

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
AVENIDA GAMONEDA POR LOS MÉTODOS DEL IRI, PCI Y PSI**

Por:

Eliseo Aruquipa Cardozo

Agosto del 2012

TARIJA – BOLIVIA

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

**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA AVENIDA GAMONEDA POR LOS
MÉTODOS DEL IRI, PCI Y PSI**

Por:

Eliseo Aruquipa Cardozo

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Agosto del 2012

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
Msc. Ing. Luís Alberto Yurquina Flores
**DECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

.....
Lic. Gustavo Succi
**VICEDECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Wilsón Yucra R.

.....
Ing. Ada Gladys López R.

.....
Ing. Laura Soto S.

El tribunal calificador no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo éstos responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTO:

A Dios que me brindó la salud y la capacidad para poder emprender un sueño.

A mi familia que siempre me respaldo y me aconsejo de la mejor manera para poder cursar mis estudios de la forma más exitosa posible.

A mis docentes que me impartieron sus conocimientos de la mejor forma con el objetivo de poder lograr una brillante formación académica.

DEDICATORIA:

La realización de este Proyecto de Grado va dedicado a mis padres, mis hermanos que siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo de una manera incondicional que en mis momentos de debilidad me dieron el valor y la fuerza suficiente para seguir adelante con la meta que me tracé en la vida.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 Introducción.....	1
1.2 Reseña histórica.....	2
1.3 Aplicación práctica.....	3
1.3.1 Aporte académico.....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Determinación del problema.....	6
1.6 Objetivos.....	6
1.6.1 Objetivo general.....	6
1.6.2 Objetivos específicos.....	6
1.7 Alcancé.....	7

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO

	Página
2.1 Estudio de las características de los pavimentos flexibles.....	9
2.1.1 Pavimentos flexibles.....	9
2.1.2 Funciones de los elementos de un pavimento flexible.....	10
2.2 Tipos de pavimentos flexibles.....	11
2.2.1 Pavimentos flexibles sobre base de empedrado.....	11
2.2.2 Características y propiedades del pavimento flexible.....	13
2.2.2.1 El cemento asfáltico.....	14

2.2.2.2	Los agregados pétreos.....	15
2.2.2.3	La mezcla asfáltica.....	15
2.3	Tipos de fallas y daños en pavimentos flexibles.....	18
2.3.1	Fisuraciones o agrietamientos.....	19
2.3.1.1	Grietas longitudinales y transversales.....	19
2.3.1.2	Grietas de reflexión de juntas (losa de concreto de cemento)....	21
2.3.1.3	Grieta de borde.....	22
2.3.1.4	Piel de cocodrilo.....	23
2.3.1.5	Agrietamiento en bloque.....	25
2.3.1.6	Grietas de deslizamiento.....	26
2.3.2	Deformaciones.....	27
2.3.2.1	Abultamientos y hundimientos.....	27
2.3.2.2	Corrugación.....	30
2.3.2.3	Depresión.....	31
2.3.2.4	Huecos.....	32
2.3.2.5	Ahuellamiento.....	34
2.3.2.6	Hinchamiento.....	36
2.3.3	Desintegraciones.....	37
2.3.3.1	Exudación.....	37
2.3.3.2	Pulimiento de agregados.....	38
2.3.3.3	Desprendimiento de agregados.....	40
2.3.4	Otros.....	41
2.3.4.1	Parqueo.....	41
2.3.4.2	Desnivel carril / berma.....	43
2.3.4.3	Rejillas de drenaje – Tapas de alcantarillado.....	44
2.3.4.4	Desplazamiento.....	44
2.4	Métodos de evaluación superficial de pavimentos flexibles.....	46

2.4.1	Determinación del Índice de rugosidad internacional (IRI).....	46
2.4.1.1	Definiciones del Índice de rugosidad internacional (IRI).....	46
2.4.1.2	Cálculo del Índice de rugosidad internacional (IRI).....	47
2.4.2	Tipos de equipos existentes para la medición de la rugosidad.....	48
2.4.2.1	Nivel y mira topográfica.....	49
2.4.2.2	Dipstick.....	49
2.4.2.3	Perfilógrafos.....	50
2.4.2.4	Equipos tipo respuesta (RTRRMS).....	50
2.4.2.5	Perfilómetro inercial.....	51
2.4.2.6	El Merlín.....	51
2.4.3	Determinación del IRI.....	52
2.4.4	Índice de condición del pavimento (PCI).....	52
2.4.4.1	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	53
2.4.4.2	Calculo del PCI de una sección de pavimento.....	54
2.4.5	Índice de serviciabilidad presente (PSI).....	60
2.5	Conservación de pavimentos flexibles.....	62
2.5.1	Gestión de conservación de vías.....	62
2.5.2	Actuaciones de conservación y rehabilitación.....	66
2.5.3	Rehabilitación funcional.....	67
2.5.4	Rehabilitación estructural.....	69
2.5.4.1	Evaluación y refuerzos de pavimentos.....	69
2.5.5	Reciclado de pavimentos.....	71
2.5.4.1	Objetivos del reciclado.....	72
2.5.4.2	Descripción general del proceso del reciclado.....	72
2.5.6	Reconstrucción.....	73

CAPÍTULO III
APLICACIÓN PRÁCTICA
LEVANTAMIENTO DE FALLAS.

	Página
3.1 Información del área de estudio.....	74
3.1.1 Ubicación del tramo de estudio.....	74
3.1.2 Características del tramo en estudio.....	74
3.2 Procedimiento de medición de fallas superficiales.....	76
3.2.1 Seguridad.....	76
3.2.2 Personal.....	76
3.2.3 Equipo y material de trabajo.....	77
3.2.4 Costo.....	78
3.3 Evaluación del estado superficial del pavimento.....	78
3.4 Metodologías planteadas.....	80
3.4.1 Metodología del IRI.....	81
3.4.1.1 Proceso de campo.....	83
3.4.1.2 Proceso de gabinete.....	84
3.4.2 Metodología del PCI.....	85
3.4.3 Metodología del PSI.....	87
3.5 Análisis de la relación IRI, PCI y PSI.....	88
3.6 Análisis de la condición del estado del pavimento.....	89
3.6.1 Determinación del IRI.....	89
3.6.2 Determinación del PSI.....	89
3.6.3 Determinación del PSI.....	90
3.7 Diagnóstico general del estado del pavimento.....	90
3.8 Soluciones recomendadas para el tramo evaluado.....	91
3.8.1 Agrietamiento en forma de piel de cocodrilo.....	91
3.8.2 Grietas longitudinales y transversales.....	94

3.8.3 Grietas en los bordes.....	95
3.8.4 Abultamientos y Hundimientos.....	96
3.8.5 Corrugación.....	97
3.8.6 Huecos.....	97
3.8.7 Ahuellamiento.....	98
3.8.8 Desprendimiento de agregados.....	99
3.9 Costos de las actividades de rehabilitación.....	100
3.10 Resumen del costo total.....	108

CAPÍTULO IV

COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 Conclusiones.....	109
4.2 Recomendaciones.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

	Página
Figura 2.1 Sección típica de un pavimento flexible de hormigón asfáltico.....	9
Figura 2.2 distribución de cargas en el pavimento flexible.....	10
Figura 2.3 Fisura longitudinal.....	19
Figura 2.4 Fisura transversal	20
Figura 2.5 Fisuras por reflexión de juntas en placas de concreto.....	22
Figura 2.6 Fisuras de borde.....	23
Figura 2.7 Piel de cocodrilo	24
Figura 2.8 Agrietamiento en bloque.....	25
Figura 2.9 Fisuración por deslizamiento de capas.....	26
Figura 2.10 Abultamiento.....	28
Figura 2.11 Hundimiento.....	28
Figura 2.12. Corrugación.....	30
Figura 2.13 Depresión.....	31
Figura 2.14 Hueco.....	33
Figura 2.15. Ahuellamiento.....	34
Figura 2.16. Hinchamiento.....	36
Figura 2.17 Exudación.....	37
Figura 2.18 Pulimento del agregado.....	38
Figura 2.19 Desprendimiento de agregados.....	39
Figura 2.20 Parche.....	40
Figura 2.21 Desnivel carril / berma.....	42
Figura 2.22 Tapas de alcantarillado.....	44

Figura 2.23	Desplazamientos.....	45
Figura 2.24	Modelo de cuarto de carro.....	47
Figura 2.25	Escala estándar para la cuantificación del IRI.....	48
Figura 2.26	Nivel y mira topográfica.....	49
Figura 2.27	Equipo Dipstick.....	49
Figura 2.28	Perfilógrafo California.....	50
Figura 2.29	Equipo tipo respuesta (RTRRMS).....	50
Figura 2.30	Perfilometro Inercial.....	51
Figura 2.31	El Merlín.....	51
Figura 2.32	Viga Benkelman.....	65
Figura 2.33	Construcción de nuevo pavimento.....	73

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

	Página	
Figura 3.1	Imagen satelital del tramo en estudio.....	74
Figura 3.2	Inicio del tramo en estudio Avenida la Gamoneda.....	75
Figura 3.3	Personal de apoyo.....	77
Figura 3.4	Equipo topográfico y material de trabajo.....	77
Figura 3.5	Procedimiento de medición de fallas superficiales.....	79
Figura 3.6	Metodología de medición de fallas (m2).....	80
Figura 3.7	Imagen del software INPACO.....	81
Figura 3.8	Curvas de Deducción para pavimento flexibles.....	86

ÍNDICE DE CUADROS

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

	Página
Cuadro 2.1 Características Físico – Mecánicas del Material de Empedrado.....	12
Cuadro 2.2 Características técnicas de la Subrasante y del Diseño Geométrico.....	13
Cuadro 2.3 Pavimentos Bituminosos Mezclados en Caliente en Planta.....	17
Cuadro 2.4 Niveles de severidad para huecos.....	34
Cuadro 2.5 Equipos existentes para la medición de la rugosidad.....	48
Cuadro 2.6 Rangos de calificación del PCI.....	53
Cuadro 2.7 Longitudes de unidades de muestreo.....	54
Cuadro 2.8 Coeficientes C_1 , C_2 , y C_3	60
Cuadro 2.9 Rango de calificación del PSI.....	61
Cuadro 2.10 Distintos tipos de refuerzos.....	70

CAPITULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

	Página
Cuadro 3.1 Deltas según longitud máxima.....	82
Cuadro 3.2 Valores finales del IRI.....	84
Cuadro 3.3 Valores finales del PCI.....	87
Cuadro 3.4 Rango de relación IRI, PCI, PSI.....	88
Cuadro 3.5 Diagnóstico general del tramo.....	90
Cuadro 3.6 Porcentaje de fallas.....	91

Cuadro 3.7 Fallas que presentas los pavimentos flexibles.....	100
Cuadro 3.8 Grados de severidad de las fallas.....	100
Cuadro 3.9 Precio unitario del bacheo superficial.....	101
Cuadro 3.10 Precio unitario del parchado profundo.....	102
Cuadro 3.11 Precio unitario del sellado de fisuras moderadas.....	103
Cuadro 3.12 Precio unitario del sellado de fisuras severas.....	104
Cuadro 3.13 Precio unitario del sellado de carpeta asfáltica.....	105

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 ABACOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

ANEXO 2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL IRI

ANEXO 3 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PCI

ANEXO 4 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PSI

ANEXO 5 REPORTE FOTOGRÁFICO