

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS-



CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHITÁ.

JAIRO RAFAÉL VILLATORO COX.

Carné: 201440809

Mazatenango, mayo de 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Luis Felipe Arias Barrios
Coordinador Académico

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Marco Vinicio Salazar Gordillo
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lic. Henrich Herman León
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A DIOS:

Porque en mis manos me hicieron y me formaron.

A MI MADRE:

María Lucila Cox Tzunún, por ser los pilares más importantes de este logro. Gracias por su esfuerzo y apoyo.

A MI PADRE :

Vitelio Manuel Villatoro González, Como un homenaje póstumo a su amor.

A MIS HERMANOS

Paolo Moisés, Elías Heriberto, Vitelio Manuel de Jesús y Yaved Eduardo Noé, con amor y cariño por su apoyo incondicional.

A MI HERMANA

Brenda Marisela, por su amor y apoyo incondicional.

A MIS SOBRINOS:

Cristian Mariano, Génesis Galilea, Gabriela de los Ángeles, María Celeste y María del Cielo, espero que siempre logren sus metas.

A MIS AMIGOS:

De la universidad, y cercanos a mi hogar, todos los momentos compartidos con ustedes siempre vivirán.

Carta de agradecimiento a

Quiero agradecer principalmente a Dios quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mi madre que con apoyo incondicional, amor y confianza permitió que logre culminar mi carrera profesional.

A mi madre María Lucila Cox Tzunún, quien con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos, Pablo Moisés, Elías Heriberto, Vitelio Manuel de Jesús y Yaved Eduardo Noé, y Hermana, Brenda Marisela, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Sur-occidente (CUNSUROC), porque en sus aulas y pasillos desarrollé las habilidades necesarias para enfrentar la vida con profesionalismo, quien me permitió culminar satisfactoriamente la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al MSc. Ing. Eysen Rodrigo Enríquez Ochoa, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su asesoría, tiempo, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

También a Ing. Gal. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñonez Melgar, por su apoyo incondicional, tiempo y dedicación en asesoría como revisora en trabajo de graduación.

ÍNDICE

Contenido	Página
Abstract	6
I Resumen	8
II Introducción	10
III Planteamiento del problema.....	12
IV Justificación	13
V Objetivos.....	14
5.1 General	14
5.2 Específicos.....	14
VI Marco Referencial.....	15
6.1 Antecedentes históricos del Cantón Chitá.....	15
6.1.1 Ubicación	15
6.1.2 Vías de acceso	16
6.1.3 Servicios comunitarios.....	17
6.1.4 Zonas de vida y clima	17
6.1.5 Hidrología.....	18
6.1.5.1 Identificación de la cuenca	18
6.1.5.2 Río Chitá.....	19
6.1.6 Vertiente del Pacífico.....	21
6.1.7 Capacidad de uso del suelo	21
6.1.8 Serie de suelo.....	21
VII Marco Teórico	22
7.1 Cuenca hidrográfica.....	22
7.2 Importancia de una cuenca hidrográfica	22
7.3 Manejo de cuencas hidrográficas.....	23
7.4 Componentes de la cuenca hidrográfica	23
7.5 Tipos de corrientes superficiales	24
7.6 División de la cuenca hidrográfica	26
7.7 Tipos de cuencas.....	27

7.8	Divisoria de aguas o parte aguas	28
7.9	Característica morfométrica de la cuenca	29
7.9.1	Delimitación de la cuenca hidrográfica.....	30
7.9.2	Metodología para delimitar una cuenca hidrográfica	30
7.9.3	Aspectos lineales de la cuenca	31
7.9.4	Perímetro de la cuenca	31
7.9.5	Cálculo del perímetro de la cuenca	32
7.9.7	Radió de bifurcación (Rb).....	33
7.9.8	Longitud media de corrientes (Lmc).....	34
7.9.9	Radió de longitud medio (Rlm).....	35
7.9.10	Longitud acumulada de corrientes (La)	35
7.10	Aspectos de superficie	36
7.10.1	Área de la cuenca	36
7.10.1.1	Cálculo del área de la cuenca	37
7.10.2	Importancia del área de la cuenca	37
7.10.3	Forma de la cuenca	38
7.10.4	Relación de forma (Rf)	39
7.10.5	Razón circular de Miller (Rc)	40
7.10.6	Radió de elongación (Re)	41
7.10.7	Densidad de drenaje (D).....	41
7.10.8	Frecuencia o densidad de corrientes (Fc).....	42
7.10.9	Red de drenaje	43
7.11	Aspectos de relieve	43
7.11.1	Cálculo de relieve de la cuenca.....	44
7.11.2	Pendiente media de la cuenca (Sc).....	44
7.11.3	Pendiente del canal o cauce principal (Scp)	46
7.11.4	Elevación media de la cuenca (Em).....	47
7.11.5	Métodos para cálculo de elevación de la cuenca.....	48
7.11.5.1	Método de la curva hipsométrica.....	48
7.11.5.2	Método de las cuadrículas	49
7.11.6	Coeficiente de relieve (Rh).....	49

7.11.7	Coeficiente de robustez (Rr).....	50
7.12	Guatemala considerado área vulnerable a inundaciones y desbordamientos.	50
7.12.1	Recomendaciones en caso de inundaciones.....	51
VIII	Metodología.....	53
8.1	Características morfométricas.....	53
8.1.1	Determinación de los aspectos lineales de la cuenca.....	54
8.1.2	Determinación de los aspectos de superficie.....	56
8.1.3	Determinación de los aspectos de relieve.....	60
8.4	Condiciones biofísicas del Cantón Chitá.....	63
8.5	Plan de actividades para disminuir los daños, causados por las inundaciones y desbordamientos de la subcuena del río Chitá.....	65
IX	Resultados y discusión.....	66
9.1	Determinación de las característica morfométricas de la subcuena del río Chitá. Mazatenango, Suchitepéquez.	66
9.2	Descripción biofísica del Cantón Chitá.....	74
9.3	Plan para reducir el riesgo a inundaciones y desbordamientos en la subcuena del río Chitá.....	77
X	Conclusiones.....	85
XI	Recomendaciones.....	86
XII	Referencias Bibliográficas.....	87
XIII	Anexos.....	94
13.1	Identificación de áreas vulnerables a desbordamientos e inundaciones.....	94
13.2	Procedimientos de los cálculos de las características morfométricas.	97
13.2.1	Aspectos lineales.....	97
13.2.2	Aspectos de Superficie.....	98
13.2.3	Aspectos de relieve.....	99
13.3	Acta de Constitución de Cantón Chitá.....	105

Índice de Figuras

Figura No. 1 Mapa de colindancias del Cantón Chitá.....	16
Figura No. 2 Mapa de ubicación de la subcuenca del río Chitá.....	20
Figura No. 3 Atributos de la forma de una cuenca	38
Figura No. 4 Mapa de la delimitación de la subcuenca del río Chitá.....	66
Figura No. 5 Mapa de orden de corriente	68
Figura No. 6 Gráfica Log Nu vrs U	71
Figura No. 7 Gráfica Log Lu vrs U	71
Figura No. 8 Mapa de curvas a nivel	72
Figura No. 9 Curva Hipsométrica.....	73
Figura No. 10 Modelo de gaviones en ribera de río.....	82
Figura No. 11 Pérdida de suelo en la ribera del río Chitá.....	94
Figura No. 12 Dragado del río Chitá por el desbordamiento del río.....	94
Figura No. 13 Pérdida de cobertura forestal en la ribera del río Chitá.....	95
Figura No. 14 Área vulnerable a desbordamiento	95
Figura No. 15 Mapa de amenaza por deslizamientos e inundaciones CONRED..	96
Figura No. 16 Mapa delimitado a mano	103
Figura No. 17 Mapa de curvas a nivel a mano.....	104

Índice de Cuadros

Cuadro No. 1 Valores interpretativos de factor de forma.....	40
Cuadro No. 2 Porcentajes de pendientes media de la cuenca.....	45
Cuadro No. 3 Porcentajes de pendientes del cauce principal.....	47
Cuadro No. 4 Elemento del método curva hipsométrica.....	62
Cuadro No. 5 Orden de corriente.....	67
Cuadro No. 6 Coeficientes morfométricos de la subcuenca del río Chitá.....	69
Cuadro No. 7 Presupuesto de la actividad propuesta: reforestación.....	80
Cuadro No. 8 Presupuesto de la actividad propuesta: construcción de gaviones.	82
Cuadro No. 9 Presupuesto de la actividad propuesta: campaña de educación ambiental.....	84
Cuadro No. 10 Cálculos del método de curva hipsométrica	100
Cuadro No. 11 Cuadro de resultados método intersecciones.....	101

Abstract

Cantón Chitá was established on the banks of the sub-basin of the Chitá river, on January 7th, 1986, due to its geographic and climatic location, the population lives at risk of floods and overflows, especially during the rainy seasons. It shows that in 2017 the Chitá river overflowed, damaging the population surrounding the river and the bridge that leads to the center of Cantón Chitá.

Based on the above, the present investigation was carried out with the objective of characterizing morphometrically the sub-basin of the Chitá river, calculating the linear, surface and relief aspects. To carry out the morphometric characterization of the sub-basin, cartographic sheets were used at a scale of 1: 50,000 from San Lorenzo (1859-II), Chicacao (1959-IV) from the department of Suchitepéquez, Retalhuleu (1859-I) and Santa Catarina Ixtahuacán (1960 III), from the department of Sololá. Likewise, the biophysical conditions of Cantón Chitá were described and a plan of activities was proposed to help reduce the damages caused by overflows and floods.

Among the determined biophysical conditions of the Chitá Cantón, it is located in the subtropical (warm) Very Humid Forest life zone, -bmh- S (c) -, the terrain relief is 5%, classified as a gentle slope (p2), is at 334 meters above sea level, with an average temperature of 26 ° C and an annual rainfall of 2,969 mm per year, the length of the Chitá river that serves as the boundary between the Chitá and Coteles canton is 789.62 m.

The sub-basin of the Chitá river begins at Finca Altamira at 2,040 meters above sea level and ends at San Lorenzo, Suchitepéquez; At 80 meters above sea level it has an area of 42.73 km², it is characterized by being a very elongated sub-basin with a 0.04 form factor, well drained and with a rapid decrease in surface runoff. It is formed by a main channel of 33.95 km and a slope of the channel of 5.78%, 58 currents with an average length of 1.63 km.

The proposed plan contains activities aimed at reducing the risk of floods and overflows on the banks of the sub-basin of the Chitá river, among them are;

construction of gabions, reforestation on the riverbank, and environmental education program. Those responsible for its execution are the COCODE, as well as the entire population of the place, with an estimated time span of four years.

I Resumen

El Cantón Chitá fue establecido en la ribera de la subcuenca del río Chitá, el siete de enero de 1986, debido a su ubicación geográfica y climática, la población vive en riesgo a inundaciones y desbordamientos, especialmente durante las épocas lluviosas. Muestra de ello que en 2017 el río Chitá se desbordó dañando a la población aledaña al río y al puente que conduce hacia el centro del Cantón Chitá.

Tomando como base lo anterior, se realizó la presente investigación con el objetivo de caracterizar morfométricamente la subcuenca del río Chitá, calculando los aspectos lineales, de superficie y de relieve. Para llevar a cabo la caracterización morfométrica de la subcuenca, se utilizaron hojas cartográficas a escala 1:50,000 de San Lorenzo (1859-II), Chicacao (1959-IV) del departamento de Suchitepéquez, Retalhuleu (1859-I) y Santa Catarina Ixtahuacán (1960 III), del departamento de Sololá. Así mismo se describió las condiciones biofísicas del Cantón Chitá y proponer un plan de actividades que ayude a reducir los daños ocasionados por los desbordamientos e inundaciones.

Entre las condiciones biofísicas determinadas del Cantón Chitá, está ubicada en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido), –bmh- S(c)-, el relieve del terreno es del 5%, clasificado como una pendiente suave (p2), está a 334 msnm, con una temperatura media de 26 C° y una precipitación pluvial anual de 2,969 mm al año, la longitud del río Chitá que sirve de límite entre el Cantón Chitá y Cocales es de 789.62 m.

La subcuenca del río Chitá inicia en la Finca Altamira a 2,040 msnm y finaliza en San Lorenzo, Suchitepéquez; a 80 msnm tiene un área de 42.73 km², se caracteriza por ser una subcuenca muy alargada con factor de forma 0.04, bien drenada y con rápido descenso de escorrentía superficial. Está formada por un cauce principal de 33.95 km y una pendiente del cauce de 5.78%, 58 corrientes con longitud media de 1.63 km.

El plan propuesto contiene actividades dirigidas a reducir el riesgo a inundaciones y desbordamientos en la ribera de la subcuenca del río Chitá, entre ellas están; construcción de gaviones, reforestación en la ribera, y programa de educación ambiental. Los responsables de su ejecución son el COCODE, así como toda la población del lugar, con un lapso de tiempo estimado de cuatro años.

II Introducción

El Cantón Chitá está ubicado a cuatro kilómetros al sur oeste de la ciudad de Mazatenango, fue fundado en la ribera del río Chitá y legalizado el siete de enero de 1986, tiene una extensión territorial de 19.8752 Ha, está limitado al norte con la Finca Chitalón, al sur con Finca Chitá, al este con Cantón Cocalés y al oeste con Finca Coralia.

Esta investigación tiene como objetivo general caracterizar morfométricamente la subcuenca del río Chitá, así mismo determinar los aspectos lineales, de superficie y de relieve de la subcuenca, en la cual se describieron las condiciones biofísicas del área de estudio, elaborando un plan de actividades para reducir los daños causados por las inundaciones y desbordamientos del río Chitá.

Se utilizaron hojas cartográficas a escala 1:50,000, para trazar las corrientes, el cauce principal y el parte aguas de la subcuenca, ubicando el punto de aforo en la parte más baja de la subcuenca, en el municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez antes de unirse al río Icán. Con un lápiz se trazó la corriente del río Chitá, seguidamente se trazaron las corrientes permanentes e intermitentes, para el trazo de las corrientes efímeras, se utilizó el comportamiento de las curvas a nivel; el trazo del parte aguas se realizó de acuerdo a las partes altas de la subcuenca, para el cálculo de los aspectos morfométricos se utilizaron las fórmulas propuestas por Horton (1945), Ibáñez (2004) y Miller (1953), para obtener la cuenca delimitada se realizó un análisis utilizando un software, sistema de información geográfico (SIG) y trazo a mano.

Como resultados se determinó que la subcuenca del río Chitá es muy alargada con factor de forma de 0.04, bien drenada con velocidades de corrientes superficiales rápidas y capaz de evacuar las aguas de precipitación con mucha rapidez produciendo crecidas instantáneas, lo que ocasiona el desbordamiento de sus cauces y alta producción de sedimentos; la subcuenca del río Chitá tiene un área de 42.73 km², 58 corrientes con longitud media de 1.63 km; un cauce principal de 33.95 km de largo.

La cuenca se inicia a una elevación de 2,040 msnm y desciende hasta los 80 msnm, es medianamente accidentado con pendiente media de 12%, la pendiente del cauce principal 5.78%, y el 50% del área de la subcuenca se encuentra a una elevación de 450 msnm, es una cuenca relativamente joven con buen escurrimiento superficial de las aguas de lluvia.

El plan propuesto contiene actividades dirigidas a reducir los daños ocasionados por los desbordamientos e inundaciones, entre ellas están reforestación y conservación de la ribera del río Chitá, instalación de gaviones y sensibilización ambiental, los responsables para la ejecución de las actividades sería el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), con un tiempo estimado de cuatro años para su elaboración.

III Planteamiento del problema

El Cantón Chitá está ubicado en la ribera del río Chitá, según los pobladores del lugar, antes del establecimiento de la comunidad, el cauce del río era reducido y cubierto por bosque, no existía riesgo para la población. En los últimos dos años éste, en época de lluvia se ha desbordado, causando daño a los cultivos y a las viviendas, especialmente durante las tormentas tropicales.

En la recién época lluviosa del año 2017, el problema de inundaciones y desbordamientos se acrecentó, el río se salió de su cauce natural y causó daños a los pobladores, en cultivo de maíz, zacate y frijol, y a la infraestructura del puente del Cantón Chitá. Parte del problema es causado por tala de los árboles de la ribera del río, que sirven como estabilizadores del cauce y por las fuertes precipitaciones. Las inundaciones y desbordamientos ponen en riesgo la vida y los recursos de los pobladores del Cantón Chitá en las futuras épocas lluviosas, especialmente a seis familias que viven cerca del río.

Para ayudar a reducir los daños ocasionados por las inundaciones y desbordamientos del río Chitá, en dicha población se realizó la caracterización morfométrica de la subcuenca del río Chitá. Esta caracterización conlleva la determinación de las características superficiales, físicas y de relieve, que incluye un plan de actividades que ayude a reducir los riesgos a inundaciones y desbordes del río Chitá en la comunidad.

Con la ejecución de esta investigación se responden las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las condiciones geofísicas de la subcuenca del río Chitá? ¿Cuáles son las condiciones biogeofísicas del Cantón Chitá? ¿Qué actividades se pueden implementar para evitar inundaciones y desbordamientos del río Chitá?.

IV Justificación

Cantón Chitá debido a su ubicación, es considerado por la Coordinadora Nacional para Reducción de Desastres, (CONRED), como área susceptible a inundaciones y desbordamientos debido a que se encuentra en la ribera del río Chitá, muestra de ello es que en 2017, el mencionado río se salió de su cauce afectando a las familias de la comunidad, ocasionando daños en la infraestructura vial y al puente Chitá, estos daños implicaron pérdidas económicas y acceso al Cantón Chitá.

En época de lluvia la población del Cantón Chitá, está en riesgo y debido a ello existe miedo en la población de perder sus pertenencias, incluso la vida. Hasta la fecha las autoridades municipales y departamentales no han realizado acciones para reducir el riesgo, por lo tanto existe la necesidad de generar propuestas o acciones que ayuden a que la población viva segura.

Con base a lo expuesto anteriormente se plantea la presente investigación, la cual pretende dar respuesta a dicha problemática por medio de un plan de manejo que ayude a la conservación de la subcuenca del río Chitá y al mismo tiempo disminuya el riesgo a inundaciones y desbordamientos de la subcuenca del río Chitá.

V Objetivos

5.1 General

- Caracterizar morfométricamente la subcuenca río Chitá.

5.2 Específicos

- Determinar los aspectos lineales, de superficie y de relieve de la subcuenca.
- Describir las condiciones biofísicas del Cantón Chitá.
- Elaborar un plan de actividades para reducir los daños causados por las inundaciones y desbordamientos del río Chitá.

VI Marco Referencial

6.1 Antecedentes históricos del Cantón Chitá

Antiguamente el Cantón Chitá pertenecía al Cantón Cocales. En 1982 y 1983 el presidente Ríos Montt, quien obligó a los ciudadanos a patrullar por las noches, conformando la Patrulla de Autodefensa Civil. (PAC). Cuando los patrulleros de la comunidad Chitá, les tocaba patrullar, llegaban hasta el centro de Cantón Cocales, a cuidar a la población de Cocales, pero se dieron cuenta que los patrulleros de Cantón Cocales, no llegaban hasta la comunidad Chitá, por lo que hubieron molestias y empezaron a gestionar la legalización de la comunidad como un Cantón, logrando el 7 de enero de 1986, su independencia. Le denominaron el nombre de Cantón Chitá, por pertenecer a la Finca Chitá. (Cache, 1997).

Los primeros habitantes que lucharon por legalizar el Cantón Chitá, fueron los señores; Virgilio Ixcoy, Jerónimo Lucas Ajeataz, Gregorio Pérez y Victoriano Tupul. (Cache, 1997).

6.1.1 Ubicación

El Cantón Chitá está ubicado a 14°31'36.78" latitud norte y 91°31'46.65" longitud oeste, a cuatro kilómetros al sur oeste de la ciudad de Mazatenango, tiene una extensión territorial de 19.8752 Ha, limita al norte con la Finca Chitalón, al sur con Finca Chitá, al este con Cantón Cocales y al oeste con Finca Coralia.

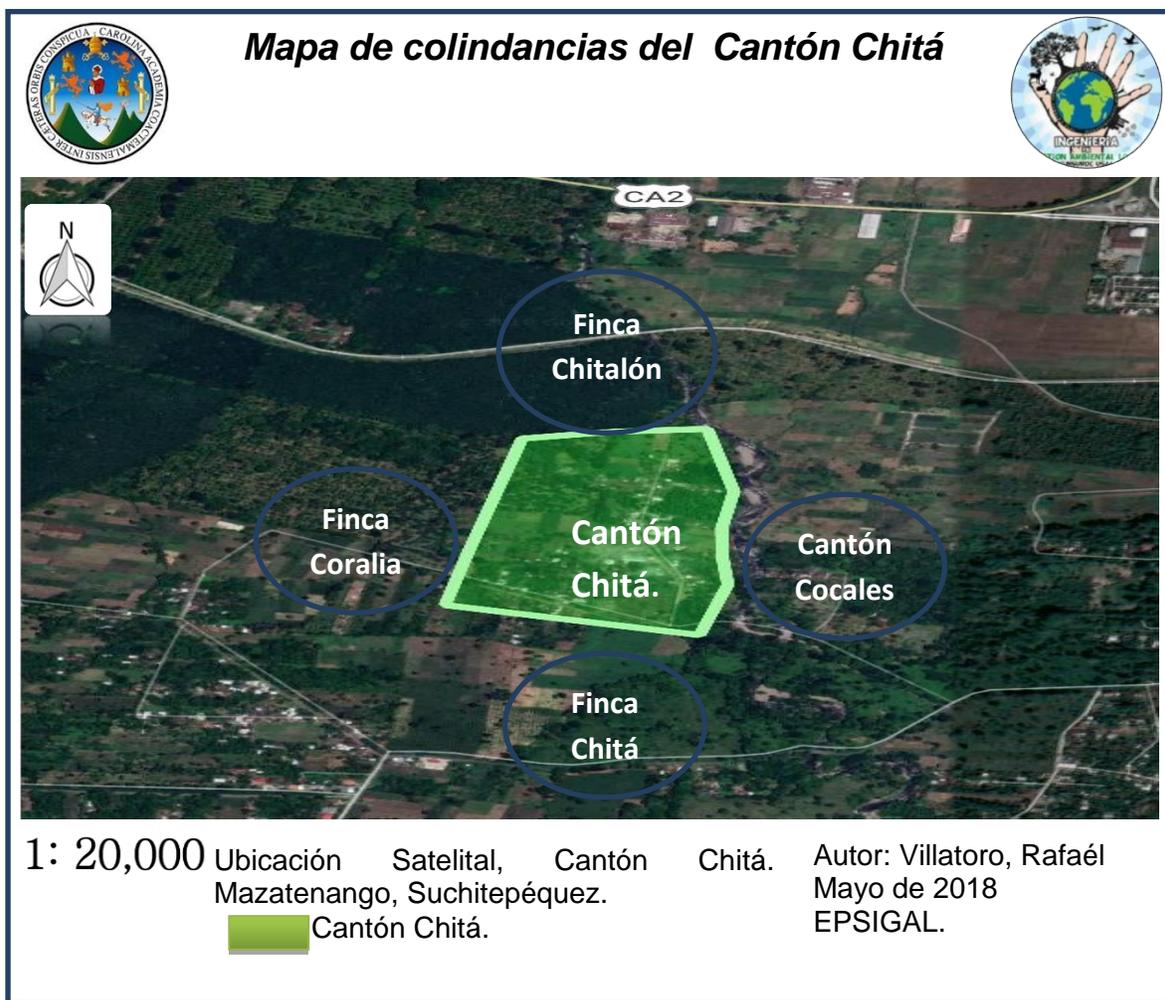


Figura No. 1. Mapa de colindancias del Cantón Chitá, Mazatenango, Suchitepéquez.

Fuente: Elaborado en base a Google Maps 2018. Quantum Gis.

6.1.2 Vías de acceso

Para llegar al Cantón Chitá, si se viene de Mazatenango se toma un bus ruta veintidós que conduce hacia Tierras del Pueblo, el tiempo estimado es de quince minutos y el costo de pasaje es de dos quetzales. El camino es asfaltado desde el centro de Mazatenango hacia la entrada del Cantón Chitá, para llegar al centro del Cantón Chitá, el camino es de terracería y la distancia es de un kilómetro. Otra vía de acceso es por un camino de terracería que inicia en el Centro Universitario del Suroccidente (CUNSUROC).

6.1.3 Servicios comunitarios

a) Vías de transporte colectivo

Existen dos personas que cuentan con línea de transporte, para el uso colectivo de personas, proporcionada por el comité de buses extraurbanos de la ciudad de Mazatenango, el precio del pasaje es de dos quetzales desde el centro del Cantón Chitá, hacia la ciudad de Mazatenango.

b) Venta de pollo

Existe una personas que se dedica a la venta de pollo por libra, el producto lo comercializa dentro y fuera del Cantón Chitá, el precio de la libra es de doce quetzales.

c) Venta de tortillas

En la localidad del Cantón Chitá, existen cuatro personas que se dedican a la venta de tortillas de maíz.

d) Tienda

En el Cantón Chitá, existen ocho tiendas de consumo diario, que venden productos alimenticios e higiene para la población de dicho Cantón, productos como; arroz, frijol, maíz, tomates, azúcar, pastas, aceite entre otros.

e) Educación

La Escuela Oficial Rural Mixta Cantón Chitá atiende a 169 estudiantes de primaria en el año 2018, entre las edades de cinco a catorce años; los jóvenes viajan hacia la ciudad de Mazatenango a estudiar los niveles básico y diversificado.

6.1.4 Zonas de vida y clima

El Cantón Chitá se encuentra en la zona de vida, Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) –bmh- S(c)-; el cual se caracteriza por tener un clima cálido, con un relieve plano a accidentado, con una abundante vegetación, entre los que abundan esta: volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium*

cyclocarpum), palo colorado (*Sickingia salvadorensis*), tabacón (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), árbol de almendro (*Andira inermis*). (Robles, 2012).

En el territorio del Cantón Chitá, las lluvias son escasas en la época seca, con 33 mm promedio al mes. La superficie de los suelos es seca en lugares donde no hay vegetación, la cobertura forestal es escasa, debido al cambio de uso del suelo, las principales especies forestales nativas que actualmente se encuentran en el Cantón Chitá son: volador (*Terminalia oblonga*), palo blanco (*Tabebuia donnell smithii*), cedro (*Cedrela sp*), palo de hormigo (*Platymiscium dimorphadru*), plumillo (*Schizolobium parahyba*), zapote (*Pouteria sapota*). (INSIVUMEH 2018).

En el Cantón Chitá la temperatura media es de 26°C, y la precipitación pluvial media anual es de 2,996 mm (INSIVUMEH, 2018).

6.1.5 Hidrología

El río Chitá, sirve de límite al este entre el Cantón Chitá y Cantón Cocales, este límite tiene una longitud de 789.62 m, es una corriente permanente, está ubicada dentro de la cuenca del río Sis Icán, que pertenece a la vertiente del Pacífico. Las aguas del río Chitá son utilizadas por los pobladores para usos domésticos y en época seca para el riego de cultivos, por lo que es un recurso natural importante para los habitantes.

Otra fuente de agua, son los treinta siete pozos artesanales distribuidos en el territorio del Cantón Chitá, sus aguas son utilizados para uso doméstico y consumo humano.

6.1.5.1 Identificación de la cuenca

La subcuenca del río Chitá, pertenece a la cuenca hidrográfica del río Sis-Icán, que es una de las dieciocho cuencas de la vertiente del Pacífico de Guatemala, ésta cuenca tiene una superficie de 919 km² y sus aguas son drenadas en el Océano Pacífico. (Piedra Santa, 2011).

Según García (2014), el río Sís se inicia en las faldas del Volcán Santa María, Quetzaltenango, éste río atraviesa los municipios de Pueblo Nuevo, San Francisco Zapotitlán, del departamento de Suchitepéquez y pasa por San Felipe, San Andrés Villa Seca ambos del departamento de Retalhuleu.

Atraviesa al oeste de la aldea Chacalté Sís, en la finca Copalchí recibe el río Popoyá, le afluye el río San Gabriel y el zanjón Cabo de Hornos, al oeste de la laguneta del Muerto, recibe el río Peras y finalmente desemboca en el río Icán. (García, 2014).

El río Icán es un corto río costero del suroccidente de Guatemala con una longitud de cincuenta y tres km, nace en la Sierra Madre, en las laderas del volcán de Santo Tomás, en el departamento de Suchitepéquez y discurre en dirección del sur, atravesando la planicie costera de Suchitepéquez para desembocar en el Océano Pacífico. (INSIVUMEH, 2018).

6.1.5.2 Río Chitá

Se encuentra localizado entre los municipios de Zunilito, San Francisco Zapotitlán, Mazatenango y San Lorenzo, del departamento de Suchitepéquez, el río se inicia específicamente en la Finca Altamira, ubicado al sur de las faldas del Volcán Santo Tomás o Pecul. (Escobar, 2018).

A lo largo de su recorrido fluye suavemente al sur, atraviesa al oeste de la cabecera departamental de Sololá y del municipio de Zunilito y aguas abajo, al este de la aldea San Francisco Zapotitlán. Prosigue su curso al norte del casco de la finca Chitalón, pasa al este del Cantón Chitá, que sirve de límite con Cantón Cocales, se dirige al oeste del Cantón Cocales y del municipio de San Gabriel, continúa su rumbo al oeste de la aldea San Rafael, finalmente el río Chitá desemboca en el río Icán en el las coordenadas 91°33'00" longitud oeste y 14°25'27" latitud norte, del municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez. (Escobar 2018).



Mapa de la subcuenca del río Chitá.



Leyenda

Orden de corrientes

-  1
-  2
-  3
-  4
-  Subcuenca del río Chitá.



○ Ubicación del Cantón Chitá.

Sistema de referencia coordenadas
Proyectadas GTM.
Autor: Villatoro, Rafaél
21/02/2019
EPSIGAL

1:130,000

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Figura No. 2 Ubicación del Cantón Chitá en la subcuenca del río Chitá.

Fuente: Elaborado con base a shape de ríos, MAGA (2016).

6.1.6 Vertiente del Pacífico

Esta vertiente ocupa el 22% del territorio guatemalteco, con numerosos ríos incluidos en dieciocho cuencas hidrográficas, la vertiente del Pacífico de Guatemala cuenta con un área de captación de 19,220 km², su línea costera tiene una longitud de 255 kilómetros, los cuales se ubican dentro de la provincia biogeográfica de Chiapas-Nicaragua (Arrivillaga, 2003).

Sus ríos tienen longitudes cortas, un promedio de 110 km, originándose a alturas promedio de 3,000 msnm, debido a ser una región con intensas precipitaciones en la zona tienen períodos de gran intensidad que producen crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración (INSIVUMEH, 2018).

La vertiente del Pacífico está conformada por dieciocho cuencas hidrográficas: Río Achiguate, río Acomé, río Aguacapa, río Coyolate, río los Esclavos, río Sis-Icán, Lago Atitlán, río Olopa, río Madre Vieja, río María Linda, río Nahualate, río Naranjo, río Ocosito, río Paso Hondo, río Paz, río Salamá, río Suchiate y río Coatan, (INSIVUMEH, 2018).

6.1.7 Capacidad de uso del suelo

El suelo del Cantón Chitá es arcilloso, de color marrón oscuro, tiene un mal drenaje y la infiltración del agua es lenta; el suelo es de clase II, lo que significa que son suelos cultivables con pocas limitaciones, aptas para el riego, con topografía plano accidentado. (MAGA & ESPREDE-CATIE; 2001).

Los cultivos que se pueden encontrar actualmente en el lugar son, piña, banano, yuca, plátano, papaya y maíz, cultivos con los cuales los pobladores obtienen un ingreso económico para beneficio de su familia.

6.1.8 Serie de suelo

Según el MAGA & ESPREDE-CATIE (2001), el suelo pertenece a la serie Ixtan, (IX), lo que indica que el suelo es de color café muy oscuro (marrón), la mayoría del terreno, se encuentra entre pendientes suave del 5%, sus tierras son fértiles, irrigadas por un río Chitá.

VII Marco Teórico

7.1 Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica está compuesta por un conjunto de superficies vertientes constituidas por la superficie del suelo y de una red de drenaje formada por los cursos de agua que fluyen hasta llegar a un único punto de salida, de acuerdo a la definición es la unión de varios afluentes de agua que van a desembocar a un lago o mar, siendo un recurso importante para la biodiversidad. (Sperling, 2007).

Para Jiménez (2003), una cuenca hidrográfica es un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar.

Una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua; también se define como la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. (Sánchez, y Artieda, 2004).

7.2 Importancia de una cuenca hidrográfica

Las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe alrededor de comunidades. Son necesarias para brindar un hábitat a plantas y animales, y proporciona agua potable para las personas, sus cultivos, animales e industrias. También proporciona la oportunidad para diversión y de disfrutar la naturaleza. La protección de los recursos naturales en nuestras cuencas es esencial para mantener la salud y el bienestar de todos los seres vivos, tanto en el presente como en el futuro, es necesario cuidar las fuentes hídricas para poder utilizar el agua de los ríos, para satisfacer las necesidades de las personas. (Villegas, 2004).

Según Ortega (2012). La importancia de las cuencas hidrográficas consiste en que, albergan gran variedad de recursos naturales y se preserva y mejora la calidad de vida de los organismos residentes, de comunidades y de todo el país.

7.3 Manejo de cuencas hidrográficas

El manejo de la cuenca es el conjunto de esfuerzos tendientes a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales, que establecen una solución al problema causado por el deterioro y mal uso de los recursos naturales renovables, así como de las cuencas hidrográficas, para lograr un mejor desarrollo de la sociedad humana inserta en ellas y de la calidad de vida de la población. (Figuerola, 2003).

El manejo de cuencas se refiere a la gestión que el hombre realiza a nivel de la cuenca para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida para lograr una calidad de vida acorde con sus necesidades. (Gómez, 2004).

De acuerdo a las definiciones se llegó a concluir que, el manejo de cuencas son acciones de organizaciones gubernamentales o privadas, que intervienen al cuidado de una cuenca hidrográfica, siendo un recurso natural que beneficia a las personas que viven en las parte altas, medias y bajas de una red de drenaje.

7.4 Componentes de la cuenca hidrográfica

a) Subcuenca

Una subcuenca son los ríos secundarios que desaguan sus aguas a un río principal, se refiere a territorios que drenan por un curso de agua que desemboca a un cauce principal de una cuenca, dentro de una cuenca puede haber varias subcuenca. (Faustino, 2006).

Reynoso (2002), indica que son territorios que drenan por un curso de agua que desembocan en el curso principal de una cuenca, lo que significa que la cuenca se subdivide en subcuenca que corresponden a los cursos de agua que terminan en un cauce principal.

De acuerdo a las definiciones anteriores, se le llama subcuenca a los ríos que van a desembocar a una cuenca principal, se componen por varias micro cuencas que

son riachuelos o quebradas de afluentes de orden uno que alimentan a una subcuenca.

b) Micro cuenca

Una micro cuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una subcuenca, o sea, que una subcuenca está dividida en varias micro cuencas. Son afluentes a los ríos secundarios, caños, quebradas y riachuelos que desembocan y alimentan a los ríos secundarios. Varias micro cuencas pueden conformar una subcuenca. (Faustino, 2006).

Una micro cuenca son unidades pequeñas, originándose quebradas, riachuelos, caños que drenan de las laderas y pendientes altas, que desembocan sus aguas a un subcuenca. También la micro cuenca constituyen las unidades adecuadas para la planificación de acciones para su manejo. (Reynoso, 2002).

7.5 Tipos de corrientes superficiales

a) Permanentes

Ochoa (s.f), menciona que las corrientes permanentes contienen agua todo el tiempo, ya que aún en época de sequía es abastecida continuamente, pues el nivel freático siempre permanece por arriba del fondo del cauce.

Los ríos cuyas aguas no se secan, incluso en períodos de escasas precipitaciones (lluvia), son muy importantes en las regiones de climas secos, áridos o semiáridos, principalmente en la agricultura. (Muñoz, 2007).

De acuerdo a las definiciones anteriores, se llegó a concluir; que las corrientes permanentes son las que lleva agua todo el tiempo, lo que hace que el río mantenga su caudal, sin importar la época del año, esto hace que los pobladores puedan utilizar el agua para riego de cultivos y otros usos.

b) Efímera

De acuerdo a Ochoa (s.f.), una corriente efímera es aquella que lleva agua cuando llueve e inmediatamente después. Son todas aquellas corrientes de zanjones y surcos que han escurrido por el suelo hasta llegar a desembocar a un río.

Corriente que fluye sólo en respuesta directa a la precipitación o al flujo de una fuente intermitente, son aquellas aguas que fluyen sus aguas después de una lluvia, luego desaparece su caudal, dejando rastro de su tránsito como lo son los zanjones o surcos. (Barbosa, 2002).

Con base a las definiciones anteriores se llegó a concluir que una corriente efímera, es un cuerpo de agua denominado riachuelo o zanjón que lleva agua después de una lluvia, en la cual va a desembocar a una red de drenaje.

c) Intermitentes

De acuerdo a Ochoa (s.f.), la corriente intermitente lleva agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en época de lluvias; su aporte cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.

En época seca su caudal desaparece, poniendo en riesgo la vida de animales acuáticos o terrestres que la utilizan para satisfacer sus necesidades. (Barbosa, 2002).

Con base a lo anterior, se concluye que, una corrientes intermitente es aquella que lleva un caudal durante la época lluviosa, en cuanto termina el tiempo de invierno su cauce disminuye hasta quedar seco.

7.6 División de la cuenca hidrográfica

a) Cuenca alta

Según Ordóñez (2011), la cuenca alta corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros limitadas en su parte superior por líneas divisorias de agua, en esta zona las pendientes resultan elevadas, los valles estrechos y los procesos fluviales que prevalecen son erosivos, la cuenca alta corresponde a la zona donde nace el río, el cual se desplaza por pendiente.

Es aquella área donde se suscita el nacimiento de agua, el cuál se desplazará sobre una superficie de grandes proporciones. En esta área es poseedora de una gran capacidad para generar erosión. Esta área se ubica en las áreas montañosas como también en las cabeceras de los cerros. (Muñoz, 2007)

b) Cuenca media

De acuerdo a Ordóñez (2011), la cuenca media junta las aguas recolectadas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido, en donde visiblemente no hay erosión, la pendiente es menos inclinada que en las partes altas y los procesos erosivos son más moderados.

En esta área se genera un equilibrio entre el material sólido, el cual es atraído por la fuerza de la corriente y el material que sale. La erosión y sedimentos realizan labores de manera simultánea pero no en el mismo lugar ni durante el mismo tiempo. (Muñoz, 2007).

c) Cuenca baja

Ordóñez (2011), menciona que la cuenca baja o zonas transicionales es donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales, donde se produce un cambio de pendiente, el río desagua o desemboca en zonas bajas aquí prevalece el proceso de sedimentación.

Es el área de la cuenca, donde se deposita el material extraído de las zonas altas. Tal proceso de almacenamiento es ejecuta dentro del denominado cono de deyección o en las llanuras aluviales. (Muñoz, 2007).

7.7 Tipos de cuencas

a) Exorreicas

Según Rojas (2017), las cuencas exorreicas están formadas por ríos que vierten su agua en el océano, por una red de drenaje que va a desembocar sus aguas al océano.

Son aquellas que pueden desembocar sus aguas hacia el mar u océanos, debido a que posee salidas fluviales. Este tipo de cuenca no queda encerrada entre los conjuntos de montañas debido sus caracterizaciones físicas. (Ocampo, 2004).

b) Endorreicas

Está formada por los ríos que desaguan en mares interiores, lagos o lagunas, son cuencas cerradas que retienen el agua y no permiten salidas a otros cuerpos de agua, como ríos u océano, pero convergen en lagos o mares interiores, pueden ser permanentes o temporales, que llegan a su equilibrio mediante evaporación. (Rojas, 2017).

Es el tipo de cuenca que no posee salida fluvial hacia el mar, ocasionando la formación de sistemas de agua estancada tales como lagos y lagunas, como consecuencia de esto. El agua de las lluvias o precipitaciones que cae sobre estos sistemas de drenaje natural, permanece allí y solo abandona ese ambiente por infiltración o evaporación. (Ocampo, 2004).

Por lo general, las cuencas (endorreicas como exorreicas), son generadoras de una gran cantidad de afluentes, lo cuáles desembocan en el curso de agua principal, pudiendo ser en océanos o mares como también en lagos o lagunas. Simultáneamente, a medida que tales afluentes se aproximan a su destino final,

pierden progresivamente su intensidad original, de la cual eran poseedores al principio del curso del descenso. (Luzuriaga, 2007).

c) Arreica

Es una región continental interior, sin salida al mar y sin una red de drenaje definida. Es decir que corresponden a cuencas que generalmente carecen de cursos de agua o en las que es muy difícil determinar la divisoria de agua debido a su lento escurrimiento. Son cuencas cuyas aguas no desembocan ni en lagos ni en mares, pues se evaporan o se infiltran al suelo, desapareciendo del paisaje. (Rojas, 2017).

Cuando las aguas de una cuenca no poseen ningún tipo de salida ni desembocadura hacia lagos, mares u océanos, se puede determinar a este tipo de cuenca como arreica. Este fenómeno de inamovilidad de agua se debe como consecuencia de la evaporación o infiltración de tales aguas dentro del suelo (Ocampo, 2004).

d) Cuenca Criptorreica

Es una región continental de drenaje subterráneo carente de una red de drenaje definida, es decir donde de repente desaparecen las corrientes. (Rojas, 2017).

Corresponde al flujo de aguas subterráneas, esto ocurre en las cuevas. Se alimentan de la lluvia que va a través de los suelos. (Luzuriaga, 2007).

7.8 Divisoria de aguas o parte aguas

Es el límite entre las cuencas hidrográficas contiguas de dos cursos de agua. A cada lado de la divisoria, las aguas de lluvia acaban siendo recolectadas por los ríos principales de las cuencas respectivas, la divisora de agua separa las precipitaciones que caen en las lluvias por medio de esorrentía. (Rodríguez, 2010).

En geografía, alineación de cumbres que separa las aguas de dos cuencas hidrográficas contiguas. Las más corrientes son las de tierras altas o montañas.

Basta un ligero cambio de inclinación para que se produzca la separación de las aguas. Se dice divisoria continental aquella que encamina a las aguas a diferentes Océanos (Álvarez, 2002).

Parte aguas, línea de las cumbres o línea divisoria de las aguas, es el punto con mayor elevación Altimétrica, cabe agregar que la línea divisoria de las aguas es una línea imaginaria, la que delimita la cuenca y moldea su cauce desde la zona alta hasta llegar aguas abajo hasta desembocar en el océano o laguna. (Álvarez, 2002).

Según Ordoñez (2011), es una línea imaginaria que delimita la cuenca hidrográfica. Marca el límite entre ésta y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. También se denomina “parte aguas”.

7.9 Característica morfométrica de la cuenca

La caracterización de una cuenca está dirigida fundamentalmente a cuantificar todos los parámetros morfométricos que describen su estructura física y territorial, con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de sus recursos naturales, pero también para identificar los problemas presentes y potenciales. Las características morfométricas son; aspectos lineales: (perímetro de la cuenca, radio de bifurcación , longitud media de corrientes, radio de longitud medio y longitud acumulada de corrientes); aspectos de superficie: (área de la cuenca, relación de forma, relación circular, radio de elongación, densidad de drenaje, frecuencia de drenaje); aspectos de relieve: (pendiente media de la cuenca, pendiente del cauce principal, elevación media de la cuenca, coeficiente de relieve y robustez) (Umaña, 2002).

Fernández (2012), define la caracterización morfométrica de la cuenca como un inventario detallado de los recursos y las condiciones biofísicas, socioeconómicas y ambientales de la cuenca y sus interrelaciones. La caracterización está dirigida fundamentalmente a cuantificar las variables que tipifican a la cuenca con el fin de

establecer la vocación, posibilidades y limitaciones de sus recursos naturales y el ambiente y las condiciones socioeconómicas de las comunidades que la habitan.

7.9.1 Delimitación de la cuenca hidrográfica

Consiste en definir una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación o salida mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el nombre de línea neutra de flujo. (Faustino, 2006).

Según Ruíz y Torres (2003), existen maneras de delimitar o delinear cuencas hidrográficas, cada una de ellas se utiliza de acuerdo al propósito que se desee alcanzar. Maneras de delimitar que van desde las realizadas manualmente, sobre un plano topográfico o directamente en pantalla, hasta las que se realizan digitalmente de forma semiautomática, con las herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y con la información base geo-espacial. Todas las formas de delimitar conducen al mismo objetivo, sin embargo, la diferencia radica en la precisión; y es allí donde el método que se utilice y la información base, determinarán la calidad del trabajo final.

7.9.2 Metodología para delimitar una cuenca hidrográfica

Según Martínez (2007), para delimitar una cuenca, subcuenca o micro cuenca se realiza con los siguientes pasos:

- a. Establecer el punto de aforo sobre el cual definirá una cuenca, subcuenca o micro cuenca, antes de desembocar a un cauce principal, en la hoja cartográfica o plataformas de sistemas de información geográficas. .
- b. Trazar la red de drenaje, principal y tributarios, identificando el orden de corrientes, siendo corriente de primer orden aquel que no recibe agua de otra corriente, corriente de segundo orden, la unión de dos corrientes de primer orden, corriente de tercer orden, es la unión de dos corrientes de segundo orden, así sucesivamente hasta lograr identificar el orden del cauce principal.

c. Se identifica los extremos de la red los puntos más altos, cerros, colinas o montañas.

d. Con la red de drenaje, los puntos de referencia más elevados en el contorno de la cuenca se procede a marcar la división de las aguas. Para identificar la división, tener en cuenta el valor de las curvas de nivel y cuando ellos indican el drenaje fuera o dentro de la cuenca. La divisoria corta perpendicularmente a las curvas de nivel y pasa por los puntos de mayor nivel topográfico.

e. Para finalizar con el trazo de la cuenca, en donde se obtiene la cuenca delimitada, la red de drenaje, estos procedimientos es el mismo trazo de subcuenca y micro cuencas.

7.9.3 Aspectos lineales de la cuenca

Los aspectos lineales son elementos de la cuenca hidrográfica cuyas mediciones se efectúan en relación con su longitud, el perímetro, el orden de corriente, el radio de bifurcación, la longitud media de corrientes, el radio de longitud medio y la longitud acumulada de corriente. (Ramírez, 2015).

Los aspectos lineales o de forma son utilizadas para estudiar mediante los aspectos morfométricos, que atienden a la relación del área con el cauce principal que la drena, su análisis permite clasificar las cuencas hidrográficas, por medio de los resultados de los coeficientes lineales. (Villegas, 2004).

7.9.4 Perímetro de la cuenca

El perímetro de la cuenca se representa con: (P), en dimensiones de kilómetros (km), es la dimensión de la línea que limita la cuenca hidrográfica, de una red de drenaje a otra, a lo largo de la divisoria topográfica de aguas. (Fuentes, 2004).

Por perímetro de cuenca se entiende a la longitud del contorno o divisoria de aguas del área de la cuenca. Es la distancia que habría que recorrer si se transitara por todos los filos que envuelven la cuenca. El perímetro de la cuenca

es un parámetro importante, pues en conexión con el área, se puede definir la forma de la cuenca. (Ordoñez, 2011).

El perímetro de la cuenca se mide con un longímetro o curvímetro, pasándolo sobre toda la línea del parte aguas que limita la cuenca hidrográfica. Otro método sencillo es el de superponer un hilo sobre la línea del perímetro y luego medir este con una regla graduada y determinar la longitud del mismo de acuerdo a la escala del mapa. (Londoño, 2001).

7.9.5 Cálculo del perímetro de la cuenca

El cálculo del perímetro de la cuenca, debido a que la cuenca es irregular se realiza comúnmente por medio de dos métodos.

- a. Hilo mojado: con un hilo, se coloca alrededor de la línea divisoria y posteriormente se mide con cualquier regla graduada. La medida obtenida se convierte a las unidades (km) de acuerdo a la escala del mapa con el cual se trabajase. Los centímetros se convierten a kilómetros utilizando la escala del mapa. (Umaña, 2002).
- b. Método del curvímetro: consta de una rueda móvil, que se recorre sobre toda la superficie irregular del perímetro de la cuenca, los centímetros obtenidos se convierte a escala del mapa y se representan en kilómetros lineales. (Villon 2002)

7.9.6 Orden de los cauces.

El orden de corrientes o cauces es una clasificación, que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca. (Aparicio, 2012).

Para la clasificación de los cauces, Horton 1945 sugirió el número de orden de un río, como una medida de la ramificación del cauce principal en una cuenca hidrográfica. Un cauce de primer orden es aquel que no tiene algún tributario. Un cauce de segundo orden es uno que posee únicamente ramificaciones de primer orden, es decir, que es la resultante de la confluencia de dos corrientes de orden uno. Un cauce de tercer orden es el que posee solamente ramificaciones de

primero y segundo orden, y es originado por la unión de dos cauces de orden dos. (Ordoñez, 2011).

El orden de las corrientes permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. Se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal. Hay varios sistemas de jerarquización, siendo los más utilizados el de Horton (1945) y el de Strahler (1964). (Ordoñez, 2011).

7.9.7 Radió de bifurcación (Rb)

Teniendo en cuenta que el número de cauces de un orden dado es menor que para el orden inmediatamente inferior, pero mayor que los del orden inmediatamente superior, Horton (1945) introdujo la razón de bifurcación (Rb), para definir la relación existente entre el número de cauces de un orden dado (Nu), al número de cauces de orden inmediatamente superior (N u+1). (Ordoñez, 2011).

Fórmula **$Rb = Nu \div N u+1$**

Donde

Rb= Radió de bifurcación

Nu= Número de corrientes de orden U (es el orden de corriente que conforma la cuenca)

N (u+1) = número de corrientes de orden superior siguiente.

Este índice tiene relación con la forma y el comportamiento hidrológico de una cuenca, de tal manera que los valores bajos suelen corresponder a cuencas redondeadas, de menor pendiente por lo cual, en teoría, podrían darse las más bruscas crecidas, tras un tiempo de concentración largo causado por el déficit de canales de drenaje. Por el contrario, altas relaciones de bifurcación indica área de fuertes pendientes con rápidas concentraciones de la esorrentía, pero con crecidas poco importantes. En general, los valores cercanos a dos revelan áreas

de escaso relieve, valores entre tres a cinco corresponden a áreas de montañas. (Gil, 2009).

De acuerdo a las definiciones anteriores se llegó a la conclusión que el radio de bifurcación es el parámetro que indica la forma de la cuenca y la rapidez con que el agua transita, como también los valores, entre más se acerque a 0, son cuencas con poca escorrentía por lo general redondas o ovaladas, los valores altos corresponden a cuencas alargadas con descenso veloces de agua.

7.9.8 Longitud media de corrientes (Lmc)

Es un indicador de pendientes, que indica que las cuencas con longitudes cortas reflejan pendientes muy escarpadas y las cuencas con longitudes largas reflejan pendientes suaves o planas. (Gil, 2009).

De forma similar a la relación de bifurcación, se define la longitud media de corriente, como la proporción existente entre la longitud media de los segmentos de un orden dado y la de los segmentos del orden inmediato inferior (Horton, 1945). Así la longitud media acumulada de los segmentos de órdenes sucesivos tiende a formar una progresión geométrica cuyo primer término es la longitud media de los segmentos de primer orden y tiene por razón una relación de longitud constante, de esta manera queda anunciada la ley de longitud de los cauces. (Gil, 2009).

Fórmula

$$\mathbf{Lmc = Lu / Nu}$$

Donde

Lmc= longitud media de corrientes.

Lu: longitud de las corrientes de orden U.

Nu: número de corrientes de orden U.

U= orden de corriente que se conforma la cuenca.

7.9.9 Radió de longitud medio (RIm)

Es una propiedad dimensional que refleja el tamaño característico de los cauces y de las superficies de sus cuencas contribuyentes ya que los ríos largos implican mayor cantidad de afluentes y por supuesto el área superficial que ocupan es mayor, que por aquellos ríos recorridos cortos. (Ruíz, 2001).

En una cuenca hidrográfica, la longitud media de los cauces aumenta a medida que aumenta el orden. Y está definida como la relación entre la longitud media de los cauces de un orden dado, entre la longitud de los cauces de orden inmediatamente inferior (Londoño, 2001).

Fórmula:

$$RIm = L_u / L_{(U-1)}$$

Donde

L_u = longitud de corrientes de orden u (km)

$L_{(u-1)}$ = Longitud de corrientes de orden inferior $U-1$ (km)

7.9.10 Longitud acumulada de corrientes (L_a)

Este parámetro cuantifica la longitud total de las corrientes de orden $\overline{L_u}$, determinados para la cuenca. (Ibáñez, 2004). En base a lo anterior la acumulación de las corrientes se hace por medio de la sumatoria total de todas las longitudes de cada orden de corriente, este parámetro indica que tan drenada podría ser la cuenca o subcuenca.

Fórmula

$$L_a = \overline{L_u} * N_u$$

Donde

$\overline{L_u}$ = longitud media de corrientes (km)

N_u = número de corrientes

7.10 Aspectos de superficie

La forma de una cuenca es determinante de su comportamiento hidrológico, cuencas con la misma área pero de diferentes formas presentan diferentes respuestas hidrológicas e hidrogramas diferentes, por tanto ante una lámina precipitada de igual magnitud y desarrollo, la velocidad va a variar dependiendo a la forma de la cuenca, si la cuenca es alargada, la velocidad de agua será mayor que de una cuenca redonda e ovalada, de ahí que algunos parámetros traten de cuantificar las características morfológicas por medio de índices o coeficientes. (Gutiérrez, 2008).

Estos aspectos, combinados con los lineales brindan una clara idea de las características de una cuenca en general. (Ibáñez, 2004).

Con base a lo anterior, se concluye que los aspectos de superficie tienen como objetivo definir la forma de la cuenca, el área que ocupa territorialmente, la velocidad del agua de la red de drenaje y la densidad de drenaje, los aspectos de relieve son: área de la cuenca, relación de forma, relación circular, radió de elongación, densidad de drenaje y frecuencia de drenaje; estos son definidos a continuación.

7.10.1 Área de la cuenca

El área de la cuenca es el parámetro de medición directa más destacado en el estudio de las cuencas, ya que cuantifica el tamaño de la cuenca, se puede definir como cuencas pequeñas aquellas con áreas menores a 250 km², cuencas medianas entre 250 y 2,500 km², y cuencas grandes las que poseen áreas mayores a los 2,500 km², el crecimiento del área actúa como un factor de compensación de modo que es más común detectar crecientes instantáneas y de respuesta inmediata en cuencas pequeñas que en cuencas grandes. (Gil, 2009).

Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de esorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. Representada con la letra "A" mayúscula, es probablemente la característica geomorfológica más importante. (Ordóñez, 2011).

El área de la cuenca está definida por el espacio delimitado por la curva del perímetro (P). Esta línea se traza normalmente mediante fotointerpretación de fotografías aéreas en las que se aprecia el relieve o sobre un mapa topográfico en función las curvas de nivel representadas. Es un factor importante en la relación escorrentías - características morfológicas. (Gutiérrez, 2008).

De acuerdo a las definiciones anteriores, el área de la cuenca, es la que define el área que ocupa territorialmente sobre el suelo, aspecto que define si la cuenca es grande o pequeña, también es la que separa una red de drenaje de otra.

7.10.1.1 Cálculo del área de la cuenca

El cálculo del área de la cuenca se realiza por medio del método del cuadrículado que Aguilar (2007), definió por los siguientes pasos:

- Se superpone, en el área a medir un papel transparente previamente cuadrículado en centímetros (se recomienda el cm. cuadrado, haciendo la salvedad que cuanto menor sea el cuadrículado es más exacto el cálculo).
- Se cuentan en primer lugar las cuadrículas que están completamente cubiertas por el área en cuestión. Estas recibirán un valor uno (cada una de ellas).
- Las cuadrículas que están parcialmente cubiertas por el área en cuestión se les asigna un valor de 0,5. Para mayor exactitud del método se pueden valorizar estas cuadrículas en 0,25 - 0,75 - 0,3, etc., dependiendo del área aproximada que ocupa la cuadrícula.
- Se procede el recuento de los valores de las cuadrículas completas o incompletas, cuyo resultado será la superficie del área en centímetros. - Dicha superficie en centímetros se transforma en kilómetros según sea la escala de la carta.

7.10.2 Importancia del área de la cuenca

El área de la cuenca tiene gran importancia, por constituir el criterio de la magnitud del caudal. En condiciones normales, los caudales promedios, promedios mínimos

y máximos instantáneos, crecen a medida que crece el área de la cuenca, Linsley, (1986), citado por Londoño (2001). La relación del área de una cuenca con la Longitud de la misma es proporcional y está inversamente relacionada a aspectos como la densidad de drenaje.

Con la definición anterior se llegó a concluir que; la importancia del área de la cuenca, es que permite realizar plan de manejo de cuenca, para predecir las crecidas instantáneas y de respuesta inmediata, a las velocidades con las que el agua descenderá, logrando así evitar pérdidas humanas y realizar un monitoreo de la cuenca organizando grupos de personas de la parte alta, media y baja.

7.10.3 Forma de la cuenca

La forma de una cuenca es la configuración geométrica, los factores geológicos y climáticos principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente la forma que tiene la cuenca hidrográfica, tal y como está proyectada sobre el plano horizontal. Esta forma es la tasa a la cual se suministra el agua al cauce principal, desde su nacimiento hasta su desembocadura. (Guerra & González, 2002)

Cada cuenca tiene una forma determinada; sin embargo, en su mayoría son ovoides con la desembocadura en el extremo angosto. Dicha forma tiene relación con su comportamiento hidrológico, dos cuencas de igual área pero con forma diferente no se comportan igual. Por ejemplo, en una cuenca rectangular alargada con el cauce principal a lo largo del eje mayor del rectángulo, las distancias por recorrer son mucho mayores que en una cuenca de igual área pero con forma cuadrada. Las formas de la cuenca son: alargada, ovalada, cuadrada ó en forma de pera. (Hernández, s,f).

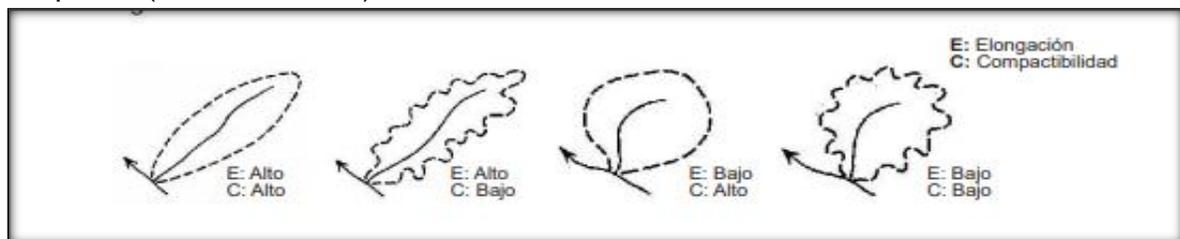


Figura 3. Atributos de la forma de una cuenca
Fuente: (Hernández, s.f.)

7.10.4 Relación de forma (Rf)

Es el escurrimiento resultante de una lluvia sobre una cuenca de forma alargada, no se concentra tan rápidamente, como en una cuenca de forma redonda; además, una cuenca con un factor de forma bajo (forma alargada) es menos propensa a tener una lluvia intensa simultáneamente sobre toda su superficie, que un área de igual tamaño con un factor de forma mayor (Londoño, 2001).

El factor de forma de Horton (1945) expresa la relación existente entre el área de la cuenca (A_k), y la longitud del cauce principal al cuadrado (L_c^2). (Ibáñez, 2004).

Fórmula

$$Rf = A_k / L_c^2$$

Donde

Rf= Relación de forma

A_k = área de la cuenca (km^2)

L_c^2 = longitud del cauce principal al cuadrado. (km^2)

Según Ibáñez (2004), la forma de la cuenca tiene fundamental importancia en la cantidad de escorrentía para una misma área y una misma intensidad de lluvia, por lo que el hidrograma de salida depende directamente de la forma de la cuenca.

El factor de forma da alguna indicación de la tendencia de las avenidas en el cauce, porque una cuenca con un factor de forma bajo <0.22 , tiene menos tendencias a concentrar las intensidades de lluvia que una cuenca de igual área, pero con un factor de forma más grande >1.200 . (Ibáñez, 2004).

Cuadro No. 1. Valores interpretativos del factor de forma.

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.300	Alargada
0.300 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.450	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente Ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
0.80 -1.20	Muy Ensanchada
> 1.200	Rodeando el Desagüe

Fuente: Londoño (2001).

7.10.5 Razón circular de Miller (Rc)

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente, la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Cada cuenca tiene una forma determinada, sin embargo, en su mayoría son ovoides con la desembocadura en el extremo angosto. (Agüero, 2001).

El coeficiente de circularidad de Miller varía entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas, mientras que un coeficiente de circularidad cercano a 0 indica que las cuencas son alargadas. Los valores disminuyen a medida que la cuenca es más alargada o rectangular y tienden a acercarse a la unidad para cuencas redondas (Ordoñez, 2011).

Hay muchos parámetros que se emplean para analizar la forma, pero en este caso se ha escogido la razón circular de Miller; el cual equivale al cociente entre el perímetro de la cuenca y el área. (Ordoñez, 2011).

Miller (1953) citado por Ordoñez (2011) usó una razón circular a dimensional definida como la razón del área de la cuenca (A_k), al área de un círculo (A_c) que tiene el mismo perímetro de la cuenca (P).

Fórmula: **$R_c = A_k / A_c$**

Esta razón es menor o igual a uno; los valores disminuyen a medida que la cuenca es más alargada o rectangular, y tienden a la unidad para cuencas redondas.

7.10.6 Radió de elongación (Re)

Relaciona la forma de la cuenca, y consiste en la razón entre el diámetro de un círculo que posee la misma área que la cuenca y la longitud del cauce principal que la drena, esta es la fórmula ($Re = D_c / L_c$) propuesta por Schumm (1956), de mayor uso ya que es la que mejor se correlaciona con la hidrología de la cuenca, es importante destacar que las cuencas con mayor elongación se desarrollan sobre litología más resistentes o más permeables. (Gil, 2009).

Generalmente los índices bajos corresponden a la clasificación de cuencas de montaña, escarpadas y alargadas, por otra parte, las cuencas redondas presentan un retardo en la concentración de escorrentía a causa de la gran longitud del cauce principal. (Gil, 2009).

La razón de elongación (Re), es la relación entre el diámetro de un círculo con área igual al de la cuenca y la longitud máxima de la misma. La fórmula propuesta por Schumm, (1956) es la siguiente (Ordoñez, 2011).

$$Re = D_c / L_c$$

Donde

Re= radió de elongación

Dc= diámetro de un círculo de área igual al cuenca. $D_c = \sqrt{4 Ak / \pi}$ (km)

Lc= longitud del cauce principal (km)

7.10.7 Densidad de drenaje (D)

La densidad de drenaje es un índice que cuantifica el grado de desarrollo de la red hidrográfica y que está relacionada con la cantidad de precipitaciones y la pendiente de la superficie del suelo. (Agüero, 2001)

La densidad de drenaje permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escurrimientos indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión. (Ibáñez, 2004)

La densidad de drenaje, es un parámetro que indica la posible naturaleza de los suelos, que se encuentran en la cuenca. También da una idea sobre el grado de cobertura que existe en la cuenca. Valores altos de drenaje, representan zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables o impermeables. Por el contrario, valores bajos, indican suelos duros, poco erosionables o muy permeables y coberturas vegetales densas (Villon, 2002).

De acuerdo a las definiciones anteriores se llegó a la conclusión que; la densidad de drenaje es el parámetro que indica que caudaloso sea la cuenca, la facilidad de infiltración de agua o los descensos de agua con velocidades rápidas de agua.

Fórmula propuesta por Ibáñez, (2004) **$D = La / Ak$**

Donde

D= Densidad de corriente

La= longitud acumulada de corrientes (km)

Ak= área de la cuenca (km²)

7.10.8 Frecuencia o densidad de corrientes (Fc)

La densidad de corrientes indica la eficiencia hidrológica de una cuenca, a mayor número de corrientes, mayor frecuencia y mayor eficiencia de drenaje. (Ibáñez, 2004).

Esta dada por la relación entre el número de ríos de un orden dado y el área de la cuenca, se utiliza la siguiente fórmula, propuesta por Ibáñez, (2004)

$$F_c = N_{tc} / A_k$$

Dónde

Fc= Frecuencia o densidad de corriente

Ntc = número total de corrientes.

Ak= área de la cuenca (km²)

7.10.9 Red de drenaje

Es el arreglo o distribución de los cauces, que se han venido formando a través de los años sobre la tierra. Según Horton (1945), la tributaria más elemental sería la de primer orden, es decir aquella que no le cae ninguna otra fuente de agua. De orden dos aquellas que son de orden uno y le cae otro afluente, de orden tres, una de orden uno que recibe un afluente de orden dos y así sucesivamente hasta determinar el número de orden de la micro cuenca que es el cauce principal. (Villon, 2002).

La red drenaje de una cuenca hidrográfica la constituyen el cauce principal y sus tributarios o afluentes. La forma en que estén conectados estos cauces en una cuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación. Se han desarrollado una serie de parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del sistema de drenaje en la escorrentía superficial directa. (Gil, 2009).

En geomorfología, la red de drenaje se refiere a la red natural de transporte gravitacional de agua, sedimento o contaminantes, formada por ríos, lagos y flujos subterráneos, alimentados por la lluvia o la nieve fundida. (Gil, 2009).

De acuerdo a las definiciones anteriores se llegó a concluir que; una red de drenaje está conformada por corrientes de diferentes orden, es la que recolecta el agua de lluvia y es conducida hacia un punto de desfogue o desembocadura.

7.11 Aspectos de relieve

El estudio del relieve superficial de una cuenca hidrográfica se debe hacer por separado del relieve de los cauces, pero su análisis e interpretación están estrechamente relacionados, en razón de que estos dos parámetros son factores determinantes de la torrencialidad de las cuencas. De otra parte, la determinación del relieve superficial, no como un índice promedio sino como una distribución sobre un plano horizontal, es un elemento fundamental en el proceso de planificación de una cuenca hidrográfica y, en general, de cualquier territorio. (Ruíz y Torres, 2003).

Según Ibáñez (2004), la topografía o relieve de una cuenca puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma de la misma. La configuración topográfica de una cuenca es uno de los factores que determinan el hidrograma de la cuenca. En vista de que con el aumento de la pendiente crece también la velocidad del agua y con ello, la capacidad de erosión, es necesario entonces; buscar un coeficiente que caracterice el relieve de la cuenca. Por lo tanto los aspectos de relieve, se refieren al comportamiento altitudinal tanto lineal y de superficie de la cuenca.

7.11.1 Cálculo de relieve de la cuenca

El cálculo del relieve de la cuenca es la diferencia de elevación entre dos puntos de referencia. Este ejerce una gran influencia sobre el hidrograma de escorrentía de una cuenca. Una mayor pendiente propiciara un menor tiempo de concentración. Los parámetros más utilizados para caracterizar el relieve son: la curva de pendiente media, el análisis hipsométrico y la pendiente del canal. (Díaz, 2005).

El cálculo del relieve se realiza por medio de la siguiente fórmula según Díaz (2005); dividiendo la diferencia de las cotas en eje **x** y **y**, multiplicado por 100% el resultado obtenido se representa en porcentaje del relieve (%).

Fórmula $R = \Delta y / \Delta x * 100$

Δy = parte alta de cota.

Δx = parte baja de cota.

100 = coeficiente de porcentaje.

7.11.2 Pendiente media de la cuenca (Sc)

Este parámetro da el porcentaje de relieve, de la pendiente media de la cuenca, está es posible determinarla mediante un plano de curvas de nivel de la cuenca. Dada la variación considerable de la pendiente del terreno en una cuenca típica, es necesario definir un índice promedio que la represente, cuya precisión dependerá de la calidad del mapa utilizado. (Ibáñez, 2004).

Este aspecto, tiene una relación importante con la infiltración, el escurrimiento, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea. (Ibáñez, 2004).

Cuadro No. 2 Porcentajes de pendientes media de la cuenca

Pendiente media (%)	Tipo de relieve	Símbolo
0-3	Plano	P ₁
3-7	Suave	P ₂
7-12	Medianamente accidentado	P ₃
12-20	Accidentado	P ₄
20-35	Fuertemente accidentado	P ₅
35-50	Muy fuertemente accidentado	P ₆
50-75	Escarpado	P ₇
>75	Muy escarpado	P ₈

Fuente: Esquivel y Moreno (2015). Clasificación de pendiente media de la cuenca.

a) Importancia de la pendiente media de la cuenca

La pendiente de la cuenca, tiene gran importancia, pues condiciona la velocidad del escurrimiento superficial y en cierto modo predice la erosión que produce en función del uso y manejo que se dé al suelo. (Umaña, 2002).

La pendiente media de una cuenca es un factor importante para el análisis del efecto que tiene sobre el agua que cae, su velocidad y la erosión que esta produce. (Gil, 2009).

En conclusión la pendiente media de la cuenca, dispone la velocidad con la que el agua del río desciende, lo que sucede en condiciones climáticas, donde está situada la cuenca hidrográfica existe abundante precipitación, dependiendo la pendiente de la cuenca, si es < 3 , la velocidad de la corrientes será suave, con poca velocidad, pero si se encuentra con pendiente mayores de >75 la velocidad de la corrientes será muy fuerte, capaz de ocasionar desbordamientos e inundaciones.

b) El método de Alvord para calcular la pendiente de la cuenca

Este método utiliza la ecuación siguiente, propuesta por Ibáñez, (2004):

$$Sc = \left[\frac{D * Ltc}{Ak} \right] * 100$$

Donde

Sc= pendiente de cuenca

D = diferencia vertical entre curvas de nivel (m)

Ltc = longitud de las curvas de nivel dentro de la cuenca (km)

Ak = área de la cuenca. (km²)

7.11.3 Pendiente del canal o cauce principal (Scp)

Este parámetro influye sobre la velocidad del agua y la forma del hidrograma. Los cauces naturales tienen en general forma cóncava hacia arriba; como cada tramo parcial tiene pendiente distinta, se considera la del cauce principal de la cuenca (Mármol, 2008).

Ordóñez (2011), indica que la pendiente del cauce principal, es un parámetro de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca.

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una cuenca, es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento de recurso hídrico, como por ejemplo, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidroeléctrico, o en la solución de problemas de inundaciones (Villon, 2002).

Al aumentar la pendiente aumenta la velocidad del agua por la red hidrográfica, haciendo más susceptible a la cuenca a procesos erosivos y al arrastre de materiales. Este parámetro permite evaluar el potencial para erosionar, a partir de

la velocidad del flujo, lo cual nos ayuda entender el comportamiento en el tránsito de avenidas. (Agüero, 2001).

a) Método Analítico, para el cálculo de la pendiente del cauce principal

$$Scp = (\Delta H / Lc) * 100$$

Scp= Pendiente del cauce principal

Donde

ΔH = diferencia de nivel entre la curva más alta y la más baja que toca el cauce principal. (m)

Lc = longitud del cauce principal. (km)

Cuadro No. 3 Porcentajes de pendientes del cauce principal

Rango	Termino descriptivo
0 - 2 %	Plano o casi a nivel
2 - 4 %	Ligeramente inclinado
4 - 8 %	Moderadamente inclinado
8 - 15 %	Fuertemente inclinado
15 - 25 %	Moderadamente empinado
25 - 50 %	Empinado
50 - 75 %	Muy empinado
> 75 %	Extremadamente empinado

Fuente: Esquivel y Moreno, (2015).

7.11.4 Elevación media de la cuenca (Em)

Esquivel y Moreno (2015), definen la elevación media de una cuenca como la cota de curva de nivel que divide la cuenca en dos zonas de igual área; es decir, es la elevación correspondiente al 50 % del área total.

La elevación media de una cuenca refleja la media ponderada de las alturas sobre el nivel del mar que se encuentran segmentos del área de la cuenca. Más importante que la elevación media, es conocer la variación de la altura con

respecto a porcentaje de área mediante el método de la curva hipsométrica. (Umaña, 2002).

a) Importancia de la elevación de la cuenca

La variación altitudinal de una cuenca hidrográfica tiene mucha importancia por constituir, en zonas montañosas, el criterio de variación territorial del rendimiento, escurrimiento, escorrentía o caudal específico de las corrientes de agua. (Londoño, 2001).

En condiciones de régimen hidrológico natural, los rendimientos medios de una cuenca crecen con la elevación media de la cuenca, hasta ciertos valores correspondientes al promedio de las nubes que producen precipitaciones, arriba de los cuales empiezan a disminuir. (Londoño, 2001).

La elevación media de la cuenca es importante, ya que permite realizar un análisis de las posibilidades de generar crecidas, con la capacidad de arrastrar sedimentos y el aumento de la velocidad del caudal, en caso de tormentas se incrementa en aquellas cuencas que presentan valores altos de pendientes, caso contrario ocurre cuando la pendiente media del cauce principal y la pendiente media de la cuenca presentan valores bajos, lo cual contribuye a que las crecidas sean menos violentos. (Ruíz, 2001).

7.11.5 Métodos para cálculo de elevación de la cuenca

7.11.5.1 Método de la curva hipsométrica

La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca y se obtiene a partir de un plano topográfico tomándose los valores en porcentaje del área que están por debajo de una determinada altura, que inicialmente serán la del punto más bajo de la cuenca e irá aumentando de acuerdo a los valores de las cotas de la curva de nivel que encierra las franjas del terreno por ellas definidas y el punto de salida que es generalmente el sitio más bajo de la cuenca (Villon, 2002).

Es la representación gráfica de relieve de una cuenca. Representa el estudio de la variación de la elevación de los varios terrenos de la hoya con referencia al nivel medio del mar. Esta variación puede ser indicada por medio de un gráfico que muestre el porcentaje de área de drenaje que existe por encima o por debajo de varias elevaciones. (Esquivel y Moreno, 2015).

7.11.5.2 Método de las cuadrículas

La aplicación de este método se basa en la elaboración de una malla, en cuadrículas de un tamaño tal, que permita un número adecuado de intersecciones. Para hacer un buen estimativo de la altura media de la cuenca, se recomienda elaborar una malla con un mínimo de 100 intersecciones o más. (Londoño, 2001).

En cada intersección del plano topográfico se determina la elevación, y la altura media de la cuenca será el promedio aritmético de las elevaciones de todas las intersecciones encerradas dentro de la divisoria de la cuenca. (Londoño, 2001).

Fórmula propuesta por Ibáñez (2004), citado por Londoño (2001).

$$Em = \left[\frac{\sum (Ei * li) + (E * ij) + (En * in) \dots + (En * in)}{N} \right]$$

Donde

E= elevación o altura sobre nivel del mar (m)

l= número de intersecciones

N= número total de intersecciones

Nota: la aplicación de esta fórmula se basa en, multiplicar la elevación de la curva, por el número de intersecciones que pasa por la misma curva, luego la sumatoria de todo el resultado de las intersecciones se divide por el total de intersección de cada curva. (Ver anexo, cuadro 11, página 99).

7.11.6 Coeficiente de relieve (Rh)

Este coeficiente indica que accidentado puede ser el relieve de la cuenca (Bardales, 2016). Así como la producción anual de sedimentos que se puede

presentar en una cuenca, esto relacionado con la velocidad en que desciende el agua, aumenta el caudal produciendo desbordamientos en las zonas costeras. Es el coeficiente de dividir la diferencia de elevación de la cuenca entre la longitud axial o longitudinal. (Ibáñez, 2004).

Fórmula propuesta por Ibáñez, (2004).

$$R_h: (\Delta h / 1000) * L_{tc}$$

Δh = diferencia de elevación entre la curva más alta a más baja. (m)

L_{tc} = longitud total de curvas (m)

1000= coeficiente

7.11.7 Coeficiente de robustez (R_r)

Este coeficiente sirve para determinar el grado de relieve de la cuenca. (Bardales, 2016). Y consiste en una derivación de la relación anterior, mediante la cual el relieve se expresa como la diferencia de alturas y el intervalo vertical de las curvas en el mapa de referencia, utilizando la ecuación. (Ibáñez, 2004). Fórmula propuesta por Ibáñez, (2004).

$$R_r = (\Delta h * D) / 1,000$$

Donde

Δh = diferencia de elevación entre la curva más alta a más baja. (m)

D = intervalo vertical entre curvas de nivel (m)

1,000= coeficiente

7.12 Guatemala considerado área vulnerable a inundaciones y desbordamientos.

Guatemala está considerado como uno de los países con un alto potencial de amenaza natural, entre sismos y tormentas tropicales que, en los últimos 15 años, han azotado al país y que han afectado a las personas que viven en asentamientos, muchos de estos, situados en áreas declaradas de alto riesgo. En

noviembre de 1998, los guatemaltecos vivimos uno de los mayores desastres naturales: el huracán Mitch, en el que 268 personas perdieron la vida y los departamentos más afectados fueron los del nororiente del país, debido al desbordamiento de ríos y desprendimiento de tierra. (CONRED, 2005).

Siete años más tarde, cuando el país todavía se recuperaba de la devastación del huracán Mitch, la tormenta Stan, en octubre del 2005, afectó al país en casi su totalidad. Catorce departamentos de la República sufrieron las consecuencias por dicho fenómeno, causó la muerte a 670 personas, 850 desaparecidos y 3.5 millones de damnificados tras su paso, ha sido el desastre natural, fuera de un sismo, que más muertes ha causado en el país. (CONRED, 2005).

En 2010, Guatemala volvió a sufrir las consecuencias por una depresión tropical. Esta vez la tormenta Agatha, en mayo de 2010 hizo su entrada en el territorio nacional causando derrumbes, inundaciones y ocasionando la muerte de 160 personas en todo el territorio. Un año más tarde, la depresión 12-E, en septiembre del 2011, causó que los niveles de los ríos en la costa sur se elevaran, provocando inundaciones en el sector, siendo un total de 38 personas perdieron la vida. (CONRED 2005).

7.12.1 Recomendaciones en caso de inundaciones

La Secretaría de Ambiente y Servicios Públicos de Paraguay (2018): recomienda una serie de consejos para las personas, en el caso de lluvias y/o tormentas, frente a la posibilidad de que las precipitaciones continúe, a continuación algunas recomendaciones:

- No arrojar desperdicios, escombros o basuras en canales o lechos de los ríos y quebradas, pues estos no dejan que el agua corra libremente y pueden generar represamientos e inundaciones.
- No arrojar basura en las calles cuando llueve. Estos desperdicios taponan las alcantarillas de los colectores de agua y pueden generar inundaciones en las vías y afectar su vivienda.

- No sacar la basura a la calle en horas en que no va a ser recogida por la empresa. Estas bolsas se pueden romper y con la lluvia los desperdicios taponan las alcantarillas, imbornales y boca de tormenta.
- Revisar las obstrucciones sobre los pozos, sumideros y demás estructuras que impidan el desagüe de las aguas lluvias, así como el aumento de nivel en las alcantarillas.
- Si vive en zonas cercanas a ríos esté pendiente de las alertas que declaran los medios de comunicación y tenga previsto cómo va a proteger a su familia y sus bienes.
- Evitar que los niños jueguen cerca de las corrientes de agua. Una creciente repentina podría causar una tragedia.
- En caso de inundación desconectar los aparatos eléctricos, bajar las llaves de la luz, cerrar las llaves de paso de agua y de gas. Ante cualquier situación de emergencia es importante informar de inmediato.

VIII Metodología

Para las actividades de gabinete, se realizaron las siguientes actividades:

8.1 Características morfométricas

Para determinar las características morfométricas de la subcuenca río Chitá, se utilizaron hojas cartográficas de San Lorenzo (1859-II), Chicacao (1959-IV) del departamento de Suchitepéquez y Retalhuleu (1859-I) y Santa Catarina Ixtahuacán (1960 III), del departamento de Sololá.

Se ubicó el punto de aforo en las coordenadas $91^{\circ}33'00''$ longitud oeste y $14^{\circ}25'27''$ latitud norte, parte más baja de la subcuenca río Chitá, antes de su unión al río Icán en el municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez.

Se trazó el parte aguas, a partir del punto de aforo, utilizando el comportamiento de las curvas a nivel y las partes altas de la cuenca hidrográfica.

A partir del punto de aforo se trazó el cauce principal, utilizando un rapidógrafo. Seguidamente se midió la longitud del cauce principal con el método del hilo mojado, sobreponiendo el hilo en el cauce desde el punto de aforo, hasta la parte más alta donde se formó el río Chitá, luego se calculó la longitud del hilo con una regla, el resultado en centímetros se convirtió a kilómetros según la escala del mapa, 1:50,000.

Luego se trazaron las corrientes permanentes, éstas están identificadas con líneas continuas de color azul en la hoja cartográfica, la corrientes intermitentes se encuentran identificadas con líneas discontinuas y por puntos, mientras las corrientes efímeras se trazaron de acuerdo al comportamiento de las curvas a nivel.

El orden de corrientes se determinó con base al método de Horton, (1945), el cual considera la corriente de primer orden aquella que no recibe agua de otras corrientes, las corrientes de segundo orden se definieron al unirse dos corrientes de primer orden, las corrientes de tercer orden se determinaron al unirse dos

corrientes de orden dos y las corrientes de cuarto orden se determinaron al unirse dos corrientes de orden tres.

Se midió la longitud de corrientes, utilizando el método del hilo mojado.

La longitud total de cada orden de corriente se obtuvo sumando las longitudes de todas las corrientes de cada orden.

Se realizó un mapa de órdenes de corrientes.

8.1.1 Determinación de los aspectos lineales de la cuenca

a) Perímetro de la cuenca

Se calculó por medio del método del hilo mojado, el cual consiste en;

1. Sobreponer el hilo sobre el parte aguas de la subcuenca.
2. Luego se calculó la longitud del hilo con una regla.
3. El resultado en centímetros se convirtió a kilómetros según la escala del mapa, 1:50,000.

b) Gráfica Log Nu vs U

Esta gráfica indica si las corrientes fueron contadas correctamente o incorrecta, depende la orientación de la línea, si es vertical en sentido positivo el conteo de corriente se hizo bien, si la línea se da en sentido negativo, indica que se realizó un mal conteo.

Se realizó la gráfica Log Nu vs U, en una hoja de papel milimetrado, colocando en el eje de las abscisas el orden de corrientes (u), y en el eje de las ordenadas el logaritmo de número de corrientes (Nu). Ibáñez (2004).

El valor de Nu, se obtuvo mediante el conteo total de número de corrientes y U, por medio del orden de corriente.

c) Radió de bifurcación

El radió de bifurcación (Rbi) se calculó dividiendo el número de corrientes de orden (u) entre el número de corrientes de orden superior siguientes. Fórmula propuesta por Horton (1945). Citado por Ibáñez (2004).

$$Rbi = Nu / N (u+1)$$

Donde

Rbi: radió de bifurcación

Nu = número de corrientes

N (u+1)= número de corrientes superior siguiente. Se calculó por de la división entre el número de corrientes entre el superior y el siguiente.

d) Gráfica Log Lu vrs U

Indica si las corrientes fueron contadas correctamente o incorrecta, depende la orientación de la línea, si es vertical en sentido negativo el conteo de las corrientes se realizó bien, se la línea se da en sentido positivo, indica que no se realizó correctamente el conteo de las corrientes.

Se realizó la gráfica colocando en el eje de las abscisas (x), el orden de corrientes (u) y en el eje de las ordenadas (y), el logaritmo de longitud media de corrientes (\overline{Lu}), para elaborar la gráfica se utilizó una hoja de papel milimetrado.

e) Longitud media de corrientes (\overline{Lu})

La longitud media de corrientes se calculó dividiendo la longitud acumulada de corrientes (La), entre el número total de corrientes (Ntc).

Se utilizó la siguiente, fórmula según Ibáñez (2004).

$$\overline{Lu} = (La / Ntc)$$

Dónde:

La= longitud acumulada de corrientes, se obtuvo por medio de la sumatoria total de las longitudes de corrientes.

Ntc= número total de corrientes, se calculó por medio del conteo total de corrientes dentro de la subcuenca.

f) Radió de longitud medio (RIm)

El radió de longitud medio se calculó con la siguiente fórmula según Ibáñez (2004).

$$RIm = \frac{\sum \left[\frac{\overline{Lu}}{\overline{Lu}} (u-1) \right]}{N}$$

Donde

\overline{Lu} = longitud media de corrientes. Se obtuvo mediante la sumatoria total de longitudes de corrientes dividido el total de corrientes.

$\overline{Lu} (u-1)$ = longitud de corrientes de orden u inferior siguiente. Se obtuvo mediante la división de la longitud de corrientes y el número de corrientes.

g) Longitud acumulada de corrientes (La)

La longitud acumulada de corrientes, se calculó mediante la sumatoria total de las longitudes total de corrientes.

Se utilizó la fórmula según Ibáñez (2004).

$$La = Lu + lu + lu \dots + lu.$$

Donde

Lu= longitud total de cada corrientes. Se calculó mediante la sumatoria total de todas las corrientes.

8.1.2 Determinación de los aspectos de superficie

a) Área de la cuenca

Para calcular el área de la cuenca se utilizó el método del peso.

Una vez delimitada la cuenca en la hoja cartográfica se recortó utilizando tijera, teniendo cuidado de seguir todo el perímetro, para obtener el peso, utilizando una balanza analítica.

Como referencia, se recortó un cuadrado de 100 cm² de la cuenca, el cual fue pesado utilizando una balanza analítica.

Para el cálculo del área de toda la cuenca, se utilizó la una regla de tres, con la relación según Londoño, (2001). Tal como se muestra a continuación.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ cm}^2 \text{ de la cuenca} \quad \text{-----} \quad \text{Peso en gramo} \\ x \text{-----} \quad \text{Peso de la cuenca en gramos} \end{array}$$

$$\text{Donde el área} = \frac{\text{Peso de la cuenca} * \text{área del cuadrado}}{\text{Peso del cuadrado}}$$

Nota: con el resultado de la regla de tres se obtuvo el área en cm², esto se convirtió a kilómetros cuadrados de acuerdo a la escala 1:50,000, multiplicando el área en cm² por 0.25 km².

b) Relación de forma

La relación de forma se calculó con la fórmula propuesta por Horton (1945). Citado por Ibáñez (2004).

$$R_f = A_k / L_c^2$$

Donde

A_k = área de la cuenca (km²)

L_c² = longitud del cauce principal elevado al cuadrado. (km²) Se obtuvo mediante la medición de la longitud del cauce principal, por medio del método del hilo mojado.

Este factor interpreta la forma de la cuenca entre < 1 sea el factor de forma, la cuenca tiende a ser alargada, con fuertes descenso de agua, > 1 la cuenca tiende a ser redonda, reteniendo el agua, con un desfogue lento.

c) Relación circular

La relación circular se calculó por medio de la fórmula propuesta por Miller (1953). Citado por Ibáñez (2004).

$$R_c = A_k / A_c$$

Donde

A_k = área de la cuenca (km^2)

A_c = área de un círculo con perímetro igual a la cuenca. (km)

Se calculó el área del círculo con perímetro igual a la cuenca, y se utilizó las siguientes fórmulas.

Para el cálculo de A_c , se utilizó el siguiente procedimiento:

1. Cálculo del radio (r)

$$r = P \div 2 * \pi$$

Donde

P = perímetro de la cuenca (km)

$2 * \pi$ = (2 veces el valor de pi (3.1416))

2. Calculo de área de un círculo con perímetro igual a la cuenca. (A_c)

$$A_c = \pi \cdot r^2 \text{ (km)}$$

Donde $\pi = 3.1416$

r^2 = radio al cuadrado

d) Radio de elongación

Para calcular el radio de elongación, se utilizó la fórmula propuesta por Schum (1956), citado por Ibáñez (2004).

$$\mathbf{Re = Dc \div Lc}$$

Donde

Re= radio de elongación

Lc= longitud del cauce principal, (km). La longitud del cauce principal se calculó, utilizando el método del hilo mojado. Sobreponiendo el hilo en todo el curso del cauce principal, con una regla se midió la longitud y se convirtió a km según la escala del mapa.

Dc= diámetro de un círculo de área igual a la cuenca. (km)

El cálculo de Dc, se realizó utilizando la siguiente fórmula según Ibáñez (2004) $Dc = \sqrt{4 Ak / \pi}$ la fórmula se despejó de $A = (\pi D^2 / 4)$

e) Densidad de drenaje

La densidad de drenaje se calculó con la fórmula propuesta por Ibáñez (2004).

$$\mathbf{De = La / Ak}$$

Donde

De= Densidad de drenaje

La= longitud acumulada de corrientes, (km) Se obtuvo mediante la sumatoria de todas las corrientes de los diferentes órdenes.

Ak= área de la cuenca (km²)

f) Frecuencia o densidad de corrientes

La densidad de corrientes se calculó con la siguiente fórmula según Ibáñez (2004).

$$F_c = N_{tc} / A_k$$

Donde

F_c = Frecuencia o densidad de corrientes.

N_{tc} = número total de corrientes, se obtuvo mediante el conteo total de todas las corrientes que conforma la subcuenca.

A_k = área total de la cuenca (km^2)

8.1.3 Determinación de los aspectos de relieve

Se realizó un mapa de curvas a nivel de la subcuenca, las curvas están ubicadas de 100 en 100 metros, éstas están trazadas en las hojas cartográficas, señaladas de color café, las curvas fueron traspasadas a una hoja de papel bond, la longitud de cada curva a nivel se midió usando el método del hilo mojado, para realizarlo se colocó el hilo sobre toda la longitud de la curva de igual altitud, luego la longitud de curva en centímetros se convirtió a kilómetros de acuerdo a la escala del mapa 1:50,000.

a) Pendiente media de la cuenca (S_c)

La pendiente media de la cuenca se calculó por medio del método Alvord (1995) con la siguiente fórmula.

$$S_c = D \times L_{tc} / A_k = \cdot 100$$

Donde

D = diferencia vertical entre curvas de nivel (km). Se obtuvo por medio de las distancia entre curvas en la hoja cartográfica están a cada 100 m.

L_{tc} = longitud total de curvas a nivel dentro de la cuenca (km)

Ak= área total de la cuenca (km²)

100= coeficiente

b) Pendiente del cauce principal

La pendiente del cauce principal se determinó. Utilizando la fórmula propuesta por Ibáñez (2004).

$$S_{cp} = \left(\frac{\Delta H}{L_c} \right) * 100$$

Donde

ΔH = diferencia de nivel entre la curva más alta y la más baja del cauce principal (km). Se calculó mediante la resta entre las cotas de donde empieza y termina la subcuenca.

L_c = longitud o distancia horizontal del cauce principal (km)

c) Elevación media de la cuenca (Em)

La elevación media de la cuenca se calculó usando el método de la curva hipsométrica.

Para determinar el área parcial entre las curvas a nivel, se utilizó el método de la cuadrícula, se generaron cuadros de 1 cm², la cuadrícula se sobrepuso al mapa de curvas de nivel y se determinó el número de cuadros entre curvas, luego se obtuvieron las áreas parciales y totales, usando la escala del mapa 1:50000.

Los porcentajes de áreas se calcularon multiplicando el resultado de área parcial dividido el área total, y el porcentaje de área acumulada se calculó sumando los datos de porcentajes de áreas parciales.

Los resultados fueron presentados en un cuadro con lo siguiente:

Cuadro No. 4 Elementos del método de la curva hipsométrica

Intervalo entre curvas de nivel	Área parcial (km ²)	% de área parcial	% de área acumulada

Se realizó la curva hipsométrica, colocando en el eje y, la elevación de la cuenca y en el eje x los porcentajes de área acumulada.

1. Método intersecciones

La elevación media de la cuenca se calculó por el método de intersecciones. Se utilizó una cuadrícula con cuadrados de 1 cm², está se sobrepuso al mapa de curvas a nivel, se contó el número de intersecciones de cada curva a nivel, el número de intersecciones de cada curva, se multiplicó por la elevación de cada curva.

Fórmula

$$E_m = \frac{\sum (E_i \times l_i) + (E^*ij) + (E_n \times l_n) \dots + (E_n \times l_n)}{N}$$

Donde

E= elevación o altura sobre el nivel del mar

l= número de intersecciones

N = número total de intersecciones

d) Coeficiente de relieve (Rh)

El coeficiente de relieve se calculó con la siguiente fórmula según, Ibáñez (2004).

$$Rh = \frac{\Delta h}{1000 \times L_{tc}}$$

Donde

Δh = diferencia de elevación entre el punto de aforo y el punto más alto en el perímetro de la cuenca. (m)

Ltc= longitud total de las curvas dentro de la cuenca. (m). se obtuvo mediante el método del hilo mojado, sobreponiendo el hilo sobre toda la longitud de cada curva, seguidamente con una regla se midió la longitud de cada curva, realizando la sumatoria se obtuvo el total de longitud de curva.

1000= coeficiente

e) Coeficiente de robustez (Rr)

El coeficiente de robustez se calculó por medio de la fórmula propuesta por Ibáñez (2004).

$$Rr = \frac{\Delta h \times D}{1000}$$

Donde

Δh = diferencia de elevación entre la curva más alta y más baja. (m)

D= intervalo entre curvas a nivel. (m) el intervalo entre curva, está indicado en las hojas cartográficas, estas están de 100 a 100 m.

1000= coeficiente

8.4 Condiciones biofísicas del Cantón Chitá

Las condiciones biofísicas del Cantón Chitá se describieron de acuerdo a las condiciones que presentan la flora y fauna del lugar, características del suelo y su relieve, la población, contaminación y a la relación que presentan con estos recursos.

Para describir las condiciones biofísicas del Cantón se realizaron las siguientes actividades.

8.4.1 Revisión de literatura

Se revisaron fuentes bibliográficas, para obtener información sobre nombre científicos de la flora y fauna, zona de vida.

8.4.2 Entrevistas directas con personas que han residido por muchos años en el lugar.

Se entrevistaron a las personas del lugar, para obtener información sobre desechos sólidos, pozos artesanales, especies de flora y fauna y a que se dedica en lo económico.

8.4.3 Fotografías del lugar

Con una cámara fotográfica se recorrió todo el área del lugar, tomando fotografías de los lugares vulnerables a desbordamientos e inundaciones.

8.4.4 Flora

Se identificaron la flora del lugar, esto se realizó por medio de recorrido de campo, mediciones de altura con un clinómetro, para especificar a la especie de arbole que pertenece, se realizó mediante libros de literatura, sitios web, para conocer el nombre común se interrogo a pobladores.

8.4.5 Fauna

Para identificar la fauna del lugar, se realizaron recorridos de campo, observaciones directas, preguntas directas a pobladores, revisiones de literatura y sitios web.

8.4.6 Agua subterránea

Medición de profundidades de los pozos artesanales, se realizó midiendo con una cinta métrica la profundidad de los pozos, desde el espejo de agua hasta la superficie.

8.4.7 Población

Para la población se utilizaron los datos que realizó en el censo del diagnóstico de la comunidad.

8.4.8 Medición de longitud del río que limita al Cantón Chitá

Con una cinta métrica se midió la longitud del cauce que transita por el Cantón Chitá, así mismo se realizó cinco mediciones de ancho del cauce, sacando un promedio.

8.4.9 Medición de caudal del desfogue de agua residual.

En el desfogue de las aguas residuales, se colocara una cubeta que servirá para la captación de agua. Se llevara el control del tiempo con un cronometro, para determinar cuánto se tarda en llenarse la cubeta, esto se realizara cinco veces, sacando un promedio.

La fórmula que se utilizó es $Q \text{ (caudal)} = \text{Vol (m}^3) / \text{Tiempo (seg)}$

8.5 Plan de actividades para disminuir los daños, causados por las inundaciones y desbordamientos de la subcuenca del río Chitá.

La propuesta se realizó con base a los resultados de la caracterización morfométrica de la subcuenca del río Chitá y las condiciones biofísicas del Cantón Chitá.

Se priorizaron actividades que ayuden a reducir los riesgo a inundaciones y desbordamientos en la comunidad, los aspectos que se tomaron en cuenta en el plan fueron; objetivo de la actividad, la metodología, metas, presupuesto y tiempo de ejecución.

IX Resultados y discusión

9.1 Determinación de las características morfométricas de la subcuenca del río Chitá. Mazatenango, Suchitepéquez.

a. Delimitación de la subcuenca

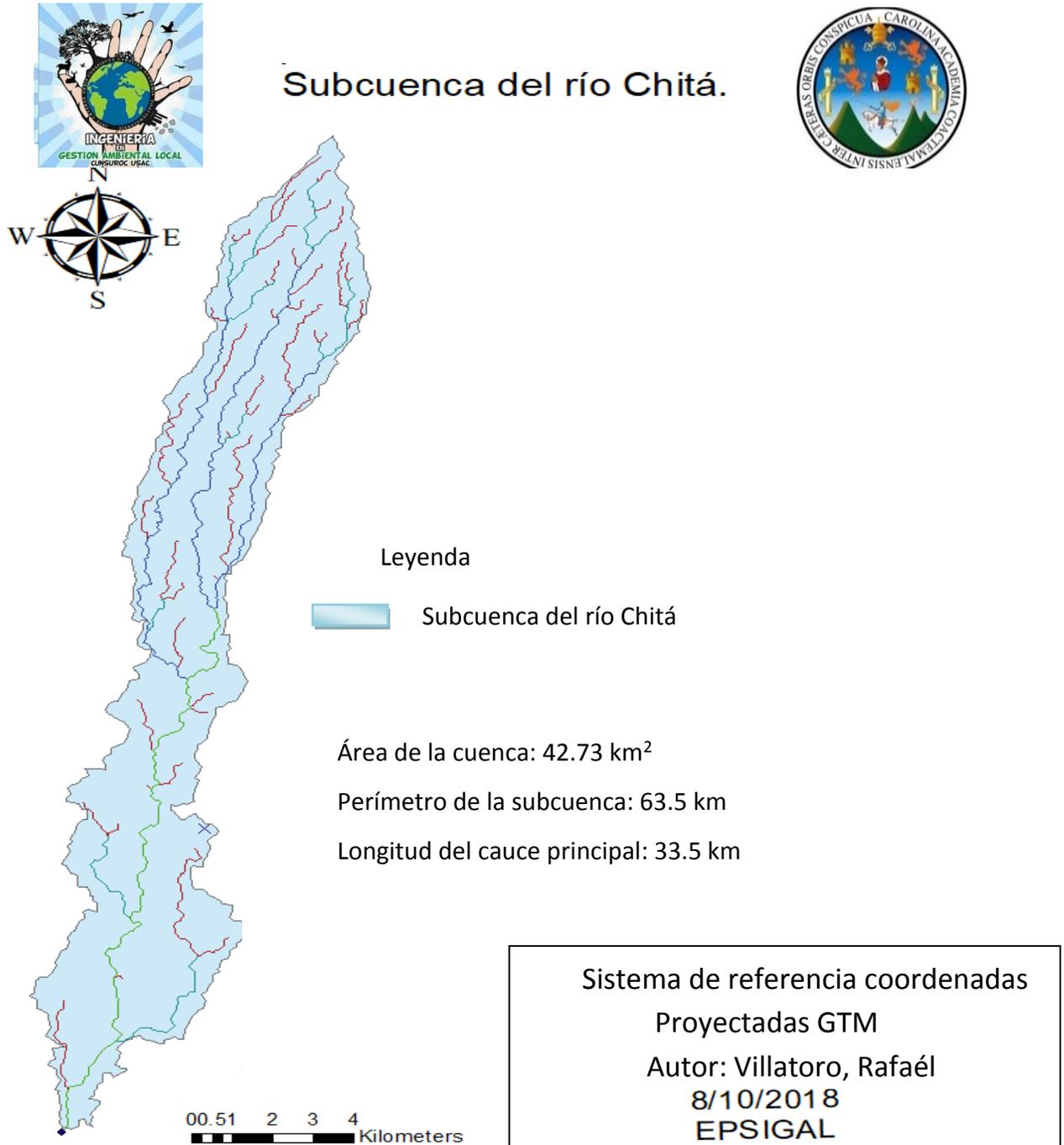


Figura No. 4 Mapa de la delimitación de la subcuenca.

b. Orden de corrientes

La subcuenca del río Chitá es de orden cuatro y está formada por las siguientes corrientes. Tal como lo muestra el siguiente cuadro.

Cuadro No. 5 Orden de corrientes

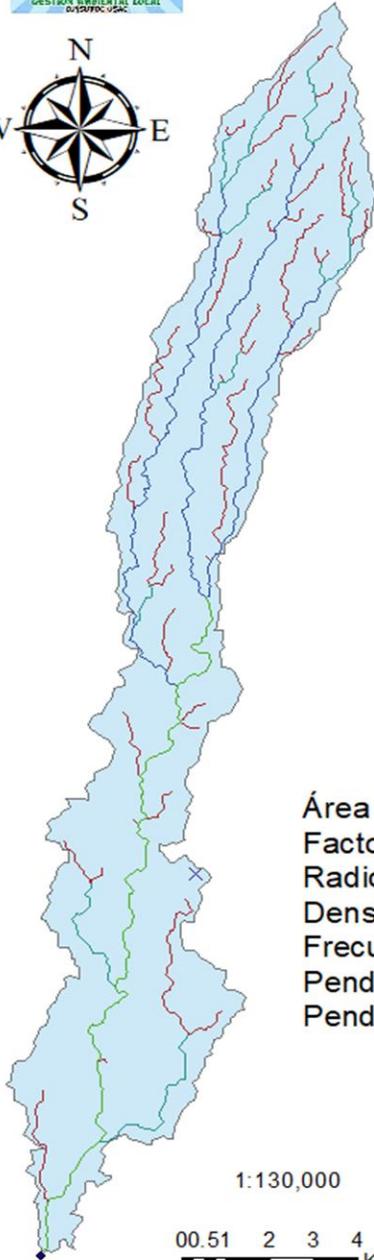
Orden de corriente	Número de corriente Un	Longitud de corrientes Lu
1	44	46.35 km
2	10	12.75 km
3	3	24 km
4	1	11.5 km
sumatoria	Ntc 58	La= 94.6 km

En el cuadro se observa cómo está distribuida la red de drenaje en la que se compone la subcuenca del río Chitá, la corriente de orden 1 cuenta con mayor longitud de corrientes siendo un total de 46.35 km, conformada por 44 corrientes; se caracteriza por ser una subcuenca con descensos veloces de agua, por la ubicación climática y geológica las fuertes lluvias, depresiones naturales hacen que el caudal del río aumente y sea desbordado.

La subcuenca está compuesta por 58 corrientes, permanentes, intermitentes y efímeras, que aportan un abastecimiento de agua para el cauce principal, siendo fuente importante para los pobladores, utilizado para riegos de cultivos en la época seca, la pesca y recreación.



Mapa de ordenes de corrientes Subcuenca del río Chitá.



Leyenda

 Subcuenca del río Chitá.

Orden de corrientes

 1

 2

 3

 4

Área de la subcuenca: 42.73 km²

Factor de forma: 0.04

Radio de elongación: 0.22

Densidad de drenaje: 2.21km / km²

Frecuencia de drenaje: 1.31 corrientes / km²

Pendiente media de la cuenca: 12%

Pendiente del cauce principal: 5.78 %

Sistema de referencia coordenadas
Proyectadas GTM.
Autor: Villatoro, Rafael
8/10/2018
EPSIGAL

Figura No. 5 Mapa orden de corrientes.

b. Coeficientes lineales, de superficie y de relieve

Cuadro No. 6 Coeficientes morfométricos de la subcuenca del río Chitá.

Aspectos lineales
Perímetro de la subcuenca= 63.5 km
Radio de bifurcación= 3.6
Longitud media de corrientes= 1.63 km
Radio de longitud medio= 2.91 km
Longitud acumulada de corrientes= 94.6 km
Aspectos de superficie
Área de la subcuenca= 42.73 km ²
Relación de forma= 0.04 subcuenca alargada
Relación circular= 0.13
Radio de elongación= 0.22
Densidad de drenaje= 2.21 km/km ²
Frecuencia de drenaje= 1.35 corrientes/km ²
Aspectos de relieve
Pendiente media de la cuenca= 12% medianamente accidentado (p3)
Pendiente del cauce principal= 5.78% moderadamente inclinado
Elevación media al 50% del área de la subcuenca (curva hipsométrica) 450 msnm.
Elevación media de la subcuenca (método intersecciones) 822.44 msnm
Coeficiente de relieve= $3.7 * 10^{-5}$
Coeficiente de robustez = 196

El perímetro de la subcuenca es de 63.5 km, con un área de 42.73 km², la corriente inicia a 2,040 msnm y termina a 80 msnm, tomando el nombre de río Chitá, está corriente desemboca al río Icán en el municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez.

La subcuenca es de orden cuatro, bien drenada la cual hace que con las 58 corrientes sea una red de drenaje que abastece al cauce principal, las cuales están divididas en 44 corrientes de orden uno, 10 corrientes de orden dos, tres de orden tres y una corriente de orden cuatro. El cauce principal del río Chitá tiene una longitud de 33.95 km; según la relación de forma 0.04, es una subcuenca bien drenada como lo indica la longitud media de corriente 1.63 km, siendo muy ramificada y quebrada, lo cual significa que el descenso de agua es violento y

rápido, la longitud acumulada de corrientes es de 94.6 km siendo la longitud total de corrientes que conforman la red de drenaje.

La subcuenca del río Chitá es pequeña con un área de 42.73 km², el % que ocupa de área en la cuenca principal Sis-Icán es de 4.65%, es de forma alargada con factor de forma de 0.04 y relación circular de 0.13 con velocidades rápidas para evacuar las aguas superficiales provenientes de las lluvias, capaz de causar desbordamientos e inundaciones. El radio de elongación 0.22 indica que es una cuenca estrecha y alargada con buen drenaje y alta producción anual de sedimentos. La densidad de drenaje es de 2.21 km de corriente/km² y la frecuencia de corrientes de 1.35 indica que tiene buen drenaje superficial.

La pendiente media de la cuenca es de 12.38% que según la clasificación de Esquivel y Moreno (2015), corresponde a un relieve medianamente accidentado (p3), lo que permite que el descenso de las aguas superficiales sea rápido. La pendiente del cauce principal es moderadamente inclinada con un porcentaje de 5.78% lo que hace que las aguas del río Chitá sean rápidas. El 50% del área de la cuenca se encuentra a 450 msnm, en tanto que la elevación máxima está a 2,040 y la mínima de 80 msnm, esto indica que la cuenca se encuentra en elevación donde la precipitaciones son abundantes. El coeficiente de relieve de $3.7 * 10^{-5}$ y de robustez de 196, indicando que es una subcuenca relativamente joven.

Con base a los resultados analizados el territorio del Cantón Chitá, es vulnerable a inundaciones y desbordamientos, por la ubicación que se encuentra geográficamente, y por su forma alargada, caracterizada por tener descenso veloces de agua, crecidas instantáneas la cual hace que la parte de la subcuenca que transita por el Cantón afecte directamente a las personas que viven cerca de la ribera.

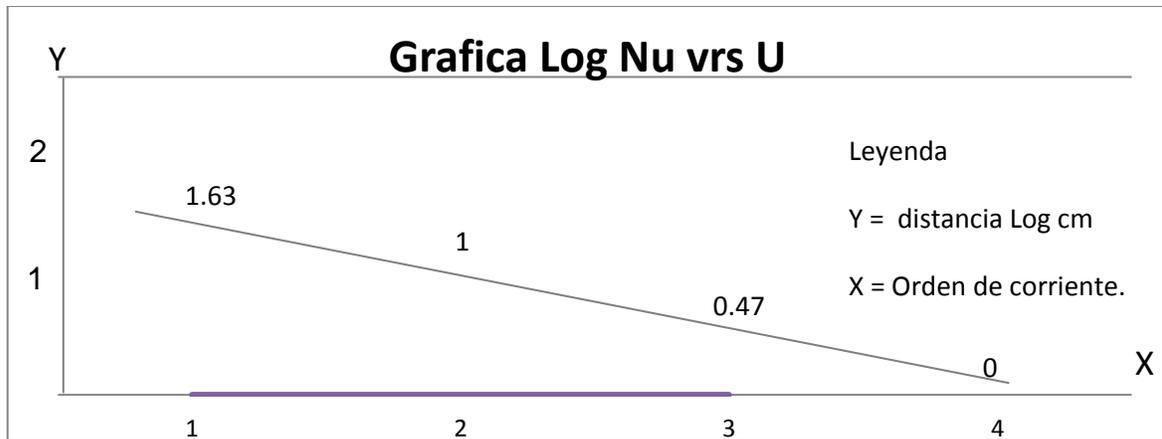


Figura No. 6 Gráfica Log Nu vs U.

La gráfica Log Nu vs U, se caracteriza por ser una línea recta, en forma positiva que establece que el conteo de las corrientes se realizaron correctamente, si la línea no es recta en forma positiva, significa que el orden de las corrientes fue mal contado. En la figura Nu. 6, se visualiza la línea recta en sentido positivo, esto da a entender que se realizó correctamente el conteo de orden de corrientes.

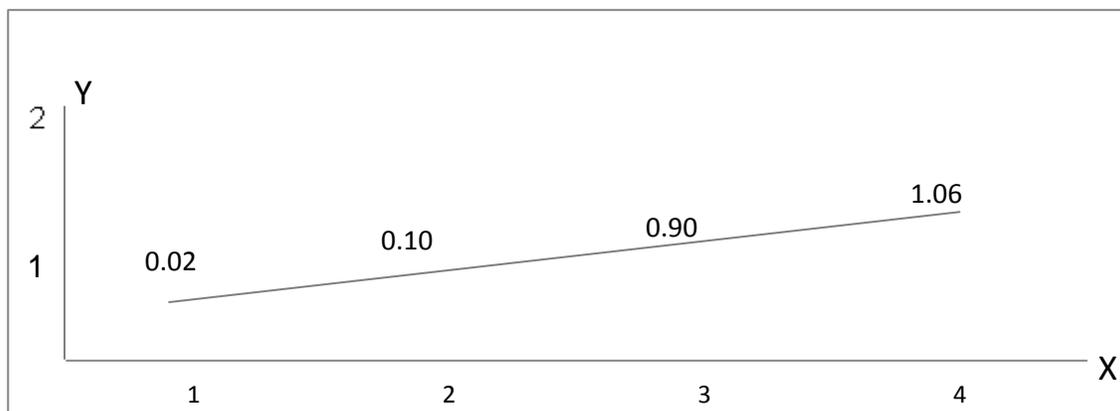
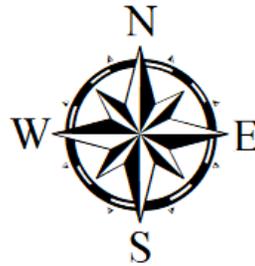


Figura No. 7 Log Lu vs U.

La gráfica Log Lu vs U, se caracteriza por ser una línea recta en forma negativa, lo que identifica que las longitudes media de corrientes fueron realizadas correctamente y el orden de corrientes fueron identificadas todas las que conforman la subcuenca.



Mapa curvas a nivel, subcuenca del río Chitá.



Leyenda

- Mapa de curvas a nivel de 100 m.
- Subcuenca del río Chitá.

Sistema de referencia coordenadas
Proyectadas GTM.

Autor: Villatoro, Rafaél

8/10/2018

EPSIGAL

1:130,000

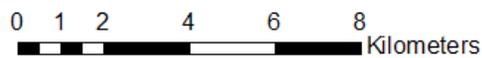


Figura No. 8 Mapa de curvas a nivel.

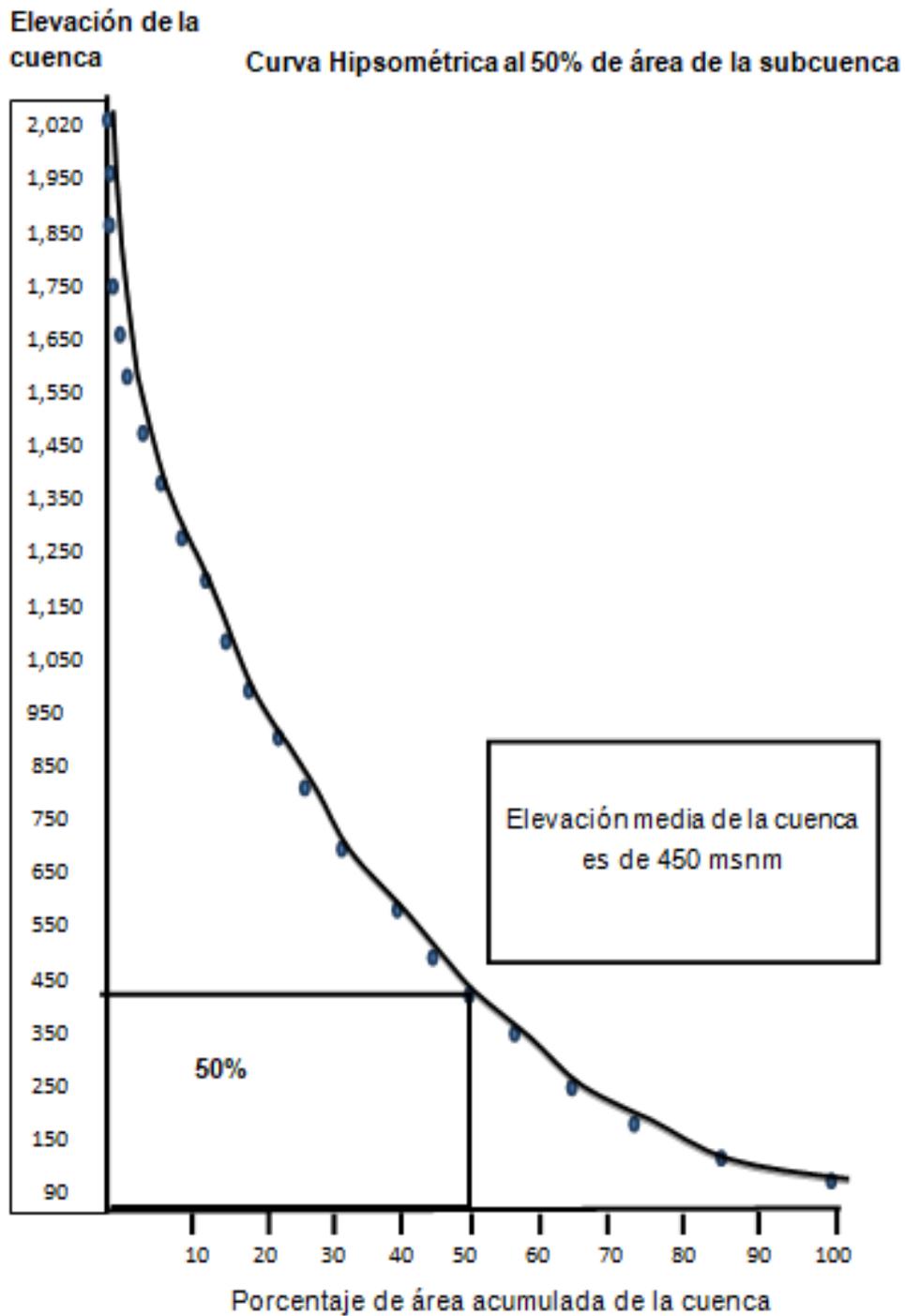


Figura No. 9 Curva hipsométrica

Descripción: la elevación media de la subcuenca del río Chitá, es de 450 msnm por la ubicación geográfica y climática, en esta elevación las precipitaciones son constantes y con abundante precipitación pluvial, con elevadas temperaturas.

9.2 Descripción biofísica del Cantón Chitá

El Cantón Chitá se encuentra a una elevación de 334 msnm, con un relieve suave (p2) del 5%, la temperatura media es de 26 C° y una precipitación pluvial media anual de 2,996 mm.

El suelo es de clase II, perteneciendo a la serie Ixtan (Ix), es arcilloso de color marrón oscuro, con mal drenaje, no permite la infiltración del agua fácilmente, quedándose en la superficie formando charcos.

La parte del cauce del río Chitá que pasa por el Cantón Chita tiene una longitud de 789.62 m, con un ancho promedio del cauce de 26.15 m, el recorrido del río por el Cantón Chitá tiene 3 quiebres lo que hace que el agua de las corrientes al topar en los quiebres sea desviada hacia el otro lado del río causando el desborde de la ribera.

a) Descripción ecológica del Cantón Chitá

La flora y fauna del lugar está formada por árboles con alturas promedio entre 15 a 21 m; entre las especies forestales nativas están, volador (*Terminalia oblonga*), palo blanco (*Tabebuia donnell smithii*), cedro (*Cedrela sp*), también árboles frutales como; aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera indica*), mandarina (*Citrus reticulata*), zapote (*Pouteria sapota*), caimito (*Chrisophyllum caimito*).

Entre la fauna encontrada en el Cantón Chitá están; reptiles como Iguana verde (*Iguana iguana*), iguana gris (*Ctenosaura similis*), lagartijas (*Phasmodromus hispanicus*), y mazacuata (*Boa constrictor*); aves como; chacha (*Ortalis vertula*), clarinero (*Quiscalus mexicanus*), ceniztonle (*Turdus grayi*), gorrión (*Passer domesticus*), también existen roedores como ardilla (*Scuirus aureogaste*), conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*); animales domésticos como, gallinas (*Gallus domesticus*), patos (*Anas platyrhychos domestic*), gato (*Felis catus*), perro (*Canis lupus familiaris*); entre las especies acuáticas están, pupos (*Cyprinodon macularius*), tepemechín (*Agonostomus mantícola*), cangrejos (*Hypolobocera sp*s). Estas especies acuáticas son utilizadas por los pobladores para alimentos.

b) Utilización de los recursos naturales

Comprende la utilización de los diferentes recursos que ofrece el ecosistema, el suelo, agua y paisaje.

El suelo es utilizado para cultivos, vivienda y áreas boscosas, siendo un recurso que es utilizado por los pobladores del Cantón, los cultivos principales son maíz, banano, plátano y piña, estos ocupan un 4.18, ha representado un 21.04%. Las viviendas están construidos de madera rustica, techo de lámina de zinc y piso de tierra, otras están construidas de block ocupando el 6.11 ha, ocupando el 30.75% y el resto de área que es 9.10 ha, lo que representa un 48.21% está ocupado con de árboles forestales y frutales dispersos, todos estos de área pertenece al Cantón Chitá.

El agua del río es utilizada por los pobladores para riego de cultivos, recreación, pesca y uso doméstico, mientras que el agua para consumo humano se obtiene por medio de un pozo mecánico, y se distribuye a las casas a través de tuberías, otra manera en que las personas obtienen agua, es por medio de los 37 pozos artesanales que están distribuidos dentro del Cantón Chitá, estos van de profundidades de 15 a 24 m, desde el espejo de agua hasta la superficie, según los dueños, los pozos tienen suficiente agua durante la época de invierno, mientras que en la época seca disminuye su caudal hasta quedar secos.

c) Contaminación ambiental

1. Desechos Sólidos

Según el grupo de estudiantes del octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local del CUNSUROC, la producción per cápita (kg/ha/día) es de 0.1042; esto indica que está por debajo, de los parámetros de proyección del Ministerio de Ambiente es de 0.88 kg/ha/día. El 68% es orgánico, el 24% son materiales no recuperables, el 5% recuperable y el 3% inerte.

2. Aguas Residuales

Las aguas residuales que se generan en el Cantón Chitá tienen un caudal de 0.86 lts/seg, con base a los parámetros del acuerdo gubernativo 236 (2006) de aguas residuales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018), se caracteriza por llevar, grasas, restos de comida y detergentes. Según el diagnóstico de la comunidad, antes de desembocar al río Chitá, pasa por una fosa séptica en funcionamiento, lo cual permite retener los desechos sólidos con mayor volumen. La población cuenta con un sistema de drenaje que es utilizado por 113 viviendas, lo que significa que 28 viviendas no cuentan con acceso a drenaje por lo que se ven en la necesidad de descargar las aguas residuales directamente al río Chitá.

3. Contaminación visual

En el Cantón Chitá por falta del servicio de tren de aseo y educación ambiental, las personas, tiran los desechos sólidos en las calles y callejones de la comunidad, también lo hacen arrinconándolos en los cercos de los terrenos y a orilla del río Chitá, estos desechos son: bolsas plásticas (golosinas), envases de plásticos, platos de duroport, envases de vidrio de un solo uso.

d) Economía

El 60% de la población del Cantón Chitá realiza actividades agrícolas entre los cultivos están: maíz, yuca, piña, banano y plátano, estos productos son llevados al mercado municipal de la ciudad de Mazatenango a comercializarlos, también dentro del Cantón Chitá, existen ocho tiendas que venden productos de consumo diario e higiene y cuatro ventas de tortillas, dos personas tiene línea vehicular que transporta a las personas a la ciudad de Mazatenango y viceversa, el 40% de población venden fuerza de trabajo a empresas bananeras y cañeras, como también en albañilería, carpintería y herrería.

9.3 Plan para reducir el riesgo a inundaciones y desbordamientos en la subcuenca del río Chitá.

El plan se ubica en este apartado, por ser parte importante del desarrollo de investigación inferencial, en la cual se plantean tres actividades que servirán para reducir el riesgo a inundaciones y desbordamientos en el Cantón Chitá, con lo cual el Consejo de Desarrollo Comunitario (COCODE) es el responsable de llevar a cabo todas las actividades para el bien común de la población aledaña al río Chitá.

9.3.1 Introducción

El Cantón Chitá fue fundado en la ribera de la subcuenca del río Chitá, el 7 de enero de 1986; cuenta con un área de 19.88 Ha, está limitado al norte con la Finca Chitalón, al sur con Finca Chitá, al este con Cantón Cocalles y al oeste con Finca Coralia.

De acuerdo a las condiciones biofísicas y la caracterización morfométrica de la subcuenca del río Chitá, la subcuenca es de forma alargada con una pendiente media de 12%, que indica que es una cuenca medianamente accidentada (p3), con buen drenaje y velocidades rápidas del agua superficial. Además por estar ubicada en una región con abundante precipitación, hace que las crecidas del río sean rápidas y abundantes, causando inundaciones y desbordamientos del cauce principal. Este plan esta visualizado a llevarse a cabo durante cuatro años, dependiendo la gestión de los responsables como lo es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), ellos deberán de gestionar todos los materiales e insumos que se necesitarán para poder realizar las actividades.

Las actividades propuesta para reducir el riesgo de la población son; 1. Reforestación de 789.62 m de la ribera del río Chitá correspondiente al Cantón Chitá con árboles forestales y frutales con buen enraizamiento, tales como; sauce (*Salix sp*), zapotón (*Pachira aquitica*), matilisguate (*Tabebuia rosea*), volador (*Terminalia oblonga*), y fruta de pan (*Artocarpus altilis*). 2. Construcción de 167 gaviones en la ribera del río con dimensiones de 4 x 1 x 1 m. 3. Siembra de 263

plantas de bambú a una distancia de tres cada una. 4. Campaña de sensibilización ambiental en el Cantón Chitá, con el tema “Educar juntos para la sostenibilidad de la vida”, esto en globaliza, varios temas sobre la educación ambiental y el cuidado de los recursos naturales.

9.3.2 Justificación

Los desbordamientos e inundaciones en la época lluviosa afectan a los pobladores aledaños a la ribera, contra sus vidas. Según los pobladores la ribera del río Chitá era cubierto por bosque y que las crecidas no afectaban de manera brusca a la comunidad, en la recién época lluviosa en el año 2017, el río Chitá se salió de su cauce natural afectando materialmente a los pobladores dejándolos incomunicados, afectando el puente y parte de la calle que dirige hacia el centro del Cantón Chitá. En base a los resultados de la investigación establece que el área del Cantón Chitá es vulnerable a inundaciones y desbordamientos por la ubicación climática y geográfica en la que se encuentra, la subcuenca es realmente muy alargada, caracterizada por ser un río caudaloso, con descenso veloces de agua de lluvia, es por esto que se realizó un plan para reducir el riesgo a inundaciones y desbordamientos.

Para disminuir los daños que ocasionan los desbordamientos e inundaciones de este río, se realizó un plan de actividades a implementar en la comunidad, para la conservar el cauce del río y así evitar los desbordes e inundaciones, que atentan la vida de los pobladores aledaños al río.

9.3.3 Objetivo General

Elaborar un plan de actividades que contribuya a reducir el riesgo a desbordamientos e inundaciones de la subcuenca del río Chitá.

9.3.4 Actividades

1) Reforestación

a) Objetivo General

Reforestar la ribera de la subcuenca del río Chitá en los límites territoriales del Cantón Chitá.

b. Meta

Reforestar los 789.62 m en la ribera del río específicamente en el Cantón Chitá.

c. Metodología

Para realizar la actividad se llevará a cabo lo siguiente

Para la reforestación se necesitará la colaboración de los pobladores, el COCODE, quienes se encargarán de convocar a los habitantes de la comunidad, para llevar a cabo la reforestación de los 789.62 m de longitud del cauce, dentro del territorio del Cantón, se necesitará un total de 395 árboles: de las especies de sauce (*Salix sp*), zapotón (*Pachira aquitica*), matilisguate (*Tabebuia rosea*), volador (*Terminalia oblonga*), y fruta de pan (*Artocarpus altilis*), se plantarán en una hilera a 2 m de distancia entre cada árbol.

Para obtener los árboles se gestionará con los encargados del vivero forestal de la municipalidad de Mazatenango, como también a la carrera de Agronomía del Centro Universitario del Suroccidente (CUNSUROC), o ya bien elaborar un vivero forestal en la comunidad, la siembra de los árboles en la ribera la realizarán los vecinos de la comunidad.

Los líderes comunitarios deberán realizar monitoreo y asignar a pobladores de la comunidad para planificar las limpiezas de malezas, y para la siembra y mantenimiento de los árboles será con colaboración de la población.

El costo económico que tendrá esta actividad, se presenta en el siguiente cuadro;

d. Tiempo

El tiempo estimado de esta actividad es de un año.

Cuadro No. 7 Presupuesto de la actividad propuesta: reforestación.

Materiales	Cantidad	Costo unidad	Costo total	Observaciones
Machete	200	-	-	Los machetes lo tendrán que llevar cada persona.
Pala	50	-	-	
Hilo (pita)	10 (conos)	Q 6.00	Q 60.00	
Metro	10	-	-	Lo llevaran las personas de preferencia que sea de 25 m de longitud.
Estacas	200	-	-	
Árboles	300	-	-	Gestionar en el vivero forestal de la municipalidad de Mazatenango. Carrera de Agronomía del CUNSUROC. O del vivero de la comunidad.
			Total Q. 60.00	

2) Construcción de gaviones en la ribera del río Chitá

a) Objetivo General

Construir una barrera en el cauce del río Chitá en Cantón Chitá para disminuir los desbordamientos e inundaciones en la ribera del Cantón Chitá. .

b) Meta

Instalar 167 gaviones en la ribera de la subcuenca del río Chitá.

c) Tiempo

El tiempo estimado para esta actividad es de dos años, para su ejecución.

d) Metodología

Para la construcción de los gaviones se necesitará el apoyo de la comunidad, entidades privadas y gubernamentales; para ello los líderes comunitarios deberán gestionar los materiales para llevar a cabo la actividad.

Los gaviones serán de dimensiones de 4 m de largo x 1 m de ancho x 1 m de alto, según diseño recomendado por Industrias Viales de Centroamérica S.A (2018), de acuerdo a la longitud de la ribera del río se necesitará 167 gaviones que se colocarán en la parte este del Cantón Chitá. El tamaño de diámetro de malla será 2", diámetro de alambre borde 3.00 mm, diámetro de alambre de amarre 2.22mm.

Para llenar las cajas de los gaviones se usará la mano de obra de la comunidad, se necesitará 668 m³ de piedra, material que se encuentra en el río Chitá. Después de la construcción de los gaviones se sembrará un surco de bambú a lo largo de los gaviones a una distancia de 1 m. Para sembrar el surco de bambú se necesitara 263 plantas las cuales serán plantadas a 3 m entre plantas.



Figura No. 10 Modelo de gavión y colocación en ribera de río.

Fuente: Industrias viales de Centroamérica S.A; (2018).

Cuadro No. 8 Presupuesto de la actividad propuesta: construcción de gaviones.

No.	Cantidad	Descripción	Costo en Q / unidad	Costo total en Q.
1	167	Gaviones en dimensiones de 4x1x1.	295	49,265.00
2	300 x hora	Maquinaria industrial, incluye operador.	300 x 8 horas al día x 5 días hábiles.	12,000.00 (costo en una semana)
3	668 m ³	Piedras para llenado de los gaviones.	-----	-----
4	263	Plantas de bambú.	-----	-----
				Q 61,265.00

Fuente: Elaborado con base a Industrias Viales de Centroamérica S.A; (2018)

3) Campaña de educación ambiental

a) Objetivo General

Sensibilizar a la población del Cantón Chitá.

b. Meta

Capacitar a 900 personas en la escuela del Cantón Chitá.

c. Tiempo

El tiempo estimado de esta actividad es de 9 meses.

d. Metodología

Para realizar las capacitaciones ambientales en la comunidad, se solicitará el apoyo de los maestros y líderes comunitarios, como también a las carreras de Ingeniería en Gestión Ambiental Local y Profesorado en Enseñanza Media en Ciencias Naturales con Orientación Ambiental del CUNSUROC.

El lugar asignado para las capacitaciones de educación ambiental será en la escuela del Cantón Chitá.

Las personas que impartirán las capacitaciones serán profesionales expertos en ambiente, las capacitaciones impartidas estarán dirigidas a temas vinculados al cuidado del agua, conservación de la ribera del río, reforestación en ribera de río, aprovechamiento de los desechos orgánicos, desechos sólidos, reciclaje y clasificación de los desechos sólidos.

Cuadro No. 9 Presupuesto de la actividad propuesta: campaña de educación ambiental

No.	Cantidad	Descripción	Costo en Q / unidad	Costo total en Q.
1	10	Personas	-----	-----
2	900	Panes con pollo	3.00	2,700.00
3	100	Vaso de fresco	1.00	100.00
4	10	Cartulina	2.00	20.00
5	10	Pliego de construcción	4.50	45.00
6	4	Tijera	9	36.00
7	1	Frasco de Resistol	10	10.00
8	1	Masking tape	8	8.00
				Q. 2,919.00

Fuente: Elaborado con base a cotizaciones proporcionados por la directiva de la escuela del Cantón Chitá encargados de la refacciones de los niños.

X Conclusiones

1. La subcuenca del río Chitá se caracteriza por ser de orden cuatro, con un área de 42.73 km² y un perímetro de 63.5 km, compuesta por 58 corrientes, con longitud media de corriente de 1.63 km, el radio de elongación es de 0.22, con una densidad de drenaje de 2.21 km de corrientes/km² y 1.35 corrientes/km².
2. La subcuenca del río Chitá es una subcuenca alargada con factor de forma de 0.04. Su relieve es quebrado, con buen drenaje, fuertes crecidas después de una lluvia y alta producción de sedimentos, la cual hace que en su recorrido por el Cantón Chitá, el caudal aumento desbordándose en la ribera de la comunidad.
3. De acuerdo a las características morfométricas de la subcuenca del río Chitá y a la zona de vida en que se encuentra, permite identificar que es una subcuenca con relieve quebrado, con velocidades rápidas de las aguas superficiales y capaces de causar desbordamientos e inundaciones en el cauce principal.
4. El Cantón Chitá está limitada al este por una longitud de 789.62 m del río Chitá, está sujeta a desbordamientos e inundaciones, por su ubicación geográfica y climática. El relieve del Cantón Chitá es suave con escasa vegetación arbórea en la ribera de la subcuenca, este recurso está siendo contaminado por desechos sólidos y aguas residuales.
5. El plan de actividades para disminuir los desbordamientos e inundaciones, causado por las crecidas instantáneas del río Chitá, y la conservación de la ribera y del río, el plan contiene tres actividades la cual se basa en la restauración del paisaje, implementación de gaviones y educación ambiental hacia los pobladores, con lo que espera disminuir los daños ocasionados por los desbordamientos e inundaciones.

XI Recomendaciones

1. Reforestar la ribera del río Chitá con árboles de volador, sauce, zapotón, matilisguate y fruta de pan, plantarlos a una distancia de 2 m por árbol y a 3 m del cauce del río a lo largo de su recorrido dentro de los límites del Cantón Chitá.
2. Sembrar bambú en la parte de atrás de los gaviones a un metro de distancia, el bambú se plantarán en hileras a una distancia de tres m por planta de bambú a lo largo de la estructura de gaviones, se realizará con el fin darle una mejor solidez a los gaviones y la conservación del suelo de la ribera.
3. Se recomienda dragar los 789.62 m de cauce del río Chitá correspondiendo a la comunidad y reforzar el cauce con gaviones. Para mantener el curso de la corriente y no afecte bruscamente la crecida a la estructura de los gaviones.
4. Impartir charlas de educación ambiental a la población en general, por medio de talleres educativos y cursos sobre el cuidado de medio ambiente, conservación del río.
5. Llevar a cabo el plan propuesto para reducir el riesgo de la población aledaña al río Chitá, en época de lluvia y tormentas tropicales, evitando la pérdida de vida humana y cultivos de los comunitarios.
6. Generar un plan de ordenamiento territorial que ayude a darle un uso adecuado al suelo de la comunidad y de la subcuenca.

XII Referencias Bibliográficas

1. Agüero, G. 2001. Delimitación Hidrográfica y Caracterización Morfométrica de la Cuenca del Río Anzulón. Buenos Aires. Argentina.
2. Aguilar, R. 2007. Métodos para cálculos de áreas. 1ra edición. Lima, Perú.
3. Arrivillaga, A. 2003. Diagnóstico del estado actual de los recursos marinos y costeros de Guatemala. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas. Ciudad de Guatemala, GT. 65p.
4. Álvarez, J. 2002. Morfología de ríos: Capitulo 11 Manual de Ingeniería de ríos. Instituto de Ingeniería UNAM. México D.F. 46p.
5. Aparicio, E. 2012. Fundamentos de hidrología de superficie. 1ra, edición. Vol. 1. Ciudad de México, Limusa.
6. Barbosa, P. 2002. Hidrología general – Notas de aula. Rio de Janeiro. Universidad Federal do Rio de Janeiro. Brasil.
7. Cache, J. 1997. Ejercicio Profesional Supervisado EPS. Información general del Cantón Chitá. Universidad de San Carlos de Guatemala. CUNSUROC.
8. CONRED-2005. Mazatenango, Mapa de Amenaza por deslizamientos y inundaciones en el territorio de Suchitepéquez. (en línea) Consultado el 12/05/18 Disponible en https://conred.gob.gt/site/mapas/municipales_ameindes/SUCHITEPEQUEZ/MAZATENANGO/SUCHITEPEQUEZ%201001.pdf.
9. Díaz, J. 2005. Métodos para calcular el relieve. 1ra Edición. Distrito Federal de México. Editorial Trillas.

10. Escobar, G. 2018. Descripción del río Chitá. Prensa libre, 2 de junio 2018.
11. Esquivel, R.; Moreno, A. 2015. Cuenca Hidrográfica. Estudio morfométricos de la cuenca río azul. Universidad Distrito Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológicas. Bogotá, Colombia.
12. Faustino, J. 2006. Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba – Costa Rica.
13. Fernández, G. 2012. Caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica, Chinchao. Universidad Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales. Lima, Perú.
14. Figueroa, J. 2003. Manejo Integrado de Cuencas: El Imperativo Sustentable. Riego N° 15, 26-34. Santiago de Chile, Chile.
15. Fuentes, A. 2004. Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro. México.
16. García, R. 2014. Cuenca Sis-Icán de Guatemala. (en línea), Consultado el 24/03/2018. Disponible en <http://www.deguate.com/artman/publish/geo-rios/rio-sis-suchitepequez.shtml> y <http://www.deguate.com/artman/publish/geo-rios/rio-ican-suchitepequez.shtml>.
17. Gil, V. 2009. Hidrogeomorfología de la cuenca alta del Río Sauce Grande. Bahía Grande. Buenos Aires, Argentina.
18. Gómez, E. 2004. Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua. FUNDERYRAM. Managua, Nicaragua.

19. Google Maps. 2018. Ubicación geográfica del Cantón Chita. (en línea), Consultado el 25/06/2018. Disponible en <https://www.google.com/maps/place/Canton+Chita+Mazatenango>.
20. Guerra, F.; González, J. 2002. Caracterización morfométrica de la cuenca de la quebrada la Bermeja. San Cristóbal, estado Táchira. Venezuela
21. Gutiérrez, M. 2008. "Geomorfología Climática". México. Prentice Hall.
22. Hernández, G. 2018. Croquis del Cantón Chitá. Bachillerato en Dibujo Técnico, Mazatenango, Suchitepéquez.
23. Ibáñez, J. 2004. Caracterización Morfométrica de la cuenca Sis Icán. Tesis, Carrera de Agronomía Tropical. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala.
24. Industrias Viales de Centroamérica S.A (2018). Costo y modelo de Gaviones. Ciudad de Guatemala.
25. INSIVUMEH. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. 2018. Vertiente del Pacífico, Hidrología. (en línea) Consultado el 19/05/2018 Disponible en http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios_de_guatemala.htm.
26. Jiménez, C. 2003. Recomendaciones en caso de inundaciones. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guadalajara. México.
27. Londoño, A. 2001. La cuenca hidrográfica y su evolución hacia el concepto de desarrollo integrado. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. Bogotá, Colombia.

- 28.** Luzuriaga, F. 2007. Estrategia de Extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas: conceptos y Experiencias, Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible, Proyecto IICA/GTZ, San José – Costa Rica.

- 29.** MAGA-ESPRED-ECATIE, 2001. Mapa de uso de la tierra, escala 1:50,000 (en línea) Consultado el 24/03/2018. Disponible en. http://ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/10_Tablas_Suchi/Suchi_Territorio1/Tabla4110_01.pdf

- 30.** Mármol, L. 2008. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes. Tesis Ingeniería en Agronomía Tropical. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ingeniería. Buenos Aires, Argentina.

- 31.** Martínez, A. 2007. Manual básico para el análisis de una cuenca hidrográfica. Universidad de los Lagos. Caracas, Venezuela.

- 32.** Miller, C. 1953. A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee. Office of Naval Research, Geography Branch, Project NR 389-042, Technical Report, 3, Columbia University.

- 33.** Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGA. 2016. Mapas de la cuenca y ortofotos de Suchitepéquez, Archivo Shape Ciudad de Guatemala.

- 34.** Muñoz, F. 2007. Manejo de cuencas hidrográficas tropicales, Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión” Núcleo de Loja. Quito, Ecuador.

- 35.** Ocampo, Z. 2004. Manual de planificación y gestión participativa de cuencas y micro cuencas. Ministerio del Medio Ambiente. Embajada Real de los Países Bajos. Holanda.

36. Ochoa, G. (s.f) Hidrogeología, definición de cuenca hidrográfica. Universidad de Sonora. México.
37. Ordóñez, J. 2011. Contribuyendo al desarrollo de la cultura del agua y la gestión integral de los recursos hídricos. Lima, Perú.
38. Ortega, M. 2012. Importancia de las cuencas hidrográficas. República de Panamá.
39. Piedra Santa, J. 2011. Geografía Visualizada Guatemala. Ciudad de Guatemala. Editorial Piedra Santa.
40. Porras, M. 2016. Perímetro Morfométrico de la cuenca hidrográfica. (en línea) Consultado el 12/05/18. Disponible en <http://cuencahidrograficamila.blogspot.com/2016/04/estudio-morfologico-de-una-cuenca.html>.
41. Ramírez, J. 2015. Alternativas de manejo sustentable de la subcuenca del Río Pitura, Provincia de Imbabura. Ecuador. Tesis Agraria Forestal. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agraria y Forestales. Ecuador.
42. Reynoso, L. 2002. Tipos de cuenca hidrográficas. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia.
43. Río Chitá, Mazatenango, Suchitepéquez. Descripción del río Chitá. 2014. (en línea) Consultado el 12/05/18. Disponible en <http://www.deguate.com/artman/publish/geo-rios/rio-chita-suchitepequez.shtml?m=no>

44. Robles, E. 2012. Biodiversidad de Guatemala. (en línea) Consultado el 13/02/2019. Disponible en http://www.deguate.com/artman/publish/ecologia_florafaua/guatemala-y-sus-zonas-de-vida-y-biodiversidad.shtml
45. Rodríguez, E. 2010. Humedales y medios de vida en la cuenca baja del río Paz. Ciudad de Panamá, Wetlands International. 49p.
46. Rojas, P. 2017. Diccionario de Hidrología. Conceptos básicos de Hidrología. 1ra. Edición. Lima, Perú.
47. Ruíz, J. 2001. Hidrología. Evolución y visión sistemática, la morfometría de cuenca como aplicación. Barinas, Caracas, Venezuela.
48. Ruíz, R.; Torres, H. 2003. Manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidades hidrológicas. Lima, Perú.
49. Sánchez, R.; Artieda, J. 2004. Análisis morfométricos de la micro cuenca Quebrada Curucutí. Estado de Vargas. Venezuela.
50. Secretaría de Medio Ambiente y Servicios Públicos, 2018. Recomendaciones en caso de inundaciones. Asunción, Paraguay.
51. Schum, S. 1956. The evolution of drainage systems and slopes in badlands at Pearth Amboy, New Jersey. Bulletin of the Geological Society of América.
52. Sperling, M. 2007. Estudios de agua de ríos: principios de tratamiento biológico de aguas residuales. 1. ed. Universidad Federal Metropolitana de Guadalajara (UFMG). Facultad de Ingeniería. . México, D.F, 196 pp.

53. Strahler, A. 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In Chow, V.T. (ed.) Handbook of Applied Hydrology. New York. McGraw-Hill.
54. Umaña, E. 2002. Taller de capacitación. Educación ambiental con enfoque en manejo de cuencas. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ingeniería-Agronomía. Caracas, Venezuela.
55. Villegas, M. 2004. Análisis del conocimiento en relación agua-suelo vegetación. Distrito Federal, México.
56. Villon, M. 2002. Hidrología curva hipsométrica. 2° Ed. Lima, Perú. Ediciones Villon


Vo. Bo. Lcda. Ana de González
Bibliotecaria CUNSUROC



XIII Anexos

13.1 Identificación de áreas vulnerables a desbordamientos e inundaciones



Figura No. 11 Pérdida de suelo en la ribera del río Chitá



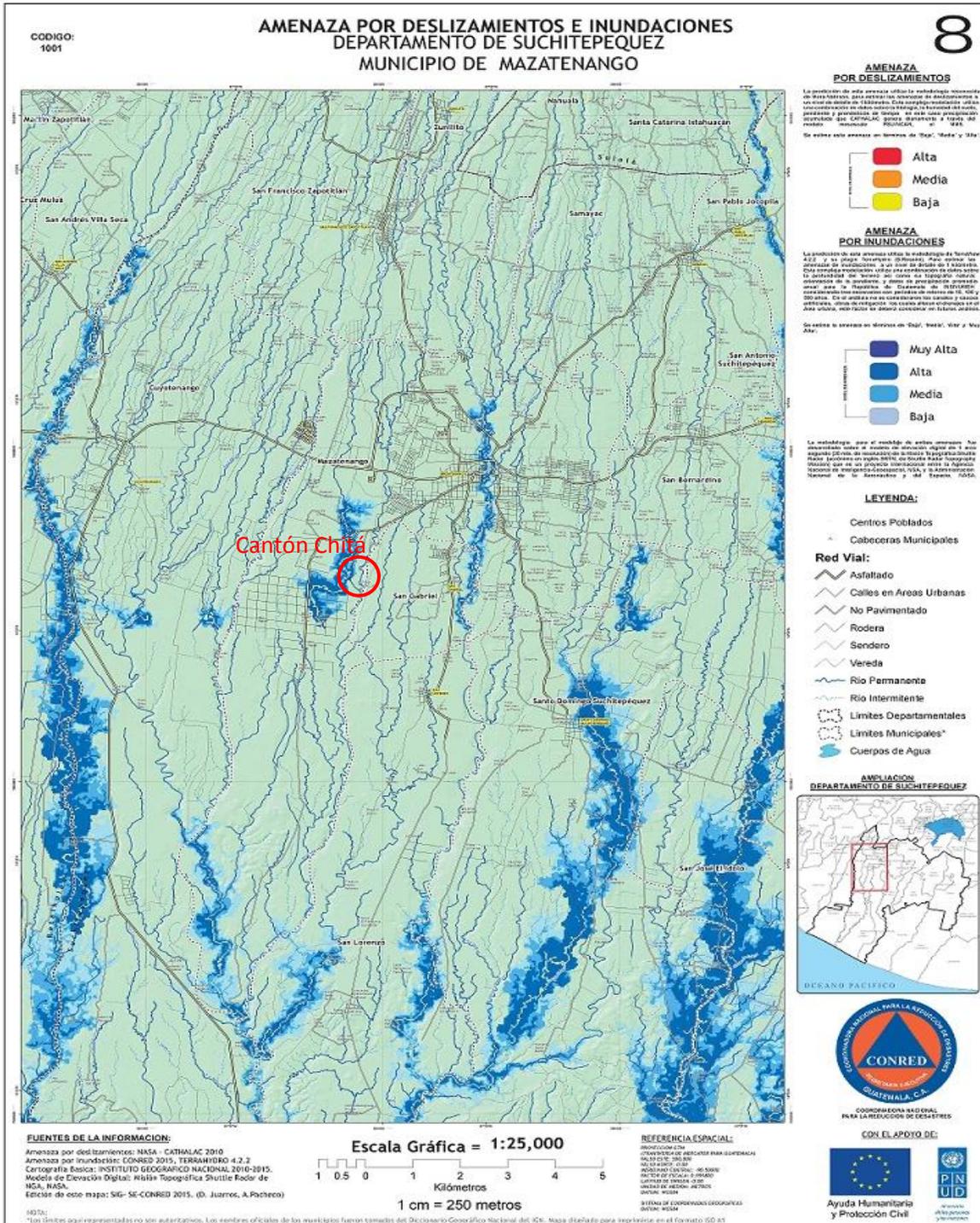
Figura No. 12 Dragado del río por el desbordamiento del río en el año 2017.



Figura No. 13 Pérdida de cobertura forestal en la ribera.



Figura No. 14 Área vulnerable a desbordamiento.



Fuente: CONRED

Figura No. 15 Mapa de amenaza por deslizamientos e inundaciones CONRED.

En el mapa de amenaza por deslizamientos e inundaciones de la ciudad de Mazatenango, Suchitepéquez, se identifica el Cantón Chitá, como un área vulnerablemente afectado por inundación y desbordamientos ocasionado por el río Chitá.

13.2 Procedimientos de los cálculos de las características morfométricas.

13.2.1 Aspectos lineales

1) Radio de bifurcación

$$Rb = \frac{Nu}{N(u+1)}$$

$$Rb1 \quad (44 / 10) = 4.4$$

$$Rb2 \quad (10/3) = 3.33$$

$$Rb3 \quad (3/1) = 3$$

$$Rb = \frac{4.4+3.3+3}{3} = 3.6$$

De acuerdo a los indicadores de radio de bifurcación el resultado 3,6 es un rango aceptable, indicando que es una subcuenca con varias corrientes de orden uno.

2) Longitud media de corrientes (\overline{Lu})

$$\overline{Lu} = La / Ntc$$

$$\overline{Lu} = (94.6 \text{ km} / 58 \text{ corrientes}) = 1.63 \text{ km}$$

La longitud media de corrientes es de 1.63 km estableciendo que la subcuenca es muy quebrada.

3) Radio de longitud medio (Rlm)

$$Rlm =$$

$$Rlm = \Sigma \left\{ \frac{\overline{Lu}}{Lu(u-1)} \right\} \div N$$

$$Rlm1 \quad (11.5 / 8) = 1.375$$

$$Rlm2 \quad (8 / 1.275) = 6.274$$

$$Rlm3 \quad (1.275 / 1.053) = 1.108$$

$$\text{Total} = (8.757/3) = 2.91 \text{ km}$$

Este parámetro indica que hay 2.91 km de radio de longitud medio por corrientes dentro de la subcuenca.

4) Longitud acumulada de corrientes (La)

$$La = \overline{Lu} * Nu$$

$$La = (46.35 \text{ km} + 12.75 + 24 + 11.5 \text{ km}) = 946 \text{ km}$$

La longitud acumulada de corrientes es de 94.6 km, el total de todas las longitudes de las corrientes dentro de la subcuenca.

13.2.2 Aspectos de Superficie

a) Área de la cuenca

$$Ak = 42.73 \text{ km}^2$$

El área de la subcuenca es de 42.73 km² siendo un área pequeña, se caracteriza por ser alargada, con un buen drenaje donde predominan las crecidas violentas, con un arrastre de sedimentos y una pendiente medianamente accidentado.

1) Relación de forma

$$Rf = Ak / Lc^2$$

$$Rf = 42.73 \text{ km}^2 / (33.9 \text{ km})^2 = 0.04 \text{ subcuenca alargada.}$$

La subcuenca es muy alargada con factor de forma de 0.04, lo que indica que tiene velocidades rápidas de agua capaz de erosión y presenta buen drenaje.

2) Relación Circular

$$Rc = Ak / Ac$$

$$Rc = (42.73 \text{ km}^2 / 320,45 \text{ km}^2) = 0.13$$

Área de un círculo con perímetro igual a la cuenca.

$$R = P / 2 * \pi$$

$$R = 63,5 \text{ km} / 2(3.1416) = 10,10 \text{ km}$$

$$Ac = \pi * r^2$$

$$Ac = 3.1416 * (10.10)^2 = 320,45 \text{ km}^2$$

La relación circular de 0.13 indica que es una cuenca alargada en relación del área de un círculo con perímetro igual al de la cuenca Según Miller, (1953).

3) Radio de elongación

$$Re = Dc / Lc$$

$$Re = (7.32 \text{ km} / 33.95 \text{ km}) = 0.22$$

Cálculo de diámetro de un círculo de área igual a la cuenca.

$$Dc = \sqrt{4} Ak / \pi$$

$$Dc = \sqrt{4} * \frac{(42.73)}{3.1416} = 7.32 \text{ km}$$

El radio de elongación es de 0.22 indica que es una cuenca estrecha y alargada con un buen drenaje en escurrimiento superficial.

4) Densidad de drenaje (Dc)

$$D = L_a / A_k$$

$$D = (94.6 \text{ km} / 42.73 \text{ km}^2) = 2.21 \text{ km corrientes} / \text{km}^2$$

La densidad de drenaje de 2.21 km corrientes / km² la subcuenca tiene una buena capacidad de drenaje y en el desplazamiento de las corrientes de agua.

5) Frecuencia de corriente (Fc)

$$F_c = N_{tc} / A_k$$

$$F_c = (58 \text{ corrientes} / 42.73 \text{ km}^2) = 1.35 \text{ corrientes} / \text{km}^2$$

La frecuencia de corriente el resultado indica que hay 1.35 por cada km².

13.2.3 Aspectos de relieve

1) Pendiente media de la cuenca (Método Alvord)

$$S_c = D * L_{tc} / A_k * 100$$

$$S_c = \frac{0.1 \text{ km} * 52.9 \text{ km}}{42.73 \text{ km}^2} = 0.123806 * 100 = 12.38\%$$

Le pendiente media de la cuenca es de 12% que representa una pendiente medianamente accidentado (p3) según la clasificación de Esquivel y Moreno 2015, lo cual es caracterizado por ser un relieve en donde predominan los veloces descenso de agua, y con una buen drenaje de escorrentías.

2) Pendiente del cauce principal Método Analítico

$$S_{cp} = \frac{\Delta h}{L_c} * 100$$

$$S_{cp} = \frac{(2,040 \text{ m} - 80 \text{ m})}{33,893 \text{ m}} = 0.0578 * 100 = 5.78 \%$$

La pendiente del cauce principal 5.78% moderadamente inclinado, lo cual caracteriza a la subcuenca en tener un relieve inclinado con un cauce muy quebrada, donde los descenso de agua son brusco desbordándose del cauce natural y que por cada 100 m que se recorre por el río, se eleva 5.78 m.

2) Elevación media de la cuenca
a) Método curva hipsométrica

Cuadro No. 10 Cálculos del método de curva hipsométrica

Intervalo entre curvas de nivel	Área parcial (km ²)	% de área parcial	% de área acumulada
2040 - 2000	0.0625	0.1474	0.2652
2000 - 1900	0.1125	0.2654	0.5306
1900 - 1800	0.125	0.2949	0.8255
1800 - 1700	0.1275	0.3008	1.1263
1700 - 1600	0.375	0.8849	2.0112
1600 - 1500	0.5	1.1799	3.1911
1500 - 1400	0.625	1.4749	4.666
1400 - 1300	0.375	0.8849	5.5509
1300 - 1200	0.625	1.4749	7.0258
1200 - 1100	1.125	2.6548	9.6806
1100 - 1000	1.275	3.0088	12.6894
1000 - 900	1.625	4.00	16.6894
900 - 800	1.875	4.4247	21.1141
800 - 700	2.375	6.00	27.1141
700 - 600	2.25	5.3097	32.4238
600 - 500	1.875	4.4247	36.8448
500 - 400	3.875	9.1445	45.993
400 - 300	4.875	12.00	57.993
300 - 200	5.175	12.2123	70.2053
200 - 100	5.9375	14.0117	84.217
100 - 80	7.185	16.10	100
	42.425 km ²	100	

Fuente: Villon (2002)

Elaborado en base al método de la curva hipsométrica.

b) Método intersecciones

$$Em = \left\{ \frac{\sum (Ei \times li) + (E*ij) + (En*ln) \dots + (En*ln)}{N} \right\}$$

Cuadro No. 11 Cuadro de resultados método intersecciones

Elevación en msnm	Numero de intersecciones	
80 *	6	= 480
200	16	= 3,200
300	5	= 1,500
400	5	= 2,000
500	3	= 1,500
600	4	= 1,800
700	3	= 2,100
800	6	= 4,800
900	3	= 2,700
1,000	4	= 4,000
1,100	5	= 5,500
1,200	3	= 3,600
1,300	5	= 6,500
1,400	5	= 7,000
1,500	5	= 7,500
1,600	5	= 8,000
1,700	2	= 3,400
1,800	4	= 7,200
1,900	3	= 5,700
2,000	1	= 2,000
2,100	0	= 0
2,200	0	= 0
2,040	0	= 0
	Total 98	Total msnm 80,480

Fuente: Londoño (2001)

$$Em = 80,600 \text{ msnm} / 98 = 822.44 \text{ msnm}$$

Elabora en base al análisis de las elevaciones msnm, en el método de intersecciones.

3) Coeficiente de relieve (Rh)

$$Rh = \frac{\Delta h}{1000 \times Ltc}$$

$$Rh = 1,960 \text{ m} / (1,000 * 52900\text{m}) = 3.7 * 10^{-5}$$

El coeficiente de relieve representa que la subcuenca es joven con buen drenaje.

4) Coeficiente de robustez (Rr)

$$Rr = \frac{\Delta h \times D}{1000}$$

$$Rr = ((1,960 \text{ m} * 100 \text{ m}) / 1,000) = 196$$

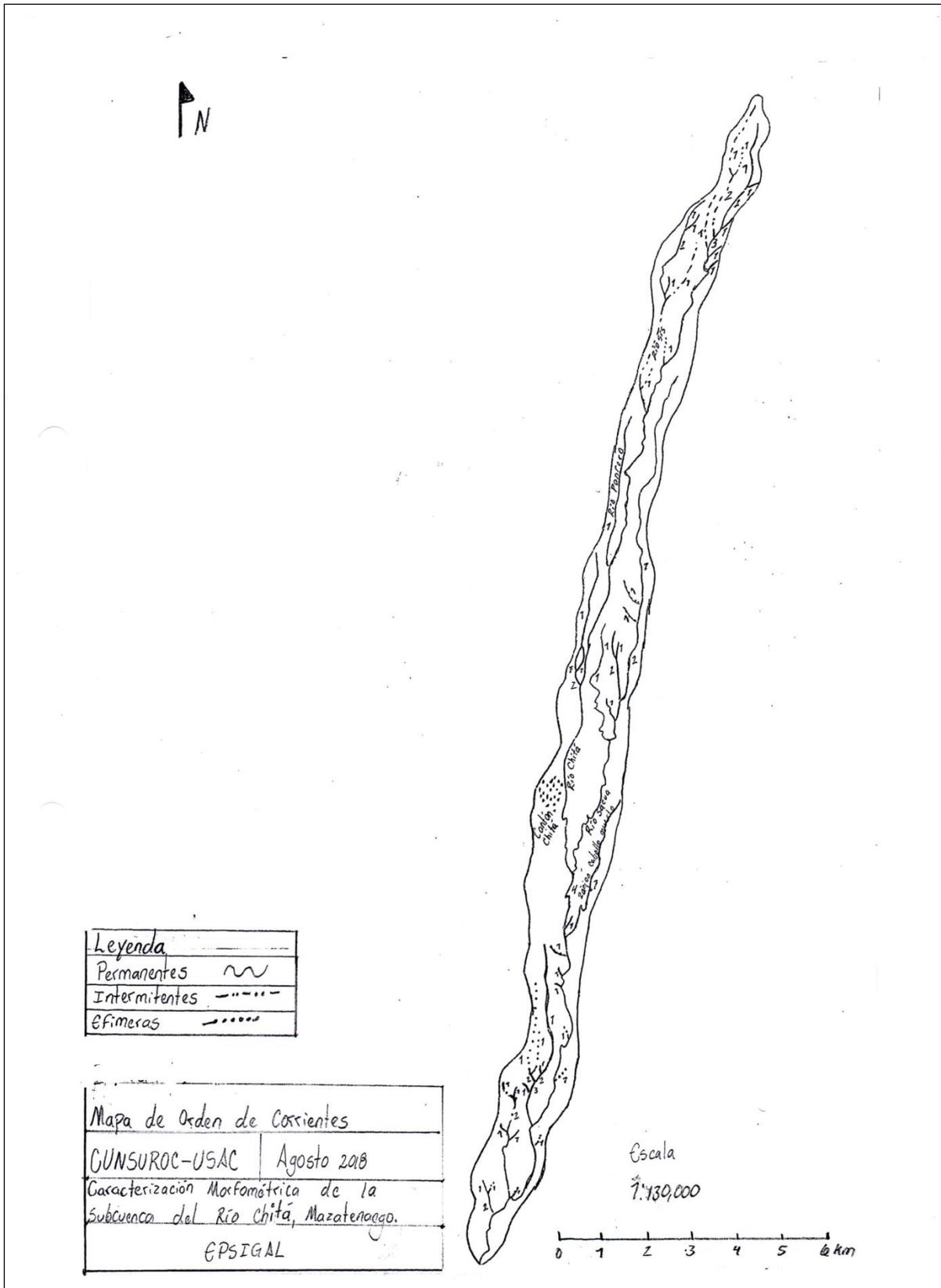


Figura No. 16 Mapa de orden de corriente, delimitada a mano.

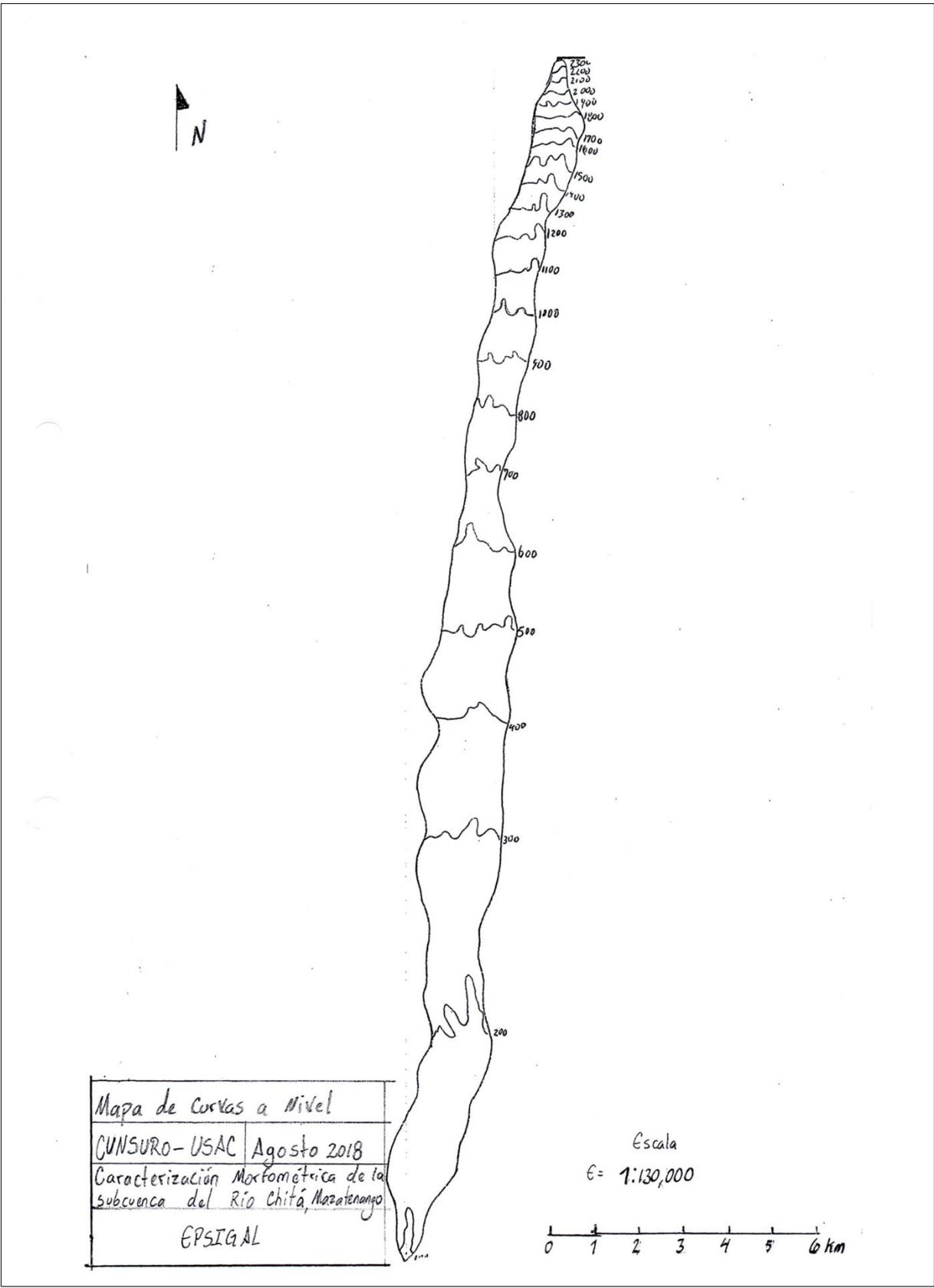


Figura No. 17 Mapa de curvas a nivel, delimitada a mano

13.3 Acta de Constitución de Cantón Chitá.



MUNICIPALIDAD DE
MAZATENANGO
Servicio, Compromiso y Desarrollo

Tels. 7872 0465 – 7872 1490 Administración 2016-2020

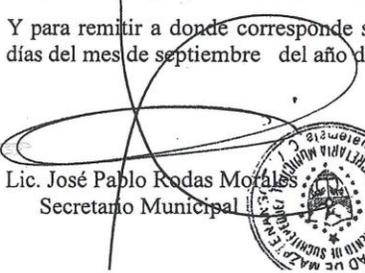
No. Of. _____
Ref. _____

El Infrascrito Secretario Municipal de la ciudad de Mazatenango, cabecera del departamento de Suchitepéquez, **CERTIFICA**: Que para el efecto se tiene a la vista el libro de Actas del Concejo Municipal en el cual aparece el punto **TERCERO** del acta número 84-2017 de la sesión extraordinaria celebrada el día lunes veinticinco de septiembre del año dos mil diecisiete, el cual copiado literalmente dice: -----

“””””**TERCERO**: Se conoce informe presentado por el Ingeniero José Gabriel Linares de León, Director Municipal de Planificación por medio del cual da a conocer a este Honorable Concejo Municipal que el día 19 de septiembre del presente año se constituyeron con el supervisor de obras de esta municipalidad, Ingeniero Erick Tzicap y el Sr. Hainz Noé Arévalo, representante de la Empresa Constructora Multiservicios H y N, a la comunidad de Cantón Chitá, de esta ciudad de Mazatenango, lugar donde fue construido el proyecto denominado “Mejoramiento Camino Rural Principal Cantón Chitá, Mazatenango, Suchitepéquez, constatando los daños ocasionados por las lluvias del día 18 de septiembre del presente año al mencionado proyecto. Luego de amplias deliberaciones el Concejo Municipal de la ciudad de Mazatenango, departamento de Suchitepéquez, por unanimidad **ACUERDA**: I. Notificar a la Presidencia del Consejo Departamental de Desarrollo y a la Dirección Ejecutiva del CODEDE, con el fin de que se delegue un equipo de supervisión y constatar lo anteriormente expuesto. II.- Notificar al representante de la empresa constructora del proyecto entes mencionado para que se pronuncie al respecto. III.- Citar a una reunión a las partes involucradas, para establecer el mecanismo de como reponer el tramo del camino. IV.- Autorizar al señor Alcalde Municipal para que realice los gastos necesarios para la realización de los trabajos para la habilitación del paso por el puente, ya que los aproches no tienen material de relleno y por lo tanto no es posible transitar con vehículos hacia el mencionado cantón. V.- Notificar a la COMRED para que se tomen las medidas que se consideren pertinentes para resguardar la integridad de los habitantes de las viviendas que se encuentran en riesgo ante otra crecida del Río Chitá. VI.- Informar a ENERGUATE acerca del poste de alumbrado eléctrico que se encuentra dentro del cauce del río. VII.- El presente Acuerdo surte efecto inmediato. VIII.-Notifíquese. Fs. Ilegible, Ilegible, Ilegible, Ilegible, Ilegible, Ilegible, Ilegible, Ilegible, Ilegible, Licenciado José Pablo Rodas Morales, Secretario Municipal, Manuel de Jesús Delgado Sagarmínaga, Alcalde Municipal y sellos respectivos. ”””””

Y para remitir a donde corresponde se extiende la presente certificación a los veintiocho días del mes de septiembre del año dos mil diecisiete.-----

Lic. José Pablo Rodas Morales
Secretario Municipal



Manuel de Jesús Delgado Sagarmínaga
Alcalde Municipal



Acta número (84-2017) Cantón Chitá.

Mazatenango Suchitepéquez, 13 de mayo de 2019.

Señores
Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario del Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Miembros del Consejo Directivo:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Trabajo de Graduación titulado. **“Caracterización Morfométrica de la Subcuenca del río Chitá”**. Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciado.

Sin otro particular me suscrito

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Jairo Rafael Villatoro Cox.

Carne: 201440809



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE



Lic. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC-USAC

Respetable Licenciada:

De manera muy atenta me dirijo a usted para presentarle el informe final de la investigación inferencial titulada **“CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHITÁ”**, desarrollada en el Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, durante el periodo de febrero a agosto de 2018.

El motivo de la presente es para solicitar que a través de su persona se considere la asignación de un revisor final al mismo y sea llevado a cabo el proceso correspondiente para poder ser considerado como trabajo de graduación.

Sin otro particular, me suscribo de usted;

Atentamente

Jairo Rafael Villatoro Cox

201440809

Vo. Bo. MSc. Eysen Rodrigo Enríquez Ochoa.

Supervisor EPSIGAL

Mazatenango, 26 de marzo de 2019.

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC

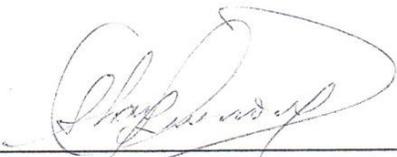
Apreciable MSc. Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9 del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la Investigación titulada: "Caracterización Morfométrica de la Subcuenca del Río Chitá", presentada por el estudiante: Jairo Rafaél Villatoro Cox, quien se identifica con CUI 2380 08088 1013, y número de carné 201440809.

Por lo tanto, en mi calidad de revisora le informo que después de realizar el proceso que se me fue asignado y verificar la incorporación de las observaciones por parte del estudiante a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que se continúe con el promeso de mérito.

Respetuosamente, se despide de usted.

Atentamente,



MSc. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñón Melgar
Revisora de Trabajo de Graduación
IGAL-CUNSUROC

Mazatenango 14 de mayo 2019

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "**Caracterización Morfométrica de la subcuenca del río Chitá**", del estudiante **Jairo Rafaél Villatoro Cox** con carné número **201440809**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por la Ingeniera en Gestión Ambiental Local, Sharon Ivelisse Quiñónez Melgar, revisora del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular



MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-02-2019

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el cuatro de junio de dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: **“CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA SUBCUECA DEL RIO CHITÁ”** del estudiante: **Jairo Rafaél Villatoro Cox**, Carné **201440809**. CUI: **2380 08088 1013** de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Guillermo Vinicio Tello C.
Director



/gris