

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE METODOLOGIAS PARA LA
REPARACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO”**

AUTOR: OLGUIN MICHEL WILDER

AGOSTO 2012

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

**“EVALUACIÓN DE METODOLOGIAS PARA LA
REPARACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO”**

AUTOR: OLGUIN MICHEL WILDER

**PROPUESTA ELABORADA EN LA ASIGNATURA
CIV 502**

PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II

AGOSTO 2012

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. Trinidad Baldiviezo

PROFESOR GUÍA

.....
Ing. Luis A. Yurquina F.

**DECANO FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
Lic. Gustavo Succi

**VICEDECANO FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Mabel Zambrana

.....
Ing. Mario Ticona

.....
Ing. Marcelo Sosa

El Tribunal Calificador de la presente Tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

A mis padres Marina y Gregorio, a toda mi familia por su paciencia y comprensión.

A Fanny quién con paciencia supo apoyarme en todo momento.

A mis amistades que de alguna manera me apoyaron y motivaron a seguir adelante.

PENSAMIENTO:

"Los sabios tienen sobre los ignorantes las mismas ventajas que los vivos sobre los muertos; que la sabiduría es un adorno en la prosperidad y un refugio en la adversidad."

Aristoteles.

ÍNDICE

Dedicatorias
Agradecimiento
Pensamiento

CAPITULO I INTRODUCCION

	PÁG.
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO.....	5
1.5 METODOLOGIA.....	7

CAPITULO II ASPECTOS GENERALES DEL CONCRETO Y DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

2.1 FUNDAMENTOS DEL CONCRETO.....	6
2.1.1 CONCRETO RECIENTE MEZCLADO.....	7
2.1.2 CONCRETO ENDURECIDO.....	10
2.1.3 MATERIALES CONSTITUYENTES.....	13
2.1.3.1 CEMENTOS.....	13
2.1.3.2 AGUA.....	18
2.1.3.3 ARIDOS.....	20
2.1.4 DOSIFICACION DEL CONCRETO.....	27
2.2 GENERALIDADES DE LOS PAVIMENTO DE CONCRETO.....	28
2.2.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO RIGIDO.....	21
2.2.1.1 SUBRASANTE.....	30
2.2.1.2 SUBBASE GRANULAR.....	30
2.2.1.3 CARPETA DE CONCRETO HIDRAULICO.....	31
2.2.1.4 JUNTAS.....	32
2.2.2 TIPOS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	33
2.2.3 DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	36
2.2.3.1 VARIABLES QUE PARTICIPAN EN EL DISEÑO Y COMPORTAMIENTO.....	37
2.2.3.2 DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS DE CONCRETO POR EL METODO AASHTO-93.....	47
2.2.3.3 DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTOS DE CONCRETO POR EL METODO PCA.....	54

CAPITULO III
REPARACION DE SUPERFICIES CONCRETO

3.1	COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO.....	62
3.1.1	CORROSION DE ARMADURAS (METALES AHOGADOS).....	63
3.1.2	EFFECTOS TERMICOS Y DE HUMEDAD.....	68
3.1.3	EFFECTOS DE CARGAS.....	71
3.1.4	MECANISMOS DE DESINTEGRACION DEL CONCRETO.....	72
3.1.5	DEFECTOS EN LA MANO DE OBRA Y DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	75
3.2	EVALUACION DEL CONCRETO.....	79
3.2.1	INVESTIGACION VISUAL Y EXPLORATORIA.....	82
3.2.2	LOCALIZACION DE CONCRETO DELAMINADO (METODOS DE EMISIONES ACUSTICAS Y TERMOGRAFIA).....	83
3.2.3	LOCALIZACION DE HUECOS,GRIETAS Y OQUEDADES.....	84
3.2.4	MEDICION DE LA ACTIVIDAD DE CORROSION.....	87
3.2.5	CONTENIDO DE CLORURO.....	88
3.2.6	PROFUNDIDAD DE CARBONATAACION.....	89
3.2.7	RESISTENCIA DE ADHERENCIA SOBRE CAPAS SOBREPUESTAS Y RECUBRIMIENTOS; PRUEBA DE JALÓN (PULL-OFF).....	90
3.2.8	RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN EL SITIO: MÉTODOS DE REBOTE Y PENETRACIÓN (ESCLERÓMETRO).....	91
3.3	REPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO.....	92
3.3.1	ANALISIS,ESTRATEGIA Y DISEÑO.....	94
3.3.2	MATERIALES DE REPARACION.....	97
3.3.3	PREPARACION DE LA SUPERFICIE.....	107
3.3.4	LIMPIEZA,REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.....	113
3.3.5	ADHERENCIA ENTRE LOS MATERIALES DE REPARACION AL CONCRETO EXISTENTE...	118
3.3.6	TECNICAS DE COLOCACION.....	124

CAPITULO IV
METODOLOGIA PARA LA REPARACION DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

4.1	ANALISIS TEORICO DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	140
4.1.1	COMPORTAMIENTO.....	140
4.1.2	DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	145
4.2	EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	146
4.3	PROCEDIMIENTO DE EJECUCION DE LAS METODOLOGIAS DE REPARACION.....	164
4.3.1	REPARACION DE LAS LOSAS DE CONCRETO EN ESPESOR TOTAL O PARCIAL CON CONCRETO HIDRAULICO.....	164
4.3.1.1	REPARACION DE PAVIMENTOS DE LOSAS DE CONCRETO EN ESPESOR TOTAL.....	164
4.3.1.2	REPARACION EN ESPESOR PARCIAL.....	186
4.3.2	RESELLADOS DE JUNTAS Y FISURAS.....	198
4.3.3	RETROCOLOCADO DE BARRAS PASAJUNTAS.....	209

4.3.4	ESTABILIZACION DE LOSAS.....	216
4.3.5	FRESADO DIAMANTE DE LA SUPERFICIE DE RODADURA.....	225

CAPITULO V APLICACIÓN PRACTICA PROYECTO "PAVIMENTO RIGIDO CARAPARI"
--

5.1	DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	230
5.2	DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO.....	235
5.3	EVALUACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	236
5.4	PROCEDIMIENTOS DE LAS METODOLOGÍAS DE LAS REPARACION.....	259
5.4.1	REPARACIÓN DE LAS LOSAS DE CONCRETO EN ESPESOR TOTAL CON CONCRETO HIDRÁULICO.....	259
5.4.2	RESELLADO DE FISURAS CON SELLANTE (SIKAFLEX 15ML SL).....	267
5.5	PRESUPUESTO DE LAS REPARACIONES.....	270
5.5.1	COMPUTOS METRICOS.....	270
5.5.2	PRECIOS UNITARIOS.....	274
5.5.3	PRESUPUESTO.....	284

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	CONCLUSIONES.....	285
	RECOMENDACIONES.....	287

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

			PAG.
Tabla	2.1	ESPECIFICACIONES QUIMICAS DEL CEMENTO.....	16
Tabla	2.2	ESPECIFICACIONES FISICAS DEL CEMENTO.....	18
Tabla	2.3	ESPECIFICACIONES DEL AGUA PARA EL CONCRETO.....	20
Tabla	2.4	ESPECIFICACIONES FISICOQUIMICOS Y MECANICAS DE LOS ARIDOS.....	27
Tabla	2.5	CBR REQUERIMIENTOS PARA SUBBASE.....	45
Tabla	2.6	PERIODOS DE PROYECTO A ADOPTAR EN FUNCION DEL TIPO DE CARRETERA.....	48
Tabla	2.7	DISTRIBUCION DEL TRAFICO EN FUNCION DEL NUMERO DE CARRILES.....	49
Tabla	2.8	DESVIACION ESTANDAR NORMAL.....	49
Tabla	2.9	NIVELES DE FIABILIDAD A ADOPTAR EN FUNCION DEL TIPO DE CARRETERA.....	50
Tabla	2.10.	CALIDADES DE DRENAJE.....	51
Tabla	2.11	VALORES DEL COEFICIENTE DE DRENAJE Cd.....	51
Tabla	2.12	VALORES DEL COEFICIENTE J DE TRANSMISION DE CARGAS.....	52
Tabla	2.13	CORRELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y EL MODULO DE ELASTICIDAD Ec.....	52
Tabla	2.14	VALORES DEL FACTOR DE PERDIDA DE SOPORTE LS EN FUNCION DEL TIPO DE BASE O SUB-BASE.....	53
Tabla	2.15	VALORES DEL MODULO "K".....	53
Tabla	2.16	EFECTO DE LA SUBBASE GRANULAR SOBRE LOS VALORES DE "K".....	56
Tabla	2.17	SUELOS DE SUBRASANTE Y VALORES APROXIMADOS DE "K".....	56
Tabla	2.18	TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO CON SUS CORRESPONDIENTES FACTORES DE PROTECCION.....	57
Tabla	3.1	RECUBRIMIENTO DE CONCRETO EXIGIDO POR ACI PARA LA PROTECCION CONTRA CORROSION.....	78
Tabla	3.2	METODOS DE PRUEBAS ESTANDAR PARA LA EVALUACION DEL CONCRETO.....	81
Tabla	3.3	PROPIEDADES DE SOPORTE DE CARGA.....	100
Tabla	3.4	PROPIEDADES DE SERVICIO/EXPOSICION.....	101
Tabla	3.5	CARGAS EXTERNAS/PROPIEDADES.....	102
Tabla	3.6	PROPIEDADES DE FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCION Y APARIENCIA.....	103
Tabla	3.7	MATERIALES MAS COMUNES, JUNTO CON SUS PROPIEDADES Y LIMITACIONES.....	105
Tabla	3.8	INGREDIENTES DE LOS MATERIALES PARA REPARACION.....	106
Tabla	3.9	ADITIVOS PARA CONCRETO LANZADO MEZCLADO Y SECO.....	130
Tabla	4.1	COEFICIENTES DE FRICCION MAS COMUNES.....	141

Tabla	4.2	VALORES DEL COEFICIENTE DE EXPANCIÓN TÉRMICA DEL CONCRETO.....	142
Tabla	4.3	REPARACIONES REQUERIDAS EN FALLAS LOCALIZADAS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	163
Tabla	4.4	LONGITUD DE EMPALME DEL ACERO DE REFUERZO.....	180
Tabla	4.5	TIEMPOS DE CURADO EN FUNCIÓN AL TIPO DE CEMENTO.....	184
Tabla	4.6	TAMAÑO MEDIO RECOMENDADOS DE TIRA DE RESPALDO.....	202
Tabla	4.7	DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES SELLANTES.....	203
Tabla	4.8	TAMAÑOS RECOMENDADOS PARA SELLOS DE COMPRESIÓN PREFORMADO....	205
Tabla	4.9	GRANULOMETRÍA DE ARENA PARA EL SELLADO.....	206
Tabla	4.10	CRITERIOS DE LA MÁXIMA DEFLEXIÓN EN LA ESQUINA.....	219
Tabla	5.1	TRAMOS PAVIMENTADOS.....	232
Tabla	5.2	INTERSECCIONES.....	234
Tabla	5.3	INVENTARIO DE FALLAS AVENIDA SUR.....	250
Tabla	5.4	INVENTARIO DE FALLAS AVENIDA NORTE.....	252
Tabla	5.5	EQUIPO MÍNIMO PARA LA RESTITUCIÓN DE LOSAS.....	259
Tabla	5.6	DETALLE DE CANTIDAD DE LOSAS POR RESTITUIR.....	265

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	PAG.
Foto 4.1 DEMARCADO DE LAS AREAS DE REMOCION.....	169
Foto 4.2 REMOCION POR IZADO.....	172
Foto 4.3 PREPARADO DEL AREA A REPARAR.....	174
Foto 4.4 PERFORACION PARA DOVELAS MEDIANTE TALADROS ARMADOS EN GRUPO.....	175
Foto 4.5 LIMPIEZA DE AGUJEROS CON AIRE COMPRIMIDO.....	177
Foto 4.6 AREA SUJETA A REPARACION UNA VEZ REPOSICIONADAS LAS DOVELAS.....	178
Foto 4.7 TEXTURIZADO ACABADO SIMILAR AL DEL PAVIMENTO EXISTENTE.....	182
Foto 4.8 VACIADO DESDE EL VEHICULO DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION MEDIANTE PALI.....	183
Foto 4.9 ENRASADO CON REGLAS VIBRATORIAS.....	183
Foto 4.10 CURADO CON CUBIERTAS DE AISLAMIENTO.....	184
Foto 4.11 CURADO CON COMPUESTO PIGMENTADO.....	184
Foto 4.12 REPARACION DE LOSAS DE CONCRETO EN ESPESOR TOTAL TERMINADA.....	185
Foto 4.13 IDENTIFICACION DE AREAS DETERIORADAS.....	187
Foto 4.14 MARCADO DE BORDES.....	187
Foto 4.15 ASERRADO.....	188
Foto 4.16 CINCELADO.....	188
Foto 4.17 MAQUINA DE FRESADO.....	189
Foto 4.18 LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA A PRESION.....	191
Foto 4.19 TRABAJO PRELIMINAR COMPLETO Y PARCHE LISTO PARA LA COLOCACION Y ACABADO.....	191
Foto 4.20 INSERTO COMPRESIBLE EN LA JUNTA DEBIDO A UN APOYO PUNTUAL.....	192
Foto 4.21 COLOCACION DEL ADHERENTE.....	195
Foto 4.22 CURADO LUEGO DE EVAPORADO EL AGUA DE EXUDACION.....	197
Foto 4.23 SELLADO DE JUNTAS LUEGO DE UNA REPARACION EN ESPESOR PARCIAL.....	198
Foto 4.24 REPARACION EN ESPESOR PARCIAL TERMINADA Y ABIERTA AL TRAFICO.....	198
Foto 4.25 EXTRACCION DEL SELLO ANTIGUO EN FORMA MANUAL.....	200
Foto 4.26 RESERVORIO (FORMADO Y LIMPIO).....	201
Foto 4.27 INSTALACION DE TIRA DE RESPALDO EN JUNTAS.....	202
Foto 4.28 RESELLADO DE GRIETAS Y JUNTAS TERMINADO.....	209
Foto 4.29 EQUIPO DE CORTADO DE CORTADORA DE BARRAS.....	209
Foto 4.30 CORTADO DEL PAVIMENTO MEDIANTE CORTADORAS ESTANDAR.....	211
Foto 4.31 PREPARACION DE DEPOSITOS.....	213
Foto 4.32 LIMPIEZA DE DEPOSITOS.....	213
Foto 4.33 VACIADO DEL CONCRETO EN LA BARRA.....	214
Foto 4.34 RETROCLOCADO DE BARRAS PASAJUNTAS CONCLUIDO.....	215
Foto 4.35 ENSAYO PRUEBA DE PLACA.....	218
Foto 4.36 PERFORACION PARA INYECCION.....	222

Foto	5.1	ROTURA DE PROBETAS A COMPRESION SIMPLE.....	239
Foto	5.2	ENSAYO DE ROTURA DE VIGA A FLEXION CON CARGA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ	241
Foto	5.3	PRODECIMIENTOS DE ENSAYOS PARA DOSIFICAR EL CONCRETO.....	243
Foto	5.4	PRODIMIENTO DEL ENSAYO DE DENSIDAD EN CAMPO.....	248
Foto	5.5	DEMOLICION DE LOSAS CON MARTILLO HIDRAULICO.....	261
Foto	5.6	ASERRADO DE BORDES.....	261
Foto	5.7	LIMPIEZA DEL AREA DEMOLIDA DEJANDOLA LIBRE DE MATERIALES SUELTOS.....	261
Foto	5.8	PROCEDIMIENTO DE RESTITUCION DE LA FUNDACION EN AREAS POR REPARAR....	262
Foto	5.9	REPOSICION DE LAS BARRAS DE AMARRE.....	262
Foto	5.10	VERIFICACION DE DOVELAS EN LAS VIAS DE ALTO TRAFICO (AV. A YACUIBA Y AV. A TARIJA).....	263
Foto	5.11	COLOCADO DEL CONCRETO DIRECTAMENTE DE LA HORMIGONERA.....	264
Foto	5.12	VIBRADO Y ENRASADO.....	264
Foto	5.13	TEXTURIZADO DEL CONCRETO MEDIANTE CEPILLO TEXTURIZADOR.....	264
Foto	5.14	LOSA RESTITUIDA Y LISTA PARA ABRIR AL TRAFICO.....	265