

**Diseño geométrico de carreteras en planta y perfil correspondientes al proyecto del
corredor vial “Buenaventura – Loboguerrero – Buga” en la empresa INGETEC**

Allison Valeria Torres Rodríguez

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Mónica Castro Irreño

Maestría en Geotecnia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad Ingeniería Civil

2023

Contenido

Introducción	8
1. Diseño geométrico de carreteras en planta y perfil correspondientes al proyecto del corredor vial “Buenaventura – Loboguerrero – Buga” en la empresa INGETEC	9
1.1 Objetivos	9
1.2 Objetivo general	9
1.3 Objetivos específicos	9
2. Marco normativo	10
3. Perfil de la empresa	11
4. Desarrollo de la pasantía	12
4.1 Identificación del tipo de terreno	15
4.2 Trazado del alineamiento horizontal	16
4.2.1 Verificación de parámetros de alineamiento en planta para cada curva	18
4.2.2 Análisis de velocidades específicas y asignación de velocidad de diseño	19
4.3 Trazado del alineamiento en perfil	20
4.3.1 Verificación de parámetros de alineamiento en perfil para cada curva	22
4.3.2 Diseño de bermas/bordes de vía	24
4.4 Calculo de peraltes para cada curva	24
4.5 Cálculo de cantidades de obra y elaboración de informes	27
4.6 Elaboración de carteras de replanteo	28
5. Análisis DOFA resultado de la pasantía	30
5.1 Análisis desde la empresa	30
5.1.2 Estrategias desde la empresa	30

5.2 Análisis personal	32
5.2.1 Estrategia personal	32
6. Aportes	33
7. Lecciones aprendidas	35
8. Recomendaciones	38
9. Conclusiones	39
Referencias.....	42

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Alcance de vías existentes comprendidas en el proyecto Buga-Buenaventura</i>	14
Tabla 2. <i>Parámetros de diseño UF7</i>	20
Tabla 3. <i>Lecciones aprendidas</i>	37

Lista de figuras

Figura 1. <i>Normativa utilizada</i>	10
Figura 2. <i>Mejoramiento de vía en Colombia</i>	13
Figura 3. <i>Tramos que corresponden al proyecto Buga-Buenaventura</i>	14
Figura 4. <i>Levantamiento topográfico LIDAR</i>	16
Figura 5. <i>Plano general de trazado en planta UF7</i>	17
Figura 6. <i>Eje en planta del tramo vial y geometría</i>	17
Figura 7. <i>Verificación de parámetros en planta</i>	18
Figura 8. <i>Resultado geometría en planta UF7</i>	19
Figura 9. <i>Velocidades específicas de una curva horizontal incluida en un tramo homogéneo</i> ...	20
Figura 10. <i>Perfil del tramo UF7</i>	22
Figura 11. <i>Perfil con criterios de diseño establecidos</i>	22
Figura 12. <i>Verificación parámetros en perfil</i>	23
Figura 13. <i>Tipos de curvas verticales</i>	23
Figura 14. <i>Bordes de vía UF7</i>	24
Figura 15. <i>Peraltes del tramo vial UF7</i>	25
Figura 16. <i>Verificación de rampa de peraltes</i>	25
Figura 17. <i>Comportamiento de una vía al asignar un peralte</i>	26
Figura 18. <i>Cálculo de cantidad de materiales</i>	27
Figura 19. <i>Cantidades de materiales corte y relleno</i>	28
Figura 20. <i>Ejemplo cartera de replanteo</i>	29
Figura 21. <i>Matriz DOFA empresa</i>	30
Figura 22. <i>Matriz DOFA personal</i>	32

Resumen

La realización de pasantías empresariales es fundamental para la aplicación de habilidades y conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria, además es un complemento para el crecimiento personal y profesional facilitando la transición como estudiante al mundo laboral. En este documento se presenta la evidencia del periodo de practica en la división de vías transito y transporte, en el departamento de diseño geométrico de obras lineales de la empresa INGETEC realizando el apoyo técnico en el diseño de uno de los proyectos viales importantes para Colombia.

Palabras clave: vías, diseño, pasantías, modelamiento

Abstract

Completion of business internships is essential for applying skills and knowledge acquired during university studies. Furthermore, it serves as a supplement for personal and professional growth, facilitating the transition from student life to the working world. This document presents evidence from the internship period in the Traffic and Transportation Division, specifically in the geometric design department of linear works at the INGETEC company. During this time, technical support was provided for the design of one of the significant road projects in Colombia.

Keywords: roads, design, internships, modeling.

Introducción

Durante la experiencia de la pasantía empresarial se adquieren habilidades, conocimientos prácticos y competencias específicas que ayudan a complementar la vida profesional de un estudiante debido a que es una oportunidad valiosa para aplicar los conocimientos teóricos en un entorno real de trabajo y al mismo tiempo para que las empresas desarrollen talento emergente. Además de esto se presenta la oportunidad de trabajar cerca de profesionales experimentados en el campo de estudio que permite aprender de manera directa sobre las dinámicas del mundo laboral.

Es por ello, que como opción de grado se eligió realizar la práctica en la empresa INGETEC, específicamente en la división de vías, tránsito y transporte, brindando apoyo en actividades técnicas las cuales giraban en torno al área de diseño geométrico específicamente en el proyecto Corredor vial Buenaventura-Loboguerrero-Buga siendo una gran experiencia profesional debido a que se trabajaron temas de planificación, diseño, modelación y supervisión en los proyectos vigentes de la empresa ampliando conocimientos en diferentes software de modelación, normativas y regulaciones gubernamentales en Colombia entre otras.

El presente informe describe las actividades principalmente de diseño vial, los conocimientos obtenidos explicando la experiencia al realizar las prácticas en una empresa de consultoría, interventoría y diseño. Se describen los aportes y aprendizajes que se recibieron como profesional en la experiencia como practicante en proyectos importantes.

1. Diseño geométrico de carreteras en planta y perfil correspondientes al proyecto del corredor vial “Buenaventura – Loboguerrero – Buga” en la empresa INGETEC

1.1 Objetivos

1.2 Objetivo general

Diseñar la componente geométrica de carreteras en planta y perfil correspondientes al proyecto del Corredor Vial “Buenaventura – Loboguerrero – Buga” en la empresa INGETEC para la rehabilitación y mejoramiento de las calzadas existentes de los tramos viales UF2.1, UF6, UF7, UF17 y UF18 contemplados en el proyecto, aplicando los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de carreteras INVIAS 2008 y Apéndice Técnico 1 del Contrato.

1.3 Objetivos específicos

Definir los parámetros funcionales que determinan la geometría definitiva en planta y perfil del proyecto de acuerdo al capítulo 2 del Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

Establecer los elementos geométricos en planta teniendo en cuenta los parámetros adoptados para el proyecto de acuerdo al capítulo 3 del Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

Determinar los parámetros de operación necesarios para la generación del perfil longitudinal con pendientes longitudinales y curvas verticales que permitan un diseño congruente con el alineamiento horizontal de acuerdo al capítulo 4 del Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008

2. Marco normativo

A continuación, se describe el marco normativo para la definición de parámetros de diseño específicamente para el proyecto corredor vial Buenaventura-Loboguerrero-Buga y el alcance de rehabilitación de las calzadas existentes.

Figura 1. Normativa utilizada

1. Apéndice técnico del contrato.
2. MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CARRETERAS, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del INVIAS.
 - 2.2 Capítulo 2. Controles para el Diseño Geométrico.
 - 2.2.1 Velocidad de Diseño
 - 2.3 Capítulo 3. Diseño en planta del eje de la carretera
 - 2.3.1 Curvas horizontales
 - 2.3.2 Transición de peralte
 - 2.3.6 Longitud mínima de la curva circular
 - 2.4 Capítulo 4. Diseño en perfil del eje de la carretera
 - 2.4.1 Tangente vertical
 - 2.4.2 Curvas verticales
3. Ley 105 de 1993, "Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones."
 - 3.1 Artículo 13.- Especificaciones de la Red Nacional de Carreteras.
 - 3.2 Artículo 19.- Construcción y conservación.
4. Ley 1228 de 2008, "Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional"
 - 4.1 Artículo 2. Zonas de reserva para carreteras de la red vial nacional.
 - 4.2 Artículo 3. Afectación de franjas y declaración de interés público.
5. Ley 1682 de 2013, "Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias."
 - 5.1 ARTÍCULO 3. Características de la infraestructura del transporte.
 - 5.2 ARTÍCULO 4. Integración de la infraestructura de transporte.
6. AASTHO. GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS, 2011

3. Perfil de la empresa

La empresa INGETEC está integrada por un grupo de profesionales con alto nivel de especialización, quienes trabajan dentro de las diferentes gerencias y divisiones que componen la organización: Gerencia Técnica, la cual a su vez se subdivide en las siguientes Divisiones: Recursos Hídricos, Ambiental, Estructuras, Geotecnia, Vías, Tránsito y Transporte, Eléctrica y Electrónica y Mecánica e Industria; Gerencia de Proyectos; Gerencia de Interventorías y Gerencia Administrativa [1]

La firma cuenta con amplia experiencia en diseño, asesoría y supervisión de proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos, líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, transporte, disposición de aguas servidas, distritos de riego, carreteras (incluyendo túneles, puentes y viaductos), transporte masivo (metro, buses articulados), estudios ambientales y sociales, desarrollos industriales, entre otros, con liderazgo destacado en diseño de presas, túneles, cavernas y pozos profundos de gran diámetro [1] Su enfoque principal se basa en ofrecer servicios de consultoría, asesoría e interventoría a lo largo de las etapas de diseño, construcción y posterior operación de proyectos de ingeniería.

Las pasantías empresariales se realizaron en la división de vías de tránsito y transporte, específicamente en la realización de proyectos de diseño de infraestructura vial en el departamento de diseño geométrico de obras lineales, el cual se enfoca en diseño de vías mediante software de modelación Civil 3D asegurándose de cumplir con todas las normativas vigentes como lo es el Manual de Diseño Geométrico INVIAS (2008) y las especificaciones técnicas del contrato de cada proyecto.

Teniendo en cuenta que la herramienta principal de modelación es el software Civil 3D, al igual se utilizan herramientas como Navisworks e Infracore las cuales permiten una visualización

más precisa y realista de los proyectos, lo que resulta fundamental para evaluar su viabilidad. La combinación de estas herramientas tecnológicas proporciona las herramientas adecuadas para la planificación y ejecución efectiva de proyectos.

Además, la empresa fomenta la colaboración interdisciplinaria, lo que brinda la oportunidad de trabajar con ingenieros de diversas áreas de la ingeniería. Este enfoque colaborativo es esencial para lograr diseños integrales y esta colaboración no solo amplía el conocimiento en el área de vías de tránsito y transporte, sino que también enriquece la comprensión de varias especialidades relacionadas, permitiendo un enfoque más completo y efectivo en la resolución de problemas complejos.

4. Desarrollo de la pasantía

El proyecto “Buenaventura-Loboguerrero-Buga” corresponde a la sección final del corredor vial de dobles calzadas Bogotá-Buenaventura, el cual es considerado como uno de los ejes más importantes de la red vial nacional. Su objetivo es conectar el puerto marítimo principal de Colombia, sobre la costa pacífica con el interior del país. Las vías descritas tienen una longitud total de 128 kilómetros y se desarrollan en el departamento del Valle del Cauca.

El alcance del proyecto consiste en el mejoramiento y rehabilitación de las calzadas existentes, y la construcción de la segunda calzada de algunos tramos.

Figura 2. *Mejoramiento de vía en Colombia*

Adaptado [2].

Es por ello que en las pasantías empresariales se participó en el estudio de trazado y diseño de diferentes tramos viales (UF2.1, UF6, UF7, UF17 y UF18) en su mayoría tramos que se caracterizaban por ser los tramos de rehabilitación de calzadas existentes en los cuales realizaron actividades técnicas que consistían en utilizar el software Civil 3D para trazar los ejes en planta y perfil siguiendo la geometría existente. Teniendo en cuenta lo anterior según el apéndice técnico del contrato del proyecto se tiene:

Rehabilitación: son las intervenciones en las cuales, el concesionario deberá ejecutar un conjunto de obras para la mejora funcional o estructural del pavimento, que da lugar a una extensión de su vida de servicio, como la provisión de una superficie de rodamiento más cómoda y segura, además de una reducción en los costos de operación vehicular [1].

A continuación, se muestra la descripción de vías existentes comprendidas en el proyecto.

Tabla 1. Alcance de vías existentes comprendidas en el proyecto Buga-Buenaventura

Tramo	Origen	Destino
	PR	PR
Buenaventura - Loboquerrero -Buga	K0+000	K118+412

Nota: esta tabla muestra las abscisas que corresponden al alcance del proyecto mencionado.

En la figura 2, se muestra el corredor vial y los tramos (UF) que los conforman

Figura 3. Tramos que corresponden al proyecto Buga-Buenaventura



Adaptado [1].

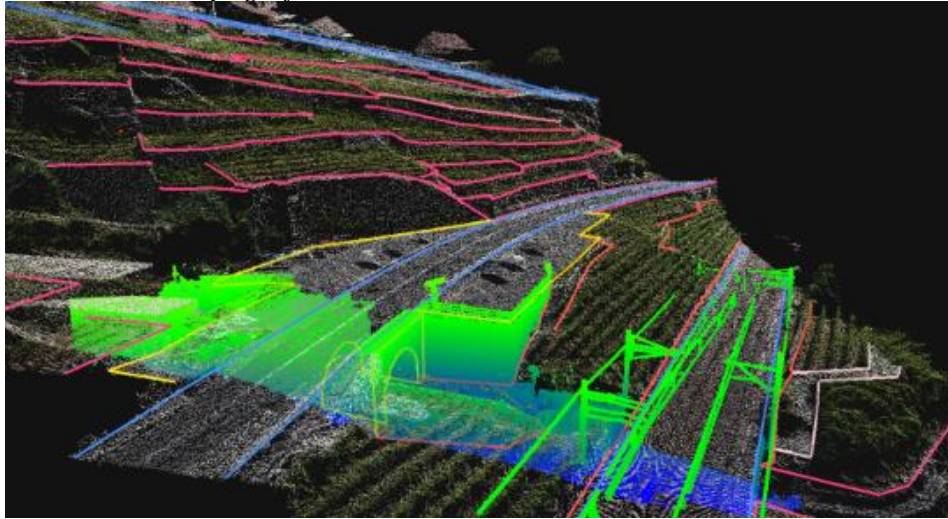
Para el diseño geométrico de mejoramiento de una carretera se debe tener en cuenta lo siguiente: para iniciar se debe tener la adquisición de restituciones, fotografías aéreas e imágenes

de satélite, se debe recopilar los estudios de la vía existente, realizar un reconocimiento de la zona del proyecto con la geometría de la vía y la topografía existente, tener en cuenta las especificaciones del diseño de la vía existente, entre otra información relevante para el mejoramiento de calzadas existentes[3].

4.1 Identificación del tipo de terreno

Inicialmente se entregó información del levantamiento topográfico de la zona del proyecto que incluía obras complementarias existentes, obras especiales y puentes a partir de un archivo XYZ y el levantamiento de la silueta del tramo. Una vez se ha realizado la asignación del tramo a diseñar, se identificó principalmente el tipo de terreno presentado en la zona para determinar la geometría vial y el trazado de la vía, este está directamente relacionado con los movimientos de tierras a efectuar en la etapa de construcción. Para ello, se entregó un levantamiento topográfico en una superficie de civil 3D y una ortofoto generada a partir de fotografías aéreas adaptadas a la forma del terreno.

El levantamiento topográfico logró dar una mejor perspectiva acerca de todo lo que se debía tener en cuenta a la hora de presentar el diseño y para que este se realizará de una manera adecuada cumpliendo con todas las especificaciones técnicas del proyecto.

Figura 4. *Levantamiento topográfico LIDAR*

Adaptado [2].

4.2 Trazado del alineamiento horizontal

Inicialmente se realizó el trazado en planta de la UF7 que inicia en el PR 39+470 a K47+250 de la vía 40 VLA y tiene una longitud de 8.21 kilómetros caracterizado por un ser terreno plano. Se utilizó el software Civil 3D para realizar el eje en planta construyéndolo con alineamientos rectos, curvas circulares que permiten una transición suave al pasar sobre todo el trazado y así garantizar comodidad y seguridad al conductor. Lo mencionado anteriormente se realizó asignando las características geométricas de las curvas dependiendo de las condiciones existentes del corredor vial, es decir, curvas horizontales las cuales sus elementos geométricos (radio y espirales) que dependían de velocidades específicas existentes.

4.2.1 Verificación de parámetros de alineamiento en planta para cada curva

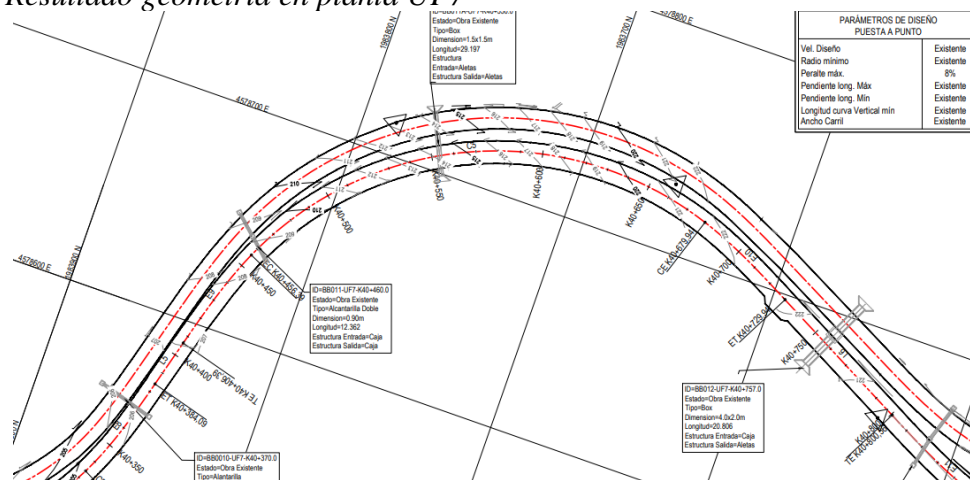
Posteriormente al geometrizar el alineamiento en planta en el software civil 3D se realizó un consolidado en Excel que contenía la verificación de cada curva del alineamiento para cada criterio establecido [3]. Una vez realizando la clasificación de cada curva, se introducían los datos del radio, velocidad del tramo, peralte, ancho de carril y ángulo de deflexión para el cálculo de criterios como la variación de la fuerza centrífuga, variación del peralte, percepción y estética, ángulo de giro mínimo y longitud de espiral máxima garantizando que cada parámetro mencionado cumpliera con la normativa vigente para seguir con el diseño.

Además de esto se tuvieron en cuenta parámetros como el radio de curvatura que permite determinar la comodidad y la seguridad de los usuarios, la transición de las curvas para que sean suaves y evitar cambios bruscos en la dirección, la distancia de visibilidad para la seguridad vial entre otras.

Figura 7. Verificación de parámetros en planta

CURVA ESPIRAL CIRCULAR ESPIRAL (E-C-E)				LONGITUD DE ESPIRAL								
DATOS DE ENTRADA			Decimales	Radianes								
Δ			30.56	0.53	Variación de la fuerza centrífuga	Le >= 6.530						
a		m			Variación del Peralte	Le >= 24.65						
Rc	230	m			Percepción y Estética	Le >= 37.148						
VCH	50	Km/h			Ángulo de Giro Mínimo	Le >= 24.086						
G					Longitud Máx de Espiral	Le <= 253.000						
e	5.2	%			Longitud Máx con Δ smín	Le <= 52.000						
a	3.65	m										
n	2	carriles										
BW	1											
VARIACIÓN DE LA ACELERACIÓN CENTRÍFUGA				Rango de Espiral								
Tabla 3.7. Variación de la Aceleración centrífuga (J)				37.148 < Le < 52.000								
V _{cm} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
J (m/s ²)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
J	0.7											
Asumido	54		CUMPLE									

Figura 8. Resultado geometría en planta UF7



Adaptado [1].

4.2.2 Análisis de velocidades específicas y asignación de velocidad de diseño

Fue primordial establecer la velocidad de diseño para el tramo debido a que es el parámetro más relevante, es por ello que debido a que se mantuvieron las condiciones existentes del tramo vial, se presentan calzadas paralelas con alineamientos conformados por tangentes largas enlazadas por curvas cuyos radios menores de calzada derecha e izquierda son de 111 m y 80 m respectivamente permitiendo establecer tramos homogéneos con velocidades (V_{tr}) entre 40 km/h y 50km/h para ambas calzadas. Se asigno de esa manera debido a que el diseño debe ser congruente y se debe tener homogeneidad entre los tramos para que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos o muy frecuentes en la velocidad y se recorra la vía de una manera segura, se tuvo en cuenta que la velocidad de diseño entre tramos no puede ser mayor a 20km/h. La velocidad de diseño se definió en función de la categoría de la carretera y del tipo de terreno. Además, se tuvo en cuenta el numeral 2.1 Velocidad de Diseño [3] para seguir todos los criterios para la asignación de velocidad más adecuada.

Para las velocidades específicas por tramos homogéneos, se tuvo en cuenta la siguiente tabla:

Figura 9. Velocidades específicas de una curva horizontal incluida en un tramo homogéneo

Velocidad Específica de la Curva horizontal anterior V_{CH} (km/h)	Velocidad de Diseño del Tramo (V_{TR}) \leq 50 km/h					Velocidad de Diseño del Tramo (V_{TR}) $>$ 50 km/h				
	Longitud del Segmento recto anterior (m)					Longitud del Segmento recto anterior (m)				
	$L \leq 70$	$70 < L \leq 250$		$250 < L \leq 400$	$L > 400$	$L \leq 150$	$150 < L \leq 400$		$400 < L \leq 600$	$L > 600$
		$\Delta < 45^\circ$	$\Delta \geq 45^\circ$				$\Delta < 45^\circ$	$\Delta \geq 45^\circ$		
V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	V_{TR}	V_{TR}	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	V_{TR}	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
CASO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Adaptado [3].

Por otro lado, se debieron tener en cuenta los parámetros establecidos en el apéndice técnico para el diseño de la Unidad Funcional, es por ello que a continuación se muestran:

Tabla 2. Parámetros de diseño UF7

Parámetros de diseño	Un	Valor
Longitud de referencia	m	8.21
Numero de calzadas	Unid	2
Número de carriles	Unid	2
Velocidad de diseño	km/h	Existente
Radio mínimo	m	Existente
Peralte máximo	%	8
Rampa de peraltes máxima	%	Existente
Ancho separador	m	Existente

Adaptado [1].

4.3 Trazado del alineamiento en perfil

De forma general, el alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser congruentes por lo tanto los elementos del diseño vertical se establecieron con la misma velocidad específica del sector en planta. Inicialmente se inició el trazado de la rasante en perfil asignando

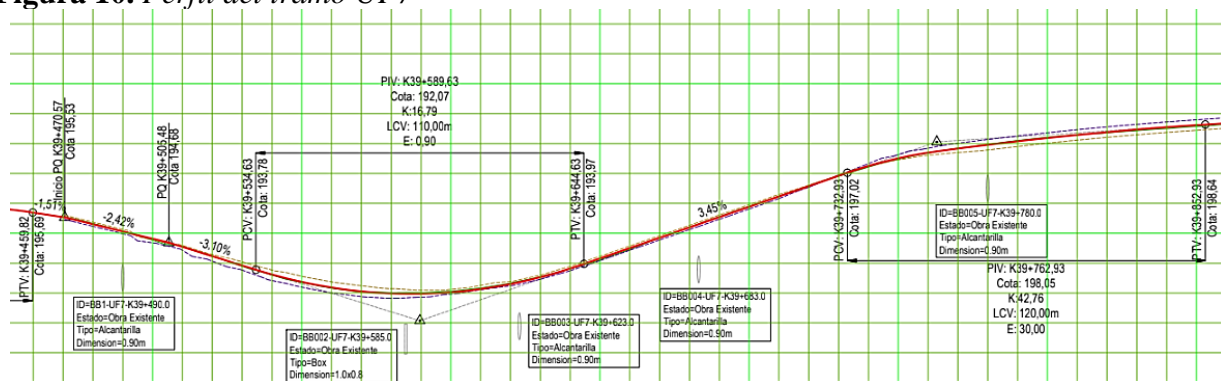
curvas con longitudes que se adecuarán a las condiciones existentes garantizando que la geometría de las curvas cumpliera con la normativa vigente empalmado tangentes con curvas cóncavas y convexas según el terreno a lo largo de todo el eje de la rasante. Este paso fue muy importante debido a que el hecho de que la rasante esté por encima o por debajo del terreno ocasiona pérdidas o sobrecostos en la cantidad de pavimento a utilizar, es por ello que se debe ser muy preciso a la hora de geometrizar los alineamientos cuidando que la diferencia no sea mayor a 0.05m.

Al momento de realizar la rasante se debía tener cuidado con la asignación de velocidades porque al querer empalmarse al terreno existente muchas veces no se lograba la velocidad requerida, es por ello que se debía tomar la decisión de modificar las longitudes de curva o los parámetros K para poder cumplir con las especificaciones definidas inicialmente.

El modelo realizado permite el dibujo de los perfiles por el eje del proyecto y sus bordes, esto facilitó el diseño para ser ajustado a condicionantes como cotas de paso sobre puentes existentes, empalmes con otras vías, ajuste de los niveles a los accesos de viviendas y ajuste de las nuevas capas de la estructura de pavimento sobre los niveles de pavimento actual que se puedan aprovechar según lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreras INVIAS, 2008.

A continuación, se muestra la imagen del perfil con el terreno natural (eje verde), la rasante (eje rojo) los cuales son bastante similares y sus respectivas curvas.

Figura 10. Perfil del tramo UF7

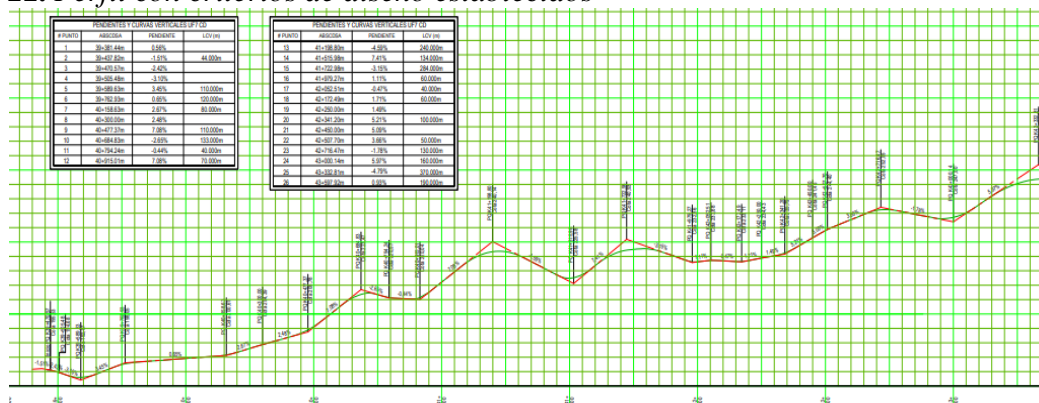


Adaptado [1].

4.3.1 Verificación de parámetros de alineamiento en perfil para cada curva

Para verificar el diseño del perfil, se elaboró una hoja de cálculo en Excel que incluía la información relativa a las curvas verticales, como sus pendientes, tipo de curva y el parámetro "K". Esta información fue evaluada con el objetivo de asegurar que cumpliera con las normativas vigentes. Estos parámetros estaban vinculados con la velocidad específica asignada en el alineamiento horizontal. Por lo tanto, en el Manual de Diseño Geométrico de 2008, en su tabla 4.4, se detallan los valores de "K_{mín}" que regulan la distancia de visibilidad de parada y las longitudes mínimas según el criterio de operación en las curvas verticales.

Figura 11. Perfil con criterios de diseño establecidos



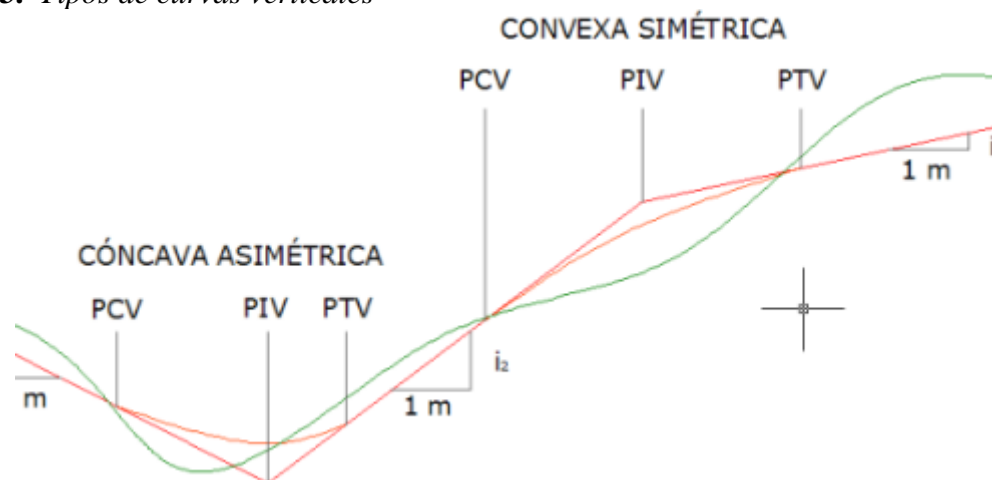
Adaptado [1].

En lo que respecta a las pendientes longitudinales mínimas, el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS de 2008 establece que dichas pendientes están condicionadas por los requerimientos de drenaje. Según el manual, la pendiente mínima recomendada es del 0.5%, y en terrenos planos o en lugares donde no sea posible cumplir con esta pendiente deseada del 0.5%, se acepta una pendiente mínima del 0.3%. No obstante, se permite proyectar pendientes aún menores, siempre y cuando se justifiquen técnicamente.

Figura 12. Verificación parámetros en perfil

No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	A (Grade Change)	Profile Curve Type	Profile Curve Length	K Value	60	50	40	
1	88757,02	1,627,807									
2	88792,21	1,625,536	-6,46%	1,59	Crest	30	19	Ok	Ok	Ok	60
3	88828,81	1,622,590	-8,05%	1,66	Sag	36	22	Ok	Ok	Ok	60
4	88952,96	1,614,659	-6,39%	0,29				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
5	89003,52	1,611,284	-6,67%	1,72	Sag	65	38	Ok	Ok	Ok	60
6	89247,4	1,599,198	-4,96%	0,1				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
7	89343,73	1,594,523	-4,85%	0,12				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
8	89396,62	1,592,021	-4,73%	0,73				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
9	89692,7	1,580,172	-4,00%	8,53	Sag	183	21	Ok	Ok	Ok	60
10	89898,4	1,589,478	4,52%	0,9				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
11	90084,77	1,596,223	3,62%	5,55	Crest	122	22	Ok	Ok	Ok	60
12	90269,4	1,592,656	-1,93%	0,41				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
13	90362,63	1,591,239	-1,52%	0,11				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
14	90521,7	1,588,990	-1,41%	4,58	Crest	190	41	Ok	Ok	Ok	60
15	90676,47	1,579,709	-6,00%	0,55				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
16	90781,48	1,572,832	-6,55%	0,03				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
17	90922,26	1,563,567	-6,58%	0,49				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
18	91026,52	1,556,197	-7,07%	0,95	Sag	36	38	Ok	Ok	Ok	60
19	91150	1,548,640	-6,12%	0,05				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
20	91245,6	1,542,745	-6,17%	1,13	Sag	45	40	Ok	Ok	Ok	60
21	91312,12	1,539,393	-5,04%	0,65				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
22	91550,98	1,528,913	-4,39%	0,76	Crest	36	47	Ok	Ok	Ok	60
23	91601,23	1,526,325	-5,15%	0,46				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
24	91882,76	1,510,516	-5,62%	4,86	Sag	105	22	Ok	Ok	Ok	60
25	92200,05	1,508,127	-0,75%	0,11				revisar	revisar	revisar	Vel Menor
26	92521,76	1,506,045	-0,65%	1,47	Crest	62	42	Ok	Ok	Ok	60
27	92629,46	1,503,760	-2,12%	0,17				revisar	revisar	revisar	Vel Menor

Figura 13. Tipos de curvas verticales



Adaptado [4].

4.3.2 Diseño de bermas/bordes de vía

Para comenzar con el modelamiento del corredor vial y diseño de la sección transversal se requirió la utilización de los bordes de la vía existente, es decir, las bermas. Estas desempeñaron un papel fundamental, ya que definieron los límites de la pavimentación necesaria para llevar a cabo la rehabilitación de cada tramo específico. Es por ello que se procedió a crear polilíneas que se ajustaran a la geometría de los ejes además de basarse en la ortofoto, lo que facilitó la visualización de las bermas preexistentes.

Figura 14. *Bordes de vía UF7*



Adaptado [1].

4.4 Calculo de peraltes para cada curva

Para el cálculo de peraltes se tienen en cuenta las características tanto de la vía como las características geométricas de las curvas y su velocidad, es por ello que con ayuda del software Civil 3D se realiza la verificación de los mismos, de la longitud de transición de peralte partiendo de un bombeo normal y la verificación de la rampa de peralte la cual define la inclinación del deje longitudinal y la inclinación del borde garantizando el cumplimiento de la norma vigente. De esta forma, en la Tabla 3.4 Radios según velocidad específica y peraltes para $e_{max} = 8\%$ del MDG

2008 se toman los peraltes que se deben utilizar dependiendo el radio y la velocidad. Así poder asignarlos en el software civil 3D para que este los calculara de una manera adecuada, debido a que muchas veces el software no calcula los peraltes adecuados sobre todo para curvas tipo Espiral-Espiral, por lo tanto, es necesario revisar detalladamente ya que para todas las curvas tienen diferentes características y comportamientos.

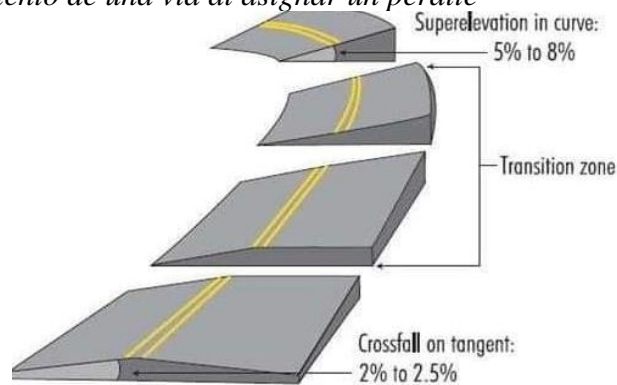
Figura 15. Peraltes del tramo vial UF7



Adaptado [1].

Figura 16. Verificación de rampa de peraltes

Rampa de peralte			
Ds max	0,5		
Ds min	0,365		
Ds	0,507826087	Lt	143,75
L	115	N	28,75
ef	8		48000,11
ei	-8		47885,11
a	3,65		115

Figura 17. *Comportamiento de una vía al asignar un peralte*

Adaptado [4].

Durante las siguientes semanas, se llevaron a cabo las mismas actividades técnicas que se describieron previamente para los tramos viales UF2.1 el cual va desde la abscisa K0+000 a K3+432, UF6 comprendida entre la abscisa K20+500 a K39+150, UF16 el cual va de la abscisa k75+000-K89+000 y UF17 que va desde la abscisa K89+000-K101+360, que forman parte de las calzadas existentes dentro del proyecto designado. Estos tramos tienen el mismo alcance de rehabilitación de las calzadas existentes para garantizar su correcto funcionamiento, el alcance en este periodo fue de aproximadamente de 45 kilómetros de doble calzada.

En conclusión, la vía mejorada debe ser una carretera cómoda, segura y adaptada a las nuevas exigencias de tránsito, es por ello que se hizo cumplir con las especificaciones indicadas en el Manual de Diseño Geométrico INVIAS, 2008. El resultado del trazado de alineamientos en planta y perfil deben ser congruentes con las expectativas de la normativa y del apéndice técnico del contrato cumpliendo con los requisitos exigidos para el diseño geométrico.

4.5 Cálculo de cantidades de obra y elaboración de informes

Con ayuda del modelo del software Civil 3D y teniendo el diseño en planta, perfil y sección transversal completo, se procedió a realizar el cálculo de cantidades tanto del movimiento de tierras como la cantidad de pavimento necesaria para la construcción.

La herramienta de cómputo de materiales permite comparar las superficies (Superficie de la vía y DATUM) para calcular la explanación o sea el corte y el relleno de cada sector y el pavimento en el cual se definen las capas desde el ensamble para su cálculo.

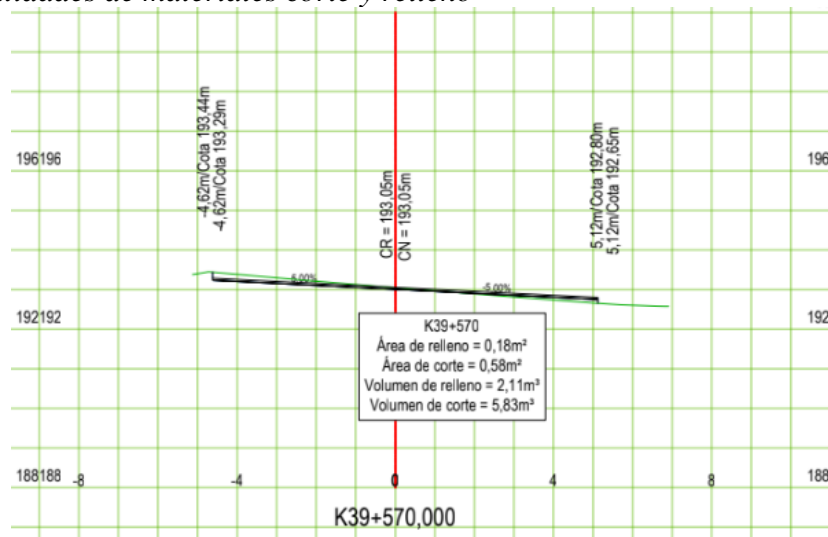
En este caso, se participó en la organización de los reportes de cantidades para la entrega de los tramos (UF21 que comprende la abscisa K116+000 a K118+160, UF20 que abarca la abscisa K114+000 a 116+000, UF19 que abarca la abscisa K110+835 a K114+000) y los mencionados anteriormente.

Figura 18. *Cálculo de cantidad de materiales*

Material Name	Condition	Quantity Type
Explanación		
Ground Removed		Cut
SP2	Below	
CD-UF2.1_CORRIDOR UF2.1_CORRIDOR DATUM	Above	
Ground Fill		Fill
SP2	Above	
CD-UF2.1_CORRIDOR UF2.1_CORRIDOR DATUM	Below	
Pavimento		
Pavement Structure		Structures
CD-UF2.1_CORRIDOR Pave1	Include	

Adaptado [1].

Figura 19. *Cantidades de materiales corte y relleno*



Adaptado [1].

Una vez teniendo los materiales seleccionados, se procede a generar un reporte de volúmenes desde civil 3D.

Adicionalmente, se realizó un informe por cada tramo describiendo los estudios de trazado y diseño para el proyecto, se plasmaron los criterios de diseño, las características de cada tramo garantizando el cumplimiento del manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS 2008.

4.6 Elaboración de carteras de replanteo

Para la construcción del corredor vial se necesitan las carteras de replanteo que contienen coordenadas Norte, Este y Elevaciones para poder localizar los ejes, bordes de vía y chaflanes, con esto se verifican las longitudes y peraltes reales.

El replanteo es bastante importante en los casos de mejoramiento de una vía existente debido a que tienen la ubicación precisa y el terreno marcado de los elementos de diseño vial y ayuda a transferir el diseño al terreno, además se garantiza que la construcción se realice de acuerdo al diseño y mantener esa coherencia.

Figura 20. Ejemplo cartera de replanteo

Station	Daylight Left			Crown			Daylight Right		
	Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation
0+010.00	945.816.50	1.065.656.55	496.20	945.818.91	1.065.651.64	498.11	945.824.40	1.065.640.50	509.59
0+020.00	945.824.75	1.065.662.43	498.73	945.827.89	1.065.656.06	497.89	945.834.72	1.065.642.18	515.48
0+030.00	945.833.47	1.065.667.36	499.66	945.836.86	1.065.660.48	497.67	945.843.97	1.065.646.04	516.49
0+040.00	945.842.31	1.065.672.04	500.03	945.845.83	1.065.664.90	497.45	945.853.22	1.065.649.88	517.57
0+050.00	945.851.24	1.065.676.54	499.97	945.854.80	1.065.669.31	497.23	945.862.03	1.065.654.62	516.62
0+060.00	945.860.19	1.065.681.00	499.85	945.863.77	1.065.673.73	497.01	945.870.56	1.065.659.94	514.39
0+070.00	945.869.19	1.065.685.35	499.49	945.872.74	1.065.678.15	496.79	945.878.77	1.065.665.92	510.70
0+080.00	945.878.42	1.065.689.25	498.10	945.881.71	1.065.682.57	496.57	945.887.14	1.065.671.54	507.78
0+090.00	945.887.56	1.065.693.34	497.15	945.890.68	1.065.686.99	496.35	945.895.80	1.065.676.60	506.15
0+100.00	945.897.24	1.065.696.30	495.47	945.899.66	1.065.691.40	496.13	945.904.13	1.065.682.32	503.02
0+110.00	945.906.21	1.065.700.73	493.59	945.908.63	1.065.695.82	495.91	945.912.74	1.065.687.46	501.19
0+120.00	945.915.18	1.065.705.16	492.45	945.917.60	1.065.700.24	495.69	945.921.01	1.065.693.31	497.78
0+130.00	945.924.14	1.065.709.58	491.27	945.926.57	1.065.704.66	495.47	945.929.77	1.065.698.16	496.59
0+140.00	945.933.11	1.065.714.01	490.60	945.935.54	1.065.709.08	495.25	945.937.95	1.065.704.18	494.10
0+150.00	945.942.08	1.065.718.42	490.36	945.944.51	1.065.713.49	495.03	945.946.93	1.065.708.59	493.46
0+160.00	945.951.05	1.065.722.85	489.65	945.953.48	1.065.717.91	494.81	945.955.90	1.065.713.01	493.46
0+170.00	945.960.03	1.065.727.25	490.57	945.962.45	1.065.722.33	494.59	945.965.53	1.065.716.08	495.17
0+180.00	945.969.01	1.065.731.66	491.91	945.971.42	1.065.726.75	494.37	945.974.70	1.065.720.10	495.83
0+190.00	945.977.98	1.065.736.07	492.31	945.980.40	1.065.731.16	494.15	945.983.79	1.065.724.28	496.13
0+200.00	945.986.95	1.065.740.50	491.05	945.989.37	1.065.735.58	493.91	945.992.84	1.065.728.53	496.28

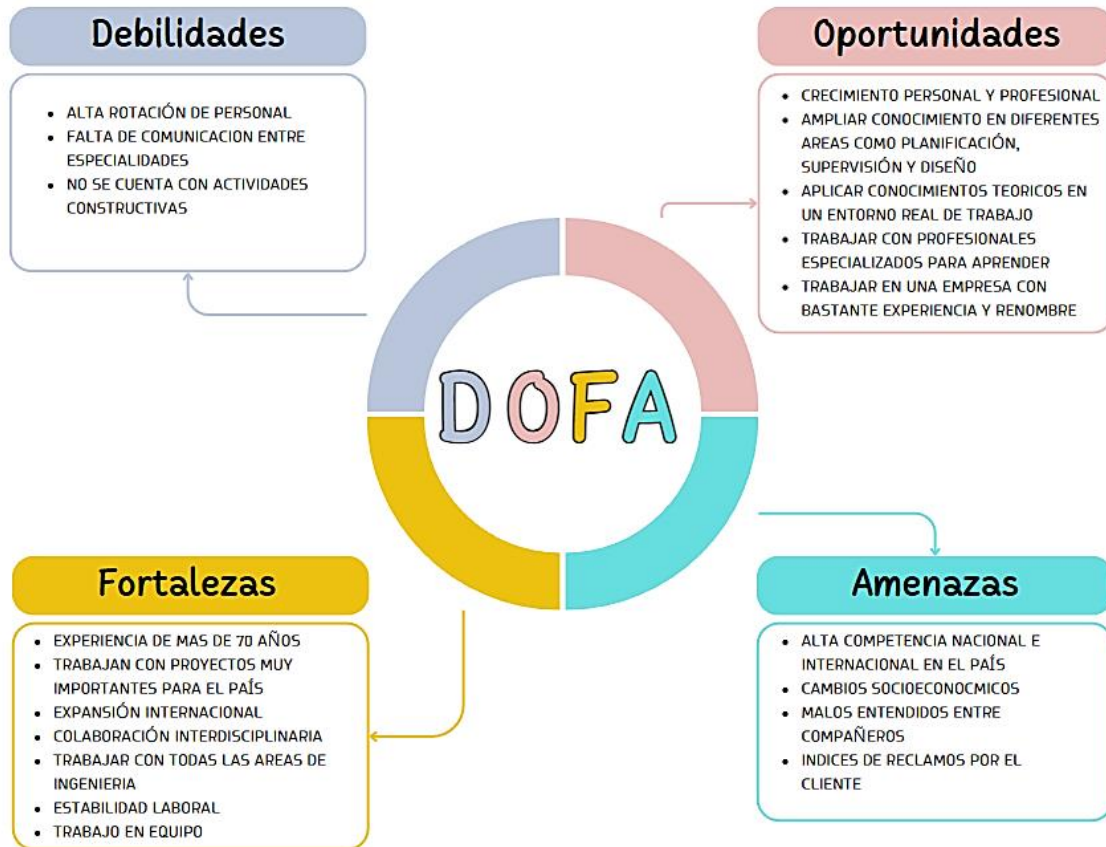
Adaptado [1].

Al terminar de realizar las actividades se tuvo la oportunidad de aprender más a fondo acerca del software Civil 3D el cual cuenta con herramientas específicas para la planificación y el diseño de proyectos como carreteras, puentes, alcantarillado y sistemas de drenaje permitiendo obtener un diseño integrado que reduce la posibilidad de errores en la fase de construcción, por otro lado, permite analizar el comportamiento de flujo de agua, volúmenes de excavación y permite la visualización del terreno de manera detallada. Todos los componentes y herramientas del software mejoran y agilizan el proceso de diseño y planificación de proyectos de ingeniería civil. Además, esto permitió participar en la recopilación y análisis de datos de condiciones existentes para respaldar la toma de decisiones en el diseño de vías, debido a que actualmente se tiene un corredor vial existente y en operación, los diseños presentados debían armonizar y permitir el empalme con cada uno de los trazados, de tal manera que, se mantuvieran óptimas de seguridad, comodidad y estética.

5. Análisis DOFA resultado de la pasantía

5.1 Análisis desde la empresa

Figura 21. Matriz DOFA empresa



5.1.2 Estrategias desde la empresa

FO: implementar estrategias y formas de trabajo de INGETEC debido a alta experiencia en las diferentes áreas para crecer profesionalmente, además de esto aprovechar la expansión internacional para conocer y ampliar conocimientos sobre la funcionalidad de los proyectos en diferentes países del mundo y realmente aprovechar la colaboración interdisciplinaria para ser un

ingeniero integral el cual tenga el conocimiento necesario en todas las áreas de la ingeniería y poder brindar soluciones más eficaces.

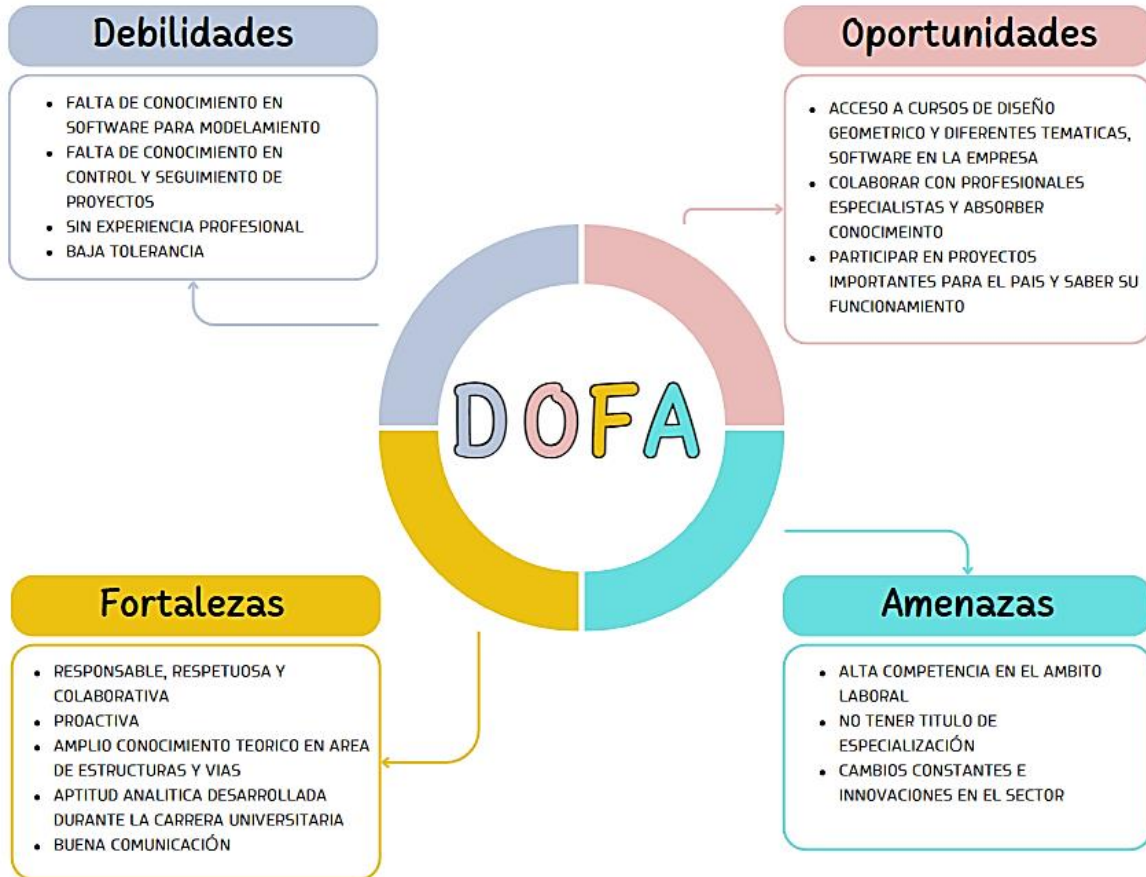
DO: demostrar las fortalezas necesarias como ingeniera integral para seguir apoyando la empresa y así garantizar más tiempo en ella y aprovechar la experiencia de la empresa en las diferentes áreas de la ingeniería para crecer profesionalmente.

FA: utilizar la alta experiencia de la empresa para competir contra las empresas mas recientes, esto hace que los clientes confíen sus proyectos en empresas que lleven largo tiempo en el mercado prestando servicios

DA: crear una estrategia como la metodología BIM para el trabajo entre disciplinas y evitar malentendidos y tener un mayor control en cada proyecto.

5.2 Análisis personal

Figura 22. Matriz DOFA personal



5.2.1 Estrategia personal

FO: utilizar las fortalezas para ser un personaje reconocido en la empresa aportando y brindando el conocimiento necesario para seguir participando en proyectos importantes los cuales ayudan con el crecimiento profesional, además de seguir utilizando las herramientas que brinda la empresa para ampliar conocimiento en diferentes áreas de la ingeniería.

DO: la empresa brinda diferentes cursos y capacitaciones para poder fortalecer los

conocimientos en las herramientas necesarias para trabajar en diseño, como cursos avanzados de Civil 3D, Navisworks, Infraworks, entonces lo ideal es aprovechar esa oportunidad además de aprender de excelentes profesionales especialistas en el área y ganar experiencia.

FA: seguir fortaleciendo características únicas como profesional para destacar ante otros, además de ampliar conocimientos en las diversas áreas de ingeniería estudiando, y utilizar la proactividad como fuerte para enfrentar los cambios y retos que se presenten.

DA: utilizar las diferentes herramientas tecnológicas, institucionales para fortalecer la falta de conocimiento en algunas áreas.

6. Aportes

El aporte principal consiste en brindar una perspectiva integral como ingeniera, permitiendo que los diseños abarquen un enfoque más amplio que se extiende más allá del diseño geométrico de obras lineales. Esto implica un análisis del comportamiento de las vías, así como sus obras complementarias como los sistemas de drenaje, las obras geotécnicas como taludes y las interferencias que pueden afectar el funcionamiento óptimo de la vía. Este enfoque permite abordar de manera más completa y efectiva la planificación y ejecución de proyectos viales, considerando todos los elementos interrelacionados para lograr soluciones más eficientes y funcionales.

A pesar de la poca experiencia en el campo laboral, la formación académica brindada en la etapa universitaria permitió establecer un criterio con base en lo aprendido a lo largo de la carrera, es por ello que al presentarse algunas situaciones se tomaron decisiones importantes que beneficiaban al proyecto y a la empresa para que las actividades se realizaran de una manera más eficaz, además de utilizar las habilidades de trabajo en equipo, planificación y coordinación para mejorar la comunicación y la toma de decisiones para reducir cualquier tipo de riesgos a la hora

de entregar los diseños, debido a que en la empresa se trabaja conjuntamente, ya que el diseño no depende solamente de una persona sino de un equipo que se complementa y así evitar difusión de información errónea que puede afectar a todo el proyecto.

Por otro lado, uno de los mayores beneficios como practicante es aumentar la productividad de la empresa debido a el apoyo brindado a los ingenieros que conforman el departamento de diseño geométrico en tareas que pueden ser operativas o repetitivas, esto hace que los demás puedan tener un enfoque a temas analíticos y estratégicos.

Se cumplieron satisfactoriamente con las funciones delegadas al cargo durante el desarrollo y transcurso de la práctica y no presentar inconvenientes a la hora de mostrar el desempeño laboral, además de presentar una actitud de compromiso ante las funciones de la empresa realizándose de manera óptima y eficaz.

Aportes del estudiante

<i>Aspecto</i>	<i>Descripción</i>	<i>Impacto</i>
Técnico	Diseño de geometría en planta y perfil de los tramos (UF2.1, UF6, UF7, UF17 y UF18) mediante el software Civil 3D	Mejorar el rendimiento y la eficiencia para los diseños viales de cada unidad funcional
Técnico	Revisión de secciones transversales para evaluar los grandes movimientos de tierra y definir con la división de geotecnia los taludes de corte y terraplén.	Mejorar la toma decisiones, para que sean fundamentadas y reducir los riesgos al definir taludes incorrectos
Administrativo	Organización y revisión de la información entregada por el cliente	Garantizar cumplimiento de normativa, accesibilidad y trabajo en equipo más eficiente
Administrativo	Reuniones de coordinación para la ubicación de bahías SOS en cada uno de los tramos y evaluar su viabilidad	Llegar a acuerdos eficientes, mejorar la comunicación entre divisiones y evitar la difusión de información errónea
Administrativo	Informes técnicos del diseño geométrico vial realizado para cada tramo asignado	Evidenciar el trabajo realizado con respecto al diseño geométrico

7. Lecciones aprendidas

Durante la ejecución de los diseños en planta y perfil del proyecto Buga-Buenaventura, se presentaron algunos inconvenientes debido a que los modelos en los que se trabajaba en el software Civil 3D tenían gran tamaño por la cantidad de información, principalmente con la topografía, ya que, por la longitud de las unidades funcionales era necesario el abarcar grandes áreas.

Para el manejo de esta información tan extensa, se procedió a utilizar DataShortcuts, lo cual se basa en referenciar los modelos base, como, por ejemplo: las topografías; en los nuevos modelos donde se va a realizar el diseño, de esta forma se puede hacer uso de la información sin necesidad de tenerla directamente en el modelo. Se estableció un flujo de trabajo que consistía en realizar carpetas, las cuales contenían información de cada unidad funcional para trabajar de una manera más eficiente y además trabajar de forma colaborativa, es decir, esta herramienta permitió que se pudiera diseñar accediendo a la información de una manera más fácil y trabajar de una manera más eficiente. Por lo tanto, el uso de estas herramientas permitió ampliar el conocimiento acerca del uso del software Civil 3D, el cual es uno de los más utilizados para diseños viales.

En el desarrollo de las actividades también se aprendió a usar herramientas de creación y edición de superficies, teniendo en cuenta que la información topográfica es la inicial para un diseño, por lo cual fue necesario el cargue de esta información a partir de archivos XYZ en las unidades funcionales. Estas herramientas permiten la conexión desde la información en crudo tomada por vuelos Lydar o toma de topografía convencional, hasta modelos como superficies en el Software Civil 3D.

El diseño en planta de las vías en cada una de las unidades funcionales fue realizado a partir de la normativa nacional vigente "Manual de diseño geométrico de carreteras" Invias 2008, dicho

manual fue la base teórica en la que se fundamentó cada uno de los trazados, por lo cual el aprender a interpretar los fundamentos mencionados en este, fue necesario para el desarrollo de los diseños.

En el diseño de una vía, cada proyecto ofrece oportunidades de aprendizaje tanto en el ámbito técnico como en el ámbito administrativo ya que se necesitan estudios del entorno, planificaciones integrales, selección de materiales adecuados, gestión de costos, consideraciones ambientales. Estos son pilares esenciales para garantizar que el diseño sea seguro, eficiente, funcional y sostenible.

Por otro lado, la participación en proyectos tan importantes para el país, ha contribuido significativamente a fortalecer el perfil profesional logrando los objetivos propuestos al realizar las pasantías, permitiendo formar una profesional más integral, ya que se adquirieron conocimientos fundamentales en el diseño vial, planificación, control, seguimiento y estudio de proyectos viales así como una comprensión más profunda de las operaciones de una empresa de consultoría, además de fortalecer todos los conocimientos adquiridos en la formación académica.

Estar presente en situaciones de desafío y ser parte de la implementación de soluciones eficaces a lo largo del periodo de práctica ha sido crucial. Estas experiencias no solo han enriquecido habilidades, sino que también aportan destrezas valiosas para evitar cometer los mismos errores en proyectos futuros. Es importante recordar que los errores no solo afectan el progreso de un proyecto, sino que también se puede tener repercusiones económicas y en la empresa.

Adicionalmente, es fundamental la coordinación eficiente para cada proyecto, ya que es esencial para asegurar un control y seguimiento que garantice el cumplimiento de todas las actividades programadas. Cada proyecto requiere una estrategia de coordinación específica con el fin de optimizar recursos, minimizar los posibles desafíos y garantizar el éxito en la ejecución de

las tareas planificadas. Por lo tanto, la coordinación adecuada es fundamental para el logro de objetivos y la maximización de los resultados en cualquier proyecto.

Tabla 3. *Lecciones aprendidas*

Descripción	Soluciones e impacto	Aprobación
Modelos de Civil 3D presentaban inconvenientes debido a la gran cantidad de información principalmente por la nube de puntos de topografía	Utilización de DataShortcuts referenciando modelos base sin necesidad de tener la información directamente en el modelo, como un acceso directo.	Ingenieros especializados en diseño vial
Inadecuada interpretación del Manual de Diseño Geométrico (INVIAS)	Estudiar e interpretar más a fondo la normativa vigente para la adecuada revisión y geometrización en planta y perfil debido a que es la base teórica para el desarrollo de los diseños	Compañeros ingenieros civiles del equipo de trabajo
Mejorar nivel de manejo del Software Civil 3D para optimizar tiempo	Se realizó un curso avanzado en software Civil 3D, Infracore y Dynamo en el cual se aprendió a utilizar herramientas de creación y edición de superficies, comandos para la creación de corredores viales, el uso de Subassembly composer para la creación de ensamblajes no convencionales.	Propuesto por la empresa INGETEC
Abordar en desafíos en el campo laboral	Aprender a sobrellevar las situaciones complejas de presión ante cualquier entrega y afrontar errores cometidos	Ingenieros especializados

8. Recomendaciones

Las recomendaciones que se plantean se basan en una mejor organización por parte de la coordinación del proyecto debido a que algunos ingenieros involucrados no tenían conocimiento de las carpetas donde se almacenaba la información entregada para el desarrollo del proyecto, es por ello que se creó una carpeta en la cual todos los involucrados debían subir los archivos más actuales para que todos tuvieran acceso al momento de utilizarlos para garantizar más accesibilidad y trabajo en equipo más eficiente. Además de mejorar la comunicación entre las diversas especialidades de ingeniería presentes en INGETEC, ya que se mejoraría el rendimiento global en los proyectos vigentes debido a la colaboración. La efectiva comunicación garantizaría minimizar los errores de interpretación al momento de consolidar la entrega de modelo federado final, además de reducir costos y plazos innecesarios para evitar retrasos. Esta coordinación mejorada entre las divisiones de ingeniería permitirá un flujo de trabajo más eficiente y una ejecución más efectiva de los proyectos.

9. Conclusiones

Las unidades funcionales se clasificaron teniendo en cuenta el tipo de terreno, condiciones existentes, sociales y económicas. Las cuales fueron condiciones que determinaron los trazados puesto que por el área en la que se desarrolla el proyecto, se tiene desde zonas con terreno plano hasta zonas con terreno escarpado y temas sociales de gran relevancia por las condiciones económicas y el desarrollo a lo largo del corredor vial comprendido entre Buga y Buenaventura.

Los parámetros funcionales que fueron definidos determinan la geometría definitiva para el diseño en planta y en perfil como lo es la velocidad de diseño que estuvo entre 40km/h hasta 60 km/h, la velocidad específica y las distancias de visibilidad (parada, adelantamiento y de cruce) para cada tramo que dependieron del tipo de terreno, la categoría de la carretera y cada uno de los trazados definidos; estableciendo de esta manera corredores viales cumpliendo con parámetros de diseño según el capítulo 2 de la normativa nacional vigente Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

Se establecieron los elementos geométricos en planta teniendo en cuenta la velocidad definida, empalmando tangentes con curvas horizontales (Circulares simples, circulares compuestas, espiralizadas), las cuales están conformadas por radios y longitudes de espiral según correspondía para cada tipo de curva, teniendo en cuenta las deflexiones y las velocidades específicas de los tramos, además de las especificaciones técnicas que se deben cumplir según el capítulo 3 Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

Se determinaron los parámetros necesarios para la generación del perfil longitudinal utilizando curvas parabólicas (cóncavas y convexas) enlazadas por tangentes, asignando longitudes de curva que cumplieran con lo establecido en la normativa vigente y teniendo en cuenta

la topografía de la zona, el alineamiento horizontal y la velocidad de diseño asignada tal y como se estipula en el capítulo 4 de la normativa vigente.

El alineamiento horizontal y el alineamiento vertical fueron consistentes como lo indica el Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008 en su capítulo 8, de tal forma que los parámetros fueran congruentes entre sí.

Partiendo de un diseño definido en planta y perfil, se estableció el diseño en sección transversal para cada una de las unidades funcionales diseñadas; para este diseño se tuvo en cuenta los anchos de carril, berma y separador central establecidos por contrato, además de incluir obras hidráulicas como lo son las cunetas, canales y obras geotécnicas como lo son terracerías y muros de contención.

Debido a que es un proyecto multidisciplinario, cada uno de los diseños viales se desarrolló teniendo en cuenta las consideraciones y diseños complementarios de especialidades como hidráulica, geotecnia, pavimentos, arquitectura, eléctrica, mecánica, tránsito y seguridad vial.

Se desarrollaron habilidades técnicas específicas sobre la modelación de vías en planta, perfil y sección transversal con la ayuda de las herramientas de modelado para crear diseños precisos en Civil 3D, además de familiarizarse con las normativas y reglamentos vigentes que rigen el diseño de vías.

En el transcurso de las prácticas se tuvo la oportunidad de trabajar en proyectos de gran magnitud, como lo fue el corredor vial de Buenaventura-Buga y colaborar con un equipo de profesionales especializados en el área de vías, esto permitió obtener una perspectiva sobre cómo abordar problemas complejos y encontrar soluciones efectivas en el mundo de la consultoría y específicamente en la especialidad de diseño geométrico.

Las prácticas permitieron colaborar con ingenieros civiles, especializados en infraestructura vial, gerencia de proyectos, geotecnia, hidráulica, arquitectos y otros profesionales para lograr diseños integrados y eficientes.

Tener la oportunidad de trabajar en el área de vías, tuvo varios factores que aportaron al crecimiento profesional como aplicar conceptos académicos en situaciones del mundo real, mejorar habilidades prácticas y técnicas, establecer contactos valiosos en la industria y adquirir destrezas para solucionar desafíos que se presentan en el campo.

Al realizar el diseño de algunos tramos de la vía Buga-Buenaventura mencionados anteriormente se obtuvo una perspectiva integral como ingeniera, ya que se realizaba un análisis del comportamiento de las vías, y además un análisis a sus obras complementarias, es decir, se abarcaba un enfoque más amplio que se extendía más allá del diseño geométrico.

El desarrollo de este proyecto permitió conocer a profundidad como es la ejecución de una obra vial a partir de diseños de referencia y así poder establecer ajustes necesarios teniendo en cuenta el desarrollo de la zona y las nuevas necesidades que se habían generado.

Referencias

- [1] INGETEC. *Entrega 210 días proyecto “estudios y diseños intervenciones concesión 5g corredor buga-buenaventura”*, 2023.
- [2] J. Gil. (2020, Dic 01). [Online]. Available: <https://www.mintransporte.gov.co>
- [3] INVIAS. *Manual de Diseño Geométrico de carreteras*, 2008.
- [4] SECOP. *Especificaciones técnicas del proyecto “estudios y diseños Intervenciones concesión 5g corredor Buga-Buenaventura”*, 2023.
- [5] AASTHO. (2011) *geometric design of highways and streets*, 2011.