

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS  
MORFOMÉTRICOS E HIDROLÓGICOS DE LA CUENCA DEL  
RÍO TOLOMOSA**

**POR:**

**ANA GABRIELA ALTAMIRANO JIMENEZ**

Tesis de Grado, presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Forestal.

TARIJA-BOLIVIA

2017

.....  
M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía  
**PPROFESOR GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Freddy Castro Salinas  
**DECANO DE LA F.C.A. Y .F.**

.....  
M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil  
**VICE DECANO DE LA F.C.A. Y .F.**

Tribunal Calificador:

.....  
M.Sc. Ing. Edwin F. Hiza Sánchez

.....  
M.Sc. Ing. Pedro Brozovich Farfán

.....  
M.Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas responsabilidad del (la) autor (a).

## **DEDICATORIA**

Primeramente dedico este trabajo a Dios todopoderoso por ser mi guía espiritual y haberme permitido lograr mis objetivos.

A mi madre, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos y la constancia que me ha infundado.

A mis amigos y compañeros, por brindarme su apoyo incondicional por compartir buenos y malos momentos juntos, gracias por formar parte de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios por darme la luz y la guía espiritual para mi crecimiento intelectual y moral.

A mi madre por darme todo el apoyo y el sacrificio que hizo por mí.

A los ingenieros: Sebastián Ramos y Edwin Hiza por su apoyo incondicional brindado durante la elaboración del presente trabajo.

A mis docentes tribunales de defensa por los comentarios, críticas y revisión del presente documento.

A todos mis amigos que me ayudaron y apoyaron.

**MUCHAS GRACIAS!!!**

## ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	

### CAPÍTULO I

Introducción.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivo específico.....	3

### CAPÍTULO II

2. Revisión bibliográfica.....	4
2.1. Cuenca hidrográfica.....	4
2.1.1. Clasificación de cuencas hidrográficas.....	4
2.1.2. Partes de una cuenca.....	5
2.1.3. Componentes de una cuenca hidrográfica.....	6
2.1.4. Funciones de una cuenca hidrográfica.....	6
2.1.5. Importancia de una cuenca hidrográfica.....	7
2.1.6. Por qué es importante proteger las cuencas hidrográficas.....	8

2.1.7. Por qué se debe manejar adecuadamente una cuenca.....	8
2.1.8. Por qué la cuenca se considera como un sistema.....	8
2.1.9. Manejo de cuencas.....	9
2.1.10. Manejo integral de cuencas.....	11
2.2. Parámetros morfométricos.....	13
2.2.1. Área.....	13
2.2.2. Longitud, perímetro y ancho.....	13
2.2.3. Parámetro de forma.....	14
2.2.4. Parámetros relativos al relieve.....	18
2.2.5. Parámetros relativos al drenaje.....	21
2.3. Los sistemas de información geográfica en la evaluación física de las cuencas hidrográficas.....	25
2.4. Hidrología.....	25
2.4.1. Estudio hidrológico de las cuencas.....	26
2.4.2. Análisis de las precipitaciones.....	27
2.4.3. Análisis estadístico de precipitaciones máximas.....	27
2.4.4. Definiciones de las curvas intensidad, duración y frecuencia (idf)...	29
2.4.5. Aplicación de las curvas intensidad, duración y frecuencia (idf).....	29

## CAPÍTULO III

3. Descripción del área.....	30
3.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	31
3.2. Características físicas y fisiográficas.....	31
3.2.1. Geomorfología.....	32
3.2.2. Geología.....	32
3.2.3. Suelos.....	33
3.2.4. Erosión.....	37
3.3. Características de la vegetación del área de estudio.....	38
3.4. Características faunísticas.....	38
3.4.1. Fauna y vida silvestre.....	39
3.5. Características hidrológicas y climáticas.....	39
3.5.1. Hidrología.....	39
3.5.2. Caudales.....	39
3.5.3. Clima.....	40
3.5.4. Precipitación.....	40
3.5.5. Temperaturas.....	41
3.5.6. Riesgos climáticos.....	41



## **CAPÍTULO IV**

4. Materiales y métodos.....	43
4.1. Materiales.....	43
4.1.1. Materiales de campo.....	43
4.1.2. Materiales de gabinete.....	43
4.2. Metodología.....	43
4.1.1. Materiales de campo.....	43
4.2.2. Análisis morfométricos.....	44
4.2.3. Análisis hidrológico.....	44

## **CAPÍTULO V**

5. Resultados y Discusión.....	48
5.1. Mapa base.....	48
5.1.1. Subcuencas del rio Tolomosa.....	48
5.2. Morfometría de cuencas.....	49
5.2.1. Propiedades geométricas.....	49
5.2.2. Parámetros de forma.....	49
5.2.3. Parámetros relativos del relieve.....	51
5.2.4. Propiedades de la red de drenaje.....	54
5.3. Hidrología de la cuenca.....	56

5.3.1. Pluviometría de la cuenca.....	56
5.3.2. Análisis de precipitaciones.....	57

## **CAPÍTULO VI**

6. Conclusiones y recomendaciones.....	65
6.1. Conclusiones.....	65
6.2. Recomendaciones.....	66

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Forma de la cuenca en función al factor de forma.....	15
Cuadro N° 2. Índice de Gravelius para la evaluación de la forma.....	16
Cuadro N° 3 Clasificación de la pendiente .....	18
Cuadro N° 4. Clasificación de la pendiente del cauce principal .....	19
Cuadro N° 5 Clasificación de la densidad de drenaje .....	22
Cuadro N° 6 Clasificación de orden de corrientes .....	25
Cuadro N° 7 Red de pluviómetros.....	41
Cuadro N° 8 Superficie de las subcuencas que conforman la Cuenca. ....	48
Cuadro N° 9 Porcentaje del área acumulada.....	52
Cuadro N° 10 Clasificación de los tributarios que conforman la cuenca.....	54
Cuadro N° 11 Clasificación de la longitud de los tributarios de cada orden ....	55
Cuadro N° 12 Promedio de los principales parámetros climáticos de la zona de estudio en periodo 2003 – 2015.....	56
Cuadro N°13 Resumen de altura de lluvia máxima en 24 horas (mm) por localidades .....	59
Cuadro N° 14 Valor Modal ajustado por localidades.....	61
Cuadro N° 15 Intensidad de la precipitación para diferentes periodos de retorno .....	62
Cuadro N° 16 Parámetros morfométricos de la cuenca .....	63
Cuadro N° 17 Caudal máximo por el método racional asociada a diferentes periodos de retorno para la cuenca del Río Tolomosa .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1.</b> Partes de una Cuenca hidrográfica.....	6
<b>Figura N° 2.</b> Longitud y perímetro de la cuenca.....	14
<b>Figura N° 3.</b> Clasificación de los ríos de acuerdo a la curva Hipsométrica.....	21
<b>Figura N° 4.</b> Ordenación de una red de canales según Strahler.....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1</b> Uso del Suelo.....	34
<b>Tabla N° 2</b> Vegetación Natural.....	38
<b>Tabla N° 3</b> Fauna Silvestre.....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1.</b> Curva hipsométrica correspondiente a las elevaciones de la cuenca de Tolomosa, en donde la mediana de elevación es 2311 m.s.n.m.....	52
<b>Gráfico N° 2.</b> Altura de la lluvia máxima en 24 horas de las localidades de la Cuenca del Tolomosa .....	58
<b>Gráfico N° 3.</b> Valor modal en función a la altitud sobre el nivel del mar.....	60
<b>Gráfico N° 4.</b> Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia de precipitación pluvial para la comunidad de San Andrés.....	62