

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



**INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUA EN LA CUENCA  
PEDAGÓGICA DE YESERA MUNICIPIO DE CERCADO  
TARIJA**

**Por:**

**JUAN CARLOS ALVAREZ FLORES**

Tesis presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Forestal.

**Gestión 2021**  
**TARIJA-BOLIVIA**

V°B°

.....  
M. Sc. Ing. Orlando Erazo Campos  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
M. Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga  
**DECANO a.i.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía  
**VICEDECANO a.i.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

.....  
M. Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Edwin Fernando Hiza Sánchez  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
**TRIBUNAL**

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

**DEDICATORIA:**

Este trabajo lo dedico a mi madre que siempre estuvo a mi lado apoyándome, a mi padre que me apoyó desde la distancia y a mis hermanos menores que esta meta lograda es por ellos.

### **AGRADECIMIENTOS:**

Agradecer primeramente a Dios, por permitirme lograr esta meta tan anhelada, al Ing. Deimar Fernández por su apoyo incondicional, a mi docente guía Ing. Orlando Erazo Campos y a mis tribunales asignados que me ayudaron a concluir la tesis y también a mis queridos amigos que siempre me apoyaron desinteresadamente.

**PENSAMIENTO:**

Los pequeños detalles hacen la excelencia, la excelencia nunca será un pequeño detalle « Agrégate el extra »

*Miguel Ángel Buonarroti*

# ÍNDICE

**Portada**

**Dedicatoria**

**Agradecimientos**

**Pensamiento**

**Resumen**

	Pág.
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Hipótesis.....	5
1.5 Operacionalización de variables.....	5
1.5.1 Variable independiente .....	5
1.5.2 Variable dependiente .....	5
1.6 Objetivos .....	6
1.6.1 Objetivo general .....	6
1.6.2 Objetivos específicos .....	6
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Antecedentes .....	7
2.2 Bases teóricas .....	8
2.2.1 La metodología inventario y planificación del uso de fuentes de agua (IPFA) .....	8
2.2.2 ¿Qué es el inventario de los recursos hídricos?.....	9
2.2.3 Inventario hídrico .....	9
2.2.4 Ciclo hidrológico .....	9
2.2.5 Cuenca hidrográfica.....	10
2.2.5.1 Función Ambiental.....	10
2.2.5.2 Función Ecológica.....	11

2.2.5.3	Función Hidrológica.....	11
2.2.5.4	Función Socioeconómica.....	11
2.2.5.5	Sub cuenca.....	11
2.2.5.6	Microcuenca .....	11
2.2.5.7	Microcuenca como espacio de vida .....	12
2.2.6	Gestión integral de recurso hídrico.....	12
2.2.7	Vertientes .....	13
2.2.8	Uso sostenible del agua.....	13
2.2.9	Actividades antrópicas del hombre en la cuenca hidrográfica .....	13
2.2.10	Medición del escurrimiento (aforos) .....	14
2.2.11	Método de aforo volumétrico .....	14
2.2.12	Método de aforo por objeto flotante .....	15
2.2.13	Demanda vs Disponibilidad .....	16
2.2.14	Sistema de información geográfica (SIG).....	17
2.2.14.1	Componentes de un SIG .....	18
2.2.15	Sistema de posicionamiento global (G.P.S.).....	19
2.2.16	Mapas temáticos .....	19
2.3	Definición de términos básicos .....	20
2.3.1	Fuentes de agua .....	20
2.3.2	El hombre .....	20
2.3.3	Caudal .....	20
2.3.4	El agua .....	20
2.3.5	Afluente.....	21
2.3.6	Cauce .....	21
2.3.7	Época de estiaje .....	21
2.3.8	Sección de aforo .....	21
2.3.9	Corriente perenne .....	21
2.3.10	Corrientes intermitentes .....	21
2.3.11	Corrientes efímeros.....	21
2.3.12	Ríos .....	22
2.3.13	Presa.....	22



2.3.14	Cuenca Pedagógica .....	22
2.3.15	Importancia del inventario de los recursos hídricos .....	23
<b>CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>24</b>
3.1	Localización .....	25
3.2	Aspectos biofísicos .....	26
3.2.1	Clima.....	26
3.2.1.1	Escurrimiento.....	27
3.2.1.2	Uso actual del recurso hídrico .....	27
3.2.2	Geología.....	28
3.2.2.1	Paleozoico.....	30
3.2.2.2	Cenozoico .....	31
3.2.3	Fisiografía .....	34
3.2.3.1	Cordillera oriental .....	34
3.2.3.2	Serranías .....	34
3.2.3.3	Colinas.....	34
3.2.3.4	Piedemontes.....	35
3.2.3.5	Llanuras .....	35
3.2.4	Suelos.....	38
3.2.4.1	Asociación Leptosol - Cambisol – Phaeozem .....	38
3.2.4.2	Asociación Cambisol – Leptosol .....	39
3.2.4.3	Asociación Calcisol – Lixisol.....	39
3.2.5	Vegetación.....	40
3.2.5.1	Tipo, cobertura y manejo de la vegetación.....	40
3.2.6	Fauna.....	41
3.2.7	Uso de la tierra .....	42
3.2.8	Aspectos Socio-demográficos .....	43
3.3	Materiales .....	45
3.3.1	Materiales de campo .....	45
3.3.2	Material de gabinete .....	45
3.4	METODOLOGÍA.....	46

3.4.1	Fase I: Recolección de información, preparación y planificación del inventario.....	46
3.4.2	Fase II: Inventario de fuentes de agua uso de fichas 2.1 y 2.2.....	47
3.4.2.1	Descripción del procedimiento para el aforo de caudales por el método volumétrico y del flotador .....	48
3.4.2.1.1	Método volumétrico.....	48
3.4.2.1.2	Equipos y materiales requeridos.....	48
3.4.2.1.3	Procedimiento.....	48
3.4.2.1.4	Método del flotador .....	49
3.4.2.1.5	Equipos y materiales requeridos.....	49
3.4.2.1.6	Procedimiento.....	50
3.4.3	Fase III Procesamiento y análisis técnico de los datos recolectados....	52
3.4.3.1	Procedimiento .....	54
<b>CAPÍTULO IV RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>56</b>
4.1	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1.1	Red hidrográfica .....	57
4.1.2	Estado situacional de las fuentes de agua en la Cuenca Pedagógica de Yesera .....	57
4.1.3	Inventario de fuentes de agua ríos, quebradas, vertientes y presas .....	59
4.1.3.1	Presas construidas en la Cuenca Pedagógica de Yesera.....	59
4.1.3.2	Mapa 1. Presas construidas en la Cuenca Pedagógica de Yesera .....	63
4.1.3.3	Tabla 1. Presas construidas en la Cuenca Pedagógica de Yesera .....	64
4.1.3.4	Presas construidas en la comunidad Chiguaypolla .....	65
4.1.3.5	Presas construidas en la comunidad Yesera Norte.....	66
4.1.3.6	Presas construidas en la comunidad Yesera Centro.....	68
4.1.3.7	Presas construidas en la comunidad Yesera Sud .....	70
4.1.3.8	Presas construidas en la comunidad Caldera Grande.....	71
4.1.3.9	Presas construidas en la comunidad Yesera San Sebastián.....	72
4.1.3.10	Atajados construidos en la Cuenca Pedagógica de Yesera .....	77
4.1.3.11	Mapa 2. Atajados construidos en la Cuenca Pedagógica de Yesera . .....	80
4.1.3.12	Vertientes inventariadas en la Cuenca pedagógica de Yesera .....	83

4.1.3.13	Mapa 3. Vertientes inventariadas en la Cuenca Pedagógica de Yesera .....	86
4.1.3.14	Inventario de la red de drenaje (Quebradas y Ríos) .....	88
4.1.3.15	Mapa 4. Red de drenaje (ríos y quebradas) de la Cuenca Yesera .	90
4.1.4	Elaboración de mapas temáticos a partir de una base de datos georreferenciados.....	93
4.1.4.1	Mapa de Cuencas Hidrográficas Codificación Otto Pfastetter Nivel 5-6 .....	94
4.1.4.2	Mapa de delimitación y codificación Otto Pfastetter Nivel 6 y 7.....	95
4.1.4.3	Mapa de presas construidas en la Cuenca Pedagógica de Yesera ....	96
4.1.4.4	Mapa de atajados construidos en la Cuenca Pedagógica de Yesera .	97
4.1.4.5	Mapa de vertientes registradas en la Cuenca de Yesera.....	98
4.1.4.6	Mapa red de drenaje (ríos y quebradas) de la Cuenca Yesera .....	99
4.1.4.7	Descripción de mapas temáticos .....	100
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>103</b>
5.1	CONCLUSIONES .....	104
5.2	RECOMENDACIONES .....	106
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>107</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>111</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Aforo Volumétrico.....	14
<b>Figura 2</b> Objeto flotante.....	16
<b>Figura 3</b> Área de estudio.....	25
<b>Figura 4.</b> Geología de la Cuenca Pedagógica de Yesera.....	30
<b>Figura 5.</b> Columna cronoestratigrafía.....	32
<b>Figura 6</b> Geología de la Cuenca Pedagógica de Yesera.....	33
<b>Figura 7.</b> Distribución porcentual de la fisiografía.....	36
<b>Figura 8.</b> Fisiografía de la Cuenca Pedagógica Yesera.....	37
<b>Figura: 9</b> Método volumétrico.....	48
<b>Figura 10</b> Método del flotador.....	50
<b>Figura 11</b> Flujograma de procesamiento de datos empleando el sistema de información geográfica ArcGis.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variable independiente.....	5
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de variable dependiente.....	5
<b>Tabla 3</b> Descripción geológica.....	28
<b>Tabla 4</b> Geología de la Cuenca Pedagógica de Yesera.....	29
<b>Tabla 5</b> Fisiografía de la Cuenca Pedagógica de Yesera.....	36
<b>Tabla 6</b> Clasificación de suelos según FAO.....	38
<b>Tabla 7</b> Especies forestales.....	41
<b>Tabla 8</b> Fauna.....	41
<b>Tabla 9</b> Uso actual de la tierra.....	43
<b>Tabla 10</b> Población de área de estudio.....	43
<b>Tabla 11</b> Principales actividades en la Cuenca Pedagógica de Yesera.....	45
<b>Tabla 12</b> Síntesis de fases y pasos.....	55
<b>Tabla 13</b> Mapas temáticos de la Cuenca Yesera.....	93
<b>Tabla 14</b> Descripción de los mapas temáticos.....	100

## ÍNDICE DE ANEXOS

Actas de la realización del inventario de las fuentes de agua en la cuenca Yesera

Atajados construidos en la Cuenca Pedagógica Yesera

**Foto 1.** Método volumétrico

**Foto 2.** Medición del caudal por el método volumétrico

**Foto 3.** Tramo seleccionado para determinar el caudal

**Foto 4.** Medición de la longitud y ancho del cauce seleccionado

**Foto 5.** Medición de altura de la corriente de agua.

**Foto 6.** Toma de datos en planillas para tal efecto.

**Foto 7.** Presa Calderas

**Foto 8.** Presa Lomitas

**Foto 9.** Atajados de tierra

**Foto 10.** Quebrada sin caudal

## **Glosario de siglas**

<b>IPFA</b>	Inventario y Planificación del uso de Fuentes de Agua en Microcuencas
<b>MMAyA</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
<b>RRHH</b>	Recursos Hídricos
<b>RRNN</b>	Recursos naturales
<b>OGC</b>	Organismo de Gestión de Cuencas
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global (Por sus siglas en inglés)
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica (Por su acrónimo en inglés)