

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS SOBRE EL DISEÑO DE PAVIMENTOS REFORZADOS
UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS ENTRE CAPAS DE PAVIMENTOS”**

Por:

GABRIEL VALDEZ KNEZ

SEMESTRE II 2021

Tarija – Bolivia

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**“ANÁLISIS SOBRE EL DISEÑO DE PAVIMENTOS REFORZADOS
UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS ENTRE CAPAS DE PAVIEMNETOS”**

POR:

GABRIEL VALDEZ KNEZ

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA DE CIV 502

SEMESTRE II

TARIJA - BOLIVIA

DEDICATORIA:

Esta tesis está dedicada a mis padres a mi esposa, a mi hijo y en especial a mi querido hermano Dr. Marcelo Valdez Knez.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	1
1.2 PAVIMENTOS	2
1.2.1 Pavimento flexible	2
1.3 TIPOS DE FALLA EN LOS PAVIMENTOS	3
1.3.1 Refuerzos en pavimentos flexibles	5
1.3.2 Colocación del Geotextil	5
1.4 MATERIALES ADICIONALES EN PAVIMENTOS	5
1.4.1 Geotextiles	6
1.4.2 Geomalla	6
1.4.3 Georedes	6
1.4.4 Geomembranas	6
1.4.5 Geocompuestos	6
1.4.6 Geoceldas	6
1.4.7 Geoespumas	7
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.5.1 Situación problemática	7
1.6 PROBLEMA	8
1.7 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	8

1.7.1 Objetivo general	8
1.7.2 Objetivo específico	8
1.8 HIPOTESIS	8
1.9 DEFINICIÓN DE VARIABLE	9
1.9.1 Variable dependiente	11
1.9.2 Variable Independiente	11
1.10 MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	12
1.10.1 Técnicas de muestreo	13
1.10.2 Análisis previos a realizar	13
1.11 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	19

CAPÍTULO II
 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PAVIMENTOS Y SU
 MANTENIMIENTO

	Pág.
2 DEFINICIÓN	20
2.1 PAVIMENTOS	20
2.2.1 Concepto	20
2.2.2 Pavimento flexible	23
2.3 PAVIMENTO REFORZADO	31
2.3.1 Concepto	31
2.3.2 Tipos de reforzamientos en los pavimentos	31

2.4	GEOSINTÉTICOS	31
2.4.1	Definición	31
2.4.2	Funciones principales de los Geosintéticos	32
2.4.3	Componentes de los Geosintéticos	32
2.4.4	Clasificación de los Geosintéticos	33
2.5	GEOTEXTILES	34
2.5.1	Funciones de los geotextiles	35
2.5.2	Geotextil según métodos de fabricación	35
2.5.3	Geomembranas	36
2.5.4	Geocompuestos	37
2.5.5	Aplicaciones y funciones	37
2.6	TIPOS DE GEOSINTÉTICOS	38
2.6.1	Geotextiles	39
2.6.2	Geomallas	39
2.6.3	Georedes	39
2.6.4	Geomembranas	39
2.6.5	Geocompuestos	39
2.6.6	Geoceldas	39
2.6.7	Geospumas	40
2.7	PROPIEDADES DE LOS GEOTEXTILES	41
2.7.1	Funciones principales de los Geosintéticos en pavimentos flexibles.....	41
2.7.2	Filtración.....	42
2.7.3	Drenaje	42

2.7.4 Refuerzo	42
2.7.5 Protección	43

CAPÍTULO III

ANÁLISIS SOBRE EL DISEÑO DE PAVIMENTOS REFORZADOS UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS ENTRE CAPAS DE PAVIMENTO

	Pág.
3 INTRODUCCIÓN	44
3.1 LABORATORIOS REALIZADOS	44
3.1.1 Granulometría capa base	44
3.1.2 Granulometría capa sub - base	45
3.1.3 Granulometría capa subrasante	46
3.2 LÍMITES	47
3.3 HUMEDAD NATURAL	48
3.3.1 Humedad capa base	48
3.3.2 Humedad capa sub - base	50
3.3.3 Humedad capa subrasante	50
3.4 COMPACTACIÓN	50
3.4.1 Compactación capa base	50
3.4.2 Compactación capa sub – base	51
3.4.3 Compactación capa subrasante	52
3.5 DISEÑO DE ESPESORES CON Y SIN GEOSINTÉTICOS	53

3.5.1 Datos del diseño de espesores	53
3.5.2 Procedimiento del cálculo de espesores mediante el programa AASHTO	54
3.6 ENSAYOS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICOS DEL GEOSINTÉTICO	59
3.6.1 Cálculos	60
3.7 ENSAYOS REALIZADOS PARA DETERMINAR EL GEOSINTÉTICO ÓPTIMO	66
3.8 CBR, DE LA CAPA BASE, SUB – BASE Y SUBRASANTE EN LA APLICACIÓN DEL TRABAJO	67
3.8.1 Análisis de sensibilidad	79
3.8.2 Análisis de confiabilidad	81
3.8.3 Estimación del tiempo de vida útil con y sin Geosintético	82
3.8.4 Estimación del mantenimiento con y sin Geosintético	84
3.8.5 Análisis del funcionamiento de los Geosintéticos en servicio	86
3.9 ESTABILIDAD DE SUBRASANTE CON GEOSINTÉTICO	87
3.9.1 Metodología de diseño	87
3.10 EXPLICACIÓN DE RESULTADOS	91
3.10.1 Diseño con geomembrana	91
3.11 ANÁLISIS DE RESULTADOS	94

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
4 CONCLUSIONES	96
4.1 RECOMENDACIONES	96

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I Muestra del Geosintético utilizado	
ANEXO II Fotos donde utilizaron Geomembrana en diferentes calles de la ciudad Tarija	
ANEXO III Diversos tipos de Geosintéticos y su principal función	
ANEXO IV Fichas técnicas de los Geosintéticos	
ANEXO V Explicación de la puesta del Geosintético en las capas del Pavimento.....	
ANEXO VI Fotos de los materiales y ensayos realizados en laboratorio	
ANEXO VII Compactación.....	
ANEXO VIII Humedad natural y clasificación	
ANEXO IX Limites de ATTERBERG.....	
ANEXO X Granulometría	
ANEXO XI California bearing ratio (CBR)	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Fallas consideradas en pavimentos flexibles	4
Tabla 2 Variables	9
Tabla 3 Clasificación de los Geosintéticos	33
Tabla 4 Granulometría capa base	44
Tabla 5 Granulometría sub – base	45
Tabla 6 Granulometría subrasante	46
Tabla 7 Límites	47
Tabla 8 Humedad natural capa base	48
Tabla 9 Humedad natural capa sub - base	49
Tabla 10 Humedad natural capa subrasante	49
Tabla 11 Compactación capa base	50
Tabla 12 Compactación capa sub - base	51
Tabla 13 Compactación capa subrasante	52
Tabla 14 AASHTO Capa base	54
Tabla 15 AASHTO Capa sub – base S/G	55
Tabla 16 AASHTO Capa sub – base C/G	56
Tabla 17 AASHTO Capa subrasante S/G	57
Tabla 18 AASHTO Capa subrasante C/G	58
Tabla 19 Datos del CBR de las capas de pavimento	66
Tabla 20 Contenido de humedad y peso unitario capa base	67
Tabla 21 Expansión de capa base	68

Tabla 22	CBR capa base	68
Tabla 23	Contenido de humedad y peso unitario capa sub – base S/G	70
Tabla 24	Expansión de capa sub – base S/G	70
Tabla 25	CBR capa sub – base S/G	71
Tabla 26	Contenido de humedad y peso unitario capa sub – base C/G	72
Tabla 27	Expansión de capa sub – base C/G	73
Tabla 28	CBR capa sub – base C/G	73
Tabla 29	Contenido de humedad y peso unitario capa rasante S/G	75
Tabla 30	Expansión de capa subrasante S/G	75
Tabla 31	CBR capa subrasante S/G	76
Tabla 32	Contenido de humedad y peso unitario capa subrasante C/G	77
Tabla 33	Expansión de capa subrasante C/G	77
Tabla 34	CBR capa subrasante C/G	78
Tabla 35	Ejes equivalentes para determinar el tiempo de vida útil del Geosintético.	83
Tabla 36	Ejes equivalentes para determinar el tiempo de vida útil del Geosintético.....	84
Tabla 37	Distancia de movilización de la Geomembrana	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Pavimento flexible	3
Figura 2 Grietas de contracción o de bloque	3
Figura 3 Piel de cocodrilo	3
Figura 4 Manchas de pavimento	4
Figura 5 Pavimento flexible	21
Figura 6 Dimensión del pavimento flexible	23
Figura 7 Mecanismo de disipación de tensiones en pavimentos flexibles	23
Figura 8 Sellado de juntas	28
Figura 9 Reparación de espesores	29
Figura 10 Cepillado de la superficie	31
Figura 11 Geotextiles	34
Figura 12 Geotextiles puesto en obra	34
Figura 13 Geomembrana	36
Figura 14 Geomembrana puesta en obra	36
Figura 15 Geocompuestos	37
Figura 16 Geocompuestos en obra	38
Figura 17 Geomallas	38
Figura 18 Índice crecimiento vehicular	54
Figura 19 Distancia de movilización de la Geomembrana	88
Figura 20 Gráfica de cargas por eje	88
Figura 21 Gráfica de parámetros calculados	89
Figura 22 Resultados de parámetros y criterios mecánicos	89
Figura 23 Datos de criterios de retención	90
Figura 24 Representación del Geosintético puesto entre capas de pavimentos	90

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1 Capa base.....	45
Gráfica 2 Capa sub-base.....	46
Gráfica 3 Capa Subrasante.....	47
Gráfica 4 Límites	48
Gráfica 5 Compactación capa base	50
Gráfica 6 Compactación capa sub-base	51
Gráfica 7 Compactación capa subrasante	52
Gráfica 8 Informe de resultados del método AASTHO capa base	55
Gráfica 9 Informe de resultados del método AASTHO capa sub-base S/G	56
Gráfica 10 Informe de resultados del método AASTHO capa sub-base C/G	57
Gráfica 11 Informe de resultados del método AASTHO capa subrasante S/G	58
Gráfica 12 Informe de resultados del método AASTHO capa subrasante C/G	59
Gráfica 13 Gráfica de carga vs deformación prueba 1	61
Gráfica 14 Gráfica de carga vs deformación prueba 2	62
Gráfica 15 Gráfica de carga vs deformación prueba 3	63
Gráfica 16 Gráfica de carga vs deformación prueba 4	64
Gráfica 17 Gráfica de carga vs deformación prueba 5	65
Gráfica 18 Curva de penetración capa base	69
Gráfica 19 Curva CBR peso unitario capa base	69
Gráfica 20 Curva de penetración sub-base S/G	71
Gráfica 21 Curva CBR peso unitario capa sub-base S/G	72
Gráfica 22 Curva de penetración capa sub-base C/G	74
Gráfica 23 Curva CBR peso unitario capa sub-base C/G	74
Gráfica 24 Curva de penetración capa subrasante S/G	76
Gráfica 25 Curva CBR peso unitario capa subrasante S/G.....	76
Gráfica 26 Curva de penetración capa subrasante C/G	78
Gráfica 27 Curva CBR peso unitario capa subrasante C/G	79

ÍNDICE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1 Eje equivalente mínimo	80
Imagen 2 Eje equivalente máximo	80
Imagen 3 Descripción de datos de confiabilidad	81
Imagen 4 Resultados de confiabilidad	82