

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

**“ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE  
DE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS”**

Autor:

LEYDI NATALI CHOQUE ALEMAN

Semestre II - 2019

TARIJA-BOLIVIA

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



**“ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE  
DE AASHTO 2015 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS  
APLICADO AL TRAMO PALOS BLANCOS”**

Autor:

**LEYDI NATALI CHOQUE ALEMAN**

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

Semestre II - 2019

TARIJA-BOLIVIA

**V° B°**

---

M. Sc. Ing. Ernesto R. Alvarez Gonzalvez  
**DECANO FACULTAD DE CIENCIAS  
Y TECNOLOGÍA**

---

M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
**VICEDECANA FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

---

M. Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

---

M. Sc. Ing. Mabel Zambrana Velasco

---

M. Sc. Ing. Trinidad Baldiviezo Montalvo

### **DEDICATORIAS:**

A Dios por darme sabiduría, fortaleza en cada paso de mi vida.

A mi padre Manuel Choque por ser mi guía, enseñarme a nunca rendirme y por impulsarme a luchar por mis sueños.

A mi madre Ana Maria Aleman por acompañarme en cada etapa de mi vida, por ser mi consejera, mi amiga, mi ejemplo a seguir.

A mi hermano Kevin por apoyarme en cada paso de mi vida.

**AGRADECIMIENTO:**

Al Ing. Jhonny Orgaz por seguir cada paso de esta etapa, por su paciencia. Muchas gracias.

**PENSAMIENTO:**

No nos ha dado Dios espíritu de cobardía, sino de poder, de amor y de dominio propio.

*2 timoteo 1:7*

**CAPÍTULO I**  
**DISEÑO METODOLÓGICO Y TEÓRICO**

	<b>Página</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4 PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.4.1 Situación problemática .....	4
1.4.2 Problema.....	5
1.5 OBJETIVOS .....	5
1.5.1 Objetivo general .....	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
1.6 DISEÑO METODOLÓGICO .....	6
1.6.1 Unidad de estudio .....	6
1.6.2 Población .....	6
1.6.3 Muestra .....	6
1.6.4 Tamaño de muestra.....	6
1.7 MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	6
1.7.1 Método inductivo.....	6
1.7.2 Técnica.....	7
1.8 ALCANCE DEL ESTUDIO DE APLICACIÓN .....	9

**CAPITULO II**  
**FUNDAMENTO TEÓRICO**

	<b>Página</b>
2.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO.....	10
2.2 TIPOS DE PAVIMENTO .....	10
2.3 PAVIMENTO FLEXIBLE.....	10
2.4 PAVIMENTO RÍGIDO.....	11
2.4.1 Componentes del pavimento rígido.....	13
2.4.1.1 Capa subrasante .....	13
2.4.1.2 Capa subbase .....	13

2.4 PAVIMENTO RÍGIDO.....	11
2.4.1 Componentes del pavimento rígido.....	13
2.4.1.1 Capa subrasante.....	13
2.4.1.2 Capa subbase.....	13
2.4.1.3 Losa (superficie de rodadura).....	14
2.4.2 Esfuerzos en pavimentos rígidos.....	15
2.5 DISEÑO MEDIANTE MÉTODO MECÁNICO-EMPÍRICO AASHTO 2015 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	16
2.5.1 Diseño empírico.....	16
2.5.2 Diseño mecanística.....	16
2.5.3 Diseño mecanístico – empírico.....	16
2.5.4 Importancia del MEPDG (Mechanistic – Empirical Pavement Design Guide “MEPDG”).....	17
2.5.5 Enfoque general del diseño del MEPDG.....	17
2.5.6 Estrategias de diseño de pavimento rígidos.....	20
2.5.7 Indicadores de desempeño por el MEPDG.....	21
2.5.8 Niveles jerárquicos de datos de entrada.....	21
2.5.9 Datos de entrada de los materiales jerárquicos.....	22
2.5.9.1 Niveles de jerarquía.....	23
2.5.10 Mezclas de concreto (PCC).....	23
2.5.11 Materiales de subbase, base granular y subrasante.....	25
2.5.12 Información general para el proyecto.....	27
2.6 PREDICCIÓN DE DETERIORO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE PCC.....	34
2.6.1 Fisuramiento transversal de losas (abajo hacia arriba y arriba hacia abajo).....	34
2.6.2 Escalonamiento promedio de juntas transversales.....	37
2.6.3 Regularidad superficial.....	46
2.7 LIMITACIONES DEL PROGRAMA.....	48
2.8 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	48



**CAPITULO III**  
**APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA AL PAVIMENTO RÍGIDO**

	<b>Página</b>
3.1 GENERALIDADES.....	53
3.2 VARIABLES DE DISEÑO.....	53
3.2.1 Tráfico .....	54
3.2.1.1 Proyección del TPDA – tránsito normal .....	54
3.2.1.2 Determinación de los factores de equivalencia por carga.....	55
3.2.2 Materiales .....	57
3.2.2.1 Hormigón .....	57
3.2.2.1.1 Ubicación de la fuente de los materiales a utilizarse.....	57
3.2.2.1.2 Ensayo Granulometría AASHTO T – 27 (ASTM C-136).....	57
3.2.2.1.3 Ensayo de desgaste mediante la máquina de los Ángeles AASHTO T-96 (ASTM C-131).....	60
3.2.2.1.4 Ensayo de peso específico y absorción de agua en agregados gruesos AASHTO T-85 (ASTM C-127).....	63
3.2.2.1.5 Ensayo de peso específico y absorción de agua en agregados finos AASHTO T-84 (ASTM C-128).....	65
3.2.2.1.6 Ensayo de peso unitario agregados AASHTO T-19 (ASTM C-29)..	67
3.2.2.1.7 Resultados de las características de los agregados .....	69
3.2.2.1.8 Metodología del diseño de mezcla .....	70
3.2.2.2 Módulo promedio de ruptura a flexión del hormigón a 28 días (S <sub>c</sub> )....	75
3.2.2.3 Características de la subrasante.....	76
3.2.2.4 Características de los materiales de subbase.....	76
3.2.2.5 Espesores del pavimento rígido .....	77
3.3 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO AASHTO 2015 .....	78
3.3.1 Parámetros para el diseño.....	78
3.3.2 Programa informático de AASHTO 2015.- .....	80
3.3.3 Resultados pronosticados .....	109

3.3.3.1 IRI .....	109
3.3.3.2 Fisuramiento transversal .....	110
3.3.3.3 Escalonamiento de juntas (in).....	111
3.4 Análisis del software AASHTO 2015.....	112

**CAPITULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	120
4.2 RECOMENDACIONES.....	122

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

ANEXO 1. Caracterización de los áridos

ANEXO 2. Dosificación

ANEXO 3. Aporte del diseño de espesor de la capa del pavimento rígido vía Palos Blancos

ANEXO 4. Diseño con distintos espesores mediante el software y precios unitarios

ANEXO 5. Verificación en campo de la validación del programa

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 2- 1. Indicadores de desempeño.....	21
Tabla 2- 2. Principales tipos de materiales para pavimentos.....	22
Tabla 2- 3. Parámetros de entrada del material de concreto (PCC) del Nivel 1.....	23
Tabla 2- 4. Parámetros y valores de datos de entrada recomendados para materiales PCC Niveles 2 y 3.....	24
Tabla 2- 5. Requerimientos para materiales nuevos de base granular, subbase, y subrasante.....	25
Tabla 2- 6. Parámetros y valores recomendados para los niveles de datos de entrada 2 y 3 para las propiedades de material de base granular, sub-base, terraplén y subrasante.....	26
Tabla 2- 7. Modelos relacionados al índice de materiales y propiedades de resistencia para Mr.....	27
Tabla 2- 8. Velocidades de Operación recomendadas.....	29
Tabla 2- 9. Clasificación de tráfico de camiones (TTC) y el vehículo correspondiente (camiones) y valores por defecto en el software MEPDG.....	30
Tabla 2- 10. Clasificación de tráfico de camiones (TTC) y el vehículo correspondiente (camiones) y valores por defecto en el software MEPDG-continuación.....	31
Tabla 2- 11. Definiciones y descripciones para los grupos de TTC.....	31
Tabla 2- 12. Niveles de confiabilidad recomendados por MEPDG.....	34
Tabla 2- 13. Eficiencia de transferencia de carga (LTE) efectiva referencial asumida para diferentes tipos de base.....	44
Tabla 3- 1. Composición vehicular promedio por estación.....	54
Tabla 3- 2. Proyección de TPDA – tránsito normal.....	54
Tabla 3- 3. Factor de equivalencia con carga completa.....	56
Tabla 3- 4. Factor de equivalencia con carga 50%.....	57
Tabla 3- 5. Coordenadas de la ubicación del agregado pétreo.....	57
Tabla 3- 6. Datos de la granulometría de la grava.....	58

Tabla 3- 7. Datos de la granulometría de la arena.....	59
Tabla 3- 8. Planilla de resultados de las granulometrías promedio.....	59
Tabla 3- 9. Datos del ensayo de desgaste.....	62
Tabla 3- 10. Datos del ensayo de peso específico de agregado grueso.....	64
Tabla 3- 11. Resultados del ensayo de peso específico para grava.....	65
Tabla 3- 12. Datos obtenidos del ensayo peso específico para agregado fino.....	66
Tabla 3- 13. Resultados del ensayo de peso específico para grava.....	67
Tabla 3- 14. Datos del ensayo de peso unitario suelto de la grava.....	68
Tabla 3- 15. Datos del ensayo de peso unitario compactado de la grava.....	68
Tabla 3- 16. Resultados del ensayo de peso unitario de la grava.....	68
Tabla 3- 17. Datos del peso unitario suelto de la arena.....	69
Tabla 3- 18. Datos del peso unitario compactado de la arena.....	69
Tabla 3- 19. Resultados del ensayo de peso unitario de la arena.....	69
Tabla 3- 20. Resultados de las características de los agregados.....	69
Tabla 3- 21. Tabla de ruptura a flexión del hormigón.....	75

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1- 1. Clasificación de vehículos.....	8
Figura 2- 1. Corte transversal del pavimento flexible.....	11
Figura 2- 2. Características estructurales de los pavimentos .....	12
Figura 2- 3. Corte transversal del pavimento rígido.....	13
Figura 2- 4. Diagrama de flujo conceptual del proceso de análisis de diseño de pavimentos .....	19
Figura 3- 1. Vía de pavimento rígido tramo Palos Blancos. ....	53
Figura 3- 2. Máquina de desgaste por abrasión y material ensayado.....	61
Figura 3- 3. Máquina de desgaste por abrasión y material ensayado.....	61
Figura 3- 4. Peso específico del agregado grueso. ....	63
Figura 3- 5. Peso específico del agregado fino. ....	65
Figura 3- 6. Proceso de vaciado de probeta en molde rectangular.....	73
Figura 3- 7. Vaciado de probeta en molde rectangular. ....	74
Figura 3- 8. Proceso de vaciado de probeta en molde cilíndrico. ....	74
Figura 3- 9. Vaciado de probeta en molde cilíndrico.....	74

## INDICE DE GRAFICOS

### Página

Grafica 3- 1. Curva granulométrica-agregado grueso.....	59
Grafica 3- 2. Curva granulométrica-agregado fino.....	60
Grafica 3- 3. Tamizado de material.....	61
Grafica 3- 4.Peso unitario agregado grueso.....	67