

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA EN DIFERENTES TIPOS DE MEZCLAS
ASFÁLTICAS MEDIANTE EL ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA”**

Por:

ILSEN GUEVARA VARGAS

Proyecto de investigación presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en **INGENIERÍA CIVIL**.

SEMESTRE I - GESTIÓN 2021

Tarija- Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO

DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA EN DIFERENTES TIPOS DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE EL ENSAYO A TRACCIÓN
INDIRECTA”**

Por:

ILSEN GUEVARA VARGAS

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 – GESTIÓN 2021

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Aurelio Jose Navia Ojeda

DECANO a.i.

**FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

APROBADA POR:

TRIBUNALES:

.....
M.Sc. Lic. Deysi Arancibia Marquez

VICEDECANA a.i.

**FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
Ing. Marcelo Segovia Cortez

.....
Ing. Oscar Marcelo Chávez Calla

.....
Ing. Edwin Osvaldo Aguirre

ADVERTENCIA:

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA:

A mis padres, Lindauro Vargas Bracamonte y Eliazar Guevara Vásquez, porque creyeron en mí, porque me dieron ejemplos dignos de superación y entrega, porque me impulsaron en los momentos más difíciles de mi carrera y me dieron fuerza y perseverancia para el logro de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO:

Mi agradecimiento a Dios como ser divino, por guiar mis pasos con perseverancia y fortaleza en el proceso de mi formación superior.

Agradecer infinitamente a mis padres por ser mi ejemplo, mi inspiración a seguir y por haberme apoyado incondicionalmente e inculcado en mí, valores y principios que guiarán el cumplimiento de mis metas.

Agradecimiento sincero a mi docente asesor por su paciencia y orientación brindada en el proceso de elaboración de mi proyecto de grado, a los responsables de los laboratorios, de suelos y asfaltos por el fortalecimiento brindado en el asesoramiento técnico desarrollado en laboratorio.

PENSAMIENTO:

Se firme en tus actitudes y perseverante en tu ideal.
Pero sé paciente, no pretendiendo que todo te
llegue de inmediato.

Haz tiempo para todo, y todo lo que es tuyo, vendrá
a tus manos en el momento oportuno.

M. Gandhi

ÍNDICE

Advertencia
Dedicatoria
Agradecimiento
Pensamiento
Resumen

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

DISEÑO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

	Página
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación.....	2
1.2.1. Aporte académico	2
1.2.2. Aplicación técnica – práctica.....	3
1.2.3. Importancia social.....	3
1.3. Planteamiento del problema	3
1.3.1. Situación problemática	3
1.3.2. Delimitación del tiempo	4
1.3.3. Delimitación del espacio.....	4
1.3.4. Formulación del problema.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Alcance.....	5

1.6. Hipótesis.....	6
1.7. Conceptualización de las variables	6

CAPÍTULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

	Página
2.1. Marco conceptual	8
2.1.1. Mezclas asfálticas o bituminosas.....	8
2.1.1.1. Funcionalidad de la mezcla asfáltica en un pavimento flexible.....	8
2.1.1.2. Propiedades consideradas en el diseño de mezclas.....	9
2.1.2. Clasificación de las mezclas asfálticas	11
2.1.2.1. Por fracciones de agregado pétreo empleado.....	11
2.1.2.2. Por el tamaño máximo del agregado pétreo	11
2.1.2.3. Por la granulometría.....	11
2.1.2.4. Por la proporción de vacíos en la mezcla asfáltica	11
2.1.2.5. Por la temperatura de puesta en obra	12
2.1.3. Cemento asfáltico	14
2.1.4. Emulsión asfáltica.....	14
2.1.4.1. Propiedades de las emulsiones asfálticas	16
2.1.4.2. Tipos de emulsión asfáltica.....	16
2.1.4.3. Agregados pétreos.....	17
2.1.5. Diseño de mezclas asfálticas	17
2.1.6. Características volumétricas de las mezclas asfálticas	18
2.1.7. Ensayos sobre mezclas	22

2.1.8. Ensayo Marshall Flujo y Estabilidad.....	22
2.1.9. Ensayo de Tracción Indirecta	24
2.1.9.1. Descripción del ensayo	25
2.1.9.2. Aplicación del ensayo de Tracción Indirecta	27
2.1.9.2.1. Equipo utilizado para el ensayo.....	28
2.1.10. Distribución teórica de tensiones	30
2.1.11. Distribución de tensiones en el plano horizontal	31
2.1.12. Distribución de tensiones en el diámetro vertical	31
2.1.13. Tensión de rotura.....	32
2.1.14. Rangos de confiabilidad de resistencia a tracción indirecta.....	33
2.2. Marco normativo.....	35
2.3. Marco referencial	37
2.4. Análisis del aporte teórico.....	39

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página
3.1. Criterios del diseño metodológico	40
3.1.1. Unidad de estudio o muestra	40
3.1.2. Población	40
3.1.3. Muestra	40
3.1.4. Muestreo	41
3.2. Control y validación interna.....	44
3.2.1. Descripción de los ensayos de laboratorio.....	45
3.2.1.1. Ensayos de caracterización a realizarse para agregados	45

3.2.1.2. Ensayos de caracterización del cemento asfáltico 85/100 (mezcla en caliente).....	45
3.2.1.3. Ensayos de caracterización de emulsión asfáltica RR-2C (mezcla en frío)	45
3.2.1.4. Ensayo de tracción indirecta	46
3.3. Caracterización de los materiales	47
3.3.1. Criterios a utilizar	47
3.3.2. Materiales de aporte.....	47
3.3.2.1. Agregados pétreos.....	47
3.3.2.2. Cemento asfáltico.....	48
3.3.2.3. Emulsión asfáltica	49
3.3.3. Caracterización del agregado pétreo.....	50
3.3.3.1. Análisis granulométrico de los agregados (Marco referencial AASHTO T-27, ASTM C-136)	50
3.3.3.2. Método para determinar el equivalente de arena (Marco referencial ASTM D-2419)	54
3.3.3.3. Abrasión del agregado grueso mediante la máquina de los ángeles (Marco referencial ASTM C 131, AASHTO T-96).....	56
3.3.3.4. Peso específico y absorción del agregado grueso (Marco referencial ASTM D 127, AASHTO T85).....	58
3.3.3.5. Peso específico y absorción del agregado fino (Marco referencial ASTM C 128, AASHTO T84).....	59
3.3.3.6. Peso unitario de los agregados (Marco referencial ASTM C29, AASHTO T19).....	61

3.3.4. Caracterización del cemento asfáltico	62
3.3.4.1. Ensayo de viscosidad Saybolt-Furol (ASTM E-102)	63
3.3.4.2. Ensayo de ductilidad (ASTM D113 AASHTO T51)	64
3.3.4.3. Ensayo de punto de inflamación por el vaso abierto de Cleveland (ASTM D-92, AASHTO T 48)	65
3.3.4.4. Ensayo de peso específico (ASTM D-70)	66
3.3.4.5. Ensayo de penetración (ASTM D-5, AASHTO T201)	68
3.3.4.6. Ensayo de punto de ablandamiento (ASTM D 36-89, AASHTO T 53-92)	69
3.3.4.7. Ensayo de la película delgada (ASTM D 1754)	70
3.3.5. Caracterización de la emulsión asfáltica	72
3.3.5.1. Ensayo de viscosidad Saybolt-Furol (ASTM E102, NBR 14491)	72
3.3.5.2. Ensayo de residuo por destilación (ASTM D6997)	73
3.3.5.3. Ensayo de penetración (ASTM D5, NBR 6576)	73
3.3.5.4. Ensayo de película delgada (ASTM D6)	74
3.3.5.5. Ensayo de punto de ablandamiento (ASTM D36, NBR 6560)	75
3.3.5.6. Ensayo de ductilidad	76
3.3.5.7. Ensayo de peso específico del asfalto residual (Marco referencial ASTM D244-09)	77
3.3.6. Presentación de resultados de los ensayos de caracterización de los materiales	78
3.3.6.1. Agregados pétreos	78
3.3.6.2. Cemento asfáltico	79
3.3.6.3. Emulsión asfáltica	79

3.4. Mezclas asfálticas.....	79
3.4.1. Métodos de diseño	79
3.4.2. Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall	80
3.4.3. Procedimientos e instrumentos para la realización del diseño Marshall	80
3.4.4. Franja aceptable de granulometría del material pétreo para mezclas asfálticas densas	82
3.4.5. Curva granulométrica para el diseño de una mezcla asfáltica para el diseño Marshall	83
3.5. Procedimiento de ensayo realizado en laboratorio.....	85
3.5.1. Dosificación de la mezcla en función a la cantidad de cemento asfáltico 85/100.....	85
3.5.1.1. Procedimiento para la construcción de briquetas (mezcla asfáltica en caliente)	85
3.5.1.2. Determinación de la densidad, estabilidad y fluencia Marshall.....	88
3.5.1.2.1. Determinación de la densidad.....	89
3.5.1.2.2. Determinación de la estabilidad y fluencia.....	90
3.5.1.2.3. Resultados obtenidos del ensayo de estabilidad y fluencia para mezcla asfáltica en caliente	93
3.5.1.3. Determinación del porcentaje óptimo de cemento asfáltico	96
3.5.2. Dosificación de la mezcla en función a la cantidad de emulsión asfáltica RR-2C	97
3.5.2.1. Procedimiento para la construcción de briquetas (mezcla asfáltica frío).....	97

3.5.2.2. Determinación de la densidad, estabilidad y fluencia Marshall.....	100
3.5.2.2.1. Determinación de la densidad.....	101
3.5.2.2.2. Determinación de la estabilidad y fluencia.....	101
3.5.2.2.3. Resultados obtenidos del ensayo de estabilidad y fluencia para mezcla asfáltica en frío.....	103
3.5.2.3. Determinación del porcentaje óptimo de asfalto residual	105
3.6. Metodología de fabricación de las briquetas para el ensayo a tracción indirecta	105
3.6.1. Elaboración de mezclas en caliente con cemento asfáltico convencional.....	105
3.6.2. Elaboración de mezclas en frío con emulsión RR-2C	107
3.7. Ensayo a tracción indirecta	108
3.7.1. Procedimiento de ensayo	109
3.7.2. Resultados del ensayo a tracción indirecta	114
3.7.2.1. Resultados obtenidos a tracción indirecta en mezclas asfálticas elaborada en caliente con cemento asfáltico 85/100	114
3.7.2.2. Resultados obtenidos a tracción indirecta en mezcla elaborada en frío con emulsión RR-2C	116

CAPÍTULO IV

PROCESAMIENTO Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

	Página
4.1. Análisis de los resultados obtenidos mediante el ensayo de tracción indirecta	118
4.1.1. Tracción indirecta en mezcla asfáltica elaborada en caliente	118

4.1.2. Tracción indirecta en mezcla elaborada en frío.....	125
4.2. Distribución teórica de tensiones	131
4.2.1. Distribución de tensiones sobre el plano vertical	132
4.2.1.1. Mezcla asfáltica elaborada en caliente.....	133
4.2.1.2. Mezcla asfáltica elaborada en frío.....	136
4.2.2. Distribución de tensiones sobre el plano horizontal	138
4.2.2.1. Mezcla asfáltica elaborada en caliente	140
4.2.2.2. Mezcla asfáltica elaborada en frío.....	143
4.3. Resultados comparativos entre mezclas asfálticas	146
4.4. Validación de la hipótesis	150
4.5. Análisis de costos.....	152

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1. Conclusiones	158
5.2. Recomendaciones.....	159

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A Caracterización de agregados

ANEXO B Caracterización de material asfáltico

ANEXO C Diseño de mezcla asfáltica y Ensayo a Tracción indirecta

VARIOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Esquema de rompimiento de la emulsión asfáltica.....	15
Figura 2.2 Parámetros de diseño volumétricos	18
Figura 2.3 Diagrama de compactación de una mezcla asfáltica	21
Figura 2.4 Ensayo Marshall	23
Figura 2.5 Equipo Marshall.....	24
Figura 2.6 Ensayo de resistencia a la tracción.....	25
Figura 2.7 Configuración de carga (a) y rotura del ensayo de tracción indirecta (b).....	26
Figura 2.8 Prensa Lottman	29
Figura 2.9 Distribución teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta	30
Figura 2.10 Distribución de tensiones en probeta sometida a una carga aplicada sobre placa de carga de apoyo	33
Figura 3.1 Ubicación de la planta de áridos	48
Figura 3.2 Planta de áridos.....	48
Figura 3.3 Esquema de tamizado de los agregados	51
Figura 3.4 Proceso de tamizado manual	51
Figura 3.5 Curva granulométrica agregado grueso (grava)	52
Figura 3.6 Curva granulométrica agregado grueso (gravilla)	53
Figura 3.7 Curva granulométrica agregado fino	54
Figura 3.8 Determinación del equivalente de arena.....	55

Figura 3.9 Material granular dispuesto para tamizar en la malla N° 12	56
Figura 3.10 Ensayo de peso específico del agregado grueso	58
Figura 3.11 Muestra sumergida y muestra saturada con superficie seca	60
Figura 3.12 Matraz + agua + muestra	60
Figura 3.13 Peso unitario del agregado grueso	61
Figura 3.14 Peso unitario del agregado fino	61
Figura 3.15 Ensayo de viscosidad de saybolt-furol	64
Figura 3.16 Realización del ensayo de ductilidad.....	65
Figura 3.17 Ensayo de punto de inflamación.....	66
Figura 3.18 Ensayo de peso específico	67
Figura 3.19 Penetración de la muestra	69
Figura 3.20 Ensayo de punto de ablandamiento	70
Figura 3.21 Ensayo de película delgada.....	71
Figura 3.22 Ensayo de viscosidad saybolt a emulsión RR-2C	72
Figura 3.23 Ensayo de residuo por destilación	73
Figura 3.24 Ensayo de penetración (ASTM D5, NBR 6576)	74
Figura 3.25 Ensayo de película de la emulsión	75
Figura 3.26 Ensayo de punto de ablandamiento al asfalto residual de la emulsión.....	76
Figura 3.27 Ensayo de ductilidad a asfalto residual.....	76
Figura 3.28 Ensayo de peso específico de asfalto residual	77
Figura 3.29 Curva granulométrica formada y líneas de control.....	84
Figura 3.30 Calentado de agregados y vertido de asfalto para su posterior mezclado.....	86

Figura 3.31 Mezclado de materiales y control de temperatura	87
Figura 3.32 Compactado de la mezcla	87
Figura 3.33 Extracción de las briquetas	88
Figura 3.34 Determinación de las dimensiones de la briqueta	89
Figura 3.35 Determinación del peso seco de la mezcla	89
Figura 3.36 Sumergido de las muestras y determinación del peso saturado con superficie seca	90
Figura 3.37 Determinación del peso sumergido	90
Figura 3.38 Baño María a 60° C	91
Figura 3.39 Briquetas con distintos porcentajes de asfalto para ser ensayadas	91
Figura 3.40 Ensayo de estabilidad y fluencia.....	92
Figura 3.41 Briqueta después de romper en Marshall.....	92
Figura 3.42 Gráficas del método Marshall para la determinación del porcentaje óptimo de cemento asfáltico	95
Figura 3.43 Colocado de las cantidades necesarias de materiales para cada briqueta	98
Figura 3.44 Mezclado de materiales	98
Figura 3.45 Preparación del molde con las mezclas para su compactación.....	99
Figura 3.46 Extracción de las briquetas	99
Figura 3.47 Curado de las briquetas en horno por 72 horas.....	100
Figura 3.48 Determinación de la altura de la briqueta	100
Figura 3.49 Determinación del peso seco y sumergido en baño María	101
Figura 3.50 Briquetas en baño María a 25°C.....	101

Figura 3.51 Ensayo de estabilidad y fluencia.....	102
Figura 3.52 Gráficas del método Marshall para la determinación del porcentaje optimo del asfalto residual.....	104
Figura 3.53 Cantidades de materiales para cada briqueta	106
Figura 3.54 Esquema del equipo del ensayo a tracción indirecta	109
Figura 3.55 Elaboración de las distintas mezclas asfálticas	110
Figura 3.56 Briquetas terminadas elaboradas en caliente y frío	110
Figura 3.57 Medición de las dimensiones de las briquetas	111
Figura 3.58 Inmersión de las briquetas en baño María	111
Figura 3.59 Colocado de las briquetas en la prensa Lottman junto con los elementos de medida de deformación horizontal y vertical.....	112
Figura 3.60 Briqueta lista para la aplicación de carga	112
Figura 3.61 Aplicación de carga a velocidad constante.....	113
Figura 3.62 Falla del espécimen	113
Figura 3.63 Resistencia a tracción indirecta	115
Figura 3.64 Deformaciones verticales y horizontales observadas en las diferentes briquetas durante el ensayo a tracción indirecta.....	116
Figura 3.65 Deformaciones verticales y horizontales	117
Figura 4.1 Gráfica de la resistencia a Tracción Indirecta en las diferentes briquetas	120
Figura 4.2 Diagrama de carga aplicada vs Tracción Indirecta en mezcla asfáltica en caliente	120

Figura 4.3 Diagrama de tracción indirecta vs Deformaciones en mezcla asfáltica en caliente	121
Figura 4.4 Diagrama de tracción indirecta vs Deformaciones horizontales en mezcla asfáltica en caliente.....	122
Figura 4.5 Grafica de la resistencia a tracción indirecta en las diferentes briquetas.....	126
Figura 4.6 Diagrama de carga aplicada vs tracción indirecta en mezcla asfáltica en frío.....	127
Figura 4.7 Diagrama de tracción indirecta vs Deformaciones en mezcla asfáltica en frío.....	128
Figura 4.8 Diagrama de tracción indirecta vs Deformación horizontal en mezcla asfáltica en frío.....	128
Figura 4.9 Distribución teórica de tensiones en el plano vertical	132
Figura 4.10 Distribución teórica de tensiones en el plano vertical (mezcla en caliente).....	134
Figura 4.11 Distribución teórica de tensiones en el plano de vertical (mezcla en frío)	137
Figura 4.12 Distribución teórica de tensiones en el plano horizontal	139
Figura 4.13 Distribución teórica de tensiones en el plano horizontal (mezcla en caliente)	141
Figura 4.14 Distribución teórica de tensiones en el plano de horizontal (mezcla en frío).....	144
Figura 4.15 Diagrama comparativo de R.T.I entre mezclas elaboradas en caliente y frío.....	148

Tabla 3.10 Resultados del ensayo de desgaste de los ángeles (gravilla 3/8)	57
Tabla 3.11 Resultados del ensayo de peso específico del agregado grueso (grava).....	59
Tabla 3.12 Resultados del ensayo de peso específico del agregado grueso (gravilla)	59
Tabla 3.13 Resultados del ensayo de peso específico del agregado fino.....	60
Tabla 3.14 Resultados de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	62
Tabla 3.15 Resultados de peso unitario suelto y compactado de la gravilla.....	62
Tabla 3.16 Resultados de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	62
Tabla 3.17 Resultados del ensayo de viscosidad saybolt-furol.....	64
Tabla 3.18 Resultados de ensayo de ductilidad	65
Tabla 3.19 Resultados de ensayo de punto de inflamación	66
Tabla 3.20 Resultados de ensayo de peso específico	68
Tabla 3.21 Resultados del ensayo de penetración.....	69
Tabla 3.22 Resultados de punto de ablandamiento	70
Tabla 3.23 Resultados de película delgada	71
Tabla 3.24 Resultados de viscosidad saybolt-furol.....	72
Tabla 3.25 Resultados de ensayo de residuo por destilación	73
Tabla 3.26 Resultados de ensayo de penetración	74
Tabla 3.27 Resultados de película delgada	75
Tabla 3.28 Resultados de punto de ablandamiento.....	76

Tabla 3.29 Resultados de ductilidad	77
Tabla 3.30 Resultados de peso específico de asfalto residual.....	78
Tabla 3.31 Resumen de resultados de caracterización de agregados.....	78
Tabla 3.32 Resumen de resultados de caracterización de cemento asfáltico	79
Tabla 3.33 Resumen de resultados de caracterización de emulsión asfáltica	79
Tabla 3.34 Franjas granulométricas	83
Tabla 3.35 Curva granulométrica formada para el diseño de mezcla asfáltica densas	84
Tabla 3.36 Cantidad de agregados y cemento asfáltico para la elaboración de mezcla asfáltica en caliente	85
Tabla 3.37 Peso específico de los materiales	93
Tabla 3.38. Resultados obtenidos del ensayo Marshall	94
Tabla 3.39. Tabla de resultados para la obtención del porcentaje óptimo de cemento asfáltico.....	96
Tabla 3.40. Cantidad de materiales para la elaboración de mezclas asfálticas en frío	97
Tabla 3.41. Resultado obtenido del ensayo Marshall	103
Tabla 3.42. Tabla de resultados para la obtención del porcentaje óptimo de asfalto residual	105
Tabla 3.43. Determinación de cantidades de material para cada briqueta	106
Tabla 3.44. Ensayo Marshall a briquetas elaboradas con el porcentaje óptimo de cemento asfáltico 85/100.....	107
Tabla 3.45. Determinación de cantidades de material para cada briqueta	107

Tabla 3.46 Ensayo Marshall a briqueta elaborada con el porcentaje óptimo de emulsión.....	108
Tabla 3.47. Dimensiones de las briquetas elaboradas en caliente.....	114
Tabla 3.48. Resultados del ensayo a tracción indirecta en mezcla en caliente	115
Tabla 3.49 Dimensiones de las briquetas elaboradas en frío	116
Tabla 3.50. Resultado del ensayo a tracción indirecta en mezcla en frío	117
Tabla 4.1 Resultados del ensayo a tracción indirecta en mezcla en caliente	119
Tabla 4.2. Valores de carga y tracción indirecta de cada espécimen	122
Tabla 4.3 Resultado del ensayo a tracción indirecta en mezcla frío	126
Tabla 4.4. Valores de carga y tracción indirecta de cada espécimen	129
Tabla 4.5. Distribución de tensiones en el diámetro vertical (mezcla en caliente)....	133
Tabla 4.6. Distribución de tensiones en el diámetro vertical (mezcla en frío).....	136
Tabla 4.7. Distribución de tensiones en el diámetro horizontal (m.a en caliente)	140
Tabla 4.8. Distribución de tensiones en el diámetro horizontal (m.a. en frío).....	143
Tabla 4.9 Carga aplicada y resistencia a tracción indirecta	146
Tabla 4.10 Cuadro comparativo de resultados obtenidos de los dos tipos de mezclas.....	147
Tabla 4.11 Valores de nivel de confianza de acuerdo al tipo de camino	149