

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



**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO  
CON FIBRA DE POLIPROPILENO APLICADO A LOSAS CORTAS”**

**Por:**

**LEYDI ALODIA CAMACHO CRUZ**

**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**

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO  
CON FIBRA DE POLIPROPILENO APLICADO A LOSAS CORTAS”**

**Por:**

**LEYDI ALODIA CAMACHO CRUZ**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502**

**Semestre II - 2018**  
**TARIJA – BOLIVIA**

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

**DECANO FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA**

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

**VICEDECANA FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
M.Sc. Ing. Moisés Eduardo Díaz Ayarde

.....  
M.Sc. Ing. Jhonny Mario Orgaz Fernandez

.....  
M.Sc. Ing. Mabel Zambrana Velasco

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

## **DEDICATORIAS**

El presente trabajo está dedicado a DIOS, por haberme dado fortaleza para afrontar los obstáculos que se presentaron en el transcurso de mi vida y por sobre todas las cosas dedico este trabajo a las personitas que dan sentido a cada minuto de mi vida, con todo mi amor para mis pequeños Ayelen y Sebastián.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la fortaleza cada día para salir adelante, gracias por permitirme culminar uno de mis más grandes sueños.

A mis pequeños Ayelen y Sebastián, por darme fuerza para luchar día a día.

A mis padres, Justo y Pánfila. A mis hermanos, Natividad y Justino por el gran apoyo teniendo gran paciencia y comprensión en todo momento.

A mis amigos que fueron más que hermanos, me dieron la mano y ánimo cuando más lo necesitaba, nunca terminaré de agradecer su compañía y comprensión. Muchas gracias por creer en mí y no dejarme nunca sola.

A todos mis docentes, que me brindaron todos sus conocimientos un agradecimiento eterno.

## **PENSAMIENTO**

Los sueños sin metas, son sólo sueños; y te llevarán a desilusiones. Las metas, son el camino hacia tus sueños; pero no se pueden lograr sin disciplina y consistencia **(Denzel Washintong)**.

Dedicatorias  
Agradecimientos  
Pensamiento  
Resumen

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 DISEÑO TEÓRICO .....	3
1.3.1 Determinación del problema .....	3
1.3.1.1 Situación del problema.....	3
1.3.1.2 Problema.....	4
1.3.2 Objetivos .....	4
1.3.2.1 Objetivo general .....	4
1.3.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3.3 Hipótesis .....	5
1.3.4 Definición de variables independientes y dependientes .....	5
1.3.4.1 Unidad de observación (UO) .....	5
1.4 DISEÑO METODOLÓGICO .....	5
1.4.1 Unidad de estudio y decisión muestral .....	5
1.4.2 Métodos.....	7
1.4.3 Técnicas.....	8
1.4.4 Proceso de aplicación.....	9
1.5 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.6 LIMITACIONES.....	10

**CAPÍTULO II**  
**PROPIEDADES GENERALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

	<b>Página</b>
2.1 PAVIMENTO .....	12
2.1.1 Definición de pavimento .....	12
2.1.2 Tipos de pavimentos .....	13
2.1.2.1 Pavimentos flexibles .....	15
2.1.2.2 Pavimentos rígidos .....	16
2.1.3 Elementos que conforman la estructura de un pavimento rígido .....	17
2.1.3.1 Subrasante .....	17
2.1.3.2 Subbase .....	17
2.1.3.3 Losa (Superficie de rodadura) .....	18
2.1.4 Tipología de pavimentos rígidos .....	18
2.1.4.1 Pavimento de concreto simple .....	19
2.1.4.2 Pavimentos de concreto armado .....	21
2.1.4.3 Pavimentos de concreto compactado con rodillo .....	24
2.1.4.4 Pavimentos de concreto pre o pos tensado .....	25
2.2 DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTO RÍGIDO .....	25
2.2.1 Espaciamiento y tipo de juntas .....	26
2.2.2 Juntas longitudinales .....	27
2.2.3 Juntas de separación y expansión .....	28
2.2.4 Juntas transversales de contracción .....	30
2.2.5 Juntas transversales de construcción .....	31
2.3 COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS .....	32
2.3.1 Comportamiento funcional .....	33
2.3.2 Comportamiento estructural .....	33
2.4 MÉTODOS TRADICIONALES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	33
2.4.1 Método de diseño PCA .....	33
2.4.1.1 Criterios de diseño del método de la PCA .....	34
2.4.1.2 Factores de diseño del método de la PCA .....	34
2.4.2 Método de diseño AASHTO .....	35

	<b>Página</b>
2.4.2.1	Principios del método AASTHO en pavimentos rígidos ..... 35
2.5	ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS ..... 36
2.5.1	Concepto de esfuerzo ..... 36
2.5.2	Tipos de esfuerzos ..... 37
2.5.2.1	Esfuerzos producidos por cambio de temperatura ..... 37
2.5.2.2	Esfuerzos producidos por cambios de humedad ..... 38
2.5.2.3	Esfuerzos producidos por las cargas del tránsito ..... 39
2.5.3	Concepto de deformación ..... 39
2.5.4	Concepto de elementos finitos ..... 39
2.6	PROPIEDADES DE PAVIMENTO RÍGIDO ..... 39
2.6.1	Propiedades del concreto ..... 40
2.6.2	Resistencia del concreto ..... 42
2.7	CARACTERÍSTICAS DE PAVIMENTO RÍGIDO ..... 43
2.8	NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS .... 45
2.8.1	Sistema de losas cortas con fibra ..... 45
2.8.2	Consideraciones del sistema de losas cortas ..... 47
2.8.3	Descripción del método constructivo de losas cortas ..... 48
2.9	FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN ..... 49
2.9.1	Efecto de la rigidez de la base en el largo del voladizo y tensiones de tracción ..... 49
2.9.2	Efecto del largo de la losa ..... 51
2.9.3	Efecto del alabeo en las losas de concreto ..... 51
2.9.4	Rigidez de las bases ..... 52
2.9.5	Efecto de adherencia ..... 53
2.9.6	Tensiones en losas cortas ..... 53
2.10	MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS ..... 55
2.10.1	Respuesta del modelado estructural del pavimento rígido ..... 56
2.10.2	Selección de programa de elementos finitos ..... 56
2.10.3	Descripción del programa Everfe ..... 58

	<b>Página</b>
2.11 DESCRIPCIÓN DE LA FIBRA DE POLIPROPILENO .....	59
2.11.1 Aplicaciones y ventajas del uso de fibras de polipropileno .....	59
2.11.2 Pavimentaciones de hormigón reforzado con fibras de polipropileno .....	60

### **CAPÍTULO III**

#### **INVESTIGACIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOSAS CORTAS Y FIBRAS DE POLIPROPILENO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS**

	<b>Página</b>
3.1 METODOLOGÍA 1 .....	65
3.1.1 Condiciones de la investigación .....	65
3.1.2 Selección de los materiales .....	66
3.1.3 Caracterización de los materiales .....	67
3.1.3.1 Granulometría .....	68
3.1.3.2 Peso específico .....	74
3.1.3.3 Peso unitario .....	77
3.1.3.4 Desgaste de los ángeles .....	81
3.1.4 Agua .....	82
3.1.5 Cemento .....	83
3.1.6 Fibra de polipropileno .....	84
3.1.7 Requisitos del hormigón .....	85
3.1.7.1 Resistencia mecánica de hormigón .....	85
3.1.8 Vaciado del hormigón en moldes .....	93
3.1.9 Curado de probetas cilíndricas y rectangulares (vigas) después de desencofrar .....	95
3.1.10 Evaluación de resistencias en probetas cilíndricas de hormigón .....	95
3.1.11 Evaluación de fallas por compresión en probetas cilíndricas de hormigón ..	95
3.1.12 Evaluación de resistencias en vigas de hormigón .....	97
3.1.13 Evaluación de fallas por flexión en vigas de hormigón .....	97
3.2 METODOLOGÍA 2 .....	99
3.2.1 Ubicación del tramo de estudio .....	100

	<b>Página</b>
3.2.2	Resumen climatológico ..... 100
3.2.3	Geología ..... 101
3.2.4	Estudio de suelos ..... 101
3.2.5	Elementos del alineamiento en el diseño ..... 102
3.2.6	Diseño de la estructura en pavimentos rígidos ..... 102
3.2.7	Determinación de esfuerzos en losas de pavimento rígido mediante el uso del programa Everfe 2.24 ..... 108
3.2.7.1	Datos requeridos para la obtención de esfuerzos – desplazamiento con el programa Everfe ..... 108
3.2.8	Introducción de datos al programa Everfe para el cálculo de esfuerzos y desplazamientos en las diferentes dimensiones de losa ..... 109
3.2.9	Procesamiento de datos y cálculo de esfuerzo - desplazamiento ..... 109
3.2.9.1	Losa corta de dimensión 300 x 190 cm ..... 109
3.2.9.2	Losa tradicional de dimensión 450 x 350 cm ..... 110
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS ..... 112
3.3.1	Metodología 1 ..... 112
3.3.2	Metodología 2 ..... 116
3.3	PRESUPUESTO GENERAL DE LOSAS DE CONCRETO ..... 118

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
4.1	CONCLUSIONES ..... 119
4.2	RECOMENDACIONES ..... 121
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 122

## ANEXOS

Anexos 1	Ensayos de laboratorio
Anexos 2	Tablas usadas para la dosificación
Anexos 3	Hoja técnica FIBROMAC 12
Anexos 4	Manual del programa Everfe 2.24
Anexos 5	Análisis de precios unitarios
Anexos 6	Cartas de solicitud

## ÍNDICE DE IMÁGENES

	<b>Página</b>
Imagen 2.1	Sección transversal de una vía ..... 13
Imagen 2.2	Pavimento de tierra..... 14
Imagen 2.3	Pavimento de piedra ..... 14
Imagen 2.4	Pavimento de adoquín ..... 14
Imagen 2.5	Pavimento de concreto asfáltico ..... 14
Imagen 2.6	Pavimento de concreto hidráulico ..... 14
Imagen 2.7	Pavimento flexible..... 15
Imagen 2.8	Pavimento de rígido ..... 16
Imagen 2.9	Estructura de un pavimento rígido ..... 17
Imagen 2.10	Pavimento de concreto simple ..... 19
Imagen 2.11	Pavimento de concreto hidráulico simple sin elementos de transferencia de carga ..... 20
Imagen 2.12	Pavimento de concreto hidráulico simple con elementos de transferencia de carga o pasadores ..... 21
Imagen 2.13	Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo de acero no estructural .. 22
Imagen 2.14	Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo ..... 23
Imagen 2.15	Pavimentos de hormigón armado con fibras ..... 24
Imagen 2.16	Pavimento de concreto compactado con rodillo..... 24
Imagen 2.17	Pavimento de concreto pre o pos tensado..... 25
Imagen 2.18	Elementos principales de un pavimento rígido ..... 27

Imagen 2.19	Junta longitudinal con barras de amarre esperando a las losas adyacentes.....	28
Imagen 2.20	Junta de expansión Tipo 1 .....	29
Imagen 2.21	Junta de expansión Tipo 2 .....	29
Imagen 2.22	Colocación del sello en una junta transversal de contracción .....	31
Imagen 2.23	Junta transversal de construcción .....	32
Imagen 2.24	Alabeo de las losas de los pavimentos de concreto .....	37
Imagen 2.25	Alabeo por cambio de humedad .....	38
Imagen 2.26	Esquema de medida del módulo de rotura ASTM C78.....	40
Imagen 2.27	Pavimentos de hormigón tradicionales vs pavimentos de losas cortas ...	45
Imagen 2.28	Pavimentos de hormigón tradicionales vs pavimentos de losas cortas con fibra.....	46
Imagen 2.29	Comparación en planta de losa tradicional respecto de la losa corta .....	47
Imagen 2.30	Diseño tradicional.....	47
Imagen 2.31	Diseño de losa corta.....	47
Imagen 2.32	Ubicación de ejes vehiculares de diseño y sus cargas en losas largas rectangulares de 450 X 350cm.....	49
Imagen 2.33	Ubicación de ejes vehiculares de diseño y sus cargas en losas cortas cuadradas de 180cm .....	49
Imagen 2.34	Esquema del alabeo de una losa y forma de carga .....	50
Imagen 2.35	Alabeo medido en una losa de piso industrial .....	50
Imagen 2.36	Efecto del largo de la losa .....	51
Imagen 2.37	Las losas de menor longitud tienen menores fuerzas de superficie, lo que disminuye el alabeo .....	52
Imagen 2.38	Voladizo creado por la rigidez de las bases .....	52
Imagen 2.39	Efecto de la adherencia en las losas de concreto .....	53
Imagen 2.40	Efecto de la configuración geométrica de las cargas versus las losas. ....	54
Imagen 2.41	(a) Nueva configuración geométrica con una carga por losa.....	54
Imagen 2.41	(b) Nueva configuración geométrica con una carga por losa.....	55
Imagen 2.42	Tramo del firme de hormigón con fibras de polipropileno .....	61

	<b>Página</b>
Imagen 2.43	Fibras de polipropileno utilizadas en la mezcla de hormigón. .... 62
Imagen 3.1	Acopio de material “SEDECA - San José de Charajas” . .... 66
Imagen 3.2	Acopio de material "Piedra Larga"..... 67
Imagen 3.3	Arena. .... 67
Imagen 3.4	Grava. .... 67
Imagen 3.5	Cemento..... 67
Imagen 3.6	Agua. .... 67
Imagen 3.7	Fibra de polipropileno. .... 67
Imagen 3.8	Lavado y cuarteo de arena..... 68
Imagen 3.9	Tamizado y pesado de la arena..... 68
Imagen 3.10	Curva granulométrica agregado fino – arena “San José de Charajas” ..... 69
Imagen 3.11	Curva granulométrica agregado fino – arena “Piedra Larga” ..... 70
Imagen 3.12	Cuarteo de grava ..... 71
Imagen 3.13	Tamizado y pesado de grava ..... 71
Imagen 3.14	Curva granulométrica agregado grueso – grava “San José de Charajas” .72
Imagen 3.15	Curva granulométrica agregado grueso – grava “Piedra Larga” ..... 73
Imagen 3.16	Secado de la arena ..... 74
Imagen 3.17	Molde cónico con arena..... 74
Imagen 3.18	Matraz con arena sumergida..... 74
Imagen 3.19	Muestra de grava sumergida..... 75
Imagen 3.20	Secado de la grava ..... 75
Imagen 3.21	Muestra con partículas saturadas..... 76
Imagen 3.22	Peso de muestra sumergida. .... 76
Imagen 3.23	Calibración del molde cilíndrico de 3 litros de volumen ..... 77
Imagen 3.24	Enrasado de molde con muestra suelta..... 77
Imagen 3.25	Apisonado de muestra compactada. .... 77
Imagen 3.26	Calibración del molde cilíndrico y enrasado de molde con muestra suelta..... 79
Imagen 3.27	Apisonado de muestra compactada. .... 79
Imagen 3.28	Maquina de desgaste de los ángeles. .... 81

	<b>Página</b>
Imagen 3.29 Esferas de acero.....	81
Imagen 3.30 Carga colocadas en la máquina de desgaste de los ángeles.....	81
Imagen 3.31 Material descargado de la máquina.....	81
Imagen 3.32 Material utilizado para la caracterización del cemento.....	83
Imagen 3.33 Finura del cemento.....	83
Imagen 3.34 Matraz con gasolina.....	84
Imagen 3.35 Introduciendo cemento al matraz.....	84
Imagen 3.36 Inclinar con el fin de eliminar aire del cemento.....	84
Imagen 3.37 Dimensión de los molde de probetas cilíndricas.....	89
Imagen 3.38 Dimensión de los moldes de vigas.....	91
Imagen 3.39 Preparación de moldes para probetas circulares y rectangulares.....	93
Imagen 3.40 Mezclado de hormigón.....	93
Imagen 3.41 Cono de Abrams (asentamiento).....	94
Imagen 3.42 Llenado de moldes de probetas circulares.....	94
Imagen 3.43 Llenado de moldes de probetas rectangulares.....	94
Imagen 3.44 Desmolde de vigas.....	95
Imagen 3.45 Curado de probetas circulares.....	95
Imagen 3.46 Pesado de probeta.....	95
Imagen 3.47 Máquina con carga centrada.....	95
Imagen 3.48 Rotura de probeta cilíndrica con 0.00 % de fibra de polipropileno.....	95
Imagen 3.49 Rotura de probeta cilíndrica con 0.75 % de fibra de polipropileno.....	96
Imagen 3.50 Rotura de probeta cilíndrica con 1.00 % de fibra de polipropileno.....	96
Imagen 3.51 Pesado de viga.....	97
Imagen 3.52 Viga en posición horizontal.....	97
Imagen 3.53 Máquina con carga centrada.....	97
Imagen 3.54 Rotura de viga.....	97
Imagen 3.55 Rotura de viga con 0.00 % de fibra de polipropileno.....	97
Imagen 3.56 Rotura de viga con 0.25 % de fibra de polipropileno.....	97
Imagen 3.57 Rotura de viga con 0.50 % de fibra de polipropileno.....	98
Imagen 3.58 Rotura de viga con 0.75 % de fibra de polipropileno.....	98

	<b>Página</b>
Imagen 3.59	Rotura de viga con 1.00 % de fibra de polipropileno. .... 98
Imagen 3.60	Diseño de pavimentos (AASHTO – 93) y DIPAV – 2.0. .... 107
Imagen 3.61	Sección transversal típica pavimento de hormigón ..... 107
Imagen 3.62	Cálculo de esfuerzos y desplazamientos en el borde de la losa ..... 109
Imagen 3.63	Gráfica de desplazamientos en el borde de la losa. .... 110
Imagen 3.64	Cálculo de esfuerzos y desplazamientos en el borde de la losa..... 110
Imagen 3.65	Gráfica de desplazamientos en el borde de la losa ..... 111
Imagen 3.66	Cálculo de esfuerzos y desplazamientos en el interior de la losa..... 111
Imagen 3.67	Gráfica de desplazamientos en el interior de la losa. .... 112
Imagen 3.68	Gráfica de resistencia a compresión vs porcentaje de fibra de polipropileno..... 114
Imagen 3.69	Gráfica de resistencia a flexión vs porcentaje de fibra de polipropileno..... 115
Imagen 3.70	Gráfica de esfuerzos máximos..... 117
Imagen 3.71	Gráfica de desplazamiento máximo ..... 117

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1.1	Unidad de estudio ..... 6
Tabla 1.2	Muestreo estratificado de la caracterización de los agregados ..... 7
Tabla 2.1	Recomendaciones para módulos de ruptura ..... 41
Tabla 3.1	Granulometría del agregado fino-arena “San José de Charajas” ..... 69
Tabla 3.2	Granulometría del agregado fino – arena “Piedra Larga” ..... 70
Tabla 3.3	Granulometría del agregado grueso – grava “San José de Charajas” ..... 72
Tabla 3.4	Granulometría del agregado grueso – grava “Piedra Larga” ..... 73
Tabla 3.5	Peso específico – agregado fino (arena) “ San José de Charajas” ..... 75
Tabla 3.6	Peso específico – agregado fino (arena) “Piedra Larga” ..... 75
Tabla 3.7	Peso específico – agregado grueso (grava) “San José de Charajas” ..... 76
Tabla 3.8	Peso específico – agregado grueso (grava) “Piedra Larga” ..... 76
Tabla 3.9	Peso unitario suelto de la arena “San José de Charajas” ..... 78

	<b>Página</b>
Tabla 3.10	Peso unitario compactado de la arena “San José de Charajas” ..... 78
Tabla 3.11	Peso unitario suelto de la arena “Piedra Larga” ..... 78
Tabla 3.12	Peso unitario compactado de la arena “Piedra Larga” ..... 79
Tabla 3.13	Peso unitario suelto del agregado grueso “San José de Charajas” ..... 80
Tabla 3.14	Peso unitario compacto del agregado grueso “San José de Charajas” ..... 80
Tabla 3.15	Peso unitario suelto del agregado grueso “Piedra Larga” ..... 80
Tabla 3.16	Peso unitario compacto del agregado grueso “Piedra Larga” ..... 81
Tabla 3.17	Desgaste de los Ángeles agregado grueso (grava) “San José de Charajas” ..... 82
Tabla 3.18	Desgaste de los ángeles agregado grueso (grava) “Piedra Larga” ..... 82
Tabla 3.19	Finura del cemento ..... 83
Tabla 3.20	Peso específico del cemento ..... 84
Tabla 3.21	Características de los agregados ..... 85
Tabla 3.22	Características del diseño ..... 86
Tabla 3.23	Cálculo de la dosificación. .... 86
Tabla 3.24	Peso seco de los ingredientes por (m <sup>3</sup> ) de hormigón..... 86
Tabla 3.25	Peso húmedo de los materiales..... 86
Tabla 3.26	Peso húmedo de los ingredientes por (m <sup>3</sup> ) de hormigón..... 87
Tabla 3.27	Proporciones de mezcla..... 87
Tabla 3.28	Características de los agregados ..... 87
Tabla 3.29	Características del diseño. .... 88
Tabla 3.30	Calculo de la dosificación. .... 88
Tabla 3.31	Peso seco de los ingredientes por (m <sup>3</sup> ) de hormigón..... 88
Tabla 3.32	Peso húmedo de los materiales..... 88
Tabla 3.33	Peso húmedo de los ingredientes por (m <sup>3</sup> ) de hormigón..... 89
Tabla 3.34	Proporciones de mezcla..... 89
Tabla 3.35	Dosificación sin refuerzo de fibra de polipropileno ..... 90
Tabla 3.36	Dosificación con refuerzo de fibra de polipropileno ..... 90
Tabla 3.37	Dosificación sin refuerzo de fibra de polipropileno..... 90

	<b>Página</b>
Tabla 3.38	Dosificación con refuerzo de fibra de polipropileno..... 91
Tabla 3.39	Dosificación sin refuerzo de fibra de polipropileno..... 91
Tabla 3.40	Dosificación con refuerzo de fibra de polipropileno..... 92
Tabla 3.41	Dosificación sin refuerzo de fibra de polipropileno ..... 92
Tabla 3.42	Dosificación con refuerzo de fibra de polipropileno..... 92
Tabla 3.43	Controles de rotura de probetas circulares de áridos “Piedra Larga” ..... 96
Tabla 3.44	Controles de rotura de probetas circulares de áridos "SEDECA - San José de Charajas"..... 96
Tabla 3.45	Controles de rotura de vigas de áridos “Piedra Larga” ..... 99
Tabla 3.46	Controles de rotura de vigas de áridos "SEDECA - San José de Charajas" ..... 99
Tabla 3.47	Datos históricos del tiempo Villamontes..... 101
Tabla 3.48	Valores de confianza (en función de la funcionalidad) ..... 104
Tabla 3.49	Coefficientes de transferencia de carga. .... 105
Tabla 3.50	Coefficientes de drenaje..... 106
Tabla 3.51	Espesor capa sub base ..... 107
Tabla 3.52	Datos necesarios para la obtención de esfuerzo – desplazamiento según Everfe para el diseño de losa corta..... 108
Tabla 3.53	Rangos de valores específicos según la norma ASTM C-33 ..... 112
Tabla 3.54	Resultados de los ensayos de laboratorio ..... 113
Tabla 3.55	Rangos de valores específicos del cemento según la norma NMX-C-414. .... 113
Tabla 3.56	Resultados de los ensayos de laboratorio cemento “El Puente” ..... 113
Tabla 3.57	Controles de rotura de probetas cilíndricas ..... 114
Tabla 3.58	Controles de rotura de vigas ..... 115
Tabla 3.59	Esfuerzos máximos absolutos..... 116
Tabla 3.60	Desplazamiento máximos ..... 117
Tabla 3.61	Presupuesto general de losas tradicionales ..... 118
Tabla 3.62	Presupuesto general de losas cortas con fibras de polipropileno ..... 118