

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



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL ASFALTO  
MODIFICADO CON POLÍMEROS EN EL TRATAMIENTO  
SUPERFICIAL BICAPA”**

**Por:**

**PATRICIA MENDOZA CASTRILLO**

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

SEMESTRE I- 2019

**TARIJA – BOLIVIA**

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

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA  
Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL ASFALTO MODIFICADO  
CON POLÍMEROS EN EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA”**

**Por:**

**PATRICIA MENDOZA CASTRILLO**

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

SEMESTRE I - 2019

**TARIJA – BOLIVIA**

**VºBº**

.....  
M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez

**DECANO FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

**VICEDECANO FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**APROBADO POR:**

.....  
**ING. MARCELO PACHECO NÚÑEZ**

.....  
**ING. MOISÉS EDUARDO DÍAZ AYARDE**

.....  
**ING. MABEL ZAMBRANA VELASCO**

**ADVERTENCIA**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas responsabilidad del (la) autor (a).

**DEDICATORIA:**

A Dios por brindarme sabiduría, paciencia, fuerza, voluntad y salud para lograr cumplir mis objetivos, estando siempre conmigo en cada momento de mi vida para guiarme por el camino del bien.

A la memoria de mi madre (+) por darme el apoyo espiritual que me permitió cumplir este sueño, apoyándome incondicionalmente en el momento exacto, hasta el último aliento de su vida.

**AGRADECIMIENTO:**

A Dios por otorgarme la gracia de la vida y por la fuerza, la voluntad que me brindó para levantarme en los momentos más difíciles.

A mis padres: Andrés Mendoza Ayarde y Teófila Castrillo (+) por brindarme su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida y haber sabido guiarme, inculcarme el espíritu de lucha para alcanzar mis sueños.

A todas las personas que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este proyecto.

**PENSAMIENTO:**

Los sueños parecen al principio imposibles, luego improbables y luego cuando nos comprometemos se vuelven inevitables.

“Mahatma Gandhi”

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Advertencia .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Pensamiento .....	iv
Resumen .....	v
	<b>Página</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	<b>1</b>
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	<b>2</b>
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	<b>3</b>
1.3.1. Situación Problemática .....	<b>3</b>
1.3.2. Problema .....	<b>4</b>
1.4. OBJETIVOS .....	<b>5</b>
1.4.1. Objetivo General .....	<b>5</b>
1.4.2. Objetivos Específicos .....	<b>5</b>
1.5. HIPÓTESIS .....	<b>5</b>
1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES .....	<b>6</b>
1.6.1. Variables Independiente .....	<b>6</b>
1.6.2. Variables Dependientes .....	<b>6</b>
1.6.3. Conceptualización y Operacionalización de Variables .....	<b>6</b>
1.7. DISEÑO METODOLÓGICO .....	<b>7</b>
1.7.1. Componentes .....	<b>7</b>
1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS .....	<b>7</b>
1.8.1. Selección de Métodos y Técnicas .....	<b>7</b>
1.8.2. Técnicas de muestreo .....	<b>8</b>
1.8.3. Descripción de los Equipos e Instrumentos .....	<b>8</b>
1.8.4. Procedimiento de Aplicación .....	<b>10</b>



1.8.5.	Procedimiento para el Análisis y la Interpretación de la Información.....	15
1.9.	ALCANCE.....	16

## **CAPÍTULO II**

### **TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA**

		<b>Página</b>
2.1.	GENERALIDADES... ..	17
2.2.	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.....	17
2.2.1.	Funciones del Tratamiento Superficial Bicapa. ....	20
2.2.2.	Materiales.....	21
2.2.2.1.	Ligante asfáltico.....	22
2.2.2.1.1.	Asfalto convencional.....	24
2.2.2.1.2.	Asfalto modificado con polímeros .....	27
2.2.2.1.2.1.	Ventajas y desventajas .....	31
2.2.2.1.2.2.	Estructura .....	34
2.2.2.2.	Agregados pétreos.....	38
2.3.	MÉTODOS DE DOSIFICACIÓN PARA UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.....	43
2.3.1.	Método de la Dimensión Mínima Promedio.....	43
2.3.2.	Regla del Décimo.....	47
2.3.3.	Metodología ASTM.....	48
2.3.4.	Metodología de Texas DoT.....	49
2.3.5.	Método de Hanson .....	51
2.4.	DEFINICIÓN DE LOS ENSAYOS DESARROLLADOS EN EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.....	53
2.4.1.	Ensayo del Barrido.....	53
2.4.2.	Ensayo del Vialit.....	54
2.4.3.	Ensayo de Estabilidad y Fluencia .....	55
2.5.	EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL .....	56

2.6.	PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL .....	58
2.6.1.	Preparación de la Calzada .....	59
2.6.2.	Elaboración de Juntas.....	60
2.6.3.	Distribución del Ligante.....	60
2.6.4.	Distribución de Agregados Pétreos.....	61
2.6.5.	Compactación.....	62
2.6.6.	Retiro de Sobrantes .....	64

### **CAPÍTULO III**

#### **COMPORTAMIENTO DEL ASFALTO MODIFICADO CON POLÍMEROS EN EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA**

	<b>Página</b>	
3.1.	PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	65
3.1.1.	Ubicación del Proyecto .....	65
3.2.	MATERIALES DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.....	66
3.2.1.	Ligante Asfáltico.....	66
3.2.1.1.	Cemento asfáltico convencional .....	66
3.2.1.2.	Cemento asfáltico modificado con polímeros.....	69
3.2.1.3.	Diferencias que existen entre los cementos asfálticos (85-100) y (60-85) .....	71
3.2.2.	Agregados Pétreos.....	74
3.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.....	75
3.3.1.	Caracterización del Cemento Asfáltico Convencional (85/100) .....	76
3.3.1.1.	Ensayo de penetración (ASTM D5; AASHTO T49-97) .....	76
3.3.1.2.	Ductilidad (ASTM D113; AASHTO T51-00) .....	77
3.3.1.3.	Ensayo del punto de inflamación mediante la copa abierta de Cleveland (ASTM D1310; AASHTO T79-96) .....	77
3.3.1.4.	Viscosidad cinemática (ASTM D2170; ASHTO201-01) .....	78
3.3.1.5.	Punto de ablandamiento con el aparato “Del anillo y bola” (ASTM D36; AASHTO T53-96) .....	79

3.3.1.6.	Método para determinar el peso específico (ASTM D70-76; AASHTO T228-93) .....	<b>80</b>
3.3.2.	Caracterización del Cemento Asfáltico modificado con Polímeros (60/85) .....	<b>81</b>
3.3.2.1.	Ensayo de recuperación elástica para cemento asfáltico modificado (ASTM D 6084-06; AASHTO T301-99) .....	<b>81</b>
3.3.2.2.	Índice de penetración en asfaltos (UNE104-281) .....	<b>82</b>
3.3.3.	Caracterización de los Agregados Pétreos .....	<b>83</b>
3.3.3.1.	Granulometría (ASTM E40 C136; AASHTO T27-99) .....	<b>83</b>
3.3.3.2.	Peso específico y absorción del agregado Grueso (ASTM C127; AASHTOT85) .....	<b>88</b>
3.3.3.3.	Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128; AASHTO T84) .....	<b>89</b>
3.3.3.4.	Peso unitario de los agregados Gruesos (ASTM C 29M-97; AASHTO T-19) .....	<b>90</b>
3.3.3.5.	Equivalente de arena (ASTM D2419; AASHTO T176) .....	<b>91</b>
3.3.3.6.	Desgaste de los agregados mediante la Máquina de los ángeles (ASTM E131; AASHTO T96-99) .....	<b>92</b>
3.3.3.7.	Porcentaje de caras fracturadas en los Agregados (ASTM D5821-95) .....	<b>93</b>
3.3.3.8.	Índice de las lajas de los agregados pétreos (AASHTO C-142) .....	<b>95</b>
3.4.	DOSIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.....	<b>95</b>
3.4.1.	Ensayo de Estabilidad y Fluencia .....	<b>102</b>
3.4.2.	Ensayo del Vialit.....	<b>108</b>
3.4.3.	Ensayo de Barrido .....	<b>113</b>
3.4.4.	Resultados Obtenidos de los Ensayos Realizados .....	<b>117</b>
3.4.4.1.	Ensayos realizados para la evaluación del comportamiento y desempeño el tratamiento superficial bicapa .....	<b>118</b>
3.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	<b>119</b>
3.5.1.	Ensayo de Estabilidad y Fluencia .....	<b>119</b>
3.5.2.	Ensayo del Vialit.....	<b>128</b>

3.6.3.	Ensayo del Barrido.....	130
3.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ..	131
3.6.1.	Tratamiento de Datos y Determinación de Errores.....	131
3.6.1.1.	Ensayo de estabilidad y fluencia .....	132
3.6.1.2.	Ensayo del Vialit.....	138
3.6.1.3.	Ensayo del barrido .....	141
3.6.2.	Estadística Descriptiva.....	143
3.6.2.1.	Estadística descriptiva de la estabilidad y fluencia convencional .....	143
3.6.2.2.	Estadística descriptiva de la estabilidad y fluencia modificado .....	152
3.6.2.3.	Estadística descriptiva del ensayo del Vialit.....	160
3.6.2.4.	Estadística descriptiva del ensayo del barrido .....	163
3.7.	COSTOS DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.....	167
3.7.1.	Especificaciones Técnicas.....	167
3.7.2.	Precios Unitarios .....	170

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>	
4.1.	CONCLUSIONES .....	173
4.2.	RECOMENDACIONES .....	175

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

ANEXOS I - CARACTERIZACIÓN DE LOS LIGANTES ASFÁLTICOS.

ANEXOS II - CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS PÉTREOS.

ANEXOS III - DOSIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA.

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.1.</b> Juego de Tamices.....	<b>9</b>
<b>Figura 1.2.</b> Molde de Marshall.....	<b>10</b>
<b>Figura 1.3.</b> Esquema de la Investigación .....	<b>12</b>
<b>Figura 2.1.</b> Tratamiento Superficial Simple.....	<b>18</b>
<b>Figura 2.2.</b> Tratamiento Superficial Doble .....	<b>19</b>
<b>Figura 2.3.</b> Tratamiento Superficial Triple .....	<b>19</b>
<b>Figura 2.4.</b> Tratamiento Superficial .....	<b>21</b>
<b>Figura 2.5.</b> Comparación de Asfalto Modificado con Polímero & Convencional.....	<b>28</b>
<b>Figura 2.6.</b> Esquema de Fabricación de un Asfalto Modificado con Polímeros por Vía Húmeda.....	<b>36</b>
<b>Figura 2.7.</b> Relación entre Porcentaje de Recubrimiento y el Espesor Promedio de Capa de Agregado.....	<b>51</b>
<b>Figura 2.8.</b> Ensayo del Barrido .....	<b>53</b>
<b>Figura 2.9.</b> Ensayo del Vialit .....	<b>54</b>
<b>Figura 2.10.</b> Ensayo Estabilidad y Fluencia .....	<b>56</b>
<b>Figura 2.11.</b> Distribuidor de Asfalto .....	<b>61</b>
<b>Figura 2.12.</b> Distribuidor de Agregado .....	<b>62</b>
<b>Figura 2.13.</b> Compactador de Rodillo Neumático .....	<b>63</b>
<b>Figura 2.14.</b> Tratamiento Superficial .....	<b>64</b>
<b>Figura 3.1.</b> Ubicación de Tarija .....	<b>66</b>
<b>Figura 3.2.</b> Ubicación planta de la Alcaldía.....	<b>67</b>

<b>Figura 3.3.</b> Ubicación de la Planta de Charajas .....	<b>69</b>
<b>Figura 3.4.</b> Asfalto Convencional 85/100 .....	<b>72</b>
<b>Figura 3.5.</b> Asfalto Modificado con Polímeros SBS BETUFLEX 60/85 .....	<b>73</b>
<b>Figura 3.6.</b> Chancadora para la Provisión de Material.....	<b>74</b>
<b>Figura 3.7.</b> Agregado Pétreo Grueso.....	<b>75</b>
<b>Figura 3.8.</b> Determinación de la Penetración de la Muestra .....	<b>76</b>
<b>Figura 3.9.</b> Ensayo de Ductilidad.....	<b>77</b>
<b>Figura 3.10.</b> Realización del Ensayo de Punto de Inflamación .....	<b>78</b>
<b>Figura 3.11.</b> Muestra para la Elaboración del Ensayo .....	<b>79</b>
<b>Figura 3.12.</b> Determinación del Punto de Ablandamiento.....	<b>80</b>
<b>Figura 3.13.</b> Muestras para Determinar el Peso Específico .....	<b>80</b>
<b>Figura 3.14.</b> Asfalto Modificado con Polimeros Planta de Charajas – SEDECA .....	<b>81</b>
<b>Figura 3.15.</b> Procedimiento para Obtener la Recuperación Elástica.....	<b>82</b>
<b>Figura 3.16.</b> Determinación del Ensayo de Penetración .....	<b>83</b>
<b>Figura 3.17.</b> Tamizado de los Agregados Pétreos Gruesos .....	<b>84</b>
<b>Figura 3.18.</b> Curva Granulométrica del Agregado Grueso Gradación “B” .....	<b>85</b>
<b>Figura 3.19.</b> Curva Granulométrica del Agregado Grueso Gradación “D” .....	<b>86</b>
<b>Figura 3.20.</b> Curva Granulométrica del Agregado Fino Gradación “E” .....	<b>87</b>
<b>Figura 3.21.</b> Peso Sumergido del Agregado Grueso.....	<b>88</b>
<b>Figura 3.22.</b> Agregados Gruesos.....	<b>89</b>

<b>Figura 3.23.</b> Peso Específico del Agregado Fino .....	<b>89</b>
<b>Figura 3.24.</b> Peso Unitario del Agregado Grueso .....	<b>90</b>
<b>Figura 3.25.</b> Peso Unitario del Agregado Fino .....	<b>91</b>
<b>Figura 3.26.</b> Muestra de Arena Introducida en las Probetas .....	<b>91</b>
<b>Figura 3.27.</b> Material Seleccionado para el Ensayo.....	<b>92</b>
<b>Figura 3.28.</b> Caras Fracturas del Agregado Grueso .....	<b>94</b>
<b>Figura 3.29.</b> Determinación del Índice de lajas .....	<b>95</b>
<b>Figura 3.30.</b> Compactación del Tratamiento Superficial Bicapa .....	<b>100</b>
<b>Figura 3.31.</b> Desmoldado de las Briquetas .....	<b>100</b>
<b>Figura 3.32.</b> Briquetas del Tratamiento Superficial	
Bicapa Convencional .....	<b>101</b>
<b>Figura 3.33.</b> Briquetas del Tratamiento Superficial	
Bicapa Modificado .....	<b>101</b>
<b>Figura 3.34.</b> Determinación de la Estabilidad y la Fluencia .....	<b>102</b>
<b>Figura 3.35.</b> Densidad Promedio del Tratamiento Superficial Convencional .....	<b>103</b>
<b>Figura 3.36.</b> Estabilidad del Tratamiento Superficial Convencional .....	<b>104</b>
<b>Figura 3.37.</b> Fluencia del Tratamiento Superficial Convencional .....	<b>104</b>
<b>Figura 3.38.</b> Porcentaje (%) de Vacíos de la Mezcla del Tratamiento	
Superficial Convencional .....	<b>105</b>
<b>Figura 3.39.</b> Densidad Promedio del Tratamiento Superficial Modificado	
Con Polímeros .....	<b>106</b>
<b>Figura 3.40.</b> Estabilidad del Tratamiento Superficial Modificado	
Con Polímeros .....	<b>107</b>

<b>Figura 3.41.</b> Fluencia del Tratamiento Superficial Modificado	
Con Polímeros .....	<b>107</b>
<b>Figura 3.42.</b> Porcentaje (%) de Vacíos de la Mezcla del Tratamiento	
Superficial Modificado con Polímeros.....	<b>108</b>
<b>Figura 3.43.</b> Dispositivo del Ensayo de Vialit .....	<b>109</b>
<b>Figura 3.44.</b> Distribución del Agregado en el Ensayo de Vialit .....	<b>110</b>
<b>Figura 3.45.</b> Ensayo del Barrido ASTM D7000 .....	<b>113</b>
<b>Figura 3.46.</b> Muestra del Ensayo del Barrido .....	<b>114</b>
<b>Figura 3.47.</b> Diagrama Comparativo de la Estabilidad.....	<b>121</b>
<b>Figura 3.48.</b> Diagrama Comparativo de las Estabilidades Máximas .....	<b>121</b>
<b>Figura 3.49.</b> Diagrama Comparativo de la Fluencia .....	<b>123</b>
<b>Figura 3.50.</b> Diagrama Comparativo de la Fluencia Máxima.....	<b>124</b>
<b>Figura 3.51.</b> Diagrama Comparativo de la Densidad.....	<b>126</b>
<b>Figura 3.52.</b> Diagrama Comparativo de la Densidad Máxima .....	<b>126</b>
<b>Figura 3.53.</b> Diagrama Comparativo del Porcentaje de Vacíos de la	
Mezcla (%) .....	<b>127</b>
<b>Figura 3.54.</b> Diagrama Comparativo del Porcentaje de Vacíos de la	
Mezcla Máximo (%) .....	<b>128</b>
<b>Figura 3.55.</b> Diagrama Comparativo del Ensayo del Vialit.....	<b>129</b>
<b>Figura 3.56.</b> Diagrama Comparativo del Ensayo del Barrido.....	<b>130</b>
<b>Figura 3.57.</b> Histograma y Polígono de Frecuencia de la Estabilidad	
Convencional.....	<b>146</b>
<b>Figura 3.58.</b> Histograma y Frecuencias Acumuladas de la Estabilidad	
Convencional.....	<b>147</b>



<b>Figura 3.59.</b> Histograma y Polígono de Frecuencia de la Fluencia Convencional ...	<b>150</b>
<b>Figura 3.60.</b> Histograma y Frecuencias Acumuladas de la Fluencia Convencional.....	<b>151</b>
<b>Figura 3.61.</b> Histograma y Polígono de Frecuencia de la Estabilidad Modificada....	<b>154</b>
<b>Figura 3.62.</b> Histograma y Frecuencias Acumuladas de la Estabilidad Modificada .....	<b>155</b>
<b>Figura 3.63.</b> Histograma y Polígono de Frecuencia de la Fluencia Modificada .....	<b>158</b>
<b>Figura 3.64.</b> Histograma y Frecuencias Acumuladas de la Fluencia Modificada.....	<b>159</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.1.</b> Conceptualización y Operacionalización de Variables.....	<b>6</b>
<b>Tabla 1.2.</b> Ensayos de Caracterización de los Materiales del Tratamiento Superficial .....	<b>14</b>
<b>Tabla 2.1.</b> Ensayos de Laboratorio Normalizados para Asfalto.....	<b>23</b>
<b>Tabla 2.2.</b> Especificaciones del Cemento Asfáltico Convencional.....	<b>25</b>
<b>Tabla 2.3.</b> Especificaciones del Cemento Asfáltico modificado con Polímeros .....	<b>37</b>
<b>Tabla 2.4.</b> Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales .....	<b>39</b>
<b>Tabla 2.5.</b> Ensayos de Laboratorio Normalizados para Agregados .....	<b>42</b>
<b>Tabla 2.6.</b> Factor de Desperdicio .....	<b>44</b>
<b>Tabla 2.7.</b> Factor Tránsito de Corrección por Nivel de Tráfico .....	<b>45</b>
<b>Tabla 2.8.</b> Factor de Corrección “S” por Textura Superficial .....	<b>45</b>
<b>Tabla 2.9.</b> Distribución de Dosis Total del Ligante, en Capas Individuales.....	<b>46</b>
<b>Tabla 2.10.</b> Cantidad de Materiales para Tratamientos Superficiales.....	<b>48</b>
<b>Tabla 2.11.</b> Factor de Corrección “S” por Textura Superficial.....	<b>50</b>
<b>Tabla 3.1.</b> Especificaciones del Cemento Asfáltico 85/100.....	<b>68</b>
<b>Tabla 3.2.</b> Especificaciones del Cemento Asfáltico Modificado con Polímeros .....	<b>70</b>
<b>Tabla 3.3.</b> Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales Simples y Múltiples.....	<b>75</b>
<b>Tabla 3.4.</b> Ensayo de Penetración .....	<b>76</b>
<b>Tabla 3.5.</b> Ensayo de Ductilidad .....	<b>77</b>
<b>Tabla 3.6.</b> Ensayo de Punto de Inflamación.....	<b>78</b>

<b>Tabla 3.7.</b>	Resultados del Ensayo de Viscosidad .....	<b>79</b>
<b>Tabla 3.8.</b>	Ensayo de Punto de Ablandamiento .....	<b>80</b>
<b>Tabla 3.9.</b>	Ensayo de Peso Específico.....	<b>81</b>
<b>Tabla 3.10.</b>	Ensayo de Recuperación Elástica.....	<b>82</b>
<b>Tabla 3.11.</b>	Ensayo de Índice de Penetración.....	<b>83</b>
<b>Tabla 3.12.</b>	Resultados de la Granulometría Gradación “B” .....	<b>84</b>
<b>Tabla 3.13.</b>	Resultados de la Granulometría Gradación “D” .....	<b>85</b>
<b>Tabla 3.14.</b>	Resultados de la Granulometría Gradación “E” .....	<b>87</b>
<b>Tabla 3.15.</b>	Ensayo de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	<b>88</b>
<b>Tabla 3.16.</b>	Ensayo de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	<b>90</b>
<b>Tabla 3.17.</b>	Ensayo del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso .....	<b>90</b>
<b>Tabla 3.18.</b>	Ensayo del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino .....	<b>91</b>
<b>Tabla 3.19.</b>	Ensayo de Equivalencia de Arena .....	<b>92</b>
<b>Tabla 3.20.</b>	Pesos del Agregado Grueso y Número de Esferas para el Desgaste de los Ángeles .....	<b>93</b>
<b>Tabla 3.21.</b>	Ensayo de Desgaste de los Ángeles .....	<b>93</b>
<b>Tabla 3.22.</b>	Ensayo de Caras Fracturadas Grava .....	<b>94</b>
<b>Tabla 3.23.</b>	Ensayo de Caras Fracturadas Gravilla .....	<b>94</b>
<b>Tabla 3.24.</b>	Ensayo de Índice de Lajas .....	<b>95</b>
<b>Tabla 3.25.</b>	Granulometría del Agregado Utilizado en el Tratamiento Superficial Bicapa .....	<b>97</b>

<b>Tabla 3.26.</b> Distribución de Dosis Total del Ligante, en Capas Individuales .....	<b>97</b>
<b>Tabla 3.27.</b> Dosificación del Tratamiento Superficial Bicapa Convencional .....	<b>98</b>
<b>Tabla 3.28.</b> Dosificación del Tratamiento Superficial Bicapa Modificado .....	<b>99</b>
<b>Tabla 3.29.</b> Resultados del Tratamiento Superficial Convencional .....	<b>103</b>
<b>Tabla 3.30.</b> Resultados del Tratamiento Superficial Modificado .....	<b>106</b>
<b>Tabla 3.31.</b> Dosificación del Ensayo del Vialit Convencional .....	<b>110</b>
<b>Tabla 3.32.</b> Dosificación del Ensayo del Vialit Modificado .....	<b>110</b>
<b>Tabla 3.33.</b> Resultados del Ensayo de Vialit Convencional .....	<b>111</b>
<b>Tabla 3.34.</b> Resultados del Ensayo de Vialit Modificado .....	<b>112</b>
<b>Tabla 3.35.</b> Dosificación del Ensayo del Barrido Convencional .....	<b>114</b>
<b>Tabla 3.36.</b> Dosificación del Ensayo del Barrido Modificado .....	<b>114</b>
<b>Tabla 3.37.</b> Resultados del Ensayo de Barrido Convencional .....	<b>115</b>
<b>Tabla 3.38.</b> Resultados del Ensayo de Barrido Modificado .....	<b>116</b>
<b>Tabla 3.39.</b> Caracterización Cemento Asfáltico 85/100 .....	<b>117</b>
<b>Tabla 3.40.</b> Caracterización Cemento Asfáltico 60/85 .....	<b>117</b>
<b>Tabla 3.41.</b> Caracterización de los Agregados Pétreos .....	<b>118</b>
<b>Tabla 3.42.</b> Resultados de la Evaluación del Tratamiento Superficial Bicapa .....	<b>119</b>
<b>Tabla 3.43.</b> Resultados de la Evaluación de las Estabilidades .....	<b>120</b>
<b>Tabla 3.44.</b> Resultados de la Evaluación de la Fluencia .....	<b>122</b>
<b>Tabla 3.45.</b> Resultados de la Evaluación de la Densidad .....	<b>125</b>
<b>Tabla 3.46.</b> Resultados de la Evaluación de Porcentaje de Vacíos de la Mezcla .....	<b>127</b>
<b>Tabla 3.47.</b> Error Absoluto y Relativo de la Estabilidad Convencional .....	<b>133</b>
<b>Tabla 3.48.</b> Error Absoluto y Relativo de la Fluencia Convencional .....	<b>134</b>

<b>Tabla 3.49.</b> Error Absoluto y Relativo de la Estabilidad Modificada .....	<b>136</b>
<b>Tabla 3.50.</b> Error Absoluto y Relativo de la Fluencia Modificada .....	<b>137</b>
<b>Tabla 3.51.</b> Error Absoluto y Relativo del Ensayo del Vialit Convencional .....	<b>139</b>
<b>Tabla 3.52.</b> Error Absoluto y Relativo del Vialit Modificado .....	<b>140</b>
<b>Tabla 3.53.</b> Error Absoluto y Relativo del Ensayo del Barrido Convencional .....	<b>141</b>
<b>Tabla 3.54.</b> Error Absoluto y Relativo del Ensayo del Barrido Modificado .....	<b>142</b>
<b>Tabla 3.55.</b> Estadística Descriptiva de la Estabilidad Convencional .....	<b>143</b>
<b>Tabla 3.56.</b> Intervalos de Clase de la Estabilidad Convencional .....	<b>145</b>
<b>Tabla 3.57.</b> Frecuencias Acumuladas de la Estabilidad Convencional .....	<b>146</b>
<b>Tabla 3.58.</b> Estadística Descriptiva de la Fluencia Convencional .....	<b>149</b>
<b>Tabla 3.59.</b> Intervalos de Clase de la Fluencia Convencional .....	<b>149</b>
<b>Tabla 3.60.</b> Frecuencias Acumuladas de la Fluencia Convencional .....	<b>151</b>
<b>Tabla 3.61.</b> Estadística Descriptiva de la Estabilidad Modificada .....	<b>153</b>
<b>Tabla 3.62.</b> Intervalos de Clase de la Estabilidad Modificada .....	<b>154</b>
<b>Tabla 3.63.</b> Frecuencias Acumuladas de la Estabilidad Modificada .....	<b>155</b>
<b>Tabla 3.64.</b> Estadística Descriptiva de la Fluencia Modificada .....	<b>157</b>
<b>Tabla 3.65.</b> Intervalos de Clase de la Fluencia Modificada .....	<b>158</b>
<b>Tabla 3.66.</b> Frecuencias Acumuladas de la Fluencia Modificada .....	<b>159</b>
<b>Tabla 3.67.</b> Estadística Descriptiva del Ensayo del Vialit Convencional .....	<b>161</b>
<b>Tabla 3.68.</b> Estadística Descriptiva del Ensayo del Vialit Modificado .....	<b>163</b>
<b>Tabla 3.69.</b> Estadística Descriptiva del Ensayo del Barrido Convencional .....	<b>165</b>

<b>Tabla 3.70.</b> Estadística Descriptiva del Ensayo del Barrido Modificado .....	<b>167</b>
<b>Tabla 3.71.</b> Costo del Tratamiento Superficial Bicapa con Asfalto	
Convencional .....	<b>171</b>
<b>Tabla 3.72.</b> Costo del Tratamiento Superficial Bicapa con Asfalto Modificado	
Con Polímeros .....	<b>173</b>