

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE  
COMUNICACIÓN**



**DISEÑO DE PAVIMENTO WHITETOPPING EN PAVIMENTOS  
ADHERIDOS EN EL TRAMO CANALETAS – ENTRE RÍOS**

**POR:**

**TORREZ CAYO JHONNY GABRIEL**

**SEMESTRE I – 2021**

**TARIJA – BOLIVIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia que me apoyó incondicionalmente en todo este proceso, a mi hermano Gian que siempre confió en mí.

Quiero agradecer de corazón a mi segunda madre Hilda por haberme ayudado y guiado, desde los inicios hasta el final de mis estudios.

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.3.1 Situación problemática.....	3
1.3.2 Problema.....	3
1.3.3 Hipótesis.....	3
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Variables .....	4
1.5.1 Identificación de variables.....	4
1.5.2 Conceptualización .....	4
1.6 Alcance.....	4

### CAPÍTULO II

#### REHABILITACION DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON WHITETOPPING

	<b>Página</b>
2.1 Pavimentos Asfálticos.....	6
2.2 Componentes en los pavimentos asfálticos.....	6
2.2.1 Subrasante .....	6
2.2.2 Subbase.....	7

2.2.3 Base .....	9
2.2.4 Capa de rodadura carpeta asfáltica .....	10
2.3 Rehabilitación con Whitetopping.....	10
2.4 Alternativas de capas de refuerzo Whitetopping .....	11
2.4.1 Alternativa de capa de refuerzo adherida .....	12
2.4.1.1 Aplicaciones y usos de capas de refuerzo Whitetopping adheridas .....	14
2.4.2 Alternativa de capa de refuerzo no adherida .....	14
2.4.2.1 Aplicaciones y usos de refuerzo Whitetopping no adherido .....	15
2.5 Cuando usar Whitetopping y sus ventajas .....	16
2.6 Evaluación de los pavimentos para solución con Whitetopping.....	17
2.6.1 Proceso de evaluación del pavimento existente .....	18
2.6.1.1 Revisión de antecedentes históricos del pavimento existente .....	19
2.6.1.2 Inspección visual del pavimento existente.....	20
2.6.1.3 Muestreo del pavimento.....	20
2.6.2 Alternativas para determinar las condiciones de soporte .....	21
2.7 Diseño de pavimento Whitetopping.....	22
2.7.1 Materiales utilizados.....	23
2.7.2 Variables de diseño .....	23
2.7.2.1 Pérdida de servicialidad.....	23
2.7.2.2 Factor de transferencia de cargas.....	23
2.7.2.3 Módulo de rotura de la sobrecarpeta.....	24
2.7.2.4 Modulo elástico de la sobrecarpeta.....	24
2.7.2.5 Confiabilidad de la sobrecarpeta.....	25
2.7.2.6 Desviación estándar .....	26
2.7.2.7 Coeficiente de drenaje .....	26

2.7.2.8 Número de ejes equivalentes .....	27
2.7.2.9 Separación de juntas .....	27
2.7.3 Método de diseño de la capa de rodadura .....	27
2.7.3.1 Método AASHTO – 93.....	27
2.7.3.2 Método ACPA BCOA .....	28
2.8 Proceso de construcción del Whitetopping.....	30
2.8.1 Preparación de la superficie.....	30
2.8.2 Limpieza de la superficie.....	31
2.8.3 Hormigonado de la superficie .....	31
2.8.4 Curado de la superficie.....	32
2.8.5 Transferencia de cargas .....	32
2.8.6 Apertura al tráfico .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO**

	<b>Página</b>
3.1 Ubicación del estudio.....	33
3.2 Características del tramo en estudio.....	35
3.2.1 Diseño actual del tramo en estudio.....	35
3.3 Muestreo y evaluación del tramo en estudio.....	36
3.3.1 Selección y criterio de muestreo en el tramo .....	36
3.3.2 Características estructurales .....	38
3.3.2.1 Método de evaluación superficial de pavimentos asfálticos.....	38
3.4 Análisis y estudio del tráfico.....	41
3.5 Módulo de reacción "k" del pavimento efectivo .....	45

### **CAPÍTULO IV**

## DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL WHITETOPPING

	<b>Página</b>
4.1 Diseño del Whitetopping .....	47
4.1.1 Diseño y análisis del paquete estructural.....	47
4.1.1.1 Parámetros de diseño en el tramo de estudio .....	47
4.2 Diseño del espesor de la sobrecarpeta.....	48
4.2.1 Diseño por AASTHO – 93 .....	48
4.2.2 Diseño por ACPA BCOA-ME .....	51
4.3 Ensayos de calidad de los agregados para el hormigón .....	54
4.3.1 Análisis mecánico para agregado grueso .....	55
4.3.1.1 Tamaño Máximo (TM) .....	55
4.3.1.2 Tamaño Máximo Nominal (TMN) .....	56
4.3.1.3 Granulometría y módulo de finura del agregado grueso .....	56
4.3.2 Análisis mecánico del agregado fino.....	56
4.3.2.1 Tamaño Máximo (T.M) .....	56
4.3.2.2 Granulometría y módulo de fineza del agregado fino .....	57
4.3.3 Determinación del peso específico del agregado grueso.....	57
4.3.4 Determinación del peso específico del agregado fino .....	57
4.3.5 Determinación del peso unitario suelto y compactado.....	59
4.3.6 Determinación del porcentaje de humedad .....	59
4.4 Determinación de la dosificación.....	60
4.4.1 Diseño de la mezcla de hormigón .....	61
4.5 Elaboración de probetas y vigas.....	62
4.5.1 Preparación de los materiales .....	62
4.5.2 Procedimiento de elaboración .....	62

4.5.3 Probetas para el ensayo de compresión .....	66
4.5.4 Vigas para el ensayo a flexo-tracción.....	68
4.6 Análisis e interpretación de resultados.....	70

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	<b>Página</b>
5.1 Conclusiones .....	80
5.2 Recomendaciones.....	82
Bibliografía. - .....	83

### ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura N° 1. Tipos de capas de refuerzo con hormigón .....	12
Figura N° 2. Capa de refuerzo Whitetopping adheridas a pavimentos asfálticos .....	13
Figura N° 3 Capa de refuerzo Whitetopping no adheridos a pavimentos asfálticos ...	14
Figura N° 4 Nivel óptimo de confiabilidad. ....	26
Figura N° 5. Ubicación del lugar.....	34
Figura N° 6. Ruta principal a Entre Ríos.....	34
Figura N° 7. Extracción de núcleos en el tramo Canaletas - Entre Ríos .....	38
Figura N° 8. Planilla de registro de fallas .....	39
Figura N° 9. Estimación del módulo efectivo de reacción de la subrasante. ....	45
Figura N° 10 Diseño del pavimento mediante el programa AASHTO 93 .....	51
Figura N° 11 Diseño mediante hoja de cálculo BCOA-ME .....	52
Figura N° 12 Tamices usados en la determinación de la granulometría. ....	55
Figura N° 13 Pesaje de muestras para la determinación del peso específico del agregado fino. ....	58
Figura N° 14 Mezcladora de tambor. ....	63
Figura N° 15 Cono de Abrams. ....	64



Figura N° 16 Vaciado en probetas de 15 x 30 cm.....	65
Figura N° 17 Moldes para el vaciado de vigas 15 cm x 15 cm x 50 cm. ....	65
Figura N° 18 Piscina usada para el curado de probetas.....	66
Figura N° 19 Probetas de 15 X 30 cm. ....	67
Figura N° 20 Probetas asfalto - hormigón de 10 cm X 20 cm (Whitetopping).....	67
Figura N° 21 Probetas Whitetopping colocadas en el plato de carga.....	68
Figura N° 22 Elaboración de vigas para ensayo a flexión.....	69
Figura N° 23 Valores de la evaluación visual (PCI) .....	70
Figura N° 24 Resistencias a compresión del Whitetopping .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla N° 1.Características de calidad de la subrasante .....	7
Tabla N° 2.Características de calidad de la subbase. ....	8
Tabla N° 3.Granulometría para la capa subbase .....	8
Tabla N° 4.Requisitos para materiales de base granular .....	9
Tabla N° 5. Granulometría para capa base .....	9
Tabla N° 6 Tipos de suelos de la subrasante y valores soporte aproximados .....	22
Tabla N° 7.Valores de servicialidad recomendados por AASHTO 93 .....	23
Tabla N° 8. Coeficiente de transferencia de carga (J).....	24
Tabla N° 9.Niveles de confiabilidad .....	25
Tabla N° 10.Valores recomendados del coeficiente de drenaje (Cd) para el diseño ..	27
Tabla N° 11.Resumen de valores del PCI .....	41
Tabla N° 12.Aforos Vehiculares tramo "Puerta al Chaco – Canaletas". ....	42
Tabla N° 13.Resumen de tránsito medio diario.....	44
Tabla N° 14. Resumen de parámetros para el diseño. ....	50
Tabla N° 15 Parámetros para el diseño ACPA BCOA .....	52
Tabla N° 16.Granulometría agregado grueso.....	56
Tabla N° 17.Granulometría del agregado fino. ....	57

Tabla N° 18. Peso específico agregado grueso. ....	57
Tabla N° 19. Peso específico agregado fino. ....	58
Tabla N° 20. Peso unitario suelto y compactado agregado grueso. ....	59
Tabla N° 21. Peso unitario suelto y compactado agregado fino. ....	59
Tabla N° 22. Porcentaje de humedad de los agregados. ....	60
Tabla N° 23 Procedimiento de diseño ACI – 211. ....	60
Tabla N° 24. Pesos secos de ingredientes por metro cúbico de concreto. ....	61
Tabla N° 25. Pesos húmedos de ingredientes por metro cúbico de concreto. ....	61
Tabla N° 26. Proporciones de mezcla para el Whitetopping. ....	62
Tabla N° 27 Resultados del ensayo a flexo-tracción en vigas ....	69
Tabla N° 28 Clasificación de los materiales que componen las capas base y subbase. ....	71
Tabla N° 29. Cantidades de materiales para m <sup>3</sup> de hormigón ....	72
Tabla N° 30 Presupuesto total Whitetopping ....	77
Tabla N° 31 Presupuesto total refuerzo asfáltico ....	78
Tabla N° 32 Resultados del ensayo de compresión. ....	79

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO 1. Planillas e imágenes de fallas usadas para la determinación del Índice de Condición del Pavimento.
- ANEXO 2. Cálculo del tráfico para el diseño.
- ANEXO 3. Ensayos y dosificación de la mezcla método ACI-211.
- ANEXO 4. Caracterización de los materiales del pavimento existente.
- ANEXO 5. Análisis de precios unitarios.
- ANEXO 6. Plano de ubicación de muestreo en el tramo.