



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE IBARRA**

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA

“ESTUDIO FLUVIOMORFOLÓGICO EN UNA SECCIÓN DEL RÍO MIRA PARA SU MONITOREO Y SEGUIMIENTO, MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA MODELO HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER – HYDROLOGICAL MODELLING SYSTEM (HEC-HMS) PARA EL DISEÑO DE UNA CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA DE RIESGOS”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Línea 2: Ambiente y biodiversidad
Sublínea 2.2 Impactos Ambientales

AUTOR: CRISTIAN STEPHAN ANDRADE LASSO

ASESOR: Dr. CÉSAR ZULETA. Ph.D

IBARRA – 2018


Ibarra, 04 de mayo del 2018

Dr. César Zuleta. Ph.D

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)  _____

Dr. ALONSO ZULETA. Ph.D
C.C: 1001037546



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI):

(f)

Zuleta

Asesor

Dr. CÉSAR ZULETA. Ph.D
C.C: 1001037546

(f)

Diego Mejía

Lector

Mgs. DIEGO MEJÍA
C.C: 1001912961

(f)

Paola Chávez

Lectora

Mgs. PAOLA CHÁVEZ
C.C: 1002744090



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Cristian Stephan Andrade Lasso, declaro conocer y aceptar la disposición del Art.165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos, de disponer de sus derechos o autorizar las situaciones de sus obras o presentaciones a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinan. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 04 de mayo de 2018



Andrade Lasso Cristian Stephan

C.C: 1003302617



PUCE



AUTORÍA

Yo, Cristian Stephan Andrade Lasso, portador de la Cédula de Ciudadanía N° 1003302617, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

① CRISTIAN ANDRADE LASSO

Cristian Stephan Andrade Lasso

C.C: 1003302617

PUCE



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Cristian Stephan Andrade Lasso, portador de la Cédula de Ciudadanía N° 1003302617, autor del trabajo de grado intitulado “Estudio fluviomorfológico en una sección del río Mira para su monitoreo y seguimiento, mediante el uso del programa modelo Hydrologic Engineering Center – Hydrological Modelling System (HEC - HMS) para el diseño de una cartografía hidrológica de riesgos”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniero en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, declaro:

- 1) Tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital, una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 2) Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, 04 de mayo de 2018

Cristian Stephan Andrade Lasso
C.C: 1003302617

Índice General

Tema	I
Asesor	II
Aprobación del Tribunal	III
Acta de Cesión de Derechos	IV
Autoría	V
Declaración y Autorización	VI
Índice General.....	VII
Índice de Tablas	X
Índice de Figuras.....	XI
Índice de Anexos	XII
1. Resumen.....	XIII
2. Abstrac	XIV
3. Introducción	3
3.1 Justificación	5
3.2 Objetivos.....	5
3.2.1 Objetivo General	5
3.2.2 Objetivos Específicos.....	5
3.3 Pregunta Directriz	5
4. Estado del Arte.....	6
4.1 Agua.....	6
4.2 Hidrología	6
4.3. Ciclo Hidrológico	6
4.3.1 Balance Hídrico.....	7
4.3.2 Parámetros del Balance Hídrico.....	8
4.3.3 Evaluación de la Información Hidrológica	9
4.4 Cuencas Hidrográficas	9
4.4.1 Cuencas Hidrográficas en el Ecuador	10
4.5 Hidrografía de la Provincia de Imbabura.....	10
4.6 Cuenca del río Mira	11
4.6.1 Estaciones Hidrometeorológicas presentes en la Cuenca del río Mira	11

4.7 Cartografía Hidrológica de Riesgos.....	12
5. Materiales y Métodos.....	13
5.1 Materiales y Equipos	14
5.2 Métodos	14
5.3 Georreferenciación.....	14
5.3.1 Elaboración de cartografía temática.....	15
5.4 Caracterización del área de estudio	15
5.4.1 Medio abiótico	15
5.4.2 Medio biótico	15
5.5 Variables de control.....	16
5.5.1 Puntos de monitoreo.....	16
5.5.2 Medición	16
5.5.3 Frecuencia	17
5.5.4 Mediciones de caudal.....	17
5.6 Estudio Hidrometeorológico.....	18
5.6.1 Datos hidrológicos	18
5.6.2 Datos meteorológicos.....	18
5.7 Metodología para la caracterización de la cuenca	18
5.8 Periodo de retorno.....	19
5.9 Metodología de la implementación del modelo.....	19
5.10 Metodología a utilizarse en la cartografía hidrológica de riesgos	20
5.11 Socialización de resultados	20
6. Resultados y Discusión.....	21
6.1 Características del área de estudio	21
6.2 Línea Base.....	22
6.2.1 Medio Abiótico	22
6.2.2 Medio Biótico.....	22
6.2.3 Aspecto socioeconómico y cultural	22
6.3 Puntos de monitoreo	24
6.4 Información disponible	24
6.5 Estaciones Meteorológicas	25
6.5.1 Precipitación registrada.....	25
6.5.2 Temperatura registrada.....	30

6.6 Estaciones Hidrológicas.....	31
6.6.1 Caudal registrado	31
6.7 Cálculo de periodos de retorno	34
6.8 Modelización Hidrológica	37
6.8.1 Desarrollo.....	38
6.8.2 Modelo de la cuenca.....	38
6.8.3 Parámetros concernientes al análisis del sitio	39
6.9 Metodología en el uso del programa HEC-HMS.....	42
6.9.1 Modelo de la cuenca hidrográfica utilizando HEC-HMS	42
6.9.2 Herramientas de conexión hídrica para el uso del programa HEC-HMS	45
6.9.3 Conexiones hídricas en el modelo básico de la cuenca.....	46
6.9.4 Parámetros utilizados para el análisis del sitio.....	47
6.9.5 Datos para la elaboración del hietograma	49
6.9.6 Configuración del modelo meteorológico.....	51
6.9.7 Configuración de especificaciones de control.....	52
6.9.8 Creación del cómputo de simulación	52
6.10 Resultados logrados en la simulación.....	53
6.11 Discusión	56
7. Conclusiones.....	62
8. Recomendaciones	64
9. Referencias Bibliográficas	65
10. Certificado Antiplagio	68
11. Anexos	69

Índice de Tablas

Tabla 1: Estaciones hidrometeorológicas presentes en la cuenca del río Mira.	12
Tabla 2: Variables de control.....	16
Tabla 3: Puntos de monitoreo registrados con GPS Garmin	23
Tabla 4: Puntos de monitoreo registrados con GPS Garmin	24
Tabla 5: Cálculo de Periodos de Retorno de los datos obtenidos en la estación hidrológica H015.....	35
Tabla 6: Parámetros físico morfo métricos utilizados para el modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira.....	40
Tabla 7: Modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira utilizando el programa HEC-HMS	44
Tabla 8: Herramientas de conexión hídrica	46
Tabla 9: Conexiones hídricas en el modelo básico de la cuenca	47
Tabla 10: Conexiones hídricas realizadas en el modelo básico de la cuenca	47
Tabla 11: Parámetros utilizados para el análisis de la cuenca	48
Tabla 12: Parámetros utilizados para el análisis de pérdida	48
Tabla 13: Parámetros utilizados para el análisis de transformación.....	49
Tabla 14: Parámetros utilizados para el análisis del flujo base	49
Tabla 15: Ingreso de datos de las precipitaciones registradas en intervalos de un día durante el periodo 1964-2015	50
Tabla 16: Configuración de los parámetros del modelo meteorológico.....	51
Tabla 17: Configuración de especificaciones de control	52
Tabla 18: Cómputo de la simulación en el programa HEC-HMS	52
Tabla 19: Resultados de la simulación en el programa HEC-HMS	54

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa geográfico de la zona de estudio.	13
Figura 2: Mapa base de la sección del río Mira (área de estudio).	21
Figura 3: Ubicación de la red actual de estaciones hidrometeorológicas presentes en la cuenca del río Mira (020).....	25
Figura 4: Promedio mensual histórico de las precipitaciones registras en la Estación Meteorológica M301.....	26
Figura 5: Promedio mensual histórico de las precipitaciones registras en la Estación Meteorológica M086.....	27
Figura 6: Promedio mensual histórico de las precipitaciones registras en la Estación Meteorológica M314.....	28
Figura 7: Comparación de la distribución mensual multianual de la precipitación registrada en las Estaciones	29
Figura 8: Promedio mensual histórico de temperatura registrada en la Estación Meteorológica M086.....	30
Figura 9: Promedio mensual histórico del caudal registrado en la Estación Hidrológica H011.....	31
Figura10: Promedio mensual histórico del caudal registrado en la Estación Hidrológica H013.....	32
Figura11: Promedio mensual histórico del caudal registrado en la Estación Hidrológica H015.....	33
Figura12: Incremento y disminución del caudal registrado en las Estaciones Hidrológicas H011-H013-H015 durante los meses del año	34
Figura 13: Retorno de las medias anuales ordenadas	36
Figura 14: Tiempo de retorno de las medias anuales ordenadas	37
Figura15: Modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira utilizando el programa HEC-HMS	39
Figura 16: Interfaz del programa HEC-HMS	43
Figura 17: Modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira utilizando el programa HEC-HMS	45
Figura 18: Hietograma de la precipitación registrada en la estación meteorológica M301 durante el periodo 1964-2015 generado en el programa HEC-HMS	55
Figura 19: Correlación entre la precipitación (estación M301) y el caudal (estación H015) registrados durante el año	56

Índice de Anexos

Anexo 1: Parámetros concernientes al análisis del sitio	69
Anexo 2: Composición geológica de la cuenca del río Mira	70
Anexo 3: Datos registrados en la estación hidrológica H011 – Caudal (m ³)	71
Anexo 4: Datos registrados en la estación hidrológica H013 – Caudal (m ³).....	76
Anexo 5: Datos registrados en la estación hidrológica H015 – Caudal (m ³)	79
Anexo 6: Datos registrados en la estación meteorológica M301 – Precipitación (mm).....	83
Anexo 7: Datos registrados en la estación meteorológica M086 – Precipitación (mm).....	88
Anexo 8: Datos registrados en la estación meteorológica M314 – Precipitación (mm).....	90
Anexo 9: Datos registrados en la estación meteorológica M086 – Temperatura (°C).....	95
Anexo 10: Socialización de la investigación.	97
Expositor: Andrade Lasso Cristian Stephan	97
Anexo 11: Registro fotográfico	98
Anexo 12: Cartografía Hidrológica de Riesgos	104



PUCPE

1. RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad evaluar los procesos fluviomorfológicos en una sección del río Mira a través del uso del programa modelo Hydrologic Engineering Center – Hydrological Modelling System (HEC - HMS) diseñado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos de América, con cuya aplicación se caracterizó el área de estudio en relación a escorrentías, filtraciones y drenaje durante los periodos estacionales. Hasta el momento no se han realizado trabajos investigativos referentes al tema en esta área de estudio y la pertinencia se da debido a su limitado manejo hacia trabajos concernientes en la realización de simulaciones y análisis hidrológicos, trabajando de esta manera con datos históricos referentes al periodo de cincuenta años registrados por las estaciones hidrometeorológicas ubicadas en el área de estudio que comprenden desde el sector de Salinas hasta Lita.

En esta investigación se elaboraron cálculos probabilísticos y tiempos de retorno de eventos extremos, contestando de esta forma a la pregunta directriz acerca de ¿si el índice de escorrentías, filtraciones y drenaje durante la distribución estacional es el mismo? De esta manera se analizaron las posibles situaciones cercanas a la realidad obteniendo resultados comparativos como el pico de descarga que se manifiesta en tres días de enero del año 1982 (04 - 06 de enero) con valores que van reduciéndose gradualmente desde los 892,1 a los 502,9 m³/s, y el tiempo de retorno para el mayor evento que es de 53 años. Esta investigación fue realizada en base a la información disponible por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), por lo tanto, la cuenca en estudio no es susceptible a presentar eventos de inundación aunque posiblemente en la cuenca baja intervengan factores físicos y morfológicos como su topografía, confluencia de cauces y textura de suelo que favorezcan las condiciones ideales para que se produzcan eventos como el antes mencionado.

Palabras Clave:

Cuenca Hidrográfica Mira - Estudio fluviomorfológico - Datos Históricos – Cartografía Hidrológica de Riesgos.

2. ABSTRAC

The purpose of this research is to evaluate the fluviomorphological processes in a section of the Mira River through the use of the model program Hydrologic Engineering Center - Hydrological Modeling System (HEC - HMS) designed by the United States Army Corps of Engineers, with whose application the study area was characterized in relation to runoff, filtrations and drainage during the seasonal periods. So far no research work has been done on the subject in this area of study and the relevance is given due to its limited management towards work related to the performance of simulations and hydrological analyzes, working in this way with historical data referring to the period of fifty years registered by the hydrometeorological stations located in the study area that comprise from the sector of Salinas to Lita.

In this investigation, probabilistic calculations and return times of extreme events were elaborated, answering in this way to the guiding question about if the index of runoff, leaks and drainage during the seasonal distribution is the same? In this way, possible situations close to reality were analyzed, obtaining comparative results such as peak discharge that manifests itself in three days of January 1982 (04 - 06 January) with values that are gradually reduced from 892.1 to 502.9 (m³/s) and the return time for the largest event that is 53 years. This research was carried out based on the information available from the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), therefore the basin under study is not susceptible to flood events although possibly in the lower basin, physical and morphological factors such as topography, confluence of channels and soil texture that favor the ideal conditions for events such as the one mentioned above to take place.

Keywords:

Mira Hydrographic Basin - Fluviomorphological study - Historical Data - Hydrological Cartography of Risks.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por su apoyo incondicional, por su esfuerzo invaluable y constante de verme convertido en un gran profesional, nutrido de los valores y principios éticos que supieron forjar en mi persona a lo largo de mi vida, a quienes admiro por creer en mí y concederme la oportunidad de seguir su ejemplo.

En memoria de mi amiga y compañera de carrera, quien a su paso por esta etapa me demostró siempre ser una persona absoluta, mi eterna gratitud por los momentos compartidos que sé estaría orgullosa hoy de haberlo logrado. Dios te guarde entrañable María José, tu recuerdo será indeleble.

Cristian Andrade

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, a la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, por haber contribuido a mi formación académica profesional con valores éticos y morales, haciendo que este logro hoy sea posible.

Un agradecimiento especial, a mi asesor, Dr. César Zuleta Ph.D y lectores, quienes fueron parte fundamental en el desarrollo de este ideal, compartiendo y aportando sus conocimientos y experiencias para la realización y culminación de este proyecto de Tesis.

Finalmente agradezco a todas las personas que de cierta forma u otra, siempre estuvieron para extenderme una mano y apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria, mis padres, hermanas, abuelos, tíos, primos y amigos, gracias por esa inmensa muestra de gratitud, el logro de hoy en día también se los debo a ustedes.

¡A todos, GRACIAS!

3. Introducción

La presente investigación tiene como finalidad evaluar los procesos fluviomorfológicos en una sección del río Mira, exactamente desde la convergencia de los ríos Chota y Mira hasta el sector final de estudio, Lita; abarcando un trayecto de 78.16 km aproximadamente (longitud del río principal). Mediante la aplicación del programa modelo Hydrologic Engineering Center – Hydrological Modelling System (HEC - HMS) y conjuntamente con el software ArcGIS se cumplirá el objetivo de diseñar una cartografía hidrológica de riesgos.

Hasta el momento no se han realizado estudios de este tipo en la cuenca del río Mira ni tampoco en el área de estudio determinada, por lo que se ha visto pertinente caracterizar dicho afluente desde el punto de vista hídrico para conocer el comportamiento de los diferentes patrones hidrológicos tales como el caudal y variación del nivel durante el recorrido del afluente correspondiente a la zona escogida para el estudio. Uno de los principales eventos que se viene presentando año tras año en la cuenca del río Mira es el aumento y/o disminución de dicho afluente, cuyo cauce se incrementa generalmente durante los meses de julio y agosto, abarcando diferentes pisos térmicos y ecológicos, como son la zona baja, la zona de playas, la zona intermedia de planicies semi onduladas y la zona alta o de páramos (Espín 1993). El caudal del río es variable dependiendo de la distribución de la precipitación durante el año, estos períodos de estiaje han hecho variar los patrones de comportamiento del cauce, influyendo en el aprovechamiento del recurso agua en la agricultura de las zonas por donde recorre el río, afectando de manera directa el aspecto socio económico de las comunidades aledañas. Un artículo presentado por Gonzalo Duque Escobar en 2014 a través del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia señala que, en 2009 el desbordamiento del río Mira causó daños severos en Barbacoas y Telembí (poblaciones ubicadas en la costa pacífica de Nariño – Colombia) las cuales fueron afectadas por la pérdida de cultivos, destrucción de caminos y redes eléctricas, así como también pérdidas humanas y más de once mil damnificados en dichas regiones.

Mediante la implementación del modelo matemático HEC-HMS y con el uso del software ArcGIS, se dará paso a la caracterización, aplicación y elaboración de mapas de las zonas de riesgo o alta vulnerabilidad en la ribera y/o sus cercanías.

El ciclo hidrológico local se encuentra determinado en gran parte por las condiciones globales o de carácter regional tales como, altitud, latitud, geología, orografía, tipos de suelo, cobertura vegetal, insolación, vientos, entre otros factores, que a través del cambio climático estacionario se agudizan en posibles problemas dando lugar a periodos de inundación o estiaje (IPCC, 2007).

El Ecuador al estar situado en el frente de contacto entre una zona de agua cálida, proveniente del norte y un fría, proveniente del sur, cualquier anomalía en esta zona de contacto repercute en modificaciones del régimen de las precipitaciones, según. Durante los meses de febrero a mayo la corriente cálida de “El Niño”, rebasa la corriente fría de Humboldt haciendo que se presenten precipitaciones extremadamente fuertes en la parte occidental del Ecuador, provocando inundaciones en las zonas bajas de las distintas regiones. (Cadier, Gómez, Calvez, & Rossel, s.f)

Aunque en la Región Interandina y parte del Litoral (regiones que pertenecen al trayecto de la sección a estudiar del río Mira) no se ha presentado ningún tipo de eventos relacionados como los anteriores, la presente investigación se desarrollará con el objetivo de incorporar información acerca del comportamiento de los elementos hidro-meteorológicos, puesto que no existe información previa relacionada ni tampoco estudios realizados como los antes mencionados en dicha zona, constando sólo pocas investigaciones realizadas en el Ecuador y presentadas como tesis de tercer nivel, tales como de Cabrera Valarezo, (2017), Vintimilla Villavicencio & Solano Zúñiga, (2013), Mena Correa, (2010), para estudios de simulaciones hidrológicas. De esta forma, este trabajo de investigación contribuirá al monitoreo y seguimiento de la zona, a través de la realización de un diseño de cartografía hidrológica de riesgos.

En los últimos años, en Ecuador se ha dado paso a la aplicación de modelaciones hidrológicas con la utilización de programas, entre ellos HEC – HMS como estudios para la simulación hidrológica de cuencas de páramos presentado por Cabrera Valarezo, (2017). Otro estudio presentado como evolución de la dinámica de los escurrimientos en las zonas de alta montaña por Mena Correa, (2010), además también se puede mencionar el estudio fluviomorfológico del río Vinces y la determinación de las áreas de inundación presentado por Vintimilla Villavicencio & Solano Zúñiga, (2013). Debido a la escasa experiencia

nacional en su aplicación y modelación hidrológica en general, algunos datos incompletos dificultan la calibración, conservación y distribución de sus parámetros e información básica.

3.1 Justificación

El proyecto de tesis se enmarca dentro de la línea de investigación de ambiente y biodiversidad de la PUCE-SI, un área prioritaria para promover la conservación y manejo de los recursos naturales de la zona norte del país, en función de sus estudios de impacto y propuestas de prevención y mitigación, respectivamente. Además, este estudio se enmarca dentro del Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017), que en su objetivo N° 3 indica, el mejoramiento de la calidad de vida de la población; y en el objetivo N° 7, garantiza los derechos de la naturaleza, promoviendo la sostenibilidad ambiental, territorial y global, generando información actual, pertinente para un adecuado monitoreo de estos cauces investigados.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo General

Estudiar los procesos fluviomorfológicos en una sección del río Mira para su monitoreo y seguimiento, mediante el uso del programa modelo Hydrologic Engineering Center – Hydrological Modelling System (HEC - HMS) para el diseño de una cartografía hidrológica de riesgos.

3.2.2 Objetivos Específicos

- 1) Caracterizar la cuenca del río Mira, en relación a escorrentías, filtraciones y drenaje durante los periodos estacionales.
- 2) Implementar el modelo matemático HEC-HMS conjuntamente con ArcGIS, para la caracterización, aplicación y elaboración de mapas de las zonas de riesgo o alta vulnerabilidad en la ribera y/o sus cercanías.
- 3) Socializar la cartografía hidrológica de riesgos ante la comunidad (San Vicente de Pusir y/o Estación de Ferrocarril: Carchi).

3.3 Pregunta Directriz ¿El índice de escorrentías, filtraciones y drenaje durante la distribución estacional es el mismo?

4. ESTADO DEL ARTE

4.1 Agua

El agua siendo un elemento esencial para el desarrollo de la vida, es la sustancia más abundante en el planeta Tierra, encontrándose en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso (FAO 2013). Una estimación de la distribución del agua a nivel global según la publicación de Science for a Changing World (USGS), (2014) demuestra que los océanos albergan la mayor reserva de agua en el planeta (alrededor del 97%), tratándose de agua salada, permitiendo el desarrollo sólo de flora y fauna marina; el resto es agua dulce que permanece en capas de hielo y glaciares, otras se distribuyen de forma subterránea y un porcentaje relativamente minúsculo en agua superficial como ríos, pantanos, lagos, etc; sometiendo su calidad y disponibilidad a una presión constante utilizándola como suministro de bebida, en la producción de alimentos, servicios domésticos e industriales, incluso en usos recreativos.

4.2 Hidrología

Principalmente la hidrología interviene en el estudio de la distribución espacial y temporal del agua al igual que sus propiedades presentes en la atmósfera y en la corteza terrestre que se sustenta a través de disciplinas como la geología, química, edafología, entre otras; para emplear varios de sus principios y métodos, importantes para la gestión, desarrollo y control de los recursos del agua, así lo afirma Campos Aranda (1998).

Últimamente las investigaciones hidrológicas usan con mayor frecuencia las simulaciones computarizadas de los sistemas hidrológicos naturales, aplicando el conocimiento científico y los principios matemáticos a la solución de problemas relacionados con el agua en la sociedad, así lo determina un estudio reciente presentado por (Canchi, 2013)

4.3. Ciclo Hidrológico

Comprende una serie de procesos continuos y autónomos de movimiento, transferencia y presencia de agua alrededor de la Tierra y sobre ella, permaneciendo de forma perpetua, cambiando de estado ya sea líquida, gaseosa, sólida o viceversa. El Sol calienta la superficie de los cuerpos de agua que asciende a las capas superiores de la atmósfera en forma de vapor de agua y es dirigida por corrientes ascendentes de aire donde a causa de una menor

temperatura se condensa, formando nubes las cuales se trasladan alrededor de la Tierra. Cuando crecen y colisionan dichas nubes, provocan precipitaciones, algunas cayendo en forma de nieve y acumulándose en capas de hielo o glaciares; otras caen en forma de lluvia en mayor parte hacia los océanos y sobre la tierra donde se acumula y recorre la superficie a manera de escorrentía superficial, siendo transportada nuevamente a los cuerpos de agua donde se deposita. Cabe recalcar que gran parte de dicha agua superficial es absorbida por el suelo a través de infiltración. Parte de esta agua permanece en las capas superiores del suelo y vuelve a los cuerpos de agua, otra parte es absorbida por las raíces de las plantas siendo transpirada a través de las hojas y otra parte alcanza las capas más profundas del suelo para de esta forma recargar los acuíferos, los cuales almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos periodos de tiempo. De esta manera, el agua continúa moviéndose y parte de esta retornará a los cuerpos de agua, donde el ciclo comienza nuevamente (Science for a Changing World (USGS), 2014).

4.3.1 Balance Hídrico

Mediante una publicación acerca de estudios e investigaciones hidrológicas (INAMHI, 2015), definen al balance hídrico como la cuantificación de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico y su relación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su disponibilidad, demanda u oferta. A través de la ecuación de balance hidrológico se planifica la demanda que ejerce dicho recurso hídrico.

La fórmula utilizada en el balance hidrológico es la siguiente:

$$C = ET + ES + I$$

dónde:

C, representa la captación de agua que cae o se almacena en un determinado sitio, a veces esta variable se la representa con una “**P**” (precipitación).

ET, representa la evapotranspiración que parte de esta vuelve a la atmósfera, ya sea a través de evaporación directa o mediante la transpiración de la vegetación.

ES, representa la escorrentía superficial, otra parte de agua que escurre por la superficie de la cuenca.

I, representa la infiltración, un tipo de escurrimiento subterráneo que fluye hasta alcanzar un sistema de aguas subterráneas, acuíferos o cauces principales.

4.3.2 Parámetros del Balance Hídrico

Son los parámetros considerados dentro del modelo del Balance Hídrico que se analiza (INAMHI, 2015).

- **Precipitación (P)**

Es el agua que cae en una determinada zona de la cuenca o subcuenca, manifestándose a través de lluvia, neblina, granizo, nieve, rocío, etc; constituyendo la principal entrada de agua hacia el Ciclo Hidrológico. La medición de la misma se realiza en las estaciones climáticas a través de instrumentos de medición, llamados pluviómetros.

- **Temperatura (T)**

Esta variable contempla su homogenización y caracterización térmica de la zona de estudio.

- **Evapotranspiración (ET)**

Es la cantidad de agua que regresa a la atmósfera por medio de la transpiración vegetativa, así como por evaporación del suelo. Es imperativo deducir el valor de la evapotranspiración a través del uso de fórmulas empíricas.

- **Infiltración (I)**

Es el volumen de agua que atraviesa la superficie del terreno, ocupando total o parcialmente los poros del suelo. En este valor se asume que su variabilidad es mínima, considerándola como cero, dependiendo de la escala temporal del análisis anual.

- **Escorrentía Superficial o Caudal**

El agua de las precipitaciones que no se infiltra ni evapora, 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 presentarse la precipitación.

Escorrentía Basal: alimenta los cauces superficiales en épocas de estiaje.

Para el cálculo de la escorrentía anual (mm) 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

4.3.3 Evaluación de la Información Hidrológica

La información hidrometeorológica proporcionada por el INAMHI deberá ser representativa en sentido de calidad, extensión y consistencia de los datos, siendo un factor imperativo para el inicio del estudio hidrológico. Pese al esfuerzo realizado por el INAMHI hasta 2015 y debido a la limitada disponibilidad de datos hidrométricos y pluviométricos registrados, la mayor parte de las cuencas hidrográficas no se encuentran instrumentadas, por lo tanto, habitualmente se utilizan métodos indirectos para la obtención de datos, como por ejemplo la medición del caudal en diferentes intervalos de tiempo.

4.4 Cuencas Hidrográficas

Según Cano, G. y López J., (s.f), la cuenca hidrográfica es un concepto geográfico e hidrológico, definiéndose como el área de la superficie terrestre por donde el agua superficial escurre y drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal, y por ésta hacia un punto determinado de salida. Dentro de una misma cuenca, pueden existir diferentes climas según la altitud del terreno y factores incidentes como la temperatura, humedad e insolación, originando distintos pisos vegetativos. De igual manera en el interior del cauce de los ríos, el agua fluye con mayor velocidad y fuerza desde las regiones más altas hacia las más bajas, por esta razón aumenta la erosión de las riberas especialmente cuando no están protegidas por vegetación. Cuando se acercan a su desembocadura, disminuye la velocidad aumentando el caudal y la sedimentación del suelo arrastrado.

En cada cuenca hidrográfica, los recursos naturales y los habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, culturales y sociales confiriendo características particulares a cada una de las mismas (Dourojeanni, 1997). En las cuencas, la naturaleza obliga a reconocer necesidades, problemas, situaciones y riesgos hídricos comunes, por lo que debería ser más fácil coincidir en el establecimiento de prioridades, objetivos y metas

comunes para la práctica de principios básicos, como el de corresponsabilidad y el de solidaridad en el cuidado y preservación de los recursos naturales.

4.4.1 Cuencas Hidrográficas en el Ecuador

Con la finalidad de establecer una gestión adecuada de los recursos naturales a nivel nacional y transfronterizo, se elaboró un mapa de unidades hidrográficas a través de un sistema estándar de delimitación y codificación de unidades hidrológicas a nivel nacional y continental, según un informe presentado por la UICN, SENAGUA y Secretaría General de la Comunidad Andina (2009). A partir del 19 de junio de 2002 la propuesta de la división por cuencas hidrográficas en la que se consideró el área total del Ecuador con sus límites definitivos, fue: Vertiente del Pacífico, con un total de 72 cuencas hidrográficas y vertiente del Amazonas, con un total de 7 cuencas hidrográficas. Posteriormente se definieron en 137 subcuencas y aproximadamente 890 microcuencas (no definidas completamente).

En el Ecuador el origen del manejo de las cuencas hidrográficas estuvo orientado a controlar los problemas de suministro de agua tanto para la generación hidroeléctrica como para el riego y consumo humano. Un estudio relacionado con la clasificación de las cuencas, determina la existencia de: 80 cuencas, 153 sub-cuencas y 871 micro-cuencas, partiendo desde el Callejón Interandino que cruza de norte a sur, todo el Ecuador. Como punto importante a destacar, en la Región Interandina dónde se asienta más del 50% de la población, están las cuencas altas y de montaña catalogadas como fuentes vitales de importancia, ya que albergan nacientes de agua, yacimientos de minerales, áreas paisajísticas andinas y precursores de desarrollo para cultivos agropecuarios, abasteciendo de alimentos al 45% de la población del país. (REDLACH-FAO, 2002)

4.5 Hidrografía de la Provincia de Imbabura

En la provincia de Imbabura se encuentran dos cuencas hidrográficas. La primera es la del río Esmeraldas ubicada en la parte suroeste de la provincia, la mayor parte de esta red hídrica corresponde a la sub cuenca del río Intag que es dependiente del río Guayllabamba y éste a su vez del río Esmeraldas, abarcando un sistema hidrológico que se encuentra conformado por micro cuencas y ríos pequeños que se forman desde las partes altas de la Cordillera del Toisán (ubicado en la parte sur del Cantón Cotacachi) y posteriormente dirigiéndose hacia la vertiente del Pacífico.

La segunda cuenca, pertenece al río Mira que se encuentra en la parte oriental con respecto a la cordillera del Toisán, drenando las aguas al río Ambi que desemboca sus aguas al río Chota y que este a su vez desemboca sus aguas en el río Mira (Flores Francisco, 2010).

4.6 Cuenca del río Mira

La Cuenca del río Mira constituye el extremo noroeste del Ecuador, se encuentra ubicada en la cordillera de los Andes, en la región fronteriza norte con Colombia. El área de la cuenca es de aproximadamente 7100 km², de los cuales el 59% posee las características comunes de la estructura andina ecuatoriana; el 41% restante, forma parte de las vertientes occidentales. Los autores Lloré y Rodríguez (2005), afirman que el principal afluente de la cuenca del río Mira, es el río Chota, que circula en dirección este – oeste y en el cual convergen por el sur, los ríos Mataquí al este y Ambi al oeste, recibiendo los aportes de diversos cauces como las vertientes occidentales, de las cuales la más importante es el río San Juan que hace referencia al límite con Colombia. En el Punto denominado La Unión, donde el río San Juan llega al río Mira, éste cruza y se interna en territorio colombiano, después de haber recorrido un total de 1400 km aproximadamente, por territorio ecuatoriano.

Los ríos destacables de la cuenca del río Mira son los que forman el río Ambi, que aumenta su caudal con los ríos Tahuando y Blanco, para unirse con el Chota y formar el Mira, en el límite con la provincia del Carchi. Su contexto es binacional y va a la vertiente del Pacífico en la parte sur – oeste de Colombia.

4.6.1 Estaciones Hidrometeorológicas presentes en la Cuenca del río Mira

La información hidrometeorológica utilizada para la caracterización hidrológica, climática y estimación de caudales fue obtenida de la base de datos registrada por el INAMHI. En el siguiente cuadro se detallan las estaciones hidrometeorológicas utilizadas para la recolección de datos.

Tabla 1: Estaciones hidrometeorológicas presentes en la cuenca del río Mira.

<i>Código</i>	<i>Estación</i>	<i>Lat.</i>	<i>Long.</i>	<i>Altura(m.s.n.m)</i>
H0011	Mira D.J Lita	00° 50' 57" N	78° 27' 49" W	475
H0013	Blanco A.J Mira	00° 45' 42" N	78° 16' 28" W	890
H0015	Chota en Pte. Carretera	00° 28' 48" N	78° 04' 25" W	1515
M0301	FF CC Carchi	00° 36' 30" N	78° 8' 11" W	1280
M0314	Ambuquí	00° 25' 34" N	78° 0' 28" W	1880
M0086	San Vicente de Pusir	00° 29' 39" N	78° 2' 29" W	1891

Fuente: INAMHI, (2005)

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

4.7 Cartografía Hidrológica de Riesgos

Para este estudio se vio pertinente la elaboración de un mapa donde exponga el riesgo hidrológico que posiblemente presente la sección de la cuenca a fin de prevenir, mitigar o controlar dicho evento durante el desarrollo de una acción propuesta. La importancia de desarrollar dicha cartografía en esta investigación fue el de exponer las posibles zonas que son propensas a sufrir algún tipo de evento riesgoso cada cierto tiempo en la cuenca del río Mira.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

La cuenca hidrográfica del río Mira tiene un área de 6783.8 km², encontrándose la mayor parte en el territorio ecuatoriano. El río Mira nace en las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes y desemboca en la vertiente del Pacífico en la parte sur – oeste de Colombia (INAMHI, 2015). El área de estudio se encuentra ubicada en el límite provincial de Imbabura con Carchi, desde la convergencia que forma el río Mira hasta el poblado de Lita, abarcando un trayecto de 78,16 km aproximadamente y comprendiendo una sección de la cuenca del río Mira.

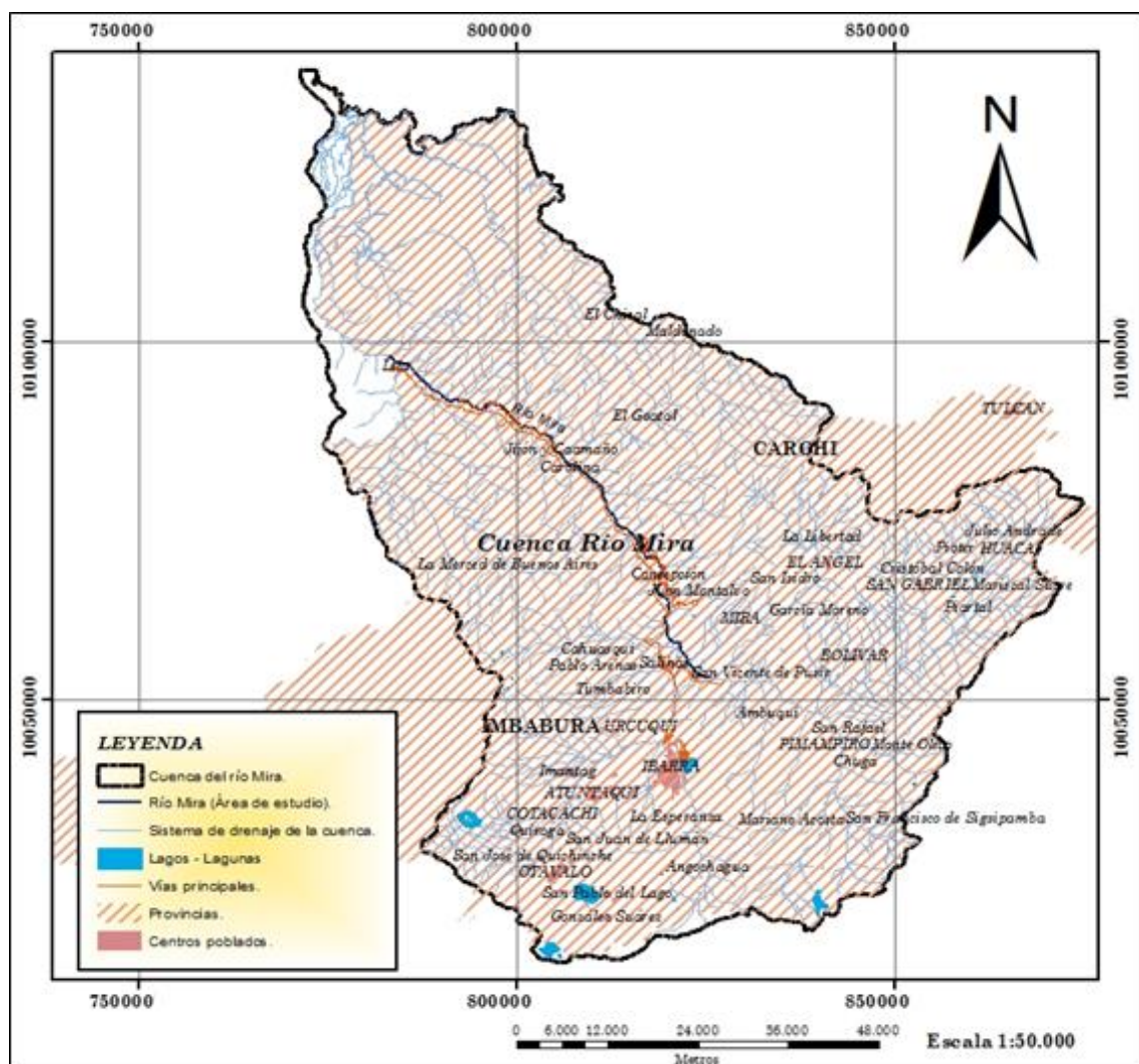


Figura 1: Mapa geográfico de la zona de estudio.

Fuente: IGM, (2013)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

5.1 Materiales y Equipos

A continuación, se describen los materiales y equipos que se utilizaron para la presente investigación, entre los cuales constan:

Materiales:

- Formatos para la recolección de datos de campo.
- Kit de seguridad industrial (casco protector, botas, traje impermeable, guantes)
- Vara metálica (3m)
- Cuerda (10m)
- Flexómetro (30m)
- Flotador (método), balón de espuma flex N° 15 sujeto a una piola (50m)

Equipos:

- GPS Garmin
- Cronómetro – Temporizador
- Medidor de distancia laser
- Correntómetro FP111 (hidrométrico)
- Cámara fotográfica
- Ordenador con soporte para los programas ArcGIS y HEC-HMS

5.2 Métodos

El desarrollo de la fase descriptiva – observacional constó de tres etapas: la primera consistió en realizar salidas de campo para el reconocimiento, caracterización y georeferenciación del área del estudio. La segunda etapa consistió en la recopilación, procesamiento e interpretación de datos mediante los programas ArcGIS y (HEC-HMS). Finalmente, la tercera etapa, consistió en la socialización y elaboración de la cartografía hidrológica de riesgos, oportuna para esta investigación.

5.3 Georreferenciación

A través de salidas de campo se realizó un recorrido en la zona de estudio y conjuntamente con la utilización del GPS (Sistema de Posicionamiento Global) se identificaron cinco puntos estratégicos donde se realizaría el monitoreo para la obtención de datos de caudales

y mediciones de profundidad del lecho del río, de preferencia se escogió puentes que faciliten el acceso para realizar dichas mediciones.

5.3.1 Elaboración de cartografía temática

La información cartográfica fue tomada de archivos shapefile (.shp) del Portal Web del Instituto Geográfico Militar (**IGM**) y mediante la utilización de la herramienta ArcGIS y el sistema de proyección WGS84 se elaboraron mapas en escala 1:50.000.

Los mapas elaborados fueron los siguientes:

- **Mapa Base** (proporciona un contexto geográfico y detalles de referencia).
- **Mapa Hidrológico** (proporciona información relacionada al nacimiento, trayecto y desembocadura de cuerpos de agua, como ríos, lagos, etc.).
- **Mapa de Puntos de Muestreo** (representa los lugares dónde se realizó la toma de medidas hidrológicas).
- **Mapa de Riesgo:** (expone los posibles riesgos que se pueden presentar en la zona de estudio).

5.4 Caracterización del área de estudio

Para realizar la caracterización de la sección del río Mira (área de estudio) se realizaron salidas de campo a fin de explorar el área y recolectar información para el levantamiento de la línea base.

5.4.1 Medio abiótico

A través de los recorridos de campo se obtuvo información relevante de los diferentes puntos de monitoreo para corroborar el incremento y profundidad del lecho del río. Además, para ratificar la información de la investigación, se realizó la respectiva revisión literaria contribuyendo así a la descripción realizada para posteriormente elaborar un levantamiento cartográfico con la herramienta ArcGIS.

5.4.2 Medio biótico

Mediante observación directa y simple se desarrolló el reconocimiento de la flora y fauna, durante los recorridos de campo; se determinó mayor diversidad de especies de flora y fauna

en zonas cercanas al trayecto de la ribera y en zonas menos intervenidas por los pobladores aledaños.

5.5 Variables de control

Las variables de control presentadas a continuación, corresponden a parámetros establecidos en la investigación.

Tabla 2: *Variables de control*

Parámetro	Variables
Físico	Medición de Caudal Profundidad del lecho del río Serie de datos de precipitación y temperatura

Elaborado por: Andrade C. (2018)

5.5.1 Puntos de monitoreo

Para la determinación de los puntos de muestreo se identificaron puntos de fácil acceso para obtener datos concretos al momento de realizar las respectivas mediciones, evitando así cualquier tipo de riesgo. Además, se tomó en cuenta la distancia del trayecto del río en la sección de estudio, tomando como referencia los 78,16 km de recorrido aproximadamente, por lo que se vio pertinente localizar cinco puntos de acceso para ejecutar las respectivas mediciones hidrológicas.

5.5.2 Medición

La realización de las distintas mediciones en los puntos de muestreo fue realizada de forma manual y técnica (mediante la utilización de un correntómetro que da una medida más precisa que la forma manual) abarcando los cinco puntos de muestreo de la sección del río Mira.

Técnica empleada:

- Registro de las coordenadas geográficas del lugar de medición con la herramienta GPS.
- Registro fotográfico del sitio.

- Medición de caudales.
- Medición de distancia de orilla a orilla.
- Medición de profundidad del lecho del río (3-5-7 mediciones, dependiendo del ancho del río)

5.5.3 Frecuencia

La frecuencia con la que se realizó la toma de mediciones fue de dos veces cada mes para cada sitio de muestreo, es decir se obtuvieron cinco puntos a lo largo de la sección del río Mira. La toma de datos se inició en el mes de marzo de 2017, mes en el que se presencié un incremento significativo de las precipitaciones a lo largo del territorio ecuatoriano y culminando los primeros días del mes de julio del mismo año, en el cual las precipitaciones volvieron a su estado normal.

5.5.4 Mediciones de caudal

Para la obtención de datos de mediciones de caudal, se procedió a realizar a través de dos métodos para obtener datos reales y comparar la veracidad de los mismos.

- **Método flotador:** Consiste en medir el tiempo que tarda el flotador en recorrer una distancia previamente medida a través de la corriente de agua (Leon & Ramos, 2015). Para obtener un dato con mayor exactitud, se procedió a lanzar el flotador (balón de espuma flex N°15) varias veces a distintas distancias de la orilla, realizando cinco repeticiones a 10 m de recorrido.
- **Método molinete:** Según Valverde (2007), el principio del molinete se basa en que la velocidad de rotación de la hélice es directamente proporcional a la velocidad del agua de la corriente. Se puede determinar la velocidad del agua por medio de tablas específicas para cada aparato, las cuales vienen previamente calibradas de fábrica. Para este método se utilizó un correntómetro FP111 el cual incorpora velocidad real, promedio de las mediciones de flujo más precisas en ft/s que luego se convertirán a m/s.
- **Determinación de caudal en los puntos de monitoreo:** En cada uno de los puntos de muestreo de la sección del río Mira se registró la medición de caudal a través de los métodos mencionados anteriormente, obteniendo datos comparativos y precisos que fueron registrados en la hoja de campo.

- **Método utilizado:** En vista a diferentes dificultades presentadas con los métodos de flotador y molinete; se procedió a utilizar sólo el método de determinación de caudales en los puntos de monitoreo del área de estudio que posteriormente se compararon y analizaron para determinar un valor más preciso.

5.6 Estudio Hidrometeorológico

Con el objeto de determinar las estaciones hidrometeorológicas presentes en el área de estudio de la cuenca hidrográfica del río Mira, se acudió a la información hidrometeorológica registrada y recopilada por parte de las entidades estatales como el INAMHI para cada una de las estaciones registradas en la red hídrica.

5.6.1 Datos hidrológicos

La mayor parte de la información fue tomada de las series de datos hidrológicos registrados por el INAMHI, emitidos de forma digital para los últimos cincuenta años. Cabe recalcar que la base de datos hidrológicos se encuentra conformada por caudales medios diarios para realizar el análisis hidrológico de la zona de estudio.

5.6.2 Datos meteorológicos

De igual forma la información de las precipitaciones se recopiló a través de las series de datos meteorológicas del INAMHI que contienen un resumen estadístico mensual y anual de dichas mediciones.

5.7 Metodología para la caracterización de la cuenca

Según la Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, (s/f), la caracterización de una cuenca hidrográfica está direccionada a cuantificar los parámetros descritos en su estructura territorial y física a fin de establecer la disponibilidad y limitación de los recursos naturales que posee, así como también identificar los problemas presentes asociados a su grado de potencialidad. Algunos parámetros como: la forma, tamaño, área, pendiente media, cauce principal, entre otros, sirven de base para identificar la vulnerabilidad y considerar peligros ante posibles eventos de desastres.

La caracterización del área de estudio de esta investigación estará enmarcada hacia la cartografía hidrológica de riesgos, propuesta en este estudio.

5.8 Periodo de retorno

Tomando como referencia a Fattorelli & Fernández, (2011), para el cálculo del periodo de retorno se utilizaron las fórmulas propuestas por Weibull, en vista a su frecuencia experimental y de uso práctico en diseños hidrológicos. El valor del periodo de retorno se determina en función de la posición de la variable aleatoria como se indicará en los cálculos de periodo de retorno con base en las siguientes relaciones:

$$T = \frac{n+1}{m} \quad \text{y} \quad P = \frac{m}{n+1}$$

dónde:

T= Periodo de retorno en años.

n= Es el tamaño de la muestra de N valores de lluvia o N valores de caudales que para este caso es el número de años que se tiene registro

m= Número de orden (posición ranking) que se le asigna a un evento según la secuencia ordenada de los eventos 1, 2, 3... N.

P= Probabilidad en porcentaje.

5.9 Metodología de la implementación del modelo

Basándose en el manual técnico presentado por Feldman A. (2000), el programa Hydrologic Engineering Center – Hydrological Modelling System (HEC – HMS) diseñado por la United States Army Corps of Engineers y el Environmental System Research Institute (ESRI) está creado para la modelación de los procesos hidrológicos más habituales que se dan en una cuenca, tratándose de un conjunto de análisis, herramientas y utilidades diseñadas para el procesamiento de datos georreferenciados que a través de los sistemas de información geográfica (SIG) permiten facilitar y complementar el modelo final para obtener la información necesaria con el objetivo de realizar las simulaciones tipo evento en una determinada cuenca hidrográfica. En el manual técnico presentado por la US Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center (2016), la conceptualización del modelo inicia con la precipitación que al caer sobre una determinada superficie fluye a manera de escorrentía, otra parte se deposita en determinados lugares de estancamiento, evaporándose nuevamente a la atmósfera y otra se infiltra y almacena en las capas superiores del suelo que están parcialmente saturadas. Parte de esta agua sube nuevamente a la superficie por medio

de acción capilar, moviéndose horizontalmente como flujo intermedio debajo de la misma o también se infiltra verticalmente hasta depositarse en un acuífero subterráneo, ocasionando que el flujo intermedio se dirija hacia el canal de la corriente. El agua almacenada en el acuífero, eventualmente drena para retornar a los cauces como flujo base mientras que el agua que no se infiltra ni tampoco se estanca sigue su trayecto como escorrentía superficial hasta el cauce de la corriente hídrica.

5.10 Metodología a utilizarse en la cartografía hidrológica de riesgos

Para el desarrollo de esta metodología, se ha utilizado como esquema general los archivos shapefile (.shp) de información geológica y geomorfológica disponibles en el Geo Portal del IGM, (2017) que permiten identificar las formas de la superficie de estudio. Por otro lado, se han utilizado datos relativos a la topografía de la cuenca, su red hídrica, el uso de suelo y los poblados cercanos al trayecto del área de estudio. De esta manera se pretende informar los riesgos probables que se puedan presentar en determinadas zonas de área a la población, asistiendo a las comunidades involucradas en la programación de planes preventivos, así como la verificación de su eficacia.

5.11 Socialización de resultados

A fin de dar a conocer los resultados obtenidos durante la investigación, se contará con la participación de actores sociales y educativos, propiciando el diálogo e inquietudes que puedan generarse en torno a los hallazgos generados durante la experiencia investigativa.

Para la evaluación de la exposición y el expositor, los actores responderán al cuestionario concerniente al proceso de socialización de trabajos de investigación proporcionado por el área de vinculación de la PUCESI, permitiendo conocer la aptitud y actitud desarrollada durante el proceso de socialización.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Características del área de estudio

La investigación se realizó en una sección del río Mira, iniciando en su punto de convergencia situado en la unión de los ríos Tahuando y Chota hasta el sector de Lita, trayecto en el cual su recorrido aproximado es de 78,16 km atravesando gran parte el límite provincial de Imbabura y Carchi.

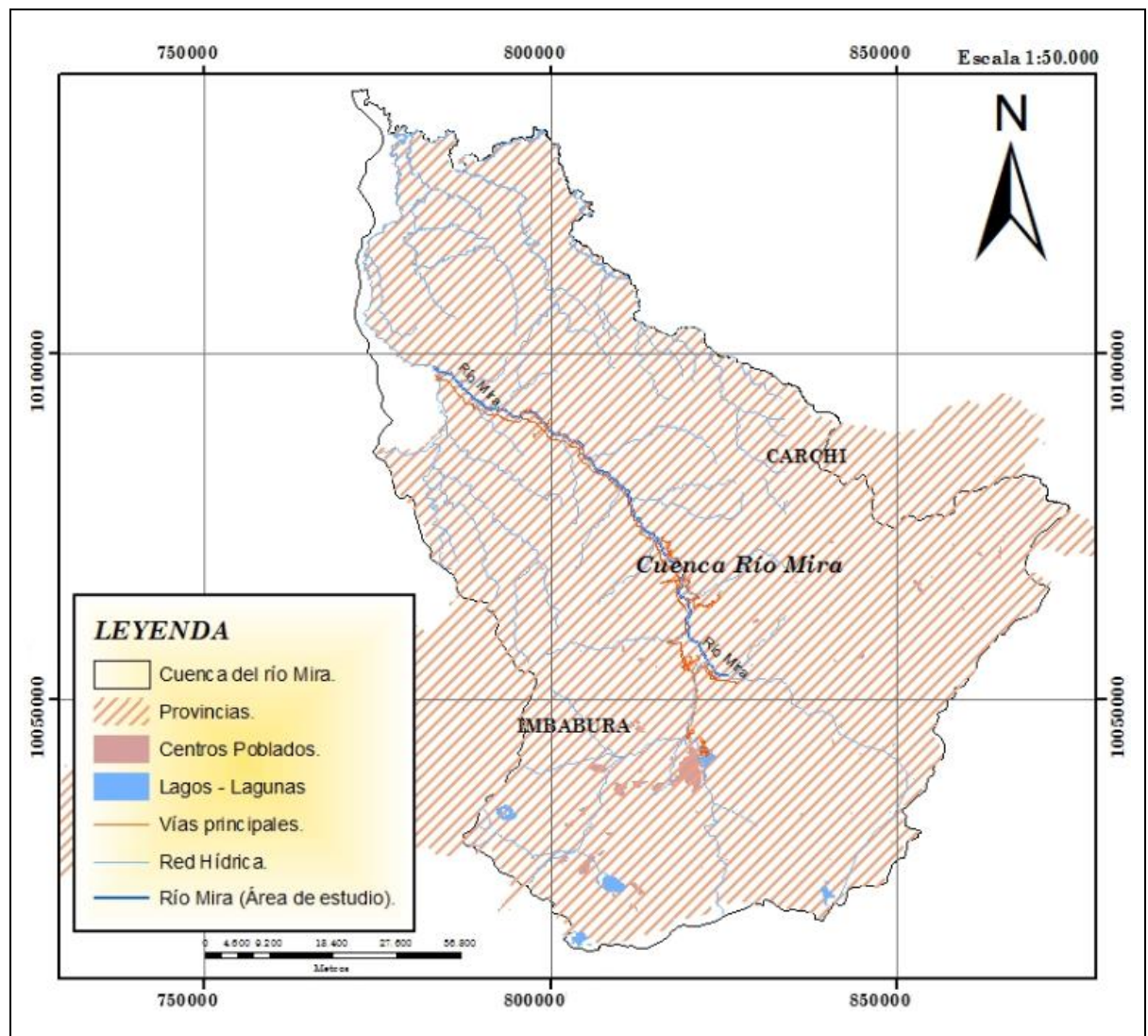


Figura 2: Mapa base de la sección del río Mira (área de estudio).

Fuente: IGM, (2013)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

6.2 Línea Base

Para la caracterización del área y el levantamiento de línea base, se establecen los componentes del medio abiótico y socioeconómico existentes en el área de estudio.

6.2.1 Medio Abiótico

Respecto a la identificación del medio abiótico, se determinaron puntos de monitoreo, clima, geomorfología, edafología, pendientes y riesgos e hidrología a través de la elaboración de mapas para determinar el estado actual en el que se encuentra el área de estudio.

6.2.2 Medio Biótico

En este estudio la identificación del medio biótico no fue considerada relevante por dos motivos. Primero, no existen proyectos, actividades o prácticas significativas que puedan causar impactos mayores al medio ambiente, tampoco consecuencias directas hacia las especies de flora y fauna del lugar. Y segundo, porque este estudio fluviomorfológico va direccionado al monitoreo y seguimiento del caudal durante las épocas de estiaje e incremento del mismo.

6.2.3 Aspecto socioeconómico y cultural

Mediante las distintas salidas de campo se identificaron los poblados más cercanos a la sección de estudio, determinando ocho poblados pertenecientes a la provincia de Imbabura y cinco poblados a la Provincia de Carchi distintivamente, detallados a continuación:

Provincia de Imbabura: Salinas, La Florida, Cabuyal, Guandual, Carolina, Collapi, Santa Cecilia y Lita.

Provincia de Carchi: Concepción, Santa Lucía, El Naranjal y Jijón y Caamaño.

Espín Jaime (1993), señala que esta zona a través de los siglos ha sido aprovechada en gran parte por su potencial agrícola. Desde tiempos prehispánicos las poblaciones pequeñas de indígenas como los Tambillos, Lachas, Malbuchus, Cayapas y Tumbes que ahí residían se dedicaban a producir coca, maíz, ají, entre otros productos; para la comercialización hacia las zonas de mayor importancia como lo eran los sectores de la Sierra Norte y la Costa. No fue hasta los siglos XVII y XVIII en los cuales predominó la producción de caña de azúcar por medio de las haciendas y estancias manejadas por los religiosos laicos y algunos jesuitas, en donde se dieron los primeros intentos de industrialización de la zona cañera; los cuales

requerían la presencia de esclavos negros para los rigores del trabajo en las distintas plantaciones que necesitaban impulsar su producción luego que la población indígena empezara a disminuir.

Con el pasar de tiempo los habitantes de la cuenca del río Mira han potenciado sus actividades para el desarrollo rural y territorial. En el lugar de estudio se asientan pequeños poblados conformados en su mayoría por gente campesina, los cuales han ido reduciendo su pobreza y mejorando su calidad de vida mediante programas inclusivos que ofrece el Estado, como es el Programa del Buen Vivir en territorios rurales (MAGAP, 2017).

Durante el tiempo que duró la presente investigación se pudo observar a lo largo del área de estudio, algunas características importantes como los sectores y su localización, poblados cercanos, industrias y estructuras, que entre otras características relevantes fueron de gran ayuda para corroborar la información obtenida durante el proceso de monitoreo y las cuales se detallan en la siguiente tabla para conocimiento del mismo.

Tabla 3: *Puntos de monitoreo registrados con GPS Garmin*

Punto de Monitoreo. → Característica. ↓	Punto de Monitoreo N°1	Punto de Monitoreo N°2	Punto de Monitoreo N°3	Punto de Monitoreo N°4	Punto de Monitoreo N°5
Localización – Sector	Puente 1 (Primer Paso)	Puente 2	Puente 3	Miravalle	La Bocana
Poblados Cercanos	Juan Montalvo	La concepción	Guadual Limonal Guallupe	Mira Valle Línea Blanca	Lita
Cultivos - Ganadería Piscicultura	-	-	-	-	Frutales
Industria	-	Minera (explotación de material pétreo y arenoso)	-	-	Turístico
Estructuras Construcciones	Puente de Madera PRODEN 2003	Paso vial (estructura de concreto)	Paso vial (estructura de concreto)	Puente de Madera	Pequeños invernaderos a las orillas de la ribera

Elaborado por: Andrade C. (2018)

6.3 Puntos de monitoreo

Los sitios estratégicos para monitoreo, registro y medición de datos se determinaron en las distintas salidas de campo y recorridos de la rivera, identificando lugares de fácil acceso y de preferencia con acceso a puentes peatonales o viales, definiéndose así solo cinco puntos de monitoreo. La tabla 4 detalla el número total de puntos en los cuales se realizó el monitoreo, puntualizando las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 4: Puntos de monitoreo registrados con GPS Garmin

Puntos de Monitoreo	Coordenadas Geográficas	Punto en el Mapa
Punto de monitoreo N°1	17 N 0819722 UTM 0061485	
Punto de monitoreo N°2	17 N 0818204 UTM 0065212	
Punto de monitoreo N°3	17 N 0807085 UTM 0082378	
Punto de monitoreo N°4	17 N 0795953 UTM 0091116	
Punto de monitoreo N°5	17 N 0783417 UTM 0096862	

Fuente: IGM, (2013)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

6.4 Información disponible

La cuenca hidrográfica del río Mira se encuentra monitoreada constantemente por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, (2009) como se muestra en la figura 3 cumpliendo

A continuación se presenta la variación mensual multianual de la precipitación registrada en las tres estaciones meteorológicas.

- **Estación meteorológica M301**

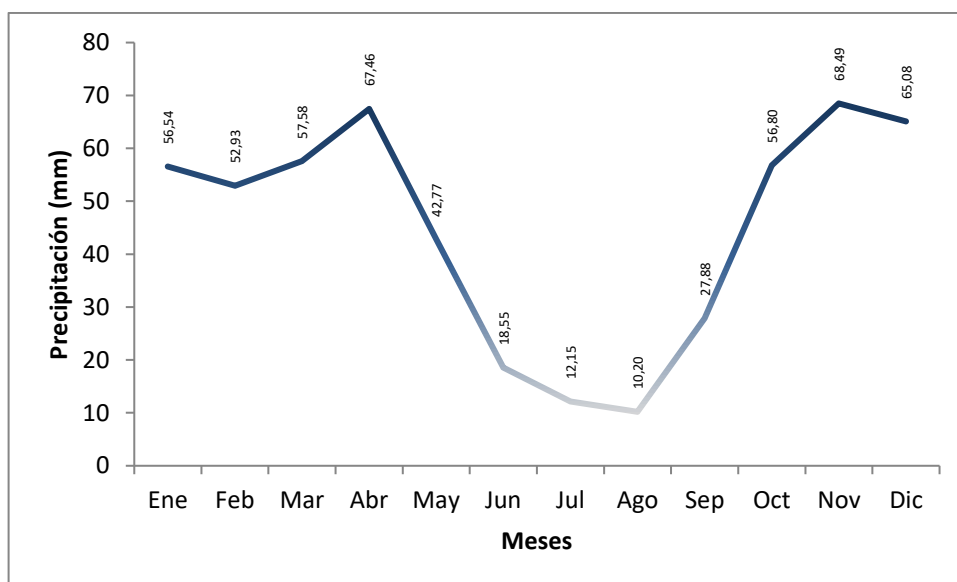


Figura 4: Promedio mensual histórico de las precipitaciones registradas en la Estación

Meteorológica M301

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 4 representa la distribución mensual multianual de la precipitación registrada en la estación meteorológica M301 que en su línea de tendencia marca un color azul oscuro para los meses que presentaron mayor cantidad de precipitación (octubre a abril) y un color gris claro para los meses que registraron menores precipitaciones (mayo a septiembre) respectivamente. Es decir, existe una época marcadamente lluviosa que va desde octubre hasta abril y una seca en el período de mayo a septiembre.

- Estación meteorológica M086

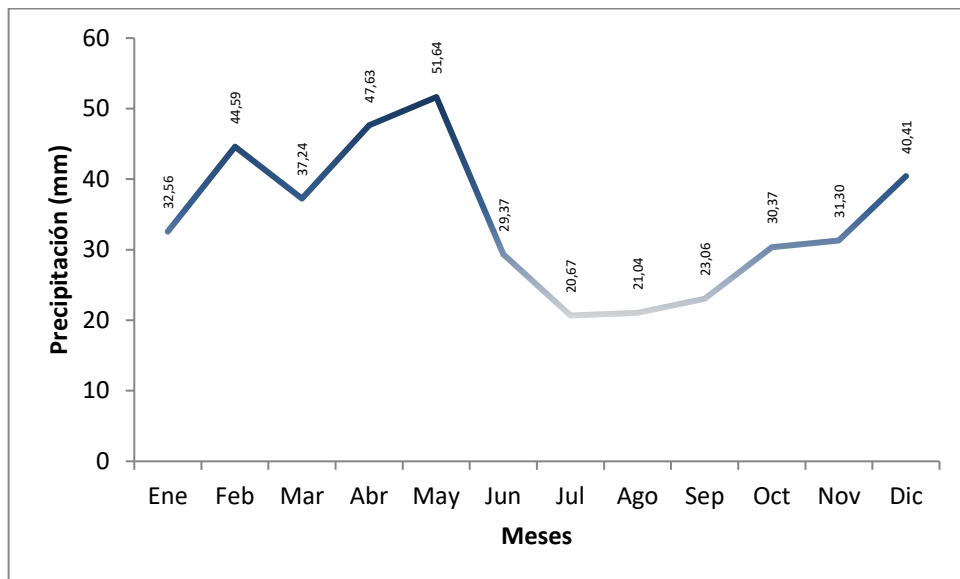


Figura 5: Promedio mensual histórico de las precipitaciones registras en la Estación Meteorológica M086

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 5 representa la distribución mensual multianual de la precipitación registrada en la estación meteorológica M086, marcada con color azul oscuro para los meses que presentaron mayor cantidad de precipitaciones (diciembre a mayo) y un color gris claro para los meses que registraron menores precipitaciones (junio a noviembre) respectivamente. Igualmente, existe una época marcada lluviosa para los meses de diciembre a mayo y una seca de junio a noviembre.

- Estación meteorológica M314

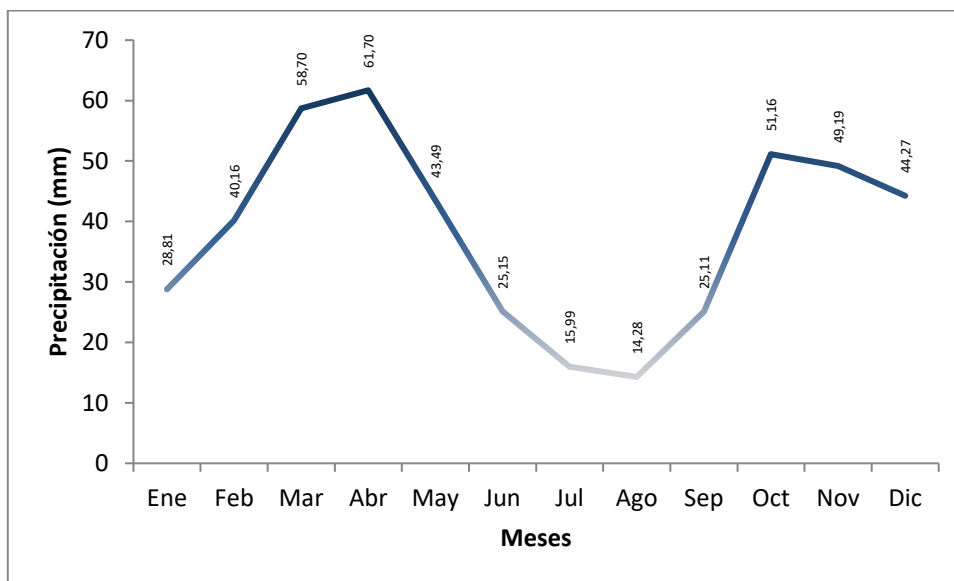


Figura 6: Promedio mensual histórico de las precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica M314

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 6 representa la distribución mensual multianual de la precipitación registrada en la estación meteorológica M314 en la cual, su línea de tendencia está marcada con color azul oscuro para los meses que presentaron mayor incremento de precipitaciones (octubre a mayo) y un color gris claro para los meses que registraron menores precipitaciones (junio a septiembre); de esta forma indica la existencia de una época lluviosa y seca para los distintos periodos de meses respectivamente.

Comparación de la distribución mensual multianual de la precipitación de las estaciones meteorológicas M301 – M314 – M086.

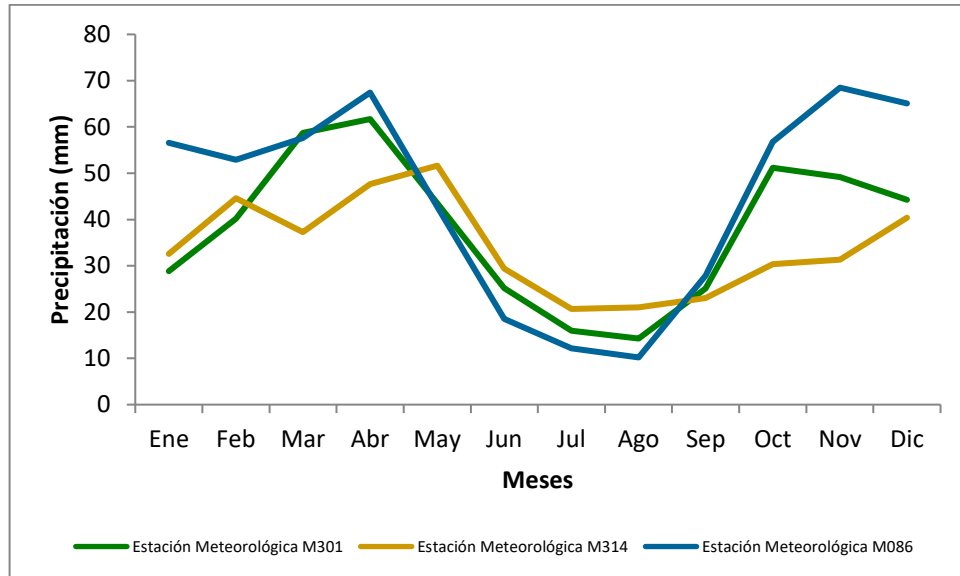


Figura 7: Comparación de la distribución mensual multianual de la precipitación registrada en las Estaciones Meteorológicas M301-M314-M086.

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 7 representa la distribución mensual multianual de la precipitación registrada en las estaciones meteorológicas M301, M314 y M086, la cual representa variación interanual y estacional dependiendo de su ubicación. Como se puede observar en dicha figura, la distribución de las curvas de las estaciones tiene considerable similitud a lo largo del año, con excepción de la estación meteorológica M314 que en los meses comprendidos entre septiembre a noviembre mantiene un ligero incremento en las precipitaciones registradas a diferencia de las otras dos estaciones.

6.5.2 Temperatura registrada

La estación meteorológica M086 es la única que registró datos referentes a temperatura (°C). De igual manera, el tratamiento de los datos fue realizado mediante el siguiente proceso: se realizó la suma diaria de los valores registrados de cada mes del año, luego los datos fueron promediados mensualmente en función al periodo de años (1964-2015). Al igual que los anteriores datos registrados por la estación meteorológica M086, en algunos meses existían datos incompletos o no existían datos registrados y para completarlos se procedió a utilizar la media del mes dado.

- **Estación Meteorológica M086**

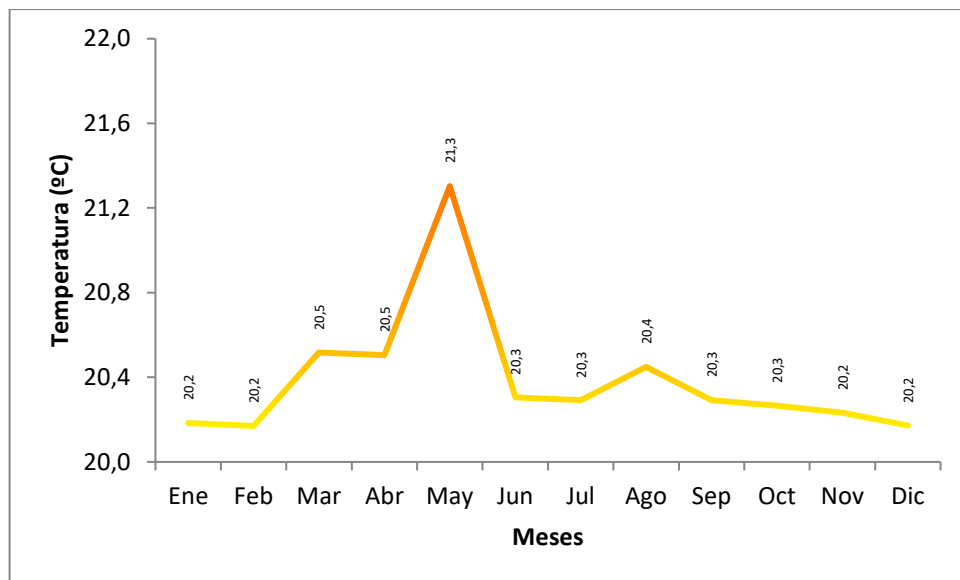


Figura 8: Promedio mensual histórico de temperatura registrada en la Estación Meteorológica M086

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 8 representa la distribución mensual multianual de la temperatura registrada en la estación meteorológica M086, la cual en su línea de tendencia está marcada con color naranja para los meses que presentaron incremento de temperatura y un color amarillo para los meses que conservaron un rango de temperatura no tan variable; lo cual indica que durante los meses de marzo a mayo existe un incremento leve de 1°C y el resto del año mantiene su temperatura promedio que oscila entre los 20,2 y 21,3 (°C).

6.6 Estaciones Hidrológicas

6.6.1 Caudal registrado

Para la obtención de los caudales registrados se basó en una serie de datos de cincuenta años (1964-2015), a la cual se dio el mismo tratamiento mediante el siguiente proceso: se realizó la suma diaria de los valores registrados de cada mes del año, luego los datos fueron promediados mensualmente en función al periodo de años (1964-2015). De igual forma en algunos meses existían datos incompletos o no existían datos registrados, para completarlos se utilizó la media del mes dado.

A continuación se presenta la variación mensual multianual del caudal registrado en las tres estaciones hidrológicas.

- **Estación Hidrológica H011**

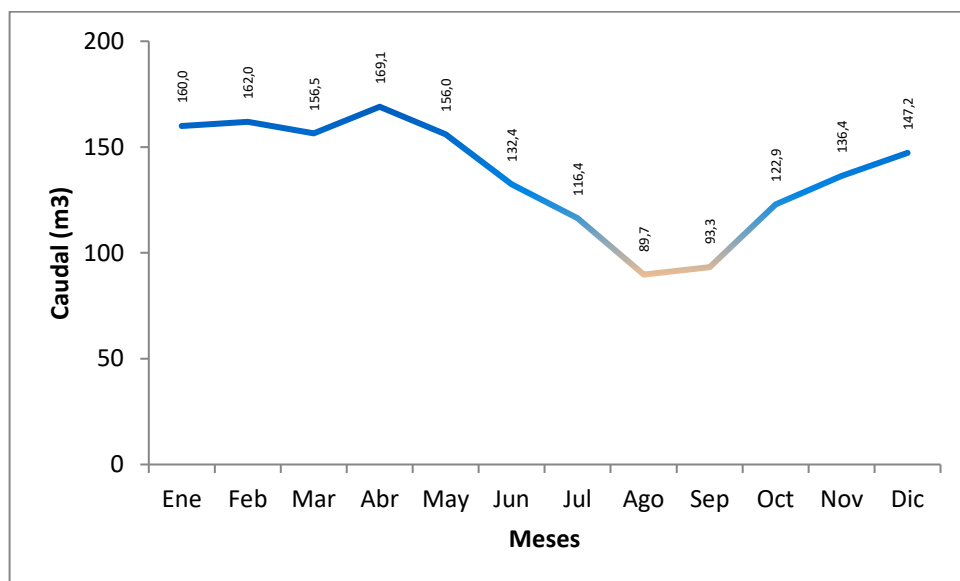


Figura 9: Promedio mensual histórico del caudal registrado en la Estación Hidrológica H011

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 9 representa la distribución mensual multianual del caudal registrado en la estación hidrológica H011, en la cual su línea de tendencia está marcada con un color azul claro para los meses que presentan incremento de caudal (de noviembre a junio) y un color salmón claro para los meses que registraron menor caudal (julio a octubre) respectivamente.

- **Estación Hidrológica H013**

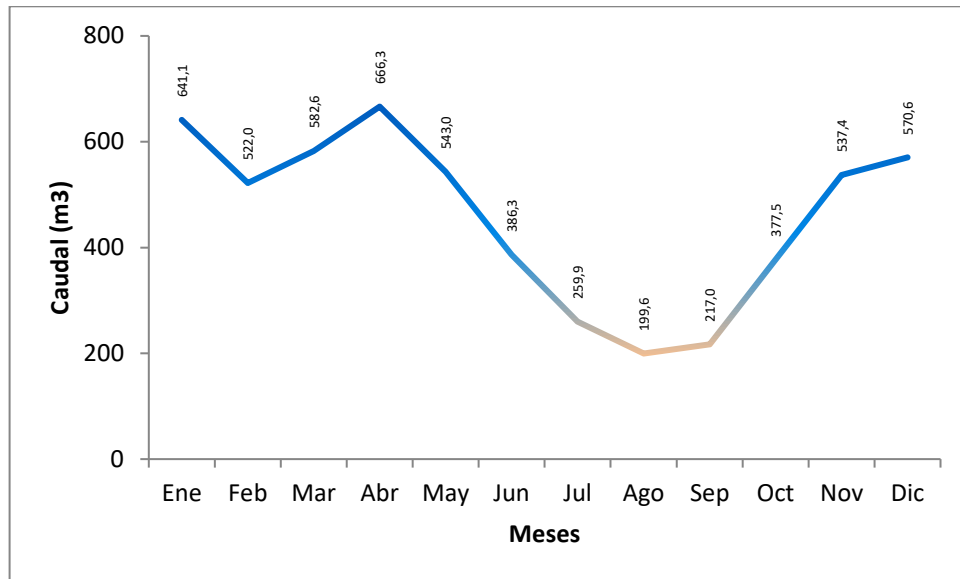


Figura10: Promedio mensual histórico del caudal registrado en la Estación Hidrológica H013

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 10 representa la distribución mensual multianual del caudal registrado en la estación hidrológica H013, en la que su línea de tendencia marca un color azul claro para los meses que presentaron mayor caudal (noviembre a junio) y un color salmón claro para los meses que registraron menor caudal (julio a octubre) respectivamente.

- Estación Hidrológica H015

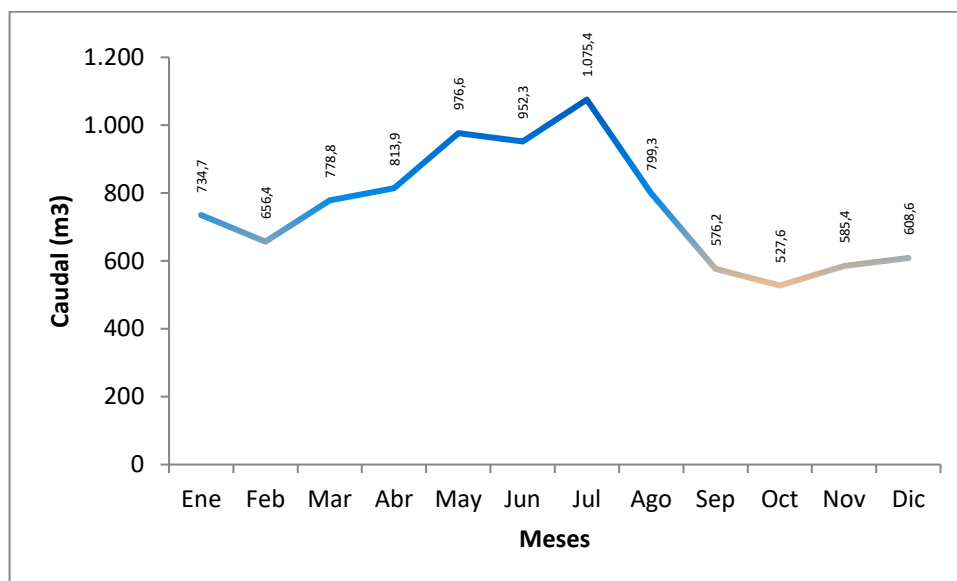


Figura 11: Promedio mensual histórico del caudal registrado en la Estación Hidrológica H015

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2017)

La Figura 11 representa la distribución mensual multianual del caudal registrado en la estación hidrológica H015, la cual indica en su línea de tendencia presenta un color azul claro para los meses con mayor incremento de caudal (enero - agosto) y un color salmón y gris para los meses que registraron menor caudal (septiembre - diciembre) respectivamente.

Balance de la distribución mensual del caudal

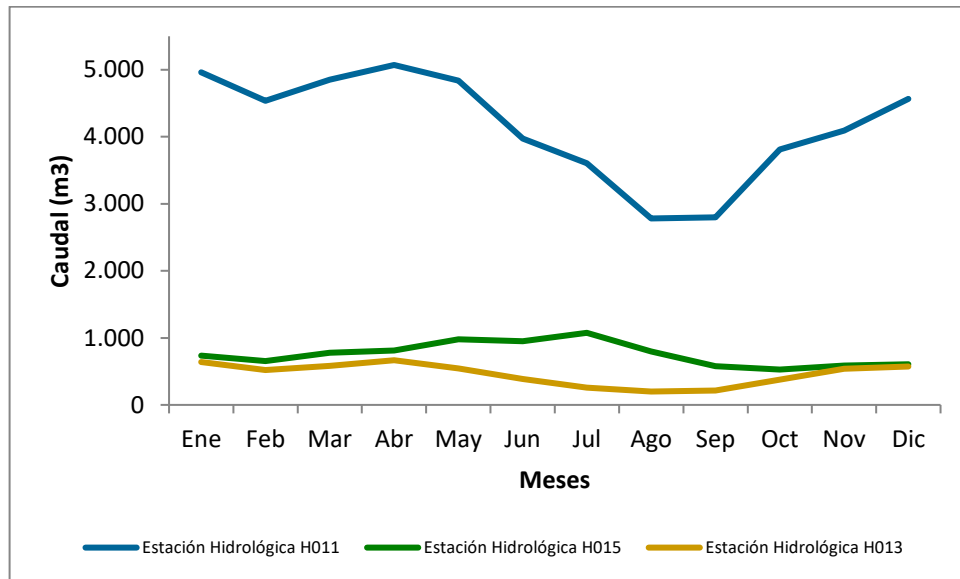


Figura 12: Incremento y disminución del caudal registrado en las Estaciones Hidrológicas H011-H013-H015 durante los meses del año.

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La Figura 12 representa la distribución mensual multianual de la precipitación registrada en las estaciones hidrológicas H011, H013 y H015. Como se puede observar en dicha figura, la distribución de las curvas de las estaciones tiene considerable similitud a lo largo del año, con excepción de la estación hidrológica H011, la cual almacena mayor cantidad de agua presentando aumentos y disminuciones significativas entre los meses de junio a septiembre, a diferencia de las otras dos estaciones que mantienen su nivel de caudal sin variaciones significativas.

6.7 Cálculo de periodos de retorno

Los datos presentados en la siguiente tabla pertenecen al caudal anual registrado por la estación hidrológica H015 de los periodos 1978 a 2015 y con los cuales se trabajó para poder realizar los cálculos de periodo de retorno y la probabilidad que representaría.

Tabla 5: *Cálculo de Periodos de Retorno de los datos obtenidos en la estación hidrológica H015*

Fecha	Caudal Medio Mensual Ordenado	Número de Orden (m)	Periodo de Retorno T (años)	Probabilidad P (%)
2015	1648,2	1	53,00	1,89
2000	1591,9	2	26,50	3,77
2001	1351,6	3	17,67	5,66
2014	1278,7	4	13,25	7,55
1997	1194,8	5	10,60	9,43
2006	1111,5	6	8,83	11,32
1994	1105,1	7	7,57	13,21
1996	1082,0	8	6,63	15,09
1989	1044,2	9	5,89	16,98
1978	994,8	10	5,30	18,87
1999	961,7	11	4,82	20,75
1992	908,8	12	4,42	22,64
2013	878,0	13	4,08	24,53
1980	859,4	14	3,79	26,42
2008	856,7	15	3,53	28,30
1993	840,8	16	3,31	30,19
1990	835,1	17	3,12	32,08
1991	736,9	18	2,94	33,96
1988	712,8	19	2,79	35,85
2004	661,6	20	2,65	37,74
2003	654,1	21	2,52	39,62
1986	560,0	22	2,41	41,51
2007	545,7	23	2,30	43,40
2012	533,7	24	2,21	45,28
1995	509,7	25	2,12	47,17
1984	459,5	26	2,04	49,06
2001	456,7	27	1,96	50,94
2002	452,7	28	1,89	52,83
1979	449,3	29	1,83	54,72
1987	394,5	30	1,77	56,60
1985	342,6	31	1,71	58,49

1981	327,7	32	1,66	60,38
1998	320,7	33	1,61	62,26
1983	298,5	34	1,56	64,15
1982	251,2	35	1,51	66,04
2005	44,6	36	1,47	67,92
2009	0,0	37	1,43	69,81
2010	0,0	38	1,39	71,70

Fuente: INAMHI, (2015)

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

En la tabla 4 se muestran las variaciones de las sumas medias mensuales multianuales. Se buscó el tiempo de retorno del evento máximo presentado en esta serie, para lo cual se ordenaron los datos de acuerdo a las frecuencias. El tiempo de retorno para el evento mayor es de 53 años con la probabilidad del 1,89% de que dicho evento vuelva a suceder.

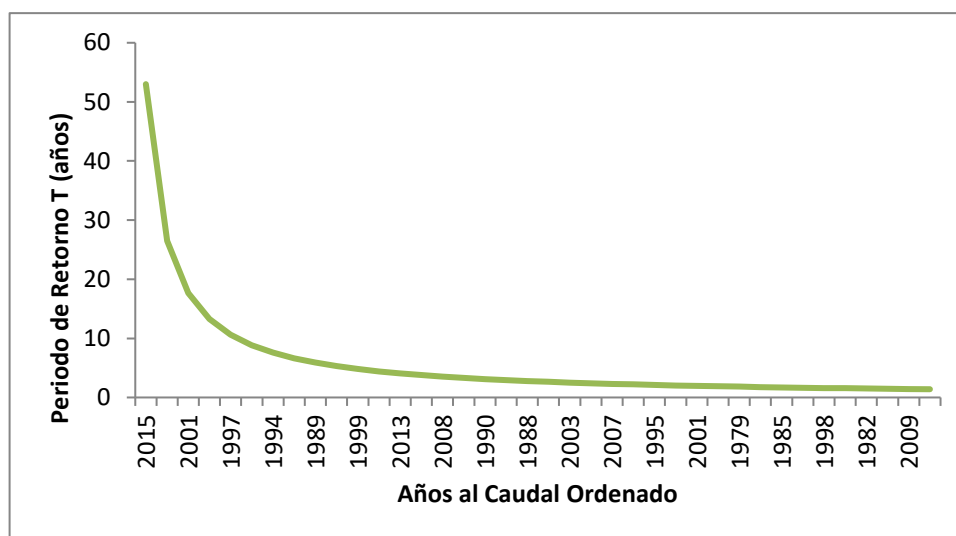


Figura 13: Retorno de las medias anuales ordenadas

Fuente: INAMHI, (2015)

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

En la figura 13 se muestra la variación del tiempo de retorno en la subcuenca del río Mira para el periodo de 38 años, como se puede observar la distribución es exponencial negativa.

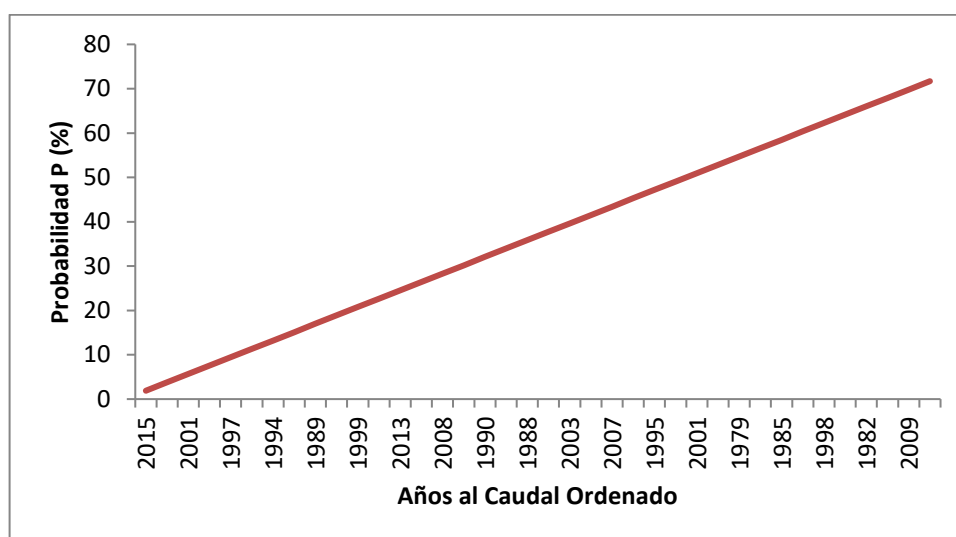


Figura 14: Tiempo de retorno de las medias anuales ordenadas

Fuente: INAMHI, (2015)

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

En la figura 14 se muestra la probabilidad de ocurrencia de los eventos estudiados en el mismo periodo de años.

6.8 Modelización Hidrológica

Son varios los modelos matemáticos que utilizan métodos que simulan las precipitaciones y escorrentías que en su mayoría son de forma experimental. Para este estudio se utilizó el Sistema de Modelación Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los E.E U.U (HEC–HMS) por sus siglas en inglés, el cuál proporciona una variedad de opciones para realizar simulaciones de precipitación, escurrimiento y tránsito de caudales. El programa HEC-HMS permite realizar la selección de diferentes métodos entre los cuales destacan cálculo de pérdidas, hidrogramas, propagación de causes y flujo base, facilitando simulaciones de procesos hidrológicos a nivel de eventos o de forma continua. Los SIG (Sistema de Información Geográfica) facilita el almacenamiento, análisis y modelación de datos georreferenciados a fin de que sus resultados sean utilizados en un sistema de prevención hidrológica que contribuya al pronóstico de inundaciones y a su vez puedan ser incorporados en el proceso de toma de decisiones y ordenamiento territorial. (Feldman, 2000).

En los últimos años, en Ecuador se ha dado paso a la aplicación de modelaciones hidrológicas con la utilización de programas, entre ellos HEC – HMS como estudios para la simulación hidrológica de cuencas de páramos presentado por Cabrera Valarezo, (2017). Otro estudio presentado como evolución de la dinámica de los escurrimientos en las zonas de alta montaña por Mena Correa, (2010), además también se puede mencionar el estudio fluviomorfológico del río Vinces y la determinación de las áreas de inundación presentado por Vintimilla Villavicencio & Solano Zúñiga, (2013). Debido a la escasa experiencia nacional en su aplicación y modelación hidrológica en general, algunos datos incompletos dificultan la calibración, conservación y distribución de sus parámetros e información básica.

6.8.1 Desarrollo

El programa HEC – HMS utiliza los siguientes componentes para simular una respuesta hidrológica:

- Modelo de la cuenca, considera los elementos hidrológicos como subcuencas (subbasin), tramo de tránsito (routing reach), unión (junction), embalse (reservoir), fuente (source), sumidero (sink) y derivación (diversión).
- Modelo meteorológico, calcula la transformación de precipitaciones a caudal en el modelo de la cuenca.
- Especificaciones de control, que definen el periodo e intervalo de tiempo en el cuál se realizará la simulación.
- Datos de entrada que son las series temporales, datos y tablas que se requieren a manera de parámetros tanto en el modelo de la cuenca como el modelo meteorológico.

6.8.2 Modelo de la cuenca

Para el desarrollo de la modelación de la cuenca hidrográfica río Mira se realizó una representación mediante ArcGIS para de esta manera adjuntar a HEC – HMS el modelo conceptual y como resultado obtener un modelo de cuenca unitaria. Posteriormente se establecieron los elementos gráficos de la cuenca con la red de drenaje respectiva, los poblados cercanos al área de estudio y la utilización de las distintas herramientas para el análisis concerniente del sitio.

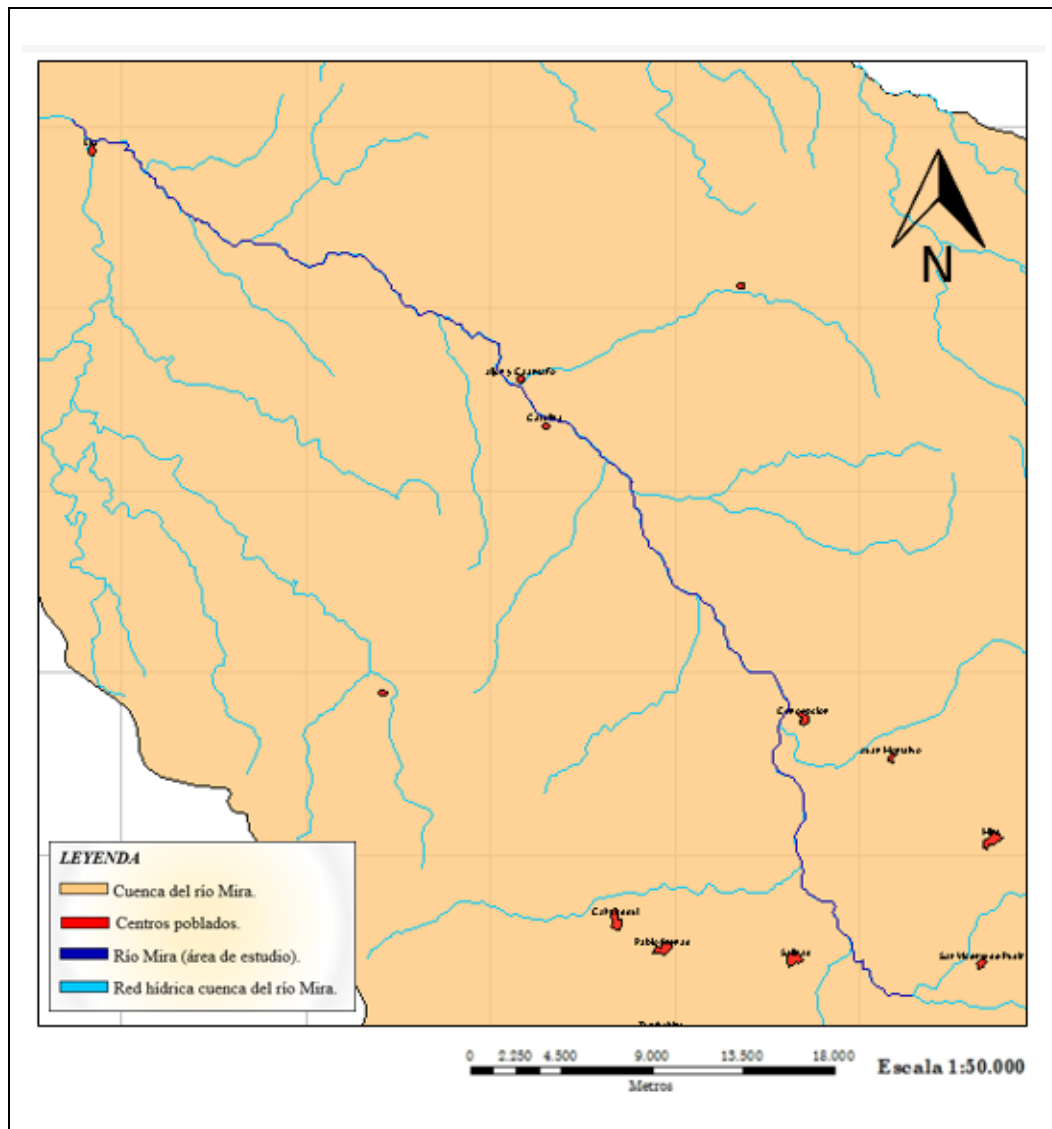


Figura15: Modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira utilizando el programa

HEC-HMS

Fuente Shapefile: IGM, (2013)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

6.8.3 Parámetros concernientes al análisis del sitio

Para el análisis concerniente del área de estudio se consideraron sólo los datos de la estación hidrológica H0015 (Chota en Pte. Carretera) debido a su ubicación estratégica en la convergencia del río Mira que darían resultados significativos para la simulación del modelo conceptual de la cuenca y que se encuentran disponibles a través de un estudio hidrológico realizado por él INAMHI (2015). Es de gran importancia resaltar que la interacción y la influencia de la geomorfología conjuntamente con su localización geográfica son factores

de gran complejidad ya que inciden significativamente en el escurrimiento superficial, afectando el ingreso, acumulación y salida del agua en la cuenca hidrográfica. A continuación, se presentan los parámetros físico morfo métricos mencionados:

Tabla 6: *Parámetros físico morfo métricos utilizados para el modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira*

Parámetro	Descripción
Código INMHI	H0011
Tipo de estación	Automática – Limnimétrica – Limnigráfica
Nombre	Chota en Pte. Carretera
Coordenadas geográficas	X : 825505 Y : 10052690 Alt: 1569 m.s.n.m
Área de la cuenca (Km ²)	1867,5
Longitud del río principal (Km)	78,16
Desnivel (m)	1890
Número de curva (CN)	73
Tiempo de concentración (hrs)	9,86
Tiempo de retardo	5,92

Fuente: INAMHI, (2015)

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

- a) **Código INAMHI:** El código de la estación está conformado por cinco caracteres siendo el primero una letra, la cual identifica a la red de estaciones si es hidrológica o meteorológica, en este caso es hidrológica que es representado con la letra “H”; los otros cuatro son números que representan un identificador de la estación dentro de la red hídrica siendo un código único. Código INAMHI: H0011

- b) Tipo de estación:** La estación hidrológica H0015 es de carácter:
- Automática: Obtiene datos de los parámetros meteorológicos como temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, lluvia, entre otros, obtenidos mediante sensores eléctricos.
 - Limnimétrica: Determina el caudal del afluente mediante lecturas periódicas sobre una regla graduada. La frecuencia de las lecturas es de dos veces por día.
 - Limnigráfica: Determina el caudal por medio de registros gráficos continuos de los niveles de agua presentes en el afluente.
- c) Nombre:** Generalmente hace referencia al lugar donde se encuentra en este caso su denominación es: Chota en Pte. Carretera.
- d) Coordenadas geográficas:** Permiten conocer la ubicación exacta de la estación hidrológica y la altura a la que se encuentra sobre el nivel del mar.

X: 825505

Y: 10052690

Alt: 1569 m.s.n.m

- e) Área de la cuenca (Km²):** Es el área comprendida desde la línea de división de las aguas, es decir el divisorium acuarium, hasta el punto de desembocadura. El área de la cuenca hidrográfica del río Mira es de **1867,5 km²**.
- f) Longitud del río principal (Km):** Representa la vía de drenaje más larga de la cuenca y la cuál es expresada en Km. La longitud del río principal es de 78,16 km.
- g) Desnivel (m):** Representa al valor de la diferencia en la cota más alta y la cota más baja de la cuenca. Como resultado se obtiene el valor de 1890m.
- h) Número de curva (CN):** Es un parámetro empírico que toma en cuenta las condiciones de humedad del suelo. Es representada a partir de un número adimensional en curvas estandarizadas las cuáles varían entre 0 a 100. El número de curva utilizado es de 73.
- i) Tiempo de concentración (hrs):** Es el tiempo mínimo necesario para que toda la cuenca esté aportando agua hacia el punto de salida, este parámetro dependerá del tamaño, topografía y forma de la cuenca. El tiempo de concentración utilizado es de 9,86 horas.
- j) Tiempo de retardo:** Conocido como coeficiente de almacenamiento, representa el retardo que la cuenca impone a la escorrentía superficial. El tiempo de retardo está

relacionado con el tiempo de concentración por medio de la siguiente fórmula.
(Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER, s.f)

$$t_r = 0.6 * t_c$$

El tiempo de retardo para este caso es de 5,92 horas.

Los parámetros antes descritos, son los datos de entrada que se aplicarán para que el modelo pueda ejecutarse. Las definiciones y parámetros utilizados pertenecen a un estudio hídrico de mapas de escurrimiento pertenecientes al río Mira realizado por el INAMHI (2015).

6.9 Metodología en el uso del programa HEC-HMS

6.9.1 Modelo de la cuenca hidrográfica utilizando HEC-HMS

El programa HEC-HMS utiliza la interfaz que consta básicamente de las siguientes partes:

Explorador: que se encuentra ubicado en la parte superior izquierda y en el que se encuentran los componentes definidos en el modelo, así como también las simulaciones realizadas y los resultados que se obtienen.

Editor de componentes: ubicado en la parte inferior izquierda que muestra las características de un determinado elemento señalado anteriormente en el explorador y los cuales son editables o no.

Escritorio: es la parte visual del programa en la que se trabajará modelando la cuenca hidrográfica.

Registro de mensajes: en esta ventana se mostrarán principalmente los mensajes de error, notas y confirmación de los procesos realizados.

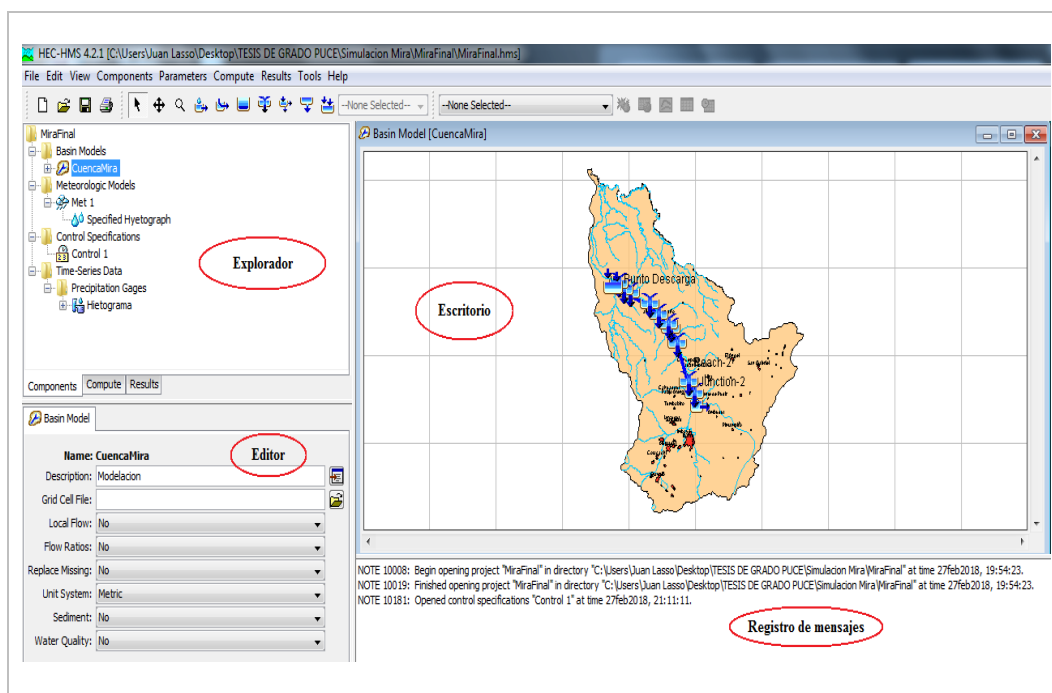


Figura 16: Interfaz del programa HEC-HMS

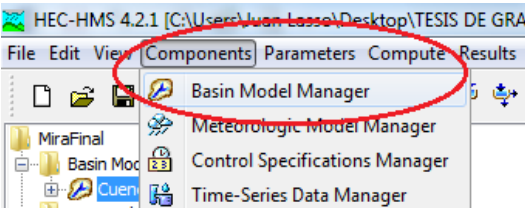
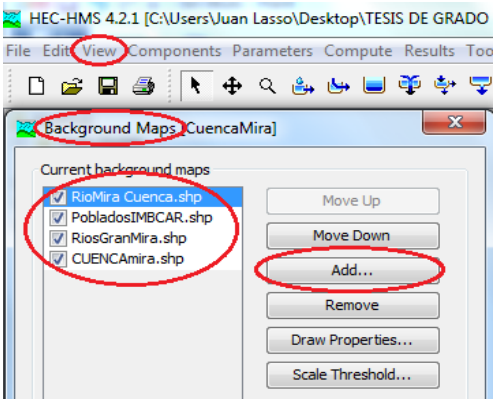
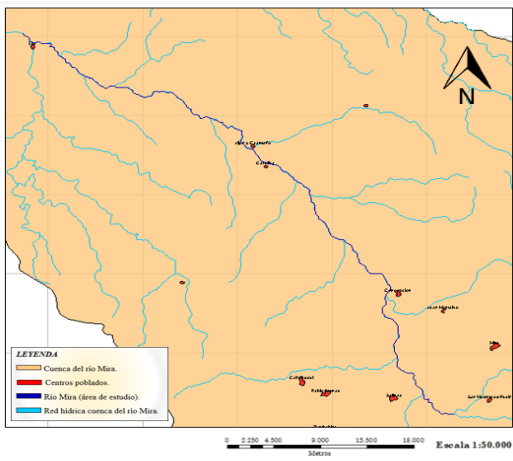
Fuente Shapefile: IGM, (2013)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Para la creación del modelo básico de la cuenca hidrográfica se adjuntaron archivos “shp.” previamente descargados del Geo Portal del Instituto Geográfico Militar actualizados hasta el año 2013, siendo editados y adjuntados al programa de modelación HEC-HMS.

A continuación se detalla el proceso de creación del modelo.

Tabla 7: Modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira utilizando el programa HEC-HMS

Proceso	Descripción
	<p>En la pestaña de componentes agregamos el modelo de la cuenca dando clic en <i>Basin Model Manager</i> como se indica con el círculo rojo para crear el modelo básico de la cuenca.</p>
	<p>Una vez creado el modelo básico de la cuenca, en la pestaña <i>view</i> accedemos a <i>background maps</i>, desde el cual se pueden agregar archivos “.shp” como se indicó previamente.</p> <p>Para la creación del modelo básico de la cuenca sólo se agrega:</p> <ul style="list-style-type: none"> .shp cuenca del río Mira .shp sistema de drenaje de la cuenca .shp área de estudio en el río Mira .shp centros poblados
	<p>En este <i>background</i> se encuentra representada la cuenca hidrográfica del río Mira, seguida por la red hídrica que conforma la misma, el trayecto de la zona de estudio y los poblados importantes y cercanos al área determinada.</p> <p>Como punto importante a destacar es que el programa HEC-HMS no proporciona una escala definida para la representación gráfica, por lo que se ha definido la escala en base a los archivos “.shp.” originales con los cuales se trabaja, en vista de que el programa pretende sólo simular los eventos en una determinada cuenca.</p>

Fuente Shapefile: IGM, (2013)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

6.9.2 Herramientas de conexión hídrica para el uso del programa HEC-HMS

Para la realización de las conexiones hídricas dentro del programa modelo se utilizan las siguientes herramientas.

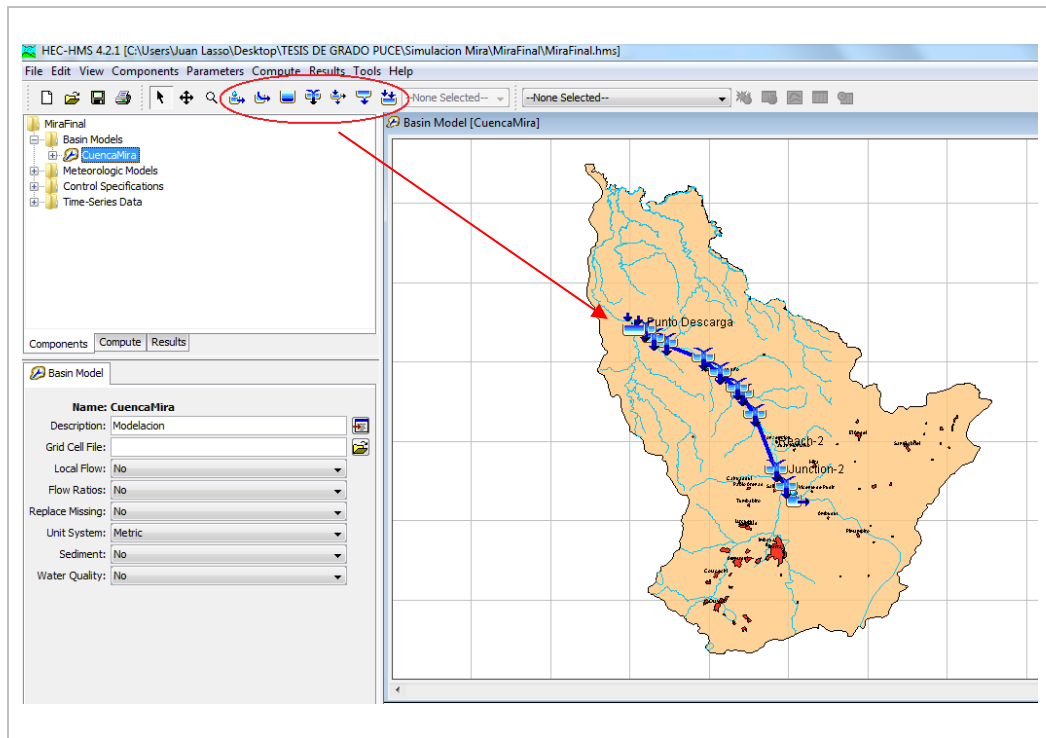





Figura 17: Modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira utilizando el programa HEC-HMS

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Tabla 8: Herramientas de conexión hídrica

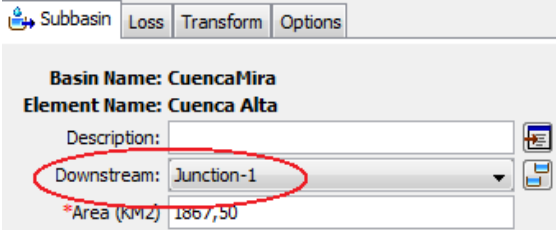
Herramienta Utilizada	Descripción
<p data-bbox="419 533 702 562">Subbasin Creation Tool</p> 	<p data-bbox="866 499 1430 685">Este tipo de herramienta permite identificar en qué punto de la cuenca hidrográfica ingresa el agua. Para el caso de la zona de estudio este punto se determinó en la convergencia de los ríos Chota y Mira.</p>
<p data-bbox="424 831 697 860">Junction Creation Tool</p> 	<p data-bbox="866 761 1430 947">Esta herramienta fue utilizada para unir afluentes secundarios que desembocan en el río principal (área de estudio), con un total de 10 puntos de conexión directa hacia el afluente principal.</p>
<p data-bbox="451 1055 670 1084">Sink Creation Tool</p> 	<p data-bbox="866 1023 1430 1167">El uso de esta herramienta permite determinar el punto de descarga hacia donde llega el afluente. Para el caso de estudio se determinó en el sector de Lita.</p>

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

6.9.3 Conexiones hídricas en el modelo básico de la cuenca


Para la realización de los análisis respectivos se procedió a configurar en la casilla *downstream* de la pestaña *subbasin* las conexiones a realizarse, es decir *junction 1* → *reach 1*, *reach 1* → *junction 2*, *junction 2* → *reach 2*, *reach 2* → *junction 3*, y así sucesivamente hasta llegar a conectar los 10 puntos, desde la cuenca alta (convergencia del río Mira) hasta el punto de descarga (Lita). Cabe mencionar que dentro del modelo se deben definir los tramos (*Reach*) que conectan las uniones. No deben existir tramos sin conectar para que posteriormente no se generen errores en la simulación del modelo.

Tabla 9: Conexiones hídricas en el modelo básico de la cuenca

Proceso	Descripción
	<p>En esta representación gráfica de la pestaña <i>subbasin</i> se muestra la casilla <i>downstream</i> en la cual se realizan las conexiones de cada punto, como se explica arriba.</p>

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

Tabla 10: Conexiones hídricas realizadas en el modelo básico de la cuenca

Proceso	Descripción
	<p>Previamente se puede observar las conexiones realizadas en el modelo básico de la cuenca. Un total de 10 afluentes intervienen en el trayecto del área de estudio, para lo cual el programa HEC-HMS solicita que se realice este tipo de conexión siguiendo el cauce del afluente hasta su punto de descarga.</p> <p>Nota: En cada <i>Reach</i> se procederá a dar un clic y digitar un valor calculado del tiempo de retardo en minutos.</p>

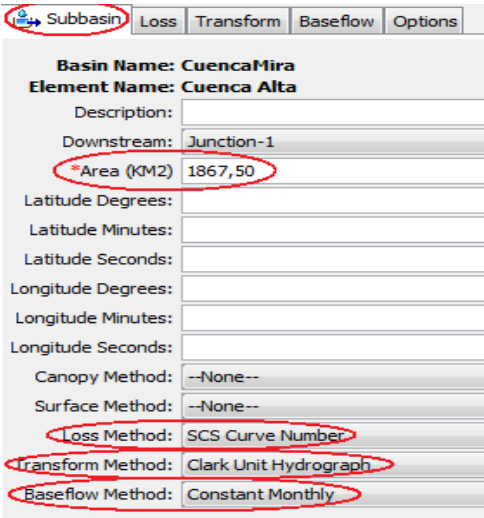
Elaborado por: Andrade, C. (2018)

6.9.4 Parámetros utilizados para el análisis del sitio

Para el análisis de estos parámetros se utilizaron los datos anteriormente expuestos en la tabla 4, “parámetros físico morfo métricos utilizados para el modelamiento de la cuenca hidrográfica del río Mira” a fin de organizar y estandarizar la información en la pestaña del modelo básico de la cuenca, previamente a realizarse la simulación. Cabe recalcar que en las

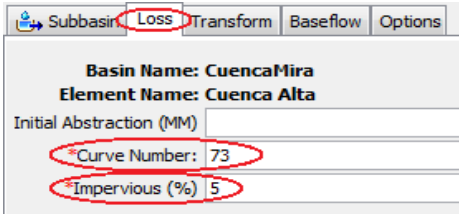
casillas marcadas con un asterisco (*) siempre tiene que ir algún tipo de dato para dar paso a la simulación.

Tabla 11: Parámetros utilizados para el análisis de la cuenca

Proceso	Descripción
 <p>The screenshot shows the 'Subbasin' configuration window. The 'Basin Name' is 'Cuenca Mira' and the 'Element Name' is 'Cuenca Alta'. The 'Downstream' is 'Junction-1'. The 'Area (KM2)' is 1867,50. The 'Loss Method' is 'SCS Curve Number', the 'Transform Method' is 'Clark Unit Hydrograph', and the 'Baseflow Method' is 'Constant Monthly'. The 'Subbasin' tab is active.</p>	<p>En las casillas marcadas por (*) siempre tiene que ir algún tipo de dato, en este caso el área de la cuenca. Por defecto, en el programa aparecerá otro tipo de configuración:</p> <p><i>Loss Method:</i> Corresponde al método de pérdida en el cual se utilizará el número de curva y para lo cual se cambiará la configuración a <i>SCS Curve Number</i>.</p> <p><i>Transform Method:</i> Se trabajará con este método para obtener el hidrograma unitario, luego se cambiará a <i>Clark Unit Hydrograph</i>.</p> <p><i>Baseflow Method:</i> colocamos <i>Constant Monthly</i> ya que el afluente mantiene un flujo constante y no se genera sólo por lluvias.</p>

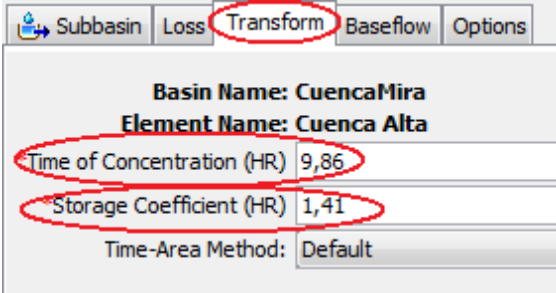
Elaborado por: Andrade, C. (2018)

Tabla 12: Parámetros utilizados para el análisis de pérdida

Proceso	Descripción
 <p>The screenshot shows the 'Loss' configuration window. The 'Basin Name' is 'Cuenca Mira' and the 'Element Name' is 'Cuenca Alta'. The 'Initial Abstraction (MM)' is empty. The 'Curve Number' is 73 and the 'Impervious (%)' is 5. The 'Loss' tab is active.</p>	<p>En la pestaña de <i>Loss</i> digitaremos en:</p> <p><i>Curve Number:</i> el número de curvas que es un parámetro empírico que toma en cuenta las condiciones de humedad del suelo.</p> <p><i>Impervious:</i> este parámetro va en una escala de 0 a 5, siendo 0 un porcentaje al que no hay ningún tipo de pérdida y 5 una pérdida representativa.</p>

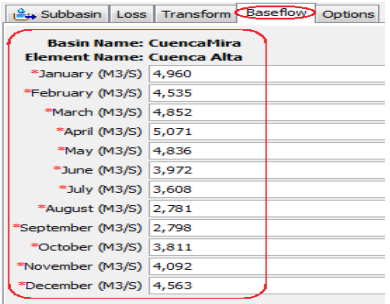
Elaborado por: Andrade, C. (2018)

Tabla 13: Parámetros utilizados para el análisis de transformación

Proceso	Descripción
	<p>En el apartado de la pestaña <i>Transform</i> digitaremos los datos previamente obtenidos en dos casillas, como se detalló en la tabla 4.</p> <p><i>Time of Concentration</i> (hrs): se refiere a la cantidad de agua que se aporta constantemente a la cuenca hacia el punto de salida, este parámetro dependerá del tamaño, topografía y forma de la cuenca.</p> <p><i>Storage Coefficient</i> (hrs): este parámetro fue calculado mediante la ecuación</p> $t_r = 0.6 * t_c$ <p>Representa el retardo que la cuenca impone a la escorrentía superficial.</p>

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

Tabla 14: Parámetros utilizados para el análisis del flujo base

Proceso	Descripción
	<p>En la pestaña de <i>Base flow</i> colocamos el valor de los datos diarios promediados mensual y anualmente registrados por la estación hidrológica H011. (En este caso durante el periodo de 1964 a 2015).</p>

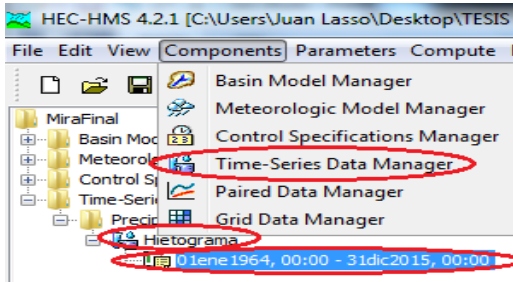
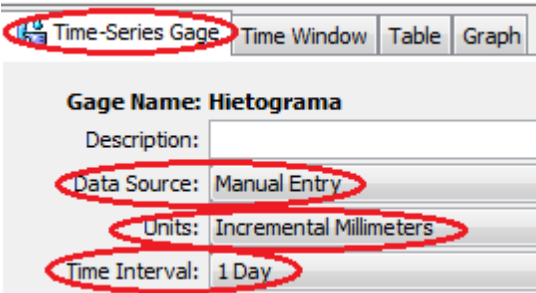
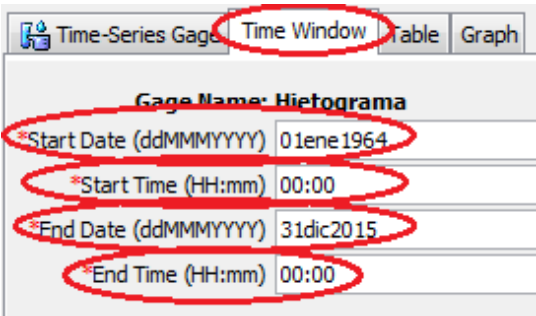
Elaborado por: Andrade, C. (2018)

6.9.5 Datos para la elaboración del hietograma

Para la elaboración del hietograma se obtuvieron los datos de promedios mensuales – multianuales, mediante los diferentes registros expedidos en la estación meteorológica

M301. De esta manera se introdujo cada uno de los diferentes registros para cada año en la representación gráfica del hietograma.

Tabla 15: Ingreso de datos de las precipitaciones registradas en intervalos de un día durante el periodo 1964-2015

Proceso	Descripción
	<p>En la pestaña de <i>Components</i> ingresamos en <i>Time – Series Data Manager</i> para posteriormente ingresar los datos que generarán el hietograma.</p>
	<p>En la pestaña <i>Time – Series Gage</i> ingresamos los siguientes datos en los distintos apartados.</p> <p><i>Gage Name:</i> un nombre como en este caso, hietograma.</p> <p><i>Data Source:</i> seleccionamos <i>Manual Entry</i>.</p> <p><i>Units:</i> seleccionamos <i>incremental millimeters</i></p> <p><i>Time Interval:</i> <i>1 Day</i>, puesto que los datos ingresados son registros diarios, en algunos casos se puede variar el intervalo hacia horas.</p>
	<p>En la pestaña <i>Time Window</i> colocamos el intervalo de tiempo en el que queremos que los datos sean analizados. (Para este caso se programó desde el 01 de enero de 1964 hasta el 31 de diciembre de 2015, datos registrados durante estas fechas).</p> <p>En <i>Start Time</i> y <i>End Time</i> se coloca las 00:00 hrs puesto que los registros son diarios.</p>

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
02jul1964, 00:00	0,80
03jul1964, 00:00	0,00
04jul1964, 00:00	0,00
05jul1964, 00:00	0,00
06jul1964, 00:00	0,00
07jul1964, 00:00	0,00
08jul1964, 00:00	0,00
09jul1964, 00:00	0,00
10jul1964, 00:00	0,00
11jul1964, 00:00	0,00
12jul1964, 00:00	0,00
13jul1964, 00:00	0,00
14jul1964, 00:00	0,00
15jul1964, 00:00	0,00
16jul1964, 00:00	2,70

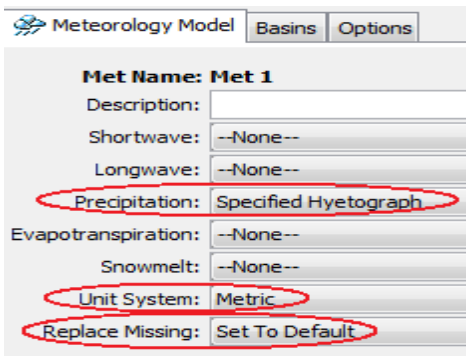
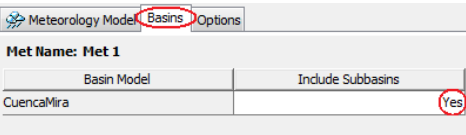
Posteriormente en la pestaña *Table* ingresamos los datos de las precipitaciones registradas. (Para este análisis se obtuvieron a partir de la estación meteorológica M301 y se lo ingresó en la tabla conjuntamente con el día respectivo).

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

6.9.6 Configuración del modelo meteorológico

En este apartado sólo se configurarán algunos parámetros para el análisis del hietograma.

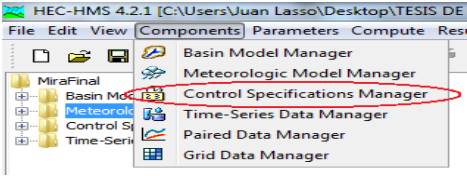
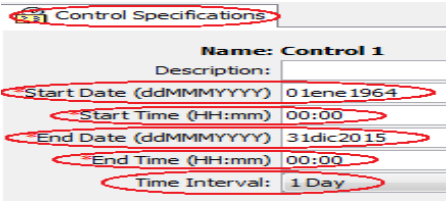
Tabla 16: Configuración de los parámetros del modelo meteorológico

Proceso	Descripción
	<p>En la pestaña de <i>Meteorology Model</i> se configuró las siguientes pestañas:</p> <p><i>Precipitation:</i> se seleccionó <i>Specified Hyetograph</i></p> <p><i>Unit System:</i> se escogió el sistema <i>Metric</i></p> <p><i>Replace Missing:</i> configuramos por defecto con la opción <i>Set to Default</i></p>
	<p>En la pestaña de <i>Basins</i> se opta por la opción <i>Yes</i>, es decir indicamos al programa a que tome en cuenta a la cuenca.</p>

Elaborado por: Andrade, C. (2018)

6.9.7 Configuración de especificaciones de control

Tabla 17: Configuración de especificaciones de control

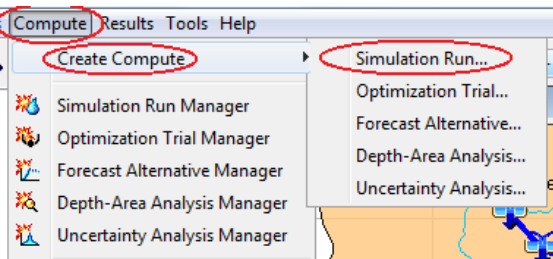
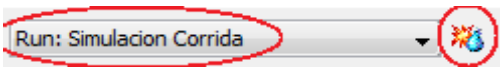
Proceso	Descripción
	<p>Finalmente en el apartado de <i>Components</i> en la sección <i>Control Specifications Manager</i> se escoge la opción para configurar el intervalo con el cuál se desea que se interprete el hidrograma.</p>
	<p>En <i>Control Specifications</i> se ingresaron los datos para la configuración del intervalo de tiempo en el que se interpretarán los resultados.</p>

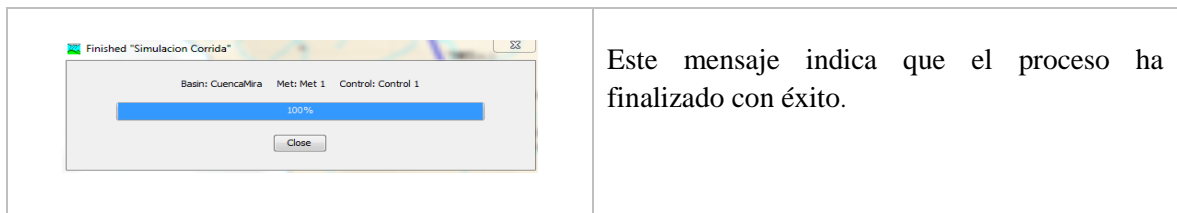
Elaborado por: Andrade, C. (2018)

6.9.8 Creación del cómputo de simulación

En esta sección se realizará el cómputo de los datos para generar la simulación en el programa.

Tabla 18: Cómputo de la simulación en el programa HEC-HMS

Proceso	Descripción
	<p><i>Compute</i>, en esta pestaña, finalmente se deja correr la simulación de todos los datos previamente configurados</p>
	<p>En la barra superior seleccionamos <i>Run</i>: colocamos el nombre que se le da a la simulación y clic en el ícono de <i>Compute Current Run</i>. Posteriormente aparecerá un aviso el cual indica que el proceso se ha completado.</p>



Elaborado por: Andrade, C. (2018)

6.10 Resultados logrados en la simulación

Una vez realizada la simulación, se presentará un resumen global de los resultados obtenidos en el programa. Existen cinco casillas las cuales se describen a continuación:

Hidrologic Element: indica las conexiones que se realizaron en el trayecto del área de estudio desde la cuenca alta, sector de convergencia del río Mira, su trayecto y el punto de descarga que es la zona donde finaliza la investigación, Lita.

Drainage Area: Indica el área de la cuenca con la cual se trabajó. El valor va a ser el mismo en todos los puntos de conexión.

Peack Descharge: Revela la descarga máxima que se genera en el trayecto del área de estudio y se encuentra representada en m^3/s . En la tabla se puede considerar una disminución significativa a lo largo del trayecto del área de estudio conforme inicia en la cuenca alta con $892,1 m^3/s$ y termina en el punto de descarga con $502,9 m^3/s$.

Time of Peak: Proporciona la información de la hora pico a la cual hubo mayor flujo en el afluente. Como se seleccionó las 00:00 hrs en base a que se configuró el hietograma para un día y no por hora, entonces el resultado va a ser el mismo, pero en diferentes días.

Volume (1000m³): está configurado para que determine el volumen calculado en $1000m^3$.

Tabla 19: Resultados de la simulación en el programa HEC-HMS

Project: MiraFinal Simulation Run: Simulacion Corrida

Start of Run: 01ene1964, 00:00 Basin Model: CuencaMira
 End of Run: 31dic2015, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Cuenca Alta	1867,50	892,1	04ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-1	1867,50	892,1	04ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-1	1867,50	879,9	04ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-2	1867,50	879,9	04ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-2	1867,50	822,0	04ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-3	1867,50	822,0	04ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-3	1867,50	741,8	04ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-4	1867,50	741,8	04ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-4	1867,50	653,7	04ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-5	1867,50	653,7	04ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-5	1867,50	601,7	05ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-6	1867,50	601,7	05ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-6	1867,50	592,9	05ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-7	1867,50	592,9	05ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-7	1867,50	566,1	05ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-8	1867,50	566,1	05ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-8	1867,50	527,6	05ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-9	1867,50	527,6	05ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-9	1867,50	502,9	06ene1982, 00:00	55037128,2
Junction-10	1867,50	502,9	06ene1982, 00:00	55037128,2
Reach-10	1867,50	502,9	06ene1982, 00:00	55037128,2
Punto Descarga	1867,50	502,9	06ene1982, 00:00	55037128,2

Elaborado por: Andrade C. (2018)

La tabla 19 representa el resultado obtenido en el programa (HEC-HMS) que indica entre otros parámetros, el área de drenaje de la cuenca (km²), en este caso es 1867,50 km²; el pico de descarga máxima que se ha registrado a lo largo del periodo de los años registrados, va desde el 04 al 06 de enero de 1982. Además, se muestra el tiempo que dura una descarga de este tipo. La imagen se asocia al tiempo que demora en descargar el caudal registrado por el programa. Para esto se consideró que el 04 de enero de 1982 se empezó a registrar lecturas desde las 14:00 hasta las 00:00 horas, asociando de esta manera las diez lecturas alusivas a la fecha expuestas en la figura 16. Para el 05 de enero de 1982 se consideró el registro de ocho lecturas, una cada 3 horas, asociando de esta manera las 8 lecturas alusivas a la fecha. Finalmente se consideraron cuatro lecturas, una cada 6 horas, asociando los cuatro valores finales de la figura 16. Durante el periodo de tiempo considerado que es de 38 horas, desde el pico de caudal cuyo valor es de 892,1 m³/s hasta los 502,9 m³/s, se descargaron 389,2 (m³/s).

Concluyendo al presente análisis, se determinó que el valor de descarga es significativo en sentido de conocer su descarga máxima desde el *tiempo al pico* hasta su *tiempo base*, pero su tiempo total de 38 horas es suficiente para no producir eventos de crecida significativa. En cambio, asociando al análisis de estudio no es tan relevante en vista que durante la presente investigación se determinaron factores como el relieve, drenaje de la cuenca, trayecto del afluente, entre otros que favorecen la descarga del caudal evitando de esta manera que ocurran eventos de crecidas considerables.

Los resultados expuestos en la tabla están condicionados a las siguientes suposiciones. La precipitación ponderada es la misma en toda longitud de alcance. Los parámetros físicos morfométricos son valores calibrados para el desarrollo de la simulación y sus valores medidos en campo podrían variar.

Posteriormente en la figura 19 se muestra el hietograma generado por el programa HEC HMS en el que se puede constatar la relación de pico de descarga máxima con las fechas del cuadro de resultados obtenidos en la simulación.

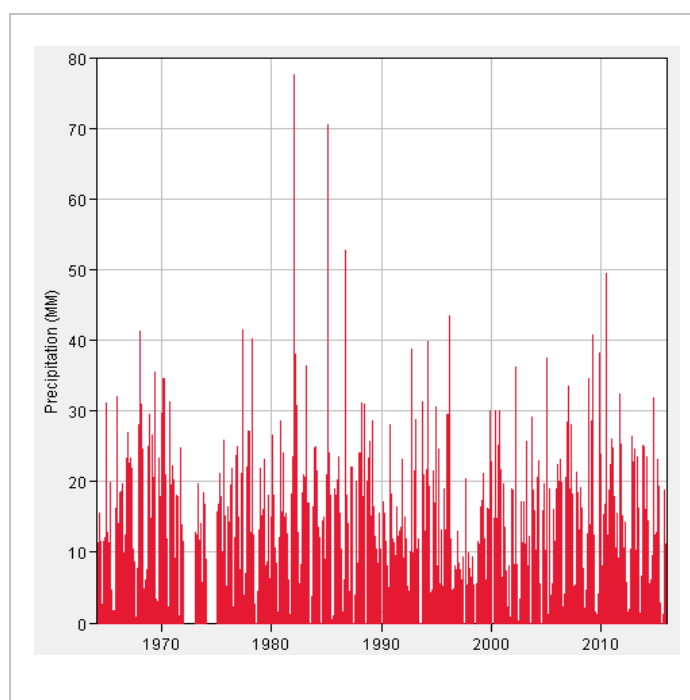


Figura 18: Hietograma de la precipitación registrada en la estación meteorológica M301 durante el periodo 1964-2015 generado en el programa HEC-HMS

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

6.11 Discusión

Sobre la pregunta directriz de la presente investigación: ¿si el índice de escorrentías, filtraciones y drenaje durante la distribución estacional es el mismo? se puede establecer que la escorrentía y la infiltración siguen la misma tendencia de distribución respecto tanto de la precipitación como del caudal del área de estudio durante los meses de noviembre a mayo, a diferencia de los meses de junio a octubre cuando la precipitación disminuye pero el caudal se mantiene constante hasta el mes de julio a partir del cual empieza a reducirse considerablemente, esto se debe posiblemente a que el agua subterránea almacenada en los acuíferos finalmente se filtró, puesto que el relieve escarpado del área de estudio se encuentra conformado en su mayoría por arcilla y grava, lo que hasta cierto punto impide que el suelo absorba el agua drenada proveniente de la superficie y las precipitaciones. Este análisis se realizó en base a la figura 19 que representa la variación de la precipitación y caudal del área de estudio.

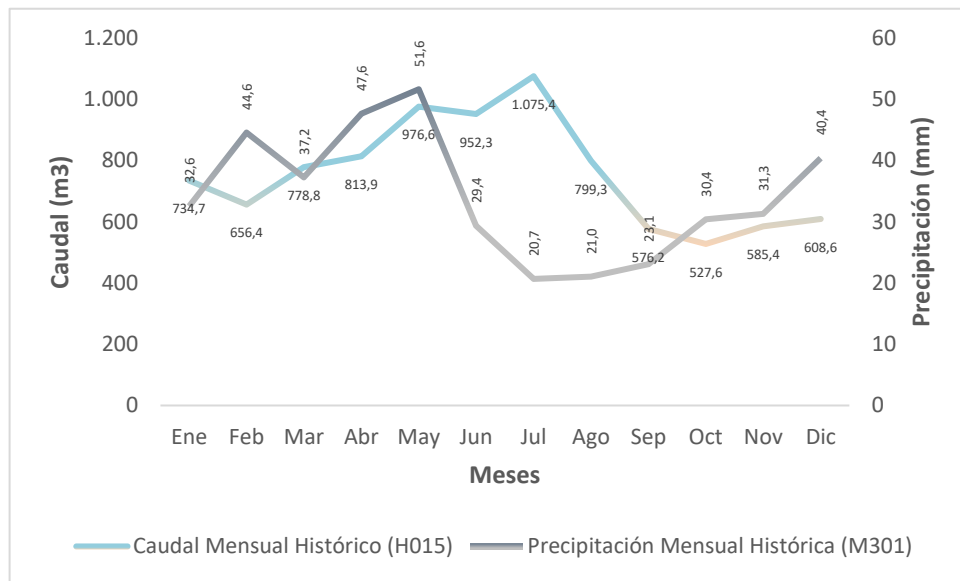


Figura 19: Correlación entre la precipitación (estación M301) y el caudal (estación H015) registrados durante el año

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Para realizar la caracterización propuesta en el objetivo específico 1, se realizaron salidas de campo a fin de realizar un análisis complementario a la medición de caudales y profundidad del lecho del río mediante equipos técnicos como caudalímetro o correntómetro, pero en

vista a su limitada disponibilidad y uso de los mismos se trabajó sólo con datos históricos registrados proporcionados por el INAMHI y hasta el año 2015.

Al momento de realizar la simulación en el programa HEC-HMS se decidió modelar al área de estudio como cuenca única debido a que solo se escogió una sección del río principal (Mira) y en la cual existe una estación hidrológica con datos de mediciones de caudales anuales históricos registrados para aplicar la metodología anteriormente desarrollada.

En base a las precipitaciones se analizaron las escorrentías presentadas en la zona de estudio que se muestran en la tabla 24 cuyos valores fueron obtenidos de la base de datos de las estaciones meteorológicas correspondientes al periodo de 50 años.

Respecto a filtraciones, se puede deducir que en el relieve hidrogeológico de la cuenca del río Mira de los 0 a los 2 m de profundidad el suelo se encuentra conformado netamente por arcilla y hasta los 22 m por grava granulosa con arcilla, lo que permite que el agua escurra fácilmente en el relieve escarpado que conforma la parte del trayecto de la zona de estudio. Este estudio fue presentado por el INAMHI (2005) y del cual se tomó referencia para analizar el tipo de filtración del suelo que posee la cuenca hidrográfica del río Mira.

El drenaje fue el parámetro considerado en el punto de descarga, para la presente investigación en el sector de Lita. Este parámetro fue tomado directamente de la simulación realizada en el programa modelo HEC-HMS que muestra el resultado obtenido sobre 1000m^3 , y el cuál se muestra en la figura 16 del cuadro de resultados de la simulación del programa HEC-HMS.

Con respecto al objetivo específico 2, al momento de realizar la simulación en el programa HEC-HMS se decidió modelar al área de estudio como cuenca única debido a que solo se escogió una sección del río principal (Mira) y en la cual existe una estación hidrológica con datos de mediciones de caudales anuales históricos registrados para aplicar la metodología anteriormente desarrollada.

La aplicación del programa nos aborda un importante instrumento para dimensionar ciertos tipos de obra dependiendo de la importancia que se le dé a la misma (ya sea de interés económico, social, ambiental, turístico, estratégico, etc) y de la existencia de vías alternativas capaces de determinar la magnitud del daño que se produciría ante un eventual fallo. De esta

manera se considera un importante dato al cálculo de periodos de retorno, en el cual se detalla el periodo de años y la probabilidad en que se podría presentar cierta ocurrencia con igual o mayor magnitud.

De acuerdo a las comparaciones del promedio mensual histórico de las precipitaciones registradas cerca al área de estudio, se deduce que a lo largo de los años registrados (1964-2015) en el área, a partir del mes de abril, la precipitación disminuye paulatinamente hasta el mes de septiembre, donde inicia la época lluviosa, manteniéndose hasta marzo, como se indicó previamente en la figura 7, además su caudal se incrementa cuantiosamente.

Respecto a las comparaciones del promedio mensual histórico del caudal registrado por tres distintas estaciones hidrológicas (H011-H013-H015), igualmente cercanas al área de estudio, se optó por utilizar los datos registrados (1964-2015) sólo de la estación hidrológica H015 debido a su ubicación estratégica en el área pues está en la convergencia de los dos ríos, Chota y Mira. Además, mantiene un caudal constante y no tan variable con un valor aproximado de los 1000 m³/s durante la mayor parte del año como se indicó en la figura 12, acerca de la comparación del incremento y disminución del caudal registrado en las Estaciones Hidrológicas H011-H013-H015 durante los meses del año.

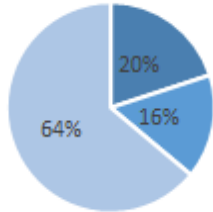
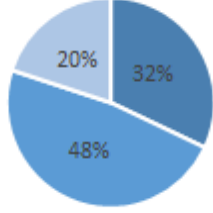
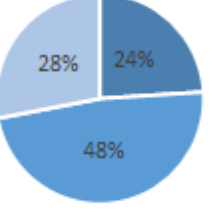
De acuerdo a la socialización de los resultados obtenidos durante la investigación, objetivo específico 3, ésta se desarrolló en las instalaciones de la PUCESI el día 30 de abril de 2018, obteniendo las siguientes valoraciones por parte de los encuestados.

Las preguntas fueron evaluadas de acuerdo a la siguiente escala:

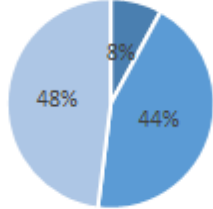
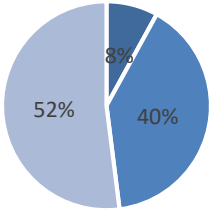
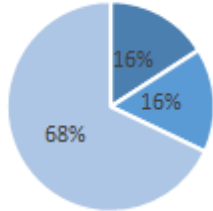
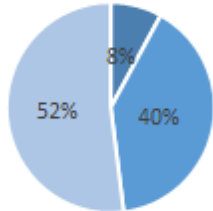
5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN																					
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN																					
<p>1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	6	<i>4</i>	10	<i>5</i>	9	<table border="1"> <caption>Distribución de respuestas para la pregunta 1</caption> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>36%</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Porcentaje	1	24%	2	40%	3	36%
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>																				
<i>1</i>	0																				
<i>2</i>	0																				
<i>3</i>	6																				
<i>4</i>	10																				
<i>5</i>	9																				
Calificación	Porcentaje																				
1	24%																				
2	40%																				
3	36%																				
<p>2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>9</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>11</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	9	<i>4</i>	11	<i>5</i>	5	<table border="1"> <caption>Distribución de respuestas para la pregunta 2</caption> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>44%</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Porcentaje	1	20%	2	36%	3	44%
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>																				
<i>1</i>	0																				
<i>2</i>	0																				
<i>3</i>	9																				
<i>4</i>	11																				
<i>5</i>	5																				
Calificación	Porcentaje																				
1	20%																				
2	36%																				
3	44%																				

Elaborado por: Andrade C. (2018)

EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR																					
<p>3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	5	<i>4</i>	4	<i>5</i>	16	 <table border="1"> <caption>Data for Question 3 Pie Chart</caption> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>64%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Porcentaje	5	64%	4	16%	3	20%
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>																				
<i>1</i>	0																				
<i>2</i>	0																				
<i>3</i>	5																				
<i>4</i>	4																				
<i>5</i>	16																				
Calificación	Porcentaje																				
5	64%																				
4	16%																				
3	20%																				
<p>4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>12</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	8	<i>4</i>	12	<i>5</i>	5	 <table border="1"> <caption>Data for Question 4 Pie Chart</caption> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Porcentaje	4	48%	3	32%	5	20%
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>																				
<i>1</i>	0																				
<i>2</i>	0																				
<i>3</i>	8																				
<i>4</i>	12																				
<i>5</i>	5																				
Calificación	Porcentaje																				
4	48%																				
3	32%																				
5	20%																				
<p>5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>12</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	6	<i>4</i>	12	<i>5</i>	7	 <table border="1"> <caption>Data for Question 5 Pie Chart</caption> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>28%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>24%</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Porcentaje	4	48%	5	28%	3	24%
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>																				
<i>1</i>	0																				
<i>2</i>	0																				
<i>3</i>	6																				
<i>4</i>	12																				
<i>5</i>	7																				
Calificación	Porcentaje																				
4	48%																				
5	28%																				
3	24%																				

Elaborado por: Andrade C. (2018)

MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN													
<p>6. ¿Considera que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>11</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	2	<i>4</i>	11	<i>5</i>	12	
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>												
<i>1</i>	0												
<i>2</i>	0												
<i>3</i>	2												
<i>4</i>	11												
<i>5</i>	12												
<p>7. ¿Considera que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	1	<i>4</i>	7	<i>5</i>	17	
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>												
<i>1</i>	0												
<i>2</i>	0												
<i>3</i>	1												
<i>4</i>	7												
<i>5</i>	17												
<p>8. ¿Considera que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna comunidad o institución pública o privada?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	4	<i>4</i>	4	<i>5</i>	17	
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>												
<i>1</i>	0												
<i>2</i>	0												
<i>3</i>	4												
<i>4</i>	4												
<i>5</i>	17												
<p>9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera que éstos se cumplieron?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Calificación</i></th> <th><i>Encuestados</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>1</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>2</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>3</i></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><i>4</i></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><i>5</i></td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>	<i>1</i>	0	<i>2</i>	0	<i>3</i>	2	<i>4</i>	10	<i>5</i>	13	
<i>Calificación</i>	<i>Encuestados</i>												
<i>1</i>	0												
<i>2</i>	0												
<i>3</i>	2												
<i>4</i>	10												
<i>5</i>	13												

Elaborado por: Andrade C. (2018)

7. Conclusiones

La estación hidrológica influyente en este estudio fue la estación H011, que luego de ser identificada en un sitio estratégico al área de estudio (en la convergencia de los ríos Chota y Mira) fue sometida a un análisis de veracidad de datos para poder utilizarlo en la comparación de variación del caudal registrado durante los meses del año.

A través de las características físicas y morfológicas de la cuenca hidrográfica Mira se determinó que el área de estudio no es susceptible a presentar eventos de inundaciones significantes. Sin embargo, factores como la topografía, confluencia de cauces, incremento de precipitaciones y la textura de suelo que predomina en el área son elementos ideales para que se produzcan eventos de inundación.

El modelo conceptual de cuenca unitaria utilizado durante la realización del presente estudio es suficiente para modelar cuencas pequeñas con escasas de información en base a registros, características hidrometeorológicas y ausencia de objetivos e intereses particulares.

Un aspecto primordial a tomar en cuenta en el desarrollo de este estudio es que además de visualizar los efectos producidos por la variación del sistema hidrometeorológico en el área de estudio, conviene aportar conocimientos dirigidos al aprovechamiento y riesgos que implica el que se incremente o disminuya el recurso hídrico en las poblaciones cercanas.

En el área de estudio no se evidenció mayor riesgo más que posibles inundaciones de carácter banal para cultivos desarrollados en la zona, que más bien favorecerían a los pequeños agricultores.

El presente estudio se lo realizó en base a la información disponible solicitada al INMAHI, que presenta algunas limitaciones en cuanto a información y registro de distintas series de datos, en base a esto la experiencia y apoyo profesional son fundamentales para poder lograr investigaciones con éxito favoreciendo el campo investigativo por parte de los estudiantes y en beneficio de la comunidad.

La presente investigación se socializó en las instalaciones de la PUCESI con el fin de dar a conocer la metodología utilizada y los resultados obtenidos, acogiendo sugerencias e inquietudes que se consideren necesarias para el estudio.

La valoración por parte del público encuestado fue relativamente alta, en vista de que se respondieron las inquietudes presentadas y se acogieron las sugerencias expuestas hacia la socialización de la investigación.

8. Recomendaciones

Se deberían realizar mediciones directas en campo con la debida instrumentación para la exacta determinación momentánea y contrastar con mediciones históricas registradas.

Es imprescindible que en la elaboración de mapas temáticos muestren las zonas más vulnerables y propensas a riesgos de inundación de cada población cercana a la ribera.

En lo posible dar seguimiento en materia de riesgos, no sólo en relación a inundaciones, si no a diversos factores que puedan incidir en la afectación de comunidades que estén propensas a riesgos naturales significativos.

Los datos e información registrada por parte de Instituciones Públicas y Técnicas deberían ser constantes y relevantes, permitiendo trabajar la información actual a fin de obtener resultados más reales.

Tratar de establecer un sistema nacional de monitoreo y generación de información temprana para el respectivo uso técnico.

Se sugiere trabajar conjuntamente con las comunidades cercanas al área de estudio acerca de temas relacionados en prevención de riesgos enfocados al recurso agua direccionados al incremento y disminución del mismo.

9. Referencias Bibliográficas

- Cabrera Valarezo, J. J. (Marzo de 2017). *Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27315/1/TesisFinal.pdf>
- Cadier, É., Gómez, G., Calvez, R., & Rossel, F. (s.f). *Inundaciones y Sequías en el Ecuador*. Recuperado el 26 de Abril de 2017, de http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-09/010006883.pdf
- Campos Aranda, D. (1998). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. Mexico.
- Canchi, M. (2013). *Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador*. Recuperado el 24 de 05 de 2017, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2200/1/T-UC-0011-62.pdf>
- Cano, G., & López, J. (s.f). Marco Teórico. En *Conceptos Sobre Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de http://docsetools.com/articulos-enciclopedicos/article_85145.html
- Corpd, U. A. (s.f.).
- Dourojeanni, A. (1997). Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas . En *Manejo Integral de Microcuencas* .
- Duque Escobar, G. (21 de Nov de 2014). El Desastre en el río Mira. *Repositorio Institucional UN - bdigital*, pág. 2.
- Espín, J. (1993). *Capesinos del Mira y del Chanchán*. Quito: Abya-Yala - PUCE.
- Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. (s.f). *Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER*. Obtenido de <http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/riego/Archivos/Cap%2006%20-%20Esgurrimiento%20Superficial.pdf>
- FAO. (1996). *Ecología y Enseñanza Rural: Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extencionistas*.
- FAO. (2013). <http://www.fao.org/>. Recuperado el 18 de 5 de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s06.htm>
- Fattorelli, S., & Fernández, P. (2011). *Diseño Hidrológico*. Saragoza, España: Wasas-GN.
- Feldman, A. (Marzo de 2000). *Hydrologic Modeling System Technical Reference Manual*. Recuperado el enero de 2017, de [http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Technical%20Reference%20Manual_\(CPD-74B\).pdf](http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Technical%20Reference%20Manual_(CPD-74B).pdf)

- Flores Francisco. (mayo de 2010). *Repositorio Universidad San Francisco de Quito*. Recuperado el 09 de Mayo de 2017, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1005/1/96293.pdf>
- Fundacion para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. (s/f). *FUNDESYRAM* . Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3669>
- Hydrologic Engineering Center. (s.f). *US Army Corps of Engineers*. Recuperado el 4 de febrero de 2017, de <http://www.hec.usace.army.mil/>
- INAMHI. (2005). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología* . Recuperado el 16 de 7 de 2016, de https://issuu.com/inamhi/docs/estudio_hidrologico_mira-05
- INAMHI. (2009). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 15 de 05 de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/MapasBiblioteca/12%20mapa%20ecuadorEstaciones%20meteorologicashidrologicasA0.pdf>
- INAMHI. (2015). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_L_MIRA.pdf
- INMHI. (2005). *Documentos INAMHI - issuu*. Obtenido de https://issuu.com/inamhi/docs/estudio_hidrologico_mira-05
- IPCC. (2007). *Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (Grupo de Trabalho I - Quarto Relatório de Avaliação)*. Paris.
- Leon, W., & Ramos, E. (08 de Mayo de 2015). *Medias de Caudal por medio de Flotadores - Páctica de Campo*. Recuperado el 02 de Junio de 2017, de http://www.academia.edu/15163378/MEDIDAS_DE_CAUDAL_POR_MEDIO_DE_FLOTADORES
- Lloré , I., & Rodríguez , S. (2005). *Repositorio UTN*. Recuperado el 18 de 07 de 2016, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/7/03%20REC%2068%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- MAGAP. (2017). *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*. Recuperado el 11 de 2017, de <http://pbvr.magap.gob.ec/PBVR/index.php/en/>
- Mena Correa, S. P. (Octubre de 2010). *Repositorio Digital Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2503/1/CD-3253.pdf>
- Pérez , J., & Gardey, A. (2012). *Definición.de*. Recuperado el 11 de 2017, de <https://definicion.de/parametro/>

REDLACH-FAO. (2002). *INFORME SOBRE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS EN EL ECUADOR*. Ambato.

Science for a Changing World (USGS). (07 de Marzo de 2014). Recuperado el 17 de 05 de 2016, de <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2012). *Sagarpa*. Obtenido de http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO_HIDROLOG%20C3%8DA.pdf

UICN; SENAGUA; Secretaría General de la Comunidad Andina. (2009). *Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador - Metodología Pfafstetter*. Quito.

US Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center. (2016). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual*. Davis, CA 95616 USA.

Valverde, J. C. (2007). *Riego y Drenaje*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

Vintimilla Villavicencio, N. C., & Solano Zúñiga, T. D. (2013). *Repositorio Institucional Universidad de Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4628/3/TESIS%20%282%29.pdf>

10. Certificado Antiplagio

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
SEDE IBARRA



Ibarra, 25 de abril de 2018

De: Ph.D. César Zuleta Padilla

Docente de la ECAA

Para: Ph.D. Yaira Ordóñez

Directora de la ECAA

Asunto: Análisis de programa URKUND en el trabajo de tesis de Cristian Stephan Andrade Lasso titulado: "Estudio fluviomorfológico en una sección del río Mira para su monitoreo y seguimiento, mediante el uso del programa modelo Hydrologic Engineering Center – Hydrological Modelling System (HEC-HMS) para el diseño de una cartografía hidrológica de riesgos".

Estimada Directora,

Se realizó la prueba de similitud en el programa URKUND en el trabajo de tesis señalado en el asunto. El resultado fue de aproximadamente el 2 % de similitud que de acuerdo a las normas de la universidad es apto para poder presentarlo para seguir con el proceso de titulación de Cristián Stephan Andrade Lasso.

Le pido comedidamente dar su aprobación.

Atentamente,

Ph D César Zuleta

Docente de la ECAA

OK
4/25/2018



11. Anexos

Anexo 1: Parámetros concernientes al análisis del sitio

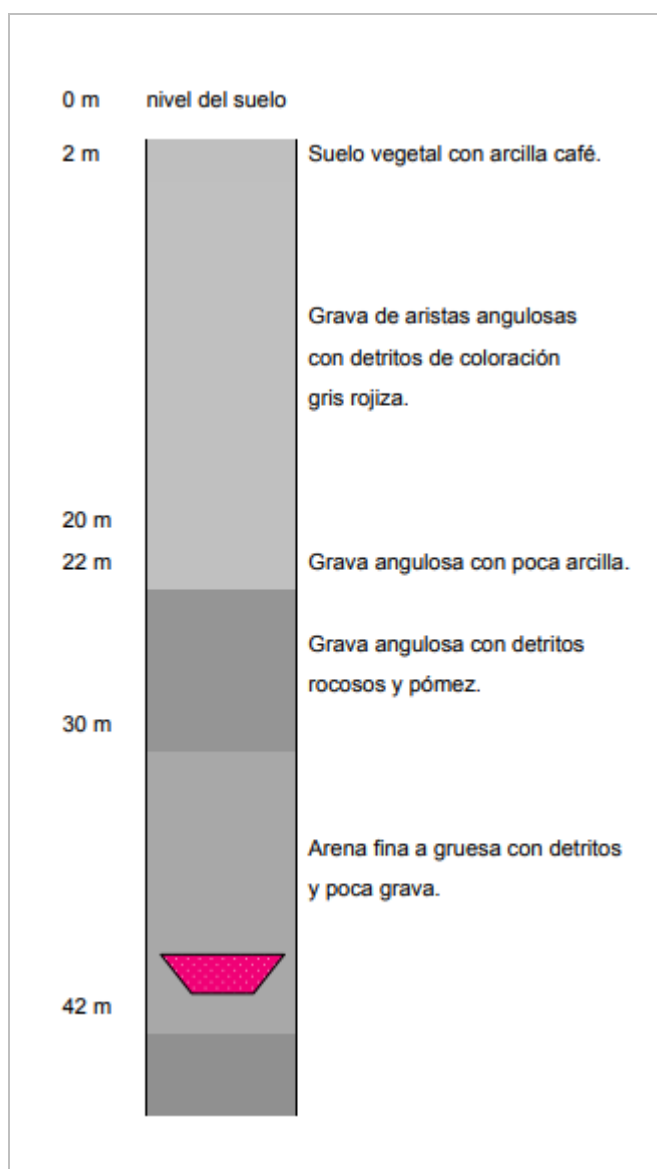
Los parámetros concernientes al área de estudio se encuentran disponibles a través de un estudio hidrológico realizado por el INAMHI (2015), de los cuales sólo se consideraron los datos de la estación hidrológica H0015 (Chota en Pte. Carretera).

Parámetros Físico Morfo métricos		
Código INAMHI:	H0015	
Nombre:	CHOTA EN PTE. CARRETERA	
Tipo de estación:	Automática (Radar), Limnimétrica 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 río principal:	78.16	Km
Pendiente del río:	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	

Fuente: INAMHI, (2015)

Anexo 2: Composición geológica de la cuenca del río Mira

Se tomó como referencia la información expuesta de un estudio hidrológico del río Mira presentado por el INMHI (2005) y publicado en el portal issuu en 2011, el cual señala las distintas estructuras que conforman el nivel del suelo destacando la importancia de las aguas subterráneas de las cuales hacen uso las poblaciones para abastecimiento y uso en la agricultura.



Fuente: INAMHI, (2005)

Anexo 3: Datos registrados en la estación hidrológica H011 – Caudal (m³)

Meses	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
<i>Ene</i>	3543,80	5441,80	3900,48	3313,59	3342,20	4442,10	4007,29	8142,40	8193,70	3384,20	6013,80
<i>Feb</i>	2299,80	3687,60	3900,48	380,80	5399,40	4657,30	4007,29	8052,00	5819,30	3486,90	7592,30
<i>Mar</i>	2277,50	2881,00	4528,70	6475,80	5921,00	2866,80	4007,29	7522,00	5835,00	3074,00	9152,60
<i>Abr</i>	4749,00	5241,30	2686,40	4201,00	6484,10	6426,90	4007,29	7177,60	5396,40	4894,50	5614,75
<i>May</i>	3902,50		5434,90	5661,80	3565,70	4278,20	3099,30	6060,40	4911,80	5281,10	2466,80
<i>Jun</i>	5878,20	2546,40	3900,48	3615,30	2832,40	3190,10	4548,80	5082,50	3652,60	5830,00	3910,30
<i>Jul</i>	2764,90	3068,10	3900,48	3841,40	3572,30	2542,40	2771,20	5189,90	3429,30	3766,40	4653,20
<i>Ago</i>	3270,60	2177,80	3900,48	2643,50	2332,00	2081,30	2643,80	3976,90	2154,30	3549,30	2803,30
<i>Sep</i>	2864,60	3212,90	2596,80	1425,30	2891,50	2563,90	2928,30	6084,40	2249,30	3176,60	2927,80
<i>Oct</i>	3178,50	4520,30	4255,60	2701,50	5155,20	4659,50	3601,20	5787,90	3835,60	3987,40	5582,10
<i>Nov</i>	3747,60	8935,80	3900,48	2100,20	4384,70	3947,70	6130,70	5265,30	4874,90	3865,70	7863,10
<i>Dic</i>	4162,60	4744,70	3900,48	3402,90	2489,60	5427,60	6335,00	4760,30	7236,30	4613,60	8797,00
Suma	42.639,60	46.457,70	46.805,76	39.763,09	48.370,10	47.083,80	48.087,45	73.101,60	57.588,50	48.909,70	67.377,05
Promedio	3553,30	4223,43	3900,48	3313,59	4030,84	3923,65	4007,29	6091,80	4799,04	4075,81	5614,75

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 3

1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
7131,10	6674,60	3775,40		3925,99	4800,70	3998,70	3090,06	2711,90	3000,20	3855,93	6173,80
7648,00	6021,60	3732,40		3925,99	8060,50	3422,80	3090,06	2719,30	3481,70	3855,93	5505,50
7350,10	6071,60	5529,40		3925,99	5134,50	3920,70	3090,06	3910,00	3240,95	3855,93	5490,30
5094,20	8425,20	4914,70		3925,99	5797,10	5994,50	3090,06	3276,30	3240,95	3855,93	4953,00
6801,90	5461,20	4879,40		6325,60	4930,60	4488,30	3090,06	2909,10	3240,95	6435,80	3892,25
6294,90	4289,10	4145,40		4807,00	3770,40	3440,80	3090,06	2774,90	3240,95	3855,93	3892,25
7040,20	4985,30	3537,20		3011,00	2903,00	4180,64	3090,06	1846,60	3240,95	4148,80	3147,10
3833,30	2952,90	3249,90		2638,70	1937,60	4180,64	1855,20	1654,60	3240,95	2635,20	2099,60
2929,40	2329,70	3024,40		4525,50	4437,44	4180,64	2355,60	2972,10	3240,95	3564,60	1744,70
5815,40	2242,30	4863,70		4129,50	3247,20	4180,64	4592,50	4011,20	3240,95	3286,60	2761,40
5325,30	4230,60	304,30		2888,00	4437,44	4180,64	3700,40	2814,16	3240,95	2872,70	4162,80
5646,20	5115,40	4090,20		3082,60	3792,80	3998,70	2946,60	2169,80	3240,95	4047,80	2884,30
70.910,00	58.799,50	46.046,40		47.111,85	53.249,28	50.167,71	37.080,72	33.769,96	38.891,40	46.271,14	46.707,00
5909,17	4899,96	3837,20		3925,99	4437,44	4180,64	3090,06	2814,16	3240,95	3855,93	3892,25

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 3

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
4000,80	3684,15	8700,50	2209,30			3135,55	2342,10	2004,30	4375,38	9257,30	2566,95
5215,60	3684,15	5134,00	2209,30			3135,55	1617,10	2004,30	6676,70	4989,30	2566,95
4319,20	1196,80	3400,40	2209,30			3135,55	2979,48	2004,30	7168,70	6336,60	2566,95
3603,60	4994,00	4791,08	2209,30			3135,55	2979,48	2004,30	7526,90	3381,90	2566,95
3998,00	4198,60	4791,08	2209,30			3135,55	2979,48	2004,30	7846,40	4387,00	2566,95
3038,00	3029,20	1929,40	2209,30			3135,55	2979,48	2004,30	4465,30	3375,00	2566,95
3419,60	4946,80	4791,08	2209,30			2251,10	2979,48	2796,40	3868,30	4033,27	2566,95
4036,00	1997,20	4791,08	1327,50			1510,70	2102,40	2139,20	2315,00	1062,30	2566,95
3953,85	2700,10	4791,08	2261,00			2400,70	2331,40	982,50	1755,30	1371,70	1144,60
3953,85	2736,00	4791,08	4635,00			5841,90	2979,48	2099,10	2171,90	2138,30	1970,30
3953,85	6822,00	4791,08	2676,90			3873,10	2979,48	2004,30	1688,30	4033,27	4376,00
3953,85	4220,80	4791,08	146,10			2935,80	6504,40	2004,30	2646,40	4033,27	2776,90
47.446,20	44.209,80	57.492,90	26.511,60			37.626,60	35.753,76	24.051,60	52.504,58	48.399,20	30.803,40
3953,85	3684,15	4791,08	2209,30			3135,55	2979,48	2004,30	4375,38	4033,27	2566,95

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 3

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
8251,50	9175,50	4888,60	5582,00	3155,50	5168,60	4252,20	6282,70	4034,10	8779,20		
8702,00	6851,70	2696,70	3540,60	3197,50	2662,80	6125,90	7339,50	2721,60	7552,20		
7319,20	8793,30	4220,50	4064,80	4232,20	3763,50	6025,90	6560,60	4089,70	8048,10		
7639,40	7165,90	3564,20	6858,20	5299,80	5904,40	4813,30	7978,70	5881,70	8856,60		
5366,10	8194,50	4077,40	5330,50	5468,60	5729,60	3828,90	5673,70	5474,30	7454,10		
4583,70	5691,70	3085,50	5470,40	3935,60	4005,60	2701,80	4782,10	5042,50	5032,80		
3786,90	3785,30	2106,50	4130,00	3569,30	3424,00	2266,60	2555,30	2531,80	3859,70		
2665,10	3093,80	2398,70	2392,60	2567,10	2596,00	1547,20	1991,60	2682,00	2604,20		
3100,00	2465,90	2854,75	2030,30	1716,40	2343,50	1252,90	1559,10	1928,10	2915,60		
3664,50	2632,30	1015,40	3152,20	5591,10	4810,90	2673,60	2322,70	3645,70	4464,30		
4032,20	2029,80	1343,50	3785,30	5081,10	5864,80	3457,10	5983,90	4020,90	5262,60		
10514,50	3588,10	2005,30	6101,10	4450,50	5580,90	4311,60	7454,00	6254,50	6611,10		
69.625,10	63.467,80	34.257,05	52.438,00	48.264,70	51.854,60	43.257,00	60.483,90	48.306,90	71.440,50		
5802,09	5288,98	2854,75	4369,83	4022,06	4321,22	3604,75	5040,33	4025,58	5953,38		

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 3

2011	2012	2013	2014	2015	Suma	Promedio
7994,00	7230,90	3405,10	5761,50	4038,80	233.140	4.960,4
5506,60	6275,30	3405,10	3841,80	4753,10	213.152	4.535,2
6821,20	6827,50	3405,10	7274,70	5217,10	228.042	4.852,0
7145,60	8316,00	3405,10	3812,00	5086,40	238.368	5.071,6
7142,00	10232,90	3405,10	6226,00	3650,60	222.489	4.836,7
6346,90	6763,40	3405,10	4433,70	4084,30	186.686	3.972,0
6767,20	6136,85	3405,10	3131,40	3631,20	169.580	3.608,1
6191,30	6136,85	3405,10	2246,90	2572,40	130.751	2.781,9
7140,00	1093,50	3405,10	1682,90	4129,24	131.536	2.798,6
6063,20	6136,85	2601,30	3280,60	4129,24	179.137	3.811,4
6585,90	2355,30	3149,50	4891,00	4129,24	192.344	4.092,4
6598,50	6136,85	4464,50	5402,70	4129,24	214.502	4.563,9
80.302,40	73.642,20	40.861,20	51.985,20	49.550,85		
6691,87	6136,85	3405,10	4332,10	4129,24		

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Anexo 4. Datos registrados en la estación hidrológica H013 – Caudal (m³)

Meses	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
<i>Ene</i>	320,06	378,47	687,5	690,1	988,9		744,1	947,4	1052,4	376,3	473,1
<i>Feb</i>	320,06	162,6	832,7	657,7	699,4	207,8	846,5	341,9	862,8	248,2	558,7
<i>Mar</i>	320,06	651,7	428,8	643,2	820,4	243	733,4	321,49	835,1	392,1	320,8
<i>Abr</i>	320,06	513,6	586,9	651,5	792,6	249,6	766,3	321,49	743,4	481,4	632,3
<i>May</i>	538,7	644,3	389,3	560,9	849	319,06	699	321,49	894,9	433,2	617,3
<i>Jun</i>	234,6	440,2	228,1	406,2	536,9	319,06	438,9	207	389,3	155,8	440,4
<i>Jul</i>	235,9	127,6	62	256,7	686,76	319,06	394,2	79,2	138,9	76,2	286,8
<i>Ago</i>	160,1	97,7	31,3	192,5	120,1	319,06	189	56,1	66,8	172,1	105,2
<i>Sep</i>	132,9	410,4	45,6	157,8	686,76	28,2	374,1	146,3	86,4	75,6	175,4
<i>Oct</i>	214,7	418,3	447	332,1	686,76	104,1	696,1	338,9	726	795,6	288,7
<i>Nov</i>	460,7	363,6	434,3	644	686,76	524,6	439,4	455,1	740,6	746,1	532,4
<i>Dic</i>	582,9	333,2	503,7	635,5	686,76	876,1	892,7	321,49	594,24	375,2	829,6
Suma	3.840,75	4.541,67	4.677,20	5.828,20	8.241,09	3.509,63	7.213,70	3.857,85	7.130,84	4.327,80	5.260,70
Promedio	320,06	378,47	389,77	485,68	686,76	319,06	601,14	321,49	594,24	360,65	438,39

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 4

1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
992,1	284,76	635,3	235,33	238,6	902,1	511,5	169,6	1035,8	167,2	1750,6	1169,9
598,4	284,76	635,30	239,7	561,3	343,9	143,2	765,5	218,8	317,4	1157,4	1088
451,80	456,4	635,30	63,8	735,6	578,84	433,8	848,5	628,7	536,4	1186,5	1244,5
289	610,6	635,30	276,1	144,2	578,84	618,2	649,9	685,5	849,3	1662,6	1154,8
415,6	434,3	635,30	345	452	578,84	468,4	667,1	425,5	601,2	1259,7	1074,2
313,2	169,8	635,30	181,5	174,7	578,84	63,8	287,7	657,4	290,5	971,8	744,4
102,5	115,8	635,30	83,6	427,08	578,84	435,48	185,4	175	54,6	221,1	374,6
451,80	68,3	635,30	48,8	427,08	578,84	435,48	81	38	57,3	84,8	144,4
451,80	56,3	635,30	153,6	427,08	578,84	435,48	132,8	37,5	76,3	357,2	117,4
451,80	460,5	635,30	261	427,08	361,4	421,9	337,2	433,5	162,7	957	157,4
451,80	209,4	635,30	397,9	641	473,3	800,8	144	613,5	798,6	912,1	150
451,80	266,2	635,30	537,6	469,2	813,5	457,7	364,2	540,7	47,6	1153,4	119,5
5.421,60	3.417,12	7.623,60	2.823,93	5.124,90	6.946,08	5.225,73	4.632,90	5.489,90	3.959,10	11.674,20	7.539,10
451,80	284,76	635,30	235,33	427,08	578,84	435,48	386,08	457,49	329,93	972,85	628,26

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 4

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>
179,1	392,1	277,9	932,18	975,4	740,1	342,75	18.591	641,1
434,9	220,2	275,6	932,18	792,7	708,9	202,4	15.659	522,0
178,8	588,8	362,5	932,18	755,1	681,4	470,5	17.479	582,6
342,7	255,42	222,00	2909,5	504,3	711,4	831,5	19.990	666,3
416,9	255,42	222,00	170,9	274,4	686,5	639,9	16.290	543,0
322	255,42	222,00	893,9	187,7	576,5	265,4	11.588	386,3
171,5	255,42	244,8	702,6	84,1	130,7	155,4	7.797	259,9
150,5	255,42	138,4	700,4	53,8	61,1	67,9	5.989	199,6
111,8	255,42	32,8	194,6	49,3	47,2	39,6	6.510	217,0
270,7	85,7	222,00	253,9	150,1	94,4	133,7	11.326	377,5
826,5	62,7	222,00	1302,3	629,5	633,6	189,1	16.121	537,4
1104,7	183	222,00	1261,5	434,5	648	774,8	17.117	570,6
4.510,10	3.065,00	2.664,00	11.186,13	4.890,90	5.719,80	4.112,95		
375,84	255,42	222,00	932,18	407,58	476,65	342,75		

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Anexo 5: Datos registrados en la estación hidrológica H015 – Caudal (m³)

Meses	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
<i>Ene</i>	596,14	95,18	669,34	145,90	153,28	746,38	481,05	48,56	560,00	46,48	712,76
<i>Feb</i>	854,62	7,65	565,77	318,04	139,37	453,94	528,24	97,12	560,00	216,50	712,76
<i>Mar</i>	981,17	431,09	859,44	562,03	276,41	197,58	357,05	261,55	786,06	24,15	469,31
<i>Abr</i>	1731,42	94,39	1459,06	204,32	612,03	413,08	468,91	48,93	560,00	46,16	810,48
<i>May</i>	1152,09	306,33	1668,41	163,30	436,70	314,06	642,01	342,58	560,00	394,55	371,87
<i>Jun</i>	1720,72	752,66	1616,75	221,71	230,23	86,98	709,68	471,44	707,19	808,47	396,99
<i>Jul</i>	1623,27	825,38	1343,11	848,87	479,13	529,12	732,39	1166,61	999,51	855,89	1776,26
<i>Ago</i>	1526,48	1012,04	292,56	327,66	167,71	449,98	815,59	799,53	283,16	887,49	626,35
<i>Sep</i>	619,36	428,56	251,40	125,83	93,10	159,81	157,53	144,73	560,00	409,42	572,98
<i>Oct</i>	551,29	521,38	467,30	108,37	62,10	155,30	214,53	267,97	560,00	333,88	396,35
<i>Nov</i>	191,82	299,66	260,65	736,33	61,33	67,70	284,30	119,35	560,00	350,19	843,97
<i>Dic</i>	389,16	617,65	859,44	169,52	302,78	8,56	122,32	342,58	24,08	361,41	863,05
Suma	11.937,53	5.391,95	10.313,22	3.931,88	3.014,16	3.582,50	5.513,59	4.110,94	6.719,97	4.734,57	8.553,11
Promedio	994,79	449,33	859,44	327,66	251,18	298,54	459,47	342,58	560,00	394,55	712,76

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 5

1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1076,17	429,86	538,32	390,32	7,48	910,96	399,03	287,55	1305,76	320,70	961,74	1918,88
915,06	405,36	539,13	495,30	477,08	822,52	25,35	1523,07	1086,91	320,70	961,74	1131,43
753,01	1135,20	298,37	838,12	1050,24	726,81	389,90	2098,18	1544,26	320,70	961,74	3146,58
647,37	775,25	643,02	911,76	849,36	1277,51	512,77	2028,89	1642,94	320,70	961,74	2209,15
2083,30	1065,66	744,58	711,09	1041,00	175,46	646,18	2149,79	1194,76	320,70	961,74	4058,09
2434,23	1994,42	768,43	1310,63	1583,29	843,01	611,98	1054,70	2132,52	320,70	961,74	1591,91
2410,30	1999,66	1715,14	1230,34	1385,29	1634,63	1009,65	1095,81	1194,76	320,70	1158,57	1591,91
816,51	695,82	1469,86	1597,68	963,90	1577,13	498,29	37,06	1194,76	320,70	764,90	1005,69
512,23	531,10	606,58	844,39	793,24	1339,92	494,47	1150,23	1194,76	320,70	961,74	859,76
449,62	491,97	347,31	1361,82	632,51	1127,65	509,73	118,89	632,82	320,70	961,74	61,61
293,44	337,54	747,24	967,51	564,68	918,70	509,73	626,06	532,20	320,70	961,74	598,24
139,11	158,83	425,16	246,49	741,73	1906,60	509,73	813,97	680,69	320,70	961,74	929,72
12.530,34	10.020,68	8.843,14	10.905,45	10.089,77	13.260,90	6.116,81	12.984,20	14.337,16	3.848,45	11.540,83	19.102,98
1.044,19	835,06	736,93	908,79	840,81	1.105,07	509,73	1.082,02	1.194,76	320,70	961,74	1.591,91

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 5

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1265,07	452,45	453,74	599,12	36,48	762,94	545,71	565,97			162,42	628,57
1073,42	528,74	568,72	358,84	16,69	585,48	545,71	820,67			399,40	576,66
1517,09	782,45	662,64	398,21	62,27	1063,00	545,71	619,68			213,32	621,60
220,81	756,83	701,08	925,19	91,63	2013,05	480,04	2172,62			223,97	642,86
3432,97	316,43	498,76	339,37	62,05	2508,13	395,11	1296,25			167,04	414,40
1263,45	338,41	700,16	424,07	128,44	1111,54	907,16	653,37			635,07	528,43
688,64	670,02	955,93	642,23	21,67	1111,54	571,14	1232,90			424,30	516,77
1351,63	482,10	654,68	906,64	8,56	1111,54	610,21	681,71			916,90	690,33
1351,63	203,55	407,36	578,35	24,13	873,61	449,26	569,57			531,57	533,70
1351,63	180,38	604,72	815,91	12,89	716,54	475,12	656,88			674,33	629,61
1351,63	505,26	805,90	1210,73	32,24	369,57	466,00	529,29			523,41	58,30
1351,63	215,30	835,28	740,41	38,47	1111,54	557,30	481,29			609,26	563,12
16.219,61	5.431,92	7.848,96	7.939,05	535,48	13.338,49	6.548,46	10.280,20			5.480,98	6.404,34
1.351,63	452,66	654,08	661,59	44,62	1.111,54	545,71	856,68			456,75	533,70

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 5

2013	2014	2015	Suma	Promedio
702,49	5815,70	1657,40	26.450	734,7
618,59	3567,38	813,35	23.631	656,4
575,15	1628,22	879,75	28.038	778,8
878,01	181,28	785,31	29.302	813,9
878,01	293,54	3049,73	35.156	976,6
597,79	1918,25	1747,03	34.284	952,3
640,94	945,35	2366,59	38.714	1.075,4
1248,06	96,10	1886,76	28.776	799,3
194,84	246,91	1648,24	20.745	576,2
565,34	6,54	1648,24	18.993	527,6
2366,62	52,37	1648,24	21.073	585,4
1270,30	592,25	1648,24	21.909	608,6
10.536,13	15.343,89	19.778,89		
878,01	1.278,66	1.648,24		

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Anexo 6: Datos registrados en la estación meteorológica M301 – Precipitación (mm)

Meses	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
<i>Ene</i>	41,24	51,80	21,10	23,10	16,50	59,90	89,30	72,20		13,10	
<i>Feb</i>	41,24	15,70	24,30	47,60	65,30	59,10	96,50	112,00		38,70	
<i>Mar</i>	16,00	14,70	56,00	66,60	64,80	34,60	75,70	66,70		24,90	
<i>Abr</i>	70,70	113,20	30,50	72,70	105,50	79,00	14,10	85,20		113,30	
<i>May</i>	6,30	25,40	77,30	38,10	4,20	18,30	82,00	42,90		35,40	
<i>Jun</i>	39,20	0,80	30,90	37,90	18,30	41,10	17,50	30,90		11,80	
<i>Jul</i>	6,50	2,00	4,00	13,10	4,40	0,00	5,90	6,30		35,50	
<i>Ago</i>	21,20	1,60	21,40	0,60	8,70	3,60	13,00	1,50		16,90	
<i>Sep</i>	9,80	15,90	39,30	8,10	40,00	84,00	31,30	38,80		27,70	
<i>Oct</i>	40,30	45,70	73,90	35,20	79,10	66,10	75,10	76,30		70,50	
<i>Nov</i>	105,20	159,10	175,90	59,40	64,20	67,80	98,40	74,20		87,50	
<i>Dic</i>	97,20	70,60	97,00	97,10	21,80	54,20	63,40	29,00		67,10	
<i>Suma</i>	494,88	516,50	651,60	499,50	492,80	567,70	662,20	636,00		542,40	
<i>Promedio</i>	41,24	43,04	54,30	41,63	41,07	47,31	55,18	53,00		45,20	

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 6

1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
18,80	34,90	9,30	11,90	36,80	67,30	35,10	163,50	25,80	52,50	51,90	30,50
94,00	47,70	17,70	27,60	22,20	79,70	76,90	34,20	45,10	61,00	91,70	61,40
55,00	60,20	44,20	18,30	74,50	24,30	73,40	94,40	126,60	60,30	35,60	67,40
40,60	84,10	86,20	103,30	50,40	72,50	59,70	65,60	67,40	50,00	68,30	43,00
49,50	44,00	23,40	47,50	73,20	29,70	38,50	69,80	71,90	59,00	35,30	56,00
48,93	5,40	17,30	1,60	10,60	12,10	4,40	1,60	13,40	1,90	5,00	1,50
50,70	0,00	1,40	7,60	4,50	1,00	6,20	6,90	0,00	0,00	0,00	0,00
38,00	0,00	15,00	0,00	30,60	1,50	5,00	0,00	6,70	23,50	1,40	6,00
27,10	23,40	65,00	10,10	42,80	21,90	0,80	14,20	4,90	44,90	31,20	23,60
74,70	68,40	88,40	2,10	8,70	79,30	22,50	46,70	51,20	30,40	31,40	134,10
48,93	66,90	53,30	46,20	16,10	71,00	97,00	75,00	65,10	37,70	71,80	62,60
40,90	66,90	65,90	69,10	24,70	57,10	29,70	91,70	78,00	4,50	72,20	29,60
587,16	501,90	487,10	345,30	395,10	517,40	449,20	663,60	556,10	425,70	495,80	515,70
48,93	41,83	40,59	28,78	32,93	43,12	37,43	55,30	46,34	35,48	41,32	42,98

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 6

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
50,50	95,40	134,60	31,67	47,20	11,20	80,80	75,20	30,00	95,00	82,10	7,80
9,00	43,80	56,30	31,67	14,90	46,10	121,80	12,70	16,00	69,80	11,40	15,00
41,80	26,70	50,70	27,20	55,10	6,60	52,50	114,00	64,20	112,60	43,20	18,80
74,20	150,30	55,60	56,20	32,10	18,20	50,40	99,90	34,30	46,70	7,90	26,60
47,30	27,10	29,90	25,00	59,70	33,50	36,10	31,80	22,50	40,70	17,10	36,00
0,00	43,50	34,20	11,50	8,30	3,20	0,00	5,30	34,60	7,40	19,10	24,44
6,50	38,10	31,50	17,60	25,20	5,70	0,00	0,20	5,20	0,00	0,00	24,44
3,50	0,00	0,00	6,00	3,20	6,00	0,00	8,00	13,20	5,50	0,00	24,44
20,00	49,40	35,10	0,00	36,50	39,00	61,20	9,30	2,80	21,80	26,80	9,90
48,10	54,70	80,40	132,90	16,20	60,60	33,70	93,10	71,70	32,10	18,70	24,44
15,50	99,60	4,80	22,60	59,40	28,20	75,60	74,70	98,70	25,60	34,70	43,10
4,50	53,60	58,00	17,70	91,40	51,80	43,10	76,30	29,10	28,20	14,70	38,30
320,90	682,20	571,10	380,04	449,20	310,10	555,20	600,50	422,30	485,40	275,70	293,25
26,74	56,85	47,59	31,67	37,43	25,84	46,27	50,04	35,19	40,45	22,98	24,44

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 6

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
124,40	132,30	29,00	47,40	4,80	56,80	57,90	69,60	63,10	66,40	96,30	1,30
142,10	80,60	39,60	19,70	31,40	16,00	50,30	77,60	25,20	56,70	118,30	37,80
50,60	80,60	65,40	39,20	15,90	35,00	38,23	89,40	89,90	121,40	98,50	12,30
63,90	73,20	23,00	91,20	50,10	98,50	47,80	143,10	102,10	88,00	36,70	94,00
74,87	105,30	25,20	24,00	13,80	55,90	22,20	32,50	56,10	70,50	19,70	47,80
40,90	45,20	7,60	29,40	6,40	0,00	9,70	54,40	16,40	21,80	32,60	76,70
9,10	80,60	2,20	0,20	20,80	9,30	9,40	5,00	5,30	4,40	0,00	56,40
11,20	73,20	0,00	3,40	40,33	0,00	4,20	5,40	24,60	17,70	2,20	16,40
74,87	105,30	20,30	15,30	58,00	21,90	21,30	9,30	2,80	17,70	1,20	57,20
74,87	45,20	0,40	71,10	68,30	45,30	71,90	68,30	111,10	65,80	14,80	34,30
55,80	65,10	67,10	47,20	103,30	94,50	20,40	137,20	85,00	81,10	36,10	122,20
175,80	80,60	77,20	86,70	70,80	60,00	105,40	80,60	97,50	103,20	116,00	141,20
898,40	967,20	357,00	474,80	483,93	493,20	458,73	772,40	679,10	714,70	572,40	697,60
74,87	80,60	29,75	39,57	40,33	41,10	38,23	64,37	56,59	59,56	47,70	58,13

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 6

2011	2012	2013	2014	2015	Suma	Promedio
96,90	99,10	60,00	99,80	54,00	2.827	56,54
93,20	83,70	87,40	54,00	25,00	2.647	52,93
94,90	45,10	33,90	115,40	85,80	2.879	57,58
106,50	80,20	55,90	30,70	60,40	3.373	67,46
34,70	7,50	117,50	81,60	14,70	2.138	42,77
19,20	1,50	0,50	17,60	4,00	928	18,55
38,30	0,00	10,40	11,00	34,62	607	12,15
20,00	3,30	1,40	0,70	0,00	510	10,20
35,90	0,90	4,50	29,70	1,20	1.394	27,88
84,80	37,60	53,70	89,70	35,90	2.840	56,80
55,00	103,10	22,70	77,90	65,20	3.425	68,49
92,50	56,60	78,10	62,60	34,62	3.254	65,08
771,90	518,60	526,00	670,70	415,44		
64,33	43,22	43,83	55,89	34,62		

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Anexo 7: Datos registrados en la estación meteorológica M086 – Precipitación (mm)

Meses	1984	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<i>Ene</i>	40,1	37,80	63,30	20,00	28,70	0,00	13,50		111,02	26,30	35,30
<i>Feb</i>	40,1	37,80	52,40	13,40	30,10	91,50	7,00		111,02	52,70	35,3
<i>Mar</i>	40,1	37,80	79,60	55,50	0,70	12,00	36,00		111,02	52,50	35,3
<i>Abr</i>	40,1	37,80	61,20	47,70	16,88	0,00	13,07		111,02	142,30	35,3
<i>May</i>	40,1	37,80	28,60	94,20	16,88	29,21	13,07		229,60	19,50	35,3
<i>Jun</i>	40,1	37,80	14,20	9,70	16,88	29,21	13,07		111,02	43,10	35,3
<i>Jul</i>	40,1	37,80	15,00	1,30	16,88	29,21	1,10		111,02	2,20	35,3
<i>Ago</i>	8,60	37,80	3,80	1,60	16,88	29,21	0,00		111,02	15,70	35,3
<i>Sep</i>	57,00	9,90	45,50	26,30	16,88	29,21	20,80		24,00	1,70	35,3
<i>Oct</i>	47,30	47,00	0,20	8,30	8,00	35,60	13,07		68,00	44,00	35,3
<i>Nov</i>	72,00	67,20	31,80	4,70	16,88	48,30	13,07		3,90	75,00	35,3
<i>Dic</i>	15,60	27,10	62,10	25,7	16,88	17,10	13,06		229,60	113,20	35,3
<i>Suma</i>	481,2	453,6	457,7	308,4	202,5	350,57	156,8		1332,24	588,2	423,6
<i>Promedio</i>	40,10	37,80	38,14	25,70	16,88	29,21	13,07		111,02	49,02	35,30

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 7

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>
35,30	52,80	1,40	0,00	48,20	21,20	18,60		554	32,56
40,40	54,30	8,60	35,20	59,00	81,40	7,80		758	44,59
37,30	33,20	16,40	40,30	0,00	4,60	40,80		633	37,24
55,70	20,00	56,10	70,40	56,60	34,20	11,40		810	47,63
60,70	0,00	36,10	26,60	1,60	78,00	130,60		878	51,64
61,70	42,30	23,50	0,00	0,00	0,00	21,40		499	29,37
25,20	0,00	25,90	10,40	0,00	0,00	0,00		351	20,67
39,29	25,02	21,90	4,20	0,00	7,40	0,00		358	21,04
16,90	25,02	25,90	24,35	21,08	3,60	8,50		392	23,06
20,40	20,40	23,00	71,60	10,20	41,80	22,20		516	30,37
39,29	12,00	46,10	9,20	35,20	6,80	15,40		532	31,30
39,29	15,20	25,90	0,00	21,08	24,00	5,80		687	40,41
471,47	300,24	310,8	292,25	252,96	303	282,5			
39,29	25,02	25,90	24,35	21,08	25,25	23,54			

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Anexo 8: Datos registrados en la estación meteorológica M314 – Precipitación (mm)

Meses	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
<i>Ene</i>	8,20	30,60	8,40	16,60	20,80	67,60	25,10	82,00	27,20		
<i>Feb</i>	11,30	23,90	5,60	38,40	32,90	56,60	64,90	35,50	58,20		
<i>Mar</i>	26,50	8,40	122,10	50,90	81,80	45,60	25,60	67,00	109,80		
<i>Abr</i>	26,50	92,70	46,40	25,10	53,60	105,40	33,90	53,80	51,60		
<i>May</i>	26,50	19,70	24,30	15,00	4,90	37,80	50,80	32,10	9,80		
<i>Jun</i>	26,50	0,50	54,40	36,70	36,00	27,00	37,50	29,80	17,50		
<i>Jul</i>	26,50	9,20	13,40	14,90	8,80	5,00	26,00	24,80	6,90		
<i>Ago</i>	24,20	11,20	14,40	6,10	15,50	16,20	21,10	15,40	34,50		
<i>Sep</i>	7,50	40,40	27,80	13,00	112,30	55,40	30,00	38,20	0,00		
<i>Oct</i>	54,30	78,60	53,90	82,50	72,90	96,00	85,50	42,00	69,00		
<i>Nov</i>	38,70	135,80	95,60	40,20	52,30	55,00	37,79	43,60	63,50		
<i>Dic</i>	41,30	35,60	69,90	37,90	10,10	40,50	15,30	15,70	44,10		
<i>Suma</i>	318,00	486,60	536,20	377,30	501,90	608,10	453,49	479,90	492,10		
<i>Promedio</i>	26,50	40,55	44,68	31,44	41,83	50,68	37,79	39,99	41,01		

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 8

1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
9,60	43,50	7,10	23,00	5,20	21,00	12,10	60,10	9,40	54,60	29,40	9,80
53,90	32,70	48,60	18,30	52,70	86,10	6,30	43,20	17,80	59,10	35,10	58,20
75,90	29,40	37,70	44,80	151,00	29,40	73,40	44,80	171,20	42,30	72,30	138,30
16,90	69,20	39,40	90,30	76,50	86,00	61,50	79,40	144,70	105,30	80,00	64,30
51,10	87,10	4,80	27,30	43,60	21,50	43,80	75,70	97,40	46,60	61,70	52,80
63,10	33,20	11,70	15,20	22,30	9,50	11,50	0,00	12,20	22,50	9,20	1,80
95,90	14,00	8,10	3,00	7,00	0,00	19,80	17,80	0,00	13,00	0,00	3,60
10,70	4,40	36,40	1,70	44,20	29,20	16,60	25,80	4,20	11,40	30,50	0,00
11,80	20,40	67,60	10,40	13,40	10,20	17,30	26,10	22,30	75,40	46,20	36,90
93,80	62,20	99,20	6,30	31,30	116,80	4,50	67,30	62,40	52,50	31,60	52,50
56,10	71,70	17,20	8,50	21,40	38,02	69,10	26,40	56,10	59,60	16,50	50,20
81,80	45,50	60,00	72,30	33,50	8,50	39,30	219,00	84,30	14,70	20,00	31,60
620,60	513,30	437,80	321,10	502,10	456,22	375,20	685,60	682,00	557,00	432,50	500,00
51,72	42,78	36,48	26,76	41,84	38,02	31,27	57,13	56,83	46,42	36,04	41,67

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 8

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
17,10	26,20	38,80	9,10	45,90	8,10	21,50	47,20	0,00	43,30	41,80	35,70
44,70	36,57	9,00	39,60	18,00	28,40	60,30	31,00	16,80	61,70	13,50	20,40
9,70	22,60	75,70	8,00	69,70	21,50	81,80	75,00	26,16	38,60	51,10	47,80
74,60	36,57	29,10	24,80	27,60	45,20	39,60	94,20	42,70	66,40	29,60	39,70
42,50	36,57	17,50	36,20	65,20	28,70	70,10	51,40	17,50	74,20	29,70	75,10
0,00	36,57	43,50	28,10	15,60	0,00	7,40	7,00	30,20	25,20	21,30	3,20
8,00	45,70	38,80	32,80	15,60	16,20	8,00	5,60	21,80	2,80	2,90	15,80
8,10	20,40	6,30	6,40	0,00	10,20	0,80	21,40	15,50	25,60	2,80	34,10
24,80	36,40	35,00	11,20	10,90	50,40	47,40	12,00	8,20	32,60	17,20	18,50
24,80	36,57	54,80	62,80	30,21	15,60	50,30	57,60	32,90	28,20	47,00	84,90
24,80	36,57	20,00	0,00	61,00	32,00	61,20	82,40	75,70	27,00	67,80	66,40
18,50	68,10	30,10	9,00	2,80	49,90	80,10	14,90	26,50	28,30	0,90	13,30
297,60	438,80	398,60	268,00	362,51	306,20	528,50	499,70	313,96	453,90	325,60	454,90
24,80	36,57	33,22	22,33	30,21	25,52	44,04	41,64	26,16	37,83	27,13	37,91

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 8

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
40,90	103,80	11,60	21,20	0,00	2,90	34,20	24,70	30,00		31,50	6,50
88,20	154,50	8,40	15,10	19,00	27,30	24,90	37,80	11,40	37,30	29,00	16,80
93,70	144,80	45,80	41,20	38,50	22,90	49,60	87,40	63,40	128,00	41,80	22,10
77,90	94,80	20,60	75,60	30,40	87,30	51,40	81,50	124,30	99,90	23,10	78,60
18,20	126,30	13,10	10,40	22,70	24,50	19,50	22,20	50,10	87,10	8,70	69,00
80,40	74,02	15,93	42,70	8,30	2,60	10,80	51,20	46,50	31,70	17,90	41,10
15,60	0,00	3,50	1,40	55,00	8,70	7,30	6,90	9,50	6,80	24,87	30,40
7,30	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	4,60	16,30	48,70	11,10	4,50	16,10
38,60	62,60	0,00	6,40	21,10	13,70	11,70	4,80	1,40	21,10	7,60	35,50
11,20	6,20	0,00	65,60	72,10	19,60	18,50	18,50	109,10	116,60	30,10	27,20
35,60	74,02	24,00	54,10	64,30	58,90	17,00	110,40	68,10	31,40	43,80	55,20
119,80	44,90	48,20	49,00	21,40	52,10	53,90	81,90	36,30	87,90	35,60	48,20
627,40	888,24	191,13	382,70	352,80	320,50	303,40	543,60	598,80	658,90	298,47	446,70
52,28	74,02	15,93	31,89	29,40	26,71	25,28	45,30	49,90	59,90	24,87	37,23

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 8

2011	2012	2013	2014	2015	Suma	Promedio
31,70	77,30	25,60	18,10	45,80	1.412	28,81
56,50	110,30	96,70	26,20	29,40	2.008	40,16
41,00	25,50	41,99	41,90	29,30	2.935	58,70
108,10	71,40	47,00	31,50	29,20	3.085	61,70
62,60	0,00	130,30	113,60	17,10	2.174	43,49
28,10	2,50	0,10	82,30	25,40	1.258	25,15
32,60	1,50	35,40	4,00	24,10	799	15,99
32,90	15,80	20,20	9,00	0,00	714	14,28
20,50	3,50	6,80	9,00	4,00	1.256	25,11
68,20	54,60	45,20	19,50	35,00	2.558	51,16
40,60	54,80	33,40	26,50	59,00	2.459	49,19
100,50	9,60	21,20	36,00	3,50	2.213	44,27
623,30	426,80	503,89	417,60	301,80		
51,94	35,57	41,99	34,80	25,15		

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Anexo 9: Datos registrados en la estación meteorológica M086 – Temperatura (°C)

Meses	1984	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<i>Ene</i>	19,4	20,6	19,2	17,6	17,7			19,4	24,8	19,7	20,8
<i>Feb</i>	19,4	20,6	19,1	17,8	18,1			20,7	24,8	20,4	20,8
<i>Mar</i>	19,4	20,6	19,8	17,4	18,5			21,8	24,8	20,8	20,8
<i>Abr</i>	19,4	20,6	19,6	18,0	18,1			21,2	24,8	21,0	20,8
<i>May</i>	19,4	20,6	19,4	17,5	18,1			21,2	38,7	21,7	20,8
<i>Jun</i>	19,4	20,6	19,0	17,7	18,1			21,2	24,8	20,3	20,8
<i>Jul</i>	19,4	20,6	18,3	17,7	18,1			20,9	24,8	20,1	20,8
<i>Ago</i>	19,4	20,6	18,3	17,7	18,1			22,0	24,8	21,0	20,8
<i>Sep</i>	19,1	20,9	17,9	17,7	18,1			22,2	22,1	21,2	20,8
<i>Oct</i>	19,7	20,7	18,1	17,7	18,2			21,2	21,4	22,0	20,8
<i>Nov</i>	19,1	20,5	17,9	17,7	18,1			21,2	21,8	20,5	20,8
<i>Dic</i>	19,9	20,3	17,2	17,7	18,1			21,2	20,2	20,8	20,8
Promedio	19,4	20,6	18,7	17,7	18,1			21,2	24,8	20,8	20,8

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)

Continuación Anexo 9

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	<i>Promedio</i>
19,8	19,7	22,2	20,9	19,6	20,8	20,9	20,1	20,2
19,8	19,4	21,2	20,1	19,4	20,2	20,8	20,3	20,2
19,6	20,2	22,0	19,4	20,8	21,7	20,3	20,7	20,5
20,2	20,3	22,0	19,3	20,6	20,8	21,1	20,8	20,5
19,9	20,4	21,5	21,0	20,5	21,0	20,0	20,5	21,3
21,2	20,0	20,2	20,1	20,7	20,8	19,9	20,5	20,3
20,9	20,1	21,1	20,1	20,5	20,4	20,4	20,5	20,3
20,3	20,6	21,0	20,6	20,8	20,9	20,3	20,5	20,4
20,4	20,6	21,1	20,2	20,8	21,1	20,2	20,5	20,3
20,2	21,2	20,6	20,0	20,5	21,3	20,5	20,5	20,3
20,2	22,8	19,7	20,6	21,2	21,0	20,5	20,5	20,2
20,2	22,0	21,1	20,4	20,3	21,4	20,8	20,5	20,2
20,2	20,6	21,1	20,2	20,5	21,0	20,5	20,5	

Fuente: INAMHI, (2014)

Elaborado por: Andrade C. (2018)



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD



Anexo 10: Registro de Socialización.
Expositor: Andrade Lasso Cristian Stephan

Fecha: 30 de abril de 2018
Carrera: Ing. Ambiental y Ecodesarrollo

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Diego Mejías	100797296-1	DUCE SI	
Johnny Jiménez	100460388-2	PUCE-SI	
Diego Ramos	100317855-3	PUCE-SI	
Karel Echeverri	100384327-1	PUCE-SI	
Dario Isaac Tobar	100395662-8	PUCE-SI	
Henry Paredes	100470421-0	PUCE-SI	
Mayra Pineda	100381832-3	Puce-si	
Esther Chalari	1004679948	PUCE-SI	
Vanessa Fuentes	100486107-0	PUCE-SI	
Omar Navarrete	100362849-0	PUCE-SI	
Francisco Padilla	100925515-2	Puce-si	
Stefany Quiral	100358587-2	Puce-si	
Alan Puyoles	1003741441	PUCE-SI	
Paola Haro	1004188059	PUCE-SI	
Rozo Jacobo	10091099154	PUCE-SI	
Heredia Oscar 8º	100370166-9	PUCE-SI ECA	
Fernando Paula	1004844047	PUCE-SI	
Andrade Alejandra	100309875-1	PUCE-SI	
Victor Iscome	1002976593	PUCE-SI	
Melany Cevallos	1004630125	PUCE-SI	
Karen Carvajal	100502767-5	PUCE-SI	
Joselyn Dávila	100384097-0	PUCE-SI	
Silvio Guerra	040186232-1	PUCE-SI	

Anexo 11: Registro fotográfico

- Identificación del área de estudio

	<p>Lugar: Puente 1</p> <ul style="list-style-type: none">• Coordenadas Geográficas X: 17N 0819711 Y: 10061483 Alt: 1339 m.s.n.m <p>Fecha: 2017 – Marzo - 25</p> <p>Actividad: Identificación de los puntos de acceso hacia el río para su monitoreo y medición en las siguientes semanas.</p> <p>Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor).</p>
	<p>Lugar: Puente 2</p> <ul style="list-style-type: none">• Coordenadas Geográficas X: 17N 0818191 Y: 10065225 Alt: 1270 m.s.n.m <p>Fecha: 2017 – Marzo - 25</p> <p>Actividad: Identificación de los puntos de acceso hacia el río para su monitoreo y medición en las siguientes semanas</p> <p>Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor).</p>



Lugar: Parambas

- Coordenadas Geográficas
X: 17N 0795970
Y: 10091110
Alt: 843 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Marzo - 25

Actividad: Identificación de los puntos de acceso hacia el río para su monitoreo y medición en las siguientes semanas

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor).



Lugar: Miravalle

- Coordenadas Geográficas
X: 17N 0795953
Y: 10091116
Alt: 697 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Marzo - 25

Actividad: Identificación de los puntos de acceso hacia el río para su monitoreo y medición en las siguientes semanas

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor).



Lugar: Lita


- Coordenadas Geográficas
X: 17N 0783417
Y: 10096862
Alt: 487 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Marzo - 25

Actividad: Identificación de los puntos de acceso hacia el río para su monitoreo y medición en las siguientes semanas

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor).

- Levantamiento de línea base en distintos puntos del área de estudio durante marzo del 2017

	<p>Lugar: Puente 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas Geográficas X: 17N 0819711 Y: 10061483 Alt: 1339 m.s.n.m <p>Fecha: 2017 – Marzo - 25</p> <p>Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.</p> <p>Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Tania Lomas (apoyo).</p>
	<p>Lugar: Puente 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas Geográficas X: 17N 0819711 Y: 10061483 Alt: 1339 m.s.n.m <p>Fecha: 2017 – Marzo - 25</p> <p>Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.</p> <p>Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Tania Lomas (apoyo).</p>



Lugar: Puente 2

- **Coordenadas Geográficas**
X: 17N 0818191
Y: 10065225
Alt: 1270 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Marzo - 25

Actividad: Medición de la profundidad del río en la orilla derecha, corriente abajao (zona de difícil acceso)

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Tania Lomas (apoyo).



Lugar: Parambas

- **Coordenadas Geográficas**
X: 17N 0795970
Y: 10091110
Alt: 843 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Abril - 08

Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Tania Lomas (apoyo).

- **Monitoreo del área de estudio durante el mes de diciembre de 2017**



Lugar: Puente 1

- **Coordenadas Geográficas**
X: 17N 0819711
Y: 10061483
Alt: 1339 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Diciembre - 01

Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.

Participantes: Cristian Andrade (tesista), Tania Lomas (apoyo).



Lugar: Miravalle

- **Coordenadas Geográficas**
X: 17N 0795953
Y: 10091116
Alt: 697 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Diciembre - 01

Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Tania Lomas (apoyo).



Lugar: Coordenadas Geográficas

- X: 17N 0789868
Y: 10092182
Alt: 637 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Diciembre - 01

Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Tania Lomas (apoyo).



Lugar: Coordenadas Geográficas
X: 17N 0789868
Y: 10092182
Alt: 637 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Diciembre - 21

Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Andrés Pérez (apoyo).



Lugar: Coordenadas Geográficas
X: 17N 0789868
Y: 10092182
Alt: 637 m.s.n.m

Fecha: 2017 – Diciembre - 21

Actividad: Medición de la profundidad del río en distintos puntos a su ancho.

Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), Andrés Pérez (apoyo).

- **Socialización de la Investigación**

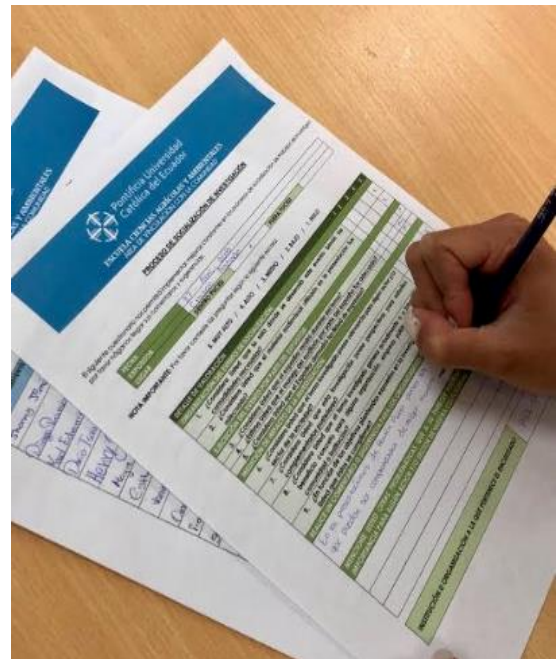


Lugar: PUCESI

Fecha: 2018 – Abril - 27

Actividad: Socialización de la Tesis, Estudio fluviomorfológico en una sección del río mira para su monitoreo y seguimiento, mediante el uso del programa modelo HEC-HMS para el diseño de una cartografía hidrológica de riesgos.






Participantes: Cristian Andrade (tesista), César Zuleta (asesor), docentes y estudiantes de la PUCESI (asistentes).






Cuenca Hidrográfica Río Mira



LEYENDA

-  Cuenca del río Mira.
-  Centros Poblados.
-  Vías principales.
-  Red Hídrica.
-  Río Mira (Área de estudio).

Zonas de Riesgo

-  Zonas de Menor Peligro Lahares.
-  Zonas de Mayor Peligro Lahares.
-  Riesgo de Inundación.

 **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**
SEDE IBARRA
Escuela de Ciencias Agrícolas Y Ambientales

Proyecto: "ESTUDIO FLUVIOMORFOLÓGICO EN UNA SECCIÓN DEL RÍO MIRA PARA SU MONITOREO Y SEGUIMIENTO, MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA MODELO HEC-RAS PARA EL DISEÑO DE UNA CARTOGRAFÍA HIDROLÓGICA DE RIESGOS"

Cartografía: Cartografía Hidrológica de Riesgos - Sección río Mira

Elaborado por: CRISTIAN ANDRADE	Escala: 1 : 50.000	Proyección: Universal Transverso Mercator Zona: 17S	Cartografía Única
------------------------------------	--------------------	---	-------------------

