

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE



**“ESTUDIO DE LA SOSTENIBILIDAD SOCIOAMBIENTAL Y ECONÓMICA
DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA
POBLACIÓN DE ENTRE RÍOS – PROVINCIA O`CONNOR”**

POR: HENRY ELMER ORTEGA FLORES

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

Gestión 2020

ENTRE RIOS - BOLIVIA

V°B°

.....

Ing. Miriam Padilla Camacho

DOCENTE GUÍA

..... M.Sc.

Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

M.Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga

DECANO

VICEDECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

Aprobada por:

.....

PhD. Ing. Marco Antonio Guerrero Hiza

TRIBUNAL

..... M.Sc.

Ing. Luis Rolando Lafuente Retamozo

TRIBUNAL

.....

Lic. Henry Hercilio Gallardo Tárraga

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

A Dios, a la Virgen de Chaguaya y a mi patrón San Roque, por darme salud y permitirme llegar a cumplir una meta más en mi vida.

A mi madre Teresa Flores por ser un pilar fundamental en mi vida, y la que me acompañó en toda mi etapa universitaria y toda mi vida.

A mi hija Sofía por ser el motorcito que impulsa mi vida.

A mis Hermanas Paola y Mayra que siempre me apoyaron y me dieron ánimos para concluir con esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A todas las persona que contribuyeron con este trabajo, al Ing. Luis Lafuente mi tribunal por la paciencia y el apoyo en la realización de mi trabajo.

Al Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos por la información brindada, y el apoyo técnico, a la Ing. Miriam Padilla mi guía por la paciencia y el asesoramiento.

A mis Hermanos de otra madre; Raúl, Eddy y Daniel por la ayuda a la realización del trabajo y el apoyo mutuo que tuvimos en el transcurso de nuestra vida universitaria.

A la carrera Ingeniería en Medio Ambiente y a todos mis compañeros por hacer de mi vida universitaria Feliz e inolvidable.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.INTRODUCCION.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	3
3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
4. HIPOTESIS.....	4
5. OBJETIVOS.....	4
5.1. OBJETIVO GENERAL	5
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPITULO I.....	6
FUNDAMENTO TEORICO.....	6
1. MARCO CONCEPTUAL	6
1.1. Agua	6
1.2. Agua potable.....	6
1.3. Condición del agua.....	6
1.4. Contaminación de Aguas.....	6
1.5. Cuerpo de Agua.....	7
1.6. Cuenca.....	7
1.7. Parámetro	7
1.8. Límite Permisible	7
1.9. Cloro.....	7
1.10. Red de distribución	7
1.11. Ente Regulador.....	8
1.12. Punto de muestreo.....	8
1.13. Muestreo	8
1.14. Sistema de agua potable	8
1.15. Tanque de almacenamiento.....	8
1.16. Turbiedad	8

1.17. Usuario (consumidor)	8
1.18. Riesgo en salud	9
2. MARCO TEORICO	9
2.1. Economía Ambiental	9
2.2. Valores de Uso	9
2.3. Valores de no Uso.....	9
2.4. Seguimiento y Fiscalización	10
2.5. Coliformes totales.....	10
2.6. Efectos sobre la salud humana.....	11
2.7. Costo-beneficio	11
3. MARCO LEGAL	11
3.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.....	11
3.2. Ley del Medio Ambiente. Ley N°1333.....	12
3.3. Ley de los derechos de la Madre Tierra 071 de 21 de Diciembre del 2010.	13
3.4. Ley de Servicios De Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Ley N°2066	14
3.5. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.-	15
3.6. Norma Boliviana NB 495 – 05 “Agua potable – Definiciones y terminología”	15
3.7. Norma Boliviana Nb 496 – 05 “Agua Potable - Toma de Muestras”	16
3.8. Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. NB 512	16
3.9. Reglamentos Nacional Técnico de Diseño para Sistemas de Agua Potable. NB 689	19
CAPITULO II	21
MATERIALES Y METODOLOGÍA	21
MATERIALES Y METODOLOGÍA	21
1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
1.1. Ubicación	21

1.2. Macro Localización.....	22
1.3. Micro Localización.....	23
1.4. Descripción del Área de Estudio.....	23
1.4.1. Características Físico Biológicas.....	23
2. MATERIALES.....	25
2.1. Aforo de caudales.....	25
2.2. Toma de Muestras.....	26
2.3. Materiales de Gabinete.....	26
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.1.1. Cuantitativo de Investigación.-	26
3.1.2. Cualitativa de Investigación. -.....	27
3.2. Metodología.....	27
3.2.1. Descriptiva.-.....	27
3.2.2. Experimental.-	28
3.2.3. Explicativa.-	28
3.2.4. Muestreo.-	28
3.2.5. Método de precios Hedónica.-.....	28
3.3. Procesos Metodológicos	29
3.3.1. Objetivo Especifico 1	29
3.3.2. Objetivo Especifico 2.	30
3.3.3. Objetivo Especifico 3.	34
3.3.4. Objetivo Especifico 4.	34
CAPITULO III.....	35
ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
1. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	35
1.1. Resultado del diagnóstico económico y social realizado a los usuarios del agua para consumo humano de la ciudad de Entre Ríos.....	35
1.2. Resultado del diagnóstico técnico del estado, los caudales de la fuente de aducción y el de salida de la Planta de Tratamiento de agua para consumo Humano y si podrá satisfacer la demanda de agua los futuros 10 años.....	49

1.2.1. Diagnóstico del técnico del estado del sistema de agua.	49
1.2.2. Cálculo del caudal de aducción del Río Trancas.....	52
1.2.3. Cálculo del caudal que ingresa por el Canal Parshall a la Planta de Filtración.....	57
1.2.4. Análisis de la Aducción del caudal del río Trancas con el RMCH en su Artículo 48.	58
1.2.4. Cálculo del caudal de agua que ingresa a los Tanques de Almacenamiento.	59
1.2.5. Dotación percapita.	62
1.2.7. Cálculo de Estimación de crecimiento Poblacional en 10 años.....	64
1.2.9. Análisis de la dotacion actual del agua con la NB 689.	65
1.3. Resultado de la calidad del agua del consumo actual de la población de Entre Ríos, mediante los parámetros de control mínimo de la Norma Boliviana NB 512.	6
7	
1.3.1. Análisis Físico – Químico y Bacteriológicos de los resultados obtenidos de Laboratorio con la NB 512.	67
1.4. Resultado del análisis en la relación costos de operación y recaudación en el actual sistema de administración del servicio de agua para consumo humano de la ciudad de Entre Ríos.....	73
1.4.1. Análisis de Ingresos y Egresos	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
1.CONCLUSIONES.....	76
2.RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de Control Mínimo.....	19
Tabla 2. N° de Usuarios que contestaron a la primera pregunta.....	35
Tabla 3. N° de Usuarios que contestaron a la segunda pregunta.....	36
Tabla 4. N° de Usuarios que contestaron a la tercera pregunta.	37
Tabla 5. N° de Usuarios que contestaron a la cuarta pregunta.	38
Tabla 6. N° de Usuarios que contestaron a la quinta pregunta.	39
Tabla 7. N° de Usuarios que contestaron a la sexta pregunta.....	40
Tabla 8. N° de Usuarios que contestaron a la séptima pregunta.....	41
TABLA 9. N° DE USUARIOS QUE CONTESTARON A LA OCTAVA PREGUNTA.	42
Tabla 10. N° de Usuarios que contestaron a la novena pregunta.....	43
Tabla 11. N° de Usuarios que contestaron décima pregunta.....	44

Tabla 12. N° de Usuarios que contestaron a la décima primera pregunta.	45
Tabla 13. N° de Usuarios que contestaron a la décima segunda pregunta.	46
Tabla 14. N° de Usuarios que contestaron a la décima tercera pregunta.	47
Tabla 15. N° de Usuarios que contestaron a la décima cuarta pregunta.	48
Tabla 16. Distribución de Tanques a los Barrios.	51
Tabla 17. Medición del Ancho del Río Trancas.	53
Tabla 18. Medición del Altura del Río Trancas.	53
Tabla 19. Cálculo del Área del Río Trancas.	54
Tabla 20. Cálculo del tiempo promedio que el flotador llega del Punto B al punto A.	55
Tabla 21. Cálculo del Tiempo que tarda en llenar el Recipiente de 3,5 Litros para la Perdida en la Red de Aducción.	56
Tabla 22. Cálculo del Tiempo Promedio que se tarda en llenar el Recipiente de 18 Litros para el Tanque 1.	59
Tabla 23. Cálculo del Tiempo Promedio que se tarda en llenar el Recipiente de 18 Litros para el Tanque 2.	60
Tabla 24. Cálculo del Tiempo Promedio que se tarda en llenar el Recipiente de 18 Litros para el Tanque 3.	61
Tabla 25. Dotación Media l/hab./día.	62
Tabla 26. Datos según el Instituto Nacional de Estadística.	63
Tabla 27. Aplicación de métodos de cálculo para la estimación.	64
Tabla 28. Análisis de Cloro Residual en los P1, P2, P3.	68

Tabla 29. Análisis de Conductividad Eléctrica (24 °C) en los P1, P2, P3.	69
Tabla 30. Análisis de pH (24 °C) en los P1, P2, P3.....	70
Tabla 31. Análisis de Turbiedad en los P1, P2, P3.	71
Tabla 32. Análisis de Coliformes Termoresistentes de los P1, P2, P3.....	72
Tabla 33. Análisis monetario de Ingresos y Egresos.....	74
Tabla 34. Diferencia entre Ingresos y Egresos	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la primera pregunta.	35
Gráfico 2. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la segunda pregunta.	36
Gráfico 3. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la tercera pregunta.	37
Gráfico 4. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la cuarta pregunta.	38
Gráfico 5. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la quinta pregunta.	39
Gráfico 6. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la sexta pregunta.....	40
Gráfico 7. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la séptima pregunta.....	41
Gráfico 8. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la octava pregunta. ..	42
Gráfico 9. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la novena pregunta.....	43
Gráfico 10. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima pregunta.	44
Gráfico 11. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima primera pregunta.	45
Gráfico 12. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima segunda pregunta.	46
Gráfico 13. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima tercera pregunta.	47
Gráfico 14. Porcentaje de Usuarios que contestaron a la décima cuarta pregunta.	48
Gráfico 15. Medición del Río Trancas.....	52

Gráfico 16. Análisis de Cloro Residual en los P1, P2, P3.	68
Gráfico 17. Análisis de Conductividad Eléctrica (24 °C) en los P1, P2, P3.....	69
Gráfico 18. Análisis de pH (24 °C) en los P1, P2, P3.....	70
Gráfico 19. Análisis de Turbiedad en los P1, P2, P3.	71
Gráfico 20. Análisis de Coliformes Termoresistentes de los P1, P2, P3.....	72

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa Ubicación de Bolivia y Tarija.....	21
Imagen 2. Mapa Ubicación de la Provincia O` Connor.....	22
Imagen 3. Área De Trabajo - Plano Urbano Distribuidos Por Barrios	82
Imagen 4. Encuesta	83
Imagen 5. Encuesta en el B/Manantial.....	84
Imagen 6. Encuesta en el B/San Luis.....	84
Imagen 7. Encuesta en el B/La Pista.....	85
Imagen 8. Encuesta en el B/La Pampa	85
Imagen 9. Encuesta en el B/San José.....	86
Imagen 10. Encuesta en el B/Banda Mealla.....	86
Imagen 11. Encuesta en el B/San Lorenzo	87
Imagen 12. Encuesta en el B/Cañaverál.....	87
Imagen 13. Aducción del Río Trancas	88
Imagen 14. Explicación del Ing. Responsable en la Aducción del Río Trancas	88

Imagen 15. Sistema de Filtración de agua	89
Imagen 16. Explicación del Ing. responsable en el Sistema de Filtración de agua	89
Imagen 17. Tanques de Almacenamiento de Agua	90
Imagen 18. Tanque 2 - 3 compartido.....	90
Imagen 19. Tanque 1.....	90
Imagen 20. Sistema de Cloración del tanque de Almacenamiento 1.....	91
Imagen 21. Sistema de Cloración del tanque de Almacenamiento 2-3.	91
Imagen 22. Salida al Sistema de distribución del tanque de Almacenamiento 1.	91
Imagen 23. Salida al Sistema de distribución del tanque de Almacenamiento 2-3.	91
Imagen 24. Río Trancas - Sección a trabajar	92
Imagen 25. Medición del Río Trancas.....	92
Imagen 26. Método del Flotador.....	92
Imagen 27. Tanques de Almacenamiento.	93
Imagen 28. Medición de Caudal del Tanque 1.	93
Imagen 29. Medición de Caudal del Tanque 2.	93
Imagen 30. Medición de Caudal del Tanque 3.	93
Imagen 31. Recolección de Muestra en el P1 – 20 m. antes de la Aducción	94
Imagen 32. Muestra del P1	94
Imagen 33. Recolección de Muestra en el P2 – Sistema de Filtración.....	95
Imagen 34. Muestra del P2.....	95
Imagen 35. Recolección de Muestra en el P3 - Grifo.	96
Imagen 36. Muestra del P3.....	96
Imagen 37. Boleta de pago por el servicio de Agua.....	97

SIGLAS

NB: Norma Boliviana.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

EPSA: Entidad Prestadora de Servicios de Agua y Alcantarillado.

SIRESE: Sistema de Regulación Sectorial.

DAP: disposición a pagar.

MPH: Método de los Precios Hedónicos.

RMCH: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

SISAB: Superintendencia de Saneamiento Básico.

COSAALT: Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado Tarija Ltda.

EMAPYC: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario Yacuiba.

MANCHACO SOCIAL: Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario Mancomunidad del Chaco.

EMAAB: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario Bermejo.

PDM: Plan de Desarrollo Municipal.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

CEANID: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo.

hrs.: Horas

N°: Numero.

D: Distrito.

H₂O: Agua.

C°: Grados Celsius.

hab.: Habitante.

ℓ: Litros.

m: Metros

m³: Metro cubico.

m²: Metro Cuadrado.

s: Segundos

g: Gramo.

Bs.: Bolivianos.

mℓ: Mililitros.

mm: Milímetros.

km: Kilometro.

cm: Centímetros.

pH: Potencial de Hidrogeno.

%: Porcentaje