

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



TOMO I

**“DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA PAVIMENTO RÍGIDO BARRIO
BANDA MEALLA ENTRE RÍOS”**

Por:

FISHER RÍOS FERNÁNDEZ

Trabajo 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 I – 2022

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

TOMO I

**“DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA PAVIMENTO RÍGIDO BARRIO
BANDA MEALLA ENTRE RÍOS”**

Por:

FISHER RÍOS FERNÁNDEZ

SEMESTRE I – 2022

TARIJA – BOLIVIA

Dedicatoria:

A mis padres Delio Ríos R, y Yola Fernández M. por todo su apoyo, esfuerzo y abnegación sin los cuales no habría podido culminar mi carrera universitaria, en recompensa les dedico este humilde trabajo.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Página
INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Situación problemática.....	3
1.2.2. Problema	3
1.3. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. ALCANCE.....	4
1.5. Métodos y técnicas empleados.....	5
1.5.1. Métodos.....	5
1.5.2. Técnicas	7

CAPÍTULO II
INGENIERÍA DEL PROYECTO

	Página
2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS.....	9
2.1.2. Pavimento rígido.....	10
2.1.3. Aspectos geométricos	13
2.1.3.1. Características geométricas de la vía	14
2.1.4. Elementos que constituyen el pavimento rígido	15
2.1.4.1. Capa subrasante	15
2.1.4.2. Capa sub-base	16
2.1.4.3. Capa de rodadura	17
2.2. DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTOS.....	18
2.2.1. Juntas longitudinales.....	18
2.2.2. Juntas transversales de contracción.....	20
2.2.3. Juntas transversales de expansión.....	21
2.2.4. Juntas transversales de construcción.....	23
2.2.5. Barras de pasajuntas.....	23

2.2.6. Barras de unión y pasadores.....	24
2.2.7. Sellos.....	25
2.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO	27
2.3.1. Clasificación de suelos.....	27
2.3.2. Compactación T-180.....	30
2.3.2.1. Compactación proctor estándar.....	30
2.3.2.2. Prueba proctor modificada.....	30
2.3.3. Relación de soporte del suelo CBR	31
2.4. MATERIALES QUE CONSTITUYEN LA CAPA DE RODADURA	32
2.5. ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR	38
2.5.1. Clasificación de vehículos	39
2.5.1.1. Tipo de ejes	39
2.5.1.2. Volúmenes de tránsito absoluto o totales.....	41
2.5.1.2.1. Volúmenes de tránsito promedio diarios (TPD).....	42
2.5.1.2.2. Volumen de tráfico.....	42
2.6. DISEÑO DE LAS OBRAS PRINCIPALES, AUXILIARES Y COMPLEMENTARIAS	43
2.6.1. Parámetros de diseño y normas de obras auxiliares.....	43
2.7. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CARPETA DE RODADURA	46
2.7.1. Método AASTHO – 93.....	46
2.7.1.1. Variables de diseño	46
2.7.1.2. Procedimiento de cálculo de espesor de la losa	56
2.7.2. Precios unitarios y presupuesto.....	57
2.7.3. Señalización vial	58
2.7.3.1. Señalización vertical	58
2.7.3.1.1. Señales preventivas	59
2.7.3.1.2. Señales reglamentarias.....	60
2.7.3.2. Señalización de tránsito horizontal (demarcación)	61
2.8. CONSERVACIÓN VIAL.....	62
2.8.1. Mantenimiento rutinario	62
2.8.2. Mantenimiento periódico	62
2.8.3. Mantenimiento de emergencia.....	63

CAPÍTULO III PROPUESTA DE DISEÑO

	Página
UBICACIÓN DE PROYECTO	64
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	66
3.1.1. Aspectos demográficos	66
3.1.2. Población.....	67
3.1.3. Topografía.....	67
3.1.4. Clima.....	67
3.1.5. Estudios preliminares	69
3.1.5.1. Estudio topográfico	69
3.1.5.1.1. Levantamiento topográfico	69
3.1.5.1.2. Trabajo de gabinete y procesamiento de datos	69
3.1.5.2. Estudio hidrológico	70
3.1.5.3. Estudio geotécnico	75
3.1.5.3.1. Obtención de materiales de la región.....	83
3.1.5.3.2. Caracterización de los agregados grueso y agregado fino	83
3.1.5.4. Dosificación de mezcla de hormigón de probetas cilíndricas y vigas prismáticas	88
3.1.5.5. Estudio de tráfico	93
3.1.5.5.1. Proyección de tráfico	97
3.1.5.6. Diseño estructural de la losa de hormigón	103
3.1.5.6.1. Método para el diseño de la capa rodadura rígida	103
3.1.5.6.2. Diseño de juntas del pavimento rígido.....	109
3.1.6. Método para el diseño de alcantarillado pluvial	113
3.1.6.1. Diseño de las obras de alcantarillado	118
3.1.6.2. Diseño estructural de camaras pluviales	123
3.1.6.3. Diseño de cordón cuneta.....	126

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1. CONCLUSIONES	128

4.2. RECOMENDACIONES	130
----------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO I	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
ANEXO II	ESTUDIO HIDROLÓGICO
ANEXO III	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA CAPA SUBRASANTE
ANEXO IV	CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS Y DOSIFICACIÓN
ANEXO V	ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR
ANEXO VI	PRESUPUESTO GENERAL
ANEXO VII	PRECIOS UNITARIOS
ANEXO VIII	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
ANEXO IX	MEMORIA FOTOGRÁFICA

PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Tipos de pavimento	10
Figura 2.2 Características geométricas de una vía urbana	13
Figura 2.3 Elementos que constituyen el pavimento	15
Figura 2.4 Junta tipo macho y hembra.....	19
Figura 2.5 Junta de ranura o plano debilitado.....	20
Figura 2.6 Tipos de juntas de contracción.....	21
Figura 2.7 Junta de expansión típica.....	22
Figura 2.8 Tipos de juntas de construcción.....	23
Figura 2.9 Barras de pasajuntas.....	24
Figura 2.10 Sello de juntas con maquinaria.....	26
Figura 2.11 Sello de juntas manual.....	26
Figura 2.12 Tipos de ejes y peso en toneladas.....	40
Figura 2.13 Ábaco para hallar el módulo compuesto de reacción de la subrasante.....	52
Figura 2.14 Ábaco para hallar el módulo efectivo de reacción de la subrasante.....	52
Figura 2.15 Pantalla para los datos en el software.....	57
Figura 2.16 Pantalla de los resultados del software.....	57
Figura 2.17 Señalización vertical.....	59
Figura 2.18 Señalización vertical preventivas.....	60

Figura 2.19 Señalización vertical reglamentarias.....	60
Figura 2.20 Señalización horizontal.....	61
Figura 3.21 Localización del proyecto a nivel departamental.	64
Figura 3.22 Localización del proyecto a nivel provincial.....	65
Figura 3.23 Ubicación satelital barrio Banda Mealla de Entre Ríos.....	66
Figura 3.24 Ubicación de los BMs.	70
Figura 3.25 Curva doble masa análisis de consistencia.	71
Figura 3.26 Prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolmogorov.	72
Figura 3.27 Curva de precipitación.....	74
Figura 3.28 Curvas IDF.	75
Figura 3.29 Plano geotécnico.....	76
Figura 3.30 Obtención de los agregados.....	83
Figura 3.31 Ubicación de los puntos de aforo.....	94
Figura 3.32 Dimensionamiento del espesor de la losa.....	108
Figura 3.33 Espesor del pavimento.....	109
Figura 3.34 Ubicación de las armaduras en las losas.....	113
Figura 3.35 Detalle de cámara en 3d.....	123
Figura 3.36 Deformación de la Estructura de cámara.....	124
Figura 3.37 Cálculo de armadura de cámara.	126
Figura 3.38 Fórmula se sección de cuneta.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Sistema AASHTO de clasificación de suelos.....	28
Tabla 2.2 Especificaciones técnicas para la prueba de compactación proctor según las especificaciones ASTM.	31
Tabla 2.3 Valores de carga unitaria patrón	32
Tabla 2.4 Características físico – químicas de los agregados gruesos.....	34
Tabla 2.5 Granulometría del agregado grueso.....	34
Tabla 2.6 Características físico – químicas de los agregados finos.....	35
Tabla 2.7 Serie de mallas estándar y límites de tolerancia para la arena.....	35

Tabla 2.8 Análisis químico-físico y mecánico de los cementos.	37
Tabla 2.9 Tipo y características del cemento.....	37
Tabla 2.10 Sustancias disueltas admisibles en el agua	38
Tabla 2.11 Peso máximo en toneladas por eje.....	40
Tabla 2.12 Período de diseño.....	47
Tabla 2.13 Niveles de confiabilidad recomendadas por AASHTO.	49
Tabla 2.14 Factores de desviación normal a través de la confiabilidad.....	49
Tabla 2.15 Desviación estándar recomendadas por AASHTO.....	50
Tabla 2.16 Índice de serviciabilidad final (Pt).....	51
Tabla 2.17 Valores de (LS).....	53
Tabla 2.18 Coeficiente de drenaje para pavimento rígido.	54
Tabla 2.19 Coeficiente de transferencia de carga (J).....	55
Tabla 3.20 Temperatura media histórica en °C municipio Entre	68
Tabla 3.21 Resumen de BMs	69
Tabla 3.22 Estadístico de la precipitación máxima en 24 horas	71
Tabla 3.23 Parámetros estadísticos de precipitación. Máxima diaria	73
Tabla 3.24 Hdt para distintos periodos de retorno	73
Tabla 3.25 Lluvias máximas horarias para distintos periodos de retorno.....	74
Tabla 3.26 Intensidades máximas.	75
Tabla 3.27 Resultado del porcentaje que pasa de la granulometría del suelo.....	77
Tabla 3.28 Resultado del límite líquido y plástico del suelo de las calles.....	78
Tabla 3.29 Resultados de clasificación AASHTO y SUCS.....	80
Tabla 3.30 Resultados de compactación.....	81
Tabla 3.31 Resultados de C.B.R.	82
Tabla 3.32 Resultados del estudio de suelos.....	82
Tabla 3.33 Granulometría del agregado grueso, fino de chancadora Gareca.	84
Tabla 3.34 Resultados del peso específico de la grava áridos Gareca.....	85
Tabla 3.35 Resultados del peso específico de la arena áridos Gareca.	86
Tabla 3.36 Resultados del peso unitario de las gravas áridas Gareca.....	86
Tabla 3.37 Pesos de los agregados para el desgaste de los ángeles.....	87
Tabla 3.38 Pesos del agregado grueso para el desgaste de los ángeles áridos Gareca. ...	88
Tabla 3.39 Características del cemento.....	89

Tabla 3.40 Características del agregado grueso de Gareca.....	90
Tabla 3.41 Características del agregado fino de Gareca.....	90
Tabla 3.42 Pesos de materiales secos de áridos Gareca para probetas y vigas.....	91
Tabla 3.43 Resumen de resistencia a compresión de áridos Gareca.....	92
Tabla 3.44 Resumen de resistencia a flexo tracción de vigas áridos Gareca.....	93
Tabla 3.45 Resumen semanal de aforos vehiculares – Estación Canaletas.	95
Tabla 3.46 Resumen semanal de aforos vehiculares – Estación Entre Ríos.....	96
Tabla 3.47 Tráfico normal	98
Tabla 3.48 Tráfico generado 20 % del tráfico normal	99
Tabla 3.49 Aforo promedio diario.	100
Tabla 3.50 Índice de crecimiento y factor de crecimiento de la estación Canaletas.....	101
Tabla 3.51 Tránsito de diseño de la Estación Canaletas.	101
Tabla 3.52 Nivel de serviciabilidad.	102
Tabla 3.53 Factor equivalente de los vehículos que circulan en la estación Canaletas.	102
Tabla 3.54 Número de ESAL.....	103
Tabla 3.55 Desviación estándar para pavimento rígido y flexible.....	104
Tabla 3.56 Coeficiente de drenaje.....	105
Tabla 3.57 Nivel de confiabilidad del pavimento rígido.	106
Tabla 3.58 Transferencia de cargas para pavimento rígido.	106
Tabla 3.59 Resistencia a flexión.	107
Tabla 3.60 Resumen de los parámetros de diseño.	108
Tabla 3.61 Espesor del pavimento de concreto calle Capirenda.....	109
Tabla 3.62 Valores de factor de fricción.....	110
Tabla 3.63 Requisitos mínimos para pasadores en juntas transversales de pavimento rígidos.	113
Tabla 3.64 Periodo de diseño.....	115
Tabla 3.65 Población de diseño.	119
Tabla 3.66 Valores del coeficiente k_2	120
Tabla 3.67 Planilla del cálculo hidráulico pluvial.	122
Tabla 3.68 Esfuerzos y diseños de muros.....	125
Tabla 3.69 cálculo de cordón cuneta.....	127