

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**"ELABORACIÓN DE UN MATERIAL DIDÁCTICO DE
APOYO A LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL
LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DEL
AGUA (LHSyRA) DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL
AGUA (CIAGUA)"**

Por:

JOSE MIGUEL RODRIGUEZ BEDOYA

Semestre I – 2025

Tarija – Bolivia

DEDICATORIA

Finalmente dedico esta tesis a la memoria de Julia, mi madre, quien, aunque nose encuentre físicamente permanece en mi corazón y en cada paso que me atrevo a dar. Tu legado de perseverancia y sacrificio continúa inspirándome cada día. Este logro también es tuyo.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3.	OBJETIVOS	3
1.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5.	JUSTIFICACIÓN	4
1.5.1.	JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA	4
1.5.2.	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	4
1.5.3.	JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	4
1.5.4.	JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL.....	4
1.6.	DELIMITACIÓN	5
1.6.1.	LÍMITE SUSTANTIVO.....	5
1.6.3.	LÍMITE GEOGRÁFICO	5
1.7.	ALCANCE DEL TRABAJO.....	8
1.7.1.	Validación del proyecto.....	9
1.7.2.	Material para el estudiante.....	10
1.4.3.	Material para el docente	10
1.4.4.	Material para el laboratorio.	10

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1.	LABORATORIOS DE INGENIERÍA SANITARIA.....	11
2.1.1.	LABORATORIOS DE CALIDAD DE AGUA.....	11
2.2.	AGUAS RESIDUALES	11

2.2.1.	CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	12
2.2.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	12
2.2.3.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	12
2.2.4.	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	12
2.3.	BASES CONCEPTUALES DE LOS PARÁMETROS A USAR.....	13
2.3.1.	TIPOS DE MUESTREO DE AGUA POTABLE.....	13
2.3.2.	DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO (OD).....	13
2.3.3.	DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD.....	14
2.3.4.	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH).....	15
2.3.5.	DETERMINACIÓN DE LA TURBIEDAD.....	16
2.3.6.	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	17
2.3.7.	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO).....	17
2.3.8.	DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)....	19
2.3.9.	DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)	19
2.4.0.	DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES (SS)	19

CAPÍTULO 3: ELABORACIÓN DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO

3.1.	PRÁCTICA 1. TIPOS DE MUESTREO DE AGUA POTABLE	20
3.2.	PRÁCTICA 2. DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD	21
3.3.	PRÁCTICA 3. DETERMINACIÓN DE pH.....	23
3.4.	PRÁCTICA 4. DETERMINACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO	25
3.5.	PRÁCTICA 5. DETERMINACIÓN DE LA TURBIEDAD	27
3.6.	PRÁCTICA 6. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.	29
3.7.	PRÁCTICA 7. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO.....	32

3.8. PRÁCTICA 8. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES. .	34
3.9. PRÁCTICA 9. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	37
3.10. PRÁCTICA 10. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES	40

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LAS GUIAS DE LABORATORIO

4.1. Encuestas.....	43
---------------------	----

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Resultados de las encuestas para la validación del material propuesto.....	49
5.3. Resultados de la validación de parámetros de agua potable	51
5.4. Resultados de Validación de parámetros de agua residual.....	57

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES	64
6.1. RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66
WEBGRAFÍA.....	67

ANEXOS

ANEXO I: ENCUESTA SOBRE GUÍA DE PRÁCTICA “pH” LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y REUSO DEL AGUA

ANEXO II: INFORME DE LABORATORIO (GUÍA Y NORMAS DE PRESENTACIÓN)

ANEXO III: REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA

ANEXO IV: GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación geográfica de la provincia Cercado Tarija.....	6
Figura N° 2: Ubicación de la zona de proyecto	7
Figura N° 3: Ubicación Geográfica Del Laboratorio De Sanitaria.....	8
Figura N° 4: Escala del pH.....	16
Figura N° 5: Relación entre la DBO5 y la DQO	18
Figura N° 6 Resultado de encuesta en pregunta 1	43
Figura N° 7 Resultado de encuesta en pregunta 2	44
Figura N° 8 Resultado de encuesta en pregunta 3	45
Figura N° 9 Resultado de encuesta en pregunta 4	46
Figura N° 10 Resultado de encuesta en pregunta 5	47
Figura N° 11 Resultado de encuesta en pregunta 6	48
Figura N° 12 Resultados de encuestas	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Características promedio de un residual municipal	17
Tabla N° 2 Resumen pregunta 1.	43
Tabla N° 3 Resumen pregunta 2.....	44
Tabla N° 4 Resumen pregunta 3.....	45
Tabla N° 5 Resumen pregunta 4.....	46
Tabla N° 6 Resumen pregunta 5.....	47
Tabla N° 7 Resumen pregunta 6.....	48
Tabla 8. Resultados.....	51
Tabla 9: Resultados de la Validación de la Guía de Conductividad Eléctrica (CE).....	52
Tabla 10: Resultados de la Validación de la Guía de pH	53
Tabla 11: Resultados de la Validación de la Guía de Oxígeno Disuelto (OD).....	54
Tabla 12: Resultados de la Validación de la Guía de Turbiedad	56
Tabla 13: Resultados de la Validación de la Guía de la Demanda Química de Oxígeno	57
Tabla 14: Resultados de la Validación de la Guía de la Demanda Biológica de Oxígeno ...	59
Tabla 15: Resultados de la Validación de la Guía de Sólidos Suspendidos Totales (SST) .	60
Tabla 16: Resultados de la Validación de la Guía de Sólidos Disueltos Totales (SDT)	61
Tabla 17: Resultados de la Validación de la Guía de Sólidos Sedimentables (SS)	63