

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



TOMO I

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO DE LA DOBLE VIA CAMPO PAJOSO
YACUIBA UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D CON NORMATIVA DE
LA ABC”**

Por:

ORLANDO ABRAHAM PORTUGUEZ

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

Semestre I - 2021

TARIJA – BOLIVIA

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

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO DE LA DOBLE VIA CAMPO PAJOSO
YACUIBA UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D CON NORMATIVA DE
LA ABC”**

Por:

ORLANDO ABRAHAM PORTUGUEZ

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

Semestre I - 2021
TARIJA – BOLIVIA

M. Sc. Ing. Aurelio José Navia Ojeda
DECANO a. i.
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TENOLOGIA

M. Sc. Lic. Deysi Arancibia Márquez
VICEDECANA a. i.
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TENOLOGIA

TRIBUNAL:

.....
Msc. Ing. Marcelo Pacheco Nuñez

.....
Msc. Ing. Mabel Zambrana Velasco

.....
Msc. Ing. Julio N. Urzagaste G.

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

A Dios; por poner a las personas adecuadas, en los momentos correctos de mi vida.

A mi Madre; Elsa Portuguez Tárraga, que en paz descansa, por todo el amor incondicional que me dio en su momento.

A mi Tía: Leonor Portuguez Tárraga por estar ahí en todo momento apoyándome en esta etapa.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por darme fuerza, voluntad y capacidad para culminar esta meta.

A tía Leonor Portuguese Tárraga por ser una segunda madre en los momentos difíciles.

A mi familia que a pesar de todo lo malo me apoyaron.

A cada uno de mis docentes que me transmitieron sus conocimientos.

A todos mis amigos y compañeros que de alguna manera me ayudaron y me dieron ánimos para cumplir esta meta.

FRASE

“Dame seis horas para cortar un árbol y me pasare las primeras cuatro afilando el hacha”

Abraham Lincoln

CONTENIDO
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Página.
1.1	Antecedentes.1
1.2	Situación problemática1
1.2.1	Problema.....3
1.2.2	Relevancia y factibilidad del problema4
1.2.3	Delimitación temporal y espacial del problema6
1.3	Justificación del proyecto.7
1.4	Objetivos del proyecto.....8
1.4.1	Objetivo general.....8
1.4.2	Objetivo específico.8
1.5	Hipótesis8
1.6	Operacionalización de las variables.....9
1.6.1	Variable independiente9
1.6.2	Variable dependiente9
1.7	Identificación del tipo de investigación10
1.8	Unidades de estudio y decisión muestral10
1.8.1	Unidad de estudio.10
1.8.2	Población.10
1.8.3	Muestreo.11
1.8.4	Selección de las técnicas de muestreo.....12
1.9	Métodos y técnicas empleadas.12
1.9.1	Métodos.12
1.9.2	Técnicas.12
1.10	Procesamiento de la información.....13
1.11	Alcance de la investigación13

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

		Página
2.1	Aspectos generales	16
2.2	Sistema de clasificación funcional para el diseño.....	16
2.2.1	Categoría de las vías	16
2.3	Velocidad en el diseño vial.....	17
2.3.1	Velocidad de proyecto (Vp.).....	17
2.3.2	Velocidad específica (Ve).....	18
2.3.3	Velocidad percentil 85 (V85%)	18
2.3.4	Velocidad V*.....	19
2.4	Distancia de visibilidad y maniobras asociadas.....	19
2.4.1	Distancia de frenado (Df).....	20
2.4.2	Distancia de adelantamiento (Da)	22
2.4.3	Verificación de la visibilidad en planta.....	24
2.5	Trazado en planta.	26
2.5.1	Aspectos generales.....	26
2.5.2	Alineamiento recto.....	26
2.5.3	Alineamiento en Curvas.....	30
2.6	Trazado vertical.....	57
2.6.1	Ubicación de la rasante.	57
2.6.2	Inclinación de la rasante.....	58
2.6.3	Enlace de rasante.	61
2.7	Secciones transversales.	67
2.7.1	La plataforma.....	67
2.7.2	La sección transversal de la infraestructura.....	71
2.7.3	Obras de protección de taludes.	74

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

	Página
3.1	Ubicación del proyecto.....78
3.2	Estudio topográfico.79
3.3	Parámetros de diseño geométrico del tramo.80
3.4	Ubicación de obras de arte menor y mayor83
3.5	Comparación de normativa de diseño de carreteras ABC.....87
3.5.1	Distancia de frenado87
3.5.2	Distancia de adelantamiento87
3.5.3	Radio de curvatura mínimo.....88
3.5.4	Pendiente máxima.....89
3.5.5	Las curvas verticales89
3.6	Aplicación línea de pelo para AutoCAD Civil 3D.....103
3.7	Elemento que conforman la sección tipo de carreteras105
3.8	Formato de presentación109
3.9	Plantilla de para el diseño de carretera.116

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

	Página
4.1	Normativa de diseño geométrico según ABC para AutoCAD Civil 3D.117
4.1.1	Unidades.118
4.1.2	Radios mínimos.119
4.1.3	Método de definición de peralte.....120
4.1.4	Peralte.121
4.1.5	Transición de peralte.....122
4.1.6	Sobreechancho.122
4.1.7	Valores de k.123
4.2	Verificación de la normativa en civil 3D.....123
4.3	Civil 3D y obras existentes.....131
4.4	Resultados133
4.5	Reportes de curvas horizontales y verticales133

4.6	Señalización	134
4.7	Análisis de intersecciones.....	137
4.8	Lista de videos para el diseño geométrico de carreteras	142

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pagina	
5.1	Conclusiones	144
5.2	Recomendaciones.....	144

Bibliografía

Anexo

Planos

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Operacionalización de las variables	9
Tabla 2: Categoría de vías según la ABC.....	17
Tabla 3: Clasificación funcional para el diseño de carreteras y caminos rurales	17
Tabla 4: Criterios de predicción de la V85% en función de la Vp.....	18
Tabla 5: V85% al final de una recta según longitud y Vp	19
Tabla 6: Distancia mínima de frenado en horizontal	21
Tabla 7: Distancia de frenado con influencia de las pendientes	22
Tabla 8: Distancia mínima para adelantar	23
Tabla 9: Porcentaje de la carretera con visibilidad para adelantar	24
Tabla 10: Lr mínimo entre curvas de distinto sentido	28
Tabla 11: Lr mínimo entre curvas del mismo sentido	29
Tabla 12: Valores máximo de peralte y la fricción transversal.....	32
Tabla 13: Radios mínimos absolutos para caminos.....	32
Tabla 14: Radios mínimos absolutos para carreteras.....	33
Tabla 15: Desarrollo mínimo para curvas circulares de radio mínimo	33
Tabla 16: Desarrollo mínimos para deflexiones $\omega \leq 6^\circ$	34
Tabla 17: Velocidad específica según radio - peralte - fricción transversal para carreteras.....	36
Tabla 18: Velocidad específica según radio – peralte – fricción transversal para caminos.....	37
Tabla 19: Valores admisibles pendiente relativa de borde $\Delta\%$	38
Tabla 20: Proporción del peralte a desarrollar en recta	41
Tabla 21: Huelgas teóricas	42
Tabla 22: Ensanche de calzada E (m) que permite el cruce de 2 vehículos	43
Tabla 23: Ensanche de calzada en caminos con $V_p < 60 \text{ km/h}$	44
Tabla 24: Tasa máxima de distribución de la aceleración transversal	49
Tabla 25: Parámetros mínimos de la clotoide por criterios de J max y Δ max	50
Tabla 26: Tasa normal de distribución de aceleración transversal.....	50
Tabla 27: Pendiente máxima admisible en función de la velocidad	58
Tabla 28: Pendientes máximas % según altura s.n.m.	59
Tabla 29: Longitud crítica en pendiente	61
Tabla 30: Parámetros mínimos en curvas verticales por criterio de frenado.....	65
Tabla 31: Parámetros mínimos para curvas cóncavas en zonas con iluminación artificial	65
Tabla 32: Parámetro de curvas verticales convexas para la visibilidad de adelantamiento.....	67

Tabla 33: Bombeos de la calzada	69
Tabla 34: Pendiente transversal del SAP (is).	70
Tabla 35: Anchos de cantero central (ACC/m)	71
Tabla 36: Inclinaciones máximas del talud interior de la cuneta	74
Tabla 37: Cuadro resumen de los anchos de plataforma	77
Tabla 38: Coordenadas UTM de proyecto	78
Tabla 39: Coordenadas geográficas de proyecto	78
Tabla 40: Clasificación según tráfico promedio diario anual	80
Tabla 41: Parámetros mínimos de diseño geométrico	81
Tabla 42: Ubicación de alcantarillas en el eje 1	86
Tabla 43: Ubicación de alcantarillas en el eje 2	86
Tabla 44: Ubicación de los puentes en el eje 1	87
Tabla 45: Ubicación de los puentes en el eje 2.....	87
Tabla 46: Comparación de la distancia de frenado.....	91
Tabla 47: Comparación de la distancia de adelantamiento	93
Tabla 48: Comparación de radio mínimo.....	95
Tabla 49: Comparación de pendiente máxima	96
Tabla 50: Comparación de K de frenado de curvas convexas	97
Tabla 51: Comparación de K de frenado de curvas cóncavas	99
Tabla 52: Comparación de K de adelantamiento de curvas verticales.....	101
Tabla 53: Tamaño de papel.....	110
Tabla 54: Grosos de línea adoptados.....	113
Tabla 55: Altura de texto para los planos bimodales	113
Tabla 56: Altura de texto para los planos de secciones	114
Tabla 57: Parámetro de entrada para el archivo de norma según ABC.....	117
Tabla 58: Unidades a trabajar.....	118
Tabla 59: Expresiones del peralte	120
Tabla 60: Replanteo del peralte de curva simple.....	126
Tabla 61: Replanteo del peralte de curva con espiral de enlace.....	129
Tabla 62: Señales preventivas vertical de la doble vía Yacuiba Campo Pajoso	135
Tabla 63: Señales reglamentaria verticales de la doble vía Yacuiba Campo Pajoso.....	136
Tabla 64: Parámetros mínimos de giro en intersecciones	139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Página
Ilustración 1: Normas disponibles en la web de AutoCAD	5
Ilustración 2: Licencia del software	5
Ilustración 3: Delimitación del proyecto	6
Ilustración 4: Verificación de grafica de la visibilidad en planta.....	25
Ilustración 5: Despeje lateral para la visibilidad en planta	25
Ilustración 6: Curva de distinto sentido “S” (a).....	28
Ilustración 7: Curva de distinto sentido “S” (b).....	28
Ilustración 8: Curva de distinto sentido “S” (c).....	29
Ilustración 9: Curvas del mismo sentido	30
Ilustración 10: Elementos de curvas circulares	31
Ilustración 11: Representación del peralte.....	34
Ilustración 12: Curva circular con esquema de peralte	39
Ilustración 13: Diagrama de curva circular	39
Ilustración 14: Desarrollo de peralte (giro alrededor del eje)	40
Ilustración 15: Desarrollo de peralte (giro alrededor del borde derecho)	40
Ilustración 16: Desarrollo de peralte (giro alrededor del borde izquierdo)	40
Ilustración 17: Transición del sobre ancho en la curva horizontal.....	45
Ilustración 18: Relaciones geométricas fundamentales	47
Ilustración 19: Elementos del conjunto arco de enlace - curva circular.....	51
Ilustración 20: Curva con enlace y esquema del peralte - bidireccional	54
Ilustración 21: Diagrama de curva con enlace - bidireccional	54
Ilustración 22: Desarrollo de peralte (giro alrededor del eje de simetría) bidireccional	55
Ilustración 23: Desarrollo del peralte (giro alrededor del borde derecho) bidireccional	55
Ilustración 24: Desarrollo del peralte (giro alrededor del borde izquierdo) bidireccional	55
Ilustración 25: Curva con enlace y esquema del peralte - unidireccional	56
Ilustración 26: Diagrama de Curva con enlace - unidireccional	56
Ilustración 27: Diagrama del Peralte en Curva con enlace - unidireccional	56
Ilustración 28: Secciones transversales de una curva con enlace - unidireccional	57
Ilustración 29: Velocidad de operación Vs longitud en pendiente.....	59
Ilustración 30: Longitud critica en pendiente	60
Ilustración 31: Curvas verticales convexas	62
Ilustración 32: Curvas verticales cóncavas.....	63

Ilustración 33: Elementos de la curva vertical.....	63
Ilustración 34: Perfil transversal de una carretera bidireccional en curva.....	76
Ilustración 35: Perfil transversal de carretera unidireccional en una recta.....	76
Ilustración 36: Mapa geográfico de la zona de proyecto	78
Ilustración 37: Imagen satelital de la zona de proyecto	79
Ilustración 38: Mapa de la red fundamental de Tarija	79
Ilustración 39: Sección tipo doble vía Yacuiba Campo Pajoso	83
Ilustración 40: Alcantarilla tipo cajón	84
Ilustración 41: Alcantarilla tipo circulares simple y doble	84
Ilustración 42: Alcantarilla circular triple	84
Ilustración 43: Dimensiones de Alcantarilla circular.....	85
Ilustración 44: Dimensiones de alcantarilla tipo cajón	85
Ilustración 45: Puente sobre la vía.....	85
Ilustración 46: Distancia de adelantamiento.....	88
Ilustración 47: Grafico para la abertura de compas	103
Ilustración 48: Ventana para el editor de visual lisp.....	104
Ilustración 49: Entorno de visual lisp.....	104
Ilustración 50: Escritura del código de línea de pelo	104
Ilustración 51: Entorno de subassembly composer.....	105
Ilustración 52: Representación gráfica de la estructura del pavimento flexible.....	106
Ilustración 53: Representación de la estructura de la berma.....	107
Ilustración 54: Representación de SAP	107
Ilustración 55: Estructura de la cuneta con relleno.....	108
Ilustración 56: Estructura de la cuneta sin relleno	108
Ilustración 57: Estructura del cordón	109
Ilustración 58: Formato según ABC con márgenes	110
Ilustración 59: Dimensiones del carimbo según ABC.....	111
Ilustración 60: Modelo de lámina propuesto	111
Ilustración 61: Dimensiones del carimbo propuesto.....	112
Ilustración 62: Grosos de línea disponibles.....	112
Ilustración 63: Referencia del norte	114
Ilustración 64: Leyenda del plano	114
Ilustración 65: Ejemplo de formato de presentación propuesto.....	115
Ilustración 66: Pestaña de ubicación del editor de norma.....	118

Ilustración 67: Ventana de creación del archivo de norma.....	118
Ilustración 68: Ventana para cargar unidades.....	119
Ilustración 69: Ventana para cargar radios mínimos	119
Ilustración 70: Ventana de definición de peraltes en curvas circulares.....	120
Ilustración 71: Ventana de definición de peraltes en curvas con transición.....	120
Ilustración 72: Ventana para los peraltes.....	122
Ilustración 73: Ventana para la transición del peralte.....	122
Ilustración 74: Ventana para los sobre anchos de curvas.....	123
Ilustración 75: Ventana para el parámetro K de las curvas verticales.....	123
Ilustración 76: Parámetros de curvas simple en Civil 3D.....	125
Ilustración 77: Desarrollo o transición del peralte	126
Ilustración 78: Diagrama de peralte replanteado	126
Ilustración 79: Diagrama de peralte curva simple en Civil 3D.....	127
Ilustración 80: Sobreechancho de la curva simple en civil 3D.....	127
Ilustración 81: Parámetros de curva con espiral de enlace en civil 3D.....	128
Ilustración 82: Diagrama de peralte replanteado con espiral de enlace	130
Ilustración 83: Diagrama de peralte con espiral de enlace en civil 3D	130
Ilustración 84: Sobreechancho de curva con espiral de enlace	130
Ilustración 85: Vía diseñada con una vía existente.....	131
Ilustración 86: Vía diseñada con puente.....	131
Ilustración 87: Modelado de la vía con otras existente.....	131
Ilustración 88: Modelado de la vía con el puente	132
Ilustración 89: Creación de las regiones.....	132
Ilustración 90: Progresivas de inicio y fin de las regiones.....	132
Ilustración 91: Modelado de las regiones	133
Ilustración 92: Modelado correcto	133
Ilustración 93.- Señales informativas de la doble vía Yacuiba Campo Pajoso	136
Ilustración 94: Tipos de líneas de la señalización horizontal.....	137
Ilustración 95: Tipos de intersecciones	138
Ilustración 96: Condición de elevación para intersecciones	140
Ilustración 97: Empalme tipo T en el tramo Yacuiba Campo Pajoso	140
Ilustración 98: Intersección tipo T en el tramo Yacuiba Campo Pajoso	141
Ilustración 99: Intersección tipo X en el tramo Yacuiba Campo Pajoso.....	141
Ilustración 100: Intersección tipo rotonda en el tramo Yacuiba Campo Pajoso.....	142