



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES

“ECAA”

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

**“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE COBERTURA VEGETAL Y LA IMPLICACIÓN
DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICRO CUENCA DEL RÍO YANAYACU,
CANTÓN COTACACHI.”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERIA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 2. Ambiente y Biodiversidad

Sublínea 2.3 Recursos Ecosistémicos

AUTORA: MARÍA JOSÉ VERA JÁTIVA

ASESOR: ING. DIEGO LEOPOLDO MEJÍA MGS

IBARRA, ENERO 2019



Ibarra, 28 de enero de 2019

Ing. Diego Leopoldo Mejía Romo Mgs.

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 (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

Ing. Diego Leopoldo Mejía Romo Mgs.

ASESOR

C.C 1001912961



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

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

(f): 

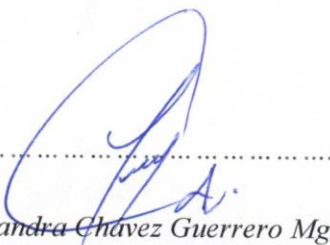
Ing. Diego Leopoldo Mejía Romo Mgs. (Asesor)

C.C.: 1001912961

(f): 

Dr. César Zuleta Ph D (Lector)

C.C.: 1001037546

(f): 

Ing. Paola Alexandra Chávez Guerrero Mgs. (Lectora)

C.C. 1002744090



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo María José Vera Játiva, 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 utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 28 de enero de 2019

f).....

María José Vera Játiva

C.C.: 100420192-5



AUTORÍA

Yo, María José Vera Játiva, portador de la cédula de ciudadanía N°100420192-5, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad de la autora, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes.

f).....

María José Vera Játiva

C.C.: 100420192-5




DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: María José Vera Játiva, con CC: 100420192-5, autor del trabajo de grado titulado: “Análisis multitemporal de cobertura vegetal y la implicación del recurso hídrico en la microcuenca del río Yanayacu, cantón Cotacachi.”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniera en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales “ECAA”.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 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 la 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 de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 28 de enero de 2019

(f.) 

María José Vera Játiva

C.C.100420192-5



**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación: **“Análisis multitemporal de cobertura vegetal y la Implicación del Recurso Hídrico en la Microcuenca del Río Yanayacu, cantón Cotacachi.”** lo propuesto en el Código de Ética de la Investigación y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de enero de 2018.

Para constancia firma

(f.).....

María José Vera Játiva

Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación

C.C.100420192-5

Carrea: Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo

Ibarra, 28 de enero de 2019



DEDICATORIA

Mi tesis está dedicada primeramente a Dios por ayudarme a culminar con éxito esta gran etapa de mi vida.

A mis padres Washington y Mery que me brindaron su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis queridos hermanos Paola, Fernando y Alejandro; a mis sobrinos; que me han llenado de alegría mis días, me han apoyado durante mi carrera estudiantil; a mis tíos especialmente a Víctor Játiva que me enseñaste a ser una guerrera a pesar de todas las adversidades que la vida te puede presentar, esto va por ti.

Este triunfo quiero dedicar también a todos mis queridos ingenieros que a lo largo de mi carrera universitaria supieron brindarme consejos, valores y conocimientos que me van a ayudar a ser una excelente profesional.

Y como no dedicarles esto a mis amigos Melissa y Marco, con los que he vivido las mejores experiencias de vida llena de muchas alegrías y momentos que los recordaré para siempre.



AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios, por ser la persona que guio mis pasos a pesar de tantos tropiezos jamás me soltaste, como dice tu palabra *“El Señor mismo marchara al frente de ti y estará contigo; nunca te dejara ni te abandonará. No temas, ni te desanimas”*- Deuteronomio 31:8; así me ha demostrado a lo largo de mi vida y mi carrera que estoy por culminar.

A mis padres Washington Vera y Mery Játiva, que supieron inculcarme desde niña los mejores valores para ser una buena hija, hermana, tía, compañera, amiga; y sobre todo gracias por su amor, sacrificio, constancia y dedicación que me dieron día tras día para llegar a ser lo que soy ahora.

A mis queridos hermanos Paola, Fernando y Alejandro por estar ahí día a día con sus consejos, con una palabra de aliento cuando muchas veces ya decía que esto no era para mí, gracias por ser mi orgullo y mi ejemplo a seguir sin duda tengo a los mejores hermanos que me han dado lo más hermoso ser tía.

De igual manera a mis sobrinos, tíos y demás familiares, especialmente a Víctor Játiva (Osito), gracias por enseñarme a ser una mujer de bien con un corazón noble, a ser una guerrera y saber darle a la vida una sonrisa a pesar de las adversidades que nos coloca en nuestro camino, fueron los mejores meses que pase a tu lado, esto es por ti, porque desde el cielo quiero que estés orgulloso de tu pecosa.

Además, quiero expresar mi gratitud a mi asesor de tesis el Mgs. Diego Mejía por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mis asesores la Mgs. Paola Chaves y al Ph.D. Cesar Zuleta, que me compartieron su preparación y sabiduría para desarrollar de la mejor manera esta investigación

TABLA DE CONTENIDOS

1.	RESUMEN Y PALABRAS CLAVES.....	1
2.	ABSTRACT.....	2
3.	INTRODUCCIÓN	3
	3.1 Objetivo General	5
	3.2 Objetivos Específicos	5
4.	ESTADO DEL ARTE.....	6
	4.1 Cobertura vegetal y uso del suelo	6
	4.1.1 Cambios de la cobertura vegetal.....	6
	4.2 Teledetección	7
	4.2.1 Técnicas para la detección de cambios de cobertura	7
	4.2.2 Plataformas Satelitales LANDSAT y bandas espectrales.....	7
	4.3 Análisis multitemporal	8
	4.3.1 Requisitos previos para el análisis multitemporal	8
	4.3.2 Clasificación de imágenes satelitales.....	9
	4.3.3 Firma Espectral.....	9
	4.4 Sistema de Información Geográfica en el análisis de cobertura vegetal.....	9
	4.4.1 Software ArcGis	10

4.5 Hidrología.....	10
4.5.1 Componentes del balance hídrico	10
4.5.2 Influencia de la cobertura vegetal en los caudales	12
4.5.3 Tipos de modelamientos hidrológicos.....	14
4.6 Alteraciones Ambientales.....	15
4.7 Estudios Multitemporales de Cobertura Vegetal en el Ecuador.....	16
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
5.1 Materiales y equipos de campo.....	20
5.2 Materiales y equipos de oficina	20
5.3 Metodología.....	20
5.3.1 Diagnóstico, evaluación y validación de información	20
5.3.2 Metodología Cartográfica	21
5.3.3. Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal de los años 1991, 2008 y 2015, utilizando imágenes satelitales con resolución espacial de 30m.....	24
5.3.4 Modelamiento Hidrológico de la cuenca en base a datos de curva número de los años 1991, 2008 y 2015 mediante la metodología del Soil Conservation Service (SCS)....	27
5.3.5 Componente Socioeconómico.....	32
5.3.6 Estrategias de Conservación para la Microcuenca Yanayacu.....	33
6. RESULTADOS.....	36
6.1 Cartografía Temática.....	36

6.2	Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal	50
6.2.1	Análisis multitemporal a través de imágenes Landsat 1991, 2008 y 2015	50
6.3	Caracterización Socioeconómica	79
6.3.1.	Demografía	79
6.4	Estrategias de Conservación para la Microcuenca Yanayacu.....	81
6.4.1	Antecedentes	81
6.4.2	Direccionamiento Estratégico Ámbito Político Legal	86
6.5	Socialización.....	104
7.	CONCLUSIONES	106
8.	RECOMENDACIONES	108
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
10.	ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupos hidrológicos del suelo	13
Tabla 2. Morfología del mapa de pendientes	23
Tabla 3. Categorías de cobertura vegetal de los periodos 1991-2008 y-2015	26
Tabla 4. Grupo Hidrológico de los Suelos	30
Tabla 5. Número de la Curva para pastizales y arboleadas	31
Tabla 6. Red Hídrica de la cuenca del río Yanayacu.....	36
Tabla 7. Taxonomía del suelo	38
Tabla 8. Textura del suelo	40
Tabla 9. Características del terreno.....	42
Tabla 10. Rangos de precipitación.....	44
Tabla 11. Rangos de Temperaturas.....	46
Tabla 12. Características de Ecosistemas.....	48
Tabla 13. Comparación de cambios de la cobertura vegetal de los años 1991 y 2018.....	54
Tabla 14. Comparación de cambios de cobertura vegetal en los años 2008 y 2015.....	55
Tabla 15. Valor curva número	60
Tabla 16. Sistematización de la encuesta.....	80
Tabla 17.F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).....	82
Tabla 18. Marco Lógico del Programa 1	95

Tabla 19. Marco Lógico del Programa 2.....	98
Tabla 20. Marco Lógico del Programa 3.....	102
Tabla 21. Resultados de la socialización.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cartografía base de la Microcuenca Río Yanayacu.....	19
Figura 2. Proceso para el modelamiento hidrológico mediante el uso del sistema HEC-HMS.	32
Figura 3. Cartografía de la red hídrica de la Microcuenca del Río Yanayacu.....	37
Figura 4. Cartografía de la taxonomía del suelo de la Microcuenca de Río Yanayacu	39
Figura 5. Cartografía de la textura del suelo de la Microcuenca del Río Yanayacu.....	41
Figura 6. Cartografía de pendientes de la Microcuenca del Río Yanayacu.....	43
Figura 7. Cartografía de isoyetas de la Microcuenca del Río Yanayacu.....	45
Figura 8. Cartografía de Isotermas de la Microcuenca del Río Yanayacu	47
Figura 9. Cartografía de Ecosistemas de la Microcuenca del Río Yanayacu	49
Figura 10. Cartografía de la cobertura vegetal del año 1991 de la Microcuenca del Río Yanayacu.....	51
Figura 11. Cartografía de la cobertura vegetal del año 2008 de la Microcuenca del Río Yanayacu.....	52
Figura 12. Cartografía de la cobertura vegetal del año 2015 de la Microcuenca del Río Yanayacu.....	53
Figura 13. Interpretación grafica de datos obtenidos en el análisis multitemporal de los años 1991,2008.....	56
Figura 14. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica año 1991	57

Figura 15. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica año 2008	58
Figura 16. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica año 2015	59
Figura 17. Datos de precipitación media de la estación meteorológica año 1991	60
Figura 18. Datos de precipitación media de la estación meteorológica año 2008.....	61
Figura 19. Datos de precipitación media de la estación meteorológica año 2015.....	61
Figura 20. Resultados generales del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa.....	62
Figura 21. Resultados gráficos de entrada del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa....	62
Figura 22. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa	63
Figura 23. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa...	63
Figura 24. Resultados generales del modelo hidrológico año 1991 época seca	64
Figura 25. Resultados grafico de la entrada del modelo hidrológico año 1991 época seca.....	65
Figura 26. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 1991 época seca.....	65
Figura 27. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 1991 época seca.....	66
Figura 28. Resultados generales del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa.....	67
Figura 29. Resultados grafico de la entrada del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa...	67
Figura 30. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa	68
Figura 31. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa...	68
Figura 32. Resultados generales del modelo hidrológico año 2008 época seca	69
Figura 33. Resultados grafico de entrada del modelo hidrológico año 2008 época seca.....	70

Figura 34. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2008 época seca.....	70
Figura 35. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2008 época seca	71
Figura 36. Resultados generales del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa.....	72
Figura 37. Resultados grafico de entrada del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa	72
Figura 38. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa	73
Figura 39. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa...	73
Figura 40. Resultados generales del modelo hidrológico año 2015 época seca	74
Figura 41. Resultados grafico de entrada del modelo hidrológico año 2015 época seca.....	75
Figura 42. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2015 época seca.....	75
Figura 43. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2015 época seca.....	76
Figura 44. Interpretación grafica de resultados para época lluviosa periodo 1991 y 2008	77
Figura 45. Interpretación grafica de resultados para época seca periodo 1991-2008	77
Figura 46. Interpretación grafica de resultados para época lluviosa periodo 2008 y 2015	78
Figura 47. Interpretación grafica de resultados para época seca periodo 2008-2015	79

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

El presente estudio se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi, parroquias de Quiroga y Sagrario en las comunidades de Perafán, Tunibamba, Alambuela, Cercado, San Pedro, Azaya, Santa Bárbara, Topo Grande, Batan, Iltaquí, Morochos y San José, que tiene como principal fuente de ingreso las actividades agrícolas y pecuarias. Con la obtención de los resultados se observó que los cambios suscitados en la cobertura vegetal son debidos a actividades antrópicas como, por ejemplo: avance de la frontera agrícola, quemas, entre otros. Para considerar los cambios de la vegetación, se realizó un análisis multitemporal de los años 1991, 2008 y 2015 de la cobertura vegetal con el apoyo de imágenes satelitales; el mismo que se basó en un modelamiento hidrológico para analizar la implicación que tiene el recurso hídrico con la cobertura vegetal existente del lugar, permitiendo conocer más a detalle los recursos agua y vegetación, facilitando la implementación de propuestas encaminadas a la conservación, protección y manejo adecuado de los recursos bióticos y abióticos del área estudiada y así ser aprovechados en posibles proyectos de sustentabilidad, ecoturísticos, investigativos y otros. Por otro lado, la capacitación a los comuneros sobre el uso adecuado de los recursos que disponen y las actividades que pueden desarrollar para mantenerlos en su estado natural son el eje principal para lograr cada una de las propuestas presentadas y esto se lo puede lograr a través de la integración de los actores de la comunidad con el objetivo de alcanzar el buen manejo de los recursos, ya que de ellos depende su subsistencia.

PALABRAS CLAVES: Microcuenca, cobertura vegetal, cartografía, conservación

2. ABSTRACT

The present study was conducted in the province of Imbabura, Cotacachi canton, Quiroga and Sagrario parishes in the communities of Perafán, Tunibamba, Alambuela, Cercado, San Pedro, Azaya, Santa Bárbara, Topo Grande, Batan, Iltaquí, Morochos and San José, where agricultural and livestock activities are the main source of income. With the obtaining of the results it was observed that the changes provoked in the vegetal cover are due to anthropic activities such as, for example: advance of the agricultural frontier, burns, among others. To consider changes in vegetation, a multi-temporal analysis of the years 1991, 2008 and 2015 of the vegetation cover was carried out with the support of satellite images; the same one that was based on a hydrological modeling to analyze the implication that the hydric resource has with the existent vegetal cover of the place, allowing to know more in detail the resources water and vegetation, facilitating the implementation of proposals directed to the conservation, protection and management adequate biotic and abiotic resources of the studied area and thus be used in possible projects of sustainability, ecotourism, research and others. On the other hand, training community members on the appropriate use of the resources they have and the activities they can develop to keep them in their natural state are the main axis to achieve each of the proposals presented and this can be achieved through of the integration of the actors of the community with the objective of achieving the good management of the resources, since their subsistence depends on them.

KEYWORDS: Watershed, forest cover, cartography, conservation

3. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi y en las comunidades que son parte de la cuenca hídrica del río Yanayacu. Actualmente en esta cuenca, gran parte está destinada a la producción agrícola, de igual manera muchas áreas de pastizales se han incrementado con el paso del tiempo, (INEC, 2002); como consecuencia, se ha producido grandes cambios de la cobertura vegetal, mismas que tienen importancia ambiental, social y económica.

La problemática de la conservación de las cuencas hidrográficas se encuentran en franco proceso de deterioro, con poco poder de control, se ha demostrado que el inadecuado uso del suelo puede ser causante de grandes desastres, en épocas de intensidad de lluvia, la pérdida de bosques naturales incrementa de manera directa la escorrentía superficial y degrada el suelo, el mismo que genera acumulación de materiales colocando en las laderas y a lo largo de los drenajes, alterando la dinámica fluvial como son los procesos de erosión, transporte y sedimentación, los cuales inciden en el flujo de las aguas, aumentando el volumen de los sedimentos en el cauce de los cursos de agua, o que incrementa el riesgo de desbordamientos e inundaciones en la cuenca baja. (MAE, 2013).

En la cuenca del río Yanayacu, año tras año se han venido suscitando impactos ambientales de gran magnitud, generados por el hombre; esto ha ido deteriorando la cobertura vegetal, la cual se ha visibilizado que influye directamente sobre la cantidad del agua que es utilizada para el consumo de las comunidades como son principalmente: Perafán, Tunibamba, Alambuela, Cercado, San Pedro, Azaya, Santa Bárbara, Topo Grande, Batán, Iltaquí, Morochos y San José; esto se convierte en una problemática que los moradores de estas comunidades atraviesan en épocas secas. (D. Andrade, entrevista personal, 5 de abril de 2017).

Cierta parte del área de estudio se encuentra dentro de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, la que también ha sufrido las consecuencias de las actividades antrópicas, es por eso que dentro del área protegida se han conformado los comités de manejo con las comunidades del área de influencia directa (Plan de Manejo RECC, 2007), y con la ayuda de la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi (UNORCAC) se ha

logrado unificar los esfuerzos para mitigar cada impacto, ya que desde el área protegida nace la principal fuente hídrica que abastece a varias comunidades.

Sin embargo, el área de estudio carece de análisis espacio temporales que estén detallados, lo cual permuta estimar niveles de alteración de la cobertura vegetal, determinando áreas de pérdida y cambio de uso de suelo, en los años transcurridos. Para lograr un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales, se plantea elaborar un Análisis multitemporal de los años 1991, 2008 y 2015 de la cobertura vegetal de la cuenca del río Yanayacu; desde la óptica SIG, como conjunto de herramientas e información para el procesamiento de datos.

Los resultados que se encontrasen aportarán de manera fundamental al cumplimiento de los objetivos de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Ana de Cotacachi, así como también para contribuir al Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas (RECC), ya que parte del área de estudio está dentro de la Reserva.

3.1 Objetivo General

Analizar los cambios de cobertura vegetal de los años 1991, 2008 y 2015 mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales para la determinación de la afectación del Recurso Hídrico de la cuenca del río Yanayacu.

3.2 Objetivos Específicos

1. Analizar la cobertura vegetal de los años 1991, 2008 y 2015 en la cuenca, utilizando imágenes satelitales LANDSAT con resolución espacial de 30 m, para el reconocimiento de los cambios multitemporales y diseño de cartografía matemática.
2. Generar el Modelamiento Hidrológico de la cuenca en base a datos de curva número de los años 1991, 2008 y 2015, mediante la metodología del Soil Conservation Service (SCS).
3. Proponer estrategias para conservación, mediante el análisis de las variables vegetal e hídrica.
4. Socializar los resultados obtenidos con las comunidades del área de influencia directa.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1 Cobertura vegetal y uso del suelo

Meza, (2009), define a la cobertura vegetal, como el manto de vegetación que ocupa un espacio determinado de un ecosistema, que comprende una diversa gama de biomásas, que pueden ir desde matorrales hasta grandes extensiones revestidas por bosque nativo. Según, Di Gregorio, (2005), el hombre ha modificado el uso del suelo, la cual se caracteriza por las actividades que genera el ser humano como son cultivos, pastos, entre otros; cambiando y modificando el tipo de cobertura de la tierra.

Según el PDOT, (2015), menciona que en el Cantón Cotacachi, en la zona de estudio, existen zonas de vida, los cuales son analizados sus diferentes usos de acuerdo a cada unidad que corresponde.

- *Bosque húmedo montano bajo (bh-MB)*: se halla entre los 1.800 y 2.000 m, en general esta zona es muy productiva, sin embargo, en ella se han destruido los bosques protectores y las cuencas de los ríos presentan muchos problemas en la temporada seca.
- *Bosque muy húmedo montano (bmh-M)*: La cantidad de lluvia que recibe esta zona puede estimarse en 1,500 mm total anual, estos terrenos con mucha pendiente deben mantenerse con su vegetación natural para proteger las cuencas de captación.
- *Paramo pluvial subalpino*: se desarrollan en regiones por encima de los 3 000 msnm. Presentan temperaturas entre los 2 y los 30 °C, esta zona es la más fría es totalmente marginal para actividades de uso de suelo y la precipitación es de 1800 a 2300mm.

4.1.1 Cambios de la cobertura vegetal

Dentro del cambio de cobertura vegetal existen puntos importantes al momento de determinar los cambios que ha sufrido los territorios, MAE, (2012) considera uno de ellos el monitoreo de la cobertura vegetal donde este módulo se compone de un sistema que permite comparar las Áreas Bajo Conservación de un estado inicial a un estado actual, con la finalidad de detectar y prevenir cambios sobre la cobertura original mediante la implementación oportuna de acciones correctivas y de protección.

4.2 Teledetección

La teledetección espacial, es una herramienta que ejecuta un análisis que tengan procesos dinámicos, un ejemplo claro de esto es la cobertura vegetal que se da en diferentes periodos de tiempo, con la ayuda de las imágenes satelitales, las mismas que son una fuente valiosa para estudiar o analizar estos cambios que se desarrollan en la superficie de la tierra, las cuales se pueden dar por catástrofes naturales o alteraciones antropogénicas. (Chuvieco, 2002).

4.2.1 Técnicas para la detección de cambios de cobertura

Según Chuvieco, (2002) las técnicas empleadas no tienen una clasificación previa, en el análisis multitemporal que se aplica en la zona de estudio que se está desarrollando, lo que se explicara a continuación.

- *Composiciones de color multitemporal:* Detecta áreas de cambio mediante el análisis visual de imágenes en color provenientes de varias fechas.
- *Diferencia entre imágenes:* Es una simple resta entre imágenes de diferente fecha, previamente tratadas, donde se discrimina aquellas zonas que han experimentado cambios.

4.2.2 Plataformas Satelitales LANDSAT y bandas espectrales

El programa Landsat conjunto con la NASA / USGS estas instituciones tiene un historial, el más grande y largo con respecto a la superficie de la tierra en un espacio continuo. Es de importancia conocer las plataformas satelitales ya que estas brindan información esencial e indispensable, para que las autoridades o investigadores tomen de manera objetiva las decisiones con respecto a los recursos y el ambiente. Otro factor de valor es las bandas espectrales, las cuales se modifican de acuerdo a la creación de cada satélite. (Landsat, Science, 2015).

4.3 Análisis multitemporal

Para diversos autores, el análisis de imágenes satelitales o fotografías aéreas, es un método exitoso para ver el cambio de la vegetación dada en un periodo de tiempo, es por eso su nombre multitemporal, para que se analice la detección es necesario un mínimo de tres años en el tiempo. Los resultados que te dan un análisis multitemporal, te sirven para evaluar las consecuencias de estos cambios a partir de su detección, control y análisis rápido, eficiente, y contribuir con estrategias que puedas mejorar el cambio del uso del suelo que se ha originado, ya sea de manera natural o antrópica (Andrade, 2016).

4.3.1 Requisitos previos para el análisis multitemporal

Chuvienco, (2002), revela que los requisitos previos para un buen análisis multitemporal se basa en la obtención de las imágenes satelitales que deben ser con las mismas coordenadas geográficas, tener una corrección para la luminosidad como para la parte atmosférica, para comparar con la misma unidad, se requiere una corrección geométrica y radiométrica; todo esto se realiza en un tratamiento con anterioridad, debido que las imágenes poseen distintos sensores.

4.3.1.1 Corrección geométrica

Según González, (2011) comenta que, si no existe una correcta correlación entre las imágenes que están en estudio para el análisis multitemporal, se va a generar errores de comisión u omisión, ya que se estaría creando cambios donde no existe o se viceversa, para esto la imagen se debe hacer planimetría, transformando coordenadas de imagen a coordenadas de mapa como es a UTM, u otras aplicando de referencia a mapas o imágenes de otras fechas.

4.3.1.2 Corrección radiométrica

Para realizar un análisis multitemporal, se necesita varias imágenes con distinto periodo de tiempo, para esto se debe considerar factores que alteran los pixeles de la imagen, muchos de estos son de estados fenológicos, otro factor es el ángulo de toma, como los días nublados, sombras, agua tanto profunda como clara, entre otros.

Por eso es importante realizar la corrección radiométrica porque se quiere obtener las mismas características entre la imagen y la superficie a observar. (Rejas, 2008).

4.3.2 Clasificación de imágenes satelitales

En su artículo Posada, (2008) menciona que existen varios tipos de clasificación de imágenes satelitales, las más comunes son la supervisada y la no supervisada.

- *Clasificación no supervisada:* guardan relación con el valor relativo al color, al tono o al clúster, para identificar entidades. En este caso concreto, el analista deberá validar el resultado de la clasificación una vez esta haya sido llevada a cabo.
- *Clasificación supervisada:* esta requiere de cierto conocimiento previo del terreno y de los tipos de coberturas, a través de una combinación de trabajo de campo, análisis de fotografías aéreas, mapas e informes técnicos.

4.3.3 Firma Espectral

Los elementos geográficos como son bosque, cultivos, lagos, ríos, vías, edificaciones, entre otros; estos ayudan a transformar de manera diferente la radiación electromagnética que se recibe del sol. También para las firmas espectrales se debe incluir la variación en funciones de las condiciones meteorológicas y las de luminosidad, que se pueda generar en el área de estudio (Hernández & Montaner, 2009).

4.4 Sistema de Información Geográfica en el análisis de cobertura vegetal

Los SIG, son actualmente de gran importancia y su uso para autoridades como investigadores de acuerdo a sus requerimientos, elegirán la metodología más adecuada para establecer criterios técnicos del estudio, convirtiéndose en una ventaja ya que los datos que facilitan este sistema, serán de gran utilización para la toma de decisiones. Ya que los SIG son un base de datos que tiene la capacidad de almacenar cantidad de datos que se representan en variables como son uso del suelo, pendientes, precipitación, temperatura, relieves, entre otros, los mismo que provienen de diversas fuentes como son fotos aéreas, imágenes satelitales, o cartas; estos datos nos permiten generar cartografía que serán de gran utilidad para realizar estudios; en este caso se aplicó para realizar un análisis multitemporal de cobertura vegetal. (Navarro, Rodríguez & Moreira, 2017).

4.4.1 Software ArcGis

El sistema de información geográfica, con su software ArcGis, hace que la información o facilidad de datos espaciales y tabulares sean de manera fácil de cargar en dicho programa informático, que los resultados generados pueden ser en forma de mapas, tablas y gráficos, en este caso de uso para realizar la cartografía temática de la zona e estudios, con un análisis espacial y geocodificando las imágenes satelitales que están en estudio para el análisis multitemporal. ArcGis se compone de tres aplicaciones que están incluidas en ArcInfo, ArcEditor y ArcView, las cuales son ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox. (Tuesta & Trigozo, 2011).

4.5 Hidrología

Los componentes como son precipitación, temperatura, escurrimiento, evaporación y transpiración, también como los procesos superficiales, estos parámetros pertenecen a la hidrología, cada uno presenta una distinta variación espacial como temporal, estos juegan un papel importante de manera directa con los procesos físicos, químicos y biológicos, el mismo que sistematiza el sistema terrestre. (Mendoza, Bocco, & López, 2002).

Un correcto manejo de cuencas hidrológicas, facilita realizar un marco conceptual como espacial, donde elabora e implementa prácticas para la conservación, con bases en procesos de interacciones ecológicas y sociales, las mismas que son necesarias para asegurar la integridad ecológica de la cuenca. Otra ventaja de realizar este proceso, es que se puede evaluar el impacto que genera las actividades producidas por el hombre. (Jain, 2000).

4.5.1 Componentes del balance hídrico

Para García et al., (2009), los componentes de un balance hídrico, comprende de diferentes fases, como es la forma en que agua se absorbe por la precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración.

4.5.1.1 Evaporación

La evaporación es un componente importante dentro del balance hídrico, debido a que se genera desde el aire libre del agua, a través de los efectos de composición solar, es decir que interviene en la relación planta o cobertura vegetal con el ambiente, los factores ambientales

que fluyen en la evaporación es la superficie de agua libre, la cobertura del suelo con vegetación y suelos desnudos. (Pardi, 2014)

4.5.1.2 Precipitación

La precipitación es la entrada principal dentro del ciclo hidrológico, y varía de acuerdo al agua que cae dentro de una zona determina que puede ser una cuenca o un subcuenca, se presentas en forma de lluvia, neblina, nieve, roció, entre otros. Para la medición de este parámetro se utiliza instrumentos pluviómetros, y es importante tener en cuenta la permanencia de las estaciones climáticas a traes del tiempo.(García, Martínez, & Vidriales, 2009).

Para realizar este estudio se considera los datos de peritaciones diario, como mensual y anual proporcionadas por el INAMHI, de los años que se van a estudiar.

4.5.1.3 Temperatura

Esta variable juega un papel importante, ya que interviene en todos los métodos empíricos y por lo general junto con la precipitación son las únicas que podemos encontrar en las estaciones meteorológicas con plena seguridad. Su análisis contempla su homogenización y caracterización térmica de la zona en estudio. (López, Mena, & Andrade, 2001).

4.5.1.4 Evapotranspiración

Es la cantidad de agua que retorna a la atmósfera, tanto por transpiración de la vegetación como por evaporación del suelo. Su magnitud depende del agua realmente disponible, es decir la que el suelo ha logrado retener para el consumo de la vegetación, así como la que ha sido interceptada por ésta. (Mendoza, Bocco, & López, 2002).

4.5.2 Influencia de la cobertura vegetal en los caudales

4.5.2.1 Tipos de caudales

- **Caudal ambiental o ecológico**

Barrios, (2010), menciona que estos caudales es una herramienta que permite un manejo integrado y sostenible del recurso hídrico, en el cual nos permite mantener un estado de salud adecuado en los ecosistemas, donde se verifica la calidad y cantidad de agua, los hábitats acuáticos, comprobando esto dicho con parámetros físicos, químicos y biológicos.

- **Caudal base**

Durante las estaciones de épocas seca o lluviosa, el caudal base involucra los volúmenes de agua para dichas estaciones, en donde el componente más importante se le conoce como avenidas anuales, que enlaza las descargas relativamente puntuales de los volúmenes de agua. (Bateman, 2007)

- **Caudales directos**

Se les conoce a las alteraciones que tienen que ver cuando la sociedad realiza proyectos para controlar las inundaciones especialmente para la época de lluvia o para los fenómenos que se presentan en nuestro país, también regula las derivaciones de cauce para riego. (Hernández, 2004)

- **Caudales indirectos**

Para las innovaciones que se da actualmente como es el urbanismo, la agricultura intensiva, deforestación y descargas de aguas vertidas y otros desechos, en donde afecta de manera directa con la cantidad y calidad del recurso hídrico que se dan por estas alteraciones, donde su mayor impacto en la calidad de la escorrentía, generado por el cambio de uso de suelo, así como la concentración de agroquímicos. (Morales & Nuria, 2017)

- **Numero de curva (NC)**

NC, fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelo de los Estados Unidos, es uno de los parámetros que más se aplica o utiliza para analizar la infiltración en el suelo que se genera a través de la precipitación, esto permite determinar la escorrentía a través de un numero hidrológico o número de curva que se le compone o adjunta a la cuenca. (Andrade, 2016)

La infiltración del terreno varía bastante en función de la permeabilidad del suelo y las condiciones de la superficie, este método propuesto distingue 4 tipos de suelo como se puede observar la Tabla 1

Tabla 1.

Grupos hidrológicos del suelo

Grupo Hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Características	Textura
A	Rápida	Alta capacidad de infiltración > 76mm/h	Arenosa Arenosa – limosa
B	Moderado	Capacidad de infiltración 76 - 38mm/h	Franca Franco – arcillosa - arenosa
C	Lenta	Capacidad de infiltración 36 - 13mm/h	Franco arcillosa Franco arcillo-limosa Arcillo-arenosa
D	Muy lenta	Capacidad de infiltración < 13 mm/h	Arcillosa

Nota: Recuperado de “Grupos Hidrológicos del suelo”, SCS, (1964)

4.5.3 Tipos de modelamientos hidrológicos

Un modelo hidrológico puede ser definido como una capacidad que tiene para ser representado ya sea por un modelamiento físico o matemáticos, donde el modelo físico es un sistema natural con un apoyo o base para tener como resultado de manera matemática, esto significa que no existe el modelo perfecto aplicable a todas las cuencas del planeta: cada cuenca tiene condiciones muy particulares de clima, geografía, geología, entre otros, que incrementan la importancia de un proceso por sobre otros y condicionan la estructura del modelo una simplificación de un sistema natural. (Cabrera, 2012).

4.5.3.1 Distribuida

Un modelo distribuido considera la variación espacial en todos sus parámetros y variables en cada punto de la cuenca. Los MHED se han utilizado para evaluar las condiciones hidrológicas (escorrentía, infiltración, recarga de acuíferos); el estado de la vegetación (densidad, calidad), y el cambio climático en amplias regiones geográficas (Stehli, Weber, & Vestena, 2016).

4.5.3.2 Semidistribuida

A medida que el tamaño de la cuenca se incrementa, es más probable que los tipos de suelo y sus características varíen a lo largo y ancho de la cuenca y el uso de éste tipo de modelo va perdiendo representatividad. Es así que, a mayores áreas, se puede discriminar zonas de similar comportamiento hidrológico y analizar cada una de ellas de forma independiente para luego combinar o superponer sus efectos. (Lujano, Sarmiento, & Jesús, 2016).

4.5.3.3 Swat

El modelo SWAT permite la simulación de un gran número de procesos físicos. La cuenca se compartimenta en varias subcuencas a través de un valor de área umbral, que dependerá del objetivo y exactitud requerida, para esto requiere la introducción de información topográfica, de tipos y usos del suelo, datos meteorológicos y datos sobre los acuíferos de la cuenca. (Uribe, 2010)

4.5.3.4 HEC - HMS

El modelo HEC –HMS el cual permite calcular el caudal en la cuenca, para lo que se requiere la distribución espacial en períodos de retorno y el cálculo de la distribución temporal de la lluvia, el cual se obtiene del hietograma y el método de número de curva del Servicio de Conservación de Suelos. (Estrada, & Moya, 2012).

4.5.3.5 Thornthwaite

Thornthwaite introdujo el término evapotranspiración potencial (ETP) para expresar “la cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo si en todo momento existe en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas”. (Montaner, 1998)

4.6 Alteraciones Ambientales

La segunda mitad del siglo XX quedará registrada en la historia como la época en que la sociedad generó la mayor cantidad de alteraciones en el planeta. Una de las alteraciones de mayor impacto es la pérdida de los ecosistemas naturales y de sus servicios ambientales, ya que se trata de modificaciones en las bases estructurales propias del planeta: cambio de temperatura, pérdida de agua dulce, oxígeno, suelo y especies biológicas (Carabias, 2003 citado por Martínez, 2006).

La introducción de varias especies de animales exóticos, especialmente vacas y caballos, ha sido una parte importante de la historia y de los conflictos socio-ambientales relacionados con este ecosistema. Con las reformas agrarias del siglo XX se produjeron los impactos más grandes. A pesar de que la altitud, las pendientes y otras consideraciones hacen que los páramos sean muy poco aptos para labores agrícolas intensivas (Mena, & Medina, 2001), las poblaciones campesinas e indígenas desplazadas a estas tierras, han ejercido en las últimas décadas mucha presión a través de las quemas para (supuestamente) regenerar hierba fresca para el ganado, el avance de la frontera agrícola con cultivos propios de tierras andinas a altitudes exageradas y la introducción de pinos y otras especies arbóreas exóticas que absorben demasiada agua.

4.7 Estudios Multitemporales de Cobertura Vegetal en el Ecuador

En el Ecuador existen varias investigaciones sobre análisis multitemporal relacionado con la cobertura vegetal o de paramo, tal es el caso del Cantón de Cotacachi, provincia de Imbabura, que se realizó un Análisis multitemporal de la cobertura de páramo en la producción de agua en la cuenca alta del río Apuela, donde utilizaron imágenes satelitales de los años 1991 y 2010 de la cobertura de páramo; el mismo que se basó de un diagnóstico ambiental y además, en una zonificación con criterio ecológico no extractivista, permitiendo conocer más a detalle los recursos agua y vegetación; siendo que los resultados de la cuenca alta del río Apuela en el período 1991 – 2010, existieron disminuciones de la cobertura vegetal boscosa en un 16% y un aumento en el caudal de 39,5 m³/s y 0,6 m³/s correspondiente a las épocas lluviosa y seca respectivamente, lo que indica que existe una incidencia directa a corto plazo en el aumento del caudal máximo en el punto de salida de la cuenca. (Andrade, 2016).

En el cantón Gualaquiza, provincia de Morona Santiago, se realizó el análisis multitemporal para determinar los cambios de la cobertura vegetal y el uso de la tierra entre los años 1987 – 1998 – 2001 y 2015, utilizando imágenes satelitales multiespectrales Landsat 5 TM, 7 ETM+ y 8 OLI. Mediante la fotointerpretación se identificaron seis coberturas: bosque nativo, páramo, pasto cultivado, cuerpo de agua, zona urbana y zona sin información; se evaluaron los cambios del uso de la tierra, dando como resultado la cobertura bosque nativo, uso conservación y protección se redujo de 165 781 ha a 57 366 ha, creciendo el pasto cultivado, uso pecuario en 44 355 ha, la zona urbana, uso antrópico en 128 ha y cuerpo de agua con 37 ha. (Medina, 2015).

En la Región Biogeográfica del Chocó, considerada como uno de los 10 “Hot spots” del planeta, se extiende a lo largo de la costa del Pacífico desde el sur de Panamá, Colombia y el norte de Ecuador. La Reserva Étnica Forestal Awá, está localizada justamente dentro de la Región del Chocó, y hoy con un área de alrededor de 120.000 hectáreas y una población de 3.500 habitantes repartidos en 22 comunidades; el estudio comprendió toda esta zona y su objetivo central fue comprender la dinámica de los cambios en la cobertura forestal de las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador, para conseguirlo se realizó el análisis de imágenes Landsat de los siguientes años: 1986, 2000 y 2011. El método que se aplicó fue la clasificación no supervisada, para este fin se estableció con anterioridad la leyenda temática,

determinando cuatro clases: 1) Bosque Natural, 2) Bosque Natural Intervenido, 3) Suelo descubierto, 4) Sin información. Los resultados demuestran que existe un aumento de las clases Bosque Natural Intervenido y Suelo Descubierto, lo que contrasta con la reducción de la clase Bosque Natural sobre todo en el año 2011. (Pavón, 2011)

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio tiene una superficie de 8987,24 hectáreas; se encuentra entre las coordenadas geográficas: Latitud 0°18'00" Norte, Longitud 78°16'00" Oeste, que corresponden al cantón Santa Ana de Cotacachi, entre las parroquias Sagrario y Quiroga, con las comunidades de la parte alta de microcuenca que pertenecen a: Perafán, Piava Chupa, Alambuela, El Cercado, Tunibamba, San Pedro, Azaya; para la parte baja de la microcuenca se consideró a las siguientes comunidades: Topo Grande, Santa Bárbara, San José, Batan, Iltaquí, Morochos (Figura 1). Con límites geográficos que son al norte y oeste con la Provincia de Esmeraldas, al sur con la Provincia de Pichincha y el cantón Otavalo, al Este con los cantones Antonio Ante y Urcuqui. El área a analizar se caracteriza por presentar condiciones biofísicas singulares entre las que se destacan: la altitud del terreno que sobrepasan los 2400 msnm con relieves montañosos, suelos y cauces de ríos, donde existe la formación vegetal de páramo, arbustivo y herbáceo.

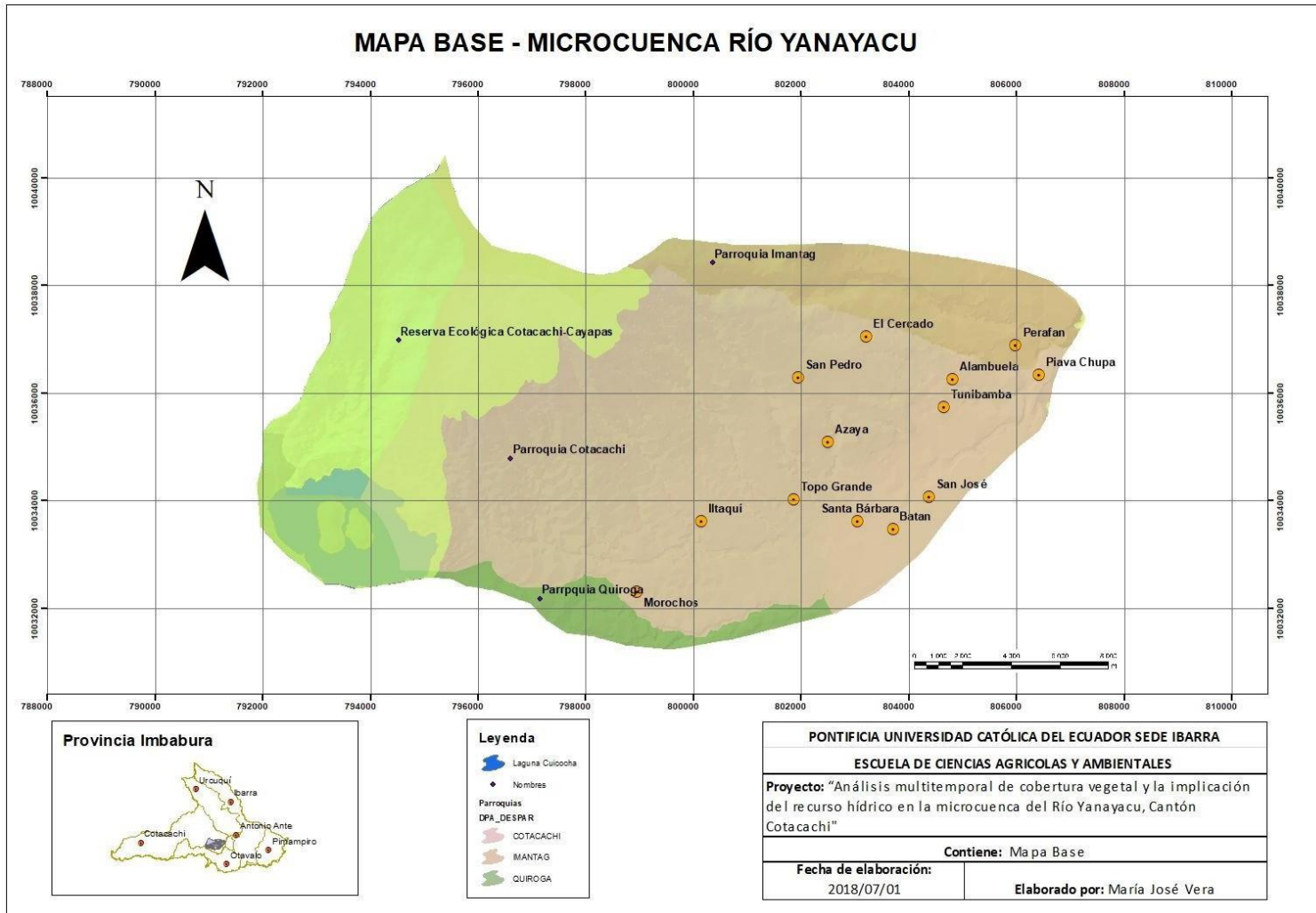


Figura 1. Cartografía base de la Microcuenca Río Yanayacu. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

5.1 Materiales y equipos de campo

- Material para talleres de socialización
- Cámara fotográfica
- Infocus
- Cartas topográficas analógicas de Ibarra, San Pablo de Lago, Otavalo e Imantag a escala 1: 50.000
- Navegador GPS Garmin 76 CSx
- Programa informático ArcGis 10.5.1

5.2 Materiales y equipos de oficina

- Cartas topográficas digitales Ibarra, San Pablo de Lago, Otavalo e Imantag a escala 1:50.000
- Imágenes satelitales: LANDSAT multiespectral con resolución espacial de 30m del año 1991, 2008 y 2015.
- Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas
- Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GADM Santa Ana de Cotacachi.
- Computadora portátil
- Programa informático ArcGis 10.5.1, ERDAS, HEC-HMS 4.0

5.3 Metodología

5.3.1 Diagnóstico, evaluación y validación de información.

Para Andrade, (2016), menciona que para realizar un diagnóstico, evaluación y validación de información, es necesario tener en cuenta esta metodología, donde se realiza un estudio previos de los documentos analógicos o digitales, el cual nos permite tener un conocimiento más amplio y puntual sobre la zona de estudio que se está investigando; también esta metodología implica un conocimiento de las característica que permite agilizar los procesos de edición, estructuración y los enlaces de los datos topológicos, los mismo que permiten formar cada una de las coberturas que se generan en el proceso de desarrollo de la cartografía temática.

5.3.2 Metodología Cartográfica

Para realizar la cartografía temática de la zona de estudio se basó en la metodología que aplica el SNI, en la base de datos enlaza con el GeoPortal de IGM, donde se obtiene directamente las cartas topográficas digitalizadas de Ibarra, San Pablo de Lago, Otavalo e Imantag a la escala 1:50.000, debido a que están se encuentran en la zona de estudio; se aplica esta metodología debido a que este es el único organismo nacional que genera oficialmente este tipo de documentos. Para desarrollar la cartografía temática se comienza con la construcción del mapa base que es el inicio de los demás análisis espaciales que contempla el estudio. (SNI, Archivos de Información Geográfica - Información IGM Base, 2013).

La cartografía elaborada cuenta con las siguientes especificaciones técnicas, a una escala de: 1:50.000; Coordenadas: Coordenadas planas (Este y Norte – metros); Proyección cartográfica: UTM; Zona cartográfica: Zona 17 Sur; Datum: WGS 1984.

5.3.2.1 Elaboración de Cartografía Temática

La preparación de la cartografía se realiza con la elaboración de los mapas temáticos para esto, se necesita las cartas topografías del IGM, las imágenes satelitales y base de datos que utiliza el SNI, la metodología que se aplica es la misma que el SNI, aplica al desarrollar con el IGM la base de datos, debido a que la información que se pone a disposición, ha sido producida en base a la generación de cartas topográficas con una escala de 1:50.000, siguiendo normas y estándares internacionales (ISO y OGC), las mismas que garantizan la interoperabilidad de los datos geográficos, permitiendo su utilización, en SIG, es por eso que se maneja el software ArcGis 10.5.1. (IGM, 2013).

Los mapas a desarrollar son:

- Mapa de Base
- Mapa de Hidrológico
- Mapa de Taxonomía del Suelo
- Mapa de Textura del Suelo
- Mapa de Pendientes
- Mapa de Isotermas

- Mapa de Isoyetas
- Mapa de Ecosistemas
- Mapa de Cobertura vegetal año 1991
- Mapa de Cobertura vegetal año 2008
- Mapa de Cobertura vegetal año 2015

- **Mapa Base**

Una vez realizado el diagnóstico y validación de información como fase previa, se procedió a la elaboración del mapa base, en el que representa toda la información topográfica, planimétrica y altimétrica que caracteriza el área de estudio. Esta actividad está constituida por 2 procesos específicos: la edición cartográfica propiamente dicha y la estandarización y sistematización de la misma.

Este mapa consta de: límite cantonal, límite parroquial, red vial, red hidrográfica, poblados, curvas de nivel, SNAP (Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas), cuya información permite tener uniformidad en los límites del área de estudio.

- **Mapa Hidrológico**

Para demarcar una cuenca hidrográfica, se necesita delimitar por las líneas de las cumbres, las mismas que son unidades de división funcional, que significan acceder a una verdadera integración social y territorial por medio del agua. Para esta elaboración del mapa hidrológico se necesita la obtención de las cartas topográficas digitalizadas por el IGM, las mismas que están publicadas en el GeoPortal, la escala a utilizar es de 1:50.000. (IGM, 2013).

- **Mapa de Taxonomía y Textura del Suelo**

Para la elaboración del mapa de Taxonomía del suelo se basó en la metodología de la clasificación del Soil Taxonomy de los EEUU, la misma que se basó en presentar un modelo de relaciones genéticas entre los suelos y se estructura bajo un esquema jerárquico de seis categorías o niveles progresivos clasificando el área en los diferentes Órdenes, Sub órdenes y Grandes grupos; para esto se necesita la base de datos del SNI, a escala 1:50.000. Posterior

a este mapa se obtiene el mapa de textura del suelo, mismo que se aplica la base de datos por el SNI, a la misma escala. (SNI, s.f)

- **Mapa de Pendientes**

La elaboración del mapa de pendientes, se necesitan las cartas topográficas digitalizadas a una escala de 1:50.000 obtenidas del GeoPortal del IGM, para esto se necesitan las de Ibarra, Otavalo, Imantag y San Pablo del Lago; posterior a esto se generó un MDE, a través de las curvas de nivel, siendo el MDE un archivo raster, se realizó un slope que de igual forma es un archivo raster al que se reclasificó mediante intervalos en porcentaje como se muestra en la tabla 2, por último se convirtió el archivo raster en un archivo shapefile para interpretar como un mapa de pendientes con 6 tipos de categorías. (SNI, s.f).

Tabla 2.

Morfología del mapa de pendientes

Porcentaje	Tipo de Pendiente	Ambiente	Proceso Erosivo
0 - 5 %	Plana	Morfoestructural	Grietas– Retracción por disecación.
5 - 12 %	Levemente Inclinada	Morfoestructural	Grietas– Retracción por disecación.
12 - 25 %	Fuertemente Inclinada	Morfoestructural	Reptación, Erosión, Deslizamientos, Disecación.
25 - 50 %	Montañosa	Morfoestructural	Erosión- Surcos, Grietas Retracción por disecación.
50 - 70 %	Muy Montañosa	Morfoestructural	Erosión – Surcos, Grietas Retracción por disecación.
> 70 %	Escarpada	Morfoestructural	Grietas– Retracción por disecación.

Nota: Datos Obtenidos del Manual de Diagnóstico Físico Conservacionista en Cuencas Hidrográficas.
Fuente: CIDIAT, (1984)

- **Mapa de Isotermas e Isoyetas**

Para la elaboración de los mapas, se utilizó las dos variables que son precipitación y temperatura, para la caracterización de la precipitación, se utilizaron datos digitales obtenidos del INAMHI, en su historial desde el año 1991 hasta el 2015 que son los últimos datos que registra esta Institución en donde se consideró la existencia de 5 estaciones, como son Otavalo, Atuntaqui, Cotacachi Hda. Estercita, Hda. La María Anexas (Leticia), Gualsaqui para la precipitación y para la variable de temperatura se consideró las estaciones Otavalo, Inguincho, Cahuasqui que se encuentran fuera del área de estudio. (INAMHI, 2015).

- **Mapa de Ecosistemas**

El mapa de ecosistema se basó en la metodología aplicada por el MAE, donde representa la caracterización, localización y distribución de los ecosistemas del Ecuador, a una escala de 1:100.000, esta metodología se basó en modelamientos biofísicos, interpretación de imágenes satelitales, de los años 2010 y 2012 y con su respectiva validación en campo, esta metodología nos permite hacer un análisis para facilitar la gestión adecuada de un buen uso y manejo de los recursos naturales. (MAE, 2012).

5.3.3. Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal de los años 1991, 2008 y 2015, utilizando imágenes satelitales con resolución espacial de 30m.

Para realizar la cartografía temática para el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de los años establecidos, se aplicó la metodología por Chuvieco, (2002) correspondiente a un análisis multitemporal de manera supervisada y no supervisada, se comienza con la adquisición de las imágenes satelitales Landsat, las mismas que tienen diferentes bandas espectrales, lo que permite realizar diferentes tipos de combinaciones, lo que nos facilita de mejor manera la visualización para los diferentes tipos de vegetación y otros parámetros que son la composición del suelo, humedad relativa, estado de la cobertura vegetal, entre otros. Se utilizó la combinación de bandas 5.4.2 para las imágenes Landsat para una clasificación visual. Esta combinación de bandas nos permitió identificar la vegetación antrópica en colores rojos y discriminar zonas con suelo desnudo y áreas de expansión urbana, además es posible identificar formaciones de bosques y su estado de intervención.

La representación para la clasificación de la elaboración de los mapas de cobertura vegetal se basó en su fisonomía, es decir su estructura. Por tal motivo se dividió la cobertura vegetal natural en: bosque, vegetación arbustiva- herbácea; en cuanto a las unidades correspondientes a ocupación del suelo se clasificaron en tierras agropecuarias, otras tierras y cuerpo de agua.

Es importante tener en cuenta al momento de realizar un estudio de análisis multitemporal, los años que se van a llevar a cabo, debido que se necesita mínimo 3 años de diferencia para que el estudio sea válido y así observar los cambios que se suscitan ya sea de manera positiva o negativa. Para determinar la pérdida de cobertura vegetal y la influencia en la producción de agua, es indispensable indicar o tener en cuenta que la cobertura vegetal no es constante en el tiempo, depende de la época en la que se realice el estudio, es decir ya sea en época seca o época lluviosa, la fase del ciclo productivo que se encuentra, la presencia de fenómenos climáticos, y la más importante el grado de intervención del hombre a la fecha del estudio.

Conociendo esto, se determinó que los años que se van a estudiar o analizar son 1991, 2008 y 2015, el año 1991 es un año donde se puede visualizar que no existe en gran cantidad la intervención antrópica, también por la claridad de la imagen satelital; posterior a esto se analizaron más imágenes provenientes del GeoPortal del IGM y del USGS Earth Explorer, donde se descargó imágenes de años 2000, 2004, 2006, que se encuentra de la zona de estudio en estos portales, pero las imágenes no fueron nítidas en su totalidad, lo que varía los resultados, para verificación se llevó a cabo la cartografía de uso y cobertura del suelo de esos años, y se observó que no existe una variación significativa de la cobertura vegetal a pesar de que varía en el tiempo; después de este análisis de las imágenes se descargó la del año 2008, se pudo observar después de elaborar la cartografía de uso y cobertura del suelo que existe algo interesante que aumenta la cobertura vegetal con referencia a la del año 1991, es por esto que se optó esta fecha para la investigación, ya para finalizar y que sea un análisis multitemporal se procedió a escoger el año 2015, debido a que este año es el último que se encuentran registrado de manera oficial los datos del INAMHI, de las variables precipitación y temperatura que se necesita para verificar la implicación de la cobertura vegetal con el recurso hídrico.

Una vez establecidos los años que se van analizar, se establece la definición de las categorías para estos años, se formaron mediante la metodología propuesta por el MAE, donde representa la cobertura y uso de la tierra del Ecuador, para esto se basó en el nivel I, pero dentro de nuestra zona de estudio solo existen 5 clases de las 6 que están propuestas o definidas por el IPCC, que se nombra anteriormente como son: bosque, vegetación arbustiva-herbácea, tierras agropecuarias, otras tierras y cuerpo de agua. (MAE, 2016), como se puede observar la Tabla 3.

Tabla 3.

Categorías de cobertura vegetal de los periodos 1991-2008 y-2015

Categoría	Símbolo	Descripción
Bosque	Bn	Ecosistema arbóreo regenerado por sucesión natural.
Vegetación arbustiva – herbácea	Va-h	Predomina la vegetación tipo matorral arbustivo, que se clasifica como pradera o matorral de montaña.
Tierras agropecuarias (Mosaico agropecuario)	Cc	Son tierras dedicadas a la explotación de cultivos agrícolas de mayor a un año que los pobladores de las comunidades aledañas.
Cuerpo de agua	Wn	Es la hidrografía del área, entre los más relevantes está la laguna de Cuicocha.
Otras tierras (Suelo sin cobertura vegetal, nieve)	On,E	Es un fenómeno intensificado por la acción del hombre, sobre todo por la deforestación

Nota: Datos recuperados del Sistema Nacional de Información, SNI, (2013)

5.3.3.1 Verificación de campo

Es indispensable la verificación de campo después de realizar los mapas de la cobertura y uso del suelo de los años establecidos para este estudio, ya que puede existir fallas de identificación e interpretación que se encuentran en la cartografía digital, debido a las firmas espectrales que se reflejan en la cobertura vegetal, para evitar esto se establece puntos al azar en campo, para comprobar la información resultante.

5.3.3.2 Reconocimiento de firmas espectrales

La primera fase que se desarrolla en la de preparación y familiarización con las tonalidades y texturas presentes en las imágenes satelitales, para esto se procede agruparla con la simbología que esta propuesta y así poder identificar los niveles de cobertura vegetal de los años establecidos. Para mejorar la imagen satelital previo al reconocimiento de las firmas espectrales que general la clasificación supervisada, se utiliza el software ERDAS 2014 con la utilización de las herramientas Radiometric Haze Reduction y Radiometric Noise Reduction. (Carmelo, Moreno, & Rodríguez, 2010).

5.3.4 Modelamiento Hidrológico de la cuenca en base a datos de curva número de los años 1991, 2008 y 2015 mediante la metodología del Soil Conservation Service (SCS)

Según Lagrost, (2010) comenta que los modelamientos hidrológicos son complejos que implican variaciones temporales o espaciales de precipitación, abstracciones hidrológicas y escurrimiento, estos son utilizados para pequeñas cuencas urbanas o en grandes cuencas que no han sufrido intervención antrópica, lo interesante de utilizar estos modelamientos es que los resultados se aplican para estudios donde se analiza la disponibilidad de agua, drenaje urbano, monitoreo y observación de flujos, daños producidos por inundaciones, entre otros.

5.3.4.1 Interpolación de datos

- **Interpolación de datos para precipitación**

Para la realización del modelo hidrológico de la cuenca alta del río Yanayacu, se utilizaron datos meteorológicos del INAMHI, datos correspondientes a máximas precipitaciones (época lluviosa) y mínimas precipitaciones (época seca) de las estaciones como son Otavalo, Atuntaqui, Cotacachi Hda. Estercita, Hda. La María Anexas (Leticia), Gualsaqui de los siguientes 1991, 2008 y 2015 (Anexo 1).

- **Interpolación de datos para temperatura**

Para la realización del modelo hidrológico de la cuenca alta del río Yanayacu, se utilizaron datos meteorológicos del INAMHI, datos correspondientes de las estaciones como son Otavalo, Inguincho, Cahuasqui para los años 1991 (Anexo 2), para el año 2008 las estaciones que se tomaron en cuenta son Otavalo, Inguincho, Ibarra, Lita y Cahuasqui (Anexo 3), para el año 2015 las estaciones son Otavalo, Inguincho, Ibarra (Anexo 4).

Para determinar la interpolación con la variable temperatura se utilizó el programa ArcMap 10.4, con herramientas del mismo, para considerar las medias anuales de temperatura de los periodos establecidos, para esto se aplica la siguiente formula:

$$T_{Det} = T_{mensual} + (b(Z_{ref} - Z_{estación}))$$

T_{Det} : temperatura determinada

$T_{mensual}$: temperatura mensual b: variable

Z_{ref} : zona de referencia

$Z_{estación}$: zona de la estación

5.3.4.2 Curva Número (CN)

El número de curva se determinó utilizando la metodología establecida por la SCS y NRCS, además que depende de ciertas propiedades productoras de escorrentía tales como: utilización y tratamiento del suelo, tipo de suelo hidrológico, condiciones de la superficie del terreno y condición de humedad antecedente del suelo. El número de la curva toma un valor de 0 a 100 según sea su capacidad de generar escorrentía superficial, valores cercanos a 0 representan condiciones de permeabilidad muy alta, mientras que valores cercanos a 100 presentan condiciones de impermeabilidad. (McPhee, 2008).

Para determinar esta curva se utilizó el programa ArcMap 10.4, con herramientas del mismo, para considerar las pérdidas netas menos la evaporación real, para esto se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{(P - 0,2s)^2}{P + 0,8s}$$

P: corresponde a la precipitación anual

S: corresponde a los valores de S, calculados con anterioridad

Para obtener S de igual manera se aplica, el programa ArcMap 10.4, con herramientas del mismo, para aplicar la siguiente fórmula:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

- Valores de la curva número

La Curva Número (CN) se define con los datos de infiltración o los datos del Suelo es decir conociendo el Grupo Hidrológico del Suelo, como se puede observar en la Tabla 4 y 5

Tabla 4

Grupo Hidrológico de los Suelos

Uso de la Tierra		Grupo Hidrológico			
		A	B	C	D
Tierra Cultivada	Sin tratamiento de Conservación	72	81	88	91
	Con tratamiento de Conservación	62	71	78	81
Pradera o Pastizales	Condición Mala	68	79	86	89
	Condición Buena	39	61	74	80
Sábanas (Vegas de Ríos)	Condición Buena	30	58	71	78
Bosques	Ralo, cobertura pobre	45	66	77	83
	Cobertura Buena	25	55	70	77
Espacios abiertos, jardines, parques, campos de golf, cementerios, etc.	Condición Buena: Cubierta Pasto en el 75 % o más	39	61	74	80
	Condición Regular: Cubierta de Pastos en el 50 al 75 %	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)		89	92	94	95
Áreas industriales (72 % impermeables)		81	88	91	93
Residencial					
Parcela promedio	% Impermeabilidad				
500 m ² o más	65	77	85	90	92
1000 m ²	38	61	75	83	87
1500 m ²	30	57	72	81	86
Calles y Caminos	Pavimentos con cunetas y Alcantarillados	98	98	98	98
	Grava	76	85	89	91

Nota: Datos recuperado de Grupo Hidrológico de los suelos. Fuente: (Guevara,1991)

Tabla 5.

Número de la Curva para pastizales y arboledas

Descripción del uso		Grupo Hidrológico del Suelo			
		Condición Hidrológica A	B	C	D
Pastos o pastizales	Pobre	68	79	89	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Praderas	-	30	58	71	78
Matorral con vegetación herbácea	Pobre	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30	48	65	73
Matorral con vegetación herbácea	Pobre	57	73	82	86
	Regular	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79
Matorral con vegetación herbácea	Pobre	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77
Granjas, edificaciones y caminos	-	59	74	82	86

Nota: Datos recuperados de United States Department of Agriculture USDA, (1986)

5.3.4.2 Software HEC - HMS

Los modelos fueron elaborados utilizando la versión 4.0 del sistema de modelamiento hidrológico desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica de los Estados Unidos (HEC-HMS).

Para la realización del modelo hidrológico de la cuenca alta del río Yanayacu, se utilizaron datos meteorológicos del INAMHI, que ya están interpolados con la ayuda del programa ArcMap 10.4, datos correspondientes a máximas precipitaciones (época lluviosa) y mínimas precipitaciones (época seca) de los periodos establecidos.

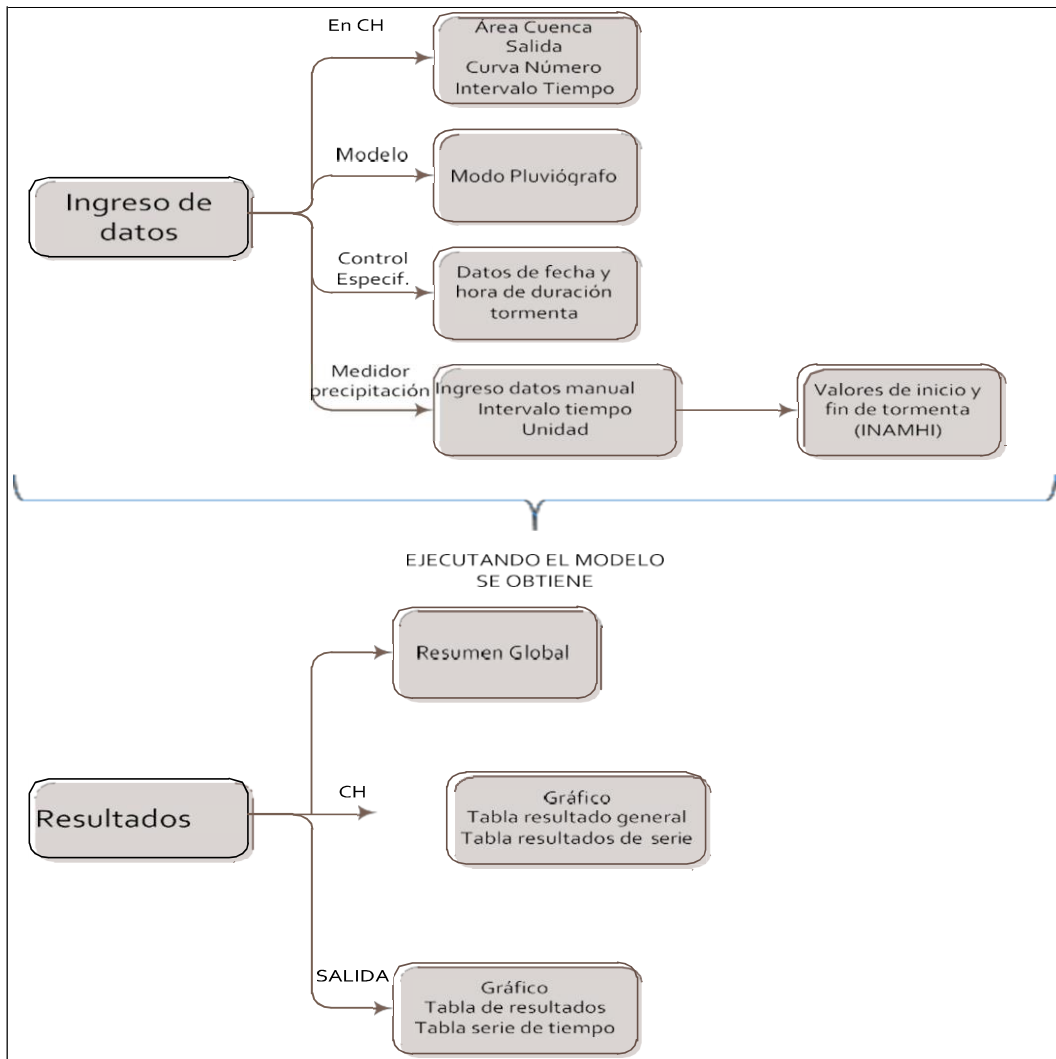


Figura 2. Proceso para el modelamiento hidrológico mediante el uso del sistema HEC-HMS. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

5.3.5 Componente Socioeconómico

La fase de acercamiento y participación comunitaria se realizó mediante entrevistas, reuniones directas con los pobladores de las comunidades que se encuentran en la zona de estudio y con la utilización de herramientas metodológicas que permitieron identificar la organización socio – económica de las comunidades, determinar la calidad de vida y el manejo de sus recursos naturales.

Se realizó encuestas principalmente a dirigentes que se encuentran influenciados por la cuenca y al tamaño de la muestra generada a partir de la siguiente formula (Suarez, 2011).

$$n = \frac{N * Z^2 p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

N = total de la población

Z = 1,96 (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0,05)

q = 1 – p (en este caso 1 – 0,05 = 0,95)

d = precisión (usado el 5% = 0,05)

A partir de la encuesta se podrá analizar información de empleo, demografía, infraestructura y servicios básicos, educación, salud, distribución y tenencia de la tierra, problemas ambientales y culturales os cuales influyen directamente en la perdida de cobertura vegetal y a su vez en la producción de agua

5.3.6 Estrategias de Conservación para la Microcuenca Yanayacu

La metodología que se aplica para la elaboración de los programas que se llegaran a establecer, sigue un diseño de fases; se elaboró de tal manera que tenga como objetivo un desarrollo coordinado con los actores involucrados en la zona de estudio.

Para aplicar las estrategias de manera participativa es necesario acordar con las comunidades que se encuentran dentro de la zona de estudio, conjuntamente con los actores para llevar acabo el desarrollo o elaboración de herramientas de planificación que permita trazar respuestas a la problemática y necesidades de las comunidades, para esto se inicia con un diagnóstico de cada comunidad a través de mapeo, análisis de información censal, recorridos y entrevistas con los actores claves, posterior se articula las particularidades de cada comunidad con la problemática de la microcuenca, identificando los problemas centrales o los de mayor prioridad, para establecer ejes estratégicos de intervención, para encontrar soluciones a los problemas que se establecieron.

Las Fases para la Elaboración de los Programas Estratégico de Conservación son:

- **Diagnóstico - Análisis F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)**

Antes de tomar cualquier decisión estratégica, es imprescindible realizar un diagnóstico de la zona de estudio. Un análisis F.O.D.A es una técnica que permite desarrollar un cuadro de la situación actual de la comunidad que está en la zona de estudio o en la investigación permitiendo de esta manera tener un diagnóstico preciso para encontrar factores estratégicos, una vez identificados, se permite tomar decisiones acordes a los objetivos que se plantea la comunidad, consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades y eliminando o reduciendo las amenazas (Gómez, 2004).

- **Direccionamiento Estratégico**

Para el direccionamiento estratégico el MAE, (2014), plantea establecer las siguientes etapas:

Ámbito Político Legal. - el motivo que se toma en cuenta el marco legal como direccionamiento estratégico es porque tiene valor la normativa y se debe cumplir con las mismas, es decir, lograr que los programas se basen en este y así tendrá validación las estrategias.

Misión. -La razón de establecer la misión, es que sirva como punto de referencia para permitir que todos los miembros de la comunidad actúen en función de ésta, es decir, lograr que se establezcan objetivos, diseñen estrategias, tomen decisiones y se ejecuten tareas, logrando así coherencia, organización, comunicación y compromiso entre miembros del sector.

Visión. -Se refiere a lo que se quiere crear, la imagen futura de la organización; su importancia representa la esencia que guía la iniciativa y de él se extraen fuerzas en los momentos difíciles y ayuda a trabajar por un motivo y en la misma dirección a todos los que se comprometen por el sector.

- **Planificación Estratégica**

Para tener un buen manejo y conservación de los recursos naturales se requiere realizar una planificación estratégica, la misma que busca establecer un orden a partir de la visión que se establece la comunidad o la organización, que tiene como fin definir objetivos, estrategias y programas con enfoque multidisciplinarios, estos establecidos para largo plazo, enmarcando las destrezas concretadas de la situación actual que está viviendo la comunidad; de igual manera una planificación estrategia es el intento organizado de los seres humanos por crear y mirar hacia el futuro y no ser o estar atrapados por los hechos del pasado. (MAE, 2014).

6. RESULTADOS

6.1 Cartografía Temática

- Recurso hídrico

El recurso hídrico en el área de estudio es moderado debido a que es un sistema hídrico que cierta parte de este se encuentra en la RECC, se aprecia la presencia de ríos principales como secundarios y quebradas, como se observa en la Tabla 6, que alimentan a la cuenca hídrica.

Tabla 6.

Red Hídrica de la cuenca del río Yanayacu

Ríos	Longitud (m)	Quebradas	Longitud (m)
Río Yanayacu	19500,3	Quebrada San Francisco	7578,9
		Quebrada Fucunayacu	989,6
		Quebrada Chupahuaycu	2200,2
		Quebrada Cualquiallahuarco	112,3
		Quebrada Porotohuaycu	2069,9
		Quebrada Azaychuaycu	3200,1
		Quebrada Guasara	2491,6
		Quebrada Toro Grande	6021,5
		Quebrada Alumbra Huayca	1973,9
		Quebrada El Arenal	2623,7
		Quebrada Arrayanes	5020,2
		Quebrada Yamafaccha	4064,2
		Quebrada Iltaquí	2567,3
		Quebrada Morochos	2485,6
		Quebrada Rumihuasi	4151,3

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

- **Taxonomía del suelo**

La taxonomía del suelo en el que se encuentra originada la cuenca hidrográfica pertenece al orden de Inceptisoles con el 75,46% y Mollisol el 24,53%, respecto al territorio en estudio, como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7.

Taxonomía del suelo

Descripción	Código	Superficie (ha)	Textura del suelo (%)
Inceptisol	D2-D3	4986,10	75,46
Mollisol	D3-Ed	1621,16	24,53

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora). Fuente: (SNI, 2013)

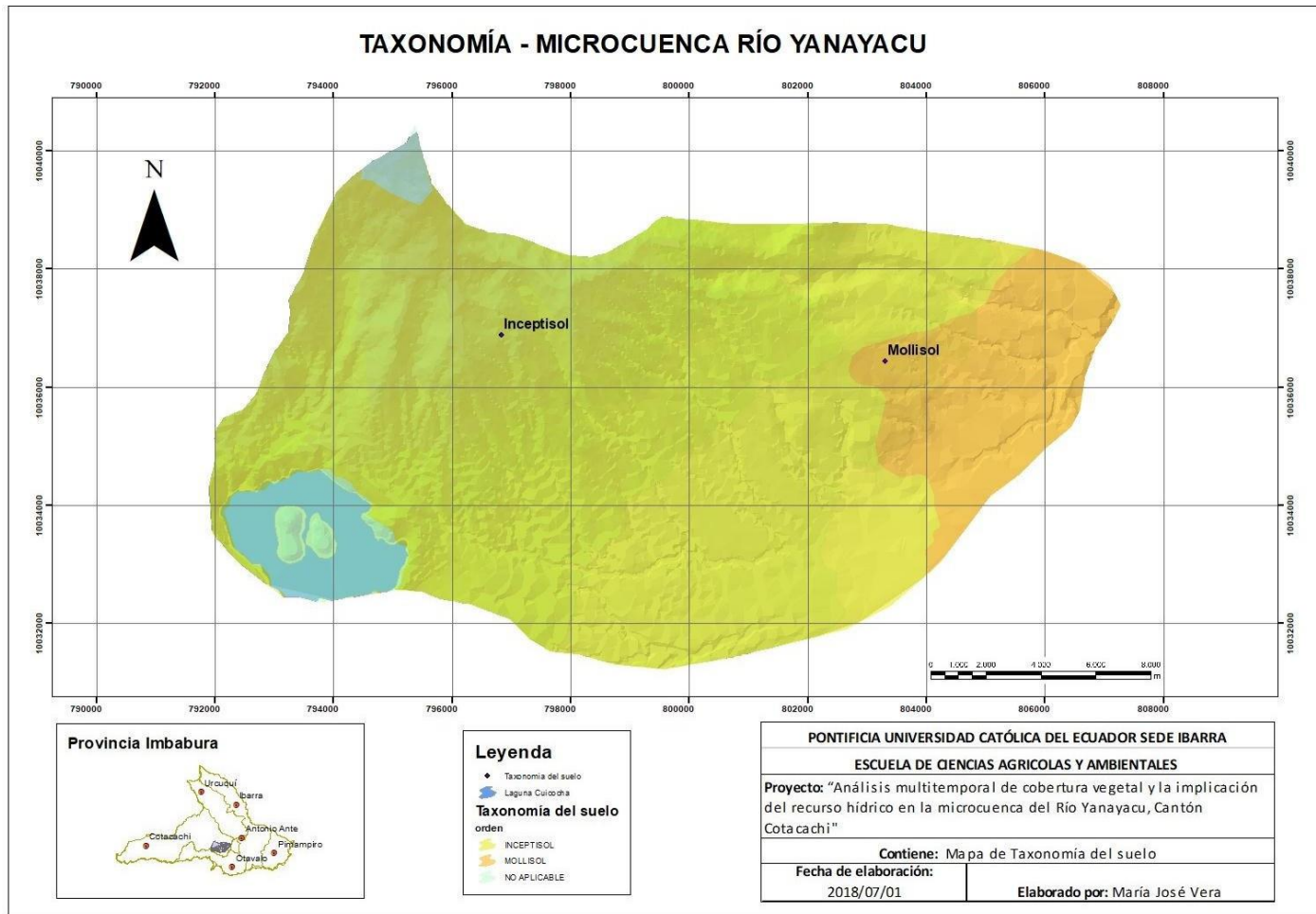


Figura 4. Cartografía de la taxonomía del suelo de la Microcuenca de Río Yanayacu. Fuente: (SNI, 2013)

La textura del suelo está denominada por una textura gruesa con el 47,07 %, Moderadamente gruesa el 33,58% y con la textura media el 19,35%, respecto al territorio en estudio, como se puede ver en la Tabla 8.

Tabla 8.

Textura del suelo

Descripción	Superficie (ha)	Textura del suelo (%)
Gruesa (2 a 0.02mm)	3110,03	47,07
Media (0.02 a 0.002mm)	2218,71	33,58
Moderadamente Gruesa (<0.002mm)	1278,35	19,35

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora). Fuente: (SNI, 2013)

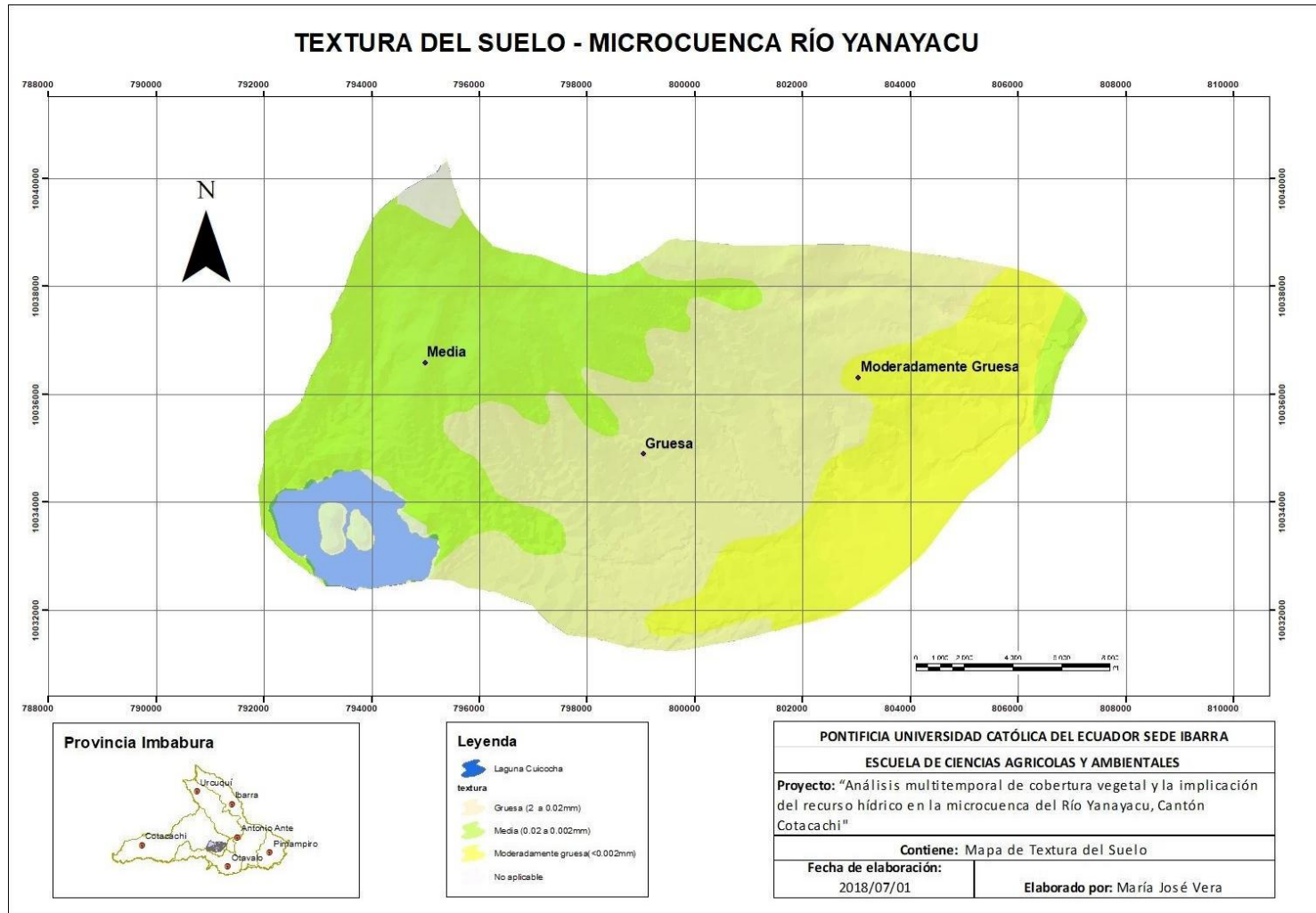


Figura 5. Cartografía de la textura del suelo de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (SNI, 2013)

- **Pendientes**

De acuerdo a los seis rangos clasificados, tenemos que la morfología del terreno es una pendiente fuertemente inclinada en un 41,30% de la superficie total; la orografía de la cuenca alta del río Yanayacu es particular de zonas que tiene una inclinación leve, fuerte, hasta pendiente muy montañosa, por lo que se tiene un 0.02% de pendiente plana; 20.26% pendientes levemente inclinadas; 41,30 % de pendientes fuertemente inclinadas; 24,08% de pendientes montañas; 14.16 % de pendientes muy montañas y el 0,18% de pendientes escarpadas como se explica en la tabla 9.

Tabla 9.

Características del terreno

Características	Superficie (ha)	Pendientes (%)	Observaciones
Pendiente Plana	0,125415	0,02%	Predomina la pendiente Fuertemente Inclinada
Pendiente Levemente Inclinada	1338,87	20,26%	
Pendiente Fuertemente Inclinada	1591,25	41,30%	
Pendiente Montañosa	2728,88	24,08%	
Pendiente muy Montañosa	936,057	14,16%	
Pendiente Escarpada	12,0801	0,18%	

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora). Fuente: (SIN, 2013)

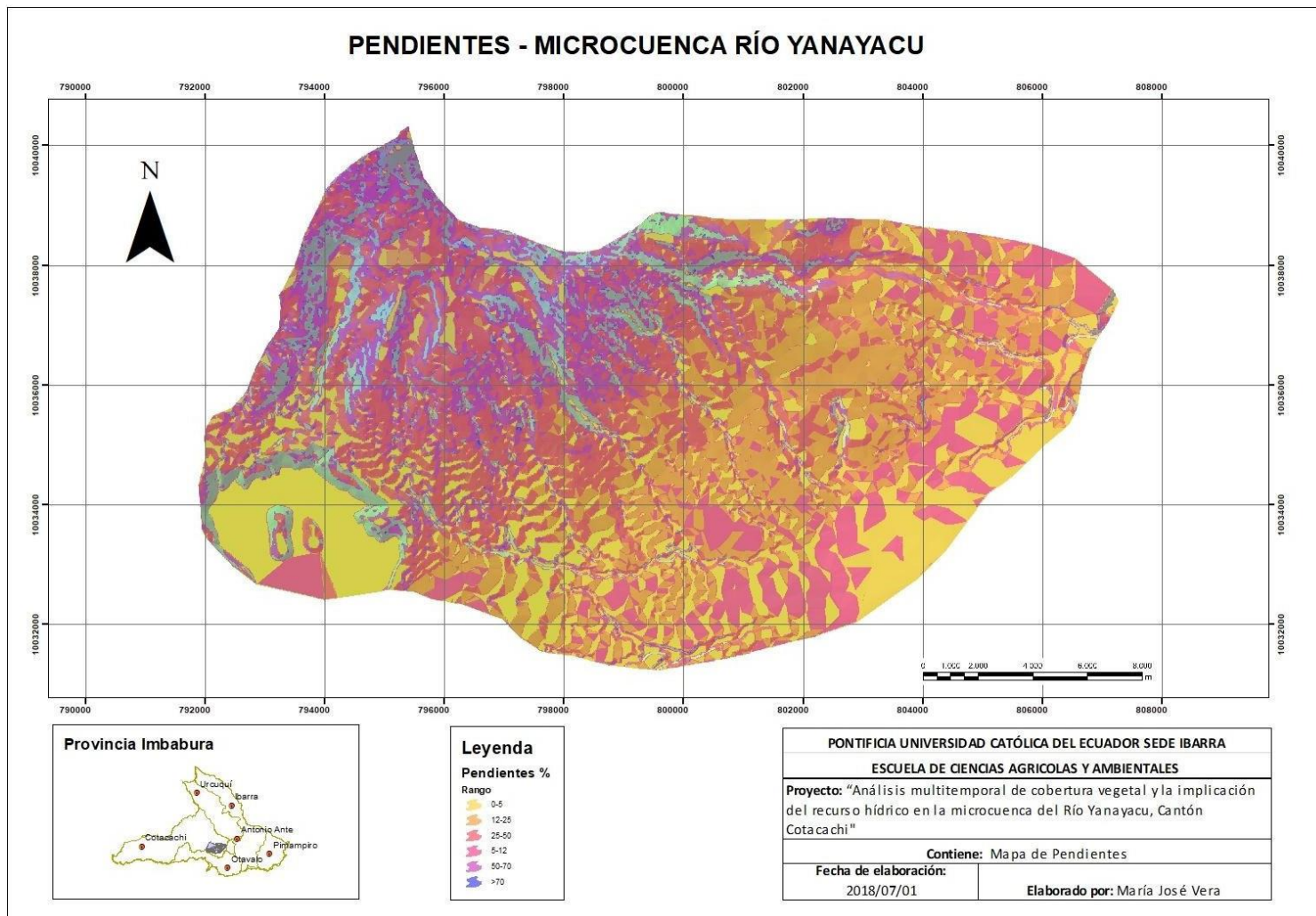


Figura 6. Cartografía de pendientes de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (SIN, 2013)

- **Isoyetas (Precipitación) – Isotermas (Temperatura)**

Los rangos de precipitación dentro de la cuenca oscilan los entre los 750 a 1500 milímetros anuales, como se explica en la Tabla 10, mientras que la temperatura generada a partir de los shapefile como muestra en la metodología oscilan los 4 a 16°C, como se visualiza en la Tabla 11.

Tabla 10.

Rangos de precipitación

Rangos de precipitación media anual
(mm)
750 – 1.000
1.000 – 1.250
1.250 – 1.500

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

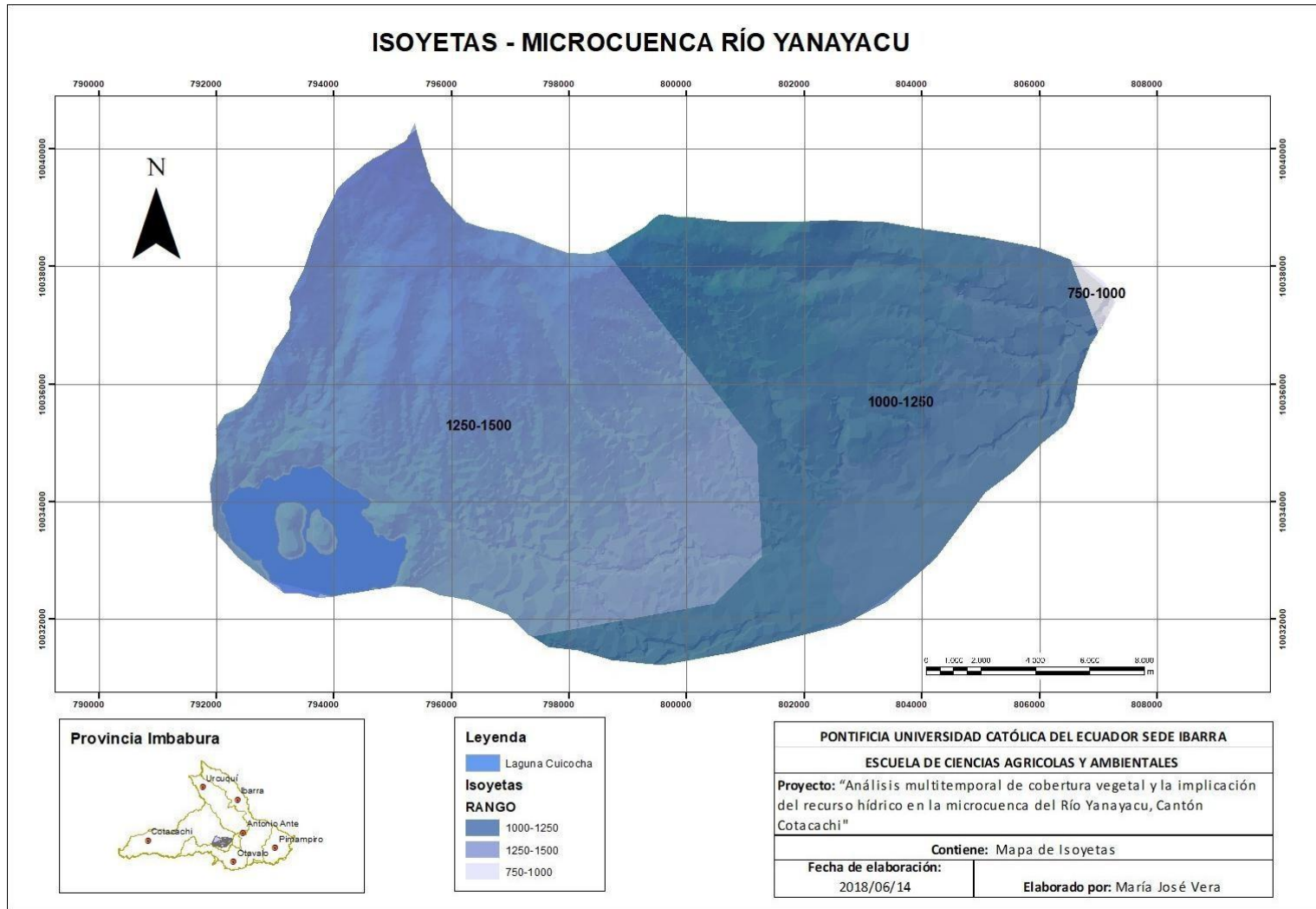


Figura 7. Cartografía de isoyetas de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (SNI, 2013)

Tabla 11.

Rangos de Temperaturas

Rangos de temperatura media anual
(°C)
4 – 6
6 – 8
8– 10
10- 12
12– 14
14-16

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

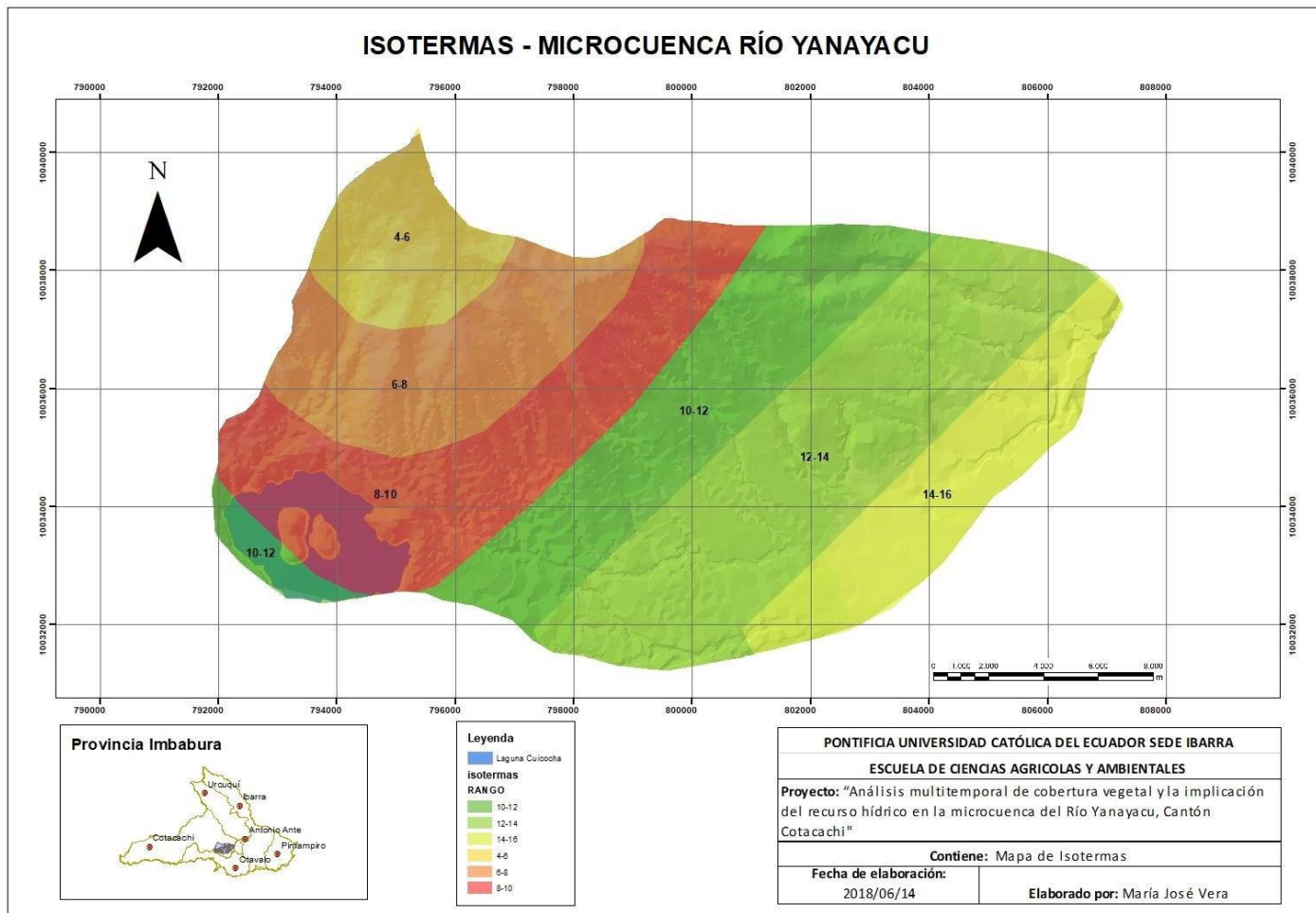


Figura 8. Cartografía de Isotermas de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (SNI, 2013)

- **Ecosistemas**

Se encuentran 5 tipos de ecosistemas, predominando Herbazal de páramo con una superficie de 1464,71 hectáreas que corresponden al 16,6%, con 868,01 hectáreas que correspondan al 9,65% de arbustal siempre verde y herbazal de páramo, bosque siempre verde montano alto de la cordillera occidental de los andes tiene una superficie de 450,33 hectáreas que corresponde al 5 %, seguido de eso con un total de 101,9 hectáreas bosque siempre verde montano de la cordillera occidental de los andes correspondiendo a un total de 1,13% y finalmente con un porcentaje 24,66 hectáreas mismo que corresponde al 0,27% de arbustal siempre verde montano del norte de los andes del total del área de estudio.

Tabla 12. *Características de Ecosistemas*

Características	Superficie (ha)	Ecosistemas (%)
Herbazal de páramo	1464,71	16,6%
Arbustal siempre verde y herbazal de páramo	868,01	9,65%
Bosque siempre verde montano alto de la cordillera occidental de los andes	450,33	5 %
Bosque siempre verde montano de la cordillera occidental de los andes	101,9	1,13%
Arbustal siempre verde montano del norte de los andes	24,66	0,27%

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora). Fuente: (MAE, 2012)

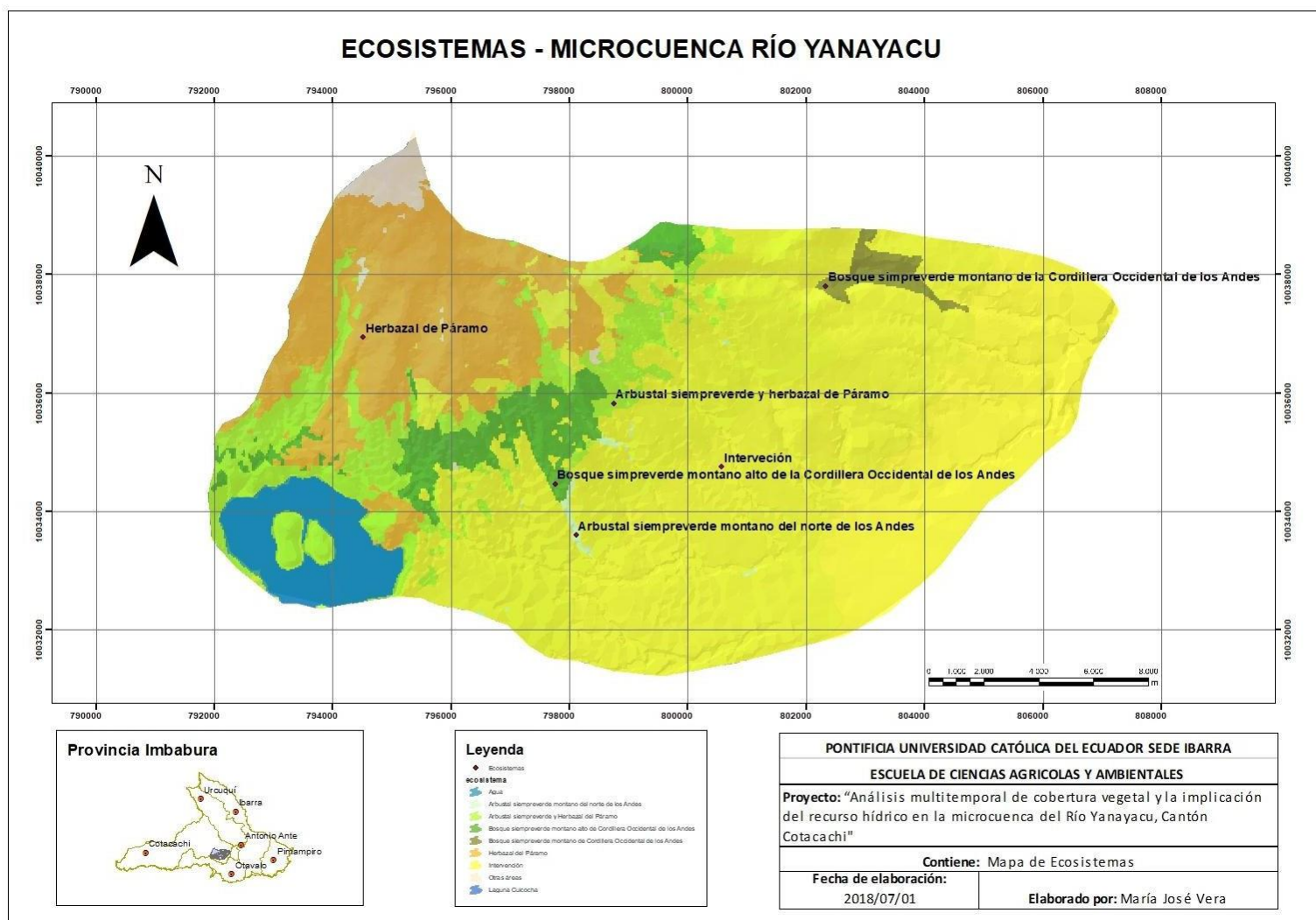


Figura 9. Cartografía de Ecosistemas de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (MAE, 2012)

6.2 Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal

6.2.1 Análisis multitemporal a través de imágenes Landsat 1991, 2008 y 2015.

Se realizó el análisis multitemporal de la vegetación para diferenciar en porcentaje y en unidades de área la disminución de la vegetación natural, el avance de la frontera agrícola y la disminución de los remanentes de bosque, que influyen directamente en la producción de agua.

El análisis se realizó utilizando una imagen satelital multiespectral LANDSAT del año 1991, 2008 y 2015, se efectuó aplicando los siguientes procesos metodológicos:

- Corrección radiométrica de imágenes

Se obtuvo las categorías de cobertura vegetal de los años 1991, 2008 y 2015; mediante el software ERDAS 2014 y con la utilización de las herramientas radiométricas Haze y Noise Reduction que son herramientas de procesamiento, las cuales mejoran la firma espectral de la imagen. Posteriormente se obtuvo la combinación de bandas 5.4.2, para reflejar el infrarrojo cercano propio de cobertura vegetal.

6.2.1.1 Análisis de Cobertura vegetal

Se inició el estudio con el año 1991, donde se observa que ya existe una intervención antrópica (figura 10) convirtiéndose en tierras agropecuarias, para el año 2008, se puede observar que hay un incremento de cobertura vegetal arbustiva- herbácea (figura 11) y para finalizar el estudio se consideró al año 2015, debido a que este año se encuentran registrados los últimos datos por el INAMHI lo cual nos ayuda a ver si existe o no una implicación con el recurso hídrico la pérdida de la cobertura vegetal, aquí en este año se observa que la cobertura vegetal arbustiva-herbácea se pierde, por factores como incendios, forestales y avance de la frontera agrícola. (figura 12).

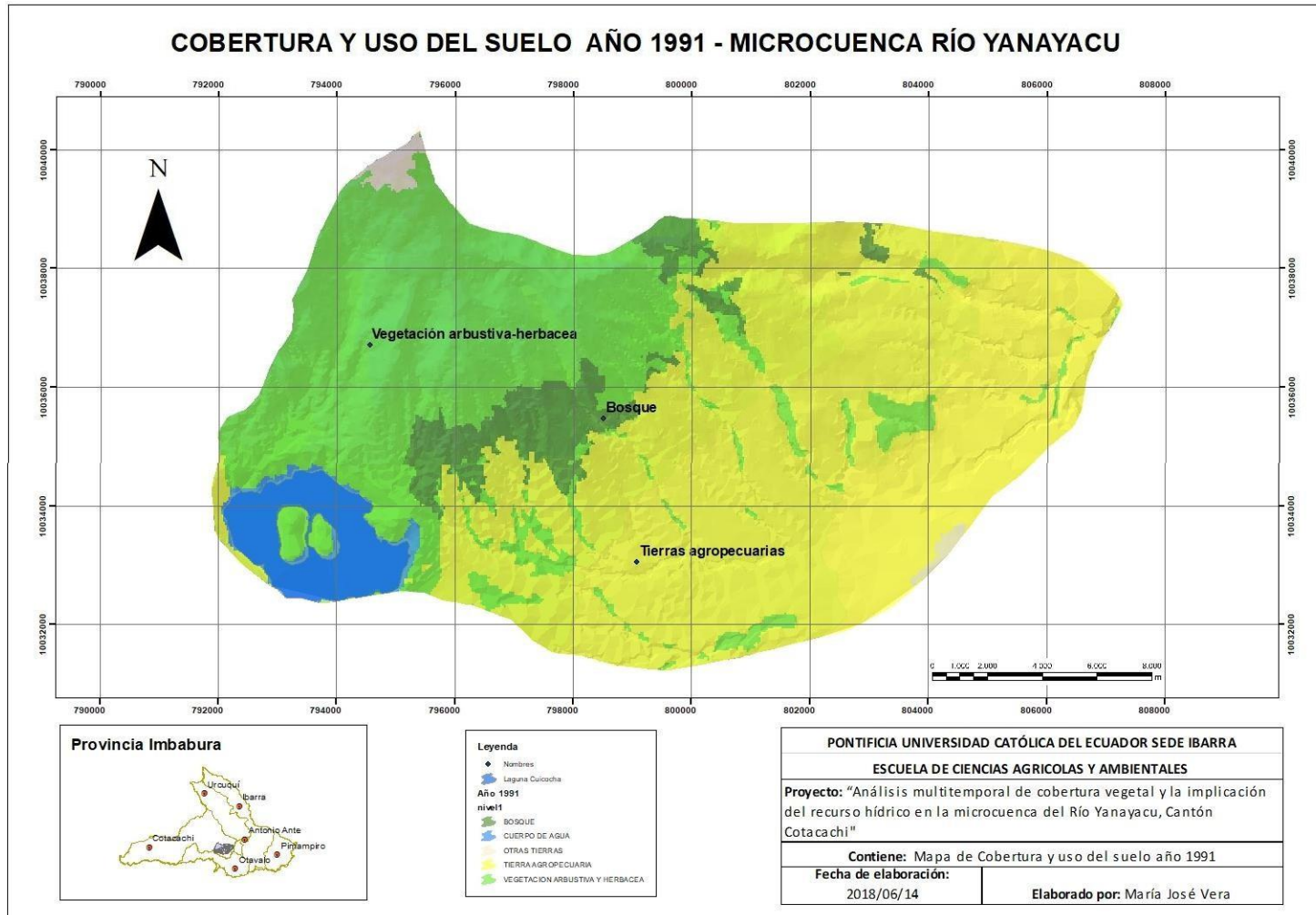


Figura 10. Cartografía de la cobertura vegetal del año 1991 de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (MAE, 2012)

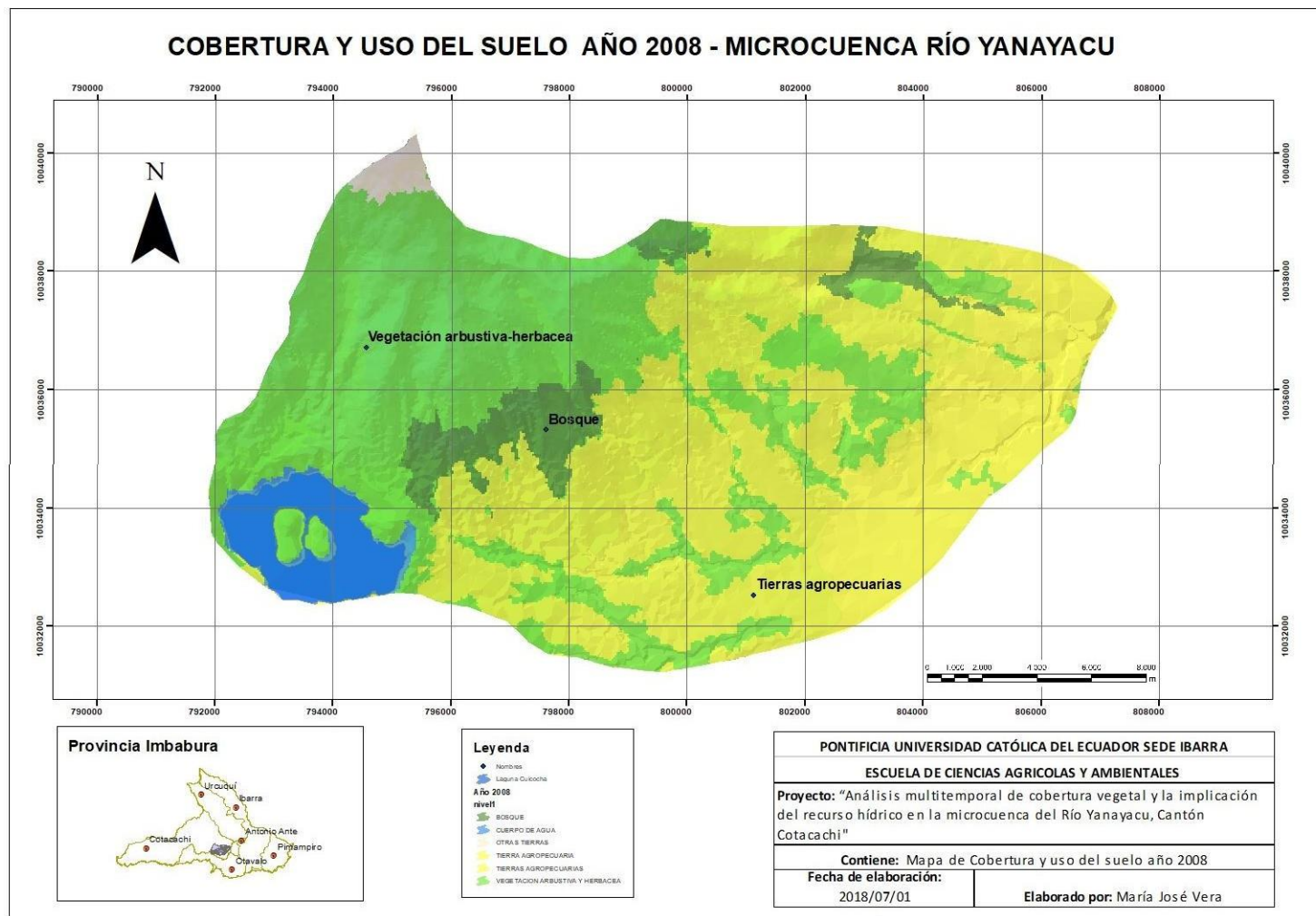


Figura 11. Cartografía de la cobertura vegetal del año 2008 de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (MAE, 2012)

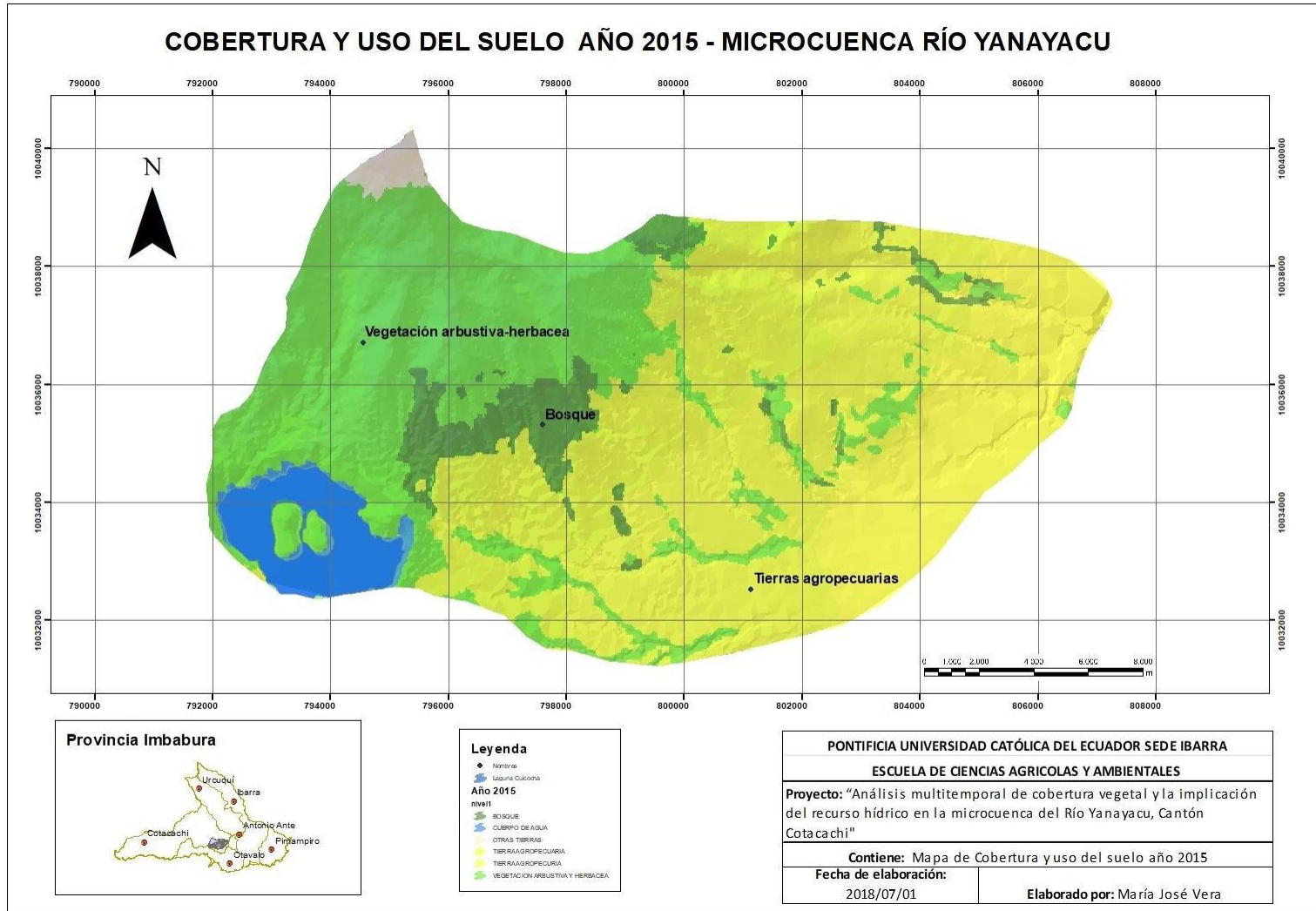


Figura 12. Cartografía de la cobertura vegetal del año 2015 de la Microcuenca del Río Yanayacu. Fuente: (MAE, 2012)

- **Análisis comparativo de cobertura vegetal de los años 1991 y 2008**

En la tabla 13, se indica que en el lapso de 17 años transcurridos (1991 – 2008), existió un alto índice de pérdida de cobertura vegetal siendo que: bosque perdió 195,62 hectáreas y tierras agropecuarias disminuyeron 1580,62 hectáreas; de la misma manera para la categoría de vegetación arbustiva-herbácea aumentaron en 1739,41 hectáreas y otras tierras incremento en 6,83 hectáreas; para cuerpo de agua dentro de este periodo se mantiene con sus 439,66 hectáreas.

Tabla 13.

Comparación de cambios de la cobertura vegetal de los años 1991 y 2018

Categorías	Año 1991 (ha)	Año 2008 (ha)	17 Años (ha)
Bosque	542,64	347,02	-195,62
V. arbustiva-herbácea	2943,43	4682,84	1739,41
Tierras agropecuarias	4983,19	3402,57	-1580,62
Cuerpo de agua	439,66	439,66	0
Otras tierras	78,32	85,15	6,83

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora). Fuente: (MAE, 2012)

- **Análisis comparativo de cobertura vegetal de los años 2008 y 2015**

Para el lapso de 7 años (2008– 2015) se tiene que: la vegetación arbustiva perdió 2080,76 hectáreas; en cambio para las categorías de bosque aumento con 87,41 hectáreas, para tierras agropecuarias incremento con 1992,98 hectáreas, cuerpo de agua incremento 1,48 hectáreas y otras tierras aumento en 3,89 hectáreas.

Tabla 14.

Comparación de cambios de cobertura vegetal en los años 2008 y 2015

Categorías	Año 2008 (ha)	Año 2015 (ha)	7 Años (ha)
Bosque	347,02	434,43	87,41
V. arbustiva-herbácea	4682,84	2602,08	-2080,76
Tierras agropecuarias	3402,57	5395,55	1992,98
Cuerpo de agua	439,66	441,14	1,48
Otras tierras	85,15	89,04	3,89

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora). Fuente: (MAE, 2012)

Resumen del análisis multitemporal de los años 1991,2008 y 2015

Para la categoría de bosque se puede visualizar que hay una pérdida de 195,62 hectáreas para el año 2008, en cambio para el año 2015 se observa un incremento del mismo en 87,41 hectáreas. Para la categoría de vegetación arbustiva- herbácea, existe un incremento 1739,41 hectáreas para el año 2008, y en este tiempo de 7 años para el 2015 existe un decremento de 2080,76 hectáreas, está perdida significativa sucede a que en los años 2012 y 2013 en las zonas aledañas a las comunidades San Pedro, San José, Topo Grande, El Cercado, Morochos y el sector de la Marquesa, existieron incendios por causa de quemas agrícolas y debido a la quema de las ramas que desprendidas de los troncos que han sido deforestados alcanzando la demás vegetación; siendo controlado por el cuerpo de bomberos de la ciudad de Cotacachi, conjuntamente con el Plan Rupay.

En la categoría de tierras agropecuarias hay una pérdida de 1580,62 hectáreas para el 2008, en cambio para el año 2015, existe un aumento 1992,82 hectáreas, mismo que es significativo, debido a que las hectáreas que fueron quemadas donde se encontraba vegetación arbustiva- herbácea, la mayoría fue ocupada para cultivos y pastizales.

Las categorías de cuerpo de agua y otras tierras no tienen mayor pérdida ni incremento que sean significativos. (Figura 13)

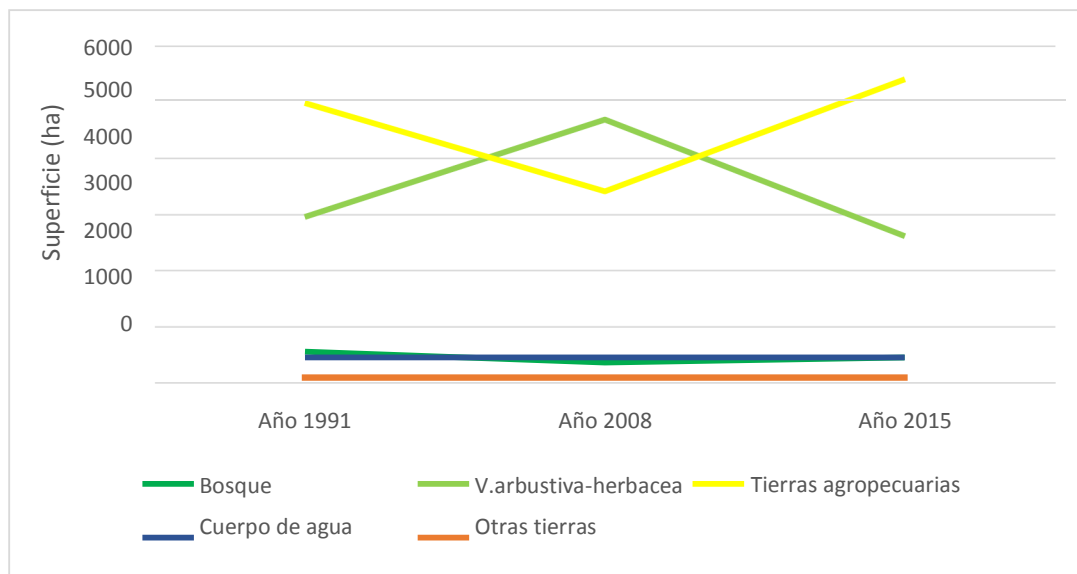


Figura 13. Interpretación gráfica de datos obtenidos en el análisis multitemporal de los años 1991,2008 y 2015. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

6.2.1.2. Modelamiento Hidrológico

- Interpolación de datos

Para la interpolación de datos se realizó un diagrama Ombrotérmico de Gausson el mismo que nos permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a la temperatura media, utilizando el software ArcMap 10.4, dando como resultado para nuestra estación los siguientes datos:

Para el año 1991 se observa que tiene una precipitación anual de 1021,63mm de precipitación y oscila una temperatura media de 14.3°C. Para el diagrama ombrotérmico (figura 14) se puede visualizar que los meses de junio hasta septiembre son considerados época seca debido a que la temperatura en estos meses aumenta por ende la variable de la precipitación es mínima y para los meses de octubre hasta mayo son considerados para época lluviosa ya que la temperatura es de media a baja y la precipitación es mayor; lo cual será utilizado más adelante para el modelamiento hidrológico aplicando el software HEC – HMS se manipulara el mes de agosto y marzo para ingresar los datos de época seca y lluviosa, debido que registran los de mayor precipitación y menor precipitación.

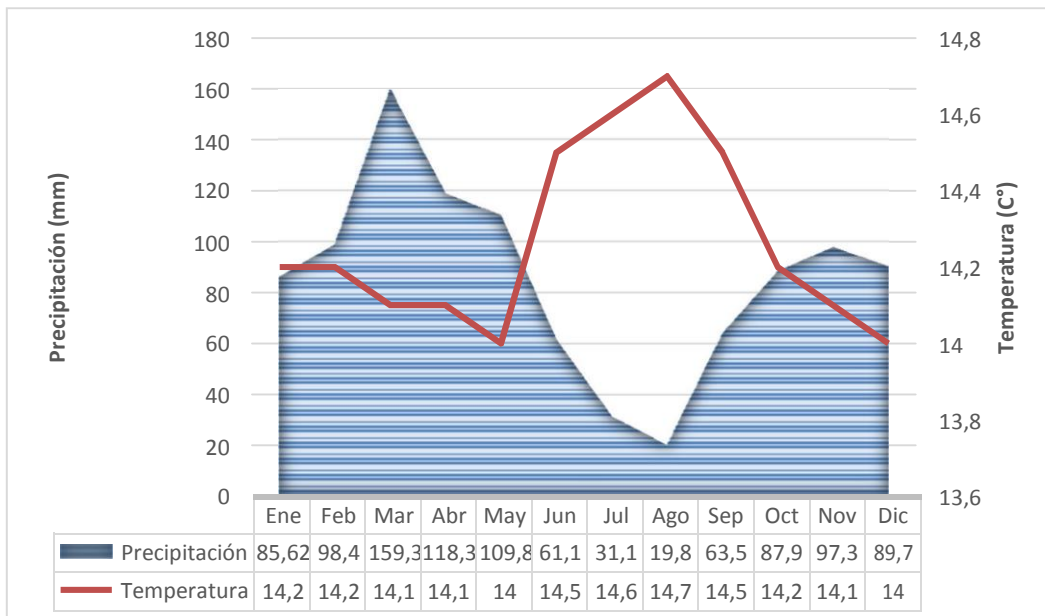


Figura 14. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica año 1991. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

En el año 2008, se observa que tiene un promedio anual de 1112,89mm de precipitación y oscila una temperatura media de 14.0° C. Para le diagrama Ombrotérmico (figura 15) se puede visualizar que los meses de junio hasta septiembre son considerados época seca, debido a que la temperatura aumenta y la precipitación disminuye y para los meses de octubre hasta mayo, son considerados para época lluviosa, ya que la precipitación es mayor y la temperatura es baja, más adelante para el modelamiento Hidrológico utilizando el software HEC – HMS se manipulará el mes de agosto y abril para ingresar los datos de época seca y lluviosa.

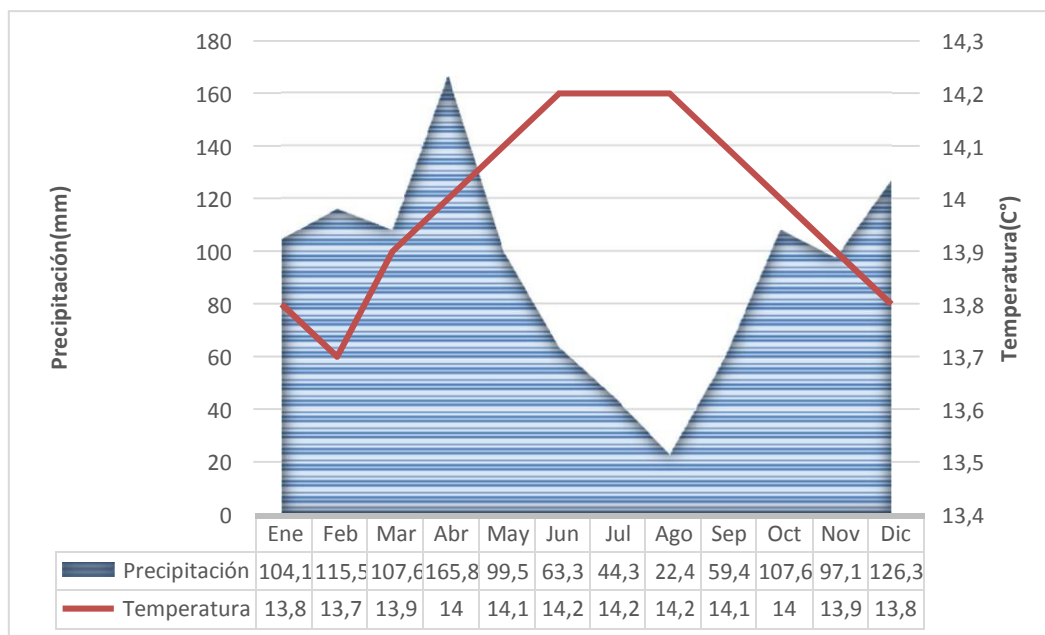


Figura 15. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica año 2008. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Para el año 2015, se observa que tiene un promedio anual de 1065,47mm de precipitación y oscila una temperatura media de 14,4° C. Para le diagrama Ombrotérmico (figura 16) se puede visualizar que los meses de junio hasta septiembre son considerados época seca ya que la variable de temperatura aumenta significativamente y la precipitación se reduce y para los meses de octubre hasta mayo son considerados para época lluviosa, esto sucede debido a que la precipitación aumenta y la temperatura disminuye, más adelante para el modelamiento Hidrológico utilizando el software HEC – HMS se manipulara el mes de agosto y abril para ingresar los datos de época seca y lluviosa.

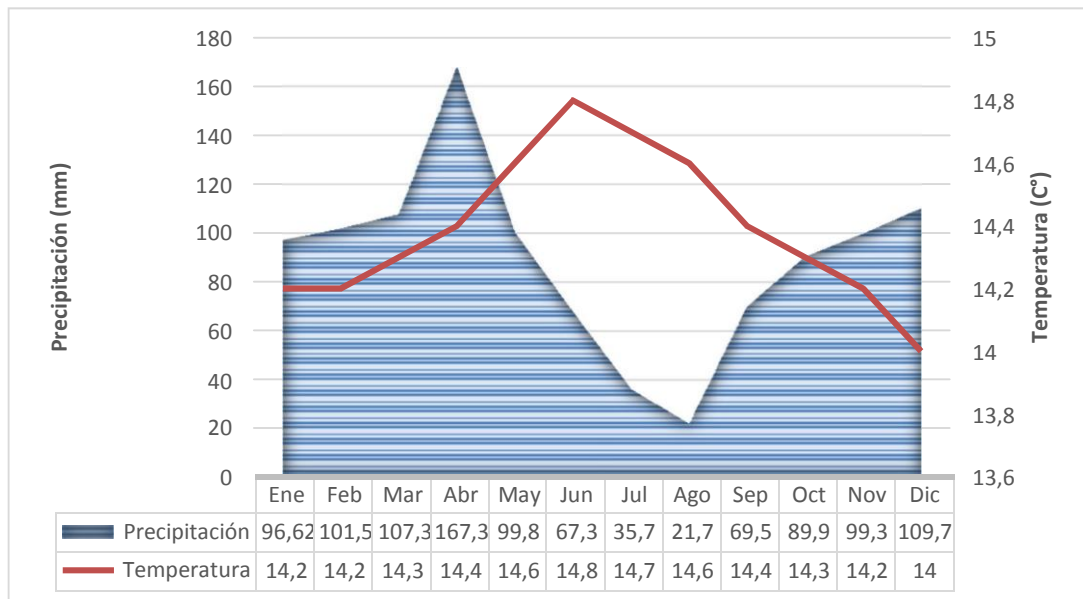


Figura 16. Diagrama Ombrotérmico de la estación meteorológica año 2015. Elaborado por: Vera, M. 2018
(La Autora)

- **Curva Número (CN)**

Para el modelamiento hidrológico se obtuvieron los siguientes resultados previos a la obtención del promedio de la curva número, de las categorías de cobertura vegetal, utilizando la tabla de la SCS (ver tabla 15) se obtuvieron los caudales de máximas y mínimas, determinando la capacidad de producción hídrica de la microcuenca del río Yanacayu, para el cual se realizó aplicando los siguientes procesos metodológicos:

Tabla 15.

Valor curva número

Categoría	Simbología	Valor Número	Curva
Bosque	On	89	
V. arbustiva-herbácea	Va	91	
Tierras agropecuarias	Pr	73	
Cuerpos de agua	Wn	-	
Otras tierras		-	
Promedio		84,3	

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora). Fuente: (MAE, 2012)

La estructuración del modelo hidrológico se basó de acuerdo con el área de la cuenca y el punto de salida de la misma, incluyendo los datos de máximas y mínimas precipitaciones para el año 1991, para el mes de marzo, el día 21 se registró la mayor precipitación con un valor de 14,4mm, considerado época lluviosa y para el mes de agosto, el día 12, se registró con menor precipitación con un valor de 3,4mm, considerado época seca. (Figura 17).

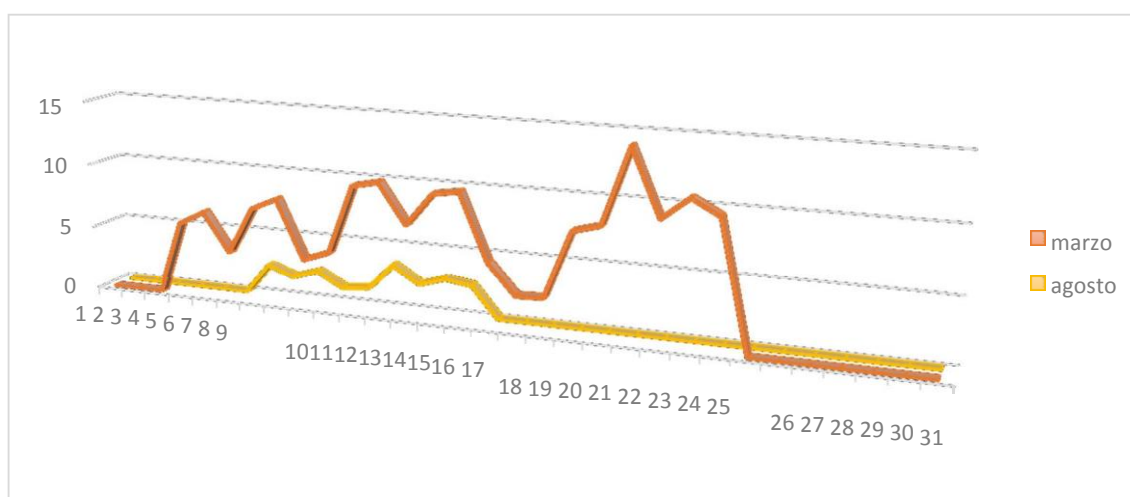


Figura 17. Datos de precipitación media de la estación meteorológica año 1991. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Para el año 2008, se incluyó los datos de máximas y mínimas precipitaciones, para el mes de abril, el día 6 se registró la mayor precipitación con un valor de 16,6mm, considerado época lluviosa y para el mes de agosto, el día 9, se registró con menor precipitación con un valor de 3,7mm, considerado época seca. (Figura 18).

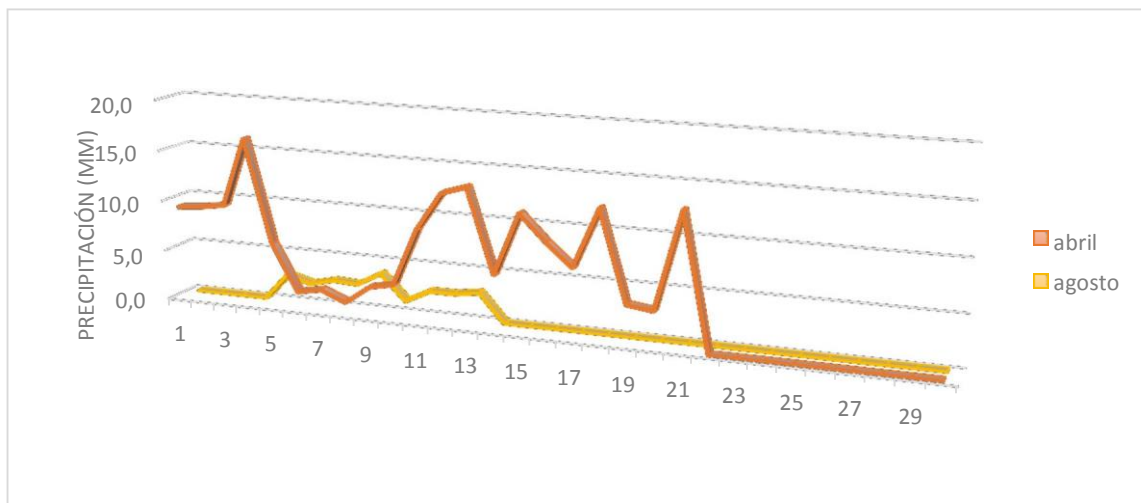


Figura 18. Datos de precipitación media de la estación meteorológica año 2008. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

En el año 2015, se incluyó los datos de máximas y mínimas precipitaciones, para el mes de abril, el día 12 se registró la mayor precipitación con un valor de 12,9mm, considerado época lluviosa y para el mes de agosto, el día 20, se registró con menor precipitación con un valor de 3,7mm, considerado época seca. (Figura 19)

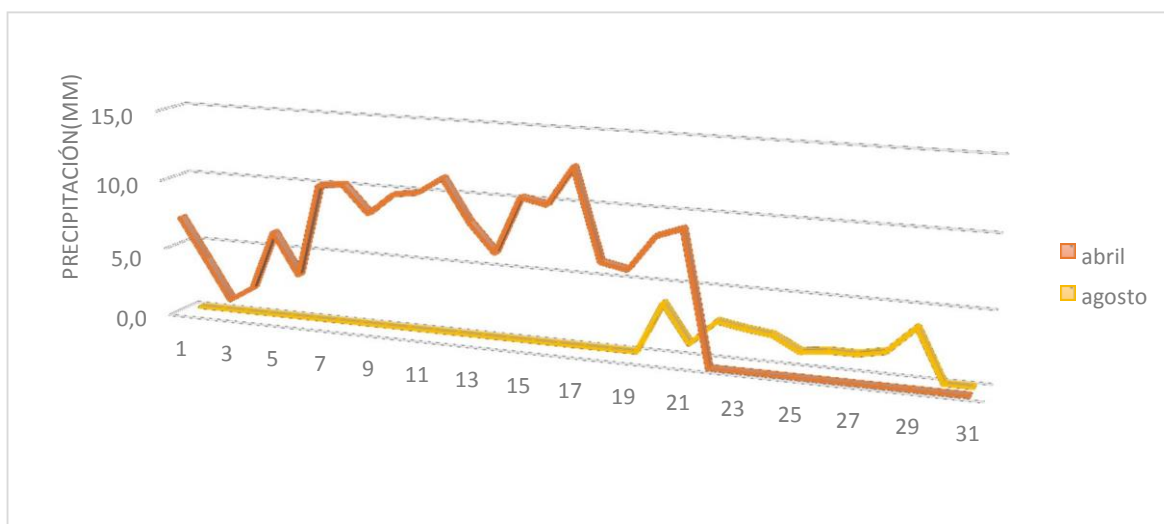


Figura 19. Datos de precipitación media de la estación meteorológica año 2015. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

- **Modelamiento hidrológico - estación meteorológica 1991**

Modelamiento hidrológico mes de marzo (época lluviosa)

En el mes de marzo del año 1991 la tormenta duró 17 días y como se muestra en la figura 20, el área de drenaje de la cuenca es de 89,87km², con un caudal máximo de 18,9m³/s y un volumen de agua de 120,82mm, correspondiente al periodo del 04 al 21 de marzo de 1991.

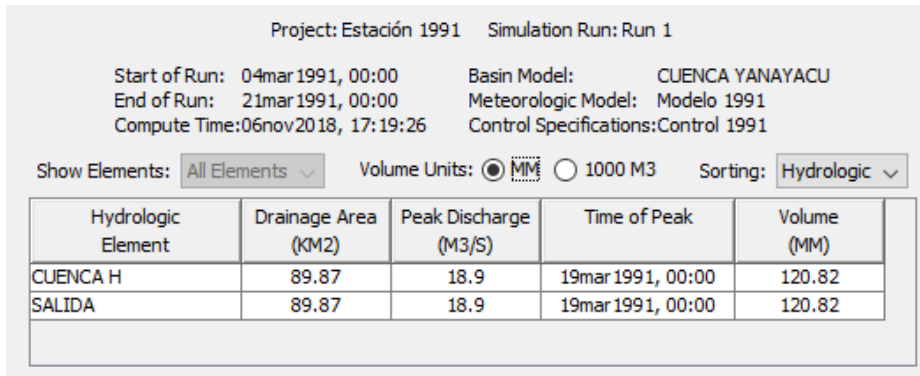
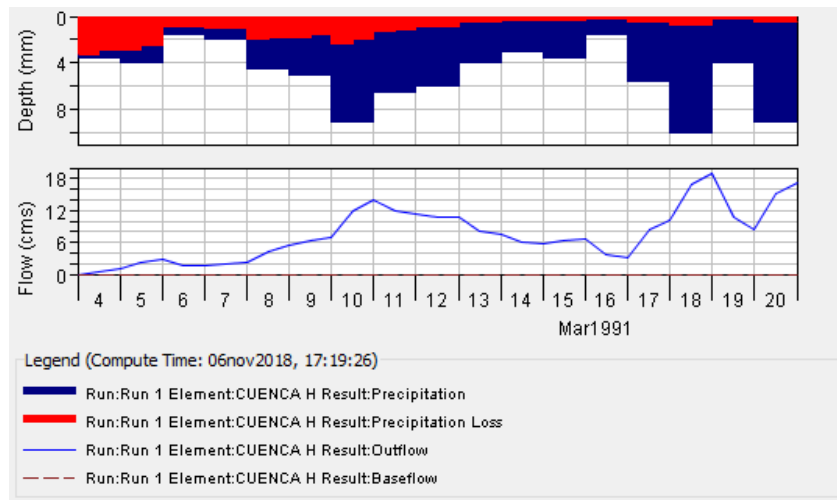


Figura 20. Resultados generales del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

La pérdida de lluvia o infiltración se genera en el primer día de tormenta, obteniendo una pérdida o infiltración de 3mm aproximadamente, en cambio al cuarto día de tormenta la lluvia se transformó en escorrentía (figura 21).



El área de color rojo: pérdida de lluvia o infiltración

El área de color azul lo que genera el caudal de la cuenca

Figura 21. Resultados gráficos de entrada del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 22, la cuenca hidrográfica muestra que el 19 de marzo a las 00h00 se registró como tiempo de máxima descarga con valores de caudal máximo 18,9m³/s, volumen de precipitación 165,00mm, volumen de pérdida 37,41mm, volumen de exceso 127,59mm, volumen de escorrentía directa 120,82mm, y volumen de descarga 120,82mm.

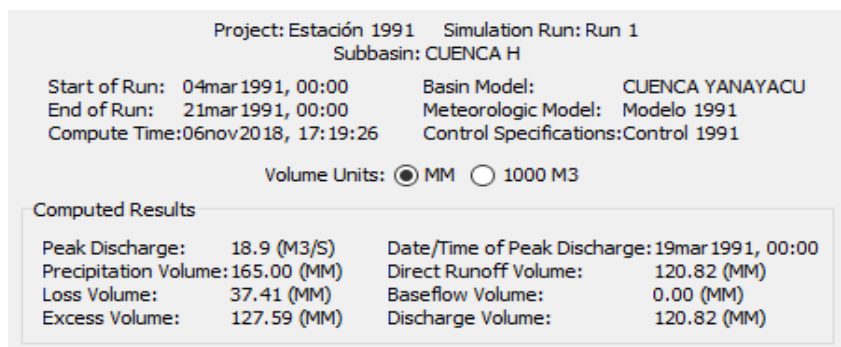


Figura 22. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 23, el mayor flujo de salida de agua se registró a las 00h00 del 19 de marzo de 1991 con un valor de 18,9m³/s, en cambio el menor flujo de salida se registró a las 12h00 el 04 de marzo con un valor de 0,4m³/s.

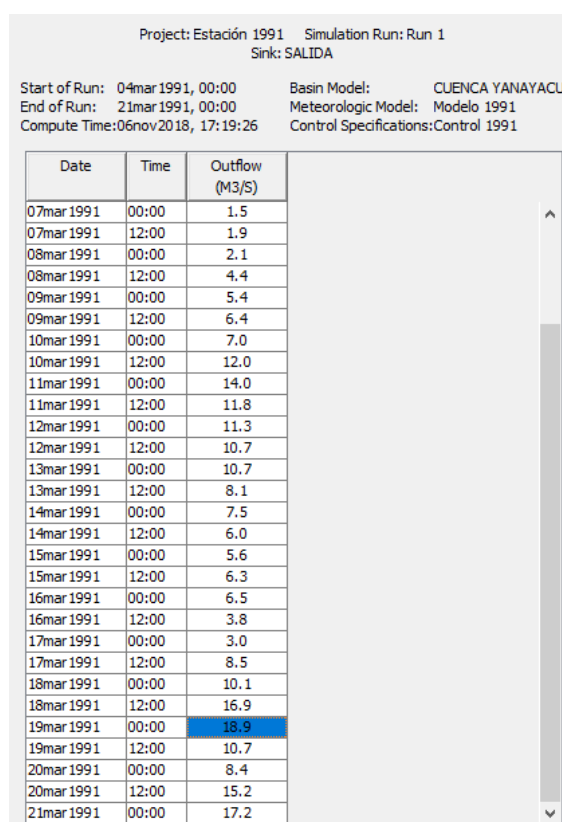


Figura 23. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 1991 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

El 18 marzo del año 1991 a las 12h00 hasta las 00h00 del siguiente día, se registró la mayor precipitación con 10,00mm; la mayor pérdida de agua se registró desde las 12h00 del 04 de marzo con un valor de 3,26mm; con 9,30mm se registró el exceso de agua en la subcuenca desde las 00h00 del 19 de marzo; el flujo directo de agua dentro de la subcuenca se registró el 19 de marzo a las 00h00 con un valor de 18,9m³/s; no se han registrado valores de caudal base para la duración de esta tormenta; finalmente se obtuvo un flujo total de agua el 19 de marzo a las 00h00 con un valor de 18,9m³/s. (Anexo 5)

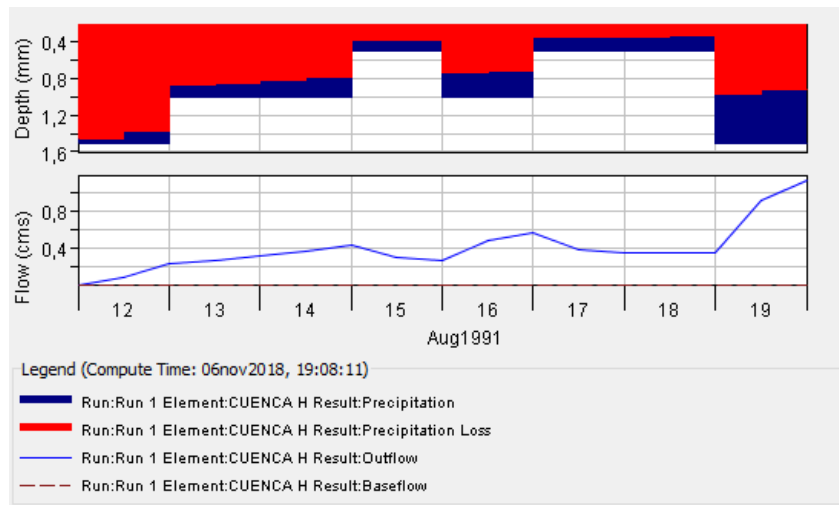
Modelamiento hidrológico mes de agosto (época seca)

Para la época seca el modelamiento generó un caudal máximo de 1,1m³/s y un volumen de agua de 2,96mm, correspondiente al periodo del 12 al 20 de agosto de 1991. (Figura 24)

Project: ESTACION 1991 Simulation Run: Run 1				
Start of Run:	12ago1991, 00:00	Basin Model:	CUENCA YANAYACU	
End of Run:	20ago1991, 00:00	Meteorologic Model:	MODELO1991	
Compute Time:	06nov2018, 19:08:11	Control Specifications:	CONTROL1991	
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	<input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3	Sorting: Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCA H	89.87	1.1	20ago1991, 00:00	2.96
SALIDA	89.87	1.1	20ago1991, 00:00	2.96

Figura 24. Resultados generales del modelo hidrológico año 1991 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

La pérdida de lluvia o infiltración se generó en el primer día de tormenta, obteniendo una pérdida o infiltración de 1,4mm aproximadamente, en cambio al quinto día de la tormenta la lluvia se transformó en escorrentía (figura 25).



El área de color rojo: pérdida de lluvia o infiltración

El área de color azul lo que genera el caudal de la cuenca

Figura 25. Resultados grafico de la entrada del modelo hidrológico año 1991 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se muestra en la figura 26, el 20 de agosto a las 00h00 se registró como tiempo de máxima descarga con valores de caudal máximo $1,1\text{m}^3/\text{s}$, volumen de precipitación 15,00mm, volumen de pérdida 11,58mm, volumen de exceso 3,42 mm, volumen de escorrentía directa 2,96mm, no se registra volumen de caudal base y volumen de descarga 2,96mm.

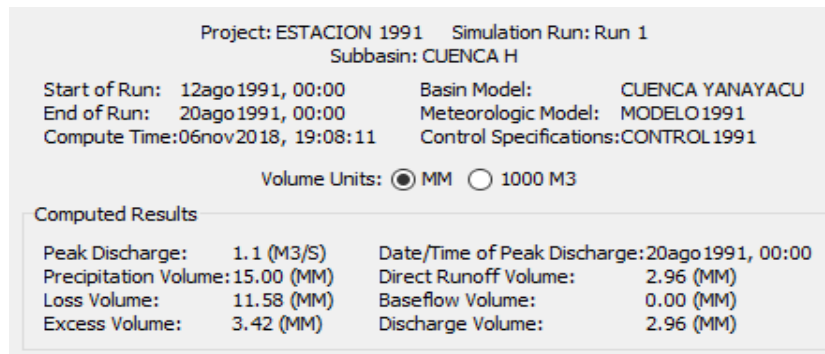


Figura 26. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 1991 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 27, el mayor flujo de salida de agua se registró a las 00h00 del 20 de agosto con un valor de $1,1\text{m}^3/\text{s}$, en cambio el menor flujo de salida registró el día 12 a las 12h00 con un valor de $0,1\text{m}^3/\text{s}$.

Project: ESTACION 1991 Simulation Run: Run 1
Sink: SALIDA

Start of Run: 12ago1991, 00:00 Basin Model: CUENCA YANAYACU
End of Run: 20ago1991, 00:00 Meteorologic Model: MODELO1991
Compute Time: 06nov2018, 19:08:11 Control Specifications: CONTROL1991

Date	Time	Outflow (M3/S)
12ago1991	00:00	0.0
12ago1991	12:00	0.1
13ago1991	00:00	0.2
13ago1991	12:00	0.3
14ago1991	00:00	0.3
14ago1991	12:00	0.4
15ago1991	00:00	0.4
15ago1991	12:00	0.3
16ago1991	00:00	0.3
16ago1991	12:00	0.5
17ago1991	00:00	0.6
17ago1991	12:00	0.4
18ago1991	00:00	0.3
18ago1991	12:00	0.3
19ago1991	00:00	0.3
19ago1991	12:00	0.9
20ago1991	00:00	1.1

Figura 27. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 1991 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

El 19 de agosto de 1991 a las 12h00 hasta las 00h00 del día siguiente se registró la mayor precipitación con 1,50mm; la mayor pérdida de agua se registró a las 12h00 del 12 de agosto 1991 con un valor de 1,45mm; con 0,58mm, se registró el exceso de agua en la subcuenca el 20 de agosto a las 00h00; el flujo directo de agua más relevante dentro de la subcuenca se registró el 20 de agosto a las 00h00 con un valor de 1,1m³/s; no se han registrado valores de caudal base para la duración de esta tormenta; finalmente se obtuvo un flujo total de agua el 20 de agosto a las 00h00 con un valor de 1,1m³/s. (Anexo 6).

- **Modelamiento hidrológico - estación meteorológica 2008 Modelamiento hidrológico mes de abril (época lluviosa)**

En el mes de abril del 2008, el área de drenaje de la cuenca es de 89,87 km², con un caudal máximo de 20,3m³/s y un volumen de agua de 128,38mm, correspondiente a la etapa del 01 de abril hasta el 21 de abril del 2008, como se muestra en la figura 28.

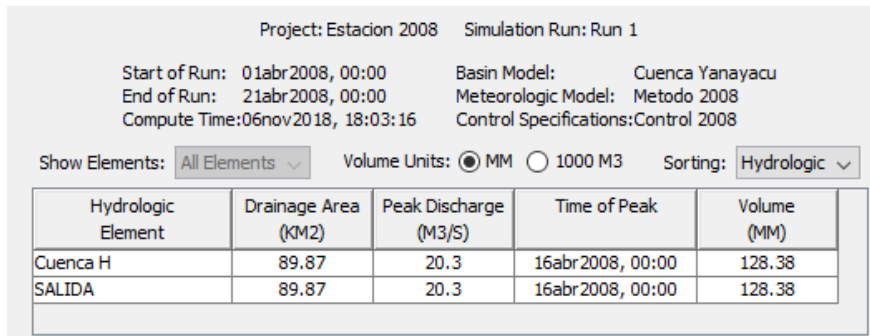
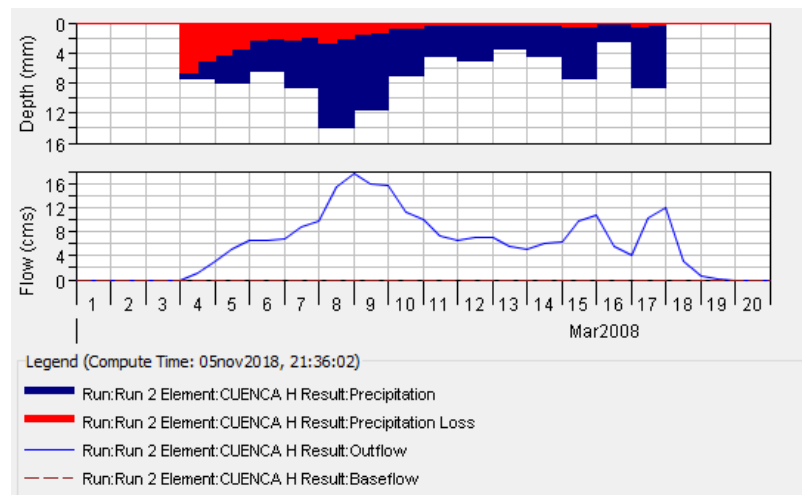


Figura 28. Resultados generales del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

La pérdida de lluvia o infiltración se genera el primer día de la tormenta, obteniendo una pérdida o infiltración de 6,0mm aproximadamente, en cambio al tercer día de tormenta la lluvia se transformó en escorrentía (figura 29).



El área de color rojo: pérdida de lluvia o infiltración
 El área de color azul lo que genera el caudal de la cuenca

Figura 29. Resultados grafico de la entrada del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 30, la cuenca hidrográfica muestra que el 16 abril a las 00h00 se registró como tiempo de máxima descarga con valores de caudal máximo 20,3m³/s, volumen de precipitación 166,00mm, volumen de pérdida 37,46mm, volumen de exceso 128,54mm, volumen de escorrentía directa 128,38mm, volumen de caudal base 0.00mm, volumen de descarga 128,38mm.

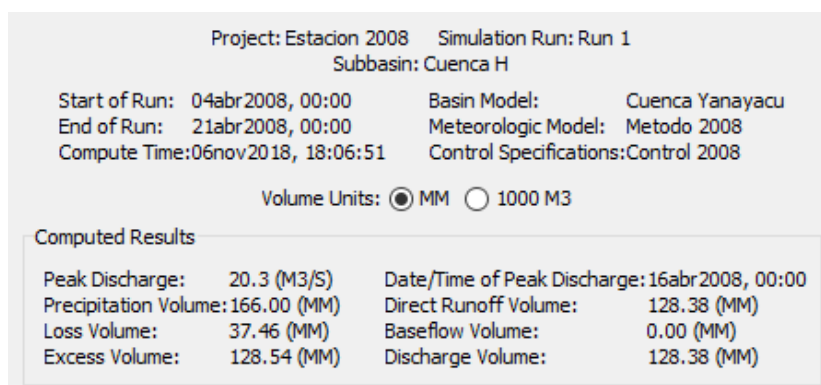


Figura 30. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 31, el mayor flujo de salida de agua se registró a las 00h00 del 16 de abril, con un valor de 20,3m³/s, en cambio el menor flujo de salida se registró a las 12h00 el 08 de abril con un valor de 0,9m³/s.

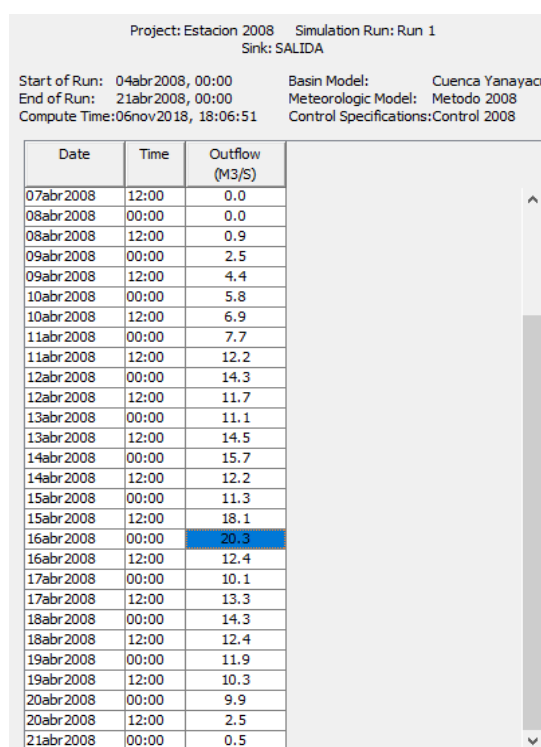


Figura 31. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa-Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

A las 12h00 del 18 de abril hasta las 00h00 del día siguiente, se registró la mayor precipitación con 11,00mm; la mayor pérdida de agua se registró a las 12h00 del 09 de abril del 2008 con un valor de 4,94mm; con 10,00mm, se registró el exceso de agua en la subcuenca el 16 de abril a las 00h00; el flujo directo de agua dentro de la subcuenca se registró el 16 de abril a las 00h00 con un valor de 20,3m³/s; no se han registrado un valor de caudal base para la duración de esta tormenta; finalmente se obtuvo un flujo total de agua el 16 de abril del 2008 a las 00h00 con un valor de 20,3m³/s.(Anexo 7)

Modelamiento hidrológico mes de agosto (época seca)

En el mes de agosto del año 2008 se muestra un caudal máximo de 1,4m³/s y un volumen de agua de 4,61mm; el área de drenaje de la cuenca es de 89,87 km², con un periodo que corresponde del 08 de agosto hasta el 16 de agosto (Figura 32).

Project: Estacion 2008 seco Simulation Run: Run 1

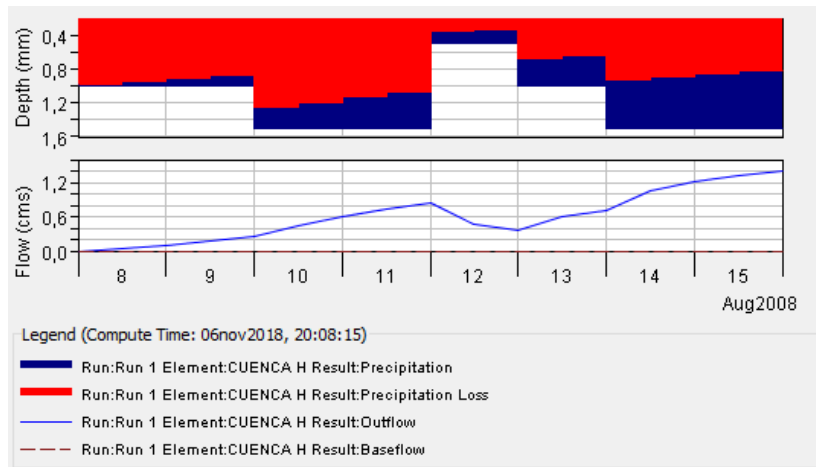
Start of Run: 08ago2008, 00:00 Basin Model: CUENCA YANAYACU
 End of Run: 16ago2008, 00:00 Meteorologic Model: MODELO 2008
 Compute Time: 06nov2018, 20:08:15 Control Specifications: CONTROL 2008

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

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCA H	89.87	1.4	16ago2008, 00:00	4.61
SALIDA	89.87	1.4	16ago2008, 00:00	4.61

Figura 32. Resultados generales del modelo hidrológico año 2008 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

La pérdida de lluvia o infiltración se generó desde el primer día de la tormenta hasta el tercer día, obteniendo una pérdida o infiltración de 1,0mm aproximadamente, en cambio al cuarto día de la tormenta la lluvia se transformó en escorrentía (Figura 33).



El área de color rojo: pérdida de lluvia o infiltración

El área de color azul lo que genera el caudal de la cuenca

Figura 33. Resultados grafico de entrada del modelo hidrológico año 2008 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se muestra en la figura 34, el 16 de agosto a las 00h00 se registró como tiempo de máxima descarga con valores de caudal máximo $1,4\text{m}^3/\text{s}$, volumen de precipitación 19,00mm, volumen de pérdida 13,85mm, volumen de exceso 5,15mm, volumen de escorrentía directa 4,61mm, no se registra volumen de caudal base y volumen de descarga 4,61mm.

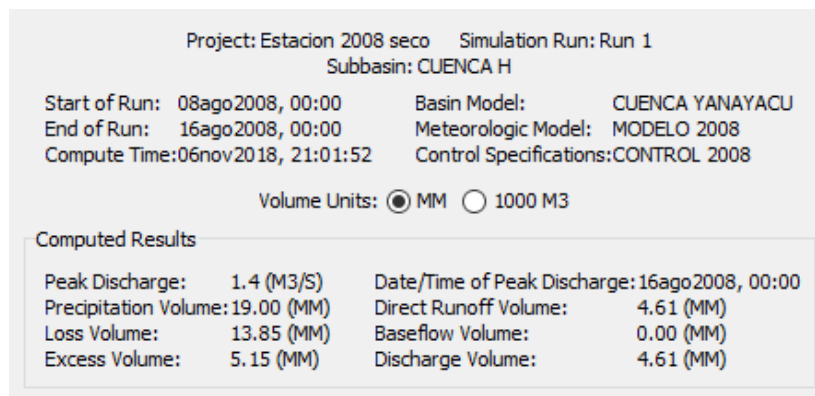


Figura 34. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2008 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 35, el mayor flujo de salida de agua se registró a las 00h00 del 16 de agosto, con un valor de $1,4\text{m}^3/\text{s}$, en cambio el menor flujo de salida registró el 09 de agosto a las 12h00 con valores de $0,1\text{m}^3/\text{s}$.

Project: Estacion 2008 seco Simulation Run: Run 1		
Sink: SALIDA		
Start of Run: 08ago2008, 00:00	Basin Model: CUENCA YANAYACU	
End of Run: 16ago2008, 00:00	Meteorologic Model: MODELO 2008	
Compute Time: 06nov2018, 21:01:52	Control Specifications: CONTROL 2008	
Date	Time	Outflow (M3/S)
08ago2008	00:00	0.0
08ago2008	12:00	0.0
09ago2008	00:00	0.1
09ago2008	12:00	0.2
10ago2008	00:00	0.2
10ago2008	12:00	0.4
11ago2008	00:00	0.6
11ago2008	12:00	0.7
12ago2008	00:00	0.8
12ago2008	12:00	0.5
13ago2008	00:00	0.4
13ago2008	12:00	0.6
14ago2008	00:00	0.7
14ago2008	12:00	1.1
15ago2008	00:00	1.2
15ago2008	12:00	1.3
16ago2008	00:00	1.4

Figura 35. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2008 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

El 14 de agosto a las 12h00 hasta las 00h00 del 16 de agosto se registró la mayor precipitación con 1,50mm; la mayor pérdida de agua se registró a las 12h00 del 08 de agosto del 2008 con un valor de 0,98mm; con 0,68mm se registró el exceso de agua en la subcuenca el 16 de agosto a las 00h00; el flujo directo de agua más relevante dentro de la subcuenca se registró el 16 de agosto a las 00h00, con un valor de 1,4m³/s; no se han registrado valores de caudal base para la duración de esta tormenta; finalmente se obtuvo un flujo total de agua el 16 de agosto a las 00h00 con un valor de 1,4m³/s. (Anexo 8).

- **Modelamiento hidrológico - estación meteorológica 2015 Modelamiento hidrológico mes de abril (época lluviosa)**

En el mes de abril del 2015, el área de drenaje de la cuenca es de 89,87 km², con un caudal máximo de 28,0 m³/s y un volumen de agua de 181,03mm, correspondiente a la etapa del 08 al 20 de abril del 2015, como se muestra en la figura 36.

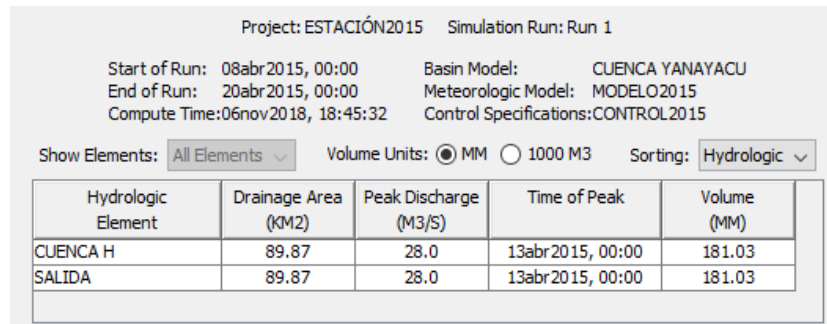
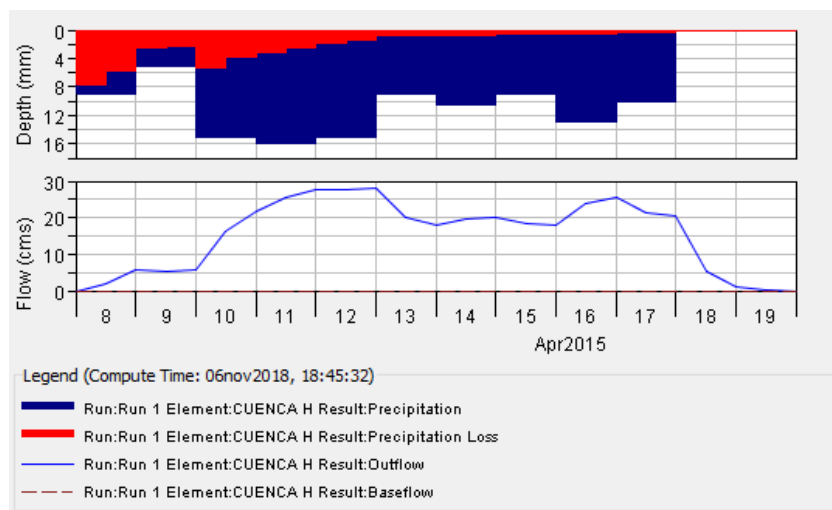


Figura 36. Resultados generales del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

La pérdida de lluvia o infiltración se genera el primer día, obteniendo una pérdida o infiltración de 8,00mm aproximadamente, en cambio al tercer día de tormenta la lluvia se transformó en escorrentía (figura 37).



El área de color rojo: pérdida de lluvia o infiltración
 El área de color azul lo que genera el caudal de la cuenca

Figura 37. Resultados grafico de entrada del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 38 la cuenca hidrográfica muestra que el 13 de abril a las 00h00 se registró como tiempo de máxima descarga con valores de caudal máximo 28,0m³/s, volumen de precipitación 223,00mm, volumen de pérdida 41,97mm, volumen de exceso 181,03mm, volumen de escorrentía directa 181,03mm, volumen de caudal base es de 0,0mm, volumen de descarga 181,03mm.

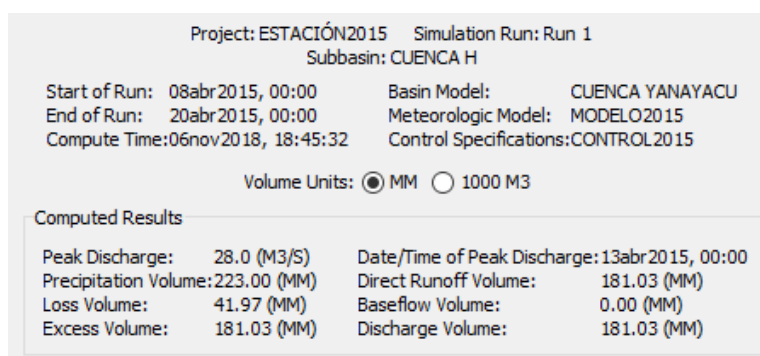


Figura 38. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa- Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 39, el mayor flujo de salida de agua se registró a las 00h00 del 13 de abril del 2015 con un valor de 28,0m³/s, en cambio el menor flujo de salida se registró a las 00h00 del 08 de abril con un valor de 2,1m³/s.

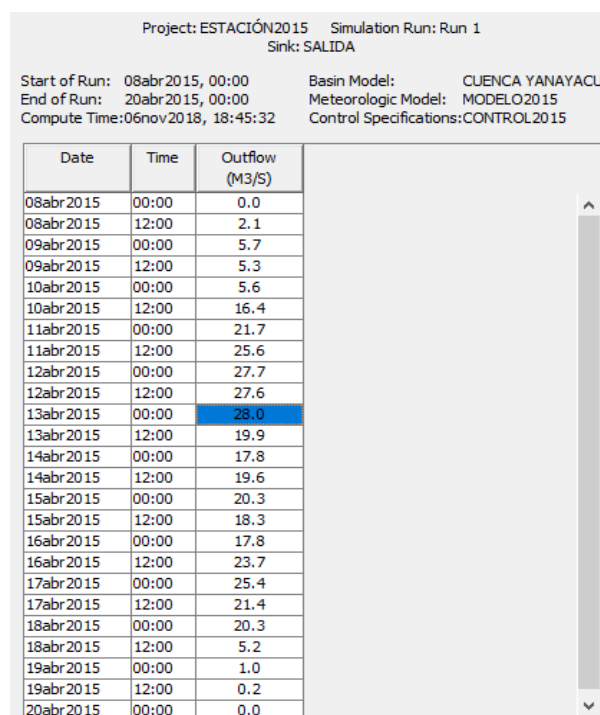


Figura 39. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Desde las 12h00 del 12 de abril hasta las 00h00 del día siguiente, se registró la mayor precipitación con 15,00mm; la mayor pérdida de agua se registró a las 12h00 del 08 de abril con un valor de 7,63mm; con 13,50mm, se registró el exceso de agua en la subcuenca desde las 00h00 del 13 de abril; el flujo directo de agua dentro de la subcuenca se registró el 13 de abril del 2015 a las 00h00 con un valor de 28,0m³/s; no se han registrado valores de caudal base; finalmente se obtuvo un flujo total de agua el 13 de abril a las 00h00 con un valor de 28,0m³/s. (Anexo 9)

Modelamiento hidrológico mes de agosto (época seca)

Desde el 01 al 09 de agosto del 2015, se muestra un caudal máximo de 1,9m³/s y un volumen de agua de 6,12mm; el área de drenaje de la cuenca es de 89,87km². (Ver figura40)

Project: Estacion 2015 seco Simulation Run: Run 1

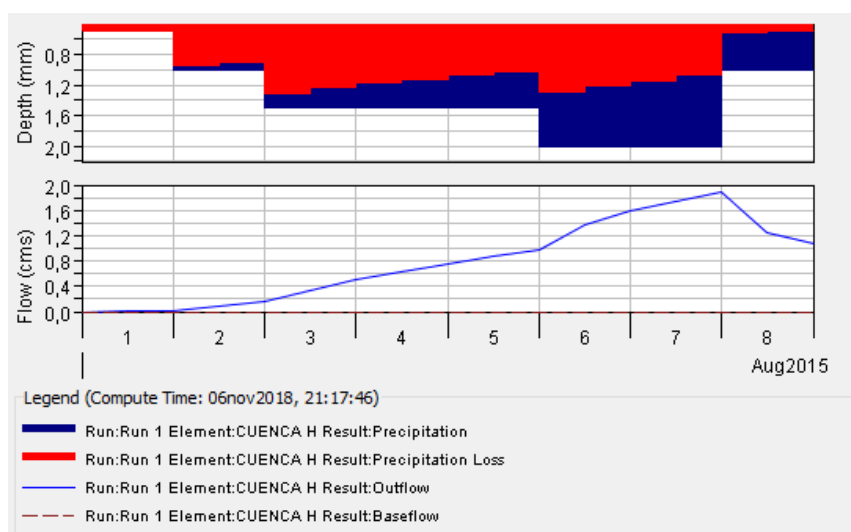
Start of Run: 01ago2015, 00:00 Basin Model: CUENCA YANAYACU
 End of Run: 09ago2015, 00:00 Meteorologic Model: MODELO2015
 Compute Time: 06nov2018, 21:17:46 Control Specifications: CONTROL2015

Show Elements: All Elements Volume Units: MM³ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCA H	89.87	1.9	08ago2015, 00:00	6.12
SALIDA	89.87	1.9	08ago2015, 00:00	6.12

Figura 40. Resultados generales del modelo hidrológico año 2015 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

La duración de la tormenta es de 8 días, donde la pérdida de lluvia o infiltración se generó el primer día de tormenta, obteniendo una pérdida o infiltración de 1,4mm aproximadamente, en cambio al tercer día la lluvia se transformó en esorrentía (Figura 41).



El área de color rojo: pérdida de lluvia o infiltración

El área de color azul lo que genera el caudal de la cuenca

Figura 41. Resultados grafico de entrada del modelo hidrológico año 2015 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se muestra en la figura 42, el 08 de agosto a las 00h00 se registró como tiempo de máxima descarga con valores de caudal máximo $1,9\text{m}^3/\text{s}$, volumen de precipitación 22,00mm, volumen de pérdida 15,46mm, volumen de exceso 6,54mm, volumen de escorrentía directa 6,12mm, no se registra volumen de caudal base y volumen de descarga 6,12mm.

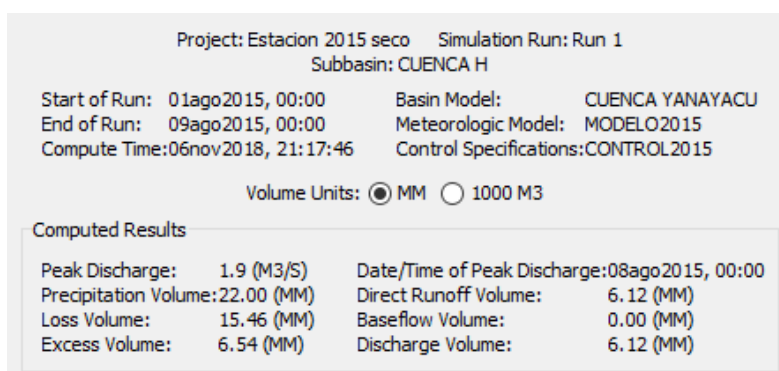


Figura 42. Resultados de entrada del modelo hidrológico año 2015 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Como se indica en la figura 43, el mayor flujo de salida de agua se registró a las 00h00 del 08 de agosto, con un valor de $1,9\text{m}^3/\text{s}$, en cambio el menor flujo de salida registró el día 02 de agosto a las 12h00 con valores de $0,1\text{m}^3/\text{s}$.

Project: Estacion 2015 seco Simulation Run: Run 1		
Sink: SALIDA		
Start of Run: 01ago2015, 00:00	Basin Model: CUENCA YANAYACU	
End of Run: 09ago2015, 00:00	Meteorologic Model: MODELO2015	
Compute Time:06nov2018, 21:17:46	Control Specifications:CONTROL2015	
Date	Time	Outflow (M3/S)
01ago2015	00:00	0.0
01ago2015	12:00	0.0
02ago2015	00:00	0.0
02ago2015	12:00	0.1
03ago2015	00:00	0.2
03ago2015	12:00	0.3
04ago2015	00:00	0.5
04ago2015	12:00	0.6
05ago2015	00:00	0.8
05ago2015	12:00	0.9
06ago2015	00:00	1.0
06ago2015	12:00	1.4
07ago2015	00:00	1.6
07ago2015	12:00	1.7
08ago2015	00:00	1.9
08ago2015	12:00	1.2
09ago2015	00:00	1.1

Figura 43. Resultados de la serie de salida del modelo hidrológico año 2015 época seca. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

El 06 de agosto a las 12h00 hasta las 00h00 del 08 agosto, se registró la mayor precipitación con 2,00mm; la mayor pérdida de agua se registró a las 12h00 del 03 de agosto con un valor de 1,31mm; con 0,93mm, se registró el exceso de agua en la subcuenca el 08 de agosto a las 00h00; el flujo directo de agua más relevante dentro de la subcuenca se registró el 08 de agosto a las 00h00 con un valor de 1,9m³/s; no se han registrado valores de caudal base para la duración de esta tormenta; finalmente se obtuvo un flujo total de agua el 17 de agosto a las 00h00 con un valor de 1,9m³/s. (Anexo 10)

- **Resumen del Modelamiento hidrológico periodo 1991 y 2008**

En el lapso de 17 años (1991 – 2008), se registró un aumento en el volumen precipitación de 1mm y un aumento en el caudal máximo de 1,4m³/s en la época lluviosa (Figura 44); en la época seca se registró un aumento en el volumen de precipitación de 4mm y un aumento en el caudal máximo de 0,3 m³/s (Figura 45); según la tabla 13, se tiene que en el mismo lapso de tiempo la cobertura de bosque disminuyo 195,62 hectáreas y tierras agropecuarias se perdió 1580,62 hectáreas; lo que indica que la pérdida de cobertura vegetal influye directamente en la producción de agua.

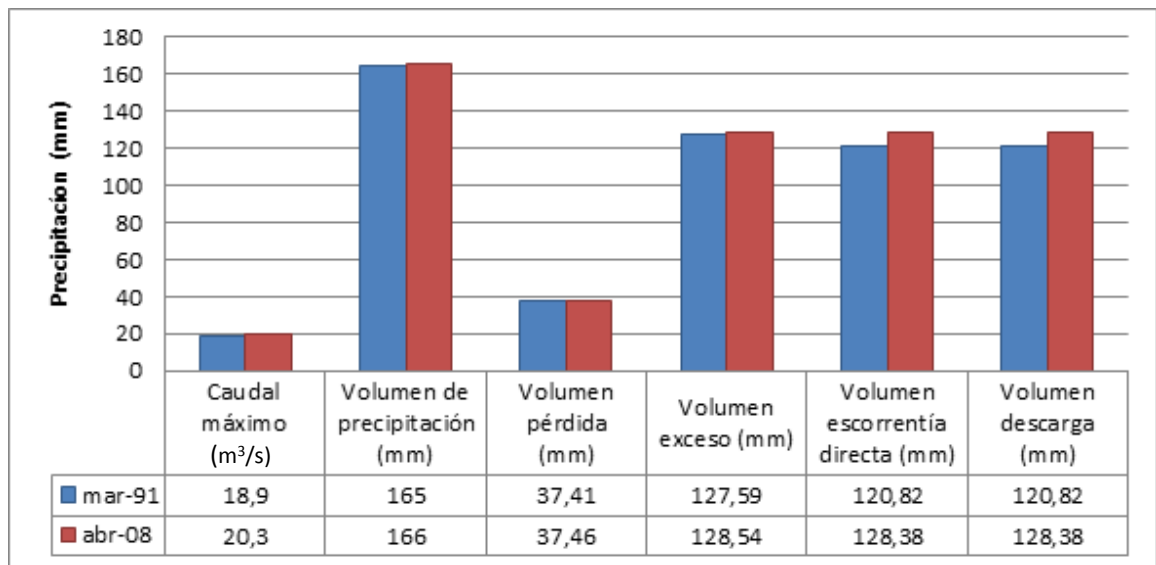


Figura 44. Interpretación grafica de resultados para época lluviosa periodo 1991 y 2008. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

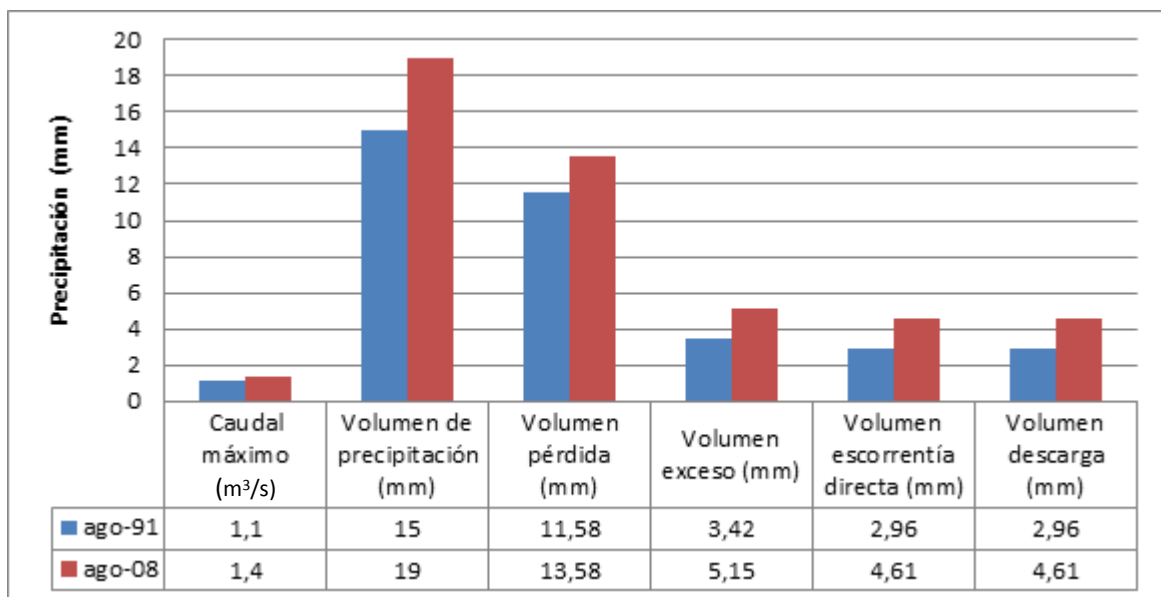


Figura 45. Interpretación grafica de resultados para época seca periodo 1991-2008. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Resumen del Modelamiento hidrológico periodo 2008 – 2015

En el lapso de 7 años (2008– 2015), se registró un aumento en el volumen precipitación de 57,0mm y un aumento en el caudal máximo de 7,7m³/s en la época lluviosa (Figura 46); en la época seca se registró un aumento en el volumen de precipitación de 3,00 mm y un aumento en el caudal máximo de 0,5 m³/s (Figura 47); según la tabla 14 se tiene que en el mismo lapso de tiempo la cobertura de vegetación arbustiva-herbácea disminuyó 2080,76 hectáreas; lo que indica que la pérdida de cobertura vegetal influye directamente en la producción de agua.

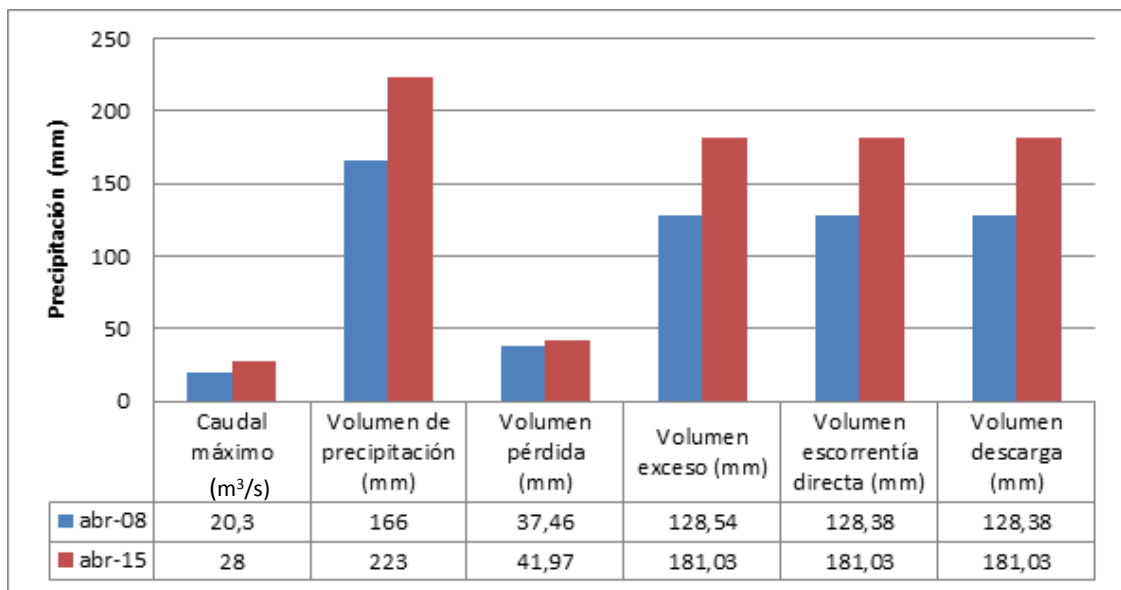


Figura 46. Interpretación grafica de resultados para época lluviosa periodo 2008 y 2015. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

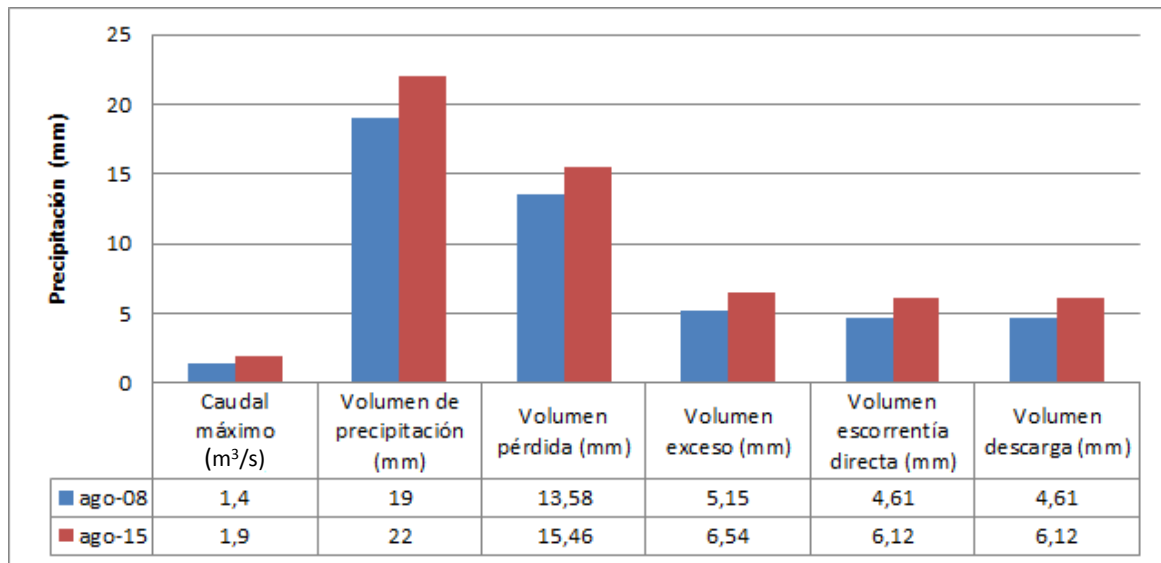


Figura 47. Interpretación grafica de resultados para época seca periodo 2008-2015. Elaborado por: Vera, M. 2018 (La Autora)

6.3 Caracterización Socioeconómica

6.3.1. Demografía

Para conocer aspectos socioeconómicos de los pobladores de las comunidades que se encuentra dentro de la zona de estudio que corresponden a: Perafán, Tunibamba, Alambuela, Cercado, San Pedro, Azaya, Santa Bárbara, Topo Grande, Batan, Iltaquí, Morochos y San José; se aplicaron 72 encuestas al azar, según la fórmula del tamaño de la muestra; obteniéndose los siguientes resultados, como se puede ver en la Tabla 16.

Tabla 16.

Sistematización de la encuesta

Empleo	De las comunidades que están en la zona de estudio están dedicados a la agricultura realizada es mayoritariamente para el autoconsumo familiar y en menor medida para la venta de los productos en el mercado, otro porcentaje a la ganadería y a la artesanía.
Ingresos económicos	De las actividades que realizan los comuneros, agricultura en el sector, jornaleros en muchas de las ocasiones, ellos generan un ingreso promedio mensual de \$ 217,70 USD para su hogar.
Egresos económicos	De la misma manera, al tener gastos de alimentación, vestimenta y subsistencia ellos tienen un egreso promedio mensual de \$ 104,6 USD.
Migración	La tasa de migración es relativamente alta, ya que al no haber fuentes de trabajo con salarios dignos en la comunidad, ellos prefieren ir a trabajar en las ciudades grandes, en cualquier tipo de empleo.
Infraestructura y Servicios Básicos	
Electricidad	Cuentan en la mayoría de las casas con electricidad pública.
Agua	El agua para consumo es entubada, proveniente de vertientes de las partes altas de las comunidades.
Telecomunicaciones	Pocas son las personas que tienen teléfono, debido a la falta de ingresos económicos.
Educación	La mayoría de las comunidades no cuenta con infraestructura educativa dentro de la comunidad, como escuela, colegio o guardería. Los niños y niñas asisten a la escuela en Cotacachi y de la misma forma realizan sus estudios secundarios en la ciudad.
Salud	El 59% de los encuestados afirma acudir al sistema público de salud, mientras que el 36% opta por curarse con plantas a través de conocimientos de medicina ancestral. Solamente un 5% mencionan acudir al servicio de salud del IESS

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

6.4 Estrategias de Conservación para la Microcuenca Yanayacu

6.4.1 Antecedentes

Con la información que se tiene debidamente verificada en campo y el análisis de las variables que son vegetal e hídrica, se procede analizar para establecer una propuesta de manejo adecuado para conservar el recurso hídrico de la zona de estudio. Para esto se toma en consideración un conjunto de medidas y acciones ante la carencia de adopción de estrategias de intervención en el manejo de las cuencas hidrográficas, se ha considerado que como principio orientador el manejo sostenible de los recursos naturales, en la procura de su utilización adecuada contra los efectos provocados por los usos insostenibles del suelo y el agua, con la finalidad de mantener procesos reguladores para el buen funcionamiento de los ecosistemas, respetando su dinámica natural en beneficio de todos, dentro de las cuencas hidrográficas como un sistema natural.

Tabla 17.

F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

Fortaleza	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>Para los pueblos indígenas, el agua es un elemento esencial que atraviesa todos los ámbitos de la vida del ser humano: la salud, la alimentación, el ecosistema, la cosmovisión y la espiritualidad, compartiendo un espacio rico en recursos hídricos como ríos, quebradas, vertientes, los mismo que ocupan una longitud de 227598,24m. Dentro de esta zona de estudio se encuentra la vertiente la Marquesa, fuente de abastecimiento de agua para Cotacachi.</p>	<p>Implicación de las Instituciones públicas y privadas como son el GADM Santa Ana de Cotacachi, Prefectura de Imbabura, GADs Parroquiales y los representantes de cada comunidad, con respecto a la conservación y buena gestión de los recursos hídricos, cuyo principal objetivo es establecer un comité estratégico de agua.</p> <p>Generación de proyectos para mantener, rehabilitar y conservar el agua, como es el ejemplo del Parque de Agua de la vertiente la Marquesa, que se encuentra dentro de la zonade estudio.</p> <p>El GADM Santa Ana de Cotacachi, le interesa la gestión del desarrollo rural, tiene un marco legislativo adecuado para la correcta gestión del</p>	<p>No se ha logrado la instalación de una alternativa para almacenar el agua de lluvia para épocas de sequía lo que resulta no solamente en la falta de agua para riego, ya que dentro de la zona de estudio la mayor parte está ocupada por tierras agropecuarias en un 60,03% de la superficie total.</p> <p>Falta de tratamiento de las aguas residuales, ausencia de sistema público de alcantarillado que provoca contaminación de las acequias produciendo mal olor.</p> <p>No se rigen los pobladores de las comunidades que están dentro de esta zona de estudio al Marco legislativo, debido a que muchos de ellos desconocen las leyes de protección y</p>	<p>La mala gestión de los recursos hídricos y la sequía prolongada, contribuyen a la disminución de los caudales</p> <p>Falta de inversión en infraestructuras debido a la crisis económica, lo que produciría más contaminación del recurso hídrico.</p>

Continuación Tabla 17. F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

	<p>agua, como es la ordenanza sustitutiva que delimita, regula, autoriza y controla el uso de riberas y lechos de ríos, lagos, lagunas, quebradas, cursos de agua, acequias y sus márgenes de protección en el cantón Santa Ana de Cotacachi.</p>	<p>conservación del recurso hídrico y la poca participación y compromiso de la población urbana en la gestión sustentable del agua.</p>	
<p>El 33% del área de estudio de la microcuenca tiene bosque y vegetación arbustiva- herbácea, que es su mayoría pertenece al ecosistema de herbazal de páramo con 1464.71 hectáreas que corresponden al 16% de la superficie total.</p>	<p>Fortalecer espacios de conservación que están dentro de la RECC, para que no se siga extendiendo la frontera agrícola.</p> <p>El suelo tiene un alto índice de adaptación a la rehabilitación y posibilita recuperar ecosistemas naturales a partir de tierras marginales</p> <p>El GADM Santa Ana de Cotacachi, le interesa la y la conservación de sus recursos naturales, es por eso que tiene un Play Rupay el mismo que fue creado para prevención y control de incendios forestales, trabajan conjuntamente con pobladores de las comunidades.</p>	<p>En periodo de 1991-2008 mismo que han pasado 17 años el bosque ha disminuido en 195,69 hectáreas, lo que significa que se pierde 12ha/año; en cambio tierras agropecuarias pierde en 1580,62 hectáreas equivalente a una disminución de 92,91ha/año Incrementado en este mismo periodo la categoría de vegetación arbustiva-herbácea, se ha aumentado en 1739,41 hectáreas, mismas que se aumentan en un 102ha/año.</p> <p>En periodo de 2008-2015 mismo que han transcurrido 7 años la cobertura vegetal-arbustiva se pierde en 2080,73 ha, lo que significa que se disminuyó en 297ha/año.</p>	<p>Perdida paulatinamente de bosque ya que se determina una cantidad de 12ha/año, en el periodo de 1991-2008, mismo que tiene un aumento insignificante de caudal 1,4m³/sen época de lluvia y para época seca de 0,3m³/s, este aumento a corto plazo es debido a la pérdida de vegetación boscosa.</p> <p>La disminución significativa de cobertura vegetación arbustiva-herbácea se da en 297ha/año, lo que incide de manera directa un incremento significativo a corto plazo de caudal, para época lluviosa en 7,7m³/s y para época seca en 0,5m³/s.</p>

Continuación Tabla 17. F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

		<p>la categoría de bosque ha aumentado en 87,41 hectáreas, mismas que se aumentan en un 13ha/año; en cambio tierras agropecuarias incrementado en 1992,98 hectáreas equivalente a un aumento de 285ha/año.</p> <p>Elevado grado de erosión por malas prácticas como son la deforestación, quema o incendios, etc.</p>	<p>Los incendios forestales ponen en riesgo la vida de seres humanos, animal y cultivos, algunos provocados y otro resultado de la sequedad de pastizales; la frontera agrícola continúa expandiéndose hacia los remanentes naturales por encima de la cuenca.</p>
<p>El 60% del área de la microcuenca es de tierras agropecuarias, que la mayoría de los productos cultivados en estas tierras salen a la venta en la feria agroecológica dirigida por las mujeres de la UNORCAC</p>	<p>Predisposición de los pobladores de las comunidades que se encuentran en la zona de estudio, dispuestos a capacitarse y promover prácticas provenientes de la agricultura ecológica, o de nuevas formas de producción que pongan en valor la biodiversidad, la cultura y los saberes ancestrales locales.</p> <p>Ofertar a las diferentes academias como las Instituciones de Educación Superior como Puce-SI, la Universidad Técnica del Norte que corresponden a la parte local,</p>	<p>No se generen condiciones que dinamicen y reproduzcan la vida comunitaria a través de la recuperación de saberes y el sostenimiento de la cosmovisión andina indígena</p> <p>Falta de disposición por parte de la gente de la comunidad y la academia para generar proyectos sustentables; la falta de inexistencia de información hidrogeológica y meteorológica que permita una caracterización biofísica adecuada, lo cual impide</p>	<p>La agricultura va dejando de ser una opción viable para la juventud que mira esta actividad como intensa, de jornadas extensas de trabajo y mal pagada, además de que no tienen acceso a tierra ni recursos productivos; esta tendencia pone en riesgo el futuro de la comunidad</p>

Continuación Tabla 17.F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

transmitiendo sus conocimientos a la comunidad.	que la gente de la comunidad tenga conocimientos y se lleve a cabo cualquier proyecto.
---	--

Los suelos que pertenecen a la zona de estudio son en su mayoría limosos y que se caracterizan por retener buenas cantidades de humedad y materia orgánica lo que representa una buena aptitud agrícola

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

6.4.2 Direccionamiento Estratégico Ámbito Político Legal

Constitución de la República Del Ecuador

Constitución de la República del Ecuador, aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente y el Referéndum aprobatorio, que se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 449 del día lunes 20 de octubre del 2008.

El artículo 12 de la Constitución de la República del Ecuador menciona que “el agua es un derecho humano irrenunciable y constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”. (pág 24).

El artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador, “reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.” (pág 24)

El artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador en el inciso 8 determina que es competencia exclusiva de los municipios, “delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley; y en el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas cantonales”. (pág 130).

El artículo 318 de la Constitución de la República del Ecuador señala que “el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.” (pág 150).

El artículo 395 de la Constitución de la República del Ecuador reconoce los siguientes principios ambientales:

- 1.El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y que asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales. (pág 177)

El artículo 409 de la Constitución de la República del Ecuador declara que “es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona”. (pág 181).

El artículo 411 de la Constitución de la República del Ecuador señala que “el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”. (pág 182).

- **Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017)**

Se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 983 del 12 de abril del 2017.

El Artículo 5 del Código Orgánico del Ambiente, “declara el derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende, en su ítem 4 dice, la conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico”. (pág 12).

El Artículo 26 del Código Orgánico del Ambiente, señala “las facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental, en su ítem 2, trata sobre, elaborar planes, programas y proyectos de incidencia provincial para la protección, manejo, restauración, fomento, investigación, industrialización y comercialización del recurso forestal y vida silvestre, así como para la forestación y reforestación con fines de

conservación.” (pág 18).

El Artículo 28 del Código Orgánico del Ambiente, declara “facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes, corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional, así como las dictadas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Metropolitanos y Municipales, es el ítem 2, menciona, efectuar forestación y reforestación de plantaciones forestales con fines de conservación” (pág 20).

El Artículo 30 del Código Orgánico del Ambiente, declara los” objetivos del Estado relativos a la biodiversidad en su ítem 7, indica, adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua”. (pág 20).

El Artículo 38 del Código Orgánico del Ambiente, señala que “las áreas naturales incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cumplirán con los siguientes objetivos, en su ítem 5, menciona, mantener la dinámica hidrológica de las cuencas hidrográficas y proteger los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas”. (pág 22).

El Artículo 93 del Código Orgánico del Ambiente, señala la “gestión del Patrimonio Forestal Nacional. La gestión del Patrimonio Forestal Nacional se ejecutará en el marco de las siguientes disposiciones fundamentales, en su ítem 5, que trata sobre, mecanismos se concretarán en acciones de uso sostenible, restauración ecológica de tierras degradadas y deforestadas, permitiendo la regeneración natural o realizando actividades de reforestación y el manejo integral de cuencas hidrográficas, en coordinación con las demás autoridades competentes. Y el ítem 6 es sobre manejo forestal sostenible, el Régimen Forestal Nacional promoverá el manejo forestal sostenible como estrategia para garantizar el uso racional del bosque natural, excluyendo actividades ilegales como la extracción, degradación y deforestación”. (pág 34).

El Artículo 98 del Código Orgánico del Ambiente, señala, “atribuciones con relación a la gestión de las plantaciones forestales de producción con fines comerciales, le corresponde a la Autoridad Nacional de Agricultura, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional las siguientes atribuciones, en su ítem 1, que trata sobre elaborar y actualizar, conjuntamente con la Autoridad Ambiental Nacional y la Autoridad Única del Agua, el mapa para la zonificación de tierras para la forestación y reforestación con fines comerciales, el cual contendrá un enfoque territorial. Y el ítem 2, nos dice que elaborar, aprobar y ejecutar planes, programas, proyectos y estrategias de fomento para plantaciones forestales y sistemas agroforestales de producción”. (pág 35).

El Artículo 118 del Código Orgánico del Ambiente, menciona sobre “la restauración ecológica, en las actividades de restauración ecológica de suelos o ecosistemas se priorizará la regeneración natural cuando esta sea posible técnica, económica y socialmente. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, en el marco de sus competencias, darán atención prioritaria a los suelos degradados o en proceso de desertificación, bajo lineamientos de la Autoridad Ambiental Nacional”. (pág 40).

El Artículo 119 del Código Orgánico del Ambiente, señala, que “las plantaciones forestales con fines de conservación y producción son de prioridad nacional, solo procederán las plantaciones forestales con fines de conservación que se ejecuten con una combinación de especies nativas o con fines de enriquecimiento y aceleración de la sucesión secundaria o en programas especiales para zonas prioritarias seleccionadas”. (pág 40).

El Artículo 124 del Código Orgánico del Ambiente, menciona “que los sistemas agroforestales y los árboles de la regeneración natural orientarán sus actos de la siguiente forma, en su ítem 1, señala como sistemas agroforestales aquellas combinaciones de especies forestales y cultivos que cuenten con suficiente densidad de árboles, conforme con las normas técnicas de la materia. En el ítem 2, para el aprovechamiento en sistemas agroforestales productivos o árboles de la regeneración natural no se requerirá de un plan de manejo. El aprovechamiento de los recursos forestales en estos sistemas estará sujeto a un procedimiento simplificado de autorización”. (pág 41).

- **Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD, 2015).**

Se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 303 del 19 de octubre del 2010. Última modificación: 16 de enero del 2015

En su artículo 55, literal j, “se establece que son competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal, Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley”. (pág 28).

En su artículo 430.- “Usos de ríos, playas y quebradas se menciona que los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, formularán ordenanzas para delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, quebradas, cursos de agua, acequias y sus márgenes de protección, de acuerdo a lo dispuesto en la Constitución y la ley”. (pág 101).

- **Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (AGOSTO, 2014).**

En el Registro Oficial No. 305 del día miércoles 6 de agosto de 2014

En el artículo 6 de la Ley de Recursos Hídricos se determina “la prohibición de toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente; por lo mismo esta no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral o empresa privada nacional o extranjera”. (pág 4).

En el artículo 12 de la Ley de Recursos Hídricos se menciona que “el Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras.” (pág 6).

En el artículo 60 de la Ley de Recursos Hídricos. “El derecho humano al agua implica el libre acceso y uso del agua superficial o subterránea para consumo humano, siempre que no se desvíen de su cauce ni se descarguen vertidos ni se produzca alteración en su calidad o disminución significativa en su cantidad ni se afecte a derechos de terceros”. (pág 15).

- **Ordenanza sustitutiva que delimita, regula, autoriza y controla el uso de riberas y lechos de ríos, lagos, lagunas, quebradas, cursos de agua, acequias y sus márgenes de protección en el Cantón Santa Ana De Cotacachi (ENERO, 2014)**

En el artículo 4 expresa que para efectos de la presente Ordenanza los bienes nacionales de uso público afectados por la presente ordenanza son:

- Los lechos de ríos, arroyos, esteros, lagos y lagunas
- Las orillas o riberas de ríos, lagos y lagunas
- Las quebradas con sus taludes,
- Las fuentes y nacimientos de agua. (pág 5).

En el artículo 12 menciona que “el área de ribera corresponde al área de influencia directa sobre el suelo y la vegetación denominada bosque de galería, ribera o soto; esta distancia no es una constante y estará en función de las características edáficas, climáticas, topográficas, geomorfológicas y bióticas de la región”. (pág 8).

Las márgenes de todos los ríos y quebradas del cantón, tendrán una zona de protección, según establece el PDOT cantonal, para la zona andina y urbana se considerará 20 metros para ríos y 15 metros para quebradas y la zona de Intag 30 metros para ríos y 15 metros para quebradas desde la orilla, para el manejo de la zona de protección se establecieron zonas:

a: Sub zona exclusiva de protección. - considera 10m desde el borde del cauce natural de los ríos de la zona de Intag; 6m desde el borde del cauce natural de los ríos y 3m desde el borde natural de quebradas de la zona Andina y Urbana. En esta zona se deberá plantar especies vegetales que aportan a la conservación y protección de la ribera o borde.

b: Sub zona de uso restringido para reforestación y soberanía alimentaria. - corresponde al área restante entre el límite externo de la zona de protección y el límite de la sub zona exclusiva de protección, se permitirá únicamente actividades de reforestación con especies nativas y actividades agropecuarias para la soberanía alimentaria como: sistemas agroforestales y silvopastoriles, cultivos de ciclo corto, cultivos frutales, pastoreo de bajo impacto.

En el artículo 19 se establece que el uso de las quebradas, humedales y riberas de ríos, esteros, lagos y lagunas podrán ser utilizados:

- Para la realización de actividades de eco turísticas
- Para la recreación, esparcimiento y circulación peatonal
- Para la protección de los ecosistemas y vida silvestre
- Para la ejecución de planes de forestación y reforestación para el control de la erosión
- Para la conservación de acuíferos que permiten el abastecimiento de agua para consumo humano
- Para la realización de ceremonias o eventos de carácter cultural, religioso o deportivo,
- Para la investigación científica.
- Desarrollo de proyectos que se enmarquen en el plan de ordenamiento territorial. (pág 11).

Visión

Al año 2023, los actores comunales de Perafán, Tunibamba, Alambuela, Cercado, San Pedro, Azaya, Santa Bárbara, Topo Grande, Batán, Iltaquí, Morocho y San José; que pertenecena la microcuenca del Río Yanayacu, están altamente integrados y trabajando en armonía en el manejo sostenible de sus recursos naturales y fomentando los servicios ecosistémicos, como elementos vitales para el desarrollo humano.

Misión

Las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, los gobiernos locales y actores relacionados con los recursos naturales y los servicios ecosistémicos priorizados en la microcuenca, promueven acciones concertadas en el marco de la gestión, ejecución y monitoreo de las herramientas del Plan de Estrategias de Conservación.

Objetivos Estratégicos

- Convertir la reforestación en una actividad prioritaria y permanente en la agenda del desarrollo nacional, especialmente del área rural, por su importancia económica, social y ambiental.
- Recuperar ecosistemas degradados y elevar los niveles de productividad, mejorando la calidad ambiental.
- Elevar la conciencia social para revalorar la naturaleza, promoviendo la participación ciudadana

Programa 1. Promover la coordinación articulación interinstitucional e intersectorial para el manejo sostenible y adaptativo de las cuencas hidrográficas.

El cantón de Cotacachi, ubicado en la zona norte de la sierra ecuatoriana se ha destacado por ser uno de los cantones en los que se promueve desde hace varios años la participación de la sociedad civil, a través del Asamblea cantonal.

Es por eso que en la zona de estudio abarca 12 comunidades las cuales, se encuentran en la zona rural, de este cantón donde tiene relación directa con la UNORCAC, para llevar a cabo las mejoras para cada comunidad, en este caso se requiere que se desarrollen normativas, o régimen político para que las comunidades protejan las redes hídricas del cantón, que han usado y protegido el agua de dichas fuentes durante cientos de años, hoy en día tienen problemas graves de abastecimiento de agua especialmente para el riego lo que les impide realizar sus actividades agrícolas de manera óptima, afectando su forma de vida y obligándoles a migrar.

Objetivos

Objetivo General: Planificar y evaluar de manera participativa con enfoque de género para el manejo integral de la cuenca, mediante el desarrollo de procesos de gobernanza para la atención integral de la gestión de las cuencas.

Objetivos Específicos:

Promover la participación de mujeres, hombres, jóvenes y pueblos originarios en los procesos de manejo de la cuenca hidrográfica.

Tabla 18.

Marco Lógico del Programa 1

Componentes	Actividades	Indicadores	Medios de Verificación	Responsable
Componente 1: Promover la coordinación interinstitucional e intersectorial para el manejo sostenible y adaptativo de las cuencas hidrográficas	Crear espacios para el dialogo para la mediación en coordinación con los actores, sobre la organización, planificación y la toma de decisiones para la intervención en las cuencas.	Los dos primeros meses el año 2019, se lograra ejecutar dos reunión participativa con la asistencia en un 80% de los pobladores, por cada mes, para llegar a una organización y planificación de las tomas de decisiones para la intervención de las cuencas.	Actas Registro Informe	GADM Santa Ana de Cotacachi UNORCAC GADs Parroquial de Quiroga y Sagrario Juntas de agua Presidente o representante de cada comunidad.
	Formar un comité de manejo de la microcuenca, donde exista la participación de mujeres, hombres, jóvenes y pueblos originarios en los procesos de manejo de la cuenca hidrográfica	Al primer trimestre del año 2019, se lograr formar un comité de gestión con al menos el 85% de instituciones, relacionadas cuyo objetivo es tener un	Actas y acuerdos firmados por las instituciones que forman parte del comité de gestión. Registro	Prefectura de Imbabura GADM Santa Ana de Cotacachi GADs Parroquial de Quiroga y Sagrario

Continuación Tabla 18. Marco Lógico del Programa 1

	eficiente manejo de la microcuenca.	Informe	Juntas de agua UNORCAC Presidente o representante de cada comunidad.
Monitoreo y evaluación del cumplimiento de compromisos y condiciones concretadas en los acuerdos.	Se obtendrá datos del monitoreo o cumplimiento de compromiso al menos el 95% de los acuerdos que están estipulados.	Informe sobre monitoreo y evaluación. Actas y acuerdos Registro	GADM Santa Ana de Cotacachi GADs Parroquial de Quiroga y Sagrario Juntas de agua UNORCAC Presidente o representante de cada comunidad.

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Programa 2. Reforestación con especies nativas con fines de protección y conservación ambiental y manejo de cuencas

La microcuenca del Río Yanayacu, es una microcuenca que se ubica en la zona andina del cantón, se ubica aproximadamente en la zona central, según la ordenanza sustitutiva que delimita, regula, autoriza y controla el uso de riberas y lechos de ríos, lagos, lagunas, quebradas, cursos de agua acequias y sus márgenes de protección en el Cantón Santa Ana de Cotacachi. En el título II, Art 12.- Del área de Ribera, en el ítem a: trata sobre la sub zona exclusiva de protección, esta considera 6m desde el cauce natural de los ríos y 3m desde el borde natural de quebradas de la zona Andina y Urbana. En esta zona se deberá exclusivamente plantar especies vegetales que aporten a la conservación y protección de riberas o borde, no se permitirá la tala o remoción de la vegetación existente.

Objetivos

Objetivo general: Contribuir con la protección y recuperación de vegetación forestal nativa y arbustiva en márgenes ribereños de la red hídrica de la microcuenca del Río Yanayacu.

Objetivos específicos:

Implementar plantaciones de enriquecimiento y prácticas para manejo de regeneración natural.

Apoyar o fortalecer la formulación de ordenanzas municipal que actualmente está vigente que faciliten el manejo sostenible de este recurso hídrico y el ordenamiento del territorio

Tabla 19.

Marco Lógico del Programa 2

Componentes	Actividades	Indicadores	Medios de Verificación	Responsable
<p>Componente 2: Reforestación con especies nativas como son aliso (<i>Alnus acuminata</i>), arrayan (<i>Myrtus communis</i>), pumamaqui (<i>Oreopanax ecuadorensi</i>), laurel de cera (<i>Morella pubescens</i>), con fines de protección y conservación ambiental y manejo de cuencas.</p>	<p>Analizar las variables ambientales, tales como ecología, zonas de vida, clima y altitud, así como otras variables relacionadas con las especies forestales en sí mismas.</p>	<p>A mediados del segundo trimestre del año 2019 se logrará obtener un estudio del 90% de las variables medio ambientales, en cual se generará alternativas para contribuir a la protección y recuperación de vegetación forestal.</p>	<p>Estudio de las variables medio ambientales.</p>	<p>Prefectura de Imbabura GADM Santa Ana de Cotacachi UNORCAC GADs Parroquial de Quiroga y Sagrario Juntas de agua Comité de gestión de agua Presidente o representante de cada comunidad.</p>

Continuación Tabla 19. Marco Lógico del Programa 2

<p>Ejecutar el programa de reforestación forestal con fines de conservación ambiental y protección en riberas y quebradas de la red hídrica que forma la microcuenca del Río Yanayacu, basándose en la ordenanza establecida por el GADM Santa Ana de Cotacachi</p>	<p>Al finalizar el segundo trimestre y comienzo de tercer trimestre del año 2019, se habrán implementado, al menos, 150km de protección de márgenes ribereños en la microcuenca del Río Yanayacu.</p>	<p>Acuerdos y convenios entre los GADs parroquial de Quiroga y Sagrario y la Prefectura de Imbabura ya que las especies forestales serán donadas por esta institución</p> <p>Informes</p> <p>Registros</p>	<p>Prefectura de Imbabura</p> <p>GADM Santa Ana de Cotacachi</p> <p>UNORCAC</p> <p>GADs Parroquial de Quiroga y Sagrario</p> <p>Juntas de agua</p> <p>Comité de gestión de agua</p> <p>Presidente o representante de cada comunidad</p>
<p>Monitoreo y seguimiento de la reforestación que se llevara dentro de la zona de estudio.</p>	<p>A finales del tercer trimestre del año 2019, se logrará un eficiente seguimiento y evaluación del programa ejecutado por los pobladores de las comunidades con al</p>	<p>Informe sobre el monitoreo y seguimiento del programa de reforestación forestal con fines de</p>	<p>GADM Santa Ana de Cotacachi</p> <p>UNORCAC</p>

Continuación Tabla 19. Marco Lógico del Programa 2

<p>menos el 90% de cumplimiento, esto será dirigido por el comité de gestión de agua establecido en el primer trimestre del mismo año.</p>	<p>conservación ambiental y protección en riberas y quebradas de la red hídrica que forma la microcuenca del Río Yanayacu.</p>	<p>GADs Parroquial de Quiroga y Sagrario</p>
		<p>Juntas de agua</p>
		<p>Comité de gestión de agua</p>
	<p>Registros</p>	<p>Presidente o representante de cada comunidad</p>

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

Programa 3. Agricultura familiar con enfoque agroecológico

La microcuenca del Río Yanayacu mantiene una superficie donde los pobladores cercanos a esta red hídrica, se dedican a la agricultura, la ganadería; se puede visualizar que, en época seca, o donde se prolonga la sequía, disminuye el caudal y afecta de manera directa la producción de cultivos, aunque la mayoría de las comunidades que se dedican a la ganadería y agricultura es para sus hogares debido a que en algunas comunidades carecen de agua de riego. Otro problema que ellos atraviesan en esta época es los incendios que ponen en riesgo la vida de seres humanos, animales y cultivos, algunos provocados y otros resultados de la sequedad de pastizales.

Según la ordenanza sustitutiva que delimita, regula, autoriza y controla el uso de riberas y lechos de ríos, lagos, lagunas, quebradas, cursos de agua acequias y sus márgenes de protección en el Cantón Santa Ana de Cotacachi. En el título II, Art 12.- Del área de Ribera, en el ítem b: corresponde al área restante entre el límite externo de la zona de protección y el límite de la sub zona exclusiva de protección, se permitirá únicamente actividades de reforestación con especies nativas y actividades agropecuarias para la soberanía alimentaria como: sistemas agroforestales y silvopastoriles, cultivos de ciclo corto, cultivos frutales, pastoreo de bajo impacto.

Objetivos

Objetivo general: Contribuir al manejo sostenible del área de cultivos de la microcuenca hidrográfica del Río Yanayacu a través del establecimiento de sistemas agroecológicos integrales, como la silvicultura, para tener un manejo adecuado de la microcuenca.

Objetivos Específicos:

Fomentar un cambio de actitud en los beneficiarios de la microcuenca sobre la protección de los recursos naturales, manejo de plantaciones frutales, cultivos tecnificados y practica de conservación de suelo.

Establecer sistemas agroecológicos integrales, conjuntamente con los cultivos asociados de manera intensiva y extensa.

Tabla 20.

Marco Lógico del Programa 3

Componentes	Actividades	Indicadores	Medios de Verificación	Responsable
Componente 3: Agricultura Familiar con enfoque agroecológico	Ejecución de campañas de los beneficios que tendrán las familias por la transición hacia la agroecología integrada, desarrollando mesas de medio ambiente y agricultura para que sus participantes constituyan el foro ambiental rural de Cotacachi	En el segundo trimestre del año 2019 se promociona campañas sobre los beneficios que tendrán las familias participantes que asistirán a las mesas de medio ambiente y agricultura, sensibilizando en un 80%.	Módulos de las campañas de beneficios de la transición de cultivos tradicionales a una agroecología. Informe técnico de los resultados de los meses de medio ambiente y agricultura desarrollado en el foro ambiental rural de Cotacachi. Registro	GADM Santa Ana de Cotacachi GADs Parroquial de Quiroga y Sagrario Juntas de agua Comité de gestión de agua Mujeres de la UNORCAC Presidente o representante de cada comunidad
	Implementación, de escuelas agroecológicas, para promover un proceso de transición del manejo de cultivos convencional dependiente del uso de agroquímicos hacia a	A finales del segundo trimestre y finales del tercer trimestre del año 2019, se ejecutará por lo menos dos escuelas de agroecología, con una participación por parte de la academia que serán	Convenios entre la parte de la Academia formada por las Intuiciones de Educación Superior, personas o propietarios e interesados en esta implementación de las escuelas agroecológicas con las Mujeres de la UNORCAC, y el	GADM Santa Ana de Cotacachi GAD Parroquiales Mujeres de la UNORCAC

Continuación Tabla 20. Marco Lógico del Programa 3

sistemas de producción agroecológica	los promotores y desarrolladores de las escuelas agroecológicas y con la asistencia de un 90% de los pobladores de las comunidades dedicados a la agricultura.	GADM Santa Ana de Cotacachi Informes de cada avance y módulos desarrollados en las escuelas ecológicas. Registro	Presidente o representante de cada comunidad Comité de Gestión Integral de la cuenca
Fortalecer espacios estables para la comercialización de productores orgánicos, agroecológicos y productos artesanales.	En el último trimestre del año 2019 se fortalecerá en un 60% espacios que están dedicados a las ferias ecológicas organizado por las mujeres de la UNORCAC que estén para la comercialización de los productos orgánicos	Actas y convenios entre GADM Santa Ana de Cotacachi y las mujeres de la UNORCAC, donde se establece lugares para la feria agroecológica Registro	GADM Santa Ana de Cotacachi GAD Parroquiales Mujeres de la UNORCAC Presidente o representante de cada comunidad Comité de Gestión Integral de la cuenca

Nota. Datos obtenidos por: Vera, M. 2018 (La Autora)

6.5 Socialización

La socialización fue realizada en el Centro de Capacitaciones Jambi Mascari el día 26 de octubre a las 15:00, conto con la participación de los dirigentes o representantes de las comunidades que se encuentran en la zona de estudio el presidente de la UNORCAC y el representante de la Juntas de agua Chumavi. Mediante el tema expuesto a cada uno de los participantes se les entregó una encuesta para saber su criterio acerca de la investigación realizada; por lo cual se obtuvo los siguientes resultados que se detallan a continuación.

Tabla 21.

Resultados de la socialización

Pregunta	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Nulo
1. ¿Considera usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?	x				
2. ¿Considera usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?		x			
3. ¿Considera usted que el expositor mostró dominio del tema?		x			
4. ¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?	x				
5. ¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión?		x			
6. ¿Considera usted que el tema investigativo posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?		x			
7. ¿Considera usted que ésta investigación posee perspectiva para estudios complementarios posteriores?		x			
8. ¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización empresa pública o privada, comunidad o institución?		x			
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que éstos se cumplieron?	x				

Nota: Datos obtenidos por Vera, M., 2018 (La Autora)

Según las personas encuestadas nos da a conocer que las preguntas 1, 4 y 9 tiene un valor muy alto con respecto a la sala donde se desarrolló el evento, de igual manera el manejo del auditorio por parte del expositor y consideran que los objetivos planteados de la investigación, se cumplieron.

Para las preguntas 2, 3, 5, 6, 7 y 8 el criterio de los encuestados da un valor alto con respecto a estas preguntas, que se refiere al material audiovisual utilizado, el dominio del tema, facilidad de expresión por parte del expositor, con relación a las demás preguntas es en base del tema investigado, a la relevancia para algún actor o sector de la sociedad, si la investigación posee perspectiva para estudios complementarios y si el tema investigado tiene algún beneficio concreto.

Sin embargo, ninguna persona católogo con nivel medio, bajo o nulo, lo que se refiere que la socialización que se llevó a cabo fue de gran importancia y utilidad para las comunidades que están dentro de la zona de estudio.

7. CONCLUSIONES

- El análisis multitemporal de las imágenes permitió determinar los cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo en el intervalo de tiempo de 17 años (1991 – 2008); las superficies de las categorías: bosque, tierras agropecuarias y otras tierras disminuyeron en 1783,07 hectáreas que equivale al 19,85% de la superficie total, en cambio las superficies de las categorías de vegetación arbustiva- herbácea aumentaron en 1739,41 hectáreas que equivale al 19,35% de la superficie total.
- Para el intervalo de tiempo de 7 años (2008 – 2015), el análisis multitemporal de las imágenes determino los cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo; las superficies de las categorías de vegetación arbustiva-herbácea, disminuyeron en 2080,76 hectáreas que equivale al 23,15% de la superficie total, en cambio las superficies de las categorías: bosque, tierras agropecuarias y otras tierras aumentaron en 2085,76 hectáreas que equivale al 23,20% de la superficie total.
- En el modelamiento hidrológico para el periodo 1991 – 2008, para el año 1991, el caudal máximo se registró el 19 de marzo con un valor de $18,9\text{m}^3/\text{s}$, mientras que el caudal máximo para el año 2008 fue de $20,3\text{ m}^3/\text{s}$ registrado el 16 de abril, datos que corresponden a las épocas lluviosas de cada año. Datos que corresponden a las épocas secas de cada año, para el año 1991 el caudal máximo se registró el 20 de agosto un valor de $1.1\text{ m}^3/\text{s}$, mientras que el caudal máximo para el año 2008 fue de $1.4\text{ m}^3/\text{s}$ registrado el 16 de agosto.
- Para el periodo 2008– 2015, el modelamiento hidrológico establece que para el año 2008, el caudal máximo se registró el 16 de abril con un valor de $20,3\text{m}^3/\text{s}$, mientras que el caudal máximo para el año 2015 fue de $28,0\text{m}^3/\text{s}$ registrado el 13 de abril, datos que corresponden a las épocas lluviosas de cada año. Datos que corresponden a las épocas secas de cada año, para el año 2008 el caudal máximo se registró el 16 de agosto un valor de $1.4\text{ m}^3/\text{s}$, mientras que el caudal máximo para el año 2015 fue de $1,9\text{m}^3/\text{s}$ registrado el 08 de agosto.
- En la microcuenca del río Yanayacu en el período 1991 – 2008, existieron disminuciones bosque, tierras agropecuarias y otras tierras, en un 19,85% y un

aumento en el caudal de 1,4 m³/s y 0,3 m³/s correspondiente a las épocas lluviosa y seca respectivamente. En el período 2008 – 2015, existieron disminuciones de vegetación arbustiva en un 23,15% y un aumento en el caudal de 7,7 m³/s y 0,5 m³/s correspondiente a las épocas lluviosa y seca respectivamente, lo que indica que existe una incidencia directa a corto plazo en el aumento del caudal máximo en el punto de salida de la cuenca.

- Para tener un manejo integrado de la microcuenca Yanayacu, las estrategias más relevantes es la formación de un comité de gestión de agua, el mismo que tendrá como objetivo verificar la cantidad y calidad del agua, que cada usuario tenga la cantidad necesaria para agua de riego, los acuerdos establecidos se cumplan; posterior de la formación de este comité se establece el programa de reforestación forestal con fines de conservación ambiental y protección en riberas y quebradas de la red hídrica que forma la microcuenca del Río Yanayacu, basada en la ordenanza del GADM Santa Ana de Cotacachi. Otra estrategia a establecer es la Agricultura Familiar con enfoque agroecológico, como principal objetivo tiene la formación de escuelas agroecológicas, debido que, en el uso actual de suelo, está ocupado por tierras agropecuarias en un 60% de la superficie total.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear el modelo hidrológico usado en el presente trabajo en base al análisis multitemporal de la cobertura vegetal para cuencas y microcuencas pluviales montañosas.
- Se recomienda aplicar la metodología de análisis multitemporal mediante la combinación de la banda del infrarrojo cercano y las bandas del espectro visible, ya que se determinó que las coberturas de bosque y vegetación arbustiva-herbácea tienen mayor reflectancia en el infrarrojo; en el caso de tierras agropecuarias hay una confusión en la combinación de colores por lo que se recomienda utilizar imágenes con mayor resolución espectral.
- El software de modelamiento hidrológico HEC-HMS reportó valores de caudales máximos que pueden ser empleados en la fase de construcción del Proyecto Parque de Agua de la Marquesa, el mismo que proveerá de agua para consumo humano y riego a los cantones de Cotacachi.
- Las estrategias que se plantean, se espera que sea útil para comenzar a proteger y conservar la microcuenca Yanayacu, ya que dentro de esta zona de estudio se encuentra la vertiente la Marquesa que es la fuente de abastecimiento de agua para Cotacachi, que al mismo tiempo se fortalezca la agricultura familiar con enfoque agroecológico, que en Cotacachi ya se lleva a cabo y está dirigido por las mujeres que pertenecen a la UNORCAC.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, D. (2016). *Análisis multitemporal de la cobertura de páramo en la producción de agua en la cuenca alta del Río Apuela - Cantón Cotacachi*. Ibarra. Ecuador.
- Barrios, E. (2010). *Caudal ecológico- Salud del Ambiente, Agua para la gente*. WWF.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Básica y Aplicada*. GITS.
- Cabrera, J. (2012). *Modelos Hidrológicos*. Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil.
- Carmelo, A., Moreno, M., y Rodríguez, E. (2010). *Determinación experimental de la firma espectral de la vegetación*. Madrid. España.
- Chuvieco, E. (2002). *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Madrid. España.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). (2015). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)*. Quito. Ecuador: Registro Oficial N°303.
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito. Ecuador: Registro Oficial N°938.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito. Ecuador: Registro Oficial N°449.
- Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de clasificación de la Cobertura de la Tierra*.
- Estrada, S. y. (2012). Modelación hidrológica con HEC-HMS en cuencas montañosas de la región oriental de Cuba. *SciELO*, 71-80.
- García, I., Martínez, A., y Vidirales, G. (2009). *Balance Hídrico de la cuenca del Río Pixquiac*. México.
- Gómez, I. (2004). *Importancia del FODA*. México.

- Hernández, B. (2004). *Grandes obras de Ingeniería y su impacto ambiental*. COGITI.
- Hernández, P. &. (2009). *Patrones de respuesta espectral*. Chile.
- IGM. (2013). *GeoPortal-Instituto Geográfico Militar*. Obtenido de <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso>
- INAMHI. (2015). *Historial diario y mensual de precipitación y temperatura de los años 1991 hasta 2015*. Quito. Ecuador.
- INEC. (2002). *Censo Nacional Agropecuario*. Quito. Ecuador.
- Jain, A. (2000). *Hydro-ecological analysis of a sacred lake watershed system in relation to land-use cover change from Sikkim Himalaya*. Catena.
- Lagrost, E. (2010). *Modelos Hidrológicos*. Prentice Hall.
- Landsat, Science. (2015). *About Landsat Then and Now*. Recuperado el 15 de agosto de 2018 de USGS. Obtenido de <https://landsat.usgs.gov/landsat-science-teams>
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito. Ecuador: Registro Oficial N°305.
- Lujano, L. S. (2016). *Modelación hidrológica semidistribuida en la región hidrográfica de Titicaca: caso de estudio de cuenca del Río Ramis*. Perú.
- MAE. (2012). *Mapa Interactivo Ambiental - Patrimonio Natural - Ecosistemas del Ecuador*. Quito. Ecuador.
- MAE. (2012). *Programa Socio Bosque - Ministerio del Ambiente*. Quito. Ecuador.
- MAE. (2013). *Deterioro de la capa del suelo por las actividades antrópicas*. Loja. Ecuador.
- MAE. (2016). *Mapa Interactivo Ambiental - Patrimonio Natural - Cobertura y uso de la tierra*. Quito. Ecuador.

- Martínez, P. (2006). *Desarrollo Rural Sostenible*. Mc Graw Hill.
- McPhee, J. (2008). *Infiltración - Curva Número*. Chile.
- Medina, G. y. (2001). *Los Páramos en el Ecuador*. Quito. Ecuador.
- Medina, M. (2015). *Análisis multitemporal del cambio de la cobertura vegetal y uso de la tierra en el Cantón Gualaquiza 1987-2015*. Quito. Ecuador.
- Mendoza, M. B. (2002). *Implicaciones hidrológicas del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo*.
- Mendoza, M., Bocco, G., y López, M. (2002). *Implicación hidrológica del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo*.
- Meza, C. (2009). *Clasificación y análisis de la cobertura vegetal sobre la subcuenca Zamora Huayco- Cantón Loja*. Loja. Ecuador.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Plan Estratégico*. Colombia.
- Montaner, M. (1998). *Aproximación por el método de Thornthwaite, al cálculo de infiltración de lluvia útil*. Murcia. España.
- Morales, I. y Nuria, A. (2017). *Exposición, urbanismo, alimentación y espacios agrarios*. Madrid: Instituto Juan Herrera.
- Navarro, G., Rodríguez, A., y Moreira, S. (2017). *Sistema de Información Geográfica*. Lima. Perú.
- Ordenanza sustitutiva que delimita, regula, autoriza y controla el uso de riberas y lechos de ríos, lagos, lagunas, quebradas, cursos de agua, acequias y sus márgenes de protección en el Cantón Santa Ana De Cotacachi. (enero del 2014). Cotacachi. Ecuador.
- Pardi, H. (2014). *Evaporación, Evapotranspiración y Balance Hídrico*. Argentina.
- Pavón, A. (2011). *Análisis multitemporal de la Reserva Étnica Forestal Awá*. Quito.

- PDOT. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Cotacachi. Ecuador.
- Plan de Manejo RECC*. (2007). Cotacachi. Ecuador.
- Posada, E. (2008). *Prácticas de PDI con ERDAS*. Bogotá. Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Rejas, J. (2008). *Tratamiento digital previo a las imágenes*. Quito. Ecuador.
- SNI. (2013). *Archivos de Información Geográfica - Información IGM Base*. Quito. Ecuador.
- SNI. (s.f). *Sistema Ambiental - Pendientes sierra*. Quito. Ecuador.
- SNI. (s.f). *Sistema Ambiental - Taxonomía, Textura del suelo sierra*. Quito. Ecuador.
- Stehli, P. W. (2016). *Aplicación de un modelo hidrológico distribuido en una cuenca urbana*. Brasil.
- Suarez, M. (2011). *Interaprendizaje de Estadística Básica*. Quito. Ecuador.
- Tuesta, R. &. (2011). *ArcGis Básico*. Triago María. Perú.
- Uribe, N. (2010). *Conceptos básicos y guía rápida para el usuario- versión SWAT*. Texas. USA.

10. ANEXOS

Anexo 1. *Tabla de datos de precipitaciones de las estaciones meteorológicas para la interpolación*

Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Otavalo	1991	63,8	65,5	156,2	59,7	93,7	29,7	35,9	20,8	73,8	55,1	31,8	49,8	735,8
	2008	66,65	54,37	96,42	100,3	55,25	38,58	24,62	19,97	26,61	74,61	96,39	86,89	740,66
	2015	59,28	70,1	99,85	139,01	69,57	46,76	31,82	18,52	45,52	91,64	113,68	106,88	892,63
Atuntaqui	1991	77,2	97,7	105,6	96,4	85,9	34,1	25,5	20,9	43,4	41,6	42,2	56,1	726,6
	2008	87,2	107,1	109,3	80,9	79,5	45,7	33,9	20,5	41,2	49,9	97,5	100,9	853,6
	2015	87,74	43,6	88,34	174,9	83,8	29,94	39,6	20,82	46,6	93,94	101,28	105,96	916,52
Hda. La María	1991	55,9	68,4	99,4	47,8	67,1	29,8	32,4	21,3	69,4	69,9	57,9	93,9	713,2
	2008	63,9	75,3	148,5	66,6	81,7	28,5	24,6	22,2	91,1	50,3	96,1	106,3	855,1
	2015	90,59	49,58	78,35	75,72	94,24	51,91	40,01	22,12	67,91	98,11	107,69	91,27	867,5
Cotacachi	1991	30,2	45,7	132,5	56,2	92,2	41,1	42,1	30,4	75,7	90,4	104,8	95,2	836,5
	2008	73,9	85,3	148,5	46,6	81,7	28,5	34,6	42,2	101,1	60,3	146,1	126,3	975,1
	2015	94,7	67,16	101,04	147,8	84,9	56,97	31,18	21,98	65,52	86,56	102,86	104,1	964,77
Gualsaqui	1991	45,8	26,7	16,2	87,9	83,8	19,4	44,8	18,3	39,9	37,4	161,3	140,4	721,9
	2008	97,8	167,7	60,2	90,4	88,5	66,5	53,1	22,5	31,2	29,3	107,5	102,9	917,6
	2015	66,9	64,2	95,9	124,9	89,9	34,9	29,4	23,5	53,8	67,5	80,9	83,5	815,3

Nota: Datos obtenidos por Vera, M. 2018 (La Autora)

Anexo 2. *Tabla Datos de temperatura de las estaciones meteorológicas del año 1991 para la interpolación*

Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Otavaló	1991	12,1	12,1	12,1	12,2	12,2	12,0	11,6	11,7	12,2	12,0	12,1	12,3	12,06
Inguincho	1991	12,1	12,1	12,1	12,2	12,2	12,0	11,6	11,7	12,2	12,0	12,1	12,3	12,06
Cahuasqui	1991	12,2	12,2	12,0	12,1	12,3	13,0	12,9	12,2	12,2	12,1	12,0	11,9	12,26

Nota: Datos obtenidos por Vera, M. 2018 (La Autora)

Anexo 3. *Tabla de datos de temperatura de las estaciones meteorológicas del año 2008 para la interpolación*

Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Otavaló	2008	12,0	12,0	12,1	12,2	12,4	9,7	11,8	11,9	12,1	12,3	12,3	12,1	11,92
Inguincho	2008	12,0	12,0	12,1	12,2	12,4	9,7	11,8	11,9	12,1	12,3	12,3	12,1	11,92
Ibarra	2008	12,8	12,1	13,8	15,7	15,4	15,2	14,5	14,0	14,5	17,0	15,0	17,0	14,73
Lita	2008	12,0	12,0	12,1	12,2	12,4	9,7	11,8	11,9	12,1	12,3	12,3	12,1	11,92
Cahuasqui	2008	12,0	12,0	12,1	12,2	12,4	9,7	11,8	11,9	12,1	12,3	12,3	12,1	11,92

Nota: Datos obtenidos por Vera, M. 2018 (La Autora)

Anexo 4. *Tabla de datos de temperatura de las estaciones meteorológicas del año 2015 para la interpolación*

Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Otavalo	2015	14,5	15,7	14,5	15,6	14,0	13,5	13,5	14,0	14,7	25,5	1,8	12,8	14,2
Inguincho	2015	11,3	11,3	11,8	11,5	10,7	10,8	10,8	10,5	11,2	11,4	10,9	10,7	11,1
Ibarra	2015	14,3	14,6	13,2	13,1	12,8	12,7	11,9	11,3	10,7	11,0	11,9	12,0	12,5

Nota: Datos obtenidos por Vera, M. 2018 (La Autora)

Anexo 5. Resultados de la serie de entrada del modelo hidrológico año 1991 época

Project: Estación 1991 Simulation Run: Run 1							
Subbasin: CUENCA H							
Start of Run: 04mar1991, 00:00				Basin Model: CUENCA YANAYACU			
End of Run: 21mar1991, 00:00				Meteorologic Model: Modelo 1991			
Compute Time:06nov2018, 17:19:26				Control Specifications:Control 1991			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
05mar1991	12:00	4.00	2.85	1.15	2.1	0.0	2.1
06mar1991	00:00	4.00	2.49	1.51	2.9	0.0	2.9
06mar1991	12:00	1.50	0.85	0.65	1.8	0.0	1.8
07mar1991	00:00	1.50	0.82	0.68	1.5	0.0	1.5
07mar1991	12:00	2.00	1.03	0.97	1.9	0.0	1.9
08mar1991	00:00	2.00	0.97	1.03	2.1	0.0	2.1
08mar1991	12:00	4.50	2.00	2.50	4.4	0.0	4.4
09mar1991	00:00	4.50	1.77	2.73	5.4	0.0	5.4
09mar1991	12:00	5.00	1.75	3.25	6.4	0.0	6.4
10mar1991	00:00	5.00	1.55	3.45	7.0	0.0	7.0
10mar1991	12:00	9.00	2.40	6.60	12.0	0.0	12.0
11mar1991	00:00	9.00	1.99	7.01	14.0	0.0	14.0
11mar1991	12:00	6.50	1.24	5.26	11.8	0.0	11.8
12mar1991	00:00	6.50	1.11	5.39	11.3	0.0	11.3
12mar1991	12:00	6.00	0.92	5.08	10.7	0.0	10.7
13mar1991	00:00	6.00	0.84	5.16	10.7	0.0	10.7
13mar1991	12:00	4.00	0.52	3.48	8.1	0.0	8.1
14mar1991	00:00	4.00	0.49	3.51	7.5	0.0	7.5
14mar1991	12:00	3.00	0.35	2.65	6.0	0.0	6.0
15mar1991	00:00	3.00	0.33	2.67	5.6	0.0	5.6
15mar1991	12:00	3.50	0.37	3.13	6.3	0.0	6.3
16mar1991	00:00	3.50	0.36	3.14	6.5	0.0	6.5
16mar1991	12:00	1.50	0.15	1.35	3.8	0.0	3.8
17mar1991	00:00	1.50	0.14	1.36	3.0	0.0	3.0
17mar1991	12:00	5.50	0.51	4.99	8.5	0.0	8.5
18mar1991	00:00	5.50	0.48	5.02	10.1	0.0	10.1
18mar1991	12:00	10.00	0.79	9.21	16.9	0.0	16.9
19mar1991	00:00	10.00	0.70	9.30	18.9	0.0	18.9
19mar1991	12:00	4.00	0.26	3.74	10.7	0.0	10.7

Fuente: Software HEC-HMS

Anexo 6. Resultados de la serie de entrada del modelo hidrológico año 1991 época seca

Project: ESTACION 1991 Simulation Run: Run 1							
Subbasin: CUENCA H							
Start of Run: 12ago1991, 00:00				Basin Model: CUENCA YANAYACU			
End of Run: 20ago1991, 00:00				Meteorologic Model: MODELO1991			
Compute Time:06nov2018, 19:08:11				Control Specifications:CONTROL1991			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
12ago1991	00:00				0.0	0.0	0.0
12ago1991	12:00	1.50	1.45	0.05	0.1	0.0	0.1
13ago1991	00:00	1.50	1.37	0.13	0.2	0.0	0.2
13ago1991	12:00	1.00	0.87	0.13	0.3	0.0	0.3
14ago1991	00:00	1.00	0.84	0.16	0.3	0.0	0.3
14ago1991	12:00	1.00	0.81	0.19	0.4	0.0	0.4
15ago1991	00:00	1.00	0.79	0.21	0.4	0.0	0.4
15ago1991	12:00	0.50	0.38	0.12	0.3	0.0	0.3
16ago1991	00:00	0.50	0.38	0.12	0.3	0.0	0.3
16ago1991	12:00	1.00	0.74	0.26	0.5	0.0	0.5
17ago1991	00:00	1.00	0.71	0.29	0.6	0.0	0.6
17ago1991	12:00	0.50	0.35	0.15	0.4	0.0	0.4
18ago1991	00:00	0.50	0.34	0.16	0.3	0.0	0.3
18ago1991	12:00	0.50	0.34	0.16	0.3	0.0	0.3
19ago1991	00:00	0.50	0.33	0.17	0.3	0.0	0.3
19ago1991	12:00	1.50	0.96	0.54	0.9	0.0	0.9
20ago1991	00:00	1.50	0.92	0.58	1.1	0.0	1.1

Fuente: Software HEC-HMS

Anexo 7. Resultados de la serie de entrada del modelo hidrológico año 2008 época lluviosa

Project: Estacion 2008 Simulation Run: Run 1 Subbasin: Cuenca H							
Start of Run: 04abr2008, 00:00		Basin Model: Cuenca Yanayacu					
End of Run: 21abr2008, 00:00		Meteorologic Model: Metodo 2008					
Compute Time:06nov2018, 18:06:51		Control Specifications:Control 2008					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
07abr2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
07abr2008	12:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
08abr2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
08abr2008	12:00	5.50	4.94	0.56	0.9	0.0	0.9
09abr2008	00:00	5.50	4.02	1.48	2.5	0.0	2.5
09abr2008	12:00	6.00	3.62	2.38	4.4	0.0	4.4
10abr2008	00:00	6.00	3.01	2.99	5.8	0.0	5.8
10abr2008	12:00	6.00	2.54	3.46	6.9	0.0	6.9
11abr2008	00:00	6.00	2.18	3.82	7.7	0.0	7.7
11abr2008	12:00	9.50	2.87	6.63	12.2	0.0	12.2
12abr2008	00:00	9.50	2.34	7.16	14.3	0.0	14.3
12abr2008	12:00	6.50	1.36	5.14	11.7	0.0	11.7
13abr2008	00:00	6.50	1.21	5.29	11.1	0.0	11.1
13abr2008	12:00	9.00	1.47	7.53	14.5	0.0	14.5
14abr2008	00:00	9.00	1.27	7.73	15.7	0.0	15.7
14abr2008	12:00	6.00	0.76	5.24	12.2	0.0	12.2
15abr2008	00:00	6.00	0.69	5.31	11.3	0.0	11.3
15abr2008	12:00	11.00	1.13	9.87	18.1	0.0	18.1
16abr2008	00:00	11.00	0.98	10.02	20.3	0.0	20.3
16abr2008	12:00	5.00	0.41	4.59	12.4	0.0	12.4
17abr2008	00:00	5.00	0.38	4.62	10.1	0.0	10.1
17abr2008	12:00	7.50	0.54	6.96	13.3	0.0	13.3
18abr2008	00:00	7.50	0.49	7.01	14.3	0.0	14.3
18abr2008	12:00	6.00	0.37	5.63	12.4	0.0	12.4
19abr2008	00:00	6.00	0.35	5.65	11.9	0.0	11.9
19abr2008	12:00	5.00	0.27	4.73	10.3	0.0	10.3
20abr2008	00:00	5.00	0.26	4.74	9.9	0.0	9.9
20abr2008	12:00	0.00	0.00	0.00	2.5	0.0	2.5
21abr2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.5	0.0	0.5

Fuente: Software HEC-HMS

Anexo 8. Resultados de la serie de entrada del modelo hidrológico año 2008 época seca

Project: Estacion 2008 seco Simulation Run: Run 1 Subbasin: CUENCA H							
Start of Run: 08ago2008, 00:00		Basin Model: CUENCA YANAYACU					
End of Run: 16ago2008, 00:00		Meteorologic Model: MODELO 2008					
Compute Time:06nov2018, 21:01:52		Control Specifications:CONTROL 2008					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
08ago2008	00:00				0.0	0.0	0.0
08ago2008	12:00	1.00	0.98	0.02	0.0	0.0	0.0
09ago2008	00:00	1.00	0.94	0.06	0.1	0.0	0.1
09ago2008	12:00	1.00	0.91	0.09	0.2	0.0	0.2
10ago2008	00:00	1.00	0.87	0.13	0.2	0.0	0.2
10ago2008	12:00	1.50	1.25	0.25	0.4	0.0	0.4
11ago2008	00:00	1.50	1.19	0.31	0.6	0.0	0.6
11ago2008	12:00	1.50	1.13	0.37	0.7	0.0	0.7
12ago2008	00:00	1.50	1.08	0.42	0.8	0.0	0.8
12ago2008	12:00	0.50	0.35	0.15	0.5	0.0	0.5
13ago2008	00:00	0.50	0.34	0.16	0.4	0.0	0.4
13ago2008	12:00	1.00	0.67	0.33	0.6	0.0	0.6
14ago2008	00:00	1.00	0.65	0.35	0.7	0.0	0.7
14ago2008	12:00	1.50	0.93	0.57	1.1	0.0	1.1
15ago2008	00:00	1.50	0.89	0.61	1.2	0.0	1.2
15ago2008	12:00	1.50	0.85	0.65	1.3	0.0	1.3
16ago2008	00:00	1.50	0.82	0.68	1.4	0.0	1.4

Fuente: Software HEC-HMS

Anexo 9. Resultados de la serie de entrada del modelo hidrológico año 2015 época lluviosa

Project: ESTACIÓN2015 Simulation Run: Run 1 Subbasin: CUENCA H							
Start of Run: 08abr2015, 00:00		Basin Model: CUENCA YANAYACU					
End of Run: 20abr2015, 00:00		Meteorologic Model: MODELO2015					
Compute Time:06nov2018, 18:45:32		Control Specifications:CONTROL2015					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
08abr2015	00:00				0.0	0.0	0.0
08abr2015	12:00	9.00	7.63	1.37	2.1	0.0	2.1
09abr2015	00:00	9.00	5.67	3.33	5.7	0.0	5.7
09abr2015	12:00	5.00	2.56	2.44	5.3	0.0	5.3
10abr2015	00:00	5.00	2.24	2.76	5.6	0.0	5.6
10abr2015	12:00	15.00	5.31	9.69	16.4	0.0	16.4
11abr2015	00:00	15.00	3.86	11.14	21.7	0.0	21.7
11abr2015	12:00	16.00	3.11	12.89	25.6	0.0	25.6
12abr2015	00:00	16.00	2.41	13.59	27.7	0.0	27.7
12abr2015	12:00	15.00	1.81	13.19	27.6	0.0	27.6
13abr2015	00:00	15.00	1.50	13.50	28.0	0.0	28.0
13abr2015	12:00	9.00	0.78	8.22	19.9	0.0	19.9
14abr2015	00:00	9.00	0.70	8.30	17.8	0.0	17.8
14abr2015	12:00	10.50	0.74	9.76	19.6	0.0	19.6
15abr2015	00:00	10.50	0.67	9.83	20.3	0.0	20.3
15abr2015	12:00	9.00	0.52	8.48	18.3	0.0	18.3
16abr2015	00:00	9.00	0.48	8.52	17.8	0.0	17.8
16abr2015	12:00	13.00	0.63	12.37	23.7	0.0	23.7
17abr2015	00:00	13.00	0.57	12.43	25.4	0.0	25.4
17abr2015	12:00	10.00	0.40	9.60	21.4	0.0	21.4
18abr2015	00:00	10.00	0.37	9.63	20.3	0.0	20.3
18abr2015	12:00	0.00	0.00	0.00	5.2	0.0	5.2
19abr2015	00:00	0.00	0.00	0.00	1.0	0.0	1.0
19abr2015	12:00	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2
20abr2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

Fuente: Software HEC-HMS

Anexo 10. Resultados de la serie de entrada del modelo hidrológico año 2015 época seca

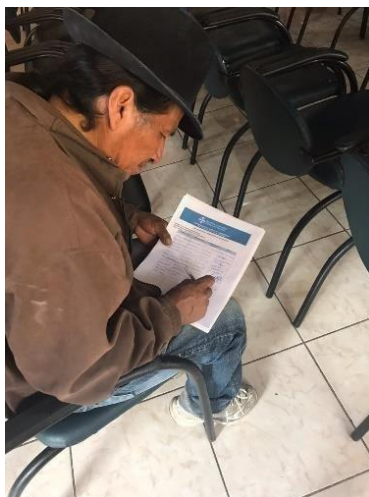
Project: Estacion 2015 seco Simulation Run: Run 1							
Subbasin: CUENCA H							
Start of Run: 01ago2015, 00:00				Basin Model: CUENCA YANAYACU			
End of Run: 09ago2015, 00:00				Meteorologic Model: MODELO2015			
Compute Time:06nov2018, 21:17:46				Control Specifications:CONTROL2015			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01ago2015	00:00				0.0	0.0	0.0
01ago2015	12:00	0.50	0.50	0.00	0.0	0.0	0.0
02ago2015	00:00	0.50	0.49	0.01	0.0	0.0	0.0
02ago2015	12:00	1.00	0.94	0.06	0.1	0.0	0.1
03ago2015	00:00	1.00	0.91	0.09	0.2	0.0	0.2
03ago2015	12:00	1.50	1.31	0.19	0.3	0.0	0.3
04ago2015	00:00	1.50	1.24	0.26	0.5	0.0	0.5
04ago2015	12:00	1.50	1.18	0.32	0.6	0.0	0.6
05ago2015	00:00	1.50	1.12	0.38	0.8	0.0	0.8
05ago2015	12:00	1.50	1.06	0.44	0.9	0.0	0.9
06ago2015	00:00	1.50	1.01	0.49	1.0	0.0	1.0
06ago2015	12:00	2.00	1.28	0.72	1.4	0.0	1.4
07ago2015	00:00	2.00	1.21	0.79	1.6	0.0	1.6
07ago2015	12:00	2.00	1.14	0.86	1.7	0.0	1.7
08ago2015	00:00	2.00	1.07	0.93	1.9	0.0	1.9
08ago2015	12:00	1.00	0.51	0.49	1.2	0.0	1.2
09ago2015	00:00	1.00	0.50	0.50	1.1	0.0	1.1

Fuente: Software HEC-HMS

Anexo 11. *Fotografías de la socialización*




Tomada por: Vera, M., 2018 (La Autora)



Tomada por: Vera, M., 2018 (La Autora)

Anexo 12. Formato de encuesta realizada en la socialización



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación, por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA			
EXPOSITOR			
LUGAR	DENTRO PUCESI		FUERA PUCESI


NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

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

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					
EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?					
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema Investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					
8. ¿Considera Usted que el tema Investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o Institución?					
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					
REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					
MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD					
INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO					

Elaborado por: Departamento de vinculación ECAA (2018)

Anexo 13. Listado de asistentes a la socialización del tema investigado



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: MARIA JOSE VERA
CARRERA: CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO
FECHA: VIERNES 26 DE OCTUBRE DEL 2018

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCIÓN A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Pedro Lanchimbo	100291446-0	El Cercado	Pedro Lanchimbo
Maria Sanchez	100439965-3	El Cercado	Maria Sanchez
Maria Nela La Cruz	700793864-4	AZAYA	Maria Nela La Cruz
Carla Guerrero	100446847-4	COTACACHI	Carla Guerrero
Zuñon Narvora	100163459-1	Blanca	Zuñon Narvora
Rosa Vera	100197780-8	Cotacachi	Rosa Vera
Joan Guerrero	100446848-2	Colacachi	Joan Guerrero
Luis Alvaro Morales	1707337935	UNORCAC	Luis Alvaro Morales
Angel Gonzalez	100255540-5	San Pedro	Angel Gonzalez
Juli B. Zaida	100225013-5	Tenorio UNORCAC	Juli B. Zaida
Blanca Chávez	100345208-7	EL Batán	Blanca Chávez
Mano Sotomayor	100370723-7	PUCE-SI	Mano Sotomayor
Rafael Tamayo	1001148616	Itaqui	Rafael Tamayo
Alicia Lanchimba	777554844-5	Antuga	Alicia Lanchimba
Magdalena Juez	100166460-0	La Calera	Magdalena Juez
Rosa Calderon	100201228-1	Itaqui	Rosa Calderon
Gladys Huano	100297211-8	La Calera	Gladys Huano
Alexandro Guerrero	100299155-0	La Calera	Alexandro Guerrero

