

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE “INGENIERÍA CIVIL”



**“ESTABILIZACIÓN DE MATERIALES DE CAPA BASE
UTILIZANDO MATERIAL RECICLADO”**

POR: ERLAND CUELLAR CONDORI

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

Julio de 2014

Tarija- Bolivia

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE “INGENIERÍA CIVIL”

**“ESTABILIZACIÓN DE MATERIALES DE CAPA BASE
UTILIZANDO MATERIAL RECICLADO”**

POR: ERLAND CUELLAR CONDORI

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

Julio de 2014

Tarija- Bolivia

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis Padres y Hermanos por inculcarme buenos valores y por todo el apoyo incondicional que me brindaron en todo momento.



ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.GENERALIDADES.-	1
1.2.ANTECEDENTES.-	2
1.3.JUSTIFICACION.-	3
1.4.OBJETIVOS.-	4
1.4.1.Objetivo General.-	4
1.4.2.Objetivos Específicos.-	4
1.5.ALCANCE.-	5

CAPÍTULO II

PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SUS CARACTERÍSTICAS

2.1.ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.-	7
2.1.1.Definición de pavimento flexible.-	7
2.1.2.Estructura del pavimento flexible.-	8
2.1.3.Funciones de las distintas capas de pavimento.-	8
2.1.3.1. Sub-Base.-	8
2.1.3.2. Base.-	10
2.1.3.3. Superficie o Capa de Rodadura.-	12
2.2.FACTORES QUE AFECTAN Y CAUSAN DETERIORO A LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.-	12
2.2.1.Condiciones Ambientales.-	13
2.2.1.1. La Superficie.-	13
2.2.1.2. La Estructura del Pavimento	13
2.2.2.Cargas de Trafico.-	14
2.3.EVALUACION DE PAVIMENTOS.-	15
2.3.1.Introducción.-	15
2.3.1.1. Tramo.-	16
2.3.1.2. Sección.-	17
2.4.FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES	17
2.4.1.Piel de Cocodrilo (Alligator Cracking)	17
2.4.2.Exudación o Sangrado (Bleeding).-	20
2.4.3.Agrietamiento en bloque (Block Cracking).-	22
2.4.4.Bombeo y Hundimiento (Bumps and Sags).-	24
2.4.5.Corrugación (Corrugation).-	26
2.4.6.Depresiones (Depression).-	28
2.4.7.Agrietamiento de Borde (Edge Cracking).-	30
2.4.8.Agrietamiento Reflejo de Juntas.-	32
2.4.9.Caída Externa de Vía / Hombreira (Lane/Shoulder Drop-Off).-	35
2.4.10. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (No juntas reflejadas de concreto)	37
2.4.11. Parchados (Patching and Utility Cut Patching).-	40



2.4.12. Agregados Pulidos (Polished Aggregate).-	42
2.4.13. Baches (Potholes).-	43
2.4.14. Cruce de Ferrocarril (Railroad Crossing).-	45
2.4.15. Ruteo (Rutting).-	47
2.4.16. Empellones (Shoving).-	49
2.4.17. Agrietamiento Media Luna (Slippage Cracking).-	51
2.4.18. Protuberancia (Swell).-	53
2.4.19. Intemperismo (Weathering and Raveling).-	55
2.5.MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS.-	57
2.6.MÉTODOS MAS USUALES EN LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS.-	57

CAPÍTULO III

RECICLADO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

3.1. RECICLADO DE FIRMES. DEFINICIÓN.-	64
3.2. RECICLADO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN FRIO.-	65
3.2.1. Reciclado en Frio en Planta.-	66
3.2.2. Reciclado en Frio In-Situ.-	66
3.3. RECICLADO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE.-	69
3.3.1. Reciclado en Caliente en In-Situ.-	69
3.3.2. Reciclado en Caliente Planta.-	70
3.4. MAQUINAS ESPECIALIZADAS EN EL RECICLADO DE PAVIMENTOS.-	70
3.4.1. Maquinas Recicladoras en Frio.-	71
3.4.1.1. La máquina recicladora / estabilizadora WR 2000.-	71
3.4.1.2. Recicladora en Frio 2200 CR.-	74
3.4.1.3. Recicladora WR 2500 S	78
3.4.1.4. Recicladora WR 4200 S	82
3.4.2. Maquinas Recicladoras en Caliente.-	84
3.4.2.1. Recicladora AR2000.-	84
3.5. ESTABILIZACIÓN DE MATERIALES DE CAPA BASE.-	89
3.5.1. Estabilización Granulométrica.-	92
3.5.2. Estabilización Suelo-Cal.-	93
3.5.3. Estabilización Suelo-Cemento.-	95
3.5.4. Estabilización Suelo-Productos Asfálticos.-	96
3.5.5. Estabilización con Agentes Químicos.-	98
3.6. ESTABILIZACIÓN CON MATERIL RECICLADO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	100
3.7. VENTAJAS DEL RECICLADO DE PAVIMENTOS PARA LA REHABILITACION DE PAVIMENTOS.-	102
3.7.1. En General.-	102
3.7.2. Ventajas del Reciclado en Planta.-	102
3.7.3. Ventajas del Reciclado In-Situ.-	103



CAPITULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR EN ESTUDIO.-	105
4.1.1. Ubicación.-	105
4.1.2. Características del Tramo.-	106
4.2. RECICLADO DE LOS MATERIALES DE CAPA DE RODADURA PARA FORMAR UNA CAPA BASE ESTABILIZADA.-	107
4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL DE ACOPIO PARA CAPA BASE A SER ESTABILIZADO.-	109
4.3.1. Clasificación del Suelo.-	109
4.3.2. Compactación Proctor T-180	110
4.3.3. Relación de Soporte de California (CBR).-	111
4.3.4. Resumen	113
4.4. ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL RECICLADO DE CAPA DE RODADURA.-	114
4.4.1. Clasificación del Suelo.-	114
4.4.2. Resumen.-	115
4.5. ESTABILIZACIÓN DEL MATERIAL DE CAPA BASE.-	115
4.6. ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL ESTABILIZADO PROPORCION DE 1:3.-	118
4.6.1. Clasificación del Suelo.-	118
4.6.2. Compactación Proctor T-180	119
4.6.3. Relación de Soporte de California (CBR).-	120
4.6.4. Resumen.-	122
4.7. ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL ESTABILIZADO PROPORCION DE 1:2.-	123
4.7.1. Clasificación del Suelo.-	123
4.7.2. Compactación Proctor T-180	124
4.7.3. Relación de Soporte de California (CBR).-	125
4.7.4. Resumen.-	127
4.8. ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL ESTABILIZADO PROPORCION DE 1:1.-	128
4.8.1. Clasificación del Suelo.-	128
4.8.2. Compactación Proctor T-180	129
4.8.3. Relación de Soporte de California (CBR).-	130
4.8.4. Resumen.-	132
4.9. COMPARACION DE LOS RESULTADOS MATERIAL RECICLADO VS MATERIAL ESTABILIZADO.-	133

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.-	138
5.2. RECOMENDACIONES.-	139