

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



**“ANÁLISIS DEL USO DE LA GEOMALLA EN LA REFLEXIÓN DE**  
**FISURAS EN RECAPEOS ASFÁLTICOS”**

**Por:**

**BRISSETTE TARRAGA ROMERO**

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 I - 2024**

**TARIJA – BOLIVIA**

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

**“ANÁLISIS DEL USO DE LA GEOMALLA EN LA REFLEXIÓN DE**  
**FISURAS EN RECAPEOS ASFÁLTICOS”**

**Por:**

**BRISSETTE TARRAGA ROMERO**

**SEMESTRE I - 2024**

**TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mis padres que me supieron inculcar el valor de apreciar la vida y saber afrontar las situaciones que se presentan en el vivir cotidiano.

A mis hermanos que con su apoyo constante me ayudaron en todo momento.

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Justificación del proyecto de aplicación .....	1
1.3. Justificación teórica.....	2
1.4. Justificación práctica.....	2
1.5. Justificación social .....	3
1.6. Planteamiento del problema.....	3
1.7. Objetivos del proyecto de aplicación .....	4
1.7.1. Objetivo general .....	4
1.7.2. Objetivos específicos .....	4
1.8. Hipótesis.....	4
1.9. Identificación de las variables.....	4
1.9.1. Cuadro de operacionalización de las variables. ....	5
1.10. Diseño metodológico .....	7
1.11. Alcance.....	8

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

	<b>Página</b>
2.1. Introducción .....	10
2.2. Geosintéticos.....	11
2.3. Geomallas.....	11
2.4. Refuerzo de vías con geomallas.....	13
2.5. Beneficios de las geomallas .....	15
2.6. Funciones de las geomallas.....	16
2.6.1. Separación.....	16

2.6.1.1.Reducción de grietas reflectivas.....	16
2.6.2. Refuerzo .....	18
2.7. Aplicación de geomallas .....	23
2.7.1. Obra nueva .....	23
2.7.2. Mantenimiento y renovación de pavimentos .....	25
2.8. Clasificación de las geomallas .....	27
2.8.1. Clasificación de las geomallas según su método de fabricación.....	27
2.8.1.1.Geomallas tejidas .....	27
2.8.1.2.Geomallas extruidas .....	28
2.8.1.3.Geomallas soldadas.....	28
2.8.2. Clasificación de las geomallas por el sentido del desarrollo de refuerzo .....	29
2.8.2.1.Geomallas uniaxiales .....	29
2.8.2.2.Geomallas biaxiales .....	30
2.8.2.3.Geomallas multiaxiales .....	33
2.9. Funciones de las geomallas en recapeo asfáltico .....	35
2.9.1. Absorción de tensiones .....	36
2.9.2. Impide el paso del agua.....	36
2.10. ¿Por qué se fisuran las carreteras? .....	36
2.11. Descripción y evaluación de fallas en pavimentos rígidos .....	37
2.12. Fallas en pavimentos rígidos.....	38
2.12.1. Daño en sello de juntas .....	38
2.12.2. Fisura de esquina/ diagonal.....	39
2.12.3. Fisuras longitudinales .....	41
2.12.4. Fisuras transversales.....	43
2.12.5. Fisura de durabilidad “D” .....	45
2.12.6. Desprendimiento en junta .....	47
2.12.7. Escalonamiento de juntas y grietas .....	49
2.12.8. Bombeo .....	51
2.12.9. Escamado .....	53
2.12.10.Astillado.....	54
2.13. Reflexión de grietas.....	55

2.14. Selección de geomallas .....	56
2.14.1. Aptitud de las geomallas a emplear .....	57
2.14.1.1. Requerimientos funcionales .....	57
2.14.1.2. Requerimientos de instalación.....	57
2.14.1.3. Requerimiento de supervivencia .....	58
2.14.1.4. Adecuada instalación en obra.....	58
2.14.1.5. Restos de agua solvente sobre el pavimento .....	58
2.14.1.6. Tasa de asfalto residual .....	58

### **CAPÍTULO III**

#### **CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y PLAN ESTRATÉGICO DEL TRABAJO**

	<b>Página</b>
3.1. Características de los materiales .....	59
3.1.1. Geomalla .....	59
3.1.2. Ligante asfáltico .....	60
3.2. Equipo .....	65
3.2.1. Equipo de barrido.....	65
3.2.2. Equipo para la aplicación del ligante bituminoso .....	65
3.2.3. Equipo para la instalación de la geomalla.....	66
3.2.4. Herramientas menores.....	66
3.3. Condiciones para la recepción de los trabajos .....	66
3.3.1. Controles .....	66
3.3.2. Condiciones específicas para la recepción y tolerancias.....	67
3.3.2.1. Calidad del material bituminoso .....	67
3.3.2.2. Calidad de la geomalla .....	67
3.4. Plan estratégico de trabajo .....	68
3.4.1. Procedimiento de instalación de la geomalla ALVAGRID FV G .....	70
3.5. Estudio con membrana incorporada.....	75

## CAPÍTULO IV

### APLICACIÓN PRÁCTICA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

	<b>Página</b>
4.1. Características generales de la zona del proyecto .....	76
4.2. Geometría.....	76
4.3. Aspectos climáticos.....	79
4.4. Descripción fotográfica de fallas .....	79
4.5. Determinación de parámetros de diseño con malla incorporada .....	80
4.6. Altura de repavimentación .....	80
4.7. Selección de la geomalla.....	81
4.8. Aplicación práctica.....	82
4.8.1. Señalización .....	82
4.8.2. Fresado de la losa .....	83
4.8.3. Limpieza del área de trabajo .....	86
4.8.4. Preparado del material y equipo de trabajo.....	86
4.8.4.1. Control de temperatura del ligante asfáltico .....	86
4.8.5. Colocado del ligante asfáltico .....	87
4.8.5.1. Ligante asfáltico .....	87
4.8.5.2. Determinación de la cantidad de imprimación bituminosa.....	88
4.8.6. Colocado de la geomalla .....	92
4.8.7. Recapeo asfáltico .....	97
4.9. Análisis de resultados.....	99
4.10. Control geométrico en la losa .....	101

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	<b>Página</b>
5.1. Conclusiones .....	106
5.2. Recomendaciones.....	107

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

ANEXO I IMAGEN SATELITAL

ANEXO II LOSA FISURADA

ANEXO III FISURAS EN LA LOSA DESPUÉS DEL FRESADO

ANEXO IV ANÁLISIS DE COSTOS (RECAPEO ASFÁLTICO CON GEOMALLA)

ANEXO V ANÁLISIS DE COSTOS (REPOSICIÓN PARCIAL DE LOSA  $e=10$  cm)

ANEXO VI ANÁLISIS DE COSTOS (REPOSICIÓN DE LOSA)

ANEXO VII GEOMALLA ALVAGRID FV G

ANEXO VIII ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ÍTEMS



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 2.1 Beneficios de las geomallas.....	14
Figura 2.2 Maqueta de pavimento reforzado con geomallas .....	15
Figura 2.3 Efecto de separación de capas y confinamiento de la geomalla.....	16
Figura 2.4 Restricción lateral y confinamiento del material.....	19
Figura 2.5 Distribución de zonas de confinamiento.....	19
Figura 2.6 Mejora de la capacidad de soporte del suelo .....	20
Figura 2.7 Mecanismo de mejoramiento de capacidad de soporte .....	21
Figura 2.8 Efecto de membrana tensionada producido por la geomalla.....	21
Figura 2.9 Ubicación de la geomalla en recapeos.....	23
Figura 2.10 Uniaxial de poliéster tejida .....	27
Figura 2.11 Esquema de fabricación de geomallas uniaxiales y biaxiales .....	28
Figura 2.12 Geomalla uniaxial de polietileno soldada.....	29
Figura 2.13 Geomalla uniaxial.....	29
Figura 2.14 Geomalla biaxial.....	30
Figura 2.15 Forma de las aberturas de las geomallas biaxiales .....	30
Figura 2.16 Colocado de geomallas biaxiales.....	31
Figura 2.17 Geomalla de fibra de vidrio .....	32
Figura 2.18 Colocado de la geomalla de fibra de vidrio.....	32
Figura 2.19 Geomalla biaxial de polipropileno.....	33
Figura 2.20 Geomalla multiaxial .....	34
Figura 2.21 Diferencias entre geomallas multiaxiales y biaxiales.....	34
Figura 2.22 Esquema de esfuerzos lograda con la geomalla multiaxial .....	35
Figura 2.23 Deficiencias en el material de sello .....	38
Figura 2.24 Fisuras diagonales.....	39
Figura 2.25 Agrietamiento de esquina .....	40
Figura 2.26 Fisuras longitudinales .....	42
Figura 2.27 Agrietamiento longitudinal.....	42
Figura 2.28 Fisuras transversales .....	44
Figura 2.29 Agrietamiento transversal.....	44

Figura 2.30 Grietas por durabilidad .....	46
Figura 2.31 Levantamiento en junta.....	47
Figura 2.32 Levantamiento del pavimento.....	48
Figura 2.33 Escalonamiento de losas .....	49
Figura 2.34 Escalonamiento de juntas y grietas.....	50
Figura 2.35 Desarrollo del bombeo.....	52
Figura 2.36 Falla por descascaramiento.....	53
Figura 2.37 Falla por astillado .....	54
Figura 3.1 Desenrollado manual de la geomalla.....	70
Figura 3.2 Desenrollado mecánico de la geomalla .....	71
Figura 3.3 Traslapes longitudinales y transversales.....	72
Figura 3.4 Desenrollado de la geomalla.....	72
Figura 3.5 Geomalla colocada.....	73
Figura 3.6 Ilustración de grietas en el pavimento .....	73
Figura 3.7 Reflexión de grietas .....	74
Figura 3.8 Deterioro sin la geomalla de pavimentación .....	74
Figura 4.1 Estructura de pavimento tramo calle Junín– Tarija .....	77
Figura 4.2 Croquis del área de trabajo .....	78
Figura 4.3 Losa en estudio .....	79
Figura 4.4 Fallas longitudinales y transversales .....	80
Figura 4.5 Señalización.....	83
Figura 4.6 Comienzo de fresado de la losa .....	84
Figura 4.7 Control de altura en la pared anterior a la losa .....	84
Figura 4.8 Control de altura en la pared posterior de la losa .....	85
Figura 4.9 Área de trabajo fresada con una profundidad de 5 centímetros.....	85
Figura 4.10 Control de temperatura del ligante asfáltico.....	86
Figura 4.11 Control de filtración del ligante asfáltico .....	87
Figura 4.12 Grado de penetración.....	88
Figura 4.13 Grado de penetración obtenido.....	88
Figura 4.14 Cuadro para determinar la cantidad de imprimación bituminosa.....	89
Figura 4.15 Control de temperatura del ligante asfáltico.....	90

Figura 4.16 Colocado del ligante asfáltico.....	91
Figura 4.17 Superficie impregnada con ligante asfáltico.....	92
Figura 4.18 Colocado de la geomalla.....	93
Figura 4.19 Colocado final de la geomalla .....	93
Figura 4.20 Geomalla formando una nueva capa con el pavimento agrietado .....	94
Figura 4.21 Geomalla saturada .....	95
Figura 4.22 Geomalla saturada de ligante asfáltico .....	95
Figura 4.23 Control de altura .....	96
Figura 4.24 Ligante asfáltico seco .....	96
Figura 4.25 Colocado del pavimento manualmente.....	97
Figura 4.26 Pasado del saltarín .....	98
Figura 4.27 Rodillo vibrador.....	98
Figura 4.28 Nueva capa de rodadura de cemento asfáltico con geomalla .....	99
Figura 4.29 Nivel del pavimento rígido .....	100
Figura 4.30 Después de 7 días.....	102
Figura 4.31 Después de 14 días.....	102
Figura 4.32 Después de 30 días.....	103
Figura 4.33 Después de 90 días.....	103
Figura 4.34 Después de 121 días.....	104
Figura 4.35 Nueva capa de rodadura en buenas condiciones.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1.1 Variable independiente .....	5
Tabla 1.2 Variable dependiente.....	6
Tabla 2.1 Propiedades mecánicas de la geomalla .....	12
Tabla 2.2 Nivel de severidad y cuantificación de falla por deficiencias.....	39
Tabla 2.3 Nivel de severidad y cuantificación de falla por agrietamiento.....	41
Tabla 2.4 Nivel de severidad y cuantificación de falla por agrietamiento longitudinal ..	43
Tabla 2.5 Nivel de severidad y cuantificación de falla por agrietamiento transversal ....	45
Tabla 2.6 Nivel de severidad y cuantificación de falla por agrietamiento por durabilidad ..	46
Tabla 2.7 Nivel de severidad y cuantificación de falla por levantamiento .....	47
Tabla 2.8 Nivel de severidad y cuantificación de falla por levantamiento .....	48
Tabla 2.9 Nivel de severidad y cuantificación de falla por escalonamiento.....	51
Tabla 2.10 Nivel de severidad y cuantificación de falla por bombeo .....	53
Tabla 2.11 Nivel de severidad y cuantificación de falla por descascaramiento.....	54
Tabla 2.12 Nivel de severidad y cuantificación de falla por astillado .....	55
Tabla 3.1 Datos técnicos de la geomalla ALVAGRID FV G .....	60
Tabla 3.2 Especificaciones de asfaltos diluidos - curado medio MC-250 .....	61
Tabla 3.3 Características de calidad de los pétreos para bases asfálticas .....	62
Tabla 3.4 Designación B-25.....	62
Tabla 3.5 Características de calidad de base asfáltica.....	63
Tabla 3.6 Propiedades de cemento asfáltico .....	64
Tabla 4.1 Geometría de la losa.....	76
Tabla 4.2 Datos técnicos .....	82
Tabla 4.3 Comparación de costos .....	100
Tabla 4.4 Resumen de resultados.....	101