

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE



**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA Y SU
APTITUD DE USO PROVENIENTE DE LAS VERTIENTES DE
LA COMUNIDAD DE SAN DIEGO SUD”**

POR: RAÚL ALBERTO ROMERO ARECO.

Perfil de Tesis presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO como requisito para optar el grado académico en
Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

GESTIÓN 2022

ENTRE RÍOS-TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

A Dios, por darme fe, salud y permitirme cumplir una meta más, en la vida que me ha dado tanto.

A mi madre Lucía Maritza Areco Casson que me cuida y mira desde los cielos, siempre de ejemplo, admiración y amor por todas sus enseñanzas, valores, siendo el pilar fundamental en mi vida.

A mi abuela materna Cecilia por el apoyo incondicional.

A mi padre Raúl, mis hermanos, mi Tío Roberto, Tía Elena, Tía Yoli y la familia que me apoyó para cumplir mis metas.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	1
2.JUSTIFICACIÓN	2
3.FORMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	3
3.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
4.HIPÓTESIS.....	3
5.OBJETIVOS	4
5.1.OBJETIVO GENERAL.....	4
5.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4

CAPÍTULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.MARCO TEÓRICO.....	5
1.1.Método volumétrico.....	5
1.2.Calidad de agua no tratada	5
1.3.Calidad del agua potable	5
1.4.Aspectos microbiológicos	5
1.5.Bacterias coliformes totales	6
1.6.Bacterias coliformes termo resistentes.....	7
1.7.Infecciones transmitidas por el agua.....	7
1.8.Cólera	7
1.9.Hepatitis A	8
1.10.Tifoidea	8
1.11.Aspectos relativos a la salud pública	9
1.13.Protección de los recursos y de las fuentes.....	10
1.14.Medidas de control de las fuentes	10
1.15.Cloración.....	11
1.16.Cómo actúa el cloro	11
1.17.Efectos sobre la salud humana del exceso de cloro en el agua.....	12

2.MARCO CONCEPTUAL.....	13
2.1.Agua.....	13
2.2.Agua cruda	13
2.3.Agua potable	14
2.4.Análisis Bacteriológico	14
2.5.Análisis fisicoquímico.....	14
2.6.Características físicas	14
2.7.Características químicas.....	14
2.8.Características microbiológicas	14
2.9.Características organolépticas.....	14
2.10.Color.....	15
2.11.Contaminación	15
2.12.Fuente de abastecimiento de agua.....	15
2.13.Muestreo.....	15
2.14.Muestra de agua	15
2.15.Punto de muestreo.....	15
2.16.Parámetro	15
2.17.Riesgo en salud	16
2.18.Usuario (Consumidor).....	16
2.19.Agua Sub superficial.....	16
2.20.Vertientes o manantiales	16
2.21.Calidad del agua.....	16
2.22.Captación	16
2.23.Vigilancia de la calidad del agua	17
3.MARCO LEGAL.....	17
3.1.Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.	17
3.2.Ley n° 1333 del Medio Ambiente.	19
3.3.Ley de derechos de la madre tierra 071 del 21 de diciembre del 2010.....	20
3.4.Reglamentos técnicos de diseño para sistemas de agua potable NB 689	20
3.6.Norma Boliviana NB 495 “agua potable – definiciones y terminología”.....	26
3.7.Norma Boliviana NB496 “agua potable - toma de muestras”	26

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOLOGÍA

MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	29
1.LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	29
1.1.Descripción del área de estudio	32
1.1.1.Aspectos físico naturales.....	32
1.1.2.Características físico biológicas.....	32
2.MATERIALES	34
2.1.Para situar, calcular y geo referenciar las napas más relevantes para el estudio. .	34
2.2.Toma de muestras	34
2.3.Material de gabinete.....	35
3.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.1.ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.1.1.Cualitativa	35
3.1.2.Cuantitativa	36
3.2.METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.2.1.Descriptiva	36
3.2.2.Analítica.....	37
3.2.3.Explicativa	37
3.3.Técnicas y Herramientas de Investigación.....	37
3.3.1.Objetivo Específico 1: Localizar y calcular los caudales de las vertientes más relevantes para muestreo en la Comunidad de San Diego Sud.	38
3.3.1.1.Entrevista Focalizada	38
3.3.1.2.Observación	38
3.3.1.3.El cuestionario.....	39
3.3.1.4.Localización	39
3.3.1.5.Medición de caudales.....	40
3.3.1.6.Muestreo.....	41
3.3.1.7.Toma de muestras	41
3.3.1.8. transporte de las muestras.....	43

3.3.1.9.Frecuencia de muestreo.....	43
3.3.2.Objetivo Específico 2: Analizar y comparar los parámetros medidos en laboratorio sobre los criterios de calidad para la selección de la fuente y su aptitud de uso según NB 689.	44
3.3.3.Objetivo Específico 3: Propuesta del mejoramiento del sistema de captación y almacenamiento para aprovechar el agua de manera sostenible.	45
3.3.3.1.Diseño del tanque.....	46
3.3.3.2.Cálculo aproximado de un Desarenador:	47
3.3.3.3.Dimensionamiento para un caudal de P_1 :.....	47
3.3.3.4.Cálculo del Volumen del Desarenador.	48
3.3.3.5.Floculación.....	48
3.3.3.6.Coagulante Sulfato de Aluminio y Potasio.	48
3.3.3.7.Cálculo de dosis diaria de floculantes en horas de consumo de agua.	49
3.3.3.8.Cálculo de cantidad de lodos producidos por floculación.	49
3.3.3.9.Cloración.....	49
3.3.3.10. Cálculo de la dosis adecuada de Hipoclorito de Calcio.	50
3.3.3.11. Cálculo del Caudal de dosificación de la solución clorada.	50
3.3.3.12. Cálculo de la duración de la solución clorada.	50
3.3.3.13. Materiales para el dosificador de Hipoclorito de Calcio.....	51

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1.RESULTADOS Y DISCUSIONES	55
1.1.LOCALIZACIÓN Y CÁLCULO LOS CAUDALES DE LAS VERTIENTES MÁS RELEVANTES PARA MUESTREO EN LA COMUNIDAD DE SAN DIEGO SUD.....	55
1.1.1.Datos obtenidos del cuestionario	55
1.1.2.Localización.....	63
1.1.3.Medición de caudales.....	65
1.1.3.1.Primer medición de caudales.....	65
1.1.3.2.Segunda medición de caudales	66

1.1.3.3.Tercera medición de caudal	67
1.2.ANALIZASIS Y COMPARACIÓN DE LAS CIFRAS DE PARÁMETROS MEDIDOS EN LABORATORIO SOBRE LOS CRITERIOS DE CALIDAD Y SU APTITUD DE USO SEGÚN NB 689 y NB 512.....	68
1.2.1.Análisis de las cifras de los parámetros.	69
1.2.1.1.Primer muestreo	69
1.2.1.2.Segundo muestreo	81
1.2.1.3.Tercer muestreo.....	93
1.2.2.Comparación de los parámetros	105
1.3.PROPOSTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO PARA APROVECHAR EL AGUA DE MANERA SOSTENIBLE.....	111
1.3.1.Objetivo de la propuesta	111
1.3.2.Justificación de la propuesta.	111
1.3.3.Desarrollo de la propuesta.....	112

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.CONCLUSIONES	127
2.RECOMENDACIONES.....	129
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXO	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Respuestas de la pregunta 1	57
Tabla 2.Respuestas de la pregunta 2	58
Tabla 3.Respuestas de la pregunta 3	59
Tabla 4.Respuestas de la pregunta 4	60
Tabla 5.Respuestas de la pregunta 5	61
Tabla 6.Respuestas de la pregunta 6	62
Tabla 7.Coordenadas de los puntos de muestreo	63
Tabla 8.Primer medición de caudales	65
Tabla 9.Segunda medición de caudales	66
Tabla 10.Tercera medición de caudales	67
Tabla 11.Análisis de los parámetros de control mínimo en el laboratorio	68
Tabla 12.Análisis de coliformes termo resistentes.....	69
Tabla 13.Análisis de coliformes totales	71
Tabla 14.Análisis de color	73
Tabla 15.Análisis de turbiedad.....	75
Tabla 16.Análisis de oxígeno disuelto	77
Tabla 17.Análisis DBO ₅	79
Tabla 18.Análisis de coliformes termo resistentes.....	81
Tabla 19.Análisis de coliformes totales	83
Tabla 20.Análisis de color	85
Tabla 21.Análisis de turbiedad.....	87
Tabla 22.Análisis de oxígeno disuelto	89
Tabla 23.Análisis de DBO ₅	91
Tabla 24.Análisis de coliformes termo resistentes.....	93
Tabla 25.Análisis de coliformes totales	95
Tabla 26.Análisis de color	97
Tabla 27.Análisis de turbiedad.....	99
Tabla 28.Análisis de oxígeno disuelto	101
Tabla 29.Análisis de DBO ₅	103

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de ubicación de Bolivia y Tarija	29
Mapa 2. Mapa de ubicación de la provincia O'Connor	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de usuarios que respondieron la pregunta 1	57
Gráfico 2. Porcentaje de usuarios que respondieron la pregunta 2	58
Gráfico 3. Porcentaje de usuarios que respondieron la pregunta 3	59
Gráfico 4. Porcentaje de usuarios que respondieron la pregunta 4	60
Gráfico 5. Porcentaje de usuarios que respondieron la pregunta 5	61
Gráfico 6. Porcentaje de usuarios que respondieron la pregunta 6	62
Gráfico 7. Análisis de coliformes termo resistentes	70
Gráfico 8. Análisis de coliformes totales	71
Gráfico 9. Análisis de color	73
Gráfico 10. Análisis de turbiedad	75
Gráfico 11. Análisis de oxígeno disuelto	77
Gráfico 12. Análisis DBO ₅	79
Gráfico 13. Análisis de coliformes termo resistentes	82
Gráfico 14. Análisis de coliformes totales	83
Gráfico 15. Análisis de color	85
Gráfico 16. Análisis de turbiedad	87
Gráfico 17. Análisis de oxígeno disuelto	89
Gráfico 18. Análisis de DBO ₅	91
Gráfico 19. Análisis de coliformes termo resistentes	93
Gráfico 20. Análisis de coliformes totales	95
Gráfico 21. Análisis de color	97
Gráfico 22. Análisis de turbiedad	99
Gráfico 23. Análisis de oxígeno disuelto	101
Gráfico 24. Análisis de DBO ₅	103
Gráfico 25. Comparación de coliformes termo resistentes	105
Gráfico 26. Comparación de coliformes totales	106
Gráfico 27. Comparación de color	107
Gráfico 28. Comparación de turbiedad	108
Gráfico 29. Comparación de oxígeno disuelto	109
Gráfico 30. Comparación de DBO ₅	110

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.Vista satelital del área de estudio “comunidad san diego sud”	31
Imagen 2.Localización de los puntos de muestreo	40
Imagen 3.Balde negro de 20 litros	51
Imagen 4.Boya Cilindrica	52
Imagen 5.Manguera y regulador de goteo DHP	52
Imagen 6.Sistema de Goteo	53
Imagen 7.Sulfato Doble de Aluminio y Potasio	53
Imagen 8.Ubicación Satelital del área de estudio para el cálculo de caudales y toma de muestra.....	64
Imagen 9.Sistema radicular de plantas en lodos	123
Imagen 10.Ubicación GPS De Las Napas Freáticas Más Relevantes P1-P3.....	118
Imagen 11.Ubicación GPS De Las Napas Freáticas Más Relevantes P4-P5.....	119
Imagen 12.Ubicación GPS de las Napas Freáticas más Relevantes P6	120
Imagen 13.Primer medición de caudal y toma de muestras P1	121
Imagen 14.Primer medición de caudal y toma de muestras P3.....	122
Imagen 15.Primer medida de caudal y toma de muestras P4.....	123
Imagen 16.Primer medida de caudal y toma de muestras P5	124
Imagen 17.Estado de las obras de captación P2, P4, P6	125
Imagen 18.Segunda toma de muestras y caudales P1	126
Imagen 19.Segunda toma de muestras y caudales ubicando la cañería que no llega a una vivienda P2.....	127
Imagen 20.Segunda toma de muestras y caudales P3	128
Imagen 21.Segunda toma de muestras y caudales en cañería que no llega hasta el hogar 10 metros de la casa P4.....	129
Imagen 22.Tercera toma de muestras y caudales P1	130
Imagen 23.Tercera toma de muestras y caudales P2, P5	131

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N ^a 1 Sistema de desarenador, floculación y cloración.	121
---	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Usuarios de las Vertientes.....	56
Cuadro N° 2 Costos de Materiales para construcción.....	125
Cuadro N° 3 Costos de Accesorios	125
Cuadro N° 4 Costos de insumos químicos.....	126