

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

**“ESTUDIO DEL EFECTO DE LOS VEHICULOS
CAÑEROS EN LA CAPACIDAD Y DETERIORO DE LA
CARRETERA BERMEJO LOS INGENIOS”**

Por:

RICHARD SERRANO ALMAZAN

**Trabajo de tesis, presentado a consideración de la UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar
por el grado académico de licenciatura en Ingeniería Civil.**

**Noviembre de 2010
TARIJA – BOLIVIA**

V° B°

MSc. Ing. Mirtha Torrez

TUTOR DE PROYECTO DE GRADO

MSc. Ing. Luis Alberto Yurquina
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

MSc. Ing. Marlene Hoyos M.
DIRECTORA DE "P.E.T."

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Mario Ticona Copa

Ing. Marcelo Segovia Cortez

El Tribunal Calificador del presente Trabajo de tesis no se solidariza con la forma, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo ellos solo responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a mis padres Nicolás y Teodora a mi esposa Jenny a mi Hijito Richard Nicolás y a mis queridas hermanas que siempre me apoyaron en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios por permitir que este sueño ya sea una realidad y a todos los que me apoyaron y colaboraron para que este trabajo salga adelante.

PENSAMIENTO:

Usted Dice: No soy
suficientemente inteligente

Dios dice: yo te doy
sabiduría (I Corintios 1:30)

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION

1	ANTECEDENTES.....	1
2	JUSTIFICACIÓN	2
3	OBJETIVOS.....	3
	3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
	3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
4	ALCANCE.....	3

CAPITULO II DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS

2.1	EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL	5
2.2	INVENTARIACIÓN.....	7
	2.2.1 TRABAJO DE CAMPO.....	10
	2.2.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA INVENTARIACION	19
	2.2.3 CLIMA, TRÁFICO Y GEOMETRÍA	19
	2.2.3.1 CLIMA.....	19
	2.2.3.2 TRAFICO.....	20
	2.2.3.3 GEOMETRÍA.....	21
2.3	PARÁMETROS QUE SE EVALÚAN.....	22
2.4	ESTUDIO DE RUGOSIDAD.....	23

2.4.1	ÍNDICE DE REGULARIDAD SUPERFICIAL.....	23
2.4.2	REGULARIDAD LONGITUDINAL.....	24
2.4.3	REGULARIDAD TRANSVERSAL.....	24
2.5	FALLAS	25
2.5.1	DEFORMACIONES.....	25
2.5.2	AHUELLAMIENTO	26
2.5.3	HUNDIMIENTOS.....	26
2.5.4	FISURAS.....	27
2.5.4.1	LONGITUDINALES.....	27
2.5.4.2	TRANSVERSALES.....	27
2.5.4.3	EN BLOQUE.....	28
2.5.4.4	PIEL DE COCODRILO.....	28
2.5.4.5	BACHES.....	28
2.5.4.6	DISGREGACIONES	29
2.5.4.7	EXUDACIONES.....	30
2.6	FALLAS EN EL TRAMO DE ESTUDIO BERMEJO – LOS INGENIOS.....	30
2.6.1	SECCIÓN TRANSVERSAL INADECUADA.....	30
2.6.1.1	DESCRIPCIÓN.....	30
2.6.1.2	POSIBLES CAUSAS.....	30
2.6.1.3	NIVELES DE SEVERIDAD.....	30
2.6.1.4	MEDICIÓN.....	31
2.6.2	CORRUGACIONES.....	32
2.6.2.1	DESCRIPCIÓN.....	32
2.6.2.2	POSIBLES CAUSAS.....	32
2.6.2.3	NIVELES DE SEVERIDAD.....	32
2.6.2.4	MEDICIÓN.....	32
2.6.3	AHUELLAMIENTO.....	33
2.6.3.1	DESCRIPCIÓN.....	33

2.6.3.2	POSIBLES CAUSAS.....	34
2.6.3.3	NIVELES DE SEVERIDAD.....	34
2.6.3.4	MEDICIÓN.....	34
2.6.4	PÉRDIDA DE AGREGADOS.....	35
2.6.4.1	DESCRIPCIÓN.....	35
2.6.4.2	POSIBLES CAUSAS.....	35
2.6.4.3	NIVELES DE SEVERIDAD.....	35
2.6.4.4	MEDICIÓN.....	36
2.6.5	BACHES.....	37
2.6.5.1	DESCRIPCIÓN.....	37
2.6.5.2	POSIBLES CAUSAS.....	37
2.6.5.3	NIVELES DE SEVERIDAD.....	38
2.6.5.4	MEDICIÓN.....	38
2.7	CONDICIONES DE DRENAJE.....	39
2.7.1	DRENAJE SUPERFICIAL.....	40
2.7.2	DRENAJE LONGITUDINAL.....	41
2.7.3	DRENAJE TRANSVERSAL.....	41

CAPITULO III

CAPACIDAD VEHICULAR EN CARRETERAS

3.1	DEFINICIONES.....	42
3.1.1	CARRETERA DE DOS CARRILES.....	43
3.1.1.1	TIPOS DE TERRENO.....	43
3.1.1.2	CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	45
3.1.1.3	DEFINICIONES DE TRAMO Y SECTOR.....	46
3.2	CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.....	47
3.2.1	IMPORTANCIA DE LA CAPACIDAD.....	47

3.2.2	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD.....	48
3.2.3	CONSIDERACIONES BÁSICAS.....	49
3.2.4	NIVELES DE SERVICIO.....	51
3.2.4.1	DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO.....	53
3.3	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CAPACIDAD.....	58
3.3.1	FACTORES QUE DEPENDEN DE LA CARRETERA.....	59
3.3.1.1	SECCION TRANSVERSAL.....	59
3.3.1.2	OBSTACULOS LATERALES.....	59
3.3.1.3	TRAZADO.....	59
3.4	FACTORES QUE DEPENDEN DE LA GEOMETRIA.....	60
3.4.1	ANCHURA DE CARRIL.....	60
3.4.2	ANCHURA DE ARCENES Y OBSTRUCCIONES LATERALES.....	61
3.4.3	VELOCIDAD DE CIRCULACION.....	61
3.4.4	ESTUDIO DE VELOCIDAD EN EL SITIO.....	62
3.5	FACTORES QUE DEPENDEN DEL TRÁFICO.....	63
3.5.1	VEHICULOS PESADOS.....	63
3.5.2	VARIACION DE TRÁFICO DURANTE PERIODOS CORTOS.....	64
3.6	VEHICULOS TIPO.....	65

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS CAÑEROS

4.1	GENERALIDADES.....	68
4.2	TIPOS DE VEHICULOS Y CARACTERISTICAS.....	69
4.3	CARACTERISTICAS DE VEHICULOS CAÑEROS.....	75
4.3.1	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.....	75
4.3.2	CARACTERISTICAS DE CIRCULACION.....	84
4.4	USOS Y APLICABILIDAD DE LOS VEHICULOS CAÑEROS.....	87

CAPITULO V
EFFECTO DE LOS VEHICULOS CAÑEROS EN LA CAPACIAD Y DETERIORO DEL
PAVIMENTO

5.1	EFFECTO DE LOS VAHICULOS CAÑEROS EN LA CAPACIDAD DE LA CARRETERA.....	201
5.1.1	TRAMOS DE CARACTERISTICAS NORMALES	93
5.1.2	TRAMOS EN RAMPA.....	95
5.1.3	TRAMO DE RIPIO.....	97
5.2	CONSIDERACIONES RESPECTO A CAPACIDAD EN CARRETERAS DE DOS CARRILES.....	100
5.3	INFLUENCIA DE LOS VEHICULOS CAÑEROS EN LA CAPACIDAD Y DETERIORODELPAVIMENTO.....	106
5.3.1	EN LA CAPACIDAD.....	107
5.3.1.1	POR EL TIPO DE VEHÍCULO.....	107
5.3.1.2	POR EL VOLUMEN DE TRÁFICO.....	108
5.3.1.3	POR EL TIPO DE CIRCULACIÓN.....	111
5.3.2	EN EL DETERIORO.....	112
5.3.2.1	POR EL TIPO DE VEHÍCULOS.....	112
5.3.2.2	POR EL VOLUMEN DE TRÁFICO.....	113
5.3.2.3	POR EL TIPO DE CIRCULACIÓN.....	114
5.3.2.4	POR LAS CARGAS.....	114
5.4	LEY DE CARGAS.....	124

CAPITULO VI
APLICACIÓN PRACTICA

6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE L A ZONA ESTUDIO.....	137
6.1.1	RESEÑA HISTORICA.....	137

6.1.2	SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	138
6.1.3	POBLACION.....	138
6.1.4	TOPOGRAFIA.....	139
6.1.5	GEOLOGIA.....	139
6.2	CLIMA.....	139
6.2.1	TEMPERATURA.....	139
6.2.2	PRECIPITACIONES PLUVIALES Y HUMEDAD RELATIVA.....	140
6.2.3	VIENTOS.....	140
6.3	RED VIAL Y COMUNICACIONES.....	140
6.4	SITUACION ACTUAL DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	141
6.5	ANALISIS LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS CAÑEROS, FORMA, DIMENSIÓN, CARGA.....	141
6.6	ESTUDIAR EL TRÁFICO DE VEHICULOS CAÑEROS A PARTIR DE AFOROS.....	145
6.7	EVALUAR LAS INCIDENCIAS DE LOS VEHICULOS CAÑEROS EN EL PAVIMENTO.....	146
6.7.1	EN AHUELLAMIENTO.....	146
6.7.2	EN LA REGULARIDAD.....	147
6.8	CALCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.....	150
6.8.1	CALCULO DE LA CAPACIDAD E INTENSIDAD DE SERVICIO.....	150
6.8.2	CALCULO DE NIVELES DE SERVICIO.....	151
6.8.3	CALCULO DE PORCENTAJE DE TIEMPO SIGUIENDO A OTRO.....	152
6.8.3.1	INTENCIDAD DE TRÁFICO EQUIVALENTE.....	152
6.8.4	CALCULO DEL PORCENTAJE DE TIEMPO SIGUIENDO A OTRO VEHICULO	154
6.9	CALCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA.....	155
6.9.1	VELOCIDAD LIBRE DE LOS COCHES	155
6.9.2	INTENSIDAD DE TRÁFICO EQUIVALENTE.....	157
6.9.3	CALCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA DE LOS COCHES.....	159
6.1	DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA VEHICULOS CAÑEROS.....	161
6.10.1	CARACTERIZACION DEL TRAFICO.....	161
6.10.2	PERIODO DE DISEÑO.....	163

6.10.3	DETERMINACION DE EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS.....	164
6.10.5	SERVICIABILIDAD.....	165
6.10.6	CONFIABILIDAD (R).....	165
6.10.7	DESVIACION ESTANDAR.....	166
6.10.8	MODULO DE RESILENCIA DE LA SUB-RASANTE.....	166
6.10.9	ECUACION DE LA ASSHTO 93 PARA LA DETERMINACION DE ESPESORES DE CAPAS DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.....	167
6.10.10	COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS (a1).....	169
6.10.11	COEFICIENTE DE DRENAJE (m1).....	170
6.10.12	ESPESORES DE LA CAPA DE PAVIMENTO.....	170

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	CONCLUSIONES.....	183
7.2	RECOMENDACIONES.....	187
7.3	BIBLIOGRAFIA.....	189