

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE
CARRETERAS UTILIZANDO SOFTWARE CIVIL 3D-SIMCAR-DG
APLICADO AL TRAMO CARLAZO 0+000-5+000”**

Por:

CARLA YARIFE CONDORI LLANOS

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

SEMESTRE I – 2025

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE
CARRETERAS UTILIZANDO SOFTWARE CIVIL 3D-SIMCAR-DG
APLICADO AL TRAMO CARLAZO 0+000-5+000”**

Por:

CARLA YARIFE CONDORI LLANOS

SEMESTRE I – 2025

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

A mi Papi, Cesar Llanos

quien, aunque ya no está físicamente conmigo aún vive en mi corazón. Dedico este trabajo a su memoria y al amor incondicional que siempre me brindó. Este logro es un homenaje a todo lo que él significó para mí.

Con eterno amor y gratitud.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I

1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema	3
1.3.1. Situación problemática.....	3
1.3.2. Problema	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo general	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Variables.....	4
1.6.1. Variables independientes	4
1.6.2. Variables dependientes	4
1.6.3. Operacionalización de variables	5
1.7. Diseño metodológico.....	7
1.7.1. Componentes.....	7
1.7.2. Métodos y técnicas empleadas.....	7
1.7.2.1. Métodos.....	7
1.7.3. Técnicas	9
1.7.3. Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.....	12
1.7.4. Alcance del estudio de aplicación.....	13

CAPÍTULO II

2. Fundamento teórico.....	14
Autorrutas (I.A).....	24
Carreteras primarias (I.B).....	25
Caminos colectores (II)	26
Caminos locales (III).....	26
Caminos de desarrollo.....	27
2.2. Diseño geométrico del trazado	27
2.2.1. Aspectos generales	27
El trazado	27
Velocidad 85% considerada para el diseño en planta.....	29

Predicción de la V85% en tramos rectos	30
Criterios de predicción de la V85% en curvas horizontales.....	31
2.2.2. Distancias de visibilidad y maniobras asociadas	32
2.2.3. Trazado en planta	36
2.2.3.1. Aspectos generales	36
Controles del trazado en planta	36
Localización del eje en planta	37
Verificación de la visibilidad en planta.....	37
Criterios para establecer el trazado en planta	38
2.3. La sección transversal	54
2.4. Software Civil 3D.....	66
Parámetros.....	69
Pasos Generales para Configurar en Civil 3D	71
Resultados del Diseño Geométrico en Civil 3D	72
2.5. SIMCAR	75
Funcionalidades y Características	75
Parámetros.....	76
Pasos Generales para Configurar en TOPO3 O SIMCAR.....	76
2.6. DG (Diseño Geométrico)	82
Características Principales de DG	82
Aplicaciones Prácticas de DG	84
Geometría Vial y Seguridad Vial.....	84
Normativa peruana	86

CAPÍTULO III

3.1. Ubicación del proyecto.....	95
3.1.1. Selección de la Ubicación	96
3.1.2. Factores de Influencia en la Ubicación.....	97
3.2. Características del área del proyecto	97
3.2.1. Clima y Condiciones Meteorológicas.....	97
3.2.2. Uso del Suelo y Cobertura Vegetal.....	97
3.3. Diseño geométrico con software especializado	98
3.3.1. Estudios Preliminares	98
3.3.2. Modelado con Civil 3D	99

3.3.2.1. Parámetros de entrada para el diseño geométrico	99
3.3.2.2. Diseño en planta	112
3.3.2.3. Diseño en perfil	115
3.3.2.4. Sección transversal	116
3.3.3. Modelado con SIMCAR.....	118
3.3.3.1. Parámetros de entrada para el diseño geométrico	118
3.3.3.2. Diseño en planta	131
3.3.3.3. Diseño en perfil	133
3.3.3.4. Secciones transversales.....	135
3.3.4. Modelado con DG	138
3.3.4.1. Parámetros de entrada para el diseño geométrico	138
3.3.4.2. Diseño en planta	139
3.3.4.3. Diseño en perfil	149
3.3.4.4. Secciones transversales.....	149
3.3.5. Comparación de los diagramas de masas.....	150
3.4. Análisis de la confiabilidad de seguridad vial.....	153

CAPÍTULO IV

4.1. Conclusiones	154
4.2. Recomendaciones.....	155
Bibliografía	157

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1-	Clasificación funcional para el diseño carreteras y caminos rurales	23
Tabla N°2-	Velocidades de diseño para carreteras primarias	25
Tabla N°3-	Criterios de predicción en función de V_p y L_r	30
Tabla N°4-	$V_{85\%}$ al final de una recta según long. y velocidad de proyecto.....	30
Tabla N°5-	Distancia mínima de frenado	34
Tabla N°6-	Distancia mínima de adelantamiento	35
Tabla N°7-	L_r min entre curvas de distinto sentido.....	40
Tabla N°8-	Valores máximos para el peralte y la fricción transversal	43
Tabla N°9-	Radios mínimos absolutos en curvas horizontales	43
Tabla N°10-	Huelgas teóricas.....	43
Tabla N°11-	Ensanche de la calzada E (m)	44
Tabla N°12-	Pendientes máximas admisibles %	48
Tabla N°13-	Parámetros mínimos en curvas verticales por criterio de visibilidad de frenado.....	52
Tabla N°14-	Anchos de carriles auxiliares	56
Tabla N°15-	Bombeos de la calzada.....	56
Tabla N°16-	Inclinaciones máximas del talud interior de la cuneta	62
Tabla N°17-	Rangos de las velocidades de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	89
Tabla N°18-	Longitud de tramos en tangente.....	89
Tabla N°19-	radios mínimos y peraltes máximos para el diseño de carreteras	91
Tabla N°20-	Pendientes máximas.....	92
Tabla N°21-	Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase	93
Tabla N°22-	Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase.....	94
Tabla N°23-	Radios mínimos absolutos en curvas horizontales	100
Tabla N°24-	Pendientes máximas.....	100
Tabla N°25-	Distancia mínima de frenado en horizontal “ df ”	102
Tabla N°26-	Distancia mínima de adelantamiento	102
Tabla N°27-	L_r min entre curvas del mismo sentido.....	104
Tabla N°28-	Desarrollo mínimo para curvas circulares	105

Tabla N°29-	valores admisibles de pendiente relativa de borde $\Delta\%$	107
Tabla N°30-	valores máximos para el peralte y fricción transversal.....	107
Tabla N°31-	visibilidad de frenado.....	111
Tabla N°32-	parámetro mínimo para asegurar la visibilidad de adelantamiento	112
Tabla N°33-	Elementos curvas horizontales.....	112
Tabla N°34-	Elementos curvas horizontales.....	115
Tabla N°35-	Volúmenes de Corte y Relleno.....	117
Tabla N°36-	Radios mínimos absolutos en curvas horizontales	119
Tabla N°37-	Pendientes máximas admisibles(%)......	120
Tabla N°38-	Distancia mínima de frenado horizontal Df.....	121
Tabla N°39-	Distancia mínima de adelantamiento.....	122
Tabla N°40-	Lr mín. entre curvas del mismo sentido.....	123
Tabla N°41-	Desarrollo mínimo para curvas circulares	124
Tabla N°42-	Valores admisibles de pendiente relativa de borde $\Delta\%$	126
Tabla N°43-	Valores máximos para el peralte y la fricción transversal	127
Tabla N°44-	Elementos de curvas horizontales.....	131
Tabla N°45-	Elementos curvas verticales.....	133
Tabla N°46-	Volúmenes de corte y relleno.....	135
Tabla N°47-	Clasificación de la vía.....	139
Tabla N°48-	Velocidad de Diseño	139
Tabla N°49-	Elementos de curvas horizontales.....	140
Tabla N°50-	Elementos de curva vertical.....	149
Tabla N°51-	Datos de las secciones transversales.....	149
Tabla N°52-	Resumen de la comparación de los diagramas de masas.....	153
Tabla N°53-	Elementos del diseño geométrico relacionados con la seguridad vial.....	153

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N°1-	Vehículos tipo automóvil y camión de dos ejes y tres ejes.....	21
Imagen N°2-	Elementos de conjunto arco de enlace- curva circular	42
Imagen N°3-	Sección transversal	54
Imagen N°4-	Formas de bombeo en calzadas	57
Imagen N°5-	Tipos de cunetas y drenes si existe escurrimiento subterráneo.....	63
Imagen N°6-	Tipos de cunetas si el escurrimiento a nivel de subrasante es solo por filtración.....	63
Imagen N°7-	Logo del software CIVIL 3D.....	66
Imagen N°8-	Ventana de georeferenciación de CIVIL 3D	67
Imagen N°9-	Ejemplo de superficie modelada en civil 3D	68
Imagen N°10-	Ejemplo de vista en planta obra hidraulica.....	69
Imagen N°11-	Vista en planta de alineamiento	73
Imagen N°12-	Vista en perfil de alineamiento	73
Imagen N°13-	Vista secciones transversales	74
Imagen N°14-	Herramientas para el cálculo de volúmenes de tierra.....	75
Imagen N°15-	Herramientas para diseño geométrico y drenaje.....	75
Imagen N°16-	Modelo 3D.....	75
Imagen N°17-	Pestaña de inicio	76
Imagen N°18-	Coordenadas en hoja electrónica	77
Imagen N°19-	Pegar coordenadas del portapapeles	78
Imagen N°20-	Pegar múltiples coordenadas	78
Imagen N°21-	Objetos coordenadas en Topo3	78
Imagen N°22-	Submenú triangular e interpolar curvas de nivel	79
Imagen N°23-	Submenú crear polilínea	79
Imagen N°24-	Punto de inicio de la polilínea.....	79
Imagen N°25-	Submenú diseño de carreteras/básicos/pendiente línea de pendiente.....	80
Imagen N°26-	Submenú punto cercano/línea de pendiente.....	80
Imagen N°27-	Trazado de línea de pendiente.....	81
Imagen N°28-	Línea de pendiente	81
Imagen N°29-	Ventana de inicio del software DG	82
Imagen N°30-	Ventana de ingreso de datos.....	83
Imagen N°31-	Ventanas de ingreso de datos para clasificación de la vía.....	83

Imagen N°32-	Vista satelital de Carlazo.....	95
Imagen N°33-	Vista satelital del tramo en estudio	96
Imagen N°34-	camino de entrada a Carlazo	96
Imagen N°35-	Cultivo poblado Carlazo	98
Imagen N°36-	Vista de campo tramo Carlazo	98
Imagen N°37-	Curva horizontal 1	114
Imagen N°38-	Curva horizontal 35	114
Imagen N°39-	Curva vertical 1.....	115
Imagen N°40-	Curva vertical 9.....	116
Imagen N°41-	Diseño de sección transversal	116
Imagen N°42-	Cuadro de Parámetros de entrada software SIMCAR	118
Imagen N°43-	Curva horizontal 1	132
Imagen N°44-	Curva horizontal 31	133
Imagen N°45-	Curva vertical 1.....	134
Imagen N°46-	Curva vertical 8.....	134
Imagen N°47-	Sección transversal 1	135
Imagen N°48-	Sección transversal 2096	135
Imagen N°49-	vista curva horizontal 1 con área de corte.....	137
Imagen N°50-	vista curva horizontal 8 con área de terraplen	137
Imagen N°51-	Diagrama de masas	138
Imagen N°52-	Áreas de corte y relleno	150
Imagen N°53-	Diagrama de masas	151
Imagen N°54-	Áreas de corte y relleno generadas por Topo3.....	151
Imagen N°55-	Diagrama de masas generado por Topo3	151
Imagen N°56-	Áreas de corte y relleno generadas por Civil 3D	152
Imagen N°57-	Diagrama de masas generado por Civil 3D	152

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación N°1	Distancia de frenado	32
Ecuación N°2	Aceleración máx. requerido	38
Ecuación N°3	Long. máx. en curvas S.....	40
Ecuación N°4	Long min. entre curvas	40
Ecuación N°5	Radio mínimo	42
Ecuación N°6	Ángulo de deflexión.....	49
Ecuación N°7	Parámetro Kcurva conv.....	50
Ecuación N°8	Parámetro K curva cónc.....	51
Ecuación N°9	Radio mínimo	70
Ecuación N°10	Radio mínimo	90
Ecuación N°11	Long. de curvas cónc.	93
Ecuación N°12	Long. De curvas cónc.	93

ANEXOS

ANEXO A. ESTUDIOS PRELIMINARES

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

ESTUDIO HIDROLÓGICO

DISEÑO DEL DRENAJE LONGITUDINAL

ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEXO B. TABLAS DE RESULTADOS DE CORTE Y RELLENO

ANEXO C. PLANOS

PLANO GENERAL GEOREFERENCIADO

PLANOS BIMODALES -PLANTA PERFIL

PLANO- SECCIONES TRANSVERSALES