

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO DE INGENIERIA MEJORAMIENTO TRAMO EL CARMEN-
MECOYA”**

POR:

ALVARO DANIEL ARAMAYO FLORES

SEMESTRE II - 2024

TARIJA – BOLIVIA

Dedicatorias:

El presente trabajo se lo dedico a mis
padres, Guido Aramayo Quispe y
Martha Flores Aguilar.

A mi hermano Nelson Aramayo
Flores por su apoyo constante.

A mis seres queridos que me
ayudaron con sus consejos.

ÍNDICE GENERAL
CAPÍTULO I
DISEÑO TEÓRICO

	Página.
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.2.1. Justificación académica.....	1
1.2.2. Justificación técnica.....	1
1.2.4. Justificación social.....	2
1.3 Planteamiento del problema	2
1.3.1. Situación problemática.....	2
1.3.1 Delimitación temporal.....	3
1.3.2 Delimitacion espacial.....	3
1.3.3 Formulación del problema.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Alcance de la justificación.....	4
1.6 Hipótesis.....	5

CAPÍTULO II
ESTADO DE CONOCIMIENTO

	Página.
2.1 Marco conceptual.....	6
2.1.1 Carreteras.....	6
2.1.2 Vía o camino.....	6
2.1.3 Pavimento.....	6
2.1.4 Calzada.....	7
2.1.5 Carril.....	7

<u>2.1.6 Banquina o berma.....</u>	7
<u>2.1.7 Cuneta.....</u>	7
<u>2.1.8 Zona de camino....</u>	7
<u>2.1.9 Clasificación de las vías.</u>	7
<u>2.2 Marco normativo.</u>	8
<u>2.2.1 Topografía.....</u>	8
<u>2.2.2 Curvas de nivel....</u>	9
<u>2.2.3 Diseño geométrico de carreteras.....</u>	10
<u>2.2.4 Clasificación de carreteras.....</u>	10
<u>2.2.5 Curvas circulares.</u>	12
<u>2.2.6 Curvas verticales.....</u>	15
<u>2.2.7 Pendientes máximas del perfil longitudinal.....</u>	19
<u>2.2.8 Peralte.....</u>	20
<u>2.2.9 Distancia de visibilidad para sobrepaso.....</u>	21
<u>2.2.10 Perfil Longitudinal.....</u>	22
<u>2.2.11 Sección transversal.</u>	23
<u>2.2.12 Volúmenes de movimiento de tierra.....</u>	28
<u>2.2.13 Mecánica de suelos.....</u>	29
<u>2.2.14 Estudio de tráfico.....</u>	34
<u>2.2.15 Determinación del tráfico promedio diario anual “TPDA”.....</u>	34
<u>2.2.16 Proyección de tráfico.....</u>	34
<u>2.2.17 Tráfico generado.....</u>	35
<u>2.2.18 Tráfico inducido o atraído.</u>	35
<u>2.2.19 Tránsito futuro....</u>	35
<u>2.2.20 Diseño estructural.....</u>	35

2.2.21 Diseño pavimento flexible	37
2.2.22 Hidrología	42
2.2.23 Objetivo de la hidrología dentro del diseño de carreteras	45
2.2.24 Drenaje transversal	45
2.2.25 Alcantarillas	48
2.2.26 Señalización	50
2.2.27 Presupuesto del proyecto	55
2.2.28 SOFTWARE	58
2.3 Marco referencial	58
2.4 Análisis de aporte teórico	59

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO Y RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página.
3.1. Criterios del diseño metodológico	60
3.1.1. Localización	60
3.1.2. Puntos principales de la zona	60
3.1.3. Límites territoriales	61
3.1.4. Acceso a la zona del proyecto	61
3.2. Factores abioticos	62
3.5. Estudios complementarios	63
3.5.1. Topografía	63
3.6. Geotecnia	65
3.6.1. Muestreo y exploración	65
3.7. Ensayos de laboratorio	67
3.7.1. Ensayo de granulometría (método del lavado)	67
3.7.2. Límites de Atterberg	68
3.7.3. Ensayo de densidad y Compactación	69
3.7.4. Ensayo de CBR	70

<u>3.7.5. Planilla de resultado de los ensayos.</u>	71
<u>3.7.6. Materiales para capa sub base.</u>	72
<u>3.7.7. Materiales para capa base.</u>	72
<u>3.7.8. Agregados para pavimento.</u>	73
<u>3.7.9. Bancos de préstamo.</u>	73
<u>3.8. Hidrología e hidráulica.</u>	74
<u>3.8.1. Procedimiento y cálculo correspondiente.</u>	74
<u>3.8.2. Resumen de los caudales.</u>	80
<u>3.9. Aforamientos; tránsito.</u>	81
<u>3.9.1. Descripción y selección de los tramos.</u>	81
<u>3.9.2. Trabajo de campo.</u>	81
<u>3.9.3. Procedimiento.</u>	84

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y ANÁLISIS

	Página.
<u>4. Diseño y Análisis.</u>	85
<u>4.1. Diseño en tráfico.</u>	85
<u>4.1.1. Planilla de datos aforados.</u>	85
<u>4.1.2. Desarrollo de la estadística de los datos levantados.</u>	86
<u>4.1.3. Determinación del tráfico promedio diario anual(TPDA).</u>	88
<u>4.1.4. Determinación del factor equivalente vehículos ponderado.</u>	91
<u>4.1.5. Determinación de ejes equivalentes.</u>	92
<u>4.2. Diseño estructural...</u>	93
<u>4.3. Diseño de vías.</u>	97
<u>4.3.1. Criterio para diseño en planta.</u>	97
<u>4.3.1.1. Curvas horizontales, tangentes y asignación progresiva correspondiente.</u>	97
<u>4.3.1.2. Curvas verticales.</u>	98
<u>4.3.2. Diseño de perfil.</u>	98
<u>4.3.2.1. Diseño geométrico en perfil</u>	98

4.3.2.2. Áreas y volúmenes.....	99
4.4. Diseño hidráulico.....	102
4.4.1. Diseño de drenaje.....	102
4.4.2. Cunetas.....	102
4.4.3. Alcantarillas.....	103
4.5. Costo y presupuesto general.....	107
4.5.1. Cómputos métricos.....	107
4.5.2. Precios Unitarios.....	107
4.5.3. Descripción de los precios unitarios.....	107
4.6. Especificaciones técnicas El Carmen-Mecoya.....	124
4.6.1. Obras preliminares.....	124
4.6.2. Movimientos de tierras.....	126
4.6.3. Conformado de paquete estructural (pavimento Flexible).....	129
4.6.4. Obras de arte menor.....	147
4.6.5. Señalización.....	165
4.6.6. Entrega de Obra.....	169

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página.
5. Conclusiones y recomendaciones.....	170
5.1. Conclusiones.....	170
5.2. Recomendaciones.....	171

INDICE DE IMÁGENES.

	Página.
Imagen 2. 1. Plano topográfico planimétrico	8
Imagen 2. 2. Perfil Altimétrico de una carretera	9
Imagen 2. 3. El principio de las curvas de nivel.....	9
Imagen 2. 4. Curva Simple.....	12

<u>Imagen 2. 5. Curva de transición.....</u>	12
<u>Imagen 2. 6. Elementos de una curva circular.....</u>	13
<u>Imagen 2. 7. Radios mínimos absolutos en curvas horizontales</u>	15
<u>Imagen 2. 8. Elementos de la curva vertical.....</u>	16
<u>Imagen 2. 9. La pendiente.</u>	19
<u>Imagen 2. 10.Perfil longitudinal.....</u>	22
<u>Imagen 2. 11.Detalle de un perfil transversal tipo.....</u>	23
<u>Imagen 2. 12.Sección transversal tipo.....</u>	24
<u>Imagen 2. 13.Tipos de taludes.....</u>	26
<u>Imagen 2. 14.Tipos de taludes en corte.</u>	26
<u>Imagen 2. 15.Tipos de sección transversal.....</u>	29
<u>Imagen 2. 16.Ábaco para estimar el N° estructural de la carpeta asfáltica “a1”.....</u>	41
<u>Imagen 2. 17.Ábaco para estimar el N° estructural de la capa base “a2”.....</u>	41
<u>Imagen 2. 18.Ábaco para estimar el N° estructural de la sub-base “a3”.....</u>	42
<u>Imagen 2. 19.Sección tipo de cuneta.....</u>	49
<u>Imagen 2. 20 Señales preventivas.....</u>	52
<u>Imagen 2. 21.Señales reglamentarias.</u>	52
<u>Imagen 2. 22.Señales informativas.....</u>	53
<u>Imagen 2. 23.Diseño línea amarilla discontinua.....</u>	54
<u>Imagen 2. 24.Diseño doble línea amarilla continua.</u>	54
<u>Imagen 2. 25.Diseño doble línea amarilla continua y discontinua.....</u>	55
<u>Imagen 3.1. Ubicación del Proyecto (mapa referencial)</u>	60
<u>Imagen 3.2. Ubicación del proyecto (mapa referencial).</u>	61
<u>Imagen 3.3. Trazo de levantamiento topográfico.....</u>	63
<u>Imagen 3.4. Zona de la toma de muestra K-1.....</u>	66

<u>Imagen 3.5. Extracción de la muestra k-1</u>	66
<u>Imagen 3.6. Granulometría “Método del lavado”</u>	67
<u>Imagen 3.7. Límite líquido</u>	68
<u>Imagen 3.8. Compactación</u>	69
<u>Imagen 3.9. Ensayo de CBR</u>	70
<u>Imagen 3.10. Identificación de banco de préstamo</u>	74
<u>Imagen 3.11. Delimitación de la cuenca para el estudio hidrológico</u>	78
<u>Imagen 4.1. Dimensiones de cunetas</u>	103

ÍNDICE DE CUADROS.

	Página.
<u>Cuadro 4.1. Aforo volumétrico sentido 1</u>	85
<u>Cuadro 4.2. Variación horaria</u>	86
<u>Cuadro 4.3. Composición vehicular</u>	87
<u>Cuadro 4.4. Índice de crecimiento</u>	88
<u>Cuadro 4.5. Tráfico normal</u>	88
<u>Cuadro 4.6. Tráfico normal, atraído y generado</u>	89
<u>Cuadro 4.7. Proyección total del TPDA</u>	90
<u>Cuadro 4.8. Cuadro cálculo (TPDA)</u>	91
<u>Cuadro 4.9. Factores Equivalentes Vehiculares</u>	92
<u>Cuadro 4.10. Número de ejes equivalentes</u>	93
<u>Cuadro 4.11. Elementos de curvas horizontales</u>	97
<u>Cuadro 4.12. Elementos de curvas verticales</u>	98
<u>Cuadro 4.13. Cuadro del diseño realizado en Auto CAD civil</u>	99
<u>Cuadro 4.14. Distancias al eje</u>	100
<u>Cuadro 4.15. Reporte de movimientos de suelos</u>	101

<u>Cuadro 4.16. Movimientos de suelos total</u>	102
<u>Cuadro 4.17. Incidencia por inactividad.</u>	109
<u>Cuadro 4.18. Incidencia por beneficios sociales.</u>	109
<u>Cuadro 4.19. Incidencia por subsidio.</u>	110
<u>Cuadro 4.20. Incidencia por aportes.</u>	111
<u>Cuadro 4.21. Incidencia por antigüedad.</u>	111
<u>Cuadro 4.22. Incidencia por seguridad e higiene.</u>	112
<u>Cuadro 4.23. Cargas sociales.</u>	112
<u>Cuadro 4.24. Costos profesionales.</u>	114
<u>Cuadro 4.25. Documentos legales.</u>	115
<u>Cuadro 4.26. Costos de garantías y contratos.</u>	115
<u>Cuadro 4.27. Costos de operación de oficina.</u>	116
<u>Cuadro 4.28. Costos administrativos de obra.</u>	117
<u>Cuadro 4.29. Gastos profesionales y especiales.</u>	117
<u>Cuadro 4.30. Riesgos e imprevistos.</u>	118
<u>Cuadro 4.31. Movilización y desmovilización.</u>	118
<u>Cuadro 4.32. Incidencia para gastos generales.</u>	119
<u>Cuadro 4.33. Materiales utilizados en la elaboración de un ítem.</u>	120

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ANEXO 2 ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 3 REPORTE MUESTREO DE SUELOS

ANEXO 4 ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEXO 5 FACTORES DE CARGA Y ESAL

ANEXO 6 ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEXO 7 DISEÑO DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS

ANEXO 8 ANÁLISIS DE COSTOS

ANEXO 9 DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEXO 10 BANCO DE MATERIALES Y EXCEDENTES

ANEXO 11 PLANOS