

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



**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS AGREGADOS EN EL
DAÑO POR HUMEDAD DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS”**

Por:

UNV. MARIO ARMANDO GÓMEZ GUTIÉRREZ

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 II - 2018
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 EFECTO DE LOS AGREGADOS EN EL
DAÑO POR HUMEDAD DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS”**

Por:

UNV. MARIO ARMANDO GÓMEZ GUTIÉRREZ

SEMESTRE II - 2018

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozávez
**DECANO FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
**VICE DECANO FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
Ing. Ada López Rueda

.....
Ing. Edwin Osvaldo Aguirre

.....
Ing. Julio Urzagaste Gutiérrez

ADVERTENCIA

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

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico en primer lugar a Dios y a la Virgen de Chaguaya, por permitirme llegar a esta etapa importante de mi vida, dándome fortaleza en cada paso que doy.

A mis padres; **Jaime Gómez (Q.E.P.D)**, y **Teresa Gutiérrez Bejarano** por su sacrificio, amor, apoyo y ser ejemplo de perseverancia en mi vida.

A mis hermanos, familiares y amigos que de una u otra forma me brindaron su ayuda y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Primeramente doy gracias a Dios y a la Virgen de Chaguaya por permitirme llegar a esta importante etapa de mi vida.

A mi madre **Teresa Gutiérrez Bejarano**, el tesoro más preciado de mi vida, por su amor, dedicación y confianza, quien nunca me dejó de apoyar y alentar para salir adelante, por transmitirme su humildad y enseñarme a valorar las cosas más sencillas de la vida, esta etapa es fruto de su gran esfuerzo. No me cansaré de agradecerte ¡GRACIAS MAMÁ!

PENSAMIENTO

Nadie está a salvo de las derrotas.

Es mejor perder algunos combates en la
lucha de nuestros sueños, que ser
derrotado sin saber siquiera por lo que se
está luchando...

Paulo Coelho

ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	Página
1.1	INTRODUCCIÓN;Error! Marcador no definido.
1.2	FUNDAMENTO TEÓRICO;Error! Marcador no definido.
1.2.1	Revisión bibliográfica 2
1.2.2	Justificación..... 10
1.3	DISEÑO TEÓRICO 11
1.3.1	Planteamiento del problema 11
1.3.1.1	Situación problemática..... 11
1.3.1.2	Problema 12
1.3.2	Objetivos de la investigación 12
1.3.2.1	Objetivo general 12
1.3.2.2	Objetivo específico..... 12
1.4	HIPÓTESIS 13
1.5	DISEÑO METODOLÓGICO 14
1.5.1	Componentes..... 14
1.5.1.1	Unidad de estudio y decisión muestral..... 14
1.5.1.1.1	Unidad de estudio..... 14
1.5.1.1.2	Población..... 14
1.5.1.1.3	Muestra..... 14
1.5.1.1.4	Muestreo..... 15
1.6	MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS 15
1.6.1	Selección de métodos y técnicas 15
1.6.2	Técnica 15
1.6.3	Descripción de los instrumentos 18
1.6.4	Procedimiento de aplicación 19
1.6.5	Preparación previa..... 20

1.7	PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y LA INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	20
1.8	ALCANCE	20

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

		Página
2.1	PAVIMENTOS FLEXIBLES	23
2.1.1	Composición química del cemento asfáltico	24
2.1.2	Producción de asfalto	25
2.2	MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE	26
2.3	PROPIEDADES DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS	27
2.4	LIGANTE ASFÁLTICO	28
2.4.1	Propiedades físicas del ligante asfáltico.....	29
2.5	ADHERENCIA EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS	29
2.5.1	Teorías de adhesión en la unión árido-ligante.....	31
2.5.2	Factores internos influyentes en la unión árido-ligante	32
2.5.3	Factores externos en la unión árido-ligante	33
2.6	DAÑO POR HUMEDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS	35
2.6.1	Fuentes de humedad en las mezclas asfálticas	36
2.6.2	Principales deterioros asociados al daño por humedad.....	36
2.6.3	Mecanismos asociados al daño por humedad	40

CAPÍTULO III

EFEECTO DE LA HUMEDAD EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

		Página
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS	43
3.2.1	Selección de materiales	43

3.2.2	Criterio de diseño normalizado	45
3.3	ENSAYO DE CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS	48
3.3.1	Granulometría (ASTM C136 AASHTO T-27)	48
3.3.2	Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso... (ASTM C127 AASHTO T-84)	50
3.3.3	Determinación del peso específico y absorción del agregado fino..... (arena) (ASTM C128 AASTHO T84)	51
3.3.4	Determinación del peso unitario de los agregados (grava y gravilla)... (AASHTO T19 C29).....	52
3.3.5	Determinación del peso unitario de los agregados finos..... (AASHTO T19 ASTM C29).....	53
3.3.6	Método para determinar el desgaste mediante la máquina..... de los ángeles (ASTM 131 AASHTO T96).....	54
3.3.7	Ensayo de durabilidad de los agregados usando sulfato de sodio..... (ASTM C88 AASHTO T104).....	55
3.3.8	Porcentaje de caras fracturadas en los áridos (D 5821 NTL 358).....	56
3.3.9	Método para determinar el equivalente de arena..... (ASTM D 2419 AASHTO T176-00).....	58
3.3.10	Límites de Atterberg (AASHTO T-89).....	59
3.4	ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO	61
3.4.1	Penetración (ASTM D 5 AASHTO T49 – 97).....	62
3.4.2	Ductilidad (ASTM D 113 AASHTO T 51-00)	63
3.4.3	Punto de inflamación y combustión mediante la copa abierta..... de Cleveland (ASTM D 1310 AASHTO T 79)	64
3.4.4	Punto de ablandamiento con el aparato de anillo y bola..... (ASTM D 36 AASTHO T53-96)	64
3.4.5	Peso específico (ASTM D-70 AASHTO T-228).....	65
3.4.6	Película delgada (ASTM D 1754 AASHTO T179-05).....	66
3.5	DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MEDIANTE EL MÉTODO MARSHALL	68
3.6	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD	72
3.7	DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MEDIANTE MARSHALL CON C.A. 60/70	76

3.8	DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MEDIANTE MARSHALL CON C.A. 85/100	76
3.9	DISEÑO ÓPTIMO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MARSHALL CON C.A. 60/70	77
3.9.1	Diseño óptimo San José de Charaja 60/70.....	77
3.9.2	Diseño óptimo Erika S.R.L. 60/70.....	77
3.10	DISEÑO ÓPTIMO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MARSHALL 85/100	78
3.10.1	Diseño óptimo San José de Charaja 85/100.....	78
3.10.2	Diseño óptimo Erika S.R.L. 85/100.....	78
3.11	ELABORACIÓN DE BRIQUETAS MARSHAL CON CONTENIDO ÓPTIMO DE C. A.	79
3.11.1	Diseño Marshall briquetas húmedas.....	79
3.11.2	Diseño Marshall briquetas secas.....	80
3.12	ANÁLISIS DE RESULTADOS	81
3.12.1	Caracterización de los agregados.....	81
3.12.2	Análisis y resultados de los ensayos del C.A. 85/100 y C.A. 60/70.....	81
3.12.3	Diseño Marshall para determinar el contenido óptimo de C.A. 60/70..	83
3.12.3.1	Resultados diseño Marshall San José de Charaja.....	83
3.12.3.2	Resultados diseño Marshall Erika S.R.L.	88
3.12.3.3	Resultados diseño Marshall La Posta Municipal.....	93
3.12.4	Diseño Marshall para determinar el contenido óptimo de C.A. 85/100.	98
3.12.4.1	Resultados diseño Marshall San José de Charaja.....	98
3.12.4.2	Resultados diseño Marshall Erika S.R.L.	103
3.12.4.3	Resultados diseño Marshall La Posta Municipal.....	108
3.12.5	Mezclas asfálticas convencionales.....	113
3.12.6	Análisis del daño por humedad en función del árido.....	114
3.12.7	Análisis del daño por humedad en función del ligante asfáltico.....	119
3.12.8	Análisis por el tipo de agregado.....	122

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 CONCLUSIONES	128
4.2 RECOMENDACIONES	132

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo I. Caracterización de los agregados

Anexo II. Caracterización del cemento asfáltico

Anexo III. Diseño de la mezcla asfáltica mediante el método Marshall

Anexo IV. Briquetas Marshall con contenido óptimo de cemento asfáltico

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1.1:	Valores mínimos para el equivalente de arena.....	10
Tabla 1.2:	Conceptualización y operacionalización de variables.....	13
Tabla 2.1:	Porcentaje de elementos químicos constituyentes del ligante asfáltico	24
Tabla 3.1:	Ensayos de laboratorio normalizados para agregados	46
Tabla 3.2:	Ensayos de laboratorio normalizados para asfaltos	47
Tabla 3.3:	Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas..... asfálticas de granulometría densa.....	48
Tabla 3.4:	Granulometría agregados San José de Charaja	48
Tabla 3.5:	Granulometría agregados Erika S.R.L.49	49
Tabla 3.6:	Granulometría agregados La Posta Municipal	49
Tabla 3.7:	Peso específico del agregado grueso San José de Charaja.....	50
Tabla 3.8:	Peso específico del agregado grueso Erika S.R.L.....	50
Tabla 3.9:	Peso específico del agregado grueso La Posta Municipal	50
Tabla 3.10:	Peso específico arena San José de Charaja	51
Tabla 3.11:	Peso específico arena Erika S.R.L.	51
Tabla 3.12:	Peso específico arena La Posta Municipal	51
Tabla 3.13:	Peso unitario grava, gravilla San José de Charaja.....	52
Tabla 3.14:	Peso unitario grava, gravilla Erika S.R.L.....	52
Tabla 3.15:	Peso unitario grava, gravilla La Posta Municipal	53
Tabla 3.16:	Peso unitario arena San José de Charaja	53
Tabla 3.17:	Peso unitario arena Erika S.R.L.	54
Tabla 3.18:	Peso unitario arena La Posta Municipal.....	54
Tabla 3.19:	Desgaste de los ángeles agregado San José de Charaja	54
Tabla 3.20:	Desgaste de los ángeles agregado Erika S.R.L.	55
Tabla 3.21:	Desgaste de los Ángeles agregado La Posta Municipal.....	55
Tabla 3.22:	Durabilidad de los agregados método de los sulfatos..... San José de Charaja.....	55
Tabla 3.23:	Durabilidad de los agregados método de los sulfatos, Erika S.R.L.	56

Tabla 3.24:	Durabilidad de los agregados método de los sulfatos,.....	
	La Posta Municipal	56
Tabla 3.25:	Caras fracturadas material 3/4" San José de Charaja.....	56
Tabla 3.26:	Caras fracturadas material 3/4" Erika S.R.L.	57
Tabla 3.27:	Caras fracturadas material 3/4" La Posta Municipal.....	57
Tabla 3.28:	Caras fracturadas material 3/8" San José de Charaja.....	57
Tabla 3.29:	Caras fracturadas material 3/8" Erika S.R.L.	58
Tabla 3.30:	Caras fracturadas material 3/8" La Posta Municipal.....	58
Tabla 3.31:	Equivalente de arena, San José de Charaja	58
Tabla 3.32:	Equivalente de arena, Erika S.R.L.	59
Tabla 3.33:	Equivalente de arena, La Posta Municipal.....	59
Tabla 3.34:	Límite líquido, San José de Charaja.....	60
Tabla 3.35:	Límite líquido, Erika S.R.L.	60
Tabla 3.36:	Límite líquido, La Posta Municipal	60
Tabla 3.37:	Ensayo de penetración C.A. 85/100.....	62
Tabla 3.38:	Ensayo de penetración C.A. 60/70.....	63
Tabla 3.39:	Ensayo de ductilidad C.A. 85/100.....	63
Tabla 3.40:	Ensayo de ductilidad C.A. 60/70.....	63
Tabla 3.41:	Punto de inflación C.A. 85/100.....	64
Tabla 3.42:	Punto de inflación C.A. 60/70.....	64
Tabla 3.43:	Punto de ablandamiento C.A. 85/100	65
Tabla 3.44:	Punto de ablandamiento C.A. 60/70	65
Tabla 3.45:	Peso específico C.A. 85/100	65
Tabla 3.46:	Peso específico C.A. 60/70	66
Tabla 3.47:	Película delgada C.A. 85/100.....	66
Tabla 3.48:	Película delgada C.A. 60/70.....	67
Tabla 3.49:	Resumen de resultados caracterización C.A. 85/100 y C.A. 60/70	67
Tabla 3.50:	Dosificación óptima diseño Marshall C.A. 60/70.....	77
Tabla 3.51:	Dosificación óptima diseño Marshall C.A. 60/70.....	77
Tabla 3.52:	Dosificación óptima diseño Marshall C.A. 85/100.....	78
Tabla 3.53:	Dosificación óptima diseño Marshall C.A. 85/100.....	78
Tabla 3.54:	Resultados de caracterización C.A. 85/100 y 60/70	81
Tabla 3.55:	Resultados diseño Marshall San José de Charaja 60/70	87

Tabla 3.56:	Resultado diseño Marshall óptimo San José de Charaja 60/70.....	88
Tabla 3.57:	Resultados diseño Marshall Erika S.R.L. 60/70	92
Tabla 3.58:	Resultado diseño Marshall óptimo Erika S.R.L. 60/70.....	93
Tabla 3.59:	Resultados diseño Marshall La Posta Municipal 60/70	97
Tabla 3.60:	Resultado diseño Marshall optimo La Posta Municipal 60/70	98
Tabla 3.61:	Resultados diseño Marshall San José de Charaja 85/100	102
Tabla 3.62:	Resultado diseño Marshall óptimo San José de Charaja 85/100.....	103
Tabla 3.63:	Resultados diseño Marshall Erika S.R.L. 85/100	107
Tabla 3.64:	Resultado diseño Marshall óptimo Erika S.R.L. 85/100.....	108
Tabla 3.65:	Resultados diseño Marshall La Posta Municipal 85/100	112
Tabla 3.66:	Resultado diseño Marshall óptimo La Posta Municipal 85/100	113
Tabla 3.67:	Resultados obtenidos para la estabilidad.....	113
Tabla 3.68:	Resultados obtenidos para la fluencia	114
Tabla 3.69:	Resultados obtenidos para la estabilidad y la fluencia..... con el ligante asfáltico 60/70.....	115
Tabla 3.70:	Resultados obtenidos para la estabilidad y la fluencia..... con el ligante asfáltico 85/100.....	115
Tabla 3.71:	Resultados obtenidos para la estabilidad y la fluencia..... con el ligante asfáltico 60/70.....	117
Tabla 3.72:	Resultados obtenidos para la estabilidad y la fluencia..... con el ligante asfáltico 85/100.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1: Angularidad de la fracción gruesa.....	8
Figura 1.2: Población.....	14
Figura 1.3: Caracterización de los agregados	16
Figura 1.4: Caracterización del cemento asfáltico.....	16
Figura 1.5: Elaboración de briquetas para encontrar el contenido óptimo..... de cemento asfáltico.....	17
Figura 1.6: Elaboración de briquetas húmedas y secas	17
Figura 2.1: Estructura tipo de un pavimento asfáltico.....	24
Figura 2.2: Proceso de refinación del petróleo para obtención del asfalto.....	26
Figura 2.3: Tensiones producidas por cargas del tráfico	28
Figura 2.4: Adhesión y cohesión	30
Figura 2.5: Pérdida de adherencia en la interfaz árido-ligante	31
Figura 2.6: Ángulo de contacto entre el árido y ligante asfáltico.....	32
Figura 2.7: Envejecimiento a corto y largo plazo del ligante asfáltico	33
Figura 2.8: Fuentes de humedad en un pavimento asfáltico.....	36
Figura 2.9: Raveling y stripping en pavimentos asfálticos.....	37
Figura 2.10: Bacheo producto del desprendimiento o stripping.....	38
Figura 2.11: Fisuración en bloque y transversal.....	38
Figura 2.12: Piel de cocodrilo.....	39
Figura 2.13: Bache.....	39
Figura 2.14: Daño del ligante asfáltico y la interface árido-ligante debido..... a la difusión de humedad.....	40
Figura 2.15: Mecanismos de fallo, desprendimiento y desplazamiento.....	41
Figura 2.16: Agrietamiento del ligante asfáltico debido a la acción de bombeo.....	42
Figura 3.1: Grava ¾" empresa Erika S.R.L.	43
Figura 3.2: Gravilla 3/8" empresa Erika S.R.L.	44
Figura 3.3: Arena empresa Erika S.R.L.....	44
Figura 3.4: Ubicación de la planta de agregados, San José de Charaja.....	44
Figura 3.5: Grava ¾" San José de Charaja.....	45

Figura 3.6:	Gravilla 3/8" San José de Charaja.....	45
Figura 3.7:	Arena, San José de Charaja.....	45
Figura 3.8:	Asfalto 85/100 La Posta Municipal.....	61
Figura 3.9:	Planta de producción El Pajonal	61
Figura 3.10:	Turrones con cemento asfáltico 60/70	62
Figura 3.11:	Recepción de muestras de C.A. 60/70	62
Figura 3.12:	Pesando los agregados para preparar la mezcla asfáltica.....	68
Figura 3.13:	Agregado pesados calentando dentro del horno.....	69
Figura 3.14:	Moldes calentando antes del realizar los golpes	69
Figura 3.15:	Agregando ligante asfáltico a la muestra de árido calentada..... y pesada.....	70
Figura 3.16:	Árido con ligante asfáltico	70
Figura 3.17:	Proceso de mezclado	70
Figura 3.18:	Mezcla antes de ser vaciada a los moldes	71
Figura 3.19:	Molde cilíndrico con papel en la base.....	71
Figura 3.20:	Compactación con martillo con 75 golpes por cara.....	72
Figura 3.21:	Desmoldado de briquetas después de un reposo	72
Figura 3.22:	Midiendo alturas a briquetas	73
Figura 3.23:	Pesando las briquetas	73
Figura 3.24:	Briquetas sumergidas en agua a 25 °C.	74
Figura 3.25:	Briquetas pesadas sumergidas en agua a 25 °C.....	74
Figura 3.26:	Briquetas pesadas condición saturada superficie seca	75
Figura 3.27:	Colocado de briquetas en la mordaza Marshall	75
Figura 3.28:	Lectura del dial de Estabilidad (dentro del anillo Marshall)..... y el dial de deformación para el Flujo.....	76
Figura 3.29:	Midiendo el % de humedad de las briquetas.....	79
Figura 3.30:	Instrumento de medición de temperatura y humedad	79
Figura 3.31:	Grupo de probetas estudiadas	80
Figura 3.32:	Probetas sometidas a calor para bajar la humedad.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 3.1: Densidad Vs % de asfalto.....	83
Gráfica 3.2: % de Vacíos Vs. % de asfalto.....	84
Gráfica 3.3: Relación betún-vacíos Vs. % de asfalto	85
Gráfica 3.4: Estabilidad Vs. % de asfalto	85
Gráfica 3.5: Vacíos del agregado mineral Vs. % de asfalto	86
Gráfica 3.6: Flujo Vs. % de asfalto.....	87
Gráfica 3.7: Densidad Vs % de asfalto.....	88
Gráfica 3.8: % De vacíos Vs. % de asfalto.....	89
Gráfica 3.9: Relación betún-vacíos Vs. % de Asfalto	90
Gráfica 3.10: Estabilidad Vs. % de asfalto	90
Gráfica 3.11: Vacíos del agregado mineral Vs. % de asfalto	91
Gráfica 3.12: Flujo Vs. % de asfalto.....	92
Gráfica 3.13: Densidad Vs % de asfalto.....	93
Gráfica 3.14: % De vacíos Vs. % de asfalto.....	94
Gráfica 3.15: Relación betún-vacíos Vs. % de asfalto	95
Gráfica 3.16: Estabilidad Vs. % de asfalto	95
Gráfica 3.17: Vacíos del agregado mineral Vs. % de asfalto	96
Gráfica 3.18: Flujo Vs. % de asfalto.....	96
Gráfica 3.19: Densidad Vs % de asfalto.....	98
Gráfica 3.20: % De vacíos Vs. % de asfalto.....	99
Gráfica 3.21: Relación betún-vacíos Vs. % de asfalto	100
Gráfica 3.22: Estabilidad Vs. % de asfalto	100
Gráfica 3.23: Vacíos del agregado mineral Vs. % de asfalto	101
Gráfica 3.24: Flujo Vs. % de asfalto.....	102
Gráfica 3.25: Densidad Vs % de asfalto.....	103
Gráfica 3.26: % de Vacíos Vs. % de asfalto.....	104
Gráfica 3.27: Relación betún-vacíos Vs. % de asfalto	105

Gráfica 3.28:	Estabilidad Vs. % de asfalto	105
Gráfica 3.29:	Vacíos del agregado mineral Vs. % de asfalto	106
Gráfica 3.30:	Flujo Vs. % de asfalto.....	106
Gráfica 3.31:	Densidad Vs % de asfalto	108
Gráfica 3.32:	% De vacíos Vs. % de asfalto.....	109
Gráfica 3.33:	Relación betún-vacíos Vs. % de Asfalto	109
Gráfica 3.34:	Estabilidad Vs. % de asfalto	110
Gráfica 3.35:	Vacíos del agregado mineral Vs. % de asfalto	111
Gráfica 3.36:	Flujo Vs. % de asfalto.....	111
Gráfica 3.37:	Estabilidad vs humedad con la mezcla asfáltica 60/70.....	116
Gráfica 3.38:	Fluencia vs humedad con la mezcla asfáltica 60/70.....	116
Gráfica 3.39:	Estabilidad vs humedad con la mezcla asfáltica 60/70.....	118
Gráfica 3.40:	Estabilidad vs humedad con la mezcla asfáltica.....	118
Gráfica 3.41:	Estabilidad vs humedad con la mezcla asfáltica.....	119
Gráfica 3.42:	Estabilidad vs humedad con la mezcla asfáltica.....	120
Gráfica 3.43:	Estabilidad vs humedad con la mezcla asfáltica.....	121
Gráfica 3.44:	Estabilidad vs humedad con la mezcla asfáltica.....	121
Gráfica 3.45:	Porcentaje de vacíos en las mezclas asfálticas	124
Gráfica 3.46:	Estabilidad Vs. humedad	125
Gráfica 3.47:	Variación porcentual del daño por humedad	125
Gráfica 3.48:	Estabilidad Vs. humedad	126
Gráfica 3.49:	Variación porcentual del daño por humedad	127

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II
GENERALIDADES DE LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS

CAPÍTULO III

EFECTO DE LA HUMEDAD EN LAS

MEZCLAS ASFÁLTICAS

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO I

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

ANEXO II
CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO
ASFÁLTICO

ANEXO III

DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MEDIANTE EL METODO MARSHALL

ANEXO IV

**BRIQUETAS MARSHALL CON CONTENIDO
ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO**

BIBLIOGRAFÍA