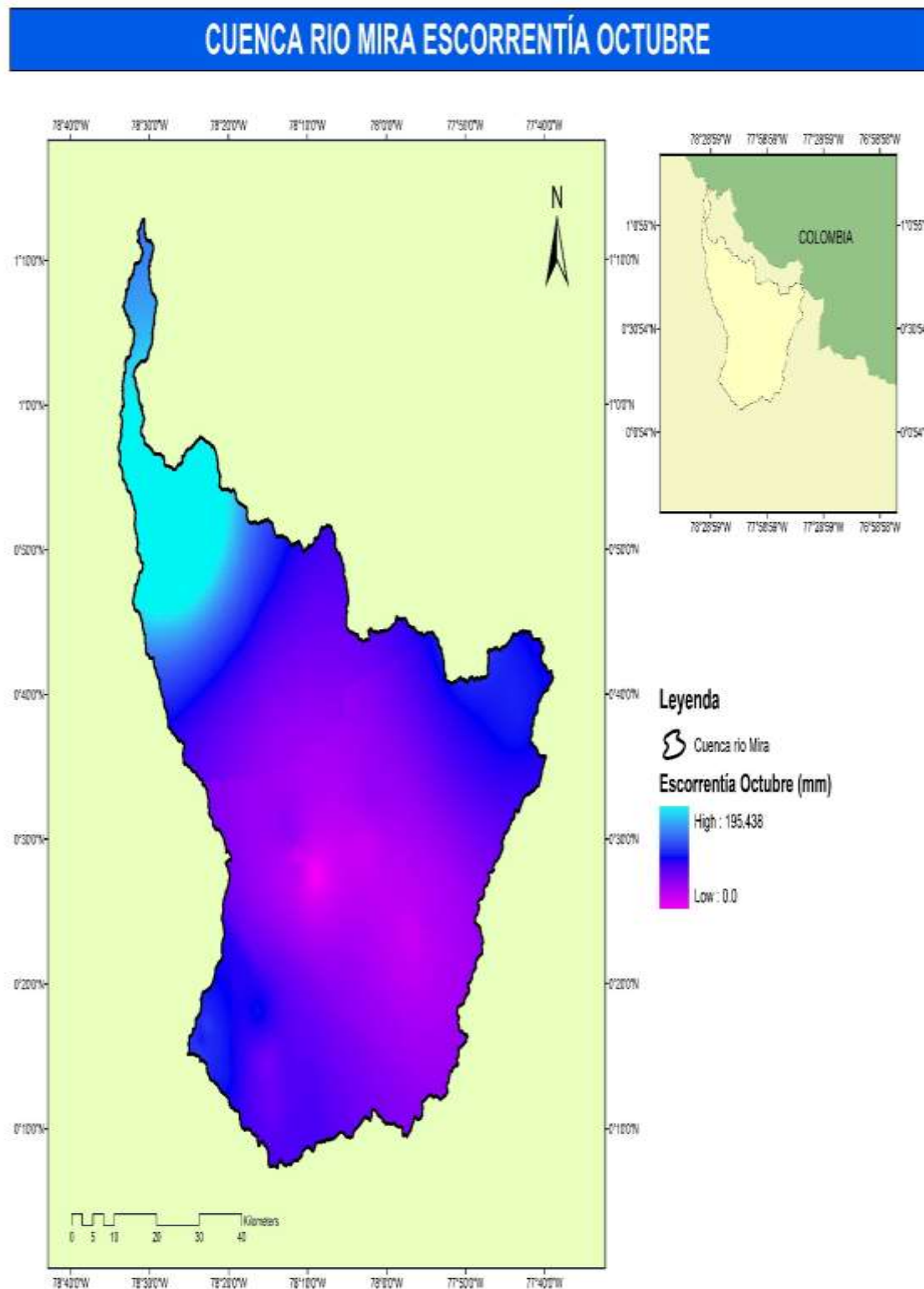




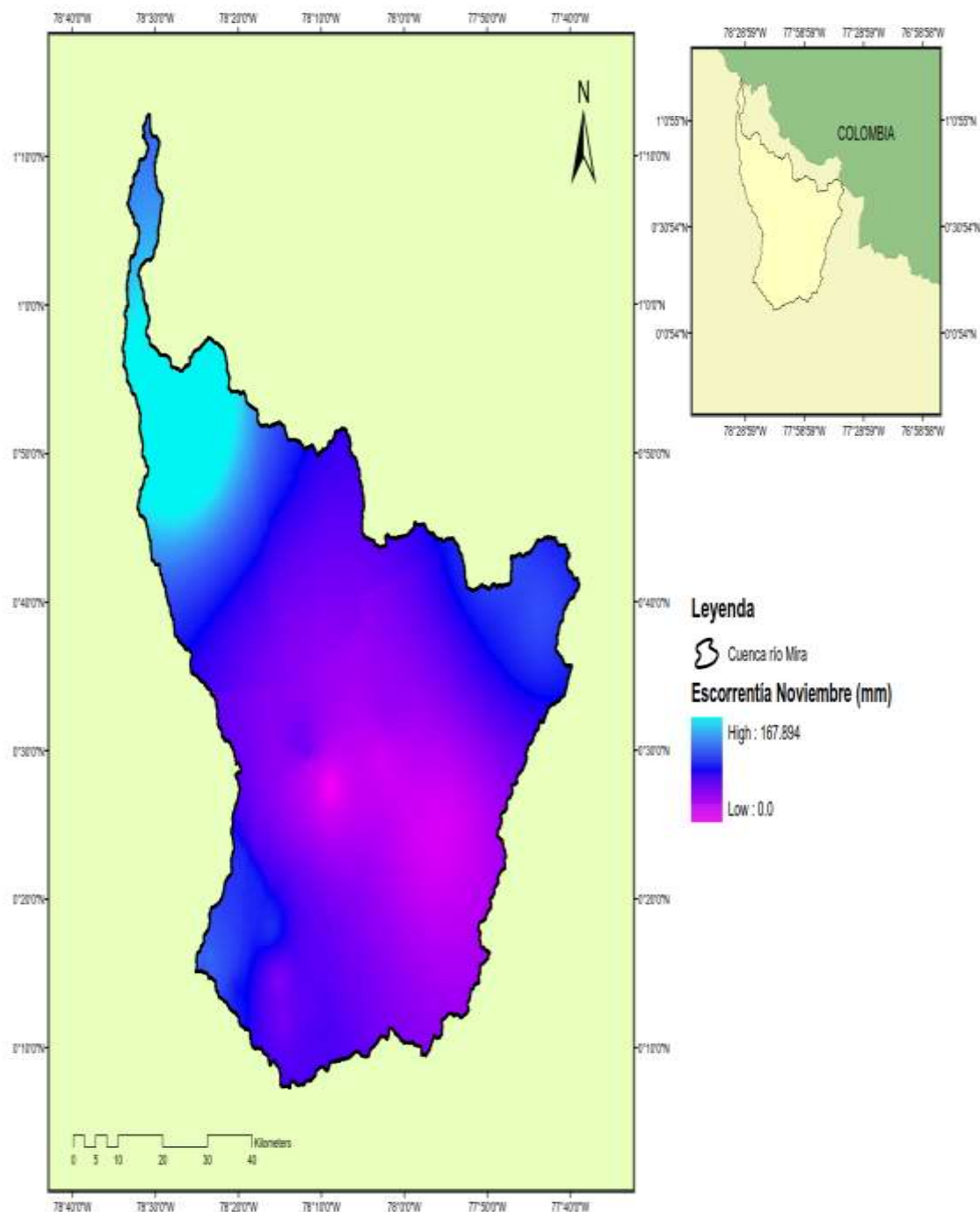


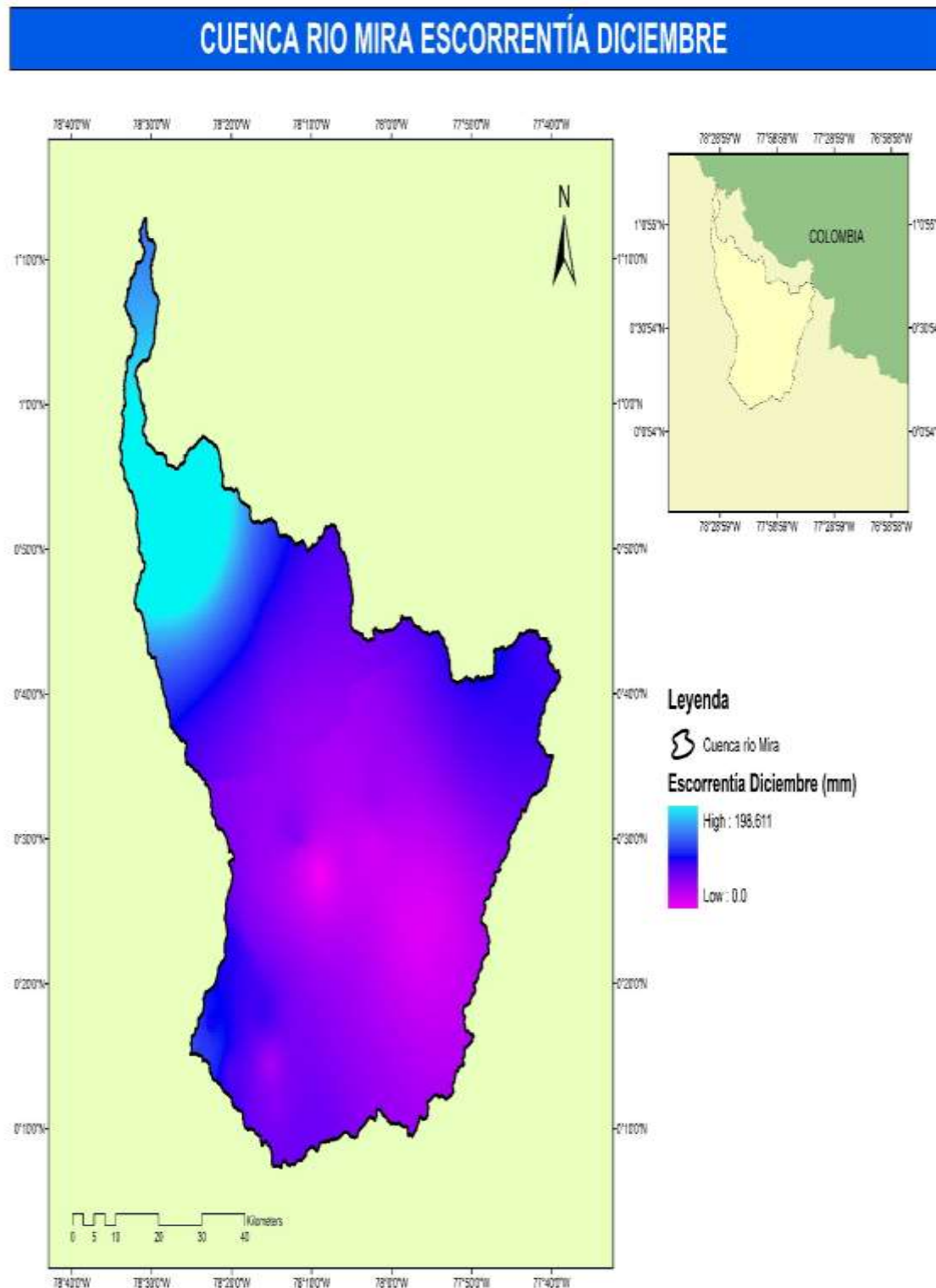
CUENCA RIO MIRA ESCORRENTÍA SEPTIEMBRE



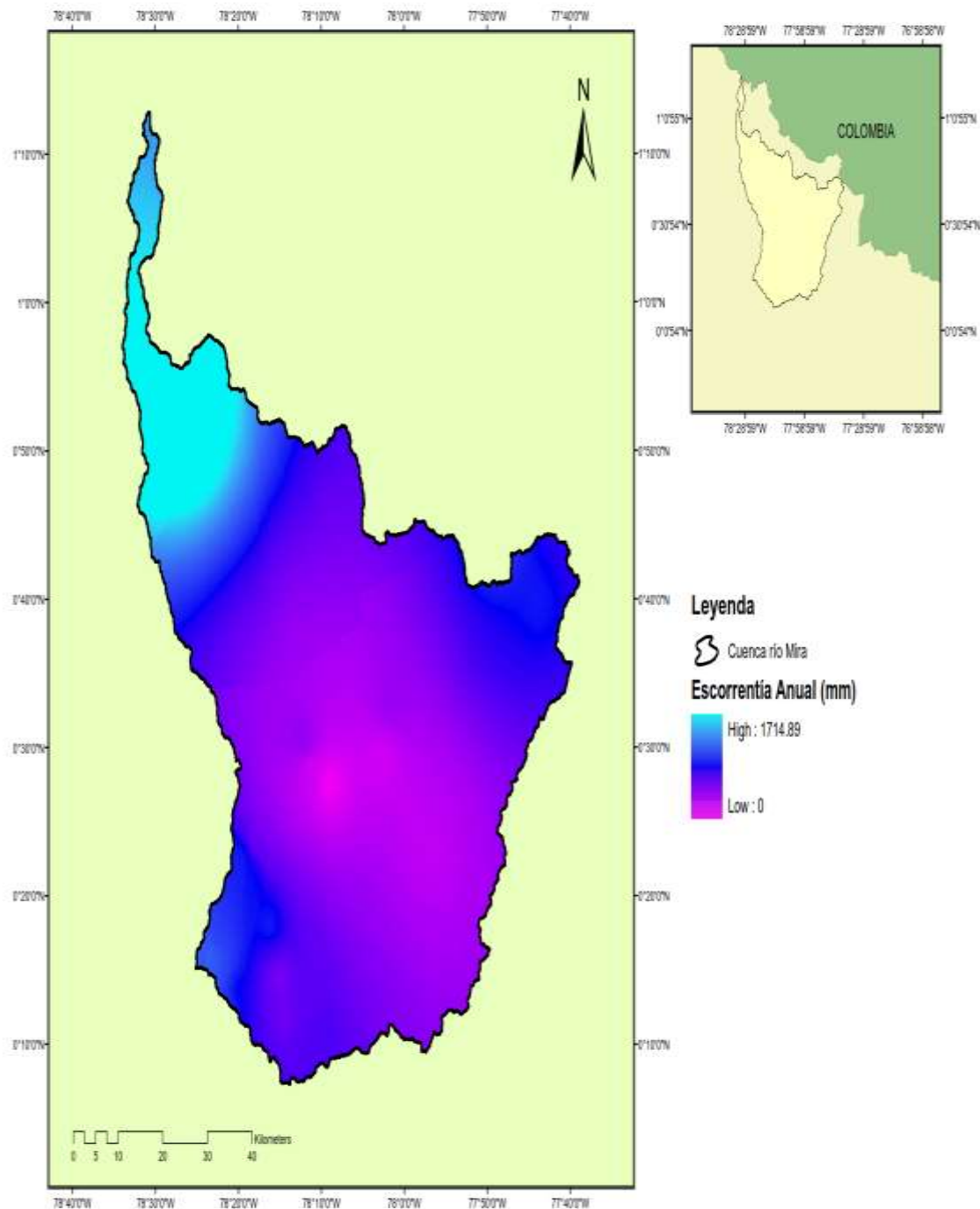


CUENCA RIO MIRA ESCORRENTÍA NOVIEMBRE





CUENCA RIO MIRA ESCORRENTÍA ANUAL



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una conclusión del estudio actual es que se han logrado los objetivos principales para la evaluación de agua de superficie en la Cuenca del Río Mira.
- Todos los datos hidrometeorológicos disponibles sobre precipitación, evaporación y caudales han sido compilados y rellenados para obtener series homogéneas.
- Los problemas estuvieron asociados con la baja cobertura espacial de las estaciones y calidad de los datos de caudales. Sin embargo se considera de manera general que son confiables los resultados en forma de series de caudales naturales.
- La temperatura media anual de la Cuenca varía desde los 9°C en las cabeceras de la cuenca a 3400 msnm, hasta 22°C en la Cuenca baja, pasando por 17 a 20°C en la zona de los valles secos.
- Se distinguen dos temporadas climáticas, la época seca y la época lluviosa con sus respectivos períodos de transición. La primera se presenta entre los meses de octubre a mayo y la segunda de junio a septiembre. En esta cuenca se observa claramente una distribución bimodal de las precipitaciones con dos picos máximos en octubre y en marzo y un mínimo en julio.
- La zona interandina presenta variaciones climáticas significativas, en las cumbres de las cordilleras existen áreas frías y húmedas con precipitaciones poco intensas pero persistentes. Por otro lado, la región del Chota presenta características muy especiales, con valles muy secos, precipitaciones anuales menores a 300 mm.
- En las cumbres de las cordilleras cuenca alta, con áreas frías y húmedas, la vegetación predominante es la paja y el frailejón. Por otro lado en la Cuenca media región del Chota, con valles muy secos, con mosaicos agropecuarios en sitios con acceso a sistema de riego, en la cuenca baja (Lita) la vegetación predominante son bosques subtropical y tropical.
- Analizando el balance hídrico, se puede visualizar una diferencia pronunciada en el clima entre la parte superior montañosa y la parte inferior de la Cuenca del Río Mira. La esorrentía natural aguas arriba de Mira en Carchi está en el orden de 600-800 mm/año, mientras aguas abajo presenta un valor de 1500 a 1714 mm/año.

VII. BIBLIOGRAFIA

Estrela, T., 1992. Metodología y Recomendaciones para la Evaluación de Recursos Hídricos. Centro de Estudios Hidrográficos.- Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, Madrid, España. 52 p.

Ordoñez, J, (Sociedad Geográfica de Lima, Foro Peruano para el Agua, 2012) Balance Hídrico Superficial, 41pp.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales – Servicio Hidrológico Nacional, 2005, Balance Hídrico Integrado y Dinámico, San Salvador, 118pp.

Sweco International, 2003, Diagnóstico Unificado y el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Sustentable de las Cuencas Hidrográficas Binacionales Mira-Mataje y Carchi-Guaitara.

Heras, R. (1983). Recursos Hídricos Síntesis Metodología y Normas. Edita Coope- rativa de Publicaciones del colegio de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos. Almagro, 42 –Madrid. 4361 p