

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN



“EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES Y
MANTENIMIENTO ACTUAL DEL CAMINO ESTACIÓN
DE SERVICIO EL PORTILLO – UNIDAD EDUCATIVA
LA PINTADA”

Por:

MAGUIVER PORCO MAMANI

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de licenciatura en ingeniería civil.

SEMESTRE II – 2020

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN

“EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES Y
MANTENIMIENTO ACTUAL DEL CAMINO ESTACIÓN
DE SERVICIO EL PORTILLO – UNIDAD EDUCATIVA
LA PINTADA”

Por:

MAGUIVER PORCO MAMANI

SEMESTRE II – 2020

TARIJA - BOLIVIA

DEDICATORIA:

A Dios y a mis padres, Teófila Mamani Huanaco y Remigio Porco Choque por ayudarme en los momentos difíciles y demostrarme que en la vida todo es posible con voluntad y esfuerzo.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	Pág.
1. Introducción.....	3
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Justificación.....	4
1.2.1. Técnico académico.....	4
1.2.2. Social.....	4
1.2.3. Económica.....	5
1.3. Situación problemática.....	5
1.3.1. Problema.....	6
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Hipótesis.....	7
1.5.1. Identificación de variables.....	7
1.5.1.1. Variable independiente.....	7

1.5.1.2.	Variable dependiente.....	7
1.5.1.3.	Conceptualización y operacionalización.....	7
1.6.	Diseño metodológico.....	9
1.6.1.	Unidad de estudio población y muestra.	9
1.6.2.	Tamaño de muestra.	10
1.7.	Esquema de la perspectiva usada.....	10
1.7.1.	Definición en el alcance.....	10

CAPÍTULO II

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

	Pág.	
2.1.	Marco conceptual.....	13
2.1.1.	Funciones de un pavimento.....	13
2.1.2.	Componentes de un pavimento.....	13
2.1.3.	Tipos de pavimentos.	14
2.1.3.1.	Pavimentos rígidos.....	14
2.1.3.1.1.	Proceso constructivo de pavimentos rígidos.....	16
2.1.3.2.	Pavimentos flexibles.	17
2.1.3.2.1.	Capas de un pavimento flexible.....	17
2.1.3.2.2.	Proceso constructivo de pavimentos flexibles.....	18
2.1.3.3.	Pavimentos semirrígidos.....	19
2.1.4.	Fallas de pavimento.....	19
2.1.4.1.	Fallas de un pavimento	19
2.1.4.2.	Tipos de fallas en pavimentos flexibles:.....	20
2.1.5.	Marco referencial.....	21
2.1.5.1.	Métodos de evaluación superficial de pavimentos flexibles	21

2.1.5.2. Índice internacional de rugosidad.	21
2.1.5.2.1. Antecedentes.	22
2.1.5.2.2. El modelo cuarto de carro.	23
2.1.5.2.3. Escala y características del IRI.	23
2.1.5.2.4. Método de medición del IRI.	25
2.1.6. Índice de condición del pavimento (PCI-Pavement Condition Index).	27
2.1.6.1. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.	29
2.1.6.2. Unidades de Muestreo.	30
2.1.6.3. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.	31
2.1.6.4. Evaluación de la Condición.	32
2.1.6.5. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.	32
2.1.6.5.1. Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica.	33
2.1.6.6. Calidad de tránsito (Ride Quality).	35
2.1.6.7. Fallas, niveles de severidad y unidad de medida.	36
2.1.6.7.1. Piel de cocodrilo.	36
2.1.6.7.2. Exudación.	36
2.1.6.7.3. Fisuras en bloque.	37
2.1.6.7.4. Abultamientos y hundimientos.	38
2.1.6.7.5. Corrugación.	39
2.1.6.7.6. Depresión.	40
2.1.6.7.7. Fisura de borde.	40
2.1.6.7.8. Fisura de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales).	41
2.1.6.7.9. Desnivel carril - berma.	42
2.1.6.7.10. Fisuras longitudinales y transversales.	43

2.1.6.7.11. Parches y parches de cortes utilitarios.....	43
2.1.6.7.12. Agregado pulido.	44
2.1.6.7.13. Baches.....	45
2.1.6.7.14. Ahuellamiento.....	46
2.1.6.7.15. Desplazamiento.....	46
2.1.6.7.16. Fisura parabólica o por deslizamiento.....	47
2.1.6.7.17. Hinchamiento.	48
2.1.6.7.18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.....	48
2.1.7. Índice de servicialidad presente (PSI. Recent serviste index).....	49
2.1.8. Evaluación estructural.....	51
2.1.8.1. Medición de deflexiones viga benkelman.	51
2.1.8.1.1. Generalidades.....	51
2.1.8.1.2. Esquema y operación de la Viga Benkelman.	52
2.1.8.1.3. Ensayos de medición de deflexiones.....	54
2.1.8.1.3.1. Equipo requerido.....	54
2.1.8.1.3.2. Procedimiento.....	54
2.1.9. Clasificación de mantenimiento.....	58
2.1.9.1. Accion de mantenimiento y rehavitacion.....	58
2.1.9.1.1. Mantenimiento menor.....	58
2.1.9.1.2. Mantenimiento mayor.....	59
2.1.9.1.3. Acciones Complementarias.....	60

CAPITULO III

RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN

	Pág.
3.1. Aplicación de la práctica.....	62

3.1.1.	Información del área de estudio.....	62
3.1.2.	Ubicación.....	62
3.1.3.	Antecedentes.....	64
3.2.	Procedimiento de la medición de las fallas superficiales.....	68
3.2.1.	Seguridad.....	69
3.2.2.	Personal.....	69
3.2.3.	Equipo y material de trabajo.....	69
3.3.	Evaluación superficial del tramo.....	70
3.3.1.	Medición de los datos para la determinación del IRI.....	70
3.3.2.	Metodologías planteadas.....	71
3.3.2.1.	Procedimiento de campo.....	71
3.3.3.	Aplicación del método PCI (Índice de Condición del Pavimento).....	72
3.3.3.1.	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	72
3.3.3.2.	Muestreo y unidad de muestreo.....	73
3.3.3.3.	Procedimiento de evaluación del índice de condición del pavimento (PCI).....	74
3.3.4.	Procedimiento del Índice de serviciabilidad presente (PSI- Present Service Index).....	81
3.3.4.1.	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	81
3.3.5.	Evaluación estructural del tramo.....	81
3.3.5.1.	Procedimiento evaluación Viga Benkelman.....	82

CAPITULO IV

EVALUACIÓN Y ANALÍISIS

	Pág.	
4.1.	Procedimiento de evaluación superficial.....	85

4.1.1.	Evaluación superficial por el método del IRI.....	85
4.1.1.1.	Procedimiento de cálculo del IRI (Índice Internacional de Rugosidad).....	85
4.2.	Evaluación superficial por el método PCI.....	90
4.2.1.	Procedimiento de cálculo del PCI (Índice de condición del pavimento).	90
4.2.2.	Resultados.....	97
4.2.2.1.	Resultados parciales de PCI.....	97
4.2.2.2.	Resultados del estado de las unidades de muestreo del tramo.	97
4.2.2.3.	Análisis de resultados del PCI Índice de condición del pavimento.	98
4.3.	Evaluación superficial por el método PSI (Índice de Serviciabilidad Presente).....	100
4.3.1.	Procedimiento de análisis y evaluación del método PSI.....	100
4.4.	Análisis de la relación IRI, PCI, PSI.....	101
4.5.	Procedimiento de Evaluación Estructural.....	102
4.5.1.	Procedimiento de cálculo de la deflexión del pavimento.....	102
4.5.1.	Resultados.....	104
4.5.1.1.	Resultados parciales de la evaluación estructural.....	104
4.5.2.	Análisis de resultado de la evaluación estructural.....	106
4.5.3.	Mantenimiento del tramo:	112
4.5.4.	Prueba de la hipótesis.....	113

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.	
5.1.	Conclusiones y recomendaciones	117

Bibliografía

ANEXO

ANEXO I IRI (Índice Internacional de Rugosidad)

ANEXO II PCI (Índice de condición del pavimento)

ANEXO III PSI (Índice de Serviciabilidad Presente)

ANEXO IV Viga Benkelman

ANEXO V Documentación e información obtenida

ANEXO VI Informe fotográfico

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2. 1. Sección típica de un pavimento.	14
Figura 2. 2. Composición pavimento Rígido.	15
Figura 2. 3. Repartición de carga.	16
Figura 2. 4. Composición Pavimento Flexible.....	17
Figura 2. 5. Composición Pavimento Semirrígido.....	19
Figura 2. 6. Respuesta dinámica de un cuarto de carro y el índice internacional de rugosidad (IMT,1995).....	23
Figura 2. 7. Rugosidad en diferentes pavimentos (IMT,2002)	24
Figura 2. 8. Límites de velocidades según el tipo de pavimento (Sayers y Karamihas, 1998).	25
Figura 2. 9. sistema de datos con nivel y mira en pavimentos (Nava,2007).....	26
Figura 2. 10. Perfilómetro estático (Nava,2007).....	27
Figura 2. 11. Perfilómetro dinámico (Nava,2007).....	27
Figura 2. 12. Piel de Cocodrilo.	36
Figura 2. 13. Exudación.	37
Figura 2. 14. Fisuras en bloque.....	38
Figura 2. 15. Abultamientos y hundimientos.	39
Figura 2. 16. Corrugación.	40
Figura 2. 17. Depresión.....	40
Figura 2. 18. Fisura de borde.	41
Figura 2. 19. Fisura de reflexión de junta.	42
Figura 2. 20. Desnivel carril– berma.....	42
Figura 2. 21. Fisuras longitudinales y transversales.	43
Figura 2. 22. Parches y parches de cortes utilitarios.....	44
Figura 2. 23. Agregado pulido.	45
Figura 2. 24. Baches.....	46
Figura 2. 25. Ahuellamiento.	46
Figura 2. 26. Desplazamiento.	47

Figura 2. 27. Fisura. parabólica.....	48
Figura 2. 28. Hinchamiento.....	48
Figura 2. 29. Peladura.	49
Figura 2. 30. Esquema y principio de operación de la Regla Benkelman.	53
Figura 2. 31. Configuración geométrica del sistema de carga.	55
Figura 2. 32. Esquema del proceso de medición.....	57
Figura 3. 1. Ubicación geográfica en estudio.....	63
Figura 3. 2. Coordenadas de la ubicación del tramo Estación de Servicio el Portillo – Unidad Educativa la Pintada.....	63
Figura 3. 3. Medición del IRI a una velocidad de 40 km/h.....	65
Figura 3. 4. Muestra progresiva 1+500 y proceso de separación de ligante y agregado.....	66
Figura 3. 5. Equipo de PDC y Realizando el levantamiento de datos para el PDC.....	67
Figura 3. 6. Extracción de calicata progresiva 2+500 y espesores de la capa base, subbase y rasante natural.	68
Figura 3. 7. Equipo de trabajo y material de trabajo.....	70
Figura 3. 8. Levantamiento de datos del perfil de rodadura.	71
Figura 3. 9. Metodología de medición de fallas (m ²).....	72
Figura 3. 10. Piel de cocodrilo.	76
Figura 3. 11. Tipo de falla exudación.	76
Figura 3. 12. Tipo de falla fisura en bloque.	77
Figura 3. 13. Tipo de falla Fisura de borde.....	78
Figura 3. 14. Tipo de falla desnivel de carril.	78
Figura 3. 15. Tipo de falla fisura transversal.	79
Figura 3. 16. Tipo de falla parche.....	79
Figura 3. 17. Pesaje del volquete y medición de la Viga Benkelman.....	83
Figura 4. 1. Diferencia de alturas.....	86
Figura 4. 2. Imagen software INPACO.....	87
Figura 4. 3. Identificación del tramo.....	88
Figura 4. 4. Porcentaje de falla Porg 0+000 a Prog 5+600 PCI.....	98

Figura 4. 5. Panel de fallas Prog. 0+000 a Prog. 5+600	99
Figura 4. 6 Curva de caracterización de la muestra capa base.....	108
Figura 4. 7. Correlación de PDC y CBR lab de la capa sub base.	110
Figura 4. 8. Comparación entre la correlación de la tesis con US Army Corps of Engineers.....	112
Figura 4. 9. Área para la ejecución de tratamiento superficial.	113
Figura 4. 10. Área para la ejecución de nivelación.....	113
Figura 4. 11. Áreas para realizar sellado de grietas de borde, longitudinales y transversales.....	113

ÍNDICE DE CUADRO

	Pág.
Cuadro 4. 1. Deltas según la longitud máxima.....	88
Cuadro 4. 2. Valores finales del IRI.	90
Cuadro 4. 3. resultados con el software	90
Cuadro 4. 4. Fallas Existentes.....	91
Cuadro 4. 5. Tramo 0-U1 resultados del valor deducido (VD).	93
Cuadro 4. 6. Tramo 0-U1 resultados de valor deducidos corregidos (VDC).	94
Cuadro 4. 7. Rango de calificación de PCI.....	95
Cuadro 4. 8 Resultados de la unidad de muestra 0-U1	96
Cuadro 4. 9. Resultados del Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	97
Cuadro 4. 10. Resultados del índice de condición del pavimento (PCI) del tramo.	97
Cuadro 4. 11. Rango de relación IRI, PCI, PSI.	102
Cuadro 4. 12. Resultados parciales de la evaluación estructural Ida.....	105
Cuadro 4. 13. Clasificación de suelos para la infraestructura de pavimentos	107
Cuadro 4. 14. Resultados obtenidos en la 1ra calicata.....	107
Cuadro 4. 15. Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos asfálticos	108
Cuadro 4. 16. Cálculo de la penetración por golpe capa base prog. 0+000.....	109
Cuadro 4. 17. Comparación entre CBR tesis y CBR US Army Corps of Engineers....	111

ÍNDICE DE TABLA

	Pág.
Tabla 2. 1. Rangos de calificación del PCI.	28
Tabla 2. 2. Formato de exploración de condición	30
Tabla 2. 3. Longitud de unidad de muestreo.	31
Tabla 2. 4. Niveles de severidad para baches de diámetro menor a 750 mm.	45
Tabla 2. 5. Coeficientes C1, C2, C3.....	50
Tabla 2. 6. Rango de calificación del PSI.	51
Tabla 3. 1. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas.	73
Tabla 3. 2. Tipos de fallas de pavimentos.	75
Tabla 3. 3. Planilla de muestreo de datos método PCI.....	80
Tabla 3. 4. Coeficientes C1, C2 y C3.....	81
Tabla 4. 1. Obtención del valor deducido (VD).....	92
Tabla 4. 2. Curva de obtención del valor deducido corregido (VDC).	94
Tabla 4. 3. Identificación de la hipótesis.....	114