

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO

TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“PROPUESTA DE GUÍA FORENSE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN VÍAS
URBANAS DE ACUERDO AL TIEMPO DE VIDA ÚTIL Y VOLUMEN DE
TRÁFICO”**

POR:

MADARIAGA MARIA BELEN

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 - 2022

TARIJA – BOLIVIA

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

**“PROPUESTA DE GUÍA FORENSE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN VÍAS
URBANAS DE ACUERDO AL TIEMPO DE VIDA ÚTIL Y VOLUMEN DE
TRÁFICO”**

POR:

MADARIAGA MARIA BELEN

Semestre II - 2022

TARIJA – BOLIVIA

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 Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas porque sin él nada es posible.

A mi madre, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla, te amo.

A mis hermanos Oscar y Jorge por impulsarme a salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos.

A mi sobrina Alejandra por ser una de las razones que me motiva a superarme y ser cada día una mejor persona.

A mi ángel en el cielo que desde donde él se encuentra me bendice y celebra conmigo esta alegría que es de los dos.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por bendecirme siempre en la vida, guiarme a lo largo de mi camino, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi madre por apoyarme siempre en todo momento, ser mi ejemplo de lucha constante y perseverancia en la vida, que todo es posible cuando uno así lo desea.

A Ricardo, por estar conmigo incluso en los momentos más difíciles, motivándome ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían.

A mis compañeros de la universidad por apoyarme y compartir esta bonita etapa de mi vida universitaria en especial a mi compañero Adriel Sosa por ser un apoyo indispensable en todo momento.

PENSAMIENTO:

Solo podrás hacer un trabajo genial
cuando realmente ames lo que haces.

Paul Valery

ÍNDICE GENERAL
CAPÍTULO I
PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN

	Página
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 SITUACIÓN PROBLÉMICA	3
1.3.1 Problemas específicos	4
1.3.2 Problema	5
1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 HIPÓTESIS	6
1.6 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	6

CAPÍTULO II
ASPECTOS GENERALES SOBRE PAVIMENTO Y SUS DETERIOROS

	Página
2.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO	7
2.1.1 Pavimento	7
2.1.2 Pavimento Rígido	7
2.2 TIPOS DE PAVIMENTO RÍGIDO	9
2.2.1 Los pavimentos de hormigón simple	9
2.2.2 Los pavimentos de hormigón simple con barras de transferencia de carga	9
2.2.3 Los pavimentos reforzados	9
2.2.4 Los pavimentos con refuerzo continuo	9
2.2.5 Los pavimentos con hormigón presforzado	10
2.2.6 Los pavimentos de hormigón fibroso de acero	10
2.2.7 Los pavimentos de hormigón fibroso	11

2.3	TIPOS DE FALLAS	12
2.3.1	Blowup – buckling	12
2.3.2	Grieta de esquina	14
2.3.3	Losa dividida	16
2.3.4	Grieta de durabilidad “d”	18
2.3.5	Escala	20
2.3.6	Daño del sello de la junta	22
2.3.7	Desnivel carril / berma	24
2.3.8	Grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales)	26
2.3.9	Parche grande (mayor de 0.45 m ²) y acometidas de servicios públicos	28
2.3.10	Parche pequeño (menor de 0.45 m ²)	30
2.3.11	Pulimento de agregados	32
2.3.12	Popouts	32
2.3.13	Bombeo	33
2.3.14	Punzonamiento	35
2.3.15	Cruce de vía férrea	37
2.3.16	Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado	39
2.3.17	Grietas de retracción	40
2.3.18	Descascaramiento de esquina	41
2.3.19	Descascaramiento de junta	43
2.4	EVALUACIÓN DE PAVIMENTO	45
2.4.1	Índice de rugosidad internacional (IRI)	45
2.4.1.1	Definición de IRI	46
2.4.1.2	Equipos para la medición del IRI	47
2.4.1.3	Valores límites del IRI	48
2.4.1.4	Descripción del programa INPACO	49
2.4.2	Índice de condición de pavimentos (PCI)	52
2.4.2.1	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento (PCI)	53
2.4.2.2	Cálculo del valor de PCI	54
2.4.3	Método toma de núcleos y vigas en hormigones	55

2.4.3.1	Equipo y materiales	55
2.4.3.2	Condiciones generales	56
2.4.3.3	Núcleos	57
2.4.3.4	Informe	59
2.4.4	Método granulométrico	59
2.4.4.1	Teoría del método granulométrico	59
2.4.4.2	Método de ensayo estándar para material más fino que la malla N° 200.....	59
2.4.4.3	Método de ensayo estándar para material fino y grueso	61
2.4.4.4	Gráfica granulométrica e indicadores	62
2.4.5	Método Límite Líquido y Límite Plástico	63
2.4.5.1	Resumen del método líquido	63
2.4.5.2	Resumen del método Límite Plástico	64
2.4.5.3	Norma de referencia	64
2.4.5.4	Términos y definiciones	64
2.4.6	MÉTODO DEL CBR	65
2.4.6.1	Variantes del ensayo de laboratorio	66
2.4.7	MÉTODO DE COMPACTACIÓN DE SUELO	67
2.5	ANTECEDENTES DE LA INGENIERÍA CIVIL FORENSE	69
2.5.1	Antecedentes de la ingeniería civil forense en pavimentos rígidos	72
2.5.2	Generalidades de la ingeniería civil forense en pavimentos rígidos	73
2.5.3	Definición de la ingeniería civil forense en pavimentos rígidos	74
2.5.4	Elementos de la ingeniería civil forense en pavimentos rígidos	75

CAPÍTULO III

APLICACIÓN FORENSE A TRAMOS DEL PAVIMENTO DE ENTRE RIOS

	Página	
3.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	77
3.1.1	Ubicación Geográfica	77

3.1.2 Límites territoriales	77
3.1.3 Extensión	78
3.2 DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE ESTUDIO FORENSE	78
3.3 EVALUACIÓN DE ESTADO SUPERFICIAL	81
3.3.1 MÉTODO PCI	81
3.3.1.1 Inspección visual de la zona de estudio	81
3.3.1.2 Ficha de evaluación de la condición del pavimento rígido	81
3.3.1.3 Inspección visual de la zona de estudio	84
3.3.1.4 Descripción del trabajo de campo y levantamiento de datos	84
3.3.1.5 Aplicación de la metodología PCI	86
3.4 MÉTODO TRADICIONAL DE MEDICIÓN IRI	90
3.4.1 Determinación del Tramo	90
3.4.1.1 Se Mide la Distancia de medición	90
3.4.1.2 Se Procede al levantamiento de Alturas	91
3.4.1.3 Determinación de las cotas	92
3.4.1.4 Uso del Programa INPACO	93
3.4.1.5 IRI Determinado por el método tradicional de medición	94
3.5 EVALUACIÓN DE ESTADO INTERNO	96
3.5.1.1 Método extracción de testigos	96
3.5.1.2 Toma de muestras en el pavimento rígido de Entre Ríos	97
3.5.1.3 Estudio de resistencia de nuestras muestras obtenidas	102
3.5.2 Método granulométrico	109
3.5.2.1 Procedimiento para material más fino por lavado	111
3.5.2.2 Procedimiento para el ensayo método de ensayo estándar	111
3.5.2.3 Procedimiento método de ensayo estándar agregado grueso y fino	112
3.6 MÉTODO LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DEL SUELO	118
3.6.1.1 Procedimiento Límite Líquido	119
3.6.1.2 Procedimiento Límite Plástico	122
3.6.2 Método ensayo de compactación proctor modificado	126

3.6.2.1 Equipo y materiales	126
3.6.2.2 Procedimiento	127
3.6.3 Métodos ensayo de CBR	132
3.6.3.1 Procedimiento	132
3.6.4 Análisis forense	143
3.6.5 Diagnóstico	143
3.6.6 Propuestas de solución	144
3.6.7 Guía para evaluación forense	148
3.6.8 Resumen de la guía forense.....	149
3.6.9 El objetivo de la guía forense.....	149
3.6.10 Métodos y metodologías	149
3.6.11 Procedimiento	151
3.6.11.1 Paso N°1 Ubicación del área de estudio	151
3.6.11.2 Paso N°2 Determinación de puntos de estudio forense	156
3.6.11.3 Paso N°3 Técnica superficial	181
3.6.11.4 Paso N°4 Aplicación del método PCI.....	181
3.6.11.5 Paso N°5 Descripción del trabajo de campo y levantamiento de datos	182
3.6.11.6 Paso N°6 Levantamiento de las características de los puntos críticos	184
3.6.11.7 Paso N°7 Cálculo del PCI.....	185
3.6.11.8 Paso N°8 Clasificación del rango PCI	187
3.6.11.9 Paso N°9 Tabla de referencia de los rangos de clasificación del PCI.....	188
3.6.11.10 Paso N°10 Aplicación del método IRI	189
3.6.11.11 Paso N°11 Determinación del Tramo	189
3.6.11.12 Paso N°12 Se mide la distancia de medición	190
3.6.11.13 Paso N°13 Se Procede al levantamiento de altura	191
3.6.11.14 Paso N°14 Determinación de las cotas.....	191
3.6.11.15 Paso N°15 Uso del programa INPACO	192

3.6.11.16 Paso N°16 IRI determinado por el método tradicional de medición	195
3.6.11.17 Paso N°17 Tabla de resultados del IRI por método tradicional	196
3.6.11.18 Paso N°18 Técnica interna mediante calicatas.....	197
3.6.11.19 Paso N°19 Toma de muestras en el pavimento de Entre Ríos	197
3.6.11.20 Paso N°20 Estudio de resistencia de nuestras muestras obtenidas	199
3.6.11.21 Paso N°21 Aplicación del método granulométrico.....	203
3.6.11.22 Paso N°22 Procedimiento del método granulométrico.....	204
3.6.11.23 PasoN°23 Aplicación del método de compactación Proctor.....	216
3.6.11.24 Paso N°24 Procedimiento del método de compactación proctor	217
3.6.11.25 Paso N°25 Aplicación del método Límite Líquido y Límite Plástico.....	225
3.6.11.26 PasoN°26 Procedimiento del método LL y LP.....	227
3.6.11.27 PasoN°27 Aplicación del método De CBR.....	240
3.6.11.28 PasoN°28 Procediendo del método De CBR	241
3.6.11.29 PasoN°29 Análisis de resultados.....	257
3.6.11.30 PasoN°30 Diagnostico forense.....	276
3.6.11.31 Paso N°31 Propuesta de solución a partir del análisis forense	325

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 CONCLUSIONES	344
4.2 RECOMENDACIONES	345

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- ANEXO 1. Cálculo del IRI para cada falla cada 10 m 5m (antes de la falla) y 5m (después de la falla)
- ANEXO 2. Cálculos de PCI para cada falla.
- ANEXO 3. Tabla de resultados del cálculo de la resistencia de las probetas a compresión del pavimento rígido de Entre Ríos.
- ANEXO 4. Cálculo y resultados del ensayo de compactación del material capa sub base del pavimento rígido de Entre Ríos.
- ANEXO 5. Cálculos y resultados de la granulometría del material capa base sub base del pavimento rígido de entre ríos.
- ANEXO 6. Cálculos y resultados del ensayo límites de consistencia del material capa base sub base del pavimento rígido de Entre Ríos
- ANEXO 7. Cálculos y resultados del ensayo CBR y su clasificación del material capa base sub base del pavimento rígido de Entre Ríos

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Niveles de severidad para losa dividida	17
Tabla 2.2 Niveles de severidad para escala	20
Tabla 2.3 Niveles de Severidad para Punzonamiento	35
Tabla 2.4 Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina	42
Tabla 2.5 Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta	44
Tabla 2.6 Equipos utilizados para la medición de la regularidad superficial.....	47
Tabla 2.7 Valores iniciales del IRI	49
Tabla 2.8 Valores del IRI característico.....	49
Tabla 2.9 Valores límites del IRI para considerar una intervención en m/ km	49

Tabla 2.10 Distancia entre punto a punto, que funciona el programa INPACO	50
Tabla 2.11 Datos de Identificación de los Tramo, que usa el programa INPACO	51
Tabla 2.12 Datos de Información de distancia y cota del punto	51
Tabla 2.13 Rangos de calificación del PCI	52
Tabla 2.14 Superficie de concreto de cemento portland	54
Tabla 2.15 Factor de corrección de la resistencia	58
Tabla 2.16 Selección del tamaño de la muestra de prueba	60
Tabla 2.17 Selección del tamaño de la muestra de prueba	62
Tabla 3.18 Cuantificaciones de las fallas existentes en el tramo	82
Tabla 3.19 Hoja de inspección	87
Tabla 3.20 Hoja de inspección	87
Tabla 3.21 Resultados del PCI	89
Tabla 3.22 Resultado IRI zona urbana Método Tradicional de Medición	95
Tabla 3.23 Factor de corrección	104
Tabla 3.24 Factor de corrección.....	105
Tabla 3.25 Cálculo de la resistencia de probetas	107
Tabla 3.26 Resultado de los 38 testigos extraídos en campo	108
Tabla 3.27 Retenido en el tamiz de material grueso	113
Tabla 3.28 Humedad higroscópica.....	113
Tabla 3.29 Retenido en cada tamiz	114
Tabla 3.30 Retenido en el tamiz del material fino	114
Tabla 3.31 Cálculos para el agregado grueso.....	114
Tabla 3.32 Cálculos para el agregado grueso.....	115
Tabla 3.33 Análisis de tamices.....	115
Tabla 3.34 Composición del suelo (Resultados).....	117
Tabla 3.35 Cálculo de Límite Líquido	124
Tabla 3.36 Cálculo del Límite Plástico	125
Tabla 3.37 Datos para calcular la densidad.....	129
Tabla 3.38 Datos para calcular la humedad	129
Tabla 3.39 Resultados de la practica.....	131

Tabla 3.40 Clasificación de los materiales.....	133
Tabla 3.41 Número de golpes del material	134
Tabla 3.42 Cálculos de método CBR.....	135
Tabla 3.43 Compactación en probetas	135
Tabla 3.44 Cálculo del ensayo CBR	139
Tabla 3.45 Cálculo del ensayo CBR	139
Tabla 3.46 Determinando la Expansión	139
Tabla 3.47 Determinado el CBR.....	140
Tabla 3.48 Características de los puntos críticos	184
Tabla 3.49 Hoja de inspección	187
Tabla 3.50 Referencia De Los Rangos.....	188
Tabla 3.51 Distancia entre punto	193
Tabla 3.52 Datos de Identificación de los Tramo.	194
Tabla 3.53 Datos de Información de distancia y cota del punto	195
Tabla 3.54 Resultado del IRI	196
Tabla 3.55 Factor de corrección.....	201
Tabla 3.56 Resultados de la resistencia de los testigos	202
Tabla 3.57 Datos del proyecto	206
Tabla 3.58 Número de pozo	206
Tabla 3.59 Contenido de humedad.....	206
Tabla 3.60 Análisis de tamices.....	207
Tabla 3.61 Análisis en mortero	207
Tabla 3.62 Análisis de tamices.....	207
Tabla 3.63 Composición del suelo	208
Tabla 3.64 Datos del ensayo	208
Tabla 3.65 Número de pozo	208
Tabla 3.66 Contenido de humedad.....	208
Tabla 3.67 Análisis de Tamices	209
Tabla 3.68 Análisis por mortero.....	209
Tabla 3.69 Análisis de tamices.....	209

Tabla 3.70 Composición del suelo	210
Tabla 3.71 Datos del ensayo	210
Tabla 3.72 Número de pozo	210
Tabla 3.73 Contenido de humedad.....	211
Tabla 3.74 Análisis de Tamices	211
Tabla 3.75 Análisis por mortero.....	211
Tabla 3.76 Análisis de tamices.....	211
Tabla 3.77 Composición del suelo	212
Tabla 3.78 Datos del ensayo	212
Tabla 3.79 Número de pozo	212
Tabla 3.80 Contenido de humedad.....	212
Tabla 3.81 Análisis de Tamices	213
Tabla 3.82 Análisis por mortero.....	213
Tabla 3.83 Análisis de tamices.....	213
Tabla 3.84 Composición del suelo	214
Tabla 3.85 Datos del ensayo	214
Tabla 3.86 Número de pozo	214
Tabla 3.87 Contenido de humedad.....	214
Tabla 3.88 Análisis de Tamices	215
Tabla 3.89 Análisis por mortero.....	215
Tabla 3.90 Análisis de tamices.....	215
Tabla 3.91 Composición del suelo	216
Tabla 3.92 Datos del ensayo	219
Tabla 3.93 Número del pozo.....	219
Tabla 3.94 Datos y resultados	219
Tabla 3.95 Datos del ensayo	220
Tabla 3.96 Número del pozo.....	220
Tabla 3.97 Datos y resultados	221
Tabla 3.98 Datos del ensayo	221
Tabla 3.99 Número del pozo.....	222

Tabla 3.100 Datos y resultados	222
Tabla 3.101 Datos del ensayo	223
Tabla 3.102 Número del pozo.....	223
Tabla 3.103 Datos y resultados	223
Tabla 3.104 Datos del ensayo	224
Tabla 3.105 Número del pozo.....	224
Tabla 3.106 Datos y resultados	225
Tabla 3.107 Datos del proyecto	231
Tabla 3.108 Número del pozo.....	231
Tabla 3.109 Límite Líquido	232
Tabla 3.110 Límite Plástico	232
Tabla 3.111 Resultados	233
Tabla 3.112 Datos del proyecto	233
Tabla 3.113 Número del pozo.....	233
Tabla 3.114 Límite Líquido	233
Tabla 3.115 Límite Plástico	234
Tabla 3.116 Resultados	234
Tabla 3.117 Datos del proyecto	235
Tabla 3.118 Número del pozo.....	235
Tabla 3.119 Límite Líquido	235
Tabla 3.120 Límite Plástico	236
Tabla 3.121 Resultados	236
Tabla 3.122 Datos del proyecto	237
Tabla 3.123 Número del pozo.....	237
Tabla 3.124 Límite Líquido	237
Tabla 3.125 Límite Plástico	238
Tabla 3.126 Resultados	238
Tabla 3.127 Datos del proyecto	239
Tabla 3.128 Número del pozo.....	239
Tabla 3.129 Límite Líquido	239

Tabla 3.130 Límite Plástico	240
Tabla 3.131 Resultados	240
Tabla 3.132 Datos del proyecto	243
Tabla 3.133 Número de pozos	243
Tabla 3.134 Resumen de la AASHTO	243
Tabla 3.135 Cálculo del ensayo	244
Tabla 3.136 Compactación y Embebimiento	244
Tabla 3.137 Determinación de la expansión	244
Tabla 3.138 Cálculo del CBR	244
Tabla 3.139 Resultados de CBR	245
Tabla 3.140 Datos del proyecto	246
Tabla 3.141 Número de pozos	246
Tabla 3.142 Resumen de la AASHTO	246
Tabla 3.143 Cálculo del ensayo	246
Tabla 3.144 Compactación y Embebimiento	246
Tabla 3.145 Determinación de la expansión	247
Tabla 3.146 Cálculo del CBR	247
Tabla 3.147 Resultados de CBR	248
Tabla 3.148 Datos del proyecto	248
Tabla 3.149 Número de pozos	248
Tabla 3.150 Resumen de la AASHTO	249
Tabla 3.151 Cálculo del ensayo	249
Tabla 3.152 Compactación y Embebimiento	249
Tabla 3.153 Determinación de la expansión	249
Tabla 3.154 Cálculo del CBR	250
Tabla 3.155 Resultados de CBR	251
Tabla 3.156 Datos del proyecto	251
Tabla 3.157 Número de pozos	251
Tabla 3.158 Resumen de la AASHTO	251
Tabla 3.159 Cálculo del ensayo	251

Tabla 3.160 Compactación y Embebimiento	252
Tabla 3.161 Determinación de la expansión	252
Tabla 3.162 Cálculo del CBR	252
Tabla 3.163 Resultados de CBR	253
Tabla 3.164 Datos del proyecto	254
Tabla 3.165 Número de pozos	254
Tabla 3.166 Resumen de la AASHTO	254
Tabla 3.167 Cálculo del ensayo	254
Tabla 3.168 Compactación y Embebimiento	255
Tabla 3.169 Determinación de la expansión	255
Tabla 3.170 Cálculo del CBR	255
Tabla 3.171 Resultados de CBR	256

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Elementos de Construcción para un Pavimento de Concreto	7
Figura 2.2 Superficie de Pavimento de Concreto Rígido.....	8
Figura 2. 2.3.1 a) Blowup / Buckling de baja severidad.....	13
Figura 2. 2.3.1 b) Blowup / Buckling de baja severidad.....	13
Figura 2.2.3.1 c) Blowup / Buckling de baja severidad	14
Figura 2.2.3.2 a) Grieta de esquina de baja severidad	15
Figura 2.2.3.2 b) Grieta de esquina de severidad media	16
Figura 2.2.3.2 c) Grieta de esquina de alta severidad	16
Figura 2.2.3.3 a) Losa dividida de baja severidad	17
Figura 2.2.3.3 b) Losa dividida de severidad media	17
Figura 2.2.3.3 c) Losa dividida de alta severidad	18
Figura 2.2.3.4 a) Grieta de durabilidad de baja severidad	19
Figura 2.2.3.4 b) Grieta de durabilidad de severidad media	19

Figura 2.2.3.4 c) Grieta de durabilidad de alta severidad	20
Figura 2.2.3.5 a) Escala de baja severidad	21
Figura 2.2.3.5 b) Escala de severidad media	21
Figura 2.2.3.5 c) Escala de alta severidad	22
Figura 2.2.3.6 a) Daño del sello de junta de baja severidad	23
Figura 2.2.3.6 b) Daño del sello de junta de severidad media	23
Figura 2.2.3.6 c) Daño del sello de junta de alta severidad	24
Figura 2.2.3.7 a) Desnivel carril / berma de baja severidad	25
Figura 2.2.3.7 b) Desnivel carril / berma de severidad media	25
Figura 2.2.3.7 c) Desnivel carril / berma de alta severidad	25
Figura 2.2.3.8 a) Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple	27
Figura 2.2.3.8 b) Grietas lineales de severidad media en losa de concreto	28
Figura 2.2.3.8 c) Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple	28
Figura 2.2.3.9 a) Parche grande y acometidas de servicios públicos	29
Figura 2.2.3.9 b) Parche grande y acometidas de servicios públicos	29
Figura 2.2.3.9 c) Parche grande y acometidas de servicios públicos.....	30
Figura 2.2.3.10 a) Parche pequeño de baja severidad	31
Figura 2.2.3.10 b) Parche pequeño de severidad media	31
Figura 2.2.3.10 c) Parche pequeño de alta severidad	31
Figura 2.2.3.11 Pulimento de agregados	32
Figura 2.2.3.12 Popout	33
Figura 2.2.3.13 a) Bombeo	34
Figura 2.2.3.13 b) Bombeo	35
Figura 2.2.3.14 a) Punzonamiento de baja severidad	36
Figura 2.2.3.14 b) Punzonamiento de severidad media	36
Figura 2.2.3.14 c) Punzonamiento de alta severidad	37
Figura 2.2.3.15 a) Cruce de vía férrea de baja severidad	38
Figura 2.2.3.15 b) Cruce de vía férrea de severidad media	38
Figura 2.2.3.15 c) Cruce de vía férrea de alta severidad	38
Figura 2.2.3.16 a) Desconchamiento /Craquelado de baja severidad	39

Figura 2.2.3.16 b) Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado	40
Figura 2.2.3.16 c) Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado	40
Figura 2.2.3.17. Grietas de contracción	41
Figura 2.2.3.18 a) Descascaramiento de esquina de baja severidad	42
Figura 2.2.3.18 b) Descascaramiento de esquina de severidad media	43
Figura 2.2.3.18 c) Descascaramiento de esquina de alta severidad	43
Figura 2.2.3.19 a) Descascaramiento de junta de baja severidad	44
Figura 2.2.3.19 b) Descascaramiento de junta de severidad media	45
Figura 2.2.3.19 c) Descascaramiento de junta de alta severidad	45
Figura 2.3 Nivel de ingeniero y mira topográfica	48
Figura 2.4 Gráfica Granulométrica	63
Figura 2.5 Gráfica del CBR	65
Figura 2.6 Energía de compactación por vibración	69
Figura 3.7 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos	77
Figura 3.8 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 1	78
Figura 3.9 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 2.....	79
Figura 3.10 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 3.....	80
Figura 3.11 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 4.....	80
Figura 3.12 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 5.....	81
Figura 3.13 Levantamiento de datos	84
Figura 3.14 Levantamiento de datos	84
Figura 3.15 Levantamiento de datos	85
Figura 3.16 Levantamiento de datos	85
Figura 3.17 Levantamiento de datos	86
Figura 3.18 Ábaco (23).....	88
Figura 3.19 Ábaco valor corregido	88
Figura 3.20 Estado del PCI	88
Figura 3.21 Marcado del pavimento a cada 500 mm	90
Figura 3.22 Marcado del pavimento a cada 500 mm	90
Figura 3.23 Armado del Nivel de ingeniero	91

Figura 3.24 Armado del Nivel de ingeniero	91
Figura 3.25 Lecturado de la cota y lecturado de la altura del punto	92
Figura 3.26 Lecturado de la cota y lecturado de la altura del punto	92
Figura 3.27 Datos del desnivel 5m (Adelante) de la falla 1	93
Figura 3.28 Datos del desnivel 5m (Atrás) de la falla 1	93
Figura 3.29 Cálculo del IRI adelante de la falla	94
Figura 3.30 Cálculo del IRI detrás de la falla	94
Figura 3.31 Equipo de extracción de testigos	96
Figura 3.32 Equipo de extracción de testigos	96
Figura 3.33 Equipo de extracción de testigos (Broca)	97
Figura 3.34 Equipo de extracción de testigos (Manguera para el agua)	98
Figura 3.35 Equipo de extracción de testigos (Manguera para el agua)	98
Figura 3.36 Extracción de testigo (Entre Ríos)	99
Figura 3.37 Extracción de testigo (Entre Ríos)	99
Figura 3.38 Extracción de testigo (Entre Ríos)	100
Figura 3.39 Extracción de testigo (Entre Ríos)	101
Figura 3.40 Extracción de testigo (Entre Ríos)	101
Figura 3.41 Extracción de testigo (Entre Ríos)	101
Figura 3.42 Identificación de testigos	102
Figura 3.43 Espesor de losa	103
Figura 3.44 Diámetro de probeta	103
Figura 3.45 Rotura de probeta	105
Figura 3.46 Rotura de probeta	106
Figura 3.47 Equipo a rotura a compresión	106
Figura 3.48 Equipo a rotura a compresión de probetas.....	107
Figura 3.49 Tamiz (2 ½")	109
figura 3.50 Tamiz (2")	109
figura 3.51 Tamiz (1")	109
figura 3.52 Tamiz (1 ½ “)	110
figura 3.53 Tamiz (3/4")	110

figura 3.54 Tamiz (3/8")	110
figura 3.55 Tamiz (N°4)	110
figura 3.56 Tamiz (N°10)	110
figura 3.57 Tamiz (N°40)	110
figura 3.58 Tamiz (N°200)	110
Figura 3.59 Superposición de mallas	112
Figura 3.60 Juego de mallas en el vibrador	112
Figura 3.61 Curva Granulométrica	116
Figura 3.62 Aparato Casagrande con su ranurador	118
Figura 3.63 Tamiz N° 40	118
Figura 3.64 Juego de pequeñas taras	119
Figura 3.65 Bandeja, platillo, espátula y balanza	119
Figura 3.66 Pasta para el ensayo	120
Figura 3.67 Procedimiento del ensayo	120
Figura 3.68 Procedimiento del ensayo	121
Figura 3.69 Procedimiento de ensayo	121
Figura 3.70 Preparación del material	122
Figura 3.71 Preparación del material	122
Figura 3.72 Observación para análisis de la muestra	123
Figura 3.73 Pesando el material para los resultados	123
Figura 3.74 Secado de material	124
Figura 3.75 Gráfico del Límite Líquido a 25 golpes	125
Figura 3.76 Preparación de la muestra	127
Figura 3.77 Compactación del material	127
Figura 3.78 Enzorzando el material	128
Figura 3.79 Material compactado	128
Figura 3.80 Material compactado	128
Figura 3.81 Curva de compactación	132
Figura 3.82 Curva de CBR (carga vs penetración)	141
Figura 3.83 Curva (Densidad seca Vs CBR)	142

Figura 3.84 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos	151
Figura 3.85 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 1	152
Figura 3.86 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 2	153
Figura 3.87 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 3	153
Figura 3.88 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 4	154
Figura 3.89 Zona urbana de la ciudad de Entre Ríos tramo 5	155
Figura 3.90 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 1.....	156
Figura 3.91 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 2.....	156
Figura 3.92 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 3.....	157
Figura 3.93 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 4.....	158
Figura 3.94 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 5.....	158
Figura 3.95 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 6.....	159
Figura 3.96 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 7.....	160
Figura 3.97 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 8.....	160
Figura 3.98 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 9.....	161
Figura 3.99 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 10.....	162
Figura 3.100 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 11.....	162
Figura 3.101 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 12.....	163
Figura 3.102 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 13.....	164
Figura 3.103 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 14.....	164
Figura 3.104 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 15.....	165
Figura 3.105 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 16.....	166
Figura 3.106 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 17.....	166
Figura 3.107 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 18.....	167
Figura 3.108 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 19.....	168
Figura 3.109 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 20.....	168
Figura 3.110 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 21.....	169
Figura 3.111 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 22.....	170
Figura 3.112 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 23.....	170
Figura 3.113 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 24.....	171

Figura 3.114 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 25.....	172
Figura 3.115 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 26.....	172
Figura 3.116 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 27.....	173
Figura 3.117 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 28.....	174
Figura 3.118 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 29.....	174
Figura 3.119 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 30.....	175
Figura 3.120 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 31.....	176
Figura 3.121 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 32.....	176
Figura 3.122 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 33.....	177
Figura 3.123 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 34.....	178
Figura 3.124 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 35.....	178
Figura 3.125 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 36.....	179
Figura 3.126 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 37.....	180
Figura 3.127 Zona urbana de la localidad de Entre Ríos Punto 38.....	180
Figura 3.128 Rangos de calificación del PCI.....	182
Figura 3.129 Levantamiento de datos	182
Figura 3.130 Levantamiento de datos	183
Figura 3.131 Levantamiento de datos	183
Figura 3.132 Ábaco (23).....	186
Figura 3.133 Ábaco valor corregido	187
Figura 3.134 Determinación del tramo	189
Figura 3.135 Determinación de la distancia de medición.....	190
Figura 3.136 Levantamiento de datos	190
Figura 3.137 Levantamiento de datos	190
Figura 3.138 Levantamiento de datos	191
Figura 3.139 Levantamiento de datos	191
Figura 3.140 Datos del desnivel 5m(Adelante) de la falla 1.....	192
Figura 3.141 Datos del desnivel 5m (Atrás) de la falla 1.....	193
Figura 3.142 Cálculo del IRI delante de la falla	195
Figura 3.143 Cálculo del IRI detrás de la falla	195

Figura 3.144 Extracción de testigos	195
Figura 3.145 Extracción de testigos	199
Figura 3.146 Extracción de testigos	199
Figura 3.147 Longitud del testigo	199
Figura 3.148 Diámetro del testigo.....	200
Figura 3.149 Curva Granulométrica	204
Figura 3.150 Gráfica de la granulometría	207
Figura 3.151 Curva Granulometría	209
Figura 3.152 Curva Granulometría	211
Figura 3.153 Curva Granulometría	213
Figura 3.154 Curva Granulometría	215
Figura 3.155 Preparación de la muestra.....	217
Figura 3.156 Compactación del material	217
Figura 3.157 Enrazando el material	218
Figura 3.158 Material compactado	218
Figura 3.159 Material compactado	218
Figura 3.160 Curva de compactación	220
Figura 3.161 Curva de compactación	221
Figura 3.162 Curva de compactación	222
Figura 3.163 Curva de compactación	224
Figura 3.164 Curva de compactación	225
Figura 3.165 Pasta para el ensayo.....	227
Figura 3.166 Procedimiento del ensayo.....	228
Figura 3.167 Procedimiento del ensayo.....	228
Figura 3.168 Preparación del material	229
Figura 3.169 Preparación del material	229
Figura 3.170 Observación para análisis de la muestra.....	230
Figura 3.171 Pesado el material para los resultados	230
Figura 3.172 Secado de material.....	231
Figura 3.173 Gráfica número de golpes.....	232

Figura 3.174 Gráfica número de golpes.....	234
Figura 3.175 Gráfica número de golpes.....	236
Figura 3.176 Gráfica número de golpes.....	238
Figura 3.177 Gráfica número de golpes.....	240
Figura 3.178 Gráfica Carga Vs Penetración	245
Figura 3.179 Gráfica Densidad Seca Vs C.B. R	245
Figura 3.180 Gráfica Carga Vs Penetración	247
Figura 3.181 Gráfica Densidad Seca Vs C.B. R	248
Figura 3.182 Gráfica Carga Vs Penetración	250
Figura 3.183 Gráfica Densidad Seca Vs C.B. R	250
Figura 3.184 Gráfica Carga Vs Penetración	253
Figura 3.185 Gráfica Densidad Seca Vs C.B. R	253
Figura 3.186 Gráfica Carga Vs Penetración	256
Figura 3.187 Gráfica Densidad Seca Vs C.B. R	256