

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“APLICACIÓN DEL VISUAL BASIC PARA EL DISEÑO DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y DETERMINACIÓN DE EJES
EQUIVALENTES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA AASHTO”**

Por:

IRVIN EVAR MIRANDA NAVIA

Modalidad de graduación de Proyecto de Grado presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

SEMESTRE I - 2019

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez

Gozalvez

**DECANO
FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

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

**VICEDECANA
FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
M.Sc. Ing. Marcelo Humberto Pacheco Nuñez

.....
Ing. Mur Lagraba Fernando Ernesto

.....
Ing. Rodriguez Lezana Nelson

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

DEDICATORIA:

Con cariño, este trabajo se lo dedico a mi familia y esposa, que me dieron su apoyo incondicional, confianza y fortaleza en todo momento y en mi formación profesional en la universidad.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por regalarme la vida y permitirme estar rodeado de personas valerosas, a mis padres Miguel y Dora, a mi esposa Laura que me brindaron su apoyo incondicional en la conclusión de mis estudios, a mi hija Mariana por darme fuerza y la motivación para seguir adelante, docentes: Ing. Mabel Zambrana Velasco, Ing. Edi Bustamante Arias y amigos que me brindaron su apoyo en mi conclusión de estudios.

ÍNDICE
CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

	Página
1. ANTECEDENTES	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA	3
1.2.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	4
1.4. ALCANCE	5

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO

	Página
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	6
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO	6
2.3. TIPOS DE PAVIMENTO	7
2.3.1. PAVIMENTO FLEXIBLE.....	7
2.3.1.1. CAPA DE RODADURA.....	7
2.3.1.2. SUBRASANTE	8
2.3.1.3. CAPA SUBBASE.....	9
2.3.1.4. CAPA BASE	10

2.3.2.	PAVIMENTO RÍGIDO.....	11
2.3.3.	PAVIMENTOS SEMI RÍGIDOS.....	12
2.4.	TIPOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	13
2.4.1.	PAVIMENTO DE CONCRETO SIMPLE.....	13
2.4.1.1.	SIN PASADORES	13
2.4.1.2.	CON PASADORES	14
2.4.1.3.	PAVIMENTOS DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTAS	14
2.4.1.4.	PAVIMENTO DE CONCRETO CON REFUERZO CONTINUO.....	15
2.5.	COMPONENTES DE LA LOSA DE HORMIGÓN.....	16
2.6.	JUNTAS	16
2.6.1.	TIPOS DE JUNTA	17
2.6.1.1.	JUNTAS DE CONTRACCIÓN	17
2.6.1.2.	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.....	17
2.6.1.3.	JUNTAS DE EXPANSIÓN O AISLACIÓN.....	18
2.6.1.4.	ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS	19
2.7.	DIÁMETROS COMERCIALES Y DILATACIÓN DEL ACERO	19
2.8.	SELLOS	20
2.9.	DISEÑO DE PAVIMENTOS	21
2.10.	VARIABLES DEL DISEÑO	22
2.10.1.	PERIODO DE ANÁLISIS	22
2.10.2.	TRÁNSITO	23
2.10.2.1.	ANÁLISIS DE TRÁNSITO	23
2.10.2.2.	PROGRAMACIÓN DE LOS AFOROS	23
2.10.3.	VOLÚMENES TRÁNSITO	24

2.11.	EJES EQUIVALENTES	27
2.12.	PESOS NORMADOS EN BOLIVIA	27
2.13.	TIPOS DE EJES.....	28
2.13.1.	EJE SIMPLE.....	28
2.13.2.	EJE TÁNDEM.....	28
2.13.3.	EJE TRÍDEM	29
2.14.	FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA	29
2.14.1.	FACTOR CAMIÓN	30
2.15.	DETERMINACIÓN DE EJES EQUIVALENTES	30
2.15.1.	PROCESAMIENTO RIGUROSO DE EJES EQUIVALENTES	32
2.16.	FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN (DD).....	41
2.17.	FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL (LD)	41
2.18.	ÍNDICE DE CRECIMIENTO ANUAL.....	41
2.19.	CONFIABILIDAD Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR.....	45
2.20.	MÓDULO RESILIENTE.....	48
2.21.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	49
2.21.1.	CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS	49
2.21.2.	CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO	51
2.22.	MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K)	52
2.23.	SERVICIABILIDAD	56
2.24.	DRENAJE	57
2.25.	COEFICIENTES ESTRUCTURALES.....	59
2.26.	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	65
2.26.1.	ECUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE	65

2.26.2.	NOMOGRAMA DE DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (AASHTO 93)	66
2.26.3.	DISEÑO DE ESPESORES	67
2.27.	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	69
2.27.1.	ECUACIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	69
2.28.	VARIABLES DE ENTRADA	70
2.29.	MATERIALES QUE FORMAN PARTE DEL HORMIGÓN.....	70
2.29.1.	MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO.....	70
2.29.2.	MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	72
2.29.3.	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA	73
2.29.4.	NOMOGRAMA DEL DISEÑO.....	75
2.30.	VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE ARMADURAS EN PAVIMENTOS CON JUNTAS.....	77
2.30.1.	LONGITUD DE LOSA.....	77
2.30.2.	TENSIONES DE TRABAJO	77
2.30.3.	FACTOR DE FRICCIÓN	77
2.30.4.	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL HORMIGÓN	79
2.30.5.	RETRACCIÓN DEL HORMIGÓN.....	79
2.30.6.	COEFICIENTE DE DILATACIÓN DEL HORMIGÓN.....	80
2.30.7.	CÁLCULO DE LAS BARRAS DE UNIÓN TRANSVERSAL.....	82
2.31.	DIMENSIÓN DEL RESERVORIO DE JUNTAS	83
2.31.1.	PROFUNDIDAD INICIAL DE LA JUNTA	83
2.31.2.	DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL RESERVORIO DE JUNTAS	83
2.32.	APLICACIÓN.....	84
2.33.	VISUAL BASIC	85

2.33.1.	MODO DE DISEÑO Y MODO DE PROGRAMACIÓN	85
2.33.2.	FORMULARIOS Y CONTROLES	85
2.33.3.	ENTORNO DE PROGRAMACIÓN VISUAL BASIC	86
2.33.4.	BARRA DE MENÚS Y BARRA DE HERRAMIENTAS	87
2.33.5.	LAS HERRAMIENTAS (toolbox)	88
2.33.6.	FORMULARIOS Y MÓDULOS	89
2.33.7.	VENTANA DE PROYECTO(project) Y PROPIEDADES(properties)	90

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE TRABAJO

	Página	
3.	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	92
3.1.	INSERCIÓN DE VARIABLES AL PROGRAMA	92
3.2.	CÁLCULO DE LAS VARIABLES EN EL PROGRAMA	92
3.2.1.	MÉTODO SIMPLIFICADO	92
3.2.2.	MÉTODO RIGUROSO	94
3.2.3.	MÉTODO FORMULAS DIRECTAS	95
3.3.	PARÁMETROS PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	96
3.4.	PARÁMETROS PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	99
3.5.	ESQUEMA PRINCIPAL DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS	103
3.5.1.	REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL DEL PROGRAMA	103
3.6.	BASE DE DATOS	109
3.6.1.	RESUMEN DE LA BASE DE DATOS	109
3.7.	DISEÑO DE DIAGRAMAS DE FLUJO	111
3.7.1.	CÁLCULO DE COEFICIENTES ESTRUCTURALES	112
3.7.2.	CONFIABILIDAD (R %)Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (ZR)	115

3.8.	PROGRAMA STRUCPAV	116
3.8.1.	ENTORNO DEL PROGRAMA.....	118
3.8.1.1.	PAVIMENTO FLEXIBLE.....	118
3.8.1.2.	PAVIMENTO RÍGIDO.....	118
3.8.2.	DETERMINACIÓN DE TRÁFICO	119
3.8.3.	DETERMINACIÓN DE EJES EQUIVALENTES.....	121
3.8.4.	CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE CAPAS. 123	
3.8.5.	DESPLIEGUE DE MENÚ.....	123
3.8.6.	PROCESO DE GUARDADO Y ABRIR UN ARCHIVO.....	124
3.9.	DATOS DE PAVIMENTOS	126
3.9.1.	PAVIMENTO FLEXIBLE.....	126
3.9.2.	PAVIMENTO RÍGIDO.....	128

CAPÍTULO 4

CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

	Página	
4.	CÁLCULO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS	130
4.1.	CÁLCULO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES	130
4.1.1.	CÁLCULOS POR EL PROGRAMA AASHTO.....	130
4.1.2.	CÁLCULOS POR SOFTWARE DARWin	135
4.1.3.	CÁLCULOS POR EL PROGRAMA DIPAV 2.0.....	138
4.1.4.	CÁLCULOS POR EL PROGRAMA STRUCPAV (versión 1.0)	142
4.2.	CÁLCULO DE PAVIMENTO RÍGIDO	147
4.2.1.	CÁLCULOS POR SOFTWARE DARWin	147
4.2.2.	CÁLCULOS POR SOFTWARE DIPAV 2.0.....	152
4.2.3.	CÁLCULO CON PROGRAMA STRUCPAV	155

4.3.	CÁLCULO CON VARIACIÓN DE PARÁMETROS	157
4.3.1.	VARIACIÓN DEL CBR CON EL PROGRAMA DIPAV 2.0	158
4.3.2.	VARIACIÓN DEL TRAFICO CON EL PROGRAMA DIPAV 2.0	160
4.3.3.	VARIACIÓN DE LA CONFIABILIDAD CON EL PROGRAMA DIPAV 2.0	162
4.3.4.	VARIACIÓN DEL CBR CON EL PROGRAMA STRUCPAV	177
4.3.5.	VARIACIÓN DEL TRÁFICO CON EL PROGRAMA STRUCPAV	180
4.3.6.	VARIACIÓN DE LA CONFIABILIDAD “STRUCPAV”	182
4.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	194
4.5.	SELECCIÓN DE LOS RESULTADOS	198

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página	
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	199
5.1.	CONCLUSIONES	199
5.2.	RECOMENDACIONES	200

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 1 ÍNDICE DE CRECIMIENTO

ANEXO 2 TIPOS DE VEHÍCULO Y CONSIDERACIÓN DE CARGAS

ANEXO 3 FACTORES DE CARGA EQUIVALENTE

ANEXO 4 TIPOS DE SUELO Y SUS CARACTERÍSTICAS

ANEXO 5 PARÁMETROS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

ANEXO 6 DIAGRAMAS DE FLUJO Y MODELO CONCEPTUAL DE
DISEÑO

ANEXO 7 TRAMOS COMPARADOS

ANEXO 8 CUADROS DE CÁLCULO DE VARIABLES EXTREMAS

ANEXO 9 CÓDIGO FUENTE

ANEXO 10 MANUAL DIGITAL DE USUARIO

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Estructura del pavimento	6
Figura 2.2 Estructura de pavimento flexible	8
Figura 2.3 Subrasante de terreno.....	9
Figura 2.4 Aspecto de capa base en obra	11
Figura 2.5 Pavimento rígido sobre subrasante	12
Figura 2.6 Pavimento rígido sobre capa subbase	12
Figura 2.7 Pavimento rígido simple sin pasadores	13
Figura 2.8 Pavimento rígido con pasadores	14
Figura 2.9 Pavimento de concreto reforzado	15
Figura 2.10 Pavimento de concreto reforzado.....	15
Figura 2.11 Componentes del pavimento rígido	16
Figura 2.12 Tipos de junta de contracción	17
Figura 2.13 Tipos de junta de construcción	18
Figura 2.14 Tipos de junta de expansión.....	18
Figura 2.15 Diseño de modelo de pavimento AASHTO.....	22
Figura 2.16 Configuración vehicular por tipo de ejes	26
Figura 2.17 Tipos de eje simple	28
Figura 2.18 Ejes tándem.....	29
Figura 2.19 Ejes trídem	29
Figura 2.20 Producto Interno Bruto (PIB) anual	43
Figura 2.21 Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante.....	53
Figura 2.22 Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante.....	54
Figura 2.23 Módulo compuesto de reacción de la subrasante.....	55
Figura 2.24 Coeficiente estructural de capa asfáltica.....	60
Figura 2.25 Coeficiente estructural para base granular	61
Figura 2.26 Coeficiente estructural para subbase granular	62
Figura 2.27 Coeficiente estructural para base granular y tratada con cemento.....	63
Figura 2.28 Coeficiente estructural para base tratada con cemento	64
Figura 2.29 Número estructural.....	67

Figura 2.30	Transferencia de carga nula = 0 %	73
Figura 2.31	Transferencia de carga excelente = 100 %	73
Figura 2.32	Espaciamiento máximo recomendado para barras de unión de 13 mm en pavimentos de hormigón simple acero grado 40	81
Figura 2.33	Ventana editora de código	87
Figura 2.34	Barra de menús y barras de herramientas de Visual Basic	88
Figura 2.35	Caja de componentes (toolbox)	89
Figura 2.36	Ventana de proyecto	90
Figura 2.37	Ventana de propiedades	91
Figura 3.1	Modelo conceptual de funcionamiento del programa de estructura de pavimento	105
Figura 3.2	Modelo conceptual de funcionamiento de cálculo de ejes equivalentes	106
Figura 3.3	Modelo conceptual de funcionamiento de número de Esal's	107
Figura 3.4	Modelo conceptual de diseño de capas de pavimento flexible.....	108
Figura 3.5	Modelo conceptual de diseño de pavimento rígido	108
Figura 3.6	Coefficiente de drenaje pavimento flexible	113
Figura 3.7	Coefficiente de drenaje pavimento rígido.....	114
Figura 3.8	Confiabilidad y desviación estándar.....	115
Figura 3.9	Pantalla principal del programa.....	117
Figura 3.10	Pantalla del tipo de pavimento flexible.....	118
Figura 3.11	Pantalla del tipo de pavimento rígido	119
Figura 3.12	Pantalla del tipo de pavimento Rígido.....	120
Figura 3.13	Cálculo de Esal's.....	121
Figura 3.14	Cálculo final de Esal's	122
Figura 3.15	Cálculo del número estructural y capas del pavimento	123
Figura 3.16	Pantalla de despliegue de menú	124
Figura 3.17	Despliegue de guardado.....	124
Figura 3.18	Sección de guardado	125
Figura 3.19	Despliegue de abrir un proyecto	125

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 2.1 Dimensiones en pasadores en pavimentos urbanos	19
Cuadro 2.2 Periodo de análisis	22
Cuadro 2.3 Clasificación vehicular.....	25
Cuadro 2.4 Límites de cargas de vehículos pesados.....	27
Cuadro 2.5 Límites de cargas vehículos livianos	28
Cuadro 2.6 Procedimiento riguroso de ejes equivalentes.....	33
Cuadro 2.7 Planilla tipo de aforo vehicular de 12 tipos	34
Cuadro 2.8 Planilla resumen de aforo vehicular de 12 tipos	34
Cuadro 2.9 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pf = 2.0	35
Cuadro 2.10 Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, ejes simples, Pf = 2.0	36
Cuadro 2.11 Factores equivalentes de carga para todo el tráfico	37
Cuadro 2.12 Tráfico total a partir de Tráfico Promedia Diario (TPD).....	38
Cuadro 2.13 Factores equivalentes de carga para el tráfico de factor camión.....	39
Cuadro 2.14 Denominación de ejes para el cálculo de factor equivalente	39
Cuadro 2.15 Factores de crecimiento de tránsito.....	40
Cuadro 2.16 Factor de distribución direccional (LD).....	41
Cuadro 2.17 Parque automotor, según departamento, 2016 – 2017	42
Cuadro 2.18 Parque automotor según clase de vehículo 2016 - 2017.....	42
Cuadro 2.19 Consumo de gasolina y diésel.....	43
Cuadro 2.20 Indicadores de población según departamento y municipio censo 2012..	44
Cuadro 2.21 Promedio de índice de tráfico (i %)	45
Cuadro 2.22 Nivel de confiabilidad aconsejado	46
Cuadro 2.23 Desvió estándar bajo condiciones de diseño.....	46
Cuadro 2.24 Relación de confiabilidad y el valor de ZR	47
Cuadro 2.25 Simbología del grupo SUCS.....	49
Cuadro 2.26 Características entre los suelos según SUCS	50
Cuadro 2.27 Características de los suelos según AASHTO y SUCS	51

Cuadro 2.28	Aumento de k debido a presencia de subbase granular	56
Cuadro 2.29	Índice de serviciabilidad	57
Cuadro 2.30	Capacidad de drenaje	58
Cuadro 2.31	Coefficientes de drenaje para pavimentos flexibles	58
Cuadro 2.32	Coefficientes de drenaje para pavimentos rígidos.....	59
Cuadro 2.33	Nomograma de diseño de pavimento flexible	66
Cuadro 2.34	Valores de contracción del hormigón	71
Cuadro 2.35	Coefficiente de dilatación del hormigón	72
Cuadro 2.36	Tensiones de trabajo del acero en Mpa (ksi)	72
Cuadro 2.37	Coefficientes de transferencia de cargas	74
Cuadro 2.38	Nomograma para el diseño de pavimento rígido	75
Cuadro 2.39	Nomograma para el diseño de pavimento rígido	76
Cuadro 2.40	Propiedades de los aceros	77
Cuadro 2.41	Valores del factor de fricción.....	79
Cuadro 2.42	Valores de contracción del hormigón	79
Cuadro 2.43	Coefficiente de Dilatación del Hormigón	80
Cuadro 2.44	Tensiones de trabajo del acero en Mpa (ksi)	82
Cuadro 2.45	Dimensiones en pasajuntas en pavimentos urbanos	82
Cuadro 3.1	Resumen de la base de datos.....	109
Cuadro 3.2	Tasa de proyección de tráfico	126
Cuadro 3.3	Tráfico resumen considerado.....	126
Cuadro 3.4	Tráfico resumen considerado.....	126
Cuadro 3.5	Coefficientes estructurales	127
Cuadro 3.6	Coefficientes estructurales	128
Cuadro 4.1	Cálculo del número estructural	130
Cuadro 4.2	Cálculo del número estructural incrementando la confiabilidad	131
Cuadro 4.3	Reporte de datos de diseño	131
Cuadro 4.4	Cálculo del número estructural y capas	132
Cuadro 4.5	Reporte de datos de diseño	132
Cuadro 4.6	Cálculo del número estructural y capas	133
Cuadro 4.7	Reporte de datos de diseño	133

Cuadro 4.8	Cálculo del número estructural y capas	134
Cuadro 4.9	Reporte de datos de diseño	134
Cuadro 4.10	Reporte de datos de diseño	135
Cuadro 4.11	Reporte de datos de diseño	136
Cuadro 4.12	Reporte de datos de diseño	137
Cuadro 4.13	Cálculo número estructural programa Dipav 2.0	138
Cuadro 4.14	Diseño de capas programa Dipav 2.0	139
Cuadro 4.15	Resumen de diseño Puente Jarcas - Piedra Larga	139
Cuadro 4.16	Cálculo número estructural programa Dipav 2.0	140
Cuadro 4.17	Diseño de capas programa Dipav 2.0	141
Cuadro 4.18	Resumen de diseño Aguas Blancas – Itau subrasante 50 Mpa	141
Cuadro 4.19	Diseño en del programa Strucpav versión 1.0	142
Cuadro 4.20	Resumen de diseño Puente Jarcas - Piedra Larga	142
Cuadro 4.21	Diseño en del programa Strucpav versión 1.0	144
Cuadro 4.22	Resumen de Diseño Acherall – Choere	144
Cuadro 4.23	Diseño en del programa Strucpav versión 1.0	145
Cuadro 4.24	Resumen de Diseño “Aguas Blancas – Itau”	145
Cuadro 4.25	Diseño en del programa Strucpav versión 1.0	146
Cuadro 4.26	Resumen de Diseño “Aguas Blancas – Itau”	146
Cuadro 4.27	Diseño de espesor en programa Dipav 2.0.....	152
Cuadro 4.28	Dimensiones para armadura transversal Dipav 2.0.....	153
Cuadro 4.29	Disposición de armadura longitudinal Dipav 2.0	153
Cuadro 4.30	Disposición de juntas Dipav 2.0	154
Cuadro 4.31	Cálculo de pavimento rígido Campo Pajoso - Carapari.....	155
Cuadro 4.32	Cálculo estructural usando CBR 4 %	158
Cuadro 4.33	Cálculo estructural usando CBR 5 %	158
Cuadro 4.34	Cálculo estructural usando CBR 6 %	159
Cuadro 4.35	Resumen de variación de CBR % y SN	159
Cuadro 4.36	Curva de CBR % y número estructural.....	160
Cuadro 4.37	Cálculo estructural con W18 de 500000	160
Cuadro 4.38	Cálculo estructural con W18 de 750000	161

Cuadro 4.39	Resumen de variación de W18 y SN	161
Cuadro 4.40	Curva de ejes equivalentes W18 y número estructural	162
Cuadro 4.41	Cálculo estructural con confiabilidad de 50 %	162
Cuadro 4.42	Cálculo estructural con confiabilidad de 60 %	163
Cuadro 4.43	Resumen de variación de confiabilidad y SN	163
Cuadro 4.44	Curva de confiabilidad R % y número estructural.....	164
Cuadro 4.45	Cálculo estructural usando CBR 4 %	164
Cuadro 4.46	Cálculo estructural usando CBR 5 %	165
Cuadro 4.47	Resumen de variación de CBR % y SN.....	165
Cuadro 4.48	Curva de CBR % y número estructural.....	166
Cuadro 4.49	Cálculo estructural con W18 de 500000	166
Cuadro 4.50	Cálculo estructural con W18 de 750000	167
Cuadro 4.51	Resumen de variación de W18 y SN	167
Cuadro 4.52	Resumen de ejes equivalentes y número estructural.....	168
Cuadro 4.53	Cálculo estructural con confiabilidad de 50 %	168
Cuadro 4.54	Cálculo estructural con confiabilidad de 60 %	169
Cuadro 4.55	Resumen de variación de confiabilidad y SN	169
Cuadro 4.56	Curva de confiabilidad y número estructural.....	170
Cuadro 4.57	Cálculo estructural usando CBR 4 %	170
Cuadro 4.58	Cálculo estructural usando CBR 5 %	171
Cuadro 4.59	Resumen de variación de CBR %	171
Cuadro 4.60	Curva de CBR % y espesor de losa	172
Cuadro 4.61	Cálculo estructural con W18 de 750000	172
Cuadro 4.62	Cálculo estructural con W18 de 1000000	173
Cuadro 4.63	Resumen de variación de ejes equivalentes W18	174
Cuadro 4.64	Curva de ejes equivalentes y número estructural.....	174
Cuadro 4.65	Cálculo estructural con confiabilidad de 50 %	175
Cuadro 4.66	Cálculo estructural con confiabilidad de 60 %	175
Cuadro 4.67	Resumen de variación de confiabilidad R %	176
Cuadro 4.68	Curva de confiabilidad y espesor de losa.....	176
Cuadro 4.69	Cálculo estructural usando CBR 4 %	177

Cuadro 4.70	Cálculo estructural usando CBR 5 %	178
Cuadro 4.71	Resumen de variación de CBR %	179
Cuadro 4.72	Curva de CBR de subrasante y número estructural	179
Cuadro 4.73	Cálculo estructural con W18 de 500000	180
Cuadro 4.74	Cálculo estructural con W18 de 750000	180
Cuadro 4.75	Resumen de ejes equivalentes y número estructural.....	181
Cuadro 4.76	Curva de CBR de subrasante y número estructural	181
Cuadro 4.77	Cálculo estructural con confiabilidad de 50 %	182
Cuadro 4.78	Cálculo estructural con confiabilidad de 60 %	182
Cuadro 4.79	Resumen de confiabilidad y número estructural.....	183
Cuadro 4.80	Curva de confiabilidad y número estructural.....	183
Cuadro 4.81	Cálculo estructural usando CBR 4 %	184
Cuadro 4.82	Cálculo estructural usando CBR 5 %	184
Cuadro 4.83	Resumen de CBR y número estructural.....	185
Cuadro 4.84	Curva de CBR % y número estructural.....	185
Cuadro 4.85	Cálculo estructural con W18 de 500000	186
Cuadro 4.86	Cálculo estructural con W18 de 750000	186
Cuadro 4.87	Resumen de ejes equivalentes y número estructural.....	187
Cuadro 4.88	Curva ejes equivalentes y número estructural	187
Cuadro 4.89	Cálculo estructural con confiabilidad de 50 %	188
Cuadro 4.90	Cálculo estructural con confiabilidad de 60 %	188
Cuadro 4.91	Resumen de variación de confiabilidad y número estructural	189
Cuadro 4.92	Curva de confiabilidad y número estructural.....	189
Cuadro 4.93	Cálculo de variación de confiabilidad R % = 50 y 60 %	190
Cuadro 4.94	Resumen de variación de confiabilidad y espesor de losa.....	191
Cuadro 4.95	Curva de confiabilidad y espesor de pavimento	191
Cuadro 4.96	Variación de ejes de 1000000 y 1500000	192
Cuadro 4.97	Resumen de variación de ejes equivalentes y espesor de losa.....	193
Cuadro 4.98	Curva de ejes equivalentes y espesor de losa.....	193
Cuadro 4.99	Resumen de cálculo con variación de ejes equivalentes.....	194
Cuadro 4.100	Comparación de resultados Puente Jarcas - Piedra Larga	194

Cuadro 4.101 Comparación de resultados Acheral – Choere.....	195
Cuadro 4.102 Comparación de resultados tramo “Aguas blanca – Itau”	196
Cuadro 4.103 Comparación de resultados tramo “Aguas blanca – Itau”	196
Cuadro 4.104 Diseño del tramo “Aguas Blancas – Itau”	197