

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



**“ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
FACTOR ATMOSFÉRICO DEL CRECIMIENTO DE
TRÁFICO VEHICULAR EN EL CASCO VIEJO DE LA
CIUDAD DE TARIJA”
TOMO I**

Por:

BORIS RONALD CASTRILLO FARFAN

Diciembre de 2012.

TARIJA – BOLIVIA

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

**“ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
FACTOR ATMOSFÉRICO DEL CRECIMIENTO DE
TRÁFICO VEHICULAR EN EL CASCO VIEJO DE LA
CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

BORIS RONALD CASTRILLO FARFAN

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

II Semestre Gestión Académica 2012

Diciembre de 2012.

TARIJA – BOLIVIA

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



**“ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
FACTOR ATMOSFÉRICO DEL CRECIMIENTO DE
TRÁFICO VEHICULAR EN EL CASCO VIEJO DE LA
CIUDAD DE TARIJA”
TOMO II
(ANEXOS)**

Por:

BORIS RONALD CASTRILLO FARFAN

Diciembre de 2012.

TARIJA – BOLIVIA

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

**“ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
FACTOR ATMOSFÉRICO DEL CRECIMIENTO DE
TRÁFICO VEHICULAR EN EL CASCO VIEJO DE LA
CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

BORIS RONALD CASTRILLO FARFAN

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502
II Semestre Gestión Académica 2012**

Diciembre de 2012.

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

.....

Ing. Johnny Orgaz Fernández

PROFESOR DE CIV-502

.....

Ing. MSc. Luis A. Yurquina Flores.

DECANO

FAC. DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

.....

Lic. MSc. Clovis Gustavo Succi Aguirre.

VICE - DECANO

FAC. CIENCIAS Y TECNOLOGIA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Mabel Zambrana Velasco.

TRIBUNAL 1

Ing. Moisés Díaz Ayarde.

TRIBUNAL 2

Ing. Fernando Mur L.

TRIBUNAL 3

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

DEDICADO A:

**Mi madre Karina y mi abuelita
Candelaria que fue mi segunda
madre que ahora están en el
cielo; a mis tíos Silvia y Natalio
por su apoyo incondicional.**

AGRADECIMIENTOS A:

Dios por el don de la vida y haberme permitido llegar al culmen de esta etapa de mi vida.

A mi familia por el apoyo incondicional en todo momento y ser el pilar fundamental para mi vida.

A todos los docentes que con su guía y apoyo me han permitido llegar al término de este trabajo.

A todos mis buenos amigos y compañeros que supieron darme apoyo incondicional.

A Swisscontact por el apoyo desinteresado.

A la Dirección de Medio Ambiente dependiente del Gobierno Municipal de la ciudad de Tarija y la provincia Cercado.

PENSAMIENTO:

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad.”

Albert Einstein

INDICE DE ANEXOS

(TOMO II)

ANEXO 1: Reporte Fotográfico.

ANEXO 2: Cartas y Certificaciones de autenticidad de Información.

ANEXO 3: Manual de Especificaciones Técnicas del Sonómetro.

ANEXO 4: Especificaciones Técnicas del Analizador de Gases NB 62003.

ANEXO 5: Parque Automotor RUAT.

ANEXO 6: Planillas de Aforo.

ANEXO 7: Planillas de Cálculo de Intensidad Máxima y TPH.

ANEXO 8: Planillas de Medición de Emisión de Gases Periodo 2008 - 2012.

ANEXO 9: Planillas de Medición de Emisión de Ruido.

ANEXO 10: Plano de Referencia.

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Demanda y Oferta Vehicular	16
Figura 2.2. Variación de la Demanda Vehicular (q).....	17
Figura 3.1. Sonómetro EXTECH 407750	76
Figura 3.2. Planilla Formato Excel.....	77
Figura 3.3. Imagen Satelital del Área de Estudio.....	78
Figura 3.4. Imagen Satelital de la playa de estacionamiento del Coliseo Universitario.....	81
Figura 3.5. Automóvil Particular.....	85
Figura 3.6. Radio Taxi.....	85
Figura 3.7. Automóvil Liviano.....	85
Figura 3.8. Automóvil Particular.....	85
Figura 3.9. Vagoneta	86
Figura 3.10. Jeep.....	86
Figura 3.11. Camioneta	86
Figura 3.12. Minibús	86
Figura 3.13. Minivan	86
Figura 3.14. Taxi-trufi	86
Figura 3.15. Vagoneta Caribe.....	86
Figura 3.16. Microbús	87
Figura 3.17. Dina.....	87
Figura 3.18. Camión Repartidor.....	87
Figura 3.19. Camión Repartidor.....	87
Figura 3.20. Flota	87
Figura 3.21. Camión doble eje	87
Curva TPH – AÑO - CO	
Figura 4.1. Intersección Calle Cochabamba y Sucre.....	106
Figura 4.2. Intersección Calle Cochabamba y Colón.....	106
Figura 4.3. Intersección Calle Cochabamba y Méndez.....	107

Figura 4.4. Intersección Calle O’connor y Av. Potosí.....	107
Figura 4.5. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Juan m. Saracho.....	108
Figura 4.6. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Gral. Trigo	108
Figura 4.7. Intersección Calle Bolívar y Sucre.....	109
Figura 4.8. Intersección Calle Bolívar y Colón	109
Figura 4.9. Intersección Calle Bolívar y Méndez.....	110
Figura 4.10. Intersección Calle Bolívar y O’connor	110
Figura 4.11. Intersección Calle 15 de Abril y Juan M. Saracho.....	111
Figura 4.12. Intersección Calle 15 de Abril y Sucre	111
Figura 4.13. Intersección Calle 15 de Abril y Colón.....	112
Figura 4.14. Intersección Calle 15 de Abril y Méndez.....	112
Figura 4.15. Intersección Calle 15 de Abril y O’connor	113
Figura 4.16. Intersección Av. Las Américas y Calle Juan M. Saracho	113
Figura 4.17. Intersección Av. Las Américas y Calle Sucre.....	114
Figura 4.18. Intersección Av. Las Américas y Calle Colón	114
Figura 4.19. Intersección Av. Las Américas y Calle Méndez.....	115
Figura 4.20. Intersección Av. Las Américas y Calle O’connor	115
Curva TPH – AÑO - HC	
Figura 4.21. Intersección Calle Cochabamba y Sucre.....	116
Figura 4.22. Intersección Calle Cochabamba y Colón	116
Figura 4.23. Intersección Calle Cochabamba y Méndez	117
Figura 4.24. Intersección Calle O’connor y Av. Potosí.....	117
Figura 4.25. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Juan m. Saracho.....	118
Figura 4.26. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Gral. Trigo	118
Figura 4.27. Intersección Calle Bolívar y Sucre.....	119
Figura 4.28. Intersección Calle Bolívar y Colón	119
Figura 4.29. Intersección Calle Bolívar y Méndez.....	120
Figura 4.30. Intersección Calle Bolívar y O’connor	120
Figura 4.31. Intersección Calle 15 de Abril y Juan M. Saracho.....	121

Figura 4.32. Intersección Calle 15 de Abril y Sucre	121
Figura 4.33. Intersección Calle 15 de Abril y Colón.....	122
Figura 4.34. Intersección Calle 15 de Abril y Méndez.....	122
Figura 4.35. Intersección Calle 15 de Abril y O’connor	123
Figura 4.36. Intersección Av. Las Américas y Calle Juan M. Saracho	123
Figura 4.37. Intersección Av. Las Américas y Calle Sucre.....	124
Figura 4.38. Intersección Av. Las Américas y Calle Colón.....	124
Figura 4.39. Intersección Av. Las Américas y Calle Méndez	125
Figura 4.40. Intersección Av. Las Américas y Calle O’connor	125
Curva TPH – AÑO – CO₂	
Figura 4.41. Intersección Calle Cochabamba y Sucre.....	126
Figura 4.42. Intersección Calle Cochabamba y Colón	126
Figura 4.43. Intersección Calle Cochabamba y Méndez	127
Figura 4.44. Intersección Calle O’connor y Av. Potosí.....	127
Figura 4.45. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Juan m. Saracho.....	128
Figura 4.46. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Gral. Trigo	128
Figura 4.47. Intersección Calle Bolívar y Sucre.....	129
Figura 4.48. Intersección Calle Bolívar y Colón	129
Figura 4.49. Intersección Calle Bolívar y Méndez.....	130
Figura 4.50. Intersección Calle Bolívar y O’connor	130
Figura 4.51. Intersección Calle 15 de Abril y Juan M. Saracho.....	131
Figura 4.52. Intersección Calle 15 de Abril y Sucre	131
Figura 4.53. Intersección Calle 15 de Abril y Colón.....	132
Figura 4.54. Intersección Calle 15 de Abril y Méndez.....	132
Figura 4.55. Intersección Calle 15 de Abril y O’connor	133
Figura 4.56. Intersección Av. Las Américas y Calle Juan M. Saracho	133
Figura 4.57. Intersección Av. Las Américas y Calle Sucre.....	134
Figura 4.58. Intersección Av. Las Américas y Calle Colón.....	134
Figura 4.59. Intersección Av. Las Américas y Calle Méndez.....	135

Figura 4.60. Intersección Av. Las Américas y Calle O’connor	135
Curva TPH – AÑO – OPACIDAD (VEHICULOS A DIESEL)	
Figura 4.61. Intersección Calle Cochabamba y Sucre.....	136
Figura 4.62. Intersección Calle Cochabamba y Colón	136
Figura 4.63. Intersección Calle Cochabamba y Méndez	137
Figura 4.64. Intersección Calle O’connor y Av. Potosí.....	137
Figura 4.65. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Juan m. Saracho.....	138
Figura 4.66. Intersección Av. Domingo Paz y Calle Gral. Trigo	138
Figura 4.67. Intersección Calle Bolívar y Sucre.....	139
Figura 4.68. Intersección Calle Bolívar y Colón	139
Figura 4.69. Intersección Calle Bolívar y Méndez.....	140
Figura 4.70. Intersección Calle Bolívar y O’connor	140
Figura 4.71. Intersección Calle 15 de Abril y Juan M. Saracho.....	141
Figura 4.72. Intersección Calle 15 de Abril y Sucre	141
Figura 4.73. Intersección Calle 15 de Abril y Colón.....	142
Figura 4.74. Intersección Calle 15 de Abril y Méndez.....	142
Figura 4.75. Intersección Calle 15 de Abril y O’connor	143
Figura 4.76. Intersección Av. Las Américas y Calle Juan M. Saracho	143
Figura 4.77. Intersección Av. Las Américas y Calle Sucre.....	144
Figura 4.78. Intersección Av. Las Américas y Calle Colón.....	144
Figura 4.79. Intersección Av. Las Américas y Calle Méndez	145
Figura 4.80. Intersección Av. Las Américas y Calle O’connor	145

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 2.1. Efectos de los Gases emitidos por el parque Automotor.....	58
Tabla 3.1. Ciudad de Tarija: Distritos y Barrios	67
Tabla 3.2. Tabla de Intersecciones en Estudio	79
Tabla 3.3. Crecimiento Parque Automotor.....	84
Tabla 3.4. Niveles de Ruido por Tráfico Vehicular, medidos y Estimados 2000 - 2007.....	91
Tabla 4.1. Límites Máximos Permisibles para emisión vehicular de gases Vehículos a Gasolina	94
Tabla 4.2. Límites Máximos Permisibles para emisión vehicular de gases Vehículos Gasolina usos múltiples.....	95
Tabla 4.3. Límites Permisibles base de Opacidad	95
Tabla 4.4. Límites Máximos Permisibles para emisión vehicular de gases Vehículos GNV - GLP	96
Tabla 4.5. Límites Máximos usados en el Estudio de Evaluación	96
Tabla 4.6. Límites Permisibles de Emisión de Ruido proveniente de fuentes móviles	97
Tabla 4.7. Tráfico Promedio Horario (TPH) en cada Intersección dentro del casco viejo Tarija Junio – Julio 2012	98
Tabla 4.8. Resumen TPH gestión 2008	101
Tabla 4.9. Resumen TPH gestión 2009	102
Tabla 4.10. Resumen TPH gestión 2010.....	103
Tabla 4.11. Resumen TPH gestión 2011	104
Tabla 4.12. Resumen de Emisión de gases periodo 2008 - 2012.....	105
Tabla 4.13. Resumen de Emisiones Máximas de Ruido en las intersecciones en dB(A) (7:30 – 8:30)	148
Tabla 4.14. Resumen de Emisiones Máximas de Ruido en las intersecciones en dB(A) (12:30 – 13:30)	149

Tabla 4.15. Resumen de Emisiones Máximas de Ruido en las intersecciones en dB(A) (18:30 – 19:30)	150
Tabla 5.1. Resumen de Emisión de Gases periodo 2008 - 2012	158

ÍNDICE

	Página
Capítulo I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	5
1.3. Situación Problemica.....	6
1.3.1. Problema.....	6
1.3.2. Objeto de Estudio	7
1.3.3. Campo de Acción	7
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General	7
1.4.2. Objetivos Específicos	7
1.5. Diseño Metodológico	9
1.5.1. Esquema Lógico Estructural	9
1.6. Alcance	10
1.7. Medios Y Técnicas	11
1.7.1. Medios	11
1.7.2. Técnicas.....	11

Página

Capítulo II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. El Tráfico en Bolivia	12
2.2. Conceptos Fundamentales de Tráfico.....	14
2.2.1. Ingeniería de Transporte.....	14
2.2.2. Ingeniería de Tráfico	15
2.2.3. Relación entre Demanda Vehicular y la Oferta Vial.....	15
2.2.4. Patrón Urbano.....	15
2.2.5. Factores que intervienen en el problema de Tráfico	17

2.2.6. Tipos de Solución	19
2.2.7. Bases para una Solución	21
2.2.8. Metodología.....	21
2.2.9. Elementos Básicos que producen el flujo de Tráfico	22
2.2.9.1. El usuario	23
a. Peatón.....	23
b. Ciclista	24
c. Conductor.....	25
2.2.9.2. El Vehículo	25
2.2.9.2.1. Características de los Vehículos de Proyecto	26
2.2.9.3. La Vialidad.....	27
2.2.9.3.1. Camino o Vía.....	27
2.2.9.3.2. Clasificación de una Red Vial	27
2.2.9.3.3. Sistema Vial Urbano	28
2.2.9.4. Volumen de Tráfico	29
2.2.9.4.1. Definición de Volumen de Tráfico	30
2.2.9.4.2. Tipos de Volúmenes de Tráfico	30
2.2.9.5. Flujo Vehicular o Tasa de Flujo (q)	33
2.3. El Tráfico en Tarija.....	34
2.4. Medio Ambiente y Zonas Urbanas	36
2.4.1. Definición de Medio Ambiente	36
2.4.2. Definición de Zona Urbana	37
2.4.3. Constituyentes del Medio Ambiente	38
2.4.4. Problemas Medio Ambientales.....	39
2.4.5. Problemas Medioambientales en Zonas Urbanas.....	46
2.5. Contaminación por Emisión de Gases	47
2.5.1. Contaminación Atmosférica	47
2.5.2. Contaminantes Atmosféricos	48
2.5.3. Contaminación por emisión de gases del Parque Automotor.....	49
2.5.4. Gases emitidos por el Parque Automotor	50
2.5.5. Otros gases emitidos por el Parque Automotor	52

2.6. Contaminación Auditiva.....	54
2.6.1. Definición.....	54
2.6.2. Sonido.....	55
2.6.3. Ruido	55
2.6.3.1. Características del Ruido	55
2.6.3.2. Agentes Implicados.....	56
2.6.3.3. Ruido Urbano	56
2.7. Trastornos y Enfermedades causados por la Contaminación Atmosférica a la Salud.....	57
2.7.1. Efectos y Enfermedades provocadas por las emisiones del Parque Automotor	58
2.7.2. El Asma provocado por el Tráfico Vehicular	59
2.7.3. Emisiones de Tráfico Vehicular reducen Crecimiento de niños en Gestación.....	60
2.7.4. Efectos del Ruido sobre la Salud.....	61
2.7.4.1. Efectos Auditivos	61
2.7.4.2. Efectos no Auditivos.....	63

Página

**Capítulo III. CRITERIOS TÉCNICOS Y CARACTERIZACIÓN
DEL TRÁFICO Y CONTAMINANTES**

3.1. Introducción.....	66
3.2. Criterios Técnicos.....	66
3.2.1. Área de Estudio	66
3.2.2. Atributos Factor Aire.....	69
3.2.3. Recolección de Datos	70
3.2.4. Procesamiento de la Información	75
3.3. Plan Estratégico de Trabajo.....	77
3.3.1. Fase I: Determinación del Área de Estudio.....	77

3.3.2. Fase II: Toma de Datos.....	80
3.3.3. Fase III: Procesamiento de la Información.....	81
3.3.4. Fase IV: Análisis de los Resultados	82
3.3.5. Fase V: Conclusiones y Recomendaciones	82
3.4. Equipamiento.....	83
3.4.1 Equipo Normalizado.....	83
3.4.2 Equipo no Normalizado.....	83
3.5. Caracterización del Tráfico	84
3.5.1. Crecimiento del Parque Automotor.....	84
3.5.2. Clasificación del Tráfico	85
3.6. Caracterización de la Emisión de Gases.....	88
3.7. Caracterización del Ruido	88
3.7.1. Niveles de Contaminación Acústica del Tráfico.....	89
3.7.2. Valoración de niveles de contaminación acústica del Tráfico en la ciudad de Tarija.....	92

Página

Capítulo IV. DISEÑO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Determinación de Parámetros Permisibles	94
4.1.1. Emisión de Gases	94
4.1.2. Ruido	97
4.2. Elaboración de Curvas Comparativas	97
4.2.1. Curva: TPH – AÑO - CO	106
4.2.2. Curva: TPH – AÑO - HC	116
4.2.3. Curva: TPH – AÑO – CO ₂	126
4.2.4. Curva TPH – AÑO – OPACIDAD (VEHICULOS A DIESEL)	136
4.2.5. Interpretación de las Curvas Comparativas.....	146
4.3. Emisión de Ruidos.....	147
4.4. Análisis de Resultados.....	151
4.4.1. Intersecciones más críticas	151

4.4.2. Curva TPH – AÑO – CO (%)	151
4.4.3. Curva TPH – AÑO – HC (ppm.).....	152
4.4.4. Curva TPH – AÑO – CO ₂ (%)	153
4.4.5. Curva TPH – AÑO – OPACIDAD (%)	154
4.4.6. Emisión de Ruidos.....	156

Página

Capítulo V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	158
5.2. Recomendaciones	160
BIBLIOGRAFIA	163
ANEXOS	