

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
ASFALTADO TRAMO CAÑAS - CAMACHO**

POR:

SAUL CANDELARIO FARFÁN CRUZ

Proyecto presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II - 2016

TARIJA – BOLIVIA

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

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la fortaleza para poder culminar mis estudios.

A mis hermanos por su apoyo constante e incondicional.

A mi Docente guía Ing. Marcelo Pacheco por su asesoramiento constante para la realización de mi trabajo.

A todas las personas que me ayudaron y apoyaron durante el tiempo de mi formación como profesional.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo especialmente a mi padre Candelario Farfán (*f*) y a mi hijo André por ser las personas que me inspiraron a superarme como persona, también quiero dedicar a mis hermanos Jorge, Martha, Dillman y Saturnino porque ellos siempre creyeron en mi brindándome su apoyo e impulsándome a lograr mis metas.

PENSAMIENTO

Cuando el objetivo te parezca difícil, no
cambies de objetivo, busca un nuevo
camino para llegar a el

(Confucio)

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES	1
1.2. UBICACION	1
1.3. JUSTIFICACION	3
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.5. OBJETIVOS	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos especificos	5
1.6. ALCANCE.....	6
1.7. MEDIOS Y METODOS EMPLEADOS	7
1.7.1. Medios	7
1.7.2. Metodología	7
1.8. ANALISIS DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES	8

CAPITULO II

CONTENIDO PRELIMINAR

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO	9
2.1.1. Población beneficiaria.....	9
2.1.2. Sistemas de producción	9
2.2. ESTUDIOS PREVIOS	10
2.2.1. Estudio topográfico.....	10
2.2.2. Estudio geotécnico.....	11
2.2.2.1. Ensayos de granulometría.....	12
2.2.2.2. Límites de atterberg	13
2.2.2.3. Ensayo de densidad y compactación	14
2.2.2.4. Ensayo de capacidad soporte CBR.....	14
2.2.2.5. Bancos de préstamo	15
2.2.2.6. Materiales para capa sub base.....	16
2.2.2.7. Materiales para capa base	17
2.2.2.8. Agregados para pavimento	17
2.2.3. Estudio de tráfico	18
2.2.3.1. Determinación del tráfico promedio diario anual "TPDA"	18

2.2.3.2. Proyección de tráfico	19
2.2.3.3. Tráfico generado.....	19
2.2.3.4. Tráfico inducido.....	20
2.2.3.5. Tránsito futuro	20
2.2.4. Estudio hidrológico.....	20
2.2.4.1. Determinación de parámetros estadísticos.....	21
2.2.4.2. Cálculo de alturas de precipitación máxima diaria.....	23
2.2.4.3. Cálculo de alturas de precipitación máxima horaria.....	23
2.2.4.4. Intensidad máxima.....	24
2.3. DISEÑO GEOMÉTRICO.....	24
2.3.1. Parámetros de diseño geométrico	24
2.3.2. Clasificación del tramo vial.....	25
2.3.3. Velocidad de proyecto	25
2.3.4. Alineamiento horizontal	25
2.3.4.1. Radio de curvas horizontales.....	25
2.3.4.2. Curvas circulares.....	26
2.3.4.3. Curvas horizontales de transición.....	27
2.3.4.4. Peralte	29
2.3.4.5. Distancias de visibilidad.....	30
2.3.6. Alineamiento vertical.....	31
2.3.6.1. Curvas verticales.....	32
2.3.7. Sección transversal	34
2.3.7.1. Sobreeanchos de curvas horizontales	34
2.3.7.2. Bombeos	34
2.4. ESTABILIDAD DE TALUDES.....	35
2.4.1. Talud en corte	35
2.5. DRENAJES	38
2.5.1. Tiempo de retorno.....	38
2.5.2. Tiempo de concentración.....	38
2.5.3. Coeficientes de escurrimiento "C"	39
2.5.4. Coeficiente de rugosidad "n".....	39
2.5.5. Estimación de caudales máximos	40
2.5.6. Alcantarillas	41
2.5.6.1. Diseño de alcantarillas.....	41
2.5.6.2. Longitud de las alcantarillas	41

2.5.7. Diseño de cumetas	41
2.6. DISEÑO ESTRUCTURAL	42
2.6.1. Periodo de diseño	42
2.6.2. Factor distribución direccional	43
2.6.3. Factor de crecimiento	43
2.6.4. Factor de distribución por carril	43
2.6.5. Factores equivalentes de carga (LEF)	43
2.6.6. Factor de camión	44
2.6.7. Número total de ejes simples equivalentes (ESAL's)	44
2.6.8. Diseño pavimento flexible	45
2.6.8.1. Módulo de resiliencia	45
2.6.8.2. Índice de serviciabilidad	45
2.6.8.3. Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad	45
2.6.8.4. Nivel de confianza y desviación estándar	46
2.6.8.5. Coeficiente de drenaje "C _d "	46
2.6.8.6. Determinación del número estructural "SN"	47
2.6.8.7. Determinación de espesores por capas	48
2.7. SEÑALIZACIÓN	50
2.7.1. Introducción	50
2.7.2. Requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito	51
2.7.3. Señalización vertical	51
2.7.4. Señales preventivas	52
2.7.5. Señales reglamentarias	53
2.7.6. Señales informativas	53
2.7.7. Señales horizontales	54
2.7.8. Líneas longitudinales	54
2.7.9. Líneas de eje	55
2.8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	57
2.8.1. Cómputos métricos	57
2.8.2. Precios unitarios	57
2.8.2.1. Materiales	58
2.8.2.2. Mano de obra	58
2.8.2.3. Cargas sociales	58
2.8.2.4. Incidencia por subsidios	59
2.8.2.5. Incidencia por seguridad industrial e higiene	59

2.8.2.6. Influencia del IVA	59
2.8.2.7. Maquinaria y equipo	59
2.8.2.8. Gastos generales y administrativos	60
2.8.2.9. Utilidades	60
2.8.2.10. Influencia del IT	60
2.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	60
2.9.1. Identificación y evaluación de impactos ambientales	60
2.9.2. Metodología de evaluación de impacto ambiental aplicada	61
 CAPITULO III	
INGENIERIA DEL PROYECTO	
3.1. ESTUDIOS PREVIOS	62
3.1.1. Estudio topográfico	62
3.1.1.1. Implantación de BM'S	62
3.1.2. Geotecnia	63
3.1.3. Estudio de tráfico	64
3.1.3.1. Trafico normal	65
3.1.3.2. Proyección del tráfico	65
3.1.3.3. Tráfico futuro	66
3.1.4. Hidrología	67
3.1.4.1. Altura de lluvia máxima diaria	68
3.1.4.2. Altura de lluvias máximas inferiores a 24 hrs. y mayores a 2 hrs en (mm)	68
3.2. DISEÑO GEOMÉTRICO	70
3.2.1. Parámetros de diseño geométrico	70
3.2.2. Clasificación del tramo vial	71
3.2.3. Velocidad de proyecto	71
3.2.4. Alineamiento horizontal	72
3.2.4.1. Radio de curvas horizontales	72
3.2.4.2. Curvas horizontales de transición	73
3.2.4.3. Distancias de visibilidad	75
3.2.5. Alineamiento vertical	78
3.2.5.1. Pendiente longitudinal	78
3.3. LA SECCIÓN TRANSVERSAL	81
3.3.1. Bombeos	81
3.3.2. Sobreeanchos en curvas	82

3.4. TALUDES	83
3.4.1. Talud de corte	83
3.4.2. Talud de relleno	84
3.5. DISEÑO DE OBRAS PARA DRENAJES	85
3.5.1. Parámetros de la cuenca.....	85
3.5.2. Tiempo de concentración.....	86
3.5.3. Caudales máximos	87
3.5.4. Diseño de alcantarillas	89
3.5.5. Cunetas.....	90
3.5.5.1. Tipo de sección cunetas	91
3.5.5.3. Zanjas de coronación	93
3.6. DISEÑO ESTRUCTURAL	94
3.6.1. Periodo de diseño.....	94
3.6.2. Factor distribución direccional	94
3.6.3. Factor de crecimiento.....	94
3.6.4. Factor de distribución por carril.....	95
3.6.5. Factores equivalentes de carga (LEF).....	95
3.6.6. Factor de camión.....	95
3.6.7. Cálculo de ejes simples equivalentes (ESAL'S).....	95
3.6.8. Numero estructural "SN".....	96
3.6.9. Módulo de resiliencia.....	96
3.6.10. Índice de serviciabilidad	97
3.6.11. Nivel de confianza y desviación estándar	98
3.6.12. Coeficiente de drenaje "C _d ".....	98
3.6.13. Determinación del número estructural "SN"	98
3.6.14. Determinación de espesores por capas	98
3.6.15. Alternativas del paquete estructural.....	99
3.7. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	102
3.7.1. Cómputos métricos	102
3.7.2. Análisis de precios unitarios	102
3.7.2.1. Materiales.....	102
3.7.2.2. Mano de obra	102
3.7.2.3. Cargas sociales.....	103
3.7.2.4. Cargas de aplicación directa	104

3.7.2.6. Incidencia por subsidios.....	106
3.7.2.7. Incidencia por seguridad industrial e higiene	107
3.7.2.8. Maquinaria y equipo	108
3.7.2.9. Rendimiento de equipos.....	108
3.7.2.10. Incidencias en la estructura del precio unitario	109
3.7.3. Presupuesto general del proyecto	110
3.4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	111
3.4.1. Identificación de los impactos ambientales en la etapa de construcción.....	111
3.4.2. Impactos sobre el medio físico	111
3.4.3. Impactos sobre el medio biótico	113
3.4.4.- Impactos al medio socioeconómico.....	113

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOEMNDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	116
4.2. RECOMENDACIONES.....	116

INDICE DE IMAGENES

Imagen N° 1: Camino Cañas - Camacho.....	2
Imagen N° 2: Localización del Proyecto Ámbito Departamental	2
Imagen N° 3: Localización del Proyecto Ámbito Provincial	3
Imagen N° 4: Ubicación de los pozos de muestreo	12
Imagen N° 5: Identificación de bancos sobre el rio Camacho.....	16
Imagen N° 6: Ubicación de los pozos de muestreo.	63
Imagen N° 7: Datos Para Diseño Carpeta Asfáltica.....	100
Imagen N° 8: Resultados de carpeta asfáltica	100
Imagen N° 9: Datos Para Diseño Del Tratamiento Superficial Doble	101
Imagen N° 10: Resultados Del Tratamiento Superficial Doble.....	101

INDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

Tabla N° 2.1: Comunidades Beneficiarias, Población según Sexo	9
Tabla N° 2.2: Población Actual del Área de Influencia del Proyecto	9
Tabla N° 2.3: Tiempo de Retorno.....	38
Tabla N° 2.4: Coeficientes De Escurrimiento C	39
Tabla N° 2.5: Coeficientes De Rugosidad	40
Tabla N° 2.6: Factor De Distribución Por Carril.....	43
Tabla N° 2.7: Valores Del Nivel De Confianza R De Acuerdo Al Tipo De Camino.	46

Tabla N° 2.8: Capacidad del drenaje	47
Tabla N° 2.9: Valores m _s para modificar los Coeficientes Estructurales	47
Tabla N° 2.10: Distancia de Adelantamiento Mínima	55

CAPITULO 3

Tabla N° 3.1: Bench mark's	62
Tabla N° 3.2: Resultados de los ensayos realizados a los suelos del tramo.....	63
Tabla N° 3.3: Clasificación vehicular	64
Tabla N° 3.4: Resumen total del aforo vehicular.....	64
Tabla N° 3.5: Tráfico promedio diario semanal.....	65
Tabla N° 3.6: Evolución del parque automotor - Padcaya	65
Tabla N° 3.7: Métodos de crecimiento.....	66
Tabla N° 3.8: Tráfico promedio diario futuro proyectado 20 años.....	66
Tabla N° 3.9: Tráfico total proyectado para el año 2018	67
Tabla N° 3.10: Parámetros estadísticos de las series de lluvias anuales.....	67
Tabla N° 3.11: Alturas de lluvia máximas	68
Tabla N° 3.12: Altura de lluvias en (mm) menores a 24 hrs	69
Tabla N° 3.13: Ecuaciones de intensidad	70
Tabla N° 3.14: Clasificación funcional para diseño de carreteras	71
Tabla N° 3.15: Valores máximos para el peralte y la fricción transversal	72
Tabla N° 3.16: Radios mínimos en curvas horizontales.....	72
Tabla N° 3.17: Valores admisibles pendiente relativa de borde	74
Tabla N° 3.18: Tasa máxima de distribución de la aceleración transversal.....	75
Tabla N° 3.19: Tasa normal de distribución de la aceleración transversal.....	75
Tabla N° 3.20: Distancia mínima de frenado en horizontal.....	76
Tabla N° 3.21: Distancia mínima de adelantamiento.....	76
Tabla N° 3.22: Resumen del alineamiento horizontal.....	76
Tabla N° 3.23: Pendientes máximas admisibles (%).....	78
Tabla N° 3.24: Parámetros mínimos por criterio de visibilidad de frenado	79
Tabla N° 3.25: Parámetros mínimos para la visibilidad por adelantamiento.....	79
Tabla N° 3.26: Resumen alineamiento vertical.....	80
Tabla N° 3.27: Parámetros de diseño de secciones transversales	81
Tabla N° 3.28: Bombeos de la calzada.....	81
Tabla N° 3.29: Planilla de sobre anchos de curvas horizontales	82
Tabla N° 3.30: Alturas críticas para la estabilidad de taludes método de Culmann	84
Tabla N° 3.31: Parámetros geométricos obtenidos.....	84
Tabla N° 3.32: Parámetros de las cuencas	85
Tabla N° 3.33: Tiempo de concentración de algunos autores	86
Tabla N° 3.34: Coeficientes de escurrimiento "C".....	88
Tabla N° 3.35: Intensidad de lluvias y caudales	88
Tabla N° 3.36: Resumen de alcantarillas	89
Tabla N° 3.37: Caudales de las cunetas por el método racional	91
Tabla N° 3.38: Tirantes y velocidad en cunetas.....	93

Tabla N° 3.39: Periodos de diseño en función del tipo de carretera	94
Tabla N° 3.40: Factor de crecimiento.....	94
Tabla N° 3.41: Cálculo de LEFs	96
Tabla N° 3.42: Cálculo de ESALs.....	96
Tabla N° 3.43: Resultados de los ensayos de CBR.....	97
Tabla N° 3.44: Relación CBR - MR.....	97
Tabla N° 3.45: Categorización mercado local para la mano de obra destinada a la construcción.....	103
Tabla N° 3.46: Precio Promedio de la mano de Obra en el mercado local	104
Tabla N° 3.47: Aportes a entidades	105
Tabla N° 3.48: Incidencia de inactividad	105
Tabla N° 3.49: Incidencia por subsidios.....	106
Tabla N° 3.50: Salario ponderado mensual.....	106
Tabla N° 3.51: Porcentaje de inversión anual en subsidios.....	107
Tabla N° 3.52: Incidencia por seguridad industrial.....	107
Tabla N° 3.53: Porcentajes totales.....	108
Tabla N° 3.54: Resumen de incidencias por gastos generales	109

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Fuerzas que actúan sobre un Vehículo en Trayectoria Curva.....	29
Figura N° 2.2: Tipos de Curva Vertical	33
Figura N° 2.3: Sección Transversal en Curva.....	35
Figura N° 2.4: Estabilidad de talud método Culmann	37
Figura N° 2.5: Ábaco Para Estimar El N° Estructural De La Carpeta Asfáltica "a1". ..	49
Figura N° 2.6: Ábaco Para Estimar El N° Estructural De La Capa Base "a2". ..	49
Figura N° 2.7: Ábaco Para Estimar El N° Estructural De La Sub-Base "a3". ..	50
Figura N° 2.8: Señales Preventivas.....	53
Figura N° 2.9: Señales Reglamentarias.....	53
Figura N° 2.10: Señales Informativas	54
Figura N° 2.11: Diseño Línea Amarilla Discontinua	55
Figura N° 2.12: Diseño Doble Línea Amarilla Continua.....	56
Figura N° 2.13: Diseño Doble Línea Amarilla Continua y Discontinua.....	56