

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



**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE JUNTAS DE DILATACIÓN
DEBIDO A TRANSFERENCIA DE CARGAS ENTRE LOSAS
ADYACENTES”**

Por:

VELASQUEZ SALAS ROSIO ISABEL

Proyecto de grado presente a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
“JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de
Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE - II / 2018

TARIJA – BOLIVIA

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

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE JUNTAS DE DILATACIÓN
DEBIDO A TRANSFERENCIA DE CARGAS ENTRE LOSAS
ADYACENTES”**

Por:

VELASQUEZ SALAS ROSIO ISABEL

CIV-502

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II

SEMESTRE – II / 2018

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

POR:

.....
Ing. Ricardo Morales Retamozo

TRIBUNAL 1

.....
Ing. Marcelo Segovia Cortez

TRIBUNAL 2

.....
M.Sc. Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

TRIBUNAL 3

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

Dedicatorias

A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado cada día a valorarlo más.

A mis padres por haberme acompañado durante todo mi trayecto estudiantil. Por brindarme su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A Dios por protegerme durante todo mi camino y por darme fortaleza para superar obstáculos y dificultades para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres por haberme brindado su confianza, y apoyo. Por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

A todos los docentes que estuvieron presentes en el transcurso de mi carrera universitaria y contribuyeron en mi formación profesional.

A mis amigas por acompañarme durante todo este proceso y compartir conmigo momentos que quedarán grabados en nuestra memoria.

A todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Pensamiento

Cuando veas a un hombre bueno,
trata de imitarlo.

Cuando veas uno malo, reflexiona
sobre tu mismo.

Confucio

ÍNDICE GENERAL

| |
|----------------|
| Advertencia |
| Dedicatoria |
| Agradecimiento |
| Pensamiento |
| Resumen |

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

| | Página |
|--|--------|
| 1.1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.3. DISEÑO TEÓRICO | 2 |
| 1.3.1. Planteamiento del problema | 2 |
| 1.3.1.1. Situación problemica | 2 |
| 1.3.1.2. Problema | 3 |
| 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 3 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 3 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.5. HIPÓTESIS | 4 |
| 1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES | 4 |
| 1.6.1. Variables dependientes | 4 |
| 1.6.2. Variables independientes | 4 |
| 1.6.3. Conceptualización y operacionalización de variables | 4 |

| | |
|--|----|
| 1.6.3.1. Conceptualización..... | 4 |
| 1.6.3.2. Operacionalización de variables | 5 |
| 1.7. DISEÑO METODOLÓGICO | 5 |
| 1.7.1. Componentes | 6 |
| 1.7.1.1. Unidad de estudio | 6 |
| 1.7.1.2. Población | 6 |
| 1.7.1.3. Muestra | 7 |
| 1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS | 8 |
| 1.8.1. Selección de métodos y técnicas..... | 8 |
| 1.8.3. Técnicas de muestreo..... | 9 |
| 1.8.4. Equipos e instrumentos usados para la obtención de datos | 10 |
| 1.8.5. Procedimiento de aplicación..... | 11 |
| 1.8.6. Cantidad de mediciones a realizar | 12 |
| 1.9. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y LA INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN | 13 |
| 1.10. ALCANCE | 14 |

CAPÍTULO II

JUNTAS DE DILATACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

| | |
|---|----|
| 2.1. DEFINICIÓN Y TIPOS DE PAVIMENTO RÍGIDO | 15 |
| 2.2. DEFINICIÓN Y TIPOS DE JUNTAS DE DILATACIÓN..... | 18 |
| 2.2.1. Juntas transversales y longitudinales de contracción..... | 19 |
| 2.2.2. Juntas transversales y longitudinales de construcción..... | 20 |
| 2.2.3. Juntas transversales y longitudinales de expansión y/o aislamiento | 21 |

| | |
|--|----|
| 2.2.4. Espaciamiento entre juntas transversales y longitudinales | 22 |
| 2.3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE JUNTAS | 23 |
| 2.4. CONTRACCIÓN EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN | 24 |
| 2.5. TRANSFERENCIA DE CARGAS ENTRE LOSAS DE PAVIMENTO RÍGIDO ADYACENTES..... | 24 |
| 2.5.1. Factores que contribuyen a la transferencia de carga..... | 27 |
| 2.5.1.1. Pasajuntas | 29 |
| 2.5.1.2. Bases/subbases estabilizadas..... | 30 |
| 2.6. DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RÍGIDO HIDRÁULICO DEBIDO A DEFICIENTE TRANSFERENCIA DE CARGA..... | 31 |
| 2.7. Aforo vehicular, definiciones..... | 36 |
| 2.8. Marco referencial | 36 |
| 2.9. Marco normativo..... | 37 |
| 2.10. Análisis y tendencias..... | 38 |
| 2.11. Posición del investigador | 38 |

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN

| | |
|--|----|
| 3.1. INTRODUCCIÓN | 39 |
| 3.2. UBICACIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO | 40 |
| 3.3. DATOS REQUERIDOS PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN JUNTAS DE DILATACIÓN. | 42 |
| 3.3.1. Datos de diseño de la Avenida Circunvalación..... | 42 |

| | |
|--|----|
| 3.3.2. Criterio de identificación de unidades de muestreo para el cálculo de eficiencias | 45 |
| 3.3.2.1. Ubicación de puntos | 45 |
| 3.3.2.2. Identificación de la unidad de muestreo..... | 46 |
| 3.2.2.3 Procedimiento de medición de deflexiones en unidades de muestreo | 48 |
| 3.3.3. Criterio de identificación de fallas en unidades de muestreo..... | 51 |
| 3.3.3.1. Procedimiento de inspección de losas..... | 52 |
| 3.3.4. Criterios de identificación de intersecciones en las que se realizará el aforo de vehículos para la determinación del número de ejes equivalentes de la Av. Circunvalación..... | 55 |
| 3.3.4.1. Procedimiento de aforo vehicular | 56 |
| 3.3.5. Descripción de los equipos e instrumentos usados para la obtención de datos | 57 |

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE JUNTAS DE DILATACIÓN DEBIDO A TRANSFERENCIA DE CARGAS ENTRE LOSAS ADYACENTES DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN

| | |
|--|----|
| 4.1. INTRODUCCIÓN | 64 |
| 4.2. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE JUNTAS DE DILATACIÓN .. | 64 |
| 4.2.1 Cálculo de deflexiones | 65 |
| 4.2.2. Cálculo de eficiencia. | 68 |
| 4.3. DESCRIPCIÓN DE FALLAS UNIDADES DE MUESTREO..... | 68 |
| 4.4. CÁLCULO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO | 69 |
| 4.4.1. Tráfico promedio diario anual..... | 69 |
| 4.5. CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES..... | 70 |

| | |
|---|----|
| 4.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 73 |
| 4.6.1. Análisis de la eficiencia de juntas de dilatación debido a transferencia de cargas entre losas adyacentes..... | 73 |
| 4.6.1.1. Resultado Trafico promedio diario anual..... | 76 |
| 4.6.1.2. Resultado Ejes Equivalentes | 77 |
| 4.6.1.3. Descripción de fallas unidades de muestreo | 77 |
| 4.6.2. Análisis estadístico descriptivo e inferencial de las eficiencias de juntas de dilatación debido a transferencia de cargas entre losas adyacentes..... | 79 |
| 4.6.2.1. Análisis estadístico descriptivo | 79 |
| 4.6.2.1.1. Medidas de tendencia central y de dispersión..... | 79 |
| 4.6.2.1.2. Distribución de frecuencias..... | 81 |
| 4.6.2.1.3. Representación gráfica | 81 |
| 4.6.3. Prueba de hipótesis..... | 82 |
| 4.7. VALIDACIÓN DE RESULTADOS | 84 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|----------------------------|----|
| 5.1. CONCLUSIONES | 91 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 97 |

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A. UBICACIÓN DE PUNTOS COORDENADAS Y PROGRESIVAS

ANEXO B. CÁLCULOS DE EFICIENCIA

ANEXO C. DESCRIPCIÓN DE FALLAS

ANEXO D. AFORO VEHICULAR

ANEXO E. RESULTADOS EFICIENCIA - CALIDAD

ANEXO F. PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1. 1. Tabla de operacionalización de variables | 5 |
| Figura 1. 2. Tamaño de la población..... | 7 |
| Figura 1. 3. Tamaño muestra..... | 8 |
| Figura 1. 4. Métodos de muestreo..... | 9 |
| Figura 1. 5. Procedimiento metodológico de la investigación | 11 |
| Figura 1. 6. Tabla de cálculos para muestreo..... | 12 |
| Figura 1. 7. Resumen general de grupos de muestreo | 13 |
| | |
| Figura 2. 1. Pavimento rígido sin pasadores | 16 |
| Figura 2. 2. Pavimento rígido con pasadores | 17 |
| Figura 2. 3. Pavimento rígido reforzado con juntas | 17 |
| Figura 2. 4. Pavimento rígido con refuerzo continuo..... | 18 |
| Figura 2. 5. Tipos de juntas..... | 19 |
| Figura 2. 6 Junta transversal de contracción | 20 |
| Figura 2. 7. Junta transversal de construcción | 21 |
| Figura 2. 8. Juntas transversales de expansión y/o aislamiento | 21 |
| Figura 2. 9. Eficacia de la junta..... | 25 |
| Figura 2. 10. Trabazón de agregados en Juntas | 28 |
| Figura 2. 11. Transferencia de carga mediante trabazón de agregados | 28 |
| Figura 2. 12. Recomendaciones generales para la inclusión de pasadores | 29 |
| Figura 2. 13. Bases estabilizadas con cemento | 30 |
| Figura 2. 14. Grieta longitudinal..... | 31 |
| Figura 2. 15. Grieta de esquina | 32 |
| Figura 2. 16. Grietas en extremos de pasadores..... | 33 |
| Figura 2. 17. Falla de dislocamiento | 34 |
| Figura 2. 18. Falla de despostillamiento | 34 |
| Figura 2. 19. Falla de levantamiento..... | 35 |

| | Página |
|---|--------|
| Figura 3. 1.Coordenadas UTM - Avenida Circunvalación | 40 |
| Figura 3. 2 Tramo Avenida Circunvalación - Carril derecho | 41 |
| Figura 3. 3. Tramo Avenida Circunvalación - Carril izquierdo..... | 42 |
| Figura 3. 4. Sección transversal tipo del diseño de la Avenida Circunvalación | 43 |
| Figura 3. 5. Distribución de juntas vista en planta..... | 43 |
| Figura 3. 6. Tipos de junta - Avenida Circunvalación | 44 |
| Figura 3. 7. Tipos de junta - Avenida Circunvalación | 44 |
| Figura 3. 8. Tipos de junta - Avenida Circunvalación | 45 |
| Figura 3. 9. Personal con accesorios de seguridad..... | 46 |
| Figura 3. 10. Equipo utilizado para ubicación de coordenadas..... | 46 |
| Figura 3. 11. Recorrido e identificación de unidades de muestreo | 47 |
| Figura 3. 12. Ubicación y marcado de puntos..... | 48 |
| Figura 3. 13. Modelo de estudio para pavimento rígido | 48 |
| Figura 3. 14. Estado inicial para la medición..... | 49 |
| Figura 3. 15. Estado inicial de medición..... | 50 |
| Figura 3. 16. Estado final de medición | 50 |
| Figura 3. 17. Fotografía estado final de medición | 51 |
| Figura 3. 18. Planilla de información de campo | 53 |
| Figura 3. 19. Ejemplo de medición de una falla encontrada en losa..... | 54 |
| Figura 3. 20. Accesorios de seguridad de personal y del vehículo acompañante | 54 |
| Figura 3. 21. Fotografía GPS Garmin | 58 |
| Figura 3. 22.Fotografía nivel ingeniero Sokkia SDL-30..... | 59 |
| Figura 3. 23. Trípode metálico..... | 59 |
| Figura 3. 24. Mira de aluminio..... | 60 |
| Figura 3. 25.Estación total Leica y prisma..... | 61 |
| Figura 3. 26. Fotografía volqueta usada en la investigación..... | 62 |
| Figura 3. 27. Fotografía vehículo usado en investigación | 62 |

| | |
|---|----|
| Figura 4. 1. Croquis de ubicación de punto de muestreo N°1 | 65 |
| Figura 4. 2. Croquis de ubicación de punto de muestreo N°9 | 66 |
| Figura 4. 3. Croquis de ubicación | 85 |
| Figura 4. 4. Vista transversal de losa | 86 |
| Figura 4. 5. Detalle de fallas | 86 |
| Figura 4. 6. Detalle de fallas | 86 |
| Figura 4. 7. Croquis ubicación | 88 |
| Figura 4. 8. Vista transversal de punto de muestreo | 89 |
| Figura 4. 9. Detalle de juntas en losa | 89 |
| | |
| Figura 5. 1. Diversidad de fallas | 91 |
| Figura 5. 2. Diversidad de fallas | 92 |
| Figura 5. 3. Ejemplo deflexiones unidad de muestreo N°198 carril derecho Av. Circunvalación | 92 |
| Figura 5. 4. Porcentajes de Calidad de eficiencia de transferencia de cargas entre losas adyacentes | 93 |
| Figura 5. 5. Diferentes tipos de fallas que se presentan en juntas de dilatación del tramo estudiado | 94 |
| Figura 5. 6. Ejemplo deflexiones unidad de muestreo N°67 carril izquierdo Av. Circunvalación | 94 |
| Figura 5. 7. Tráfico vehicular | 95 |
| Figura 5. 8. Tráfico vehicular pesado | 95 |
| Figura 5. 9. Tipo de tratamiento propuesto | 96 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|--|--------|
| Tabla 4. 1. Planilla de datos de sistema inicial de losas..... | 65 |
| Tabla 4. 2. Planilla de datos de sistema final de losas | 66 |
| Tabla 4. 3. Planilla de deflexiones | 66 |
| Tabla 4. 4. Planilla de datos de sistema inicial de losas..... | 67 |
| Tabla 4. 5. Planilla de datos de sistema final de losas | 67 |
| Tabla 4. 6. Planilla de deflexiones | 67 |
| Tabla 4. 7. Detalle de descripción de juntas de dilatación transversal muestreadas ... | 69 |
| Tabla 4. 8. Cálculo del TPDA obtenido del aforo vehicular de la Avenida Circunvalación | 70 |
| Tabla 4. 9. Estudio de tráfico Avenida Circunvalación según AASHTO..... | 71 |
| Tabla 4. 10. Tráfico promedio diario de la Avenida Circunvalación..... | 71 |
| Tabla 4. 11. Cálculo de ejes equivalentes Avenida Circunvalación según AASHTO | 72 |
| Tabla 4. 12. Calidad de la transferencia de carga en la junta en función de su eficiencia según IDU | 74 |
| Tabla 4. 13. Calidad de transferencia de juntas de dilatación transversales | 75 |
| Tabla 4. 14. Resultado tráfico promedio diario anual..... | 77 |
| Tabla 4. 15. Ejes equivalentes de la Avenida Circunvalación | 77 |
| Tabla 4. 16. Tipo de fallas..... | 78 |
| Tabla 4. 17. Medidas de tendencia central de Eficiencias de Juntas de dilatación | 80 |
| Tabla 4. 18. Tabla de distribución de frecuencias..... | 81 |
| Tabla 4. 19. Planilla de datos de sistema inicial de losas..... | 87 |
| Tabla 4. 20. Planilla de datos de sistema final de losas | 87 |
| Tabla 4. 21. Planilla de deflexiones | 87 |
| Tabla 4. 22. Planilla de datos de sistema inicial de losas..... | 89 |
| Tabla 4. 23. Planilla de datos de sistema final de losas | 90 |
| Tabla 4. 24. Planilla de deflexiones | 90 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Página |
|---|--------|
| Gráfico 4. 1. Calidad de transferencia de juntas de dilatación en función de su eficiencia..... | 75 |
| Gráfico 4. 2. Histograma de distribución frecuencias..... | 82 |
| Gráfico 4. 3. Comprobación de hipótesis nula..... | 84 |