

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE**



**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN  
ACÚSTICA POR FUENTES MÓVILES (AUTOMÓVILES Y  
MOTOCICLETAS) EN LA CIUDAD DE YACUIBA – TARIJA**

**POR:**

**NANCY RAQUEL TEJERINA GARCIA**

Modalidad de graduación Tesis de Grado presentada a consideración de la  
“UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito  
para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniera en Medio Ambiente.

**GESTIÓN 2021**  
**ENTRE RÍOS - TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

A Dios y la Virgen por acompañarme y guiar mis pasos en todo momento de mi vida.

A mis padres Delio y Mercedes por su amor, esfuerzo, sacrificio y por brindarme su apoyo incondicional, a quienes les debo todo lo que he logrado, a ellos mi amor y agradecimiento infinito.

A mi hermana Mayer por ser mi compañera y amiga, por brindarme su apoyo, amor incondicional y por estar ahí en los momentos más importantes.

A mi sobrino Dario por su amor, por ser la fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.

AGRADECIMIENTO.

RESUMEN.

	<b>Página</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	23
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
5. HIPÓTESIS.....	25
6. OBJETIVOS.....	25
6.1. Objetivo General.....	25
6.2. Objetivos Específicos.....	25
<b>CAPÍTULO I</b>	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	28
1.1. ANTECEDENTES.....	28
1.2. MARCO CONCEPTUAL.....	30
1.2.1. Contaminación Ambiental.....	30
1.2.2. Contaminación Sonora / Acústica.....	30
1.2.3. Ruido.....	30
1.2.4. Sonido.....	30
1.2.5. Fuente Móvil.....	31

1.2.6.	Automóvil.....	31
1.2.7.	Motocicletas.....	31
1.2.8.	Límites Permisibles de Emisión.....	31
1.2.9.	Decibel.....	31
1.2.10.	Mapa de ruido.....	31
1.2.11.	Medida de mitigación.....	32
1.3.	MARCO TEÓRICO.....	32
1.3.1.	Clasificación de Fuentes Móviles.....	32
1.3.2.	Tipos de ruido.....	32
1.3.3.	Propiedades Físicas del Ruido.....	33
1.3.4.	Instrumentos de Medición de Ruido.....	33
1.3.5.	Clasificación de los Sonómetros según el Tipo.....	34
1.3.6.	Efectos adversos del ruido sobre la salud.....	34
1.3.7.	Medidas de Mitigación para controlar los Ruidos.....	36
1.3.8.	Técnicas de control de Ruido.....	37
1.4.	MARCO LEGAL.....	38
a)	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA.....	38
b)	LEY DEL MEDIO AMBIENTE N°1333.....	39
c)	REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	39

## **CAPÍTULO II**

	MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	43

2.1.1.	Aspectos Físico Natural.....	45
2.1.2.	Aspectos Demográficos.....	46
2.2.	MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	46
2.3.	METODOLOGÍA.....	48
2.3.1.	MÉTODOS.....	48
2.3.1.1.	Método Cuantitativo.....	48
2.3.1.2.	Método Analítico.....	49
2.3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	49
2.3.2.1.	Descriptiva.....	49
2.3.3.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	50
2.3.3.1.	Técnica de Observación.....	50
2.3.3.2.	Técnica de Medición.....	50
2.3.3.3.	Técnica de Registro de Datos.....	51
2.3.3.4.	Técnicas de Procesamiento de Información.....	51
2.3.3.5.	Técnica de Comparación de Datos.....	51
2.3.3.6.	Técnica de información y proyección.....	52
2.3.3.7.	Técnica de Elaboración de mapa de ruido.....	52
2.4.	ESTRUCTURA METODOLÓGICA.....	53
a)	Fase de Gabinete.....	53
b)	Fase de Campo.....	53
c)	Fase de Post Campo.....	60

### **CAPÍTULO III**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	62
3.1. DETERMINACIÓN DE LAS FUENTES MÓVILES (AUTOMÓVILES Y MOTOCICLETAS) ACTUALES DE LA CIUDAD DE YACUIBA Y SU PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO PARA CINCO AÑOS.....	62
3.2. DETERMINACIÓN DE LOS DECIBELES (DB) DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PRODUCIDO POR LAS FUENTES MÓVILES (AUTOMÓVILES Y MOTOCICLETAS), A TRAVÉS DE UN EQUIPO PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO CALIBRADO Y CERTIFICADO POR IBMETRO, EN UN PERÍODO DE UNA SEMANA (LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES) DURANTE LOS MESES DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE. ....	71
3.3. REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS COMPARATIVO SOBRE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA OBTENIDOS CON EL REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA LEY NRO. 1333...	122
3.4. ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS SOBRE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE RUIDO GENERADO POR FUENTES MÓVILES (AUTOMÓVILES Y MOTOCICLETAS), A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	159
3.5. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA GENERADA POR LAS FUENTES MÓVILES. ....	172
3.5.1. PRUPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA LA INFORMACIÓN, REDUCCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PROVOCADA POR LAS FUENTES MÓVILES EN LA CIUDAD DE YACUIBA PARA EL PERÍODO 2022 – 2026. ....	173
3.5.1.1. ESTRATEGIA 1: INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA. ....	173

3.5.1.2. ESTRATEGIA 2: CORRECCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PROVOCADA POR EL RUIDO DE LAS FUENTES MÓVILES.....	177
3.5.1.3. ESTRATEGIA 3: MONITOREO DE RUIDO DE LAS FUENTES MÓVILES.....	182

#### **CAPÍTULO IV**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	185
4.1. CONCLUSIONES .....	185
4.2. RECOMENDACIONES .....	188
BIBLIOGRAFÍA .....	190
ANEXOS .....	195

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1. PUNTOS DE MONITOREO .....</b>	<b>54</b>
<b>CUADRO 2. CRONOGRAMA DE MEDICIÓN DE LOS PUNTOS.....</b>	<b>57</b>
<b>CUADRO 3. TEMAS PARA EL TALLER DE SENSIBILIZACIÓN SOBRE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA .....</b>	<b>174</b>
<b>CUADRO 4. TEMAS PARA TALLERES EN LOS COLEGIOS SOBRE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA .....</b>	<b>175</b>
<b>CUADRO 5. TEMAS PARA TALLERES SOBRE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LAS UNIVERSIDADES.....</b>	<b>176</b>
<b>CUADRO 6. TIPO Y LUGAR DE INSTALACIÓN DE SEÑALÉTICAS .....</b>	<b>180</b>
<b>CUADRO 7. UBICACIÓN, DISTANCIA Y ESPECIE DE LA BARRERA ACÚSTICA.....</b>	<b>181</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA 1.</b> AUTOMÓVILES ACTUALES DE LA CIUDAD DE YACUIBA. ..	63
<b>GRÁFICA 2.</b> MOTOCICLETAS ACTUALES DE LA CIUDAD DE YACUIBA..	64
<b>GRÁFICA 3.</b> PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE AUTOMÓVILES DE LA CIUDAD DE YACUIBA.....	67
<b>GRÁFICA 4.</b> PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE MOTOCICLETAS DE LA CIUDAD DE YACUIBA.....	70
<b>GRÁFICA 5.</b> DECIBELES DE LOS AUTOMÓVILES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE AGOSTO .....	76
<b>GRÁFICA 6.</b> DECIBELES DE LOS AUTOMÓVILES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE.....	83
<b>GRÁFICA 7.</b> DECIBELES DE LOS AUTOMÓVILES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE OCTUBRE .....	90
<b>GRÁFICA 8.</b> DECIBELES DE LAS MOTOCICLETAS EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE AGOSTO .....	97
<b>GRÁFICA 9.</b> DECIBELES DE LAS MOTOCICLETAS EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE.....	104
<b>GRÁFICA 10.</b> DECIBELES DE LAS MOTOCICLETAS EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE OCTUBRE .....	111
<b>GRÁFICA 11.</b> PROMEDIOS DE LOS DECIBELES DE AUTOMÓVILES DURANTE LOS MESES DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE.....	115
<b>GRÁFICA 12.</b> PROMEDIOS DE LOS DECIBELES DE MOTOCICLETAS DURANTE LOS MESES DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE.....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> FUENTE MÓVIL “AUTOMÓVILES” ACTUALES DE LA CIUDAD DE YACUIBA.....	62
<b>TABLA 2.</b> FUENTE MÓVIL “MOTOCICLETAS” ACTUALES DE LA CIUDAD DE YACUIBA.....	63
<b>TABLA 3.</b> PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DE AUTOMÓVILES.....	65
<b>TABLA 4.</b> PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE AUTOMÓVILES DE LA CIUDAD DE YACUIBA.....	66
<b>TABLA 5.</b> PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DE MOTOCICLETAS.....	68
<b>TABLA 6.</b> PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE MOTOCICLETAS DE LA CIUDAD DE YACUIBA.....	69
<b>TABLA 7.</b> DECIBELES DE LOS AUTOMÓVILES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE AGOSTO.....	72
<b>TABLA 8.</b> DECIBELES DE LOS AUTOMÓVILES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE.....	79
<b>TABLA 9.</b> DECIBELES DE LOS AUTOMÓVILES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE OCTUBRE.....	86
<b>TABLA 10.</b> DECIBELES DE LAS MOTOCICLETAS EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE AGOSTO.....	93
<b>TABLA 11.</b> DECIBELES DE LAS MOTOCICLETAS EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE.....	100
<b>TABLA 12.</b> DECIBELES DE LAS MOTOCICLETAS EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DURANTE EL MES DE OCTUBRE.....	107

<b>TABLA 13.</b> PROMEDIOS DE LOS DECIBELES DE AUTOMÓVILES DURANTE LOS MESES DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE.....	114
<b>TABLA 14.</b> PROMEDIOS DE LOS DECIBELES DE MOTOCICLETAS DURANTE LOS MESES DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE.....	118
<b>TABLA 15.</b> ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE LOS DECIBELES DE AUTOMÓVILES CON LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL R.M.C.A EN EL MES DE AGOSTO.....	123
<b>TABLA 16.</b> ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE LOS DECIBELES DE AUTOMÓVILES CON LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL R.M.C.A EN EL MES DE SEPTIEMBRE.....	129
<b>TABLA 17.</b> ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE LOS DECIBELES DE AUTOMÓVILES CON LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL R.M.C.A EN EL MES DE OCTUBRE.....	135
<b>TABLA 18.</b> ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE LOS DECIBELES DE MOTOCICLETAS CON LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL R.M.C.A EN EL MES DE AGOSTO.....	141
<b>TABLA 19.</b> ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE LOS DECIBELES DE MOTOCICLETAS CON LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL R.M.C.A EN EL MES DE SEPTIEMBRE.....	147
<b>TABLA 20.</b> ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE LOS DECIBELES DE MOTOCICLETAS CON LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL R.M.C.A EN EL MES DE OCTUBRE.....	153

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>MAPA 1.</b> UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CIUDAD DE YACUIBA .....	44
<b>MAPA 2.</b> UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN.....	55
<b>MAPA 3.</b> NIVEL DE RUIDO DE AUTOMÓVILES EN EL MES DE AGOSTO	160
<b>MAPA 4.</b> NIVEL DE RUIDO DE AUTOMÓVILES EN EL MES DE SEPTIEMBRE .....	162
<b>MAPA 5.</b> NIVEL DE RUIDO DE AUTOMÓVILES EN EL MES DE OCTUBRE .....	164
<b>MAPA 6.</b> NIVEL DE RUIDO DE MOTOCICLETAS EN EL MES DE AGOSTO .....	166
<b>MAPA 7.</b> NIVEL DE RUIDO DE MOTOCICLETAS EN EL MES DE SEPTIEMBRE .....	168
<b>MAPA 8.</b> NIVEL DE RUIDO DE MOTOCICLETAS EN EL MES DE OCTUBRE .....	170

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN POR IBMETRO .....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXO 2. PLANILLA DE REGISTRO.....</b>	<b>197</b>
<b>ANEXO 3. MATERIAL E INSTRUMENTO .....</b>	<b>198</b>
<b>ANEXO 4. MEDICIÓN DE DECIBELES EN LA ROTONDA LOS LIBERTADORES (P1).....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO 5. MEDICIÓN DE DECIBELES EN EL MERCADO CAMPESINO (P2) .....</b>	<b>200</b>
<b>ANEXO 6. MEDICIÓN DE DECIBELES EN LA TERMINAL DE BUSES DE YACUIBA (P3).....</b>	<b>201</b>
<b>ANEXO 7. MEDICIÓN DE DECIBELES EN EL CENTRO COMERCIAL MERCADO LOURDES (P4) .....</b>	<b>202</b>
<b>ANEXO 8. MEDICIÓN DE DECIBELES EN LA PLAZA PRINCIPAL 12 DE AGOSTO (P5).....</b>	<b>203</b>
<b>ANEXO 9. MEDICIÓN DE DECIBELES EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE YACUIBA (P6).....</b>	<b>204</b>
<b>ANEXO 10. MEDICIÓN DE DECIBELES EN LA PLAZA MAGARIÑO (P7) ...</b>	<b>205</b>