

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Diseño geométrico de una vía expresa entre el distrito de Trujillo y el distrito de Huanchaco para la mejora del tráfico vehicular, Trujillo – La Libertad

Línea de Investigación:
Ingeniería de Transportes
Sub Línea de Investigación:
Transportes

Autores:

Enriquez Avila, Willy Jecner
Marquina Vargas, María Alejandra

Jurado evaluador:

Presidente: Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario: Burgos Sarmiento, Tito Alfredo
Vocal: Cancino Rodas, Cesar Leónidas

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de Sustentación: 2023/12/22

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Diseño geométrico de una vía expresa entre el distrito de Trujillo y el distrito de Huanchaco para la mejora del tráfico vehicular, Trujillo – La Libertad

Línea de Investigación:
Ingeniería de Transportes
Sub Línea de Investigación:
Transportes

Autores:

Enriquez Avila, Willy Jecner
Marquina Vargas, María Alejandra

Jurado evaluador:

Presidente: Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario: Burgos Sarmiento, Tito Alfredo
Vocal: Cancino Rodas, Cesar Leónidas

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de Sustentación: 2023/12/22

Diseño geométrico de una vía expresa entre el distrito de Trujillo y el distrito de Huanchaco para la mejora del tráfico vehicular, Trujillo – La Libertad

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

transparencia.mtc.gob.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

biblioteca.clacso.edu.ar

Fuente de Internet

1%

6

doku.pub

Fuente de Internet

1%

7

revistaschilenas.uchile.cl

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

Rodriguez Ramos, Mamerto
CIP: 3689

Diseño geométrico de una vía expresa entre el distrito de Trujillo y el distrito de Huanchaco para la mejora del tráfico vehicular, Trujillo – La Libertad

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Mamerto Rodríguez Ramos, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Diseño geométrico de una vía expresa entre Trujillo y el distrito de Huanchaco para la mejora del tráfico vehicular, Trujillo – La Libertad”, del (los) autor (es) Enriquez Avila, Willy Jecner y Marquina Vargas, María Alejandra, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 11%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 19 de Diciembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “Diseño geométrico de una vía expresa entre Trujillo y el distrito de Huanchaco para la mejora del tráfico vehicular, Trujillo – La Libertad”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

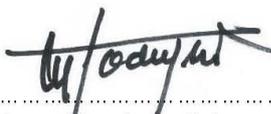
Ciudad y fecha: Trujillo, 19 de Diciembre 2023



Marquina Vargas Maria Alejandra
Apellidos y Nombres del autor
DNI: 47854257



Enriquez Avila Willy Jecner
Apellidos y Nombres del autor
DNI: 18199419



Apellidos y Nombres del asesor: Rodríguez Ramos
Mamerto DNI: 18034417
ORCID: [https://orcid.org/ 0000-0003-3024-0155](https://orcid.org/0000-0003-3024-0155)



MIEMBROS DEL JURADO

Ms. Oswaldo Hurtado Zamora

PRESIDENTE

Ms. Tito Alfredo Burgos Sarmiento

SECRETARIO

Ing. Cesar Leónidas Cancino Rodas

VOCAL

Ing. Mamerto Rodríguez Ramos

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por siempre acompañarme y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres, Luis Marquina y Bethy Vargas, por su dedicación, por brindarme una buena educación y enseñanzas, por siempre confiar en mí, animarme a seguir adelante, y por hacer todo lo posible por verme feliz.

**Br. María Alejandra Marquina
Vargas**

A ti mi Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño para mis padres por las enseñanzas de siempre, por su por su infinita paciencia y apoyo incondicional, Gracias por todo.

A mis queridos hermanos, Elizabeth, Roxana, Edgard, Carlos, Ronald Norma y Denis; por la confianza y fraternidad.

A mis hijas María Fernanda, Mariana Alejandra y Emilia Anthonella por ser mi máxima motivación en la vida, gracias por motivar mis sueños y esperanzas para lograr este objetivo.

En especial quiero dedicar mi tesis a mi madre y hermana Elizabeth que hoy se encuentran en el cielo pues sin el amor y el apoyo de ellas nada hubiese logrado, sus buenos consejos siempre los tendré presente y sus bendiciones me protegerán y guiaran siempre. Por todo esto dejo mi trabajo en ofrenda en la memoria de ellas, por todo el amor y cariño. Las amare siempre.

Bachiller. Willy Jecner Enriquez Avila

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento para nuestro Asesor Ing. Mamerto Rodríguez Ramos, por su desinteresada asistencia, tiempo y dedicación permanente en el presente trabajo de Investigación.

Así como el reconocimiento a los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por habernos transmitido su sabiduría, sus logros y consejos para mejorar en lo personal y profesional.

Br. Enriquez Avila, Willy Jecner

Br. Marquina Vargas, María Alejandra

RESUMEN

La actual tesis tiene por objetivo analizar el tránsito para lograr así un diseño geométrico de una vía expresa que une 2 vías principales en Trujillo.

Trujillo es una de las ciudades más importantes a nivel nacional siendo la tercera con población según INEI, es por ello la necesidad de que el tránsito pueda ser óptimo para los requerimientos propios de la población. Por cuanto, esta tesis se enfoca en proponer un diseño geométrico que permita mejorar la calidad del tránsito vehicular en los distritos de Trujillo - Huanchaco. La metodología de investigación se basa en revisión y antecedentes bibliográficos de las infraestructuras viales en la ciudad de Trujillo para una mejor percepción del problema, así como solución. Posteriormente, tomando en consideración las características propias de la zona, así como el Nivel de servicio y mediante el uso de programas técnicos podemos proponer un diseño como alternativa para el desarrollo de un tránsito de acuerdo a los criterios establecidos por la norma. Al finalizar las tareas de campo, así como de gabinete, evidenciamos 2 tramos que no se ajustan con los parámetros para el modelo geométrico por lo mismo recomendamos realizar expropiaciones sobre el derecho de vía.

Palabras claves: Tránsito, Nivel de Servicio, Vía

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study traffic in order to achieve a geometric design of an express road that joins 2 main roads in Trujillo.

Trujillo is one of the most important cities nationwide, being the 3rd with population according to INEI, which is why the need for transit to be optimal for the population's own requirements. Whereas, this thesis focuses on proposing a geometric design that allows improving the quality of vehicular traffic in the districts of Trujillo - Huanchaco. The research methodology is based on a review and bibliographic history of the road infrastructures in the city of Trujillo for a better perception of the problem, as well as a solution. Subsequently, taking into account the characteristics of the area as well as the level of service and through the use of technical programs we can propose a design as an alternative for the development of a traffic according to the parameters established by the DG Highway Manual 2018. By At the end of the field work as well as the office, we evidenced 2 sections that do not meet the parameters for the geometric design, therefore we recommend carrying out expropriations on the right of way.

Keywords: Transit, Level of Service, Via

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado

En el fiel cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego sede Trujillo, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO GEOMETRICO DE UNA VIA EXPRESA ENTRE EL DISTRITO DE TRUJILLO Y EL DISTRITO DE HUANCHACO PARA LA MEJORA DEL TRAFICO VEHICULAR”**, con la finalidad de cumplir los requisitos para optar el **TÍTULO PROFESIONAL de INGENIERO CIVIL.**

Consideramos señores miembros del jurado que, con nuestra investigación, así como recomendaciones en base a lo estudiado, este trabajo contribuirá a planificar un diseño para el mejoramiento del tránsito vehicular.

Trujillo, 16 de Mayo de 2023



Br. Enriquez Avila, Willy Jecner



Br. Marquina Vargas, María Alejandra

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
PRESENTACIÓN	iii
ÍNDICE	vi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de Investigación.....	2
Objetivos	6
1.1.1. Objetivo General.....	6
1.1.2. Objetivos Específicos	6
Justificación del estudio	6
CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA	8
2.1. Antecedentes del estudio	9
2.2. Marco Teórico	12
2.3. Marco Conceptual	17
2.4. Sistema de hipótesis	19
CAPÍTULO III. ESTUDIOS DE INGENIERÍA.....	21
3.1. Parámetros del Diseño Geométrico de una Vía Expresa.....	22
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA EMPLEADA	75
4.1 Tipo y nivel de investigación	76
4.2 Población y muestra de estudio	76
4.3 Diseño de Investigación	76
4.3.2 Revisión documental	77
CAPÍTULO V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	79
5.1. Resultados obtenidos en campo.....	80
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	94

CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	100

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Vehículo de servicio público, combi.</i>	26
<i>Figura 2. Vehículo de Pasajeros, Auto.</i>	27
<i>Figura 3 Micro Servicio Público.</i>	27
<i>Figura 4. Bus Interprovincial.</i>	27
<i>Figura5: Vehículos Ligero</i>	28
<i>Figura 6. Información básica de vehículos para el dimensionar</i>	30
<i>Figura 7 Niveles de Velocidad de diseño en base a la demanda.</i>	35
<i>Figura 8 Longitud visible de parada en pendientes 0%.</i>	35
<i>Figura 9. Longitud visible de sobrepaso</i>	35
<i>Figura 10. Componentes presentes en la longitud de sobrepaso.</i>	36
<i>Figura 11. Capacidad en condiciones ideales</i>	37
<i>Figura 12. Volúmenes de tránsito relación entre capacidad y niveles</i>	38
<i>Figura 13.. Categoría de rendimiento A</i>	40
<i>Figura 14. Categoría de rendimiento B</i>	39
<i>Figura 15. Categoría de rendimiento C</i>	40
<i>Figura 16. Categoría de rendimiento D</i>	40
<i>Figura 17 Categoría de rendimiento E.</i>	43
<i>Figura 18. Categoría de rendimiento F.</i>	42
<i>Figura 19. Simbología de la Curva circular.</i>	45
<i>Figura 20. Radios menores y mayores peraltes para el trazo de la carretera</i>	46
<i>Figura 21. Peralte en cruce de áreas urbanas</i>	47
<i>Figura 22 Radio limites en contraperalte vías pavimentadas</i>	50
<i>Figura 23. Radio mínimo en contraperalte.</i>	51
<i>Figura 24. Relación de radios – grupo 01</i>	50
<i>Figura 25. Relación entre radios consecutivos.</i>	50

<i>Figura 26. Variantes de la aceleración transversal.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 27. Longitud menor de la espiral.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 28. Longitud menor de la Espiral de Euler.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 29. Radios circulares que descartan la espiral de Euler.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 30. Sobredimensionamiento de curva.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 31 Visibilidad en curva.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 32. Banquetes de visibilidad.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 33. Modelo de curvas verticales convexas y cóncavas.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 34. Modelos de curvas verticales simétricas y asimétricas.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 35. Distancia de curva vertical convexa.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 36. Magnitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 37. Sección transversal de dos carriles con áreas comerciales.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 38 Anchos mínimos de calzada en tangente.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 39. Longitud de anchos de bermas.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 40. Cálculos de bombeo de la calzada.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 41 Valores de radio donde no es necesario peralte.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 42. Valores de máximo peralte.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 43. Peralte mínimo.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 4 Caso de gálidos 4.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 45 Sección típica del túnel..</i>	<i>72</i>
<i>Figura 46. Tramo que no cumple con medidas según norma.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 47 Generación del eje..</i>	<i>81</i>
<i>Figura 48. Trazo de la ruta..</i>	<i>82</i>
<i>Figura 49. Ubicación de puntos de vía.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 50. Generacion de contornos.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 51. Generación de las curvas de nivel.....</i>	<i>84</i>

<i>Figura 52. Importación de puntos topográficos</i>	84
Figura 53. Ubicación del tramo de estudio	87
Figura 54. Formato de conteo y clasificación vehicular	89
Figura 55. Número de vehículos por día.....	91
Figura 56. Factor de corrección, Peaje Chicama	92
Figura 57. Índice medio diario	97

INDICE DE TABLAS

<i>Cuadro N° 1. Dimensiones de vehículos.....</i>	<i>28</i>
<i>Cuadro N° 2. Longitud de visibilidad de parada y adelantamiento.</i>	<i>29</i>
<i>Cuadro N° 3. Consideraciones para el diseño – carretera red nacional.....</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro N° 4. Consideraciones para el diseño</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro N° 5 Distancias en secciones de tangente</i>	<i>44</i>
<i>Cuadro N° 6 Rozamiento transversal máximas en curvas</i>	<i>47</i>
<i>Cuadro N° 7. Valores de radios mínimos para velocidades específicas de diseño</i>	<i>48</i>
<i>Cuadro N° 8. Pendientes máximas (%).....</i>	<i>62</i>
<i>Cuadro N° 9. Estaciones de censos y clasificaciones de vehiculos</i>	<i>89</i>
<i>Cuadro N° 10. Resumen semanal de conteo y clasificación vehicular.....</i>	<i>90</i>
<i>Cuadro N° 11. Indice diario mensual</i>	<i>93</i>

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Problema de Investigación

a. Descripción de la realidad problemática

En América latina se tiene grandes retos de afrontar y mejorar el sector transporte, con énfasis en lo económico, social y ambiental. Actualmente en las principales ciudades de nuestro país, el parque automotor viene creciendo aceleradamente, tal es el caso de la ciudad de Trujillo que presente serios problemas de tráfico vehicular en diversas avenidas, como es el caso de la Av. Mansiche, así como también en vías principales y colectoras, motivo por el cual resulta urgente evaluar y elaborar propuestas de solución, desde una perspectiva de la Ingeniería vial, de modo que permita la optimización de los niveles de servicio vial en toda la avenida permitiendo el rápido acceso entre los distritos de Trujillo y Huanchaco y a su vez con la vía de evitamiento norte que nos permite el ingreso y salida vehicular a la ciudad de Trujillo con destino a ciudades del norte de nuestro país. La infraestructura vial de calidad y segura es indispensable para lograr un adecuado desarrollo y crecimiento de la población, permitiendo satisfacer necesidades básicas como educación, alimentación, salud y trabajo, siendo éstas las principales actividades de un país. Al problema del tráfico, se tiene como alternativa de mejora a ejecución de vías expresas, pues estas se plantean cuando una carretera, que conecta dos ciudades, se intercepta a estas por su interior; con la finalidad de descongestionar las vías urbanas permitiendo el rápido acceso, reducir accidentes siendo su principal objetivo en aumentar el flujo vehicular.

El diseño de las vías expresas o evitamiento se realizan bajos los lineamientos de la norma de diseño geométrico de vías en nuestro país, siendo la norma vigente de Diseño Geométrico (DG-2018), elaborada y publicada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre. Teniendo en cuenta el marco normativo mencionado líneas arriba se tomarán en cuenta los puntos de vista y estándares normativos los cuales serán aplicados en nuestra investigación. La situación actual

de transitabilidad en la avenida Mansiche no solo se debe a la creación de supermercados, centros de salud y residenciales a lo largo de dicha avenida, si no se suma el mal estado del pavimento en varios tramos generados por el fenómeno del niño 2017 y obras municipales inconclusas, si bien es cierto que se realizaron obras de mejoramiento de la avenida Mansiche, estas presentan deterioro lo cual genera malestar en los pasajeros y conductores de vehículos públicos y particulares que cada día transitan por los sectores de viña del mar, el trópico, Huanchaquito y Huanchaco entre otros, que soportan el tráfico generado y por ende alargar el tiempo de desplazamiento de los usuarios.

La avenida Mansiche presenta características muy importantes donde destacan zonas deportivas como lo es el complejo Mansiche que cuenta con diversas instalaciones deportivas, zonas arqueológicas como la ciudad de barro Chan Chan y accesos a playas y balnearios como huanchaco, el balneario más tradicional y visitado por turistas de diversas partes, acceso al aeropuerto Internacional Carlos Martínez de Pinillos principal terminal aérea de la provincia de Trujillo; todas estas características son de suma importancia porque constituyen aportes al desarrollo social, económico y turístico entre el centro histórico y el Distrito de Huanchaco.

En la actualidad la avenida Mansiche se encuentra dividida en tres tramos, el primer tramo va desde el bypass hasta el cruce con la avenida el cortijo el cual presenta deterioro en el pavimento, rompemuelles en mal estado y en las intersecciones principales como en la Avenida Pablo Casals y Avenida Metropolitana los deterioros son más evidentes ya que afecta el tránsito vehicular.

En el segundo tramo llamado avenida Chan Chan comprendido entre el cruce de avenida el cortijo hasta el ingreso al trópico presenta pavimentos agrietados en la mayor parte de la vía y con presencia de huecos en el cruce (ingreso al trópico).

El tercer tramo llamado Avenida Ramon castilla que va desde el ingreso al Trópico hasta el ovalo en la vía de evitamiento persisten los deterioros en la vía con menos cantidad de huecos que las anteriores; cabe señalar que pese a que hizo obras de manteniendo en partes de esta vía ya presentan deterioros, y generan malestar en la población por la polvareda en algunas zonas deterioradas y el retraso de conductores que no logran un avance adecuado por el mal estado en la vía. En el Anexo no 1, se muestra el dossier fotográfico.

Para el presente estudio, se visitó la zona del proyecto para ver su realidad actual y realizar un análisis por medio de medidas tomadas transversalmente a lo largo de toda la avenida y poder definir si cumplen con los anchos suficientes para diseñar una vía expresa. A continuación, se describirá y analizará con la toma de medidas transversales los tramos de la futura vía.

En el primer tramo Avenida Mansiche; desde el cruce con los zafios hasta el cruce con la calle Agua Marina tiene dos calzadas principales de 6.25m cada una, dividida por un separador central de 0.75m y adyacente a ellas dos calzadas auxiliares con separadores de vía de 3.20m por lado y 6.25m cada calzada, por lo cual notamos que en este tramo cumple con las medidas requeridas en la actual norma dispuesta por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para un futuro diseño de una autopista de clase II. A partir del cruce con agua marina la vía reduce sus medidas transversales hasta el cruce con avenida la Alameda en donde cuenta con dos calzadas de medidas de 8.35 m y un separador central de 1.00 m, en este tramo notamos que no cumple con los valores recomendados en el MDGVU 2005 para una vía de primera clase, por lo que la Municipalidad tendría que negociar y llegar a algunos acuerdos con los habitantes de la zona. Del cruce de avenida la Alameda hasta el ingreso a villa del Mar en donde termina la avenida Mansiche sus medidas transversales aumentan nuevamente, en esta zona se cuenta con dos calzadas de 8.50 m con un separador central 1.15 m y

una calzada auxiliar de 6.00 m.

En el segundo tramo avenida Chan Chan que va desde el ingreso a Villa del mar hasta el término de esa zona en el museo de Chan de Chan cuenta con dos calzadas de 6.70 m y un separador central de 1.15 m y con dos calzadas auxiliares con medidas de 4.00 m y 5.50 m respectivamente. Posteriormente la vía cuenta con dos calzadas de 6.70 m y un separador central de 1.15, con terrenos agrícolas adyacentes a ellas y esto va hasta el ingreso de la avenida Ramón Castilla, en esta zona se cuenta con los valores requeridos para la ejecución de una vía expresa según el DG – 2018.

En el tercer tramo Avenida Ramon Castilla que va hasta el ovalo huanchaco en la vía de evitamiento cuenta con dos calzadas de 7.20 m y un separador central de 1.15 m y cuenta con espacios libres de 26.18 m y 14.83 m por lado, en el cual se tiene los espacios necesarios para diseñar la vía en mención según el DG-2018. Del ovalo Huanchaco hasta el Baden en el ingreso al balneario de huanchaco se observó que se contaban con los espacios requeridos para el diseño ya que la vía cuenta con dos calzadas de 7.00 m y un separador central de 1.00 m y con terrenos libres adyacentes a las calzadas.

Dado el contexto antes mencionado, resulta importante y necesario evaluar y proponer una alternativa técnica para mejorar el nivel de servicio en toda la avenida Mansiche, eliminando las zonas de alto conflicto vehicular y peatonal obteniendo mejores flujos de tránsito, siendo esto un aporte para que los tiempos de desplazamiento sean los más óptimos para los usuarios, caso contrario cada año se agravaría la situación de transporte conllevando a ser más insegura y más siniestra.

Bikan,P. (2019). Assessment of logistical support for road accidents in Vhembe district municipalities. *scielo*, 11(3), 705. doi:<https://doi.org/10.4102/jamba.v11i3.705>

b. Formulación del problema

¿De qué manera nuestra propuesta de diseño geométrico de una vía expresa entre Trujillo y el distrito de Huanchaco, permitirá mejorar la transitabilidad vial para una mejora del tráfico vehicular?

Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Diseñar una vía expresa que interconecte el distrito de Trujillo y el distrito de Huanchaco – La libertad – Trujillo.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las particularidades geométricas de la vía pavimentada de la Av. Mansiche.
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Seleccionar el tipo de vía urbana a diseñar teniendo en cuenta los parámetros técnicos normados por Transportes.
- Elaborar conteos volumétricos y clasificación vehicular (IMDA) como variable esencial.
- Validar el diseño a través de un programa computacional, Diseño geométrico de la vía expresa.

Justificación del estudio

La presente investigación se justifica a nivel teórico a través de la aplicación de la norma de diseño geométrico de carreteras, lo cual se verificará con el uso de programa computacional.

Así también la investigación se justifica a nivel metodológico y técnico al realizar la evaluación y elaboración de un diseño geométrico de una vía expresa en la avenida Mansiche, siguiendo los lineamientos dados por la normatividad vigentes en transportes.

Finalmente, la investigación se justifica a nivel práctico debido a que la propuesta que se presenta en la investigación podrá ser implementada por las autoridades competentes para mejorar el servicio de transporte, cuidando el medio ambiente y siendo más seguro la transitabilidad en la Av. Mansiche

CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Según (Chacon & Taboada, 2020); A través de la investigación de “Diseño de la infraestructura vial en el distrito de Huanchaco, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad, 2020” tuvo como objetivo realizar el diseño de la infraestructura vial en el centro poblado Cerro de la Virgen en el distrito de Huanchaco; en donde utilizaron un diseño experimental, transversal – descriptivo y el muestreo fue no probabilístico por juicio, la recopilación de datos se obtuvo con la técnica de la observación y el análisis documental, los instrumentos usados fueron la guía técnica, ficha de datos y guía de recolección de datos. Se logró realizarse el diseño de la infraestructura vial con la consecución de los planos de diseño geométrico de la carretera y los cálculos de los peraltes del pavimento flexible y rígido.

Según (Chacon A. , Diseño geométrico de una vía de evitamiento en Mancora de acuerdo al contexto físico y urbano de la ciudad, 2020) ; en la ciudad de Lima – Peru, mediante una investigación de “Diseño Geométrico de una Vía de Evitamiento en Máncora de Acuerdo al Contexto Físico y Urbano de la Ciudad”, que tuvo como objetivo plantear el diseño de una vía de evitamiento que faculte mitigar el conflicto entre los usuarios de la panamericana norte, pobladores de la zona y turistas, los cuales viven expuestos a accidentes de tránsito y accesibilidad urbana, la metodología inicia a partir de la revisión de bibliografía sobre infraestructuras viales, travesías y vías de evitamiento. Posteriormente se hizo una visita a la zona y realizar un diagnóstico vial urbano de afectación de la problemática de modo que, con la información recopilada se diseñaron alternativas de trazo de una vía de evitamiento para Máncora. Finalmente se optó por la alternativa de una autopista de segunda clase con dos calzadas separadas por una mediana de 2m. Se escogió esta alternativa dado que se ubica a una distancia prudente de la travesía y la ciudad, la zona de ocupación creada alcanza los valores recomendados por la bibliografía, no requiere realizar expropiaciones al inicio de la vía y no interfiere en el circuito turístico de la ciudad.

CAF, (2020) señala que históricamente, las inversiones de infraestructura se han observado como una herramienta poderosa de aumento económico y desarrollo. En dirección con sus objetivos de desarrollo e integración con América Latina, CAF (Banca de Desarrollo) ha tenido un papel principal en la financiación de proyectos de infraestructura vial. En Bolivia, las inversiones en proyectos no se han quedado atrás, financiando la construcción y mantenimiento de más de 54 proyectos de pavimentos a nivel nacional.

(Bikan,P, 2019); en la evaluación de apoyo logístico por carretera para gestionar el mantenimiento en el distrito de Vhembe, se empleó una muestra de déficit presupuestario para aclarar el nivel de apoyo logístico insuficiente para gestionar las operaciones y el mantenimiento de las carreteras municipales como acción preventiva contra accidentes de tránsito y riesgos de catástrofe. Metodológicamente se hizo uso de información de la literatura actual acerca del mantenimiento de carreteras y uso para demostrar como el mantenimiento de carreteras aumenta aceleradamente si el mantenimiento inicial no se realizó cuando la carretera fue recién construida y establecer el vínculo entre mantenimiento de carretera y riesgo de accidente de carretera. La información obtenida acerca del apoyo logístico enfatiza una visión integral para el mantenimiento de carreteras y con ello asegurar calidad en carreteras y disminuir los accidentes en carreteras municipales.

(Galvez & Vasquez, 2019).En la investigación realizada para obtención de tesis en la Universidad Ricardo Palma facultad de ingeniería – Lima, se propuso el tema “normas de diseño geométrico vial en Sudamérica aplicado a vías de evitamiento en el Perú” con el objetivo de recoger mayores conocimientos y aplicarlos en posteriores diseños viales en nuestro país, se utilizaron criterios , parámetros y disposiciones generales de las normas geométricas de vías en Sudamérica; La metodología utilizada fue mixta ya que para ello se tuvieron en cuenta

problemas existentes como la falta de criterio para el diseño de vías de evitamiento especificados en las normas establecidas en nuestro país y se contrasto con las normas que rigen en Sudamérica; con los datos obtenidos se planteó la aplicación y la investigación de una vía de evitamiento en la parte selva del Perú ,Juanjuí y con ello mejorar los niveles de servicio en la zona.

En cuanto a diseños geométricos (Miguel, 2019) en el desarrollo de su tesis Análisis de diseño geométrico de la carretera nacional, tuvo por objetivo generar una alternativa de ruta a la ya existente carretera central, realizo el estudio de un tramo representativo de la vía alineándose a la norma DG – 2018, con lo cual se obtuvo la información de que muchos parámetros de la zona no cumplen con la norma antes mencionada, con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de que a pesar de que algunos parámetros geométricos no cumplen con la norma DG- 2018, no impide el funcionamiento de la carretera, finalmente se propuso como solución económica la optimización de señales horizontales y verticales y con ello tener una apariencia atractiva obteniendo la atención e interés de los usuarios en la carretera.

(Arroyo,P., Herrera, R., Salazar, L., Gimenez, Z., Martinez, J., & Calahorra, M., 2018); En cuanto al enfoque de factores ambientales, sociales y económicos para evaluar mezclas asfálticas con o sin presencia de neumáticos en desecho, se investigo acerca del uso de dos mezclas de asfalto, una convencional y otra con neumáticos fuera de uso, se empleó un método de toma de decisiones multicriterio enfocado en las ventajas entre las diferentes alternativas. El objetivo fue dar a conocer si es conveniente el uso de neumáticos fuera de uso en las mezclas asfálticas en los países en desarrollo y los impactos que generaría en la construcción de carreteras; los resultados muestran que es conveniente el uso de neumáticos fuera de uso en las mezclas de asfalto, ya que la condiciones sociales y ambientales mejorarían, reduciendo el ruido y bajas emisiones de gases de efecto invernadero..

(Rodríguez, Mario; Echaveguren, Tomas; Thenoux, Guillermo, 2017) ; La investigación en la inclusión de confiabilidad en los métodos de diseño AASHTO – 93 de pavimentos flexibles, afirman que la seguridad en los diseños de pavimentos se basan en las recomendaciones de guías de diseño o tienen mucho que ver con el criterio del diseñador, La metodología se basa en diseños y modelos en malas condiciones y calibrados a condiciones locales las cuales consideraron el comportamiento de los materiales y variabilidad del proceso constructivo, usando la información de campo se desarrolla un modelo de simulación tipo Monte Carlo que ayudaran con la definición de las variables, definidas las variables se utilizara la teoría de la confiabilidad y serviciabilidad; se evaluara los métodos y modelos de diseño deteriorados a través de una análisis de oferta y demanda; se obtendrá el valor de confiabilidad y reducción de la incertidumbre para el trabajo de la estructura cuando ya esté en operación.

2.2. Marco Teórico

Infraestructura Vial y la Ciudad.

Chacón (2020) en su tesis cita a Vadillo (2017) quien realizó un análisis de los efectos de la vía expresa en Lima y sostuvo que La población de la capital Limeña ya tiene conocimiento de estas consecuencias, porque en el año de 1967 dieron por inaugurada el primer tramo ejecutado de la via expresa denominada paseo de la república, dicha autopista que une el centro de la capital con el distrito de Miraflores. Tuvo como una de las primeras consecuencias por la construcción de la vía expresa en la ciudad referida que cambió drásticamente la organización de las calles urbanas de la ciudad transformándose en una importante vía colectora que convoco el tráfico vehicular y peatonal hacia sus nuevas y atrayentes estructuras generando una gran curiosidad en los usuarios que optaron por darle preferencia de circulación y no usar las vías como la Av. Arequipa.

Otro de los efectos positivos del resultado del levantamiento del proyecto vial fue que los propietarios de las estructuras ubicadas longitudinalmente

a ambos lados de la vía tuvieron la oportunidad de ver el incremento de precio de sus propiedades 600 a 3,500 soles en pocos días. El proyecto vial tuvo como consecuencia natural un cambio en el uso de los suelos dando el inicio al crecimiento de nuevas urbanizaciones y centros comerciales en la zona, el rápido tránsito y los libres ingresos a lo largo de la vía en la ciudad generaron un gran interés en las empresas privadas de diferentes rubros que asentaron sus sedes en los límites longitudinales del proyecto vial. Con el transcurso del tiempo se consiguió consolidar un centro financiero con grandes estructuras en edificaciones construidas paralelamente a la autopista exclusivamente en toda la zona que atraviesa por la jurisdicción de San Isidro. Así mismo mencionaremos un tercer efecto positivo, se trata de los elementos viales en la infraestructura que le dieron realce a la ciudad generando una nueva vista para los ciudadanos atribuyendo a la zona una característica de “personalidad urbana”, Como evidencia de lo mencionado la municipalidad de lima cuenta con imágenes de toda la zona financiera de la capital con la autopista la cual es usada como herramienta de marketing, pretendiendo lucir la más sobresaliente expresión de la capital limeña.

Metropolización

Anteriormente en el siglo pasado, generalmente las metrópolis de Latinoamérica han tenido una gran transformación demográfica, en mayor número los casos relacionados a procesos de migración campo – ciudad y al crecimiento de una economía industrial urbana. En lo acontecido en lima, el estallido demográfico tuvo lugar básicamente en la década del cincuenta y sesenta, por la migración de familias rurales y de ciudades poblaciones pequeñas a Lima, (Ramirez Corzo Nicolini, 2009). La primordial diferencia que tuvo este proceso con las de otros continentes es que no estuvo alineado con un proceso significativo de industrialización. Las migraciones fueron originadas más por la exclusión de las familias rurales de sus lugares de origen, el desgaste de la economía campesina y la posibilidad de acceso a mejores servicios de salud y educación en la ciudad, que el interés ejercido por un moderno mercado de trabajo. En su mayoría estos “nuevos limeños” accedieron

precariamente al sector servicios, muchos de ellos subsistiendo como subempleados.

Teniendo en consideración, la obra de la vía expresa en la ciudad de Lima la cual tuvo como uno de sus objetivos unir el centro de Lima con el distrito de Miraflores, y que con el pasar de los años se llegó a poblar en todas las zonas aledañas en su totalidad llegando a constituir una metrópolis con un aproximado de poco más de 9 millones de habitantes en nuestra actualidad. En función a la idea de dimensión espacial se viene identificando la mejor definición para las metrópolis según sus características, distinguiéndolas de distritos y ciudades esencialmente por la dimensión de su área geográfica. Empero, en la mayor parte del mundo se está estudiando y analizando la mejor definición para una metrópolis teniendo en cuenta principios técnicos utilizados para definir si una localidad cumple con las características para ser denominada metrópolis, (Chacón A., Diseño geométrico de una vía de evitamiento en Máncora de acuerdo al contexto físico y urbano de la ciudad, 2020).

Al respecto V. Kauffman afirma que, comúnmente las instituciones jurisdiccionales o territoriales no solo se determinan geografía ya sea por la forma del terreno y la estructura de la ciudad, Mas bien adicionalmente por la capacidad de atracción por determinadas formas y actividades de vida de sus habitantes.

Criterios y Controles Básicos Para el Diseño

De acuerdo con (Comunicaciones, 2018) señala que, al establecer la geometría de la vía, no debe perderse de vista la finalidad es diseñar una vía que disponga de los parámetros y características técnicas que la definen, con trazos, alineamientos y elementos viales de tal manera que el resultado cumpla con las expectativas que demanda el Diseño, acorde con los estatutos de la viabilidad económica del marco normativo y cumpliendo lo establecido en la sección 211; capacidad y niveles de servicio, del presente capítulo.

Caso de Estudio: Diseño Geométrico de una Vía Expresa

De acuerdo a todo lo mencionado el objetivo principal es diseñar una vía expresa que interconecte los distritos de Trujillo y Huanchaco, la cual permitirá descongestionar vías urbanas, reducir accidentes de tránsito y optimización de los niveles de servicio vial en la avenida permitiendo el rápido acceso entre los distritos de Trujillo y Huanchaco logrando un adecuado desarrollo y crecimiento de la población, permitiendo satisfacer sus necesidades básicas.

Es fundamental conocer las características de ambos distritos, entre las más determinantes para realizar el presente estudio mencionaremos a las actividades económicas, las magnitudes sociales y su área de desarrollo.

Información de la Avenida Mansiche Trujillo - Huanchaco

El distrito de Trujillo, en cuanto a pobladores está constituida por 314 808 habitantes (INEI, 2018) y una superficie total de 39,36 Km²; la cual se encuentra unida al distrito de Huanchaco mediante la Avenida Mansiche la cual comunica desde el centro histórico de Trujillo hasta el ovalo de la vía de evitamiento; Huanchaco tiene una población de 68 409 habitantes (INEI, 2018) y una área jurisdiccional de 333,9 Km²; ambos distritos presentan características climatológicas muy similares con escasas lluvias que se dan de forma ocasional. En los meses de verano las temperaturas oscilan entre 26°C a 30°C con cielos generalmente despejados, sin embargo, se pueden llegar a superar estos valores cuando el fenómeno del Niño está presente, culturalmente comparten las mismas costumbres e historia; sus actividades comerciales se ven interrelacionadas impulsadas por el turismo ya que comparten complejos arquitectónicos y museos. Trujillo cuenta con sectores y actividades económicas importantes, pero predominan los bienes y servicios como los más destacados en donde los actores principales que contribuyen al desarrollo de estas actividades son los turistas y población local, las relaciones económicas entre ambos distritos están en crecimiento impulsadas principalmente por el turismo; Huanchaco se ve impulsada económicamente como ya lo mencionamos por el turismo y en

porcentajes menores de la pesca artesanal, ya que cuenta con tiendas dedicadas a la venta de ropas de baño, academias de surf, licorerías, complejo de ventas de artesanía, restaurantes, hoteles entre otros. Es importante mencionar que las ventas y distribución de alimentos son los de mayor rotación comercial en ambos distritos en tal sentido es importante consolidar vías de rápido acceso que aporten con el desarrollo de ambas poblaciones.

El plan de desarrollo urbano Metropolitano de Trujillo 2012 – 2022, actualmente vigente, fue aprobado mediante la DS. 004-2011-VIVIENDA; La Alcaldía de nuestra ciudad es la responsable de la planificación urbana de Trujillo Metropolitano y para realizarlo tiene como órgano de apoyo al PLANDET- Plan de Desarrollo Territorial de Trujillo; tener conocimiento de las nuevas zonas en expansión propuestas por la propia comunidad, es importante porque aporta a establecer las ruta de la vía expresa a proyectar, de igual forma nos permite tener el conocimiento de las diferentes verdades presentes en el distrito, de manera que en algún momento tendrán que verse perjudicados por las consecuencias de la construcción de nuevos proyectos.

Documentos Normativos

En la presente investigación se tuvo en cuenta con bases fundamentales a las normativas vigentes de diseño geométrico: el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 (VCHI).

Localización

La vía proyectada se encuentra ubicadas entre las jurisdicciones de Trujillo y Huanchaco, en la provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, la cual se encuentra geográficamente localizada entre -8.104081° , -79.036768° y -8.085204° , -8.085204° .

Tenemos como punto de inicio (Km. 0+000) de la vía a diseñar el cruce de la av. Mansiche con calle los Zafiros (Zona 17L, Abscisa 716316.00 m E, Norte 9103670.00 m S), y como punto de fin de vía a tomar en cuenta en el diseño la Ca. Libertad con el cruce de la quebrada de rio Seco.

Relieve

La longitud de la vía a proyectar toma parte de zona urbana del distrito Trujillo y parte de zona urbana del distrito de huanchaco las cuales cuentan con un relieve plano por ser parte de la región costa del Perú y está básicamente representada por zonas con viviendas, vías locales, áreas de cultivo, zonas arqueológicas y zonas de playa.

Altitud

La altitud de la vía a diseñar es totalmente baja consecuentemente por su gran aproximamiento al mar, cuenta con una altitud de 0 m.s.n.m.

Clima

La ciudad de Trujillo cuenta con un clima templado subtropical desértico y oceánico con una estación calurosa en los primeros meses del año en la estación de verano en los cuales la temperatura rara vez alcanza los 30°C, y en los posteriores meses al cambio de estación de invierno, la temperatura casi nunca es inferior a los 10°C por las noches y en las madrugadas la humedad suele condensarse en neblina y niebla generando garuas durante las noches y madrugadas

Análisis de la vía

Para trazo la vía, se realizó con el apoyo de estudios ya anteriormente realizados en la ejecución de la avenida Mansiche, en los cuales observamos que en algunos tramos no se respetó el derecho de vía, por lo cual se recomienda la expropiación de estructuras que se encuentren ubicadas dentro del margen de la vía, en el recorrido realizado de todo el proyecto también se pudo observar que dicha vía se desarrolla en terreno plano esto debido a que la pendiente a lo largo del eje al nivel del terreno es 0%, y por ultimo observamos que la ruta cuenta con la intersección de avenidas principales siendo una de ellas la vía de evitamiento norte para lo cual se recomienda un intercambio vial tipo trébol.

2.3. Marco Conceptual

El derecho de vía (DG – 2018) es aquella faja de terreno de ancho variable en la cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras

obras de ensanche o mejoramiento, y áreas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

El estudio de impacto vial, está enfocado en identificar los cambios que se generan en el tránsito vehicular y peatonal existente y con ello prevenir o minimizar flujos vehiculares y accidentes de tránsito.

La sección transversal general (DG – 2018), formada por los elementos de la carretera, entre ellos la calzada o superficie de rodadura (constituida por carriles), bermas, taludes, sistema de drenaje (cunetas, alcantarillas, zanja de coronación, badenes), obras complementarias, elementos del sistema de señalización, seguridad vial e infraestructura para la instalación de señales para el control del tránsito.

Tramos homogéneos (DG- 2018), estos tramos son identificados en la etapa de realización del diseño y son determinados por tener las mismas características orográficas en ciertos tramos de la carretera, para lo cual se les designa la misma velocidad de diseño en todos los tramos identificados como homogéneos.

Velocidad de diseño para tramo homogéneo (DG-2018) Esta velocidad es la clave para poder definir los componentes y parámetros geométricos ya que será determinante para los tramos homogéneos.

La velocidad de operación (DG-2018), Esta velocidad será el valor máximo alcanzado por los conductores a lo largo de la vía teniendo en cuenta no sobrepasar la velocidad de diseño asignados en los tramos homogéneos.

Autopistas de primera clase (DG-2018), Este tipo de carreteras cuenta con características específicas determinados por el MDGVU – 2005 entre los cuales mencionaremos el IMDA que debe de sobrepasar los 6000 veh/día, calzadas con más de dos carriles con una medida de

3.60m por carril como mínimo y divididas por un separador de vía central de 6.00m, tener accesos de ingreso y salida a la autopista de manera que aporten para que el flujo vehicular sea constante y tener elementos de complementarios.

Autopistas de segunda clase(DG-2018), Estas carreteras tienen por características de tener un IMDA que varía entre los 6000 y 4001 veh/día, además sus calzadas deben de tener 2 carriles como mínimo y con medida de 3.60m por carril, calzadas separadas por un divisor central cuyas medidas varían entre 1.00m a 6.00m, generalmente estas son reemplazadas por muros de contención vehicular, tener accesos de ingreso y salida que proporcionen flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pases vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentadas con mayor seguridad.

2.4. Sistema de hipótesis

Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices	Instrumentos
		Velocidad		

Parámetros de Diseño Geométrico	Sección Transversal	Radio y Peralte	Magnitud (m/s, m, %)	Manual MTC Manuales Internacionales
		Sobreancho		
		Sección de carril		
		Berma		
	Superficie de Rodadura	Terreno Natural Afirmado	Precio por Km (s/.)	Manuales MTC
Costos	Costos de Construcción	Costo de Movimiento de Tierras	Presupuesto (soles). Metrados (m3, m2, gbl)	S10 (Metrados y Presupuesto)
	Costos de conservación	Costo y Periodo de Mantenimiento		

CAPÍTULO III. METODOLOGIA EMPLEADA

En este capítulo detallaremos el proceso realizado para la obtención del del Diseño en estudio, teniendo en cuenta la norma de diseño geométrico 2018, de donde tomaremos toda la información y criterios importantes para el funcionamiento de una red vial, orientándola a cumplir de la mejor manera posible su función.

3.1. Parámetros del Diseño Geométrico de una Vía Expresa

3.1.1. Clasificación de Proyectos de Sistema Vial Urbano

De acuerdo con el manual de diseño geométrico vías urbanas, para clasificar una vía urbana se debe de tener en cuenta algunos criterios importantes tales como el funcionamiento de la red vial, el tipo de tráfico que soporta la vía, el uso de suelos y los niveles de servicio. También es importante tener en cuenta que se debe de especializar el uso de las vías, destinando a cada una de ellas una función específica y destinarla a cumplir de la mejor manera posible su función; esencialmente esta especialización antes mencionada se justifica desde tres puntos de vista los cuales mencionaremos a continuación:

Capacidad y nivel de servicio, a consecuencia que las ciudades crecen urbanísticamente los tiempos utilizados en el traslado y transporte se incrementan esto debido a que los desplazamientos urbanos son de mucha más trayectoria. Con ello conseguir velocidades relativamente altas y constantes pueden llegar a ahorrar tiempo de desplazamiento vehicular ahorrando muchas horas de viaje al año. De este modo se puede comprobar como los estacionamientos en las vías y los accesos con mucha proximidad disminuyen considerablemente los niveles de servicio.

La seguridad, es uno de los criterios a tomar en cuenta, dado que cuando la intensidad de tráfico aumenta en horas más importantes del día se genera gran confusión entre peatones y vehículos que tratan de circular con mayor rapidez lo cual genera que el porcentaje de accidentes aumente.

La funcionalidad es otro de los criterios importantes a tener en cuenta en la proyección de vías principales y vías locales en las que se debería evitar en lo posible un tránsito intenso y rápido que perturba considerablemente la vida urbana.

En tal sentido, las vías expresas están diseñadas para albergar un tránsito de paso en las cuales los vehículos puedan circular constantemente a altas velocidades con poca o nula interrupción esto debido a los distantes accesos en su recorrido, cabe mencionar que a lo largo de su trayectoria no está permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías, ni el tránsito de peatones, por sus características este tipo de vías también son llamadas autopistas; adicionalmente cuentan con los siguientes parámetros de diseño:

- ❖ De acuerdo al diseño su máxima velocidad bordeará desde los 80 a 100km/h dependiendo del tipo de vehículo, de acuerdo con las normas de tránsito que rigen en nuestro país.
- ❖ Permite un tránsito vehicular constante en donde los vehículos menores son los más beneficiados por la libertad de maniobras que la vía lo permite, en algunas zonas de esta vía se permite el ingreso de transporte de carga pesada, pero se restringe la circulación de vehículos no motorizado en toda la vía y la prohibición total del tránsito de peatones.
- ❖ En autopistas los ingresos y salidas son controlados para tener un flujo vehicular continuo, con casi nulas interrupciones vehiculares ni peatonales ya que los vehículos lo harán por medio de intercambios viales a desnivel y los peatones transitarán por puentes peatonales.
- ❖ Cuentan con 3 o más carriles bidireccionales.
- ❖ Vías auxiliares laterales para el servicio de propiedades adyacentes.
- ❖ En el caso de que sea permitido el transporte de servicio público deberán circular por carriles de solo buses y/o exclusivos, teniendo como puntos estratégicos a los paraderos los cuales deberán estar ubicados paralelamente a un costado de la vía.

- ❖ Este tipo de vía no permite que los vehículos realicen paradas para realizar actividades de recojo ni entrega de productos, (carga y descarga).

3.2. Criterios y Controles Básicos para el Diseño Geométrico

3.2.1 Criterios Básicos para el Diseño Geométrico

Visto, los manuales normativos del MTC se tendrá en consideración los criterios técnicos que se recomiendan en la presente norma, con el objetivo de diseñar una vía que cumpla con las características elementales de funcionalidad.

3.2.2 Estudios Preliminares

Es fundamental efectuar investigaciones preliminares para tener el conocimiento de antecedentes importantes y necesarios para poder definir el desarrollo de nuevos proyectos, de esta manera tendremos obras planificadas con sus objetivos claros y con los parámetros que todos ostentamos tener, tiempo de ejecución, alcance económico y calidad.

Todos los niveles de estudios preliminares deben de estar de acorde a la normativa vigente los cuales comprenden:

3.2.2.1. Estudios de Geodesia y topográfica, usados para georreferenciar proyectos mediante el sistema de ubicaciones globales (GPS) que actúa referido a sistemas geodésicos, en especial el conocido como WGS – 84 (World Geodetic System de 1984) y la topografía para representar gráficamente las áreas de trabajo donde se admite la agregación como actividad laboral.

3.2.2.2 Hidrología e hidráulica, es importante realizar estos estudios en todos los proyectos viales ya que estos nos otorgan la información necesaria acerca de problemas de escorrentía y niveles de agua y con ello realizar los diseños teniendo en cuenta estos datos mencionados.

3.2.2.3. Con respecto a la Geología y Geotecnia; estas especialidades son las que realizan los estudios preliminares en las primeras etapas de proyectos viales, lo cual es de mucha importancia porque ayudara a identificar las posibles rutas y tener mapeado las áreas conflictivas desde una perspectiva profesional.

3.2.2.4. Con respecto a los Aspectos Ambientales, podemos afirmar que sirven para tener en cuenta que los proyectos impacten negativamente en menor porcentaje las condiciones ambientales en consecuencia de la ejecución del proyecto.

3.2.2.5. La Protección de Restos Arqueológicos, es la parte mediante el cual el estado determina la conservación del patrimonio cultural de la nación protegiendo los bienes que conforman el patrimonio cultural, en ese sentido señalaremos que, para todo tipo de proyecto de inversión pública o privada, estos están en la obligación de realizar las gestiones pertinentes para contar con los permisos y certificados que autoricen dar inicio con la ejecución de las obras.

3.2.2.6. Reconocimiento de terreno, básicamente consiste en comprobar y confirmar el área en donde se ejecutará el proyecto, considerando la geografía y características del suelo, resulta recomendable realizar una visita aérea para obtener información visual en conjunto y con esto complementar la información con los datos técnicos obtenidos en campo y gabinete.

3.2.2.7. Derecho de vía o faja de dominio, zona determinada de la carretera en la cual se realizarán obras que complementen el diseño de la carretera brindado mejores servicios en cuanto a seguridad y comodidad.

3.3. Vehículo de Diseño

Resulta necesario examinar las propiedades físicas, las dimensiones y tipos de vehículos que circularan por la vía a diseñar, estas características son fundamentales para determinar su estructura geométrica; teniendo en cuenta la composición del tráfico; el diseño será realizado en función de las diferentes unidades vehiculares, de acuerdo

a las presentes normas.

- ❖ Las dimensiones transversales del vehículo en estudio, se relacionan directamente con las medidas del ancho del carril en la calzada, del mismo modo con las bermas y otros elementos de diseño.
- ❖ La medida que existe de eje a eje en los vehículos, son relevantes ya que serán tomados en cuenta para el cálculo de dimensionamientos de radios en los carriles.
- ❖ La correspondencia que existe entre el peso bruto total y la potencia, tienen relación directa con el valor de las pendientes admisibles.

Vehículo de pasajeros

- ✓ Jeep (VL)
- ✓ Auto (VL)
- ✓ Bus
- ✓ Camión C2

Vehículos de carga

- ✓ Pick – up
- ✓ Camion C3 y C2CR
- ✓ T3S2

Figura 1.

Vehículo de servicio público, combi.



Nota: Página web Ministerio de transportes.

Figura 2.

Vehículo de Pasajeros, Auto.



Nota: Página web Ministerio de transportes.

Figura 3.

Micro Servicio Público



Nota: Página web Ministerio de transportes.

Figura 4.

Bus Interprovincial.



Nota: Pagina web El comercio

3.4. Vehículos Ligeros

Las dimensiones geométricas de los vehículos livianos no condicionan el desarrollo del proyecto, a menos que sea una vía por donde no haya

tránsito de camiones, condición que resulta ser imposible para proyectos viales. Para tener alcance de las dimensiones de los vehículos, nos apoyaremos en medidas de los vehículos más representativos en Norteamérica.

Cuadro N° 1.

Dimensiones de vehículos.

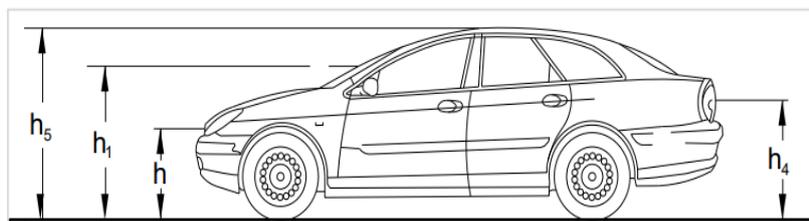
DIMENSIONES	MEDIDAS
Ancho	2.10 m
Largo	5.80 m

Nota: Manual de carreteras DG-2018

Para realizar el cálculo de longitud de visibilidad de parada y sobrepaso necesitaremos tener definido diferentes medidas de alturas de vehículos livianos, los cuales son los más apropiados para definir la visibilidad.

Figura 5.

Vehículos Ligero



Símbolo	Definición	Altura (m)
---------	------------	------------

N° 2.
de

h	Es la medida que va del piso al eje de los faros	0.60 m
h'	Medida tomada del piso a los ojos del conductor	1.07 m
h''	Altura de dique fijo en la vía	0.15 m
h'''	Altura de faros posteriores	0.45 m
h''''	Altura total del vehículo del piso al techo	1.30 m

Cuadro
Longitud

visibilidad de parada y adelantamiento.

Nota: Manual de carreteras MDGVU 2005

Los vehículos ligeros son los que desarrollan mayores velocidades, la altura del ojo del piloto es más baja; en función a estas características se definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento, miradores o áreas de descanso.

Figura 6:

Información básica de vehículos para el dimensionamiento de carreteras

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 /	0.80	12.80

3.5. Características del Transito

La parte económica, calidad de terrenos, materiales, costos entre otros factores son características importantes y tienen incidencia directa en el diseño de las carreteras, pero resulta relevante tener en cuenta las consideraciones de volúmenes de tránsito los cuales indicaran la necesidad de mejorar las características de los diseños geométricos, en número de carriles, anchos entre otros que mejoraran las disposiciones para transitar con libertad en ella, con confianza y desarrollar planes sostenibles en transporte.

3.5.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Es una medida cuantitativa que describe los volúmenes de flujo vehicular diarios para todos los días del año obtenidos mediante promedio aritmético de dichos volúmenes la cual esta expresada en unidades de vehículos por día. Los resultados determinaran como demanda diaria promedio que servirá hasta la finalización del periodo de diseño.

3.5.2. Clasificación por Tipo de Vehículo

Representa la intervención correspondiente en el IMDA a las distintas clases de vehículos, que pueden variar en algún momento por lo que se

recomienda para la clasificación tomar en cuenta los que estén actualizados emplearse los actualizados.

- ❖ Categoría L, compuesta por vehículos menores motorizados con menos de cuatro ruedas y se clasifican en (L1, L2, L3, L4, L5), los cuales alcanzan velocidades iguales a 50km/h o mayor.
- ❖ Categoría M, en esta categoría los vehículos están destinados para realizar transporte de pasajeros y son vehículos automotores que cuentan con más de cuatro ruedas, se clasifican en M1, M2 y M3 todas con la misma tarea el transporte de pasajeros, pero varían una de otra en las capacidades y peso bruto vehicular.
- ❖ Categoría N, categoría en la cual los vehículos están destinados al transporte de mercancías y cuentan con 2 o más ejes y se clasifican en N1, N2, y N3 vehículos cuyo peso bruto vehicular va desde 3.5 toneladas hasta 20 toneladas
- ❖ Categoría O, caracterizada por remolques y semirremolques destinados para transportes de carga pesada y sus pesos brutos vehiculares van de los 0.75 ton a más, llegando hasta las 47 ton con bonificaciones brindadas por el ministerio de transportes y comunicaciones.
- ❖ Categoría S, conformada por vehículos que brindan servicios especiales como ambulancias, traslado de valores y en algunos casos como casas móviles.

3.5.3. Volumen Horario de Diseño

En circunstancias en donde las carreteras tienen un flujo vehicular elevado, será el VHD quien precise las propiedades aplicables a un proyecto vial, en estos casos el IMDA no tendrá participación alguna, de esta manera eludiremos molestias por temas de congestión y buscaremos mejores condiciones de servicio. Por consiguiente, tener un diseño exitoso será la consecuencia de elegir uno de estos volúmenes de tránsito, el cual se tomará en cuenta como matriz para el diseño.

El VHD se obtendrá a partir de una organización secuencial decreciente, a partir de sus elevados volúmenes horarios tomados en cuenta en un periodo anual.

Es importante mencionar que mientras no se prevea cambios importantes en las proporciones en que intervienen los distintos componentes de tránsito (Industrial, agrícola, minero, turístico, etc.), la relación entre el VHD y el IMDA se mantendrá razonablemente constante.

3.5.4. Crecimiento de Transito

Los proyectos viales nuevos o mejoramientos en carreteras ya existentes, no deberían de tener como base los volúmenes de tránsito actual, si no que deberían considerar periodos de diseño de 20 años a futuro para que así puedan soportar el aumento de tráfico a consecuencia del acelerado aumento de habitantes y con ello el aumento de transportes públicos, privados y carga.

Mediante la siguiente ecuación se fija la técnica de estudio de tránsito:

$$P_f = P_o (1 + T_c)^n$$

En el cual:

P_f: Circulación final

p_o: Circulación inicial

T_c: incremento por clase de vehículo al año.

n: año a estimarse.

3.6. Velocidad de Diseño

Esta velocidad deberá de garantizar la mayor confianza y bienestar vial a los conductores a lo largo de sus secciones de carreteras, con velocidades constantes en su recorrido; para ello en su diseño se debe de remarcar a través de su recorrido sectores homogéneos, en donde por sus características topográficas permitan establecer una velocidad constante. Para que la velocidad de diseño sea establecida inicialmente se tendrá que identificar tramos homogéneos y para ello se deberá tener

critérios como, la dimensión menor del tramo de carretera será de 3km en las cuales la velocidad para este tramo será de 20km/h a 50km/h y en tramos con longitudes de 4km las velocidades serán de 60km/h a 120km/h, teniendo en cuenta que la variación de la velocidad de diseño con tramos adyacentes jamás deberá de sobrepasar los 20 km/h de más.

3.6.1. Velocidad de diseño del tramo homogéneo

De acuerdo con el manual de carreteras DG – 2018, la velocidad de diseño está definida en función del tipo de orografía y la clasificación por demanda, a cada tramo homogéneo identificado se le puede asignar una velocidad de diseño dependiendo de sus características.

Figura 7. Niveles de Velocidad de diseño en base a la demanda

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.7. Distancia de Visibilidad

Es la magnitud visible en las carreteras que tienen los conductores para poder reaccionar y ejecutar con seguridad acciones evasivas en las que este forzado a realizarlas, ante cualquier eventualidad de peligro en las carreteras.

3.7.1. Longitud visible de parada

Es la menor longitud tomada, teniendo en cuenta que sea la apropiada para que los vehículos que adoptan velocidades máximas puedan detenerse antes de impactar con objetos inmóviles que se puedan presentar en su trayectoria durante su recorrido de la vía. Se valorará la longitud de parada en pavimentos húmedos con la fórmula que detallaremos a continuación según norma de transportes:

$$D_p = 0.278 \times V \times t_p + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

En el cual tenemos:

D_p : Longitud de parada (m)

V : Velocidad de diseño (Km/h)

t_p : Tiempo de percepción + reacción (s)

a : deceleración en m/s²

Figura 8.

Longitud visible de parada en pendientes 0%

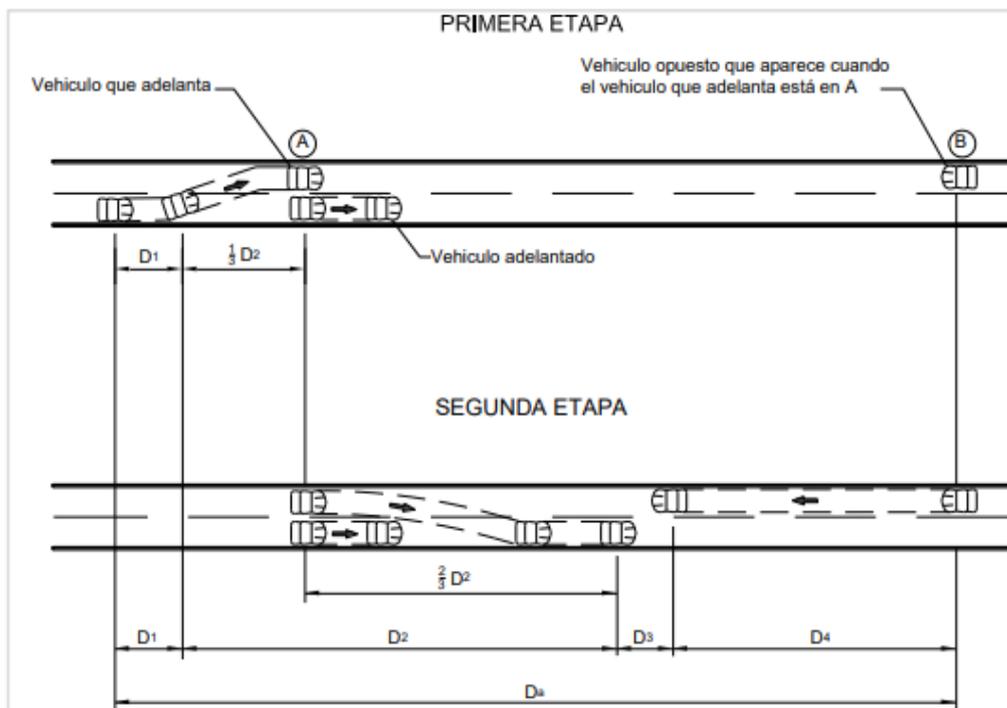
Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

3.7.2. Distancia de visibilidad de paso

Es la menor longitud dispuesta para los vehículos, con la finalidad de brindarles confort y seguridad a los conductores de vehículos participantes en las acciones de adelantamiento o sobrepaso sin tener que variar sus velocidades tanto en los vehículos que circulan en el mismo sentido como en los que transitan en sentido contrario. Estas situaciones de seguridad y comodidad se concretan solo si entre los vehículos que transitan en un mismo sentido hay una diferencia de velocidad aproximada a los 15 km/h, pero el vehículo que circula opuesto al tránsito debería viajar necesariamente con la velocidad adoptada en el diseño.

Figura 9.

Longitud visible de sobrepaso



La longitud visible de sobrepaso se obtendrá realizando el sumando de las cuatro distancias en función a la imagen antepuesta: $L_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$

L_a : Longitud visible de sobrepaso (m)

D_1 : Longitud de trayecto en el proceso de percepción y reacción (m)

D_2 : Longitud recorrida durante tiempo de invasión hasta retorno de carril. (m)

D_3 : Longitud de seguridad, finalizada la acción de sobrepaso(m)

D_4 : Longitud recorrida por vehículo de tránsito opuesto. Son los 2/3 de D_2 (m)

Netamente por seguridad, la maniobra de sobrepaso se obtendrá en función de la velocidad específica de la tangente con la cual se realiza la acción.

$$D_1 = 0.278 T_1 \left(v - m + \frac{at_1}{2} \right)$$

En lo cual:

T_1 : Tiempo de maniobra, en segundos.

V : Velocidad del vehículo que adelante, em km/h.

a : aceleración promedio de sobrepaso (km/h)

m : Variación de velocidad entre vehículos, 15 km/h generalmente.

Figura 10.

Componentes presentes en la longitud de sobrepaso.

COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO	RANGO DE VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V(km/h)			
	56.2 ¹	70 ¹	84.5 ¹	99.8 ¹
<u>Maniobra inicial:</u>				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t ₁ : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d ₁ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<u>Ocupación del carril contrario:</u>				
t ₂ : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d ₂ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<u>Distancia de seguridad:</u>				
d ₃ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<u>Vehículos en sentido opuesto:</u>				
d ₄ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.8. Capacidad vial y Niveles de Servicio

Para determinar la disposición de una red de carreteras en zonas rurales o urbanas, es de necesidad entender sus propiedades físicas y geométricas, pero resulta importante y fundamental conocer las características de los flujos vehiculares, en función de las condiciones físicas y de operación.

3.8.1. Capacidad Vial

El desplazamiento en una infraestructura de carreteras se mide por la máximo cantidad de usuarios vehiculares y peatonales que circulan por un tramo homogéneo de la vía con periodos de 15 minutos, teniendo en cuenta las situaciones imponentes de la infraestructura, de sus elementos y dispositivos que la conforman.

Figura 11.

Capacidad en condiciones ideales

Sentido de Tránsito	Clase de vía		Capacidad Ideal
Unidireccional	Carretera	2 carriles por sentido	2,200 VL/h/carril
		3 o más carriles por sentido	2,300 VL/h/carril
	Multicarril		2,200 VL/h/carril
Bidireccional	Dos carriles		2,800 VL/h/ambos sentidos

Nota: Diseño Geometrico-2018

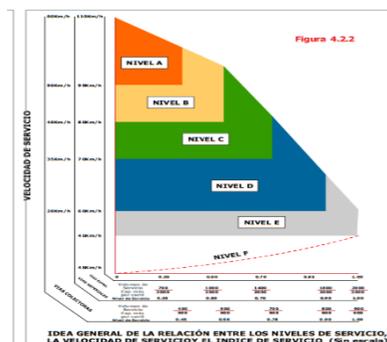
3.8.2. Niveles de Servicio

Los niveles de servicio son indicadores por el medio del cual nos permite evaluar y determinar la calidad de servicio peatonal y vehicular, estas evaluaciones nos permiten conocer las características específicas de operación y percepción de los usuarios. Estas condiciones se manifiestan en la libertad para conducir, realizar maniobras, la comodidad y el tiempo de recorrido.

Existen un par de causas que perjudican los niveles de servicio interno y externo, entre los interiores tenemos a todos los corresponden a alteraciones de velocidad, en la capacidad, en la estructura de la circulación, estancamientos en cruces, etc. Con respecto a los factores externos tenemos las características físicas de la estructura vial como la longitud transversal de los carriles, longitud libre adyacente, pendientes, anchuras de acotamiento entre otros.

Figura 12.

Volúmenes de tránsito relación entre capacidad y niveles



Nota: MDGVU - 2005

El volumen vial en la norma de 1985, Special Report 209, del TBR, traducido al español por la Asociación Técnica de Carreteras de España, decreto niveles de servicio a los cuales les designo como: A, B, C, D, E y F, estos niveles respetan el orden alfabético siendo el nivel A el mejor hasta el nivel F el peor. Las situaciones de maniobra de los niveles mencionados, para sistemas viales de circulación continua son:

3.8.2.1. Nivel de Servicio A

Con desplazamientos de libre tránsito, en donde los usuarios pueden realizar maniobras de conducción y no se verán afectados por la presencia de tránsito, El presente nivel de servicio brinda al usuario libertad y confort para que puedan seleccionar la velocidad deseada y pueda maniobrar con total seguridad, existen mínimas interrupciones las cuales son liberadas rápidamente y permiten mantener una velocidad constante durante la circulación. Una autopista puede alcanzar el

presente nivel, solo si la velocidad mínima de servicio es de 95km/h; así mismo de requieren excelentes propiedades geométricas y tráfico moderado.

Figura 13.

Categoría de rendimiento A



Nota: Manual 2005 VCHI

3.8.2.2. Nivel de Servicio B

Se considera entre los niveles de tránsito moderado en las hay presencia de vehículos con velocidades diferentes los cuales pueden influir en el comportamiento de los desplazamientos, aun así, las libertades para seleccionar velocidades deseadas por los usuarios relativamente no se ven afectadas, pero existe una disminución de libertad de maniobra con respecto al anterior nivel (A).

Conforme a los manuales de carreteras en particular el de vías urbanas2005, esta determina el nivel en autopistas, siempre y cuando la velocidad diseño sea igual o mayor a 80km/h, y que la persistencia de tráfico no sobrepase el tránsito de 1000vehiculos/hora en cada carril.

Figura 14.

Categoría de rendimiento B



Nota: Manual de DG de vías urbanas 2005

3.8.2.3. Nivel de Servicio C

Esta etapa se ve afectado por la influencia de tráfico con flujo de circulación vehicular más densa los cuales afectan la operación de los usuarios restringiendo la libertad para maniobrar, por lo cual el nivel de comodidad disminuye notablemente.

En autopistas mientras la velocidad de servicio se mantenga constante en 80km/h y no exceda dicha velocidad, entonces la mayor intensidad no excederá de 1500 veh/hora por carril, pero si en algún momento la velocidad es perjudicada por la intensidad de circulación lo cual conlleva a reducir la velocidad, entonces se establecerá un nivel de servicio C, en donde se incrementará la intensidad aumentando el tráfico vehicular por cada carril.

Figura 15.

Categoría de rendimiento C



Nota: Manual 2005 VCHI

3.8.2.4. Nivel de Servicio D

Para este valor las condiciones como la velocidad y la libertad de maniobra se ven afectados por una alta densidad en la circulación, en consecuencia, los usuarios conductor y peatón experimentan niveles de servicio generalmente bajos reduciendo la comodidad y convivencia en las vías. Es este nivel es importante tener en cuenta las horas de máximo tráfico u horas pico en donde se tendrá que respetar los valores del coeficiente de hora pico.

Figura 16.

Categoría de rendimiento D



Nota: Manual 2005 VCHI

3.8.2.5 Nivel de Servicio E

Para esta etapa la comodidad y libertad para maniobrar en la circulación es difícil ya que el funcionamiento va llegando a límites de su capacidad por lo cual las velocidades adoptan valores bajos y uniformes generando frustración en conductores y muchas veces en peatones, la circulación vehicular se vuelve inestable en consecuencia del aumento del flujo que producen cambios bruscos forzando a ceder el paso para poder liberarse del tráfico. Las velocidades adoptadas en este nivel varían entre 45 a 60 Km/h con índices cercanos a 1 y capacidades de disposición de 2,000 veh/ hora por carril en excelentes circunstancias.

Figura 17.

Categoría de rendimiento E



Nota: Manual 2005 VCHI

3.8.2.6. Nivel de Servicio F

En esta etapa la demanda vehicular supera la capacidad de la carretera generando tráficos forzados y de alta congestión con paradas interrumpidas y periodos cortos de movimiento, En este nivel las velocidades varían de 0 a 45 km/h, y cuando la demanda instantánea es alta se puede llegar al último nivel obviando niveles inferiores.

Figura 18.

Categoría de rendimiento F



Nota: Manual 2005 VCHI

3.9. Diseño Geométrico en Planta, Perfil y Sección Transversal.

Para plantear la geometría en planta, perfil y sección transversal son elementos de suma importancia para lograr que los proyectos viales se desarrollen con valores adecuados de diseño, por tal motivo estos elementos deben de estar alineados y relacionados para que puedan garantizar una circulación interrumpida vehicular, conservando velocidades de operación constante y en concordancia con las circunstancias absolutas de la carretera. Por tanto, el diseño de la geometría, se inicia al definir los principios técnicos y económicos además de la velocidad de planteo en los intervalos que guardan homogeneidad.

3.9.1. Diseño Geométrico en Planta

3.9.1.1 Generalidades

El trazo de la geometría en planta, generalmente viene establecido por formaciones rectas, curvas circulares y grado de curvatura variable, que proporcionan cambios uniformes al traspasar de formaciones rectas a curvas circulares o al contrario; lo cual permitirá el tránsito interrumpido de los usuarios en la vía, preservando una constante velocidad de diseño en la mayoría de tramos posibles de la vía. La elevación de la superficie es el componente de monitoreo de radio en curvas horizontales, velocidad de diseño y distancia de visibilidad.

3.9.1.2. Consideraciones de Diseño

Para mayores alcances, mencionaremos consideraciones y aspectos básicos en el diseño en planta:

- ❖ En el caso de autopistas de primera clase y segunda clase, el trazo estará determinado por una composición de curvas con extensos radios y tangentes de longitud menor.
- ❖ Se tiene que obviar sectores con formaciones rectas de grandes longitudes ya que estos mencionados sectores tienden a ser uniformes en todo el día, pero por la noche se tornan peligrosos sobre todo cuando hay cruce de vehículos en sentido contrario ya que en estos tramos largos las luces de los vehículos tienden a disminuir.
- ❖ Para situaciones en donde se presenten ángulos de deflexión menores o iguales 5° , entonces la longitud de los radios tendrá que ser mayores y así otorgar una medida de curva mínima L, la cual se calculara mediante la formula:

$$L > 30 (10 - \Delta), \Delta < 5^\circ$$

L (m), Δ en grados

No se utilizarán Δ menor a $59'$

La medida mínima de la curva L es:

Cuadro N° 3.

Consideraciones para el diseño – carretera red nacional

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

- ❖ No hay la necesidad de curva horizontal cuando existen menores ángulos de deflexión, a continuación, el cuadro muestra los ángulos de inflexión mayores por lo cual no resulta necesaria la curva horizontal. Para pequeños ángulos de deflexión, las curvas deberán tener la mayor longitud para evitar la mala apariencia.

Cuadro N° 4.

Consideraciones de diseño

Velocidad de diseño Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30´
40	2° 15´
50	1° 50´
60	1° 30´
70	1° 20´
80	1° 10´

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.1.3. Tramos en Tangente

Las distancias menores aceptables y mayores convenientes para las secciones en tangente, dependiendo de la velocidad que se asignó en el modelo.

Cuadro N° 5

Distancias en secciones de tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

En el cual:

L min(s): Distancia menor en (m), para diseños en S.

L min(o): Distancia menor en (m), para el remanente de situaciones.

L máx: Distancia mayor aceptable (m)

V: Velocidad de modelo

Las medidas presentadas en el anterior cuadro, se evaluarán con las fórmulas que presentamos a continuación:

$$L_{\text{min.s:}} 1.39 V$$

$$L_{\text{min.o:}} 2.78 V$$

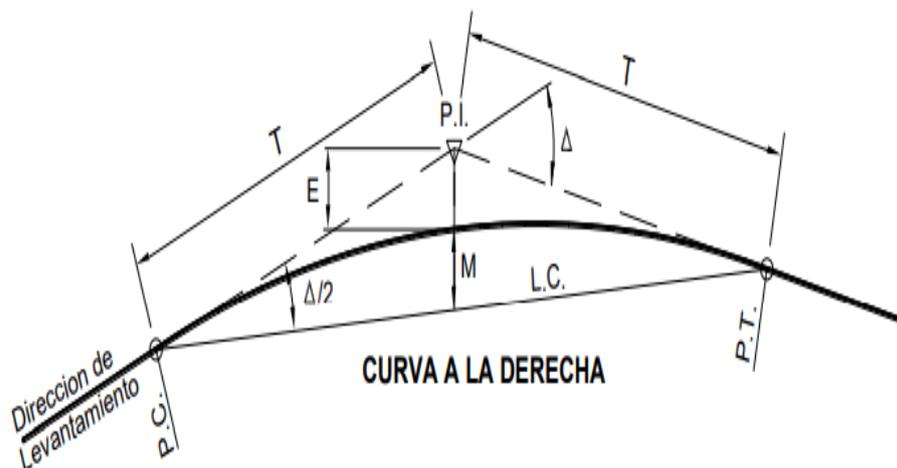
$$L_{\text{max:}} 16.70 V$$

3.9.1.4. Curvas Circulares

Estas curvas laterales tienen por característica tener un único radio el cual une dos tangentes consecutivas las cuales muestran una visibilidad horizontal de las curvas circulares reales, a continuación, indicaremos los componentes y la clasificación utilizada, en donde estas no deberán ser modificadas:

Figura 19.

Simbología de la Curva circular



Nota: Manual de Carreteras DG-2018

De tal modo que:

Pc: Partida de curva

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

Pi: Cruce de 2 formaciones sucesivas

$$L.C. = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

Pt: Punto de tangencia

$$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$$

E: Distancia a externa (m)

$$M = R [1 - \cos (\frac{\Delta}{2})]$$

M: Longitud de ordenada media (m)

$$E = R [\sec (\frac{\Delta}{2}) - 1]$$

R: Medida del radio de la curva (m)

T: Medida de la sub tangente (m)

L: Distancia de curva (m)

Lc: Distancia de cuerda (m)

Δ : Angulo de deflexión ($^{\circ}$)

P: Peralte, mayor cifra en calzadas con desnivel transversal.

Sa: Sobredimensionamiento del ancho de curva.

Cabe indicar que los ángulos serán determinados sexagesimalmente.

3.9.1.4.1. Radios Mínimos

Para este caso se sabe que, los radios menores de una curva lateral, serán los indicados para realizar el desplazamiento con la velocidad del modelo y el porcentaje del peralte será el mayor; en donde las situaciones de seguridad y comodidad sean las más favorables. En donde quedaran determinados los radios mínimos con la siguiente ecuación:

$$R \text{ min} = \frac{v^2}{127(P_{\text{max}} + f_{\text{max}})}$$

Con lo cual:

R_{min} : Radio Mínimo

V: Velocidad de diseño

P_{max} : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{max} : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Figura 20.

Radios menores y mayores peraltes para el trazo de la carretera

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110

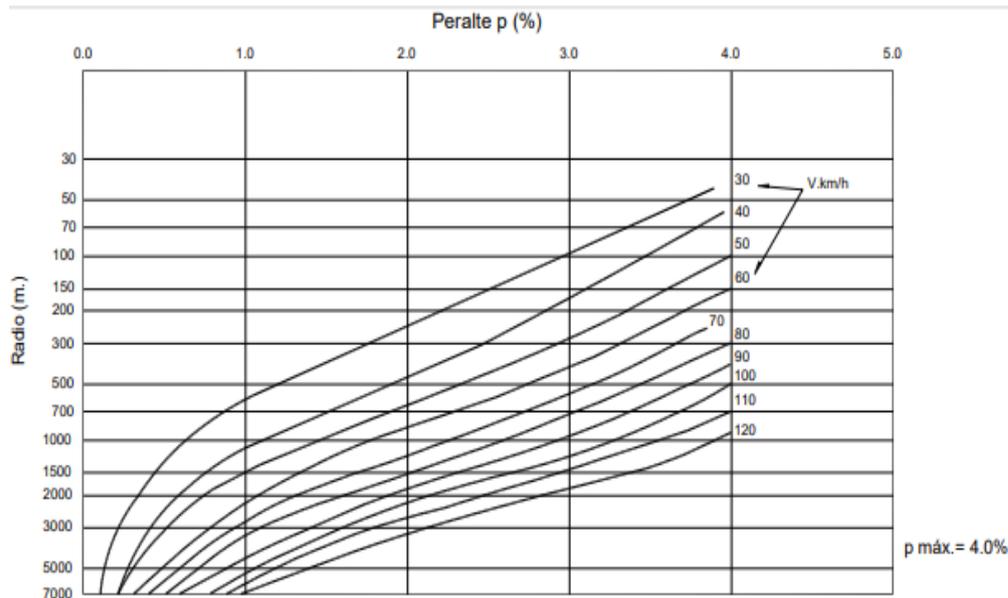
Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.1.4.2. Relación del Peralte, radio y velocidad específica de diseño

Tenemos a continuación el cuadro que nos permitirá disponer el porcentaje del peralte y la longitud del radio para realizar diseños de curvas en donde la velocidad este en función del diseño en mención y nos sirva de apoyo para nuestro presente caso de estudios de diseño de carreteras.

Figura 21.

Peralte en cruce de áreas urbanas



Nota: Manual de Carreteras DG-2018

Cuadro N° 6

Rozamiento transversal máximas en curvas

Velocidad de diseño Km/h	$f_{\text{máx}}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

Cuadro N° 7.

Valores de radios mínimos para velocidades específicas de diseño

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{\text{máx}}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.1.4.3. Curvas en contraperalte

En determinados valores radiales, cabe la posibilidad de conservar el valor normal de bombeo en la carretera, con lo cual obtendremos curvas que ofrezcan la capacidad de que en uno o más carriles contra peraltes en función de la dirección de rotación de la curva.

Figura 22.

Radio límites en contraperalte vías pavimentadas

Velocidad (km/h)	60	70	80	90	100	110	120	130
($f_{\max}/2-0.0250$)	0.05	0.05	0.045	0.04	0.04	0.035	0.03	0.25
RL Calculado	567	772	1,120	1,560	1,970	2,722	3,780	5,322
RL Adoptado	1,000	1,000	1,200	1,600	2,000	2,800	4,000	5,500

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

El criterio utilizado para definir los radios límites que permitan el uso del contraperalte se basa en:

Bombeo considerado = -2.5%

coeficiente de fricción lateral aceptable $f = f_{\max}/2$, por lo tanto:

$$R \text{ Limite contraperalte} = \frac{v^2}{127\left(\frac{f_{\max}}{2}-0.025\right)}$$

Con esto se desea evitar el escurrimiento de agua hacia el separador central, si la pendiente horizontal es muy baja y la transición del peralte agudizara el problema de drenaje de la vía.

Figura 23.

Radio mínimo en contraperalte.

Vs Km/h	Radio mínimo en contraperalte	
	P = -2.0%	P = -2.5%
60	550	600
70	750	800
80	1100	1200
90	1500	1600
100	1900	2100
110	2600	3000
120	3500	4100
130	4700	5300

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

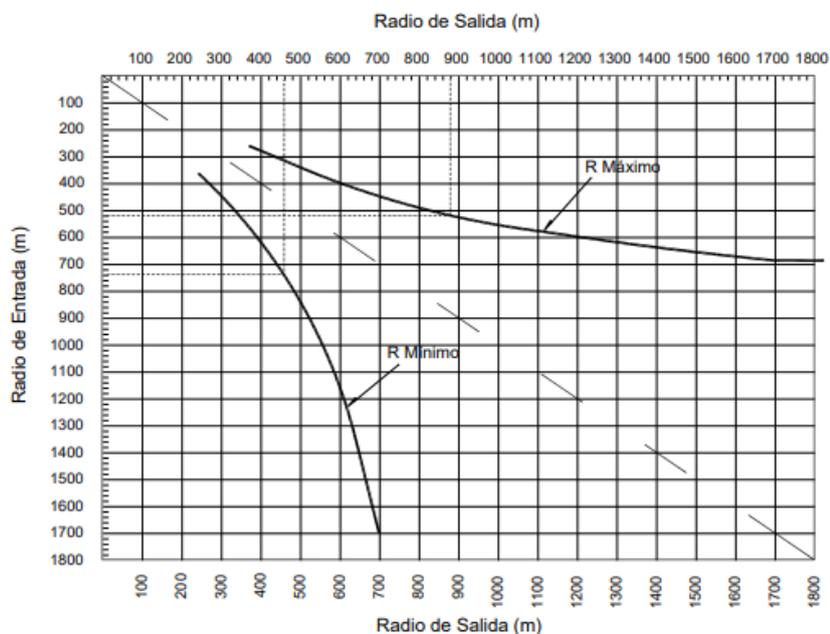
3.9.1.4.4. Coordinación entre curvas circulares

Generalmente en todos los tipos de carreteras, en donde las curvas circulares consecutivas estén unidas sin una tangente intermedia, lo mismo que por una tangente de una longitud igual o inferior a 200 m, la proporción radial de las curvas circulares no excederá las cifras indicadas en las siguientes tablas cuyos valores cumplen para las autopistas y las carreteras de primer nivel. En consecuencia, en autopistas cuando las curvas circulares consecutivas estén ligadas a una línea intermedia de más de 400 m de longitud, la longitud radial de la curva circular de salida, en el mismo sentido de marcha, tendrá un valor de rangos mayores a 700m

Figura 24.

Relación de radios – grupo 01

Relación entre radios que enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia
Así como mediante tangente de longitud o igual que 200 m para carreteras del grupo 1



Nota: Manual de Carreteras DG-2018

Figura 25.

Relación entre radios consecutivos

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
250	375	250	820	> 1720	495
260	390	250	840	> 1720	503
270	405	250	880	> 1720	510
280	420	250	880	> 1720	517
290	435	250	900	> 1720	524
300	450	250	920	> 1720	531
310	466	250	940	> 1720	537
320	481	250	960	> 1720	544
330	497	250	980	> 1720	550
340	513	250	1000	> 1720	558

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
350	529	250	1020	> 1720	561
360	545	250	1040	> 1720	567
370	562	250	1060	> 1720	572
380	579	253	1080	> 1720	578
390	596	260	1100	> 1720	583
400	614	267	1120	> 1720	588
410	633	273	1140	> 1720	593
420	652	280	1160	> 1720	598
430	671	287	1180	> 1720	602
440	692	293	1200	> 1720	607
450	713	300	1220	> 1720	611
460	735	306	1240	> 1720	616
470	758	313	1260	> 1720	620
480	781	319	1280	> 1720	624
490	806	326	1300	> 1720	628
500	832	332	1320	> 1720	632
510	859	338	1340	> 1720	636
520	887	345	1360	> 1720	640

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.1.5. Curvas de transición

3.9.1.5.1 Generalidades

Estas curvas de cambio conocidas como espirales tienen por objetivo evitar las separaciones en la trayectoria de la curva durante su trazado, por consiguiente, estarán destinadas a brindar condiciones seguras y cómodas durante su recorrido no dejando de lado el arte en los componentes complementarios del diseño.

Para realizar el cambio de un tramo transversal con bombeo a tramos de curvas las cuales contengan peralte y sobreebanco se tendrá que realizar cambio en un componente de diseño, con medidas en donde el cambio se realice gradualmente.

3.9.1.5.2. Tipo de curva de transición

En general, siempre se optará por la clotoide a manera de una curva de cambio en donde tendrá las siguientes ventajas:

- ❖ El aumento y desarrollo longitudinal de la curva proporcionara al usuario un recorrido constante y cómodo, manteniendo una velocidad constante y sin abandonar su carril esto debido a que la fuerza centrífuga varia a medida que los vehículos ingresan o abandonan la curva horizontal.
- ❖ Para la aceleración transversal no compensada, esta podrá tener un control de manera que se incrementará gradualmente su magnitud a fin de que no genere incomodidad en los pasajeros de los vehículos.
- ❖ El incremento del porcentaje del peralte se obtendrá de manera progresiva, logrando que la inclinación transversal de la calzada se desarrolle a medida que se desarrolle la curva.
- ❖ La elasticidad de la clotoide permitirá adaptarse al área sin interrumpir la prolongación, generando mejoras en la relación y diseño de la carretera.

Se calculará la clotoide mediante la siguiente formula:

$$RL = A^2$$

En lo cual tenemos que:

R: radio de la curva en cualquier punto

L: Distancia de la curva (Inflexión y el radio)

A: Factor de la clotoide.

Para realizar el cálculo del parámetro inferior de la espiral de Euler con la cual se realizara la distribución de la aceleración transversal no compensada, a un porcentaje que este alineado con los factores en cuanto a seguridad y confort, utilizaremos la presente formula:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{VR}{46.656} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

En lo cual tenemos:

V: velocidad del modelo (km/h)

R: Radio de curvatura (m)

J: variación uniforme de la aceleración (m/s²)

P: peralte correspondiente a V y R. (%)

Por lo tanto, J asumirá las cifras numéricas presentes en la siguiente tabla:

Figura 26.

Variantes de la aceleración transversal

V (km/h)	V < 80	80 < V < 100	100 < V < 120	V > 120
J (m/s ³)	0.5	0.4	0.4	0.4
J _{máx} (m/s ³)	0.7	0.8	0.5	0.4

Nota: Diseño Geométrico -2018

Los valores mínimos que adoptará los tramos de una curva espiral se determinarán teniendo en cuenta la ecuación mostrada a continuación:

$$L_{\min} = \frac{V}{46.656} \left[\frac{V^2}{R} - 1.27p \right]$$

Por lo cual:

V: en km/h

R: (m)

J: m/s³

p: %

Los valores menores de longitudes de cambio (L), serán los siguientes

Figura 27.

Longitud menor de la espiral

Velocidad Km/h	Radio mín. m	J m/s ²	Peralte máx. %	A _{mín.} m ²	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30
40	43	0.5	12	40	37	40
40	47	0.5	10	41	36	40
40	50	0.5	8	43	37	40
40	55	0.5	6	45	37	40
40	60	0.5	4	47	37	40
40	66	0.5	2	50	38	40
50	70	0.5	12	55	43	45
50	76	0.5	10	57	43	45
50	82	0.5	8	60	44	45
50	89	0.5	6	62	43	45

50	98	0.5	4	66	44	45
50	109	0.5	2	69	44	45
60	105	0.5	12	72	49	50
60	113	0.5	10	75	50	50
60	123	0.5	8	78	49	50
60	135	0.5	6	81	49	50
60	149	0.5	4	86	50	50
60	167	0.5	2	90	49	50
70	148	0.5	12	89	54	55
70	161	0.5	10	93	54	55
70	175	0.5	8	97	54	55
70	193	0.5	6	101	53	55
70	214	0.5	4	107	54	55
70	241	0.5	2	113	53	55
80	194	0.4	12	121	75	75
80	210	0.4	10	126	76	75
80	229	0.4	8	132	76	75
80	252	0.4	6	139	77	75
80	280	0.4	4	146	76	75
80	314	0.4	2	155	76	75
90	255	0.4	12	143	80	80
90	277	0.4	10	149	80	80
90	304	0.4	8	155	79	80
90	336	0.4	6	163	79	80
90	375	0.4	4	173	80	80
90	425	0.4	2	184	80	80

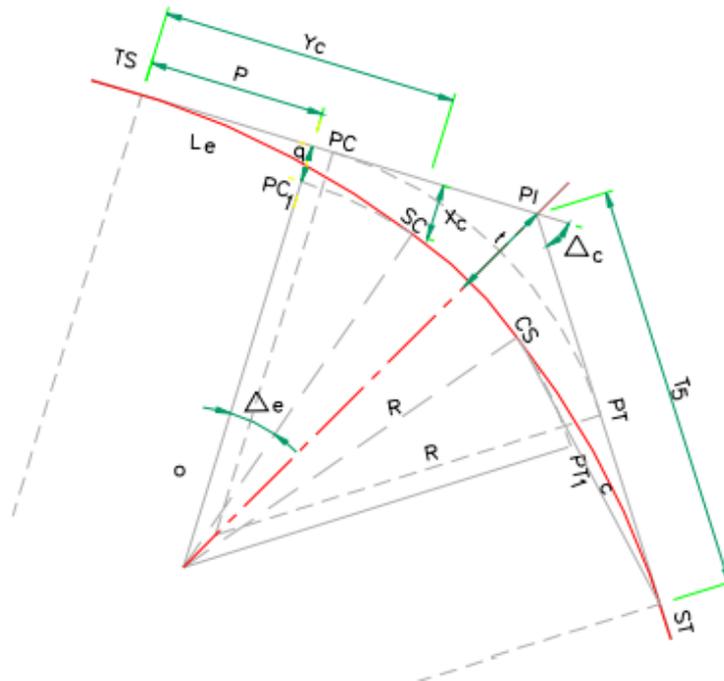
100	328	0.4	12	164	82	85
100	358	0.4	10	171	82	85
100	394	0.4	8	179	81	85
100	437	0.4	6	189	82	82
100	492	0.4	4	200	81	85
100	582	0.4	2	214	81	85
110	414	0.4	12	185	83	90
110	454	0.4	10	193	82	90

Nota: Diseño Geometrico-2018

3.9.1.5.3. Elementos y características de la Espiral de Euler

Figura 28.

Longitud menor de la Espiral de Euler



Nota: Diseño Geometrico-2018

Para ello tenemos:

- ❖ PI: Pto de Intersección de tangentes
- ❖ TS: Pto de termino de tangente continuación de la espiral.
- ❖ SC: Pto de termino de espiral con inicio de curva circular.
- ❖ CS: Pto donde termina la curva circular, con inicio de espiral
- ❖ R: Radio de tramo curvo circular
- ❖ Le: Longitud total de la curva de transición, desde TS al SC.

En casos que se use espirales se recomienda emplear aquellas que se aproximen a la clotoide.

3.9.1.5.4. Parámetros mínimos y deseables

- ❖ Restricción de la alteración de la aceleración centrífuga horizontal

A manera de cumplir con la función de la clotoide en carreteras, deberá basarse en determinar el valor solicitado por la espiral de Euler, con la finalidad de asignar un valor constante (J), siendo esta considerada como una valoración de crecimiento de la aceleración transversal por cada unidad de tiempo en vehículos que se encuentren transitando a la velocidad del diseño.

$$R = \frac{v^2}{12.96 g(p_{max} + f_{min})}$$

- ❖ Restricción de la valoración por estética y guiado óptico

La curva espiral resultara apreciable por los usuarios solo si se cumple con lo siguiente:

$$R/3 \leq A \leq R$$

La condición $A > R/3$, asegurará a los usuarios la presencia de la clotoide, por lo tanto, se utilizará valores mayores $t_{min} > 3.5g$.

En esta situación $A < R$, permitirá tener la seguridad de la presencia de las curvas circulares.

- ❖ Estado de crecimiento del peralte.

Generalmente para curvas circulares modeladas técnicamente en concordancia con las normas, el margen para descartar la clotoide se manifestará en función del peralte de curvatura.

Para R satisfice $p > 3\%$. Utilizaremos Espiral de Euler

Para R satisfice $p < 3\%$. Se permite descartar la clotoide para $V < 100 \text{ km/h}$.

Para R satisfice $p < 2.5\%$. Se permite descartar de la clotoide para $V \geq 110 \text{ km/h}$.

❖ Parámetros para los Valores.

Los parámetros de extensión de una espiral de Euler no deberán ser superiores a 1.5 veces su longitud mínima.}

3.9.1.5.5. Radios que posibilitan descartar la Espiral de Euler

Con el valor de J_{max} igual a 0.4 m/s^3 y teniendo en cuenta que el punto de partida de la curva circular habría incrementado a un 70% adecuado para el peralte, en la siguiente tabla se muestran los radios circulares límites.

Figura 29.

Radios circulares que descartan la espiral de Euler

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800

Nota: Diseño Geométrico – 2018

3.9.1.6. Sobreancho

Es el sobredimensionamiento transversal de la calzada en carreteras con el objetivo de dar mayor espaciamiento a los usuarios vehiculares y con ello mantener el confort y seguridad en curvas circulares.

La exigencia de desarrollar sobreanchos en las calzadas es por el motivo de darles mayor espacio y facilidad a los vehículos para que estos puedan realizar sus maniobras de cruce en tramos de curvas, para ello se realiza un análisis de holgura entre vehículos que se cruzan o adelantan en las vías en función de la calzada, los valores de sobredimensionamiento de ancho estarán en función del área de acción transversal de los vehículos aumentando los espacios de teoría acogidas.

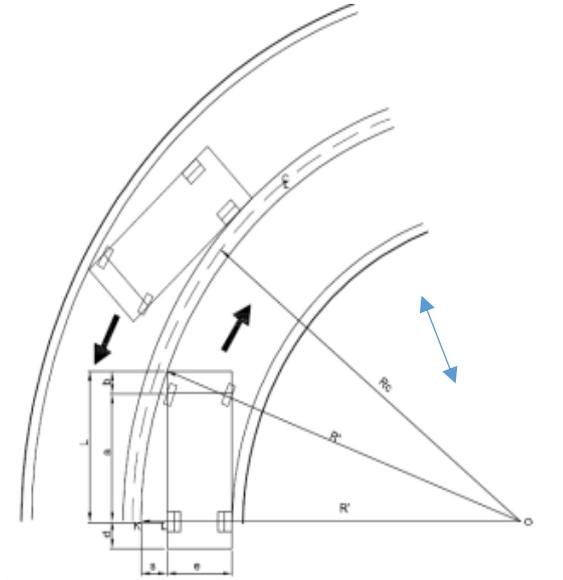
Para el caso de curvas circulares simples, el sobredimensionamiento de ancho se debe de incrementar longitudinalmente en la parte interna de la calzada, semejante a la dimensión empleada para los cambios de peralte.

Por lo general la medida de incremento del sobreancho deberá de ser 40m, teniendo en cuenta que la clotoide sea $\geq 40\text{m}$, el punto inicial de la transición estará ubicado a 40m previos al inicio de la curva circular, pero si la clotoide $\leq 40\text{m}$, el

incremento del sobreaancho se realizara en la medida de la clotoide que se encuentre a disponibilidad.

Figura 30.

Sobredimensionamiento de curva



Nota: Diseño Geometrico-2018

Las dimensiones de la sección transversal del sobreaancho variaran de acuerdo a los modelos de vehículos, radio existente de curvatura y velocidad modelo, para lo cual calcularemos con la posterior formula:

$$S_a = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Por lo consiguiente:

- ❖ \$S_a\$: Sobreaancho en metros
- ❖ \$N\$: Cantidad de carriles
- ❖ \$R_c\$: Radio de curvatura circular en metros
- ❖ \$L\$: Diferencia de longitud de ejes posterior y frontal en metros
- ❖ \$V\$: Velocidad de diseño (km/h)

En el caso del primer término de la formula dependerá de la geometría y para el siguiente caso obedecerá a las consideraciones empíricas, tomando como valores adicionales de compensación de alta dificultad.

El sobreebancho puede determinarse en función de la longitud del vehículo de diseño (L).

3.9.1.7. Transición de peralte

Se conoce como peralte a la pendiente transversal que existe en las carreteras en partes de curvas, las cuales tienen como finalidad mitigar la fuerza centrífuga ejercida por el vehículo al ingresar a una curva, de tal manera que calcularemos el mayor peralte con la posterior ecuación:

$$ip_{max} = 1.8 - 0.01V$$

Por lo cual:

- ❖ ip_{max} : Mayor pendiente del borde de la calzada al eje, en %.
- ❖ V: Velocidad de trazo (km/h).

La distancia mínima de un intervalo en transición en el peralte estará determinada por la siguiente ecuación:

$$L_{min} = \frac{pf - pi}{ip_{max}} B$$

En lo cual tenemos:

- ❖ L_{min} : Distancia mínima de transición en metros
- ❖ Pf: inclinación final (peralte), signo y expresado en %
- ❖ Pi: inclinación inicial (peralte), signo y expresado en %
- ❖ B: Longitud entre borde y eje de giro de la calzada en metros

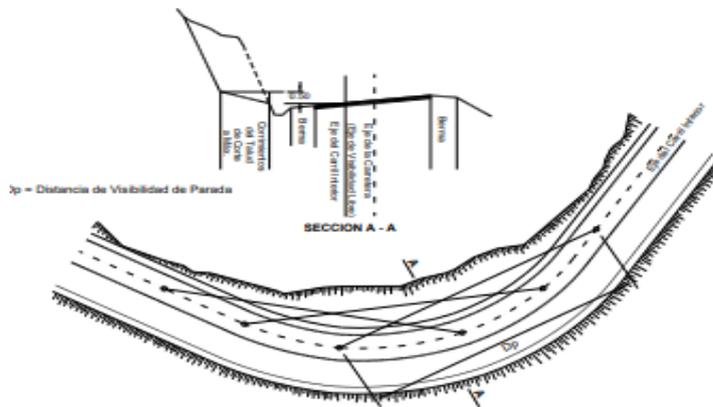
La transición del peralte tendrá que ejecutarse combinando particularidades de dinámicas admisibles para los vehículos y además donde las aguas sean evacuadas con rapidez de la calzada.

3.9.1.8. Verificación de la longitud de visibilidad

La verificación de la longitud de visibilidad deberá realizarse al inicio del proyecto, con tiempo necesario para analizar y modificar parámetros que definirán los componentes de diseño en planta y en perfil del diseño, alineados con las normas que rigen en el manual de carreteras.

Figura 31.

Visibilidad en curva



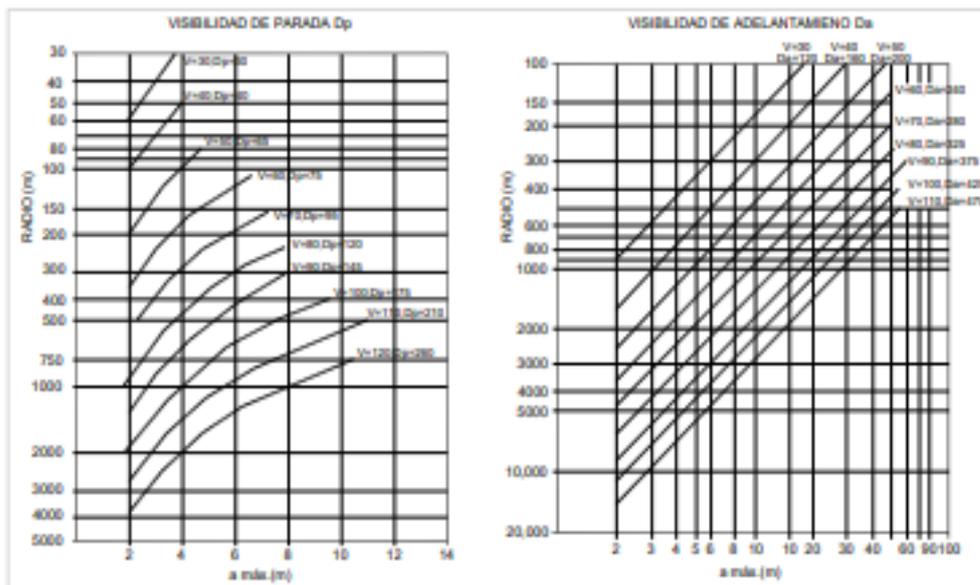
Nota: Diseño Geométrico -2018

La longitud de visibilidad en la parte central de una curva horizontal, esta puede estar condicionada por obstrucciones en las partes laterales las cuales no permitan la visibilidad para adelantar, por lo cual es necesario determinar zonas de adelantamiento prohibido.

Por consiguiente en curvas horizontales deberá de asegurarse la visibilidad con respecto a la longitud mínima de parada.

Figura 32.

Banquetes de visibilidad



Nota: Diseño Geométrico – 2018

3.9.2. Diseño Geométrico en Perfil

3.9.2.1. Generalidades

Esta parte de la geometría de carreteras, está compuesto por toda una secuencia de segmentos tangentes los cuales se encuentran conectados entre curvaturas parabólicas verticales, y en su desarrollo las direcciones de las pendientes estarán en función del desarrollo del recorrido siendo siempre estas positivas cuando exista un incremento de las cotas, y negativas cuando exista un descenso de cotas.

El relieve de la zona es el componente de observación de las curvas verticales, velocidad de diseño quien se encuentra sujeta a la longitud de visibilidad.

Los elementos de control del perfil longitudinal serán los siguientes:

- ❖ Estudio de topografía
- ❖ Geometría en planta
- ❖ Longitudes de alcance de la visibilidad
- ❖ Velocidad designada para el proyecto
- ❖ Seguridad
- ❖ Categoría para la vía
- ❖ Costos de construcción
- ❖ Valoración arquitectónica y drenajes.

3.9.2.2. Contemplaciones del diseño

- ❖ En zonas en donde las áreas sean planas y por fundamentos técnicos de drenaje, queda resuelto que la rasante deberá de estar por encima del nivel del terreno.
- ❖ Por temas económicos tendremos en consideración que en las zonas en donde se presenten terrenos con características ondulatorias, entonces la rasante se guiara de las inflexiones del terreno.
- ❖ Para terrenos accidentados, la rasante deberá de adaptarse a la geografía de la superficie, evadiendo partes en donde la pendiente no sea favorable.
- ❖ En el caso en donde exista rasantes que cuentan con dos curvas verticales alineadas en el mismo sentido y asociadas por alineación corta, estas tendrán que evitarse con la finalidad de tener una mejor apreciación estética en conjunto y tener un mejor panorama en distancias y curvatura.

- ❖ Disponer de carriles o bermas para situaciones de emergencia, las cuales les permitan a los usuarios realizar maniobras y frenados cuando existan grandes bajadas y con la pendiente en contra.

3.9.2.3. Pendiente

3.9.2.3.1. Pendiente mínima

Con la finalidad de tener un mejor control en la trayectoria de la calzada y un drenaje de aguas superficiales efectivo, sería adecuado proveer de una pendiente mínima de orden 0.5%.

Casos específicos:

- ❖ En donde la calzada tenga un porcentaje de bombeo del 2% y esta no cuente con bermas y cunetas lateralmente, entonces se optará por pendientes de porcentaje de hasta 0.2%.
- ❖ En calzadas en donde el bombeo sea de 2.5% entonces para estos valores se podrá optar por pendientes con valores igual a 0.
- ❖ En donde las calzadas tengan bermas, entonces el valor de la pendiente mínima aceptable será de 0.5% y la menor excepcional de 0.35%.
- ❖ En zonas en donde se dé el caso de cambio de peralte y se tenga que invalidar la pendiente transversal, entonces se tomara como valor de la pendiente mínima de 0.5%.

3.9.2.3.2. Pendiente máxima

Basándose en las normas de carreteras que rigen en el presente, se tendrán en consideración como pendientes máximas las indicadas en la siguiente tabla;

Cuadro N° 8.

Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas							
	> 6.000				6.000 - 4001			
Características	Primera clase				Segunda clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h								
40 km/h								
50 km/h								
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00	
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00	
110 km/h	4.00	4.00			4.00			
120 km/h	4.00	4.00			4.00			
130 km/h	3.50							

Nota: Diseño Geométrico - 2018

3.9.2.4. Curvas verticales

En diseño de autopistas los intervalos correlativos de la rasante, se conectarán mediante curvas verticales parabólicas, siendo condición necesaria ser mayor al 1% en vías pavimentadas, y para los caos restantes será del 2%.

Los valores de la curva quedaran establecidos por la constante K, en donde su valor estará en función de la dimensión de la curva determinada en los planos horizontales en donde cada 1% de variación de la pendiente. Se obtendrá el valor de K con la siguiente ecuación:

$$K = L/A$$

Por lo cual:

K: Variables de curvatura

L: Distancia de curva verticalmente.

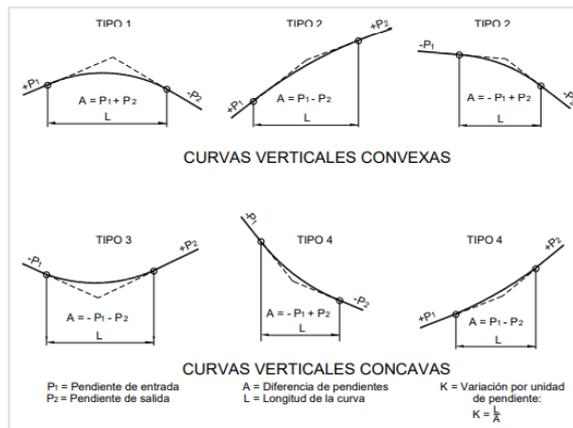
A: distancia entre pendientes

3.9.2.4.1. Modelos de curvas Verticales

Las curvas verticales de acuerdo con la norma DG – 2018 según su estructura se organizaran como curvas geoméricamente cóncavas y convexas teniendo en cuenta la magnitud que existe entre sus bifurcaciones que la conforman simétricamente y asimétricas.

Figura 33.

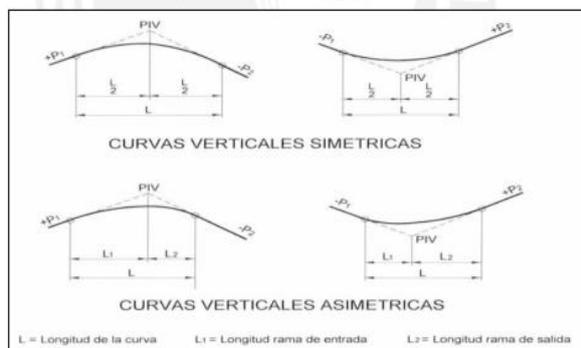
Modelo de curvas verticales convexas y cóncavas



Nota: Manual de Carreteras DG-2018

Figura 34.

Modelos de curvas verticales simétricas y asimétricas



Nota: Manual de Carreteras DG-2018

Las curvas verticales que mantengan simetría se constituirán por un par de parábolas que tengan las mismas magnitudes, las cuales estarán asociadas en proyecciones verticales. Para este tipo de curvas se recomienda según la norma la parabólica cuadrática y en proyectos de curvas verticales será necesario tener en consideración los siguientes criterios:

- ❖ Es preciso que la variación de la pendiente sea gradual por causa de los efectos dinámicos.
- ❖ Normalmente se tienden a proyectar curvas verticales simétricas y estas son utilizadas en situaciones donde sea imposible aplicarse curvas simétricas por la naturaleza del alineamiento.
- ❖ El criterio de comodidad será aplicado a todos los diseños de curvas verticales que presenten concavidades, teniendo en cuenta siempre el criterio de seguridad en dicho diseño.
- ❖ EL principio de operación, será el utilizado en el modelado de curvas verticales con la visibilidad completa con La finalidad de evitar que el usuario tenga sensaciones bruscas al cambio de pendiente.
- ❖ Para el caso de diseños de curvas verticales cóncavas o convexas, se utilizará el principio de drenaje en donde será de necesidad realizar las modificaciones a las pendientes longitudinales de todas las cunetas existentes.
- ❖ El principio de seguridad se aplicará en todas curvas siempre y cuando estas sean cóncavas y convexas, en donde la dimensión de la curva deberá permitir que la distancia de visibilidad presente mayor o igual longitud durante todo su recorrido.

3.9.2.4.2. Dimensión de curvas verticales convexas

Para obtener la dimensión mínima de estas curvas, se utilizarán las fórmulas las siguientes ecuaciones

➤ Percepción de parada:

$$\text{Para: } D_p < L; L = \frac{A D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

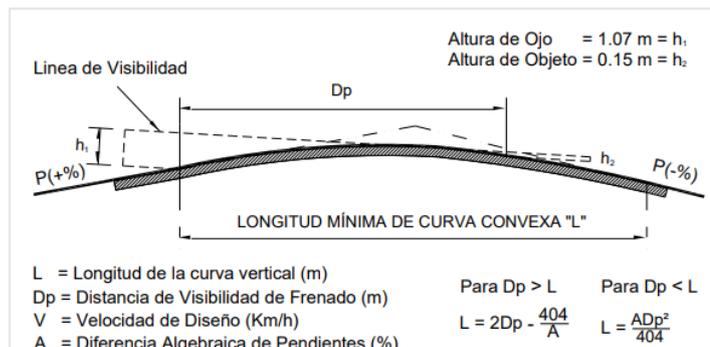
Para: $D_p > L; \quad L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$

Generalmente para ambos casos tenemos:

- L: dimensión de la curva vertical (m).
- D_p: recorrido de visibilidad de pare (m)
- A: distancia entre pendientes (%)
- h₁: altura entre ojo y rasante (m)
- h₂: altura existente entre objeto y rasante (m)

Figura 35.

Distancia de curva vertical convexa



Nota: Manual de Carreteras DG-2018

➤ **Visibilidad de adelantamiento (D_a)**

Para:

$$D_a < L; \quad L = \frac{AD_a^2}{946}$$

Para:

$$D_a > L; \quad L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

Por lo tanto:

D_a : Distancia de la visibilidad de adelantamiento (m)

L y A: Idem (a)

3.9.2.4.3. Dimensión de curvas verticales cóncavas

Se realizará el cálculo de la dimensión de las curvas, teniendo en cuenta factores de seguridad para lo cual se determinarán mediante las ecuaciones posteriores:

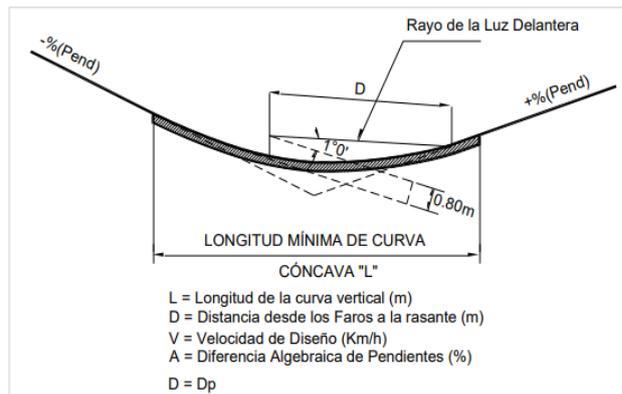
$$\text{Cuando: } D < L \quad L = \frac{AD^2}{120+3.5D}$$

$$\text{Cuando: } D > L \quad L = 2D - \left(\frac{120+3.5D}{A} \right)$$

En donde D: estará definida por la intersección que existe entre los destellos de luz de los faros del vehículo y la rasante.

Figura 36.

Magnitudes mínimas de curvas verticales cóncavas



Nota: Manual de carreteras DG-2018

3.9.3. Diseño geométrico de la sección transversal

3.9.3.1. Generalidades

Este modelo tiene por principio el de especificar los componentes de la carretera realizando un corte transversal en un plano, lo que nos permitirá tener la información de las dimensiones de todos componentes que se encuentren en dicha sección de corte, debemos tener presente que la sección será variable de una sección a otra, siendo el componente más relevante de la sección transversal la calzada o superficie de rodadura y serán estas quienes determinaran el nivel de servicio proyectado. En el caso de pasos peatonales a desnivel, puentes para vehículos y túneles estos serán los componentes que conformen secciones

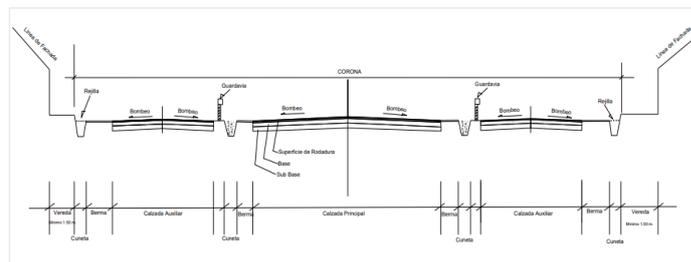
transversales iguales las cuales corresponderán a cruces a nivel o desnivel en lugares de alta demanda de peatones, actividad comercial y circulación de vehículos livianos. La sección transversal deberá de ser proyectada con la finalidad de dar una solución integral a dichas situaciones, para el caso de locales comerciales que se encuentren ubicados paralelamente a la autopista, necesariamente se implementaran vías especiales que faciliten el ingreso y salida de los vehículos de manera que la vía principal no se vea afectada y los niveles de servicio se mantengan según diseño.

3.9.3.2. Componentes de la sección transversal

Esta sección cuenta con componentes importantes que la constituyen entre algunos mencionamos a las bermas, carriles, cunetas, calzadas además de estas, se complementan con componentes que ayudan a la funcionalidad de la vía. Para la instalación de ciclovías se evaluará la demanda y de ser favorables se incluirán vías especiales para ciclistas.

Figura 37.

Sección transversal de dos carriles con áreas comerciales



Nota: Manual de Carreteras - 2018

3.9.3.3. Calzada

Llamada también superficie de rodadura, es la zona que esta designada a soportar todo el tránsito vehicular la cual está constituida por carriles que van de uno a más, en donde no se incluye a la berma como área de tránsito, esta superficie de rodadura puede estar dividida por carriles en los cuales la circulación se realiza de forma bidireccional, según la cantidad de carriles destinados para estas superficies serán las que brinden a los usuarios el nivel de servicio deseado y se determinaran realizando estudios de tráfico y en concordancia con el IMDA de diseño. Para el caso de autopistas el número de carriles según normas debería de ser dos por calzada como mínimo.

Las dimensiones como la longitud del ancho y la cantidad de carriles de una calzada, se establecerán en función de previos análisis de la capacidad y de los niveles de servicio, y en zonas de curvatura se adicionarán sobreechamientos correspondientes a las curvas.

Figura 38.

Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista							
	> 6,000				6,000 - 4,001			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h								
40 km/h								
50 km/h								
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20	
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20	
110 km/h	7.20	7.20			7.20			
120 km/h	7.20	7.20			7.20			
130 km/h	7.20							

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.3.4. Bermas

Se conoce como bermas a la banda longitudinal lateral pavimentada contigua a la calzada cuya finalidad es la de confinamiento ofreciendo protección a la calzada y capas inferiores del paquete estructural, su uso está destinado al parqueo de unidades vehiculares en estado de emergencia, brindando la seguridad para maniobrar y evitar malestar en el nivel de operación de la vía principal. En su diseño se debe de mantener los mismos criterios técnicos utilizados como el bombeo, peralte y materiales.

En cuanto a la dimensión transversal de las bermas laterales, las normas de carreteras en diseños geométricos urbanos 2005, recomienda anchos comprendidos entre 1.5m y 2.5m. En la tabla que presentamos a continuación, se establece el ancho de bermas de acuerdo al tipo de vías, teniendo en cuenta la orografía y velocidad de diseño.

Figura 39.

Longitud de anchos de bermas

Clasificación	Autopista							
	> 6.000				6.000 - 4001			
	Primera clase				Segunda clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h								
40 km/h								
50 km/h								
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00	
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00	
110 km/h	3.00	3.00			3.00			
120 km/h	3.00	3.00			3.00			
130 km/h	3.00							

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.3.5. Bombeo

Es la pendiente transversal en tramos de entre tangencia horizontal de la vía, cuyo objetivo es evacuar y facilitar el escurrimiento superficial del agua, está pendiente va generalmente del eje hacia los bordes, el porcentaje del bombeo obedecerá al tipo de calzada y la frecuencia de lluvias en la zona.

Figura 40.

Cálculos de bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

3.9.3.6. Peralte

Se define como peralte al desnivel transversal de la carretera en secciones de curva, lo cual permitirá oponerse a la aceleración centrífuga de los vehículos brindando sensación de comodidad y confianza a los usuarios al ingresar a estos tramos o zonas de curvas.

Las curvas horizontales exoneradas de peralte, son aquellas que tienen valores establecidos y se precisan en la siguiente tabla:

Figura 41.

Valores de radio donde no es necesario peralte

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

El siguiente cuadro precisará las mayores valoraciones de peraltes, en situaciones especificadas:

Figura 42.

Valores de máximo peralte

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Nota: Manual de Carreteras DG-2018

El menor peralte tendrá valor del 2%, en el caso de radios y velocidades detalladas en el siguiente cuadro:

Figura 43.

Peralte mínimo

Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5,000 \leq R < 7,500$
$40 \leq V < 100$	$2,500 \leq R < 3,500$

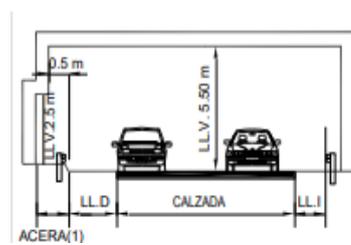
Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.3.7. Galibo

Galibo es la longitud de medida que existe entre las calzadas y las partes inferiores de las estructuras de túneles y puentes, generalmente la medida según norma será de 5.50 m como mínimo en carreteras. En proyectos viales en donde una vía cruza bajo una estructura, los pilares de dicha estructura no deberán afectar tramos transversales de la calzada la cual mantendrá sus elementos de diseño como bermas y cunetas inalteradas

Figura 44.

Caso de gálibos



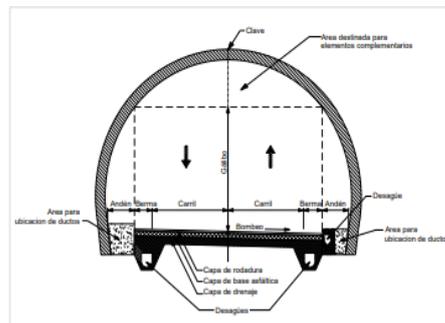
Nota: Manual de Carreteras DG-2018

En ocasiones en donde los puentes cruzan sobre el curso de agua se denomina altura libre, a la distancia existente tomada entre el máximo nivel de agua y sección inferior de la estructura de un puente, dicha altura será determinada según el requerimiento del proyecto teniendo en cuenta la norma que especifica que no será menor de 2.50 metros.

Los túneles son un caso especial en donde su altura será tomada de acuerdo a lo indicado en la siguiente imagen:

Figura 45.

Sección típica del túnel



Nota: Manual de Carreteras DG-2018

3.9.3.8. Separadores

Los separadores son bandas de suelo ubicadas paralelamente al eje de la autopista los cuales están comprendidos entre las bermas o cunetas interiores de ambas calzadas, teniendo por función dividir direcciones contrarias de circulación o también separar carriles de una calzada que tienen mismo sentido del tránsito, otras de sus funciones de los separadores es la de reducir las interferencias de deslumbramientos nocturnos y cruces vehiculares.

Las dimensiones de los separadores centrales serán según la clasificación de la vía, en autopistas de primer nivel la menor medida de ancho será de 6.00m y en

protegiendo el paquete estructural del pavimento. Estas cunetas mayormente son construidas en zonas donde las precipitaciones son constantes.

CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo Explicativa, en donde inicialmente realizamos una visita al lugar en estudio a fin de realizar un diagnóstico de línea base en la vía, identificando pavimentos en mal estado, interferencias con edificaciones, calles y avenidas, con la información recopilada en campo se analizarán y se harán propuestas de solución con un diseño vial que brinden comodidad y seguridad a los usuarios en los puntos críticos identificados.

El diseño antes mencionado será posible diseñarlo con la ayuda de distintos softwares como el AutoCAD Civil 3D, Global Mapper, 3D Max y Google Earth, y teniendo en cuenta el correcto ingreso de los datos geométricos obtenidos en campo al programa indicado obtendremos el modelamiento geométrico de la vía esperado.

4.2 Población y muestra de estudio

4.2.1 Población

Teniendo en cuenta que para nuestro caso de estudio tenemos la avenida Mansiche, entonces la población para desarrollar el proceso de investigación estará constituida por todos los elementos que la conforman su estructura y elementos complementarios como estructuras viales, señales de tránsito y los usuarios que hacen uso de la vía en su quehacer diario.

4.2.2 Muestra

Consideraremos como muestra el tramo en estudio la vía avenida Mansiche desde el cruce con los zafiros hasta el Baden de ingreso al distrito de Huanchaco.

4.3 Diseño de Investigación

Para la presente tesis se realizó una investigación de tipo no experimental, en tal sentido para lograr el desarrollo exitoso de dicha investigación realizamos un proceso de trabajo ordenado el describiremos a continuación:

4.3.1 Coordinación con equipo de trabajo

Se coordinó con el grupo de trabajo la estrategia y metodología a seguir y tener en cuenta en el desarrollo del trabajo de investigación, organizándonos para obtener

los datos necesarios en campo y luego procesar dicha información en los programas a usar.

4.3.2 Revisión documental

Teniendo en cuenta la técnica de revisión documental y por medio de manuales y libros relacionados con estudios enfocados a diseños geométricos, se obtuvo información necesaria para aplicar aspectos técnicos y la normativa vigente que rigen en la actualidad en el desarrollo de diseños geométricos de carreteras.

4.3.3 Recoyo de la información en la zona de estudio

En esta fase de la investigación realizamos un trabajo de campo en donde se recogió toda la información relacionada con el presente estudio, tomando medida de la faja de dominio, anchos de vías, ancho de separador central, estados de pavimentos y flujo vehicular; con estos datos obtenidos podremos determinar el tipo de vía y realizar el diseño geométrico.

4.3.4 Almacenamiento y revisión de los estudios del Diseño Geométrico

Teniendo en cuenta las etapas anteriores de la investigación, se recopilaron datos de los parámetros geométricos y se almacenaron en hojas de Excel, para luego proceder con el modelo geométrico de la vía expresa Trujillo – huanchaco.

4.3.5 Modelamiento de la vía expresa

Habiendo realizado el trazo en el programa Google Earth en formato KMZ se guardó el archivo del proyecto para luego abrirlo en el programa global mapper en donde se elaboraran los contornos y puntos topográficos, teniendo la información necesaria se exporto y guardo el archivo en formato DWG, posteriormente se importaron en el programa civil 3D en donde mediante la importación de los puntos topográficos se obtuvo la geometría de la vía y se procedió con la modelación teniendo en cuenta los criterios básicos de diseño geométrico de una vía.

4.3.6 Discusión de resultados

Teniendo en cuenta la revisión de documentos y datos obtenidos en campo se discute los resultados, analizando el grado de cumplimiento de los parámetros de diseño geométricos y viabilidad. En función de los resultados se propone alternativas de mejora de flujo vehicular.

4.3.7 Técnicas e instrumentos de investigación

El procedimiento empleado para la investigación, fue el análisis documental de investigaciones sobre diseño geométricos de carreteras, y con el registro de los resultados obtenidos en campo a través de pruebas de simulación.

4.3.8 Procesamiento y análisis de información

Con la información obtenida en zona de estudio se elaboraron hojas de Excel para registrar los datos, posteriormente se trazó la ruta con ayuda del programa Google Earth y se exportaron a civil 3d en donde se obtuvieron los parámetros geométricos de la carretera. Finalmente apoyándonos en los registros de Excel se realizó la simulación de diseño geométricos.

CAPÍTULO V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

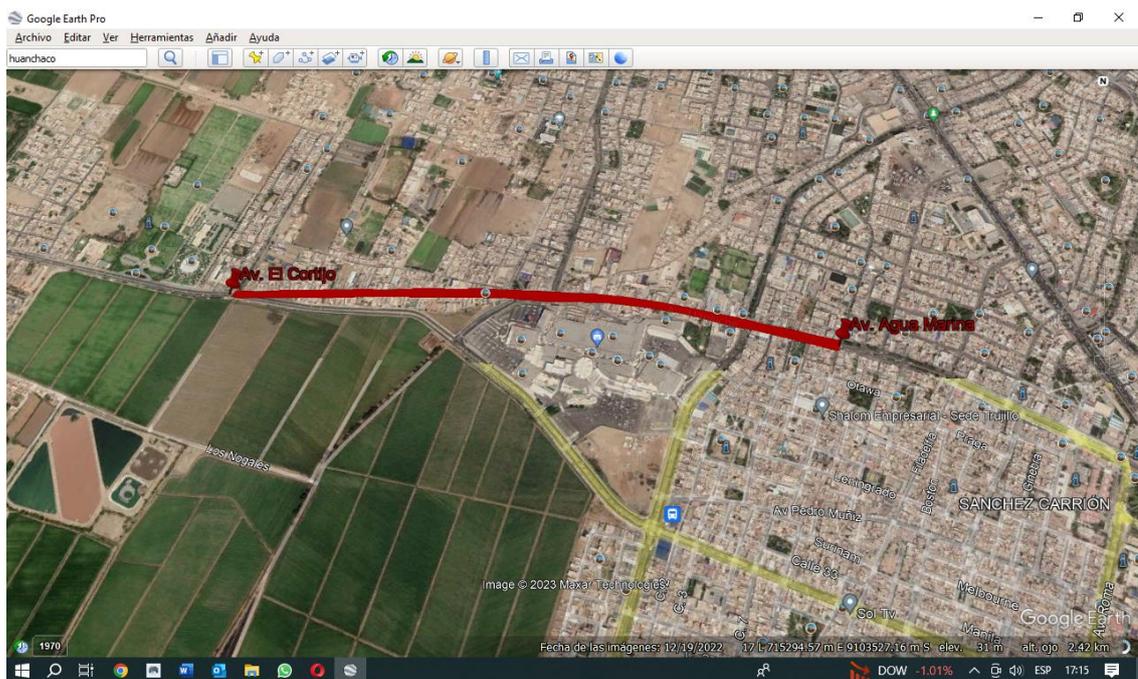
5.1. Resultados obtenidos en campo

El producto obtenido en zona de estudio nos muestra pavimentos en pésimo estado y lo más resaltante para el diseño es que en un tramo de la avenida Mansiche no cumple con las medidas necesarias establecidas en la norma de carretas para el diseño de la vía expresa en el presente caso estudio.

Tramo: A partir de la Av. Mansiche con la calle Agua Marina la medida de la faja de dominio no cumplen con las medidas que dispone el manual de carretas MDGVU 2005 contando con tan solo 21m en su sección transversal y esta medida se va prolongando hasta el cruce de la Av. Mansiche con Av. El Cortijo llegándose a reducir su sección transversal a 17.12m. Todo este tramo el cual no cumple con las medidas reglamentarias de la norma tiene una longitud de 1.68 km.

Figura 46.

Tramo que no cumple con medidas según norma.



Nota: Resultados de simulación en Google Earth

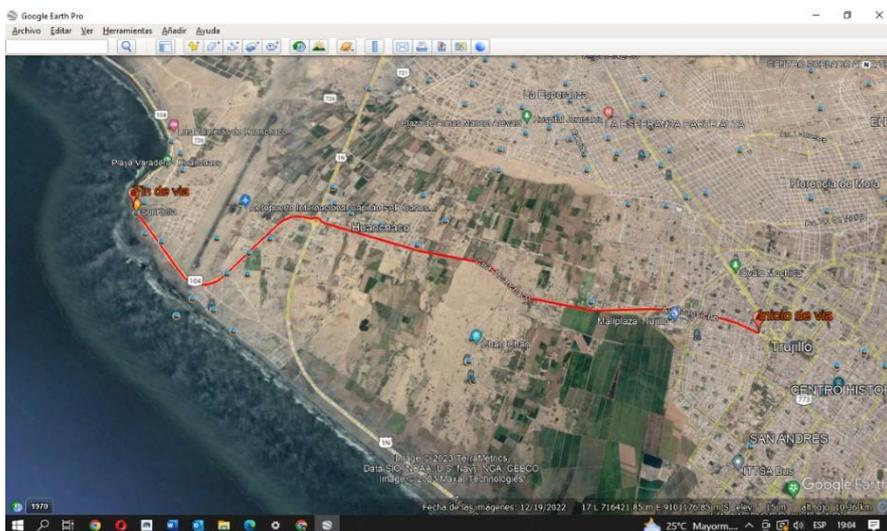
En relación a la información obtenida en campo, se tendrán en cuenta consideraciones de longitudes mayores para el desarrollo del diseño.

5.2. Generación del eje o ruta

Para generar nuestro eje de ruta de vía, nos apoyaremos con el programa Google earth para georreferenciar información que será utilizada para generar la geometría del proyecto de una vía expresa de Trujillo – Huanchaco, donde ubicaremos inicialmente los puntos de inicio y final de vía con sus respectivas coordenadas, para posteriormente realizar el trazo de la ruta la cual mostraremos en la siguiente imagen:

Figura 47.

Generación del eje



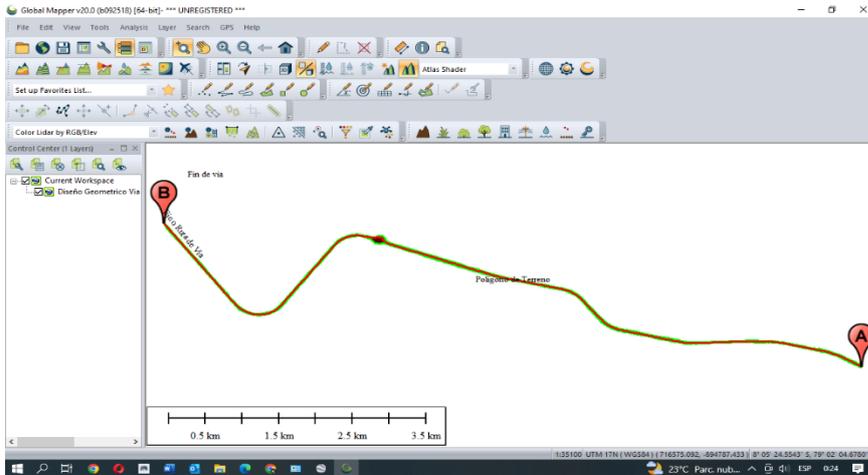
Nota: Resultados de simulación en Google Earth

5.3. Estudio y Generación Digital de la Topografía

Teniendo en cuenta que la vía en estudio cuenta con 11 km los cuales serán desarrollados en un terreno con topografía plana, procederemos abrir el archivo generado en Google earth con formato kmz en el programa global mapper en donde inicialmente lo configuraremos teniendo en cuenta las coordenadas UTM y la zona de ubicación del proyecto.

Figura 48.

Trazo de la ruta.

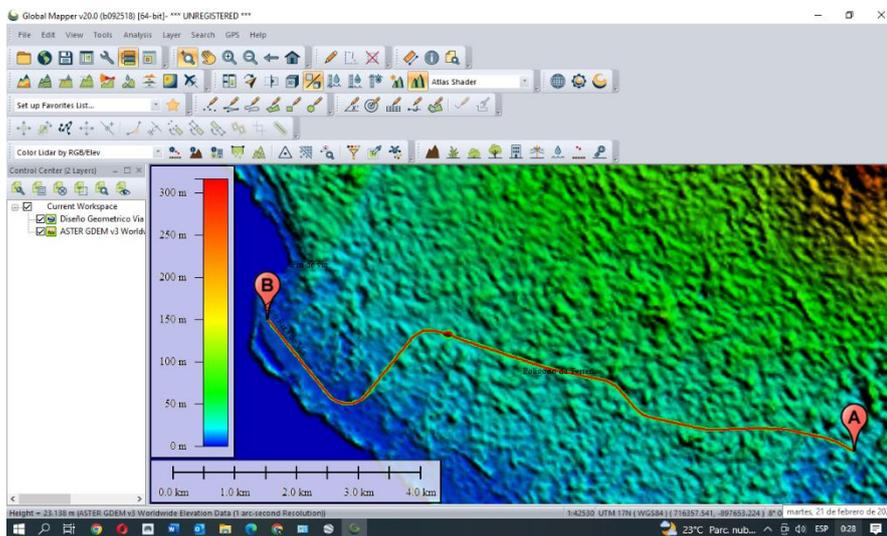


Nota: Resultados de simulación en Global Mapper.

Luego abriremos el archivo Kmz que se generó en Google Earth y se guardó en documentos en la carpeta diseño geométrico en donde encontraremos la ruta que se elaboró en Google Earth y las posiciones de inicio y final de vía.

Figura 49.

Ubicación de puntos de vía.



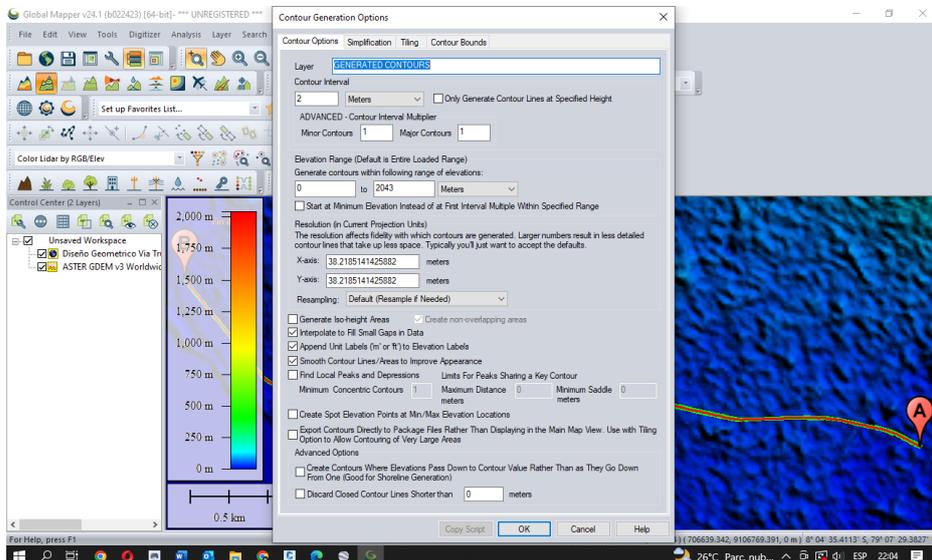
Nota: Resultados de simulación en Global Mapper.

Seguidamente procederemos a obtener la superficie del terreno mediante la conexión de datos online en el programa Global Mapper, la cual nos brindara la

opción Aster Gdem la cual seleccionaremos y luego conectaremos la cual nos mostrara el proyecto.

Figura 50.

Generación de contornos



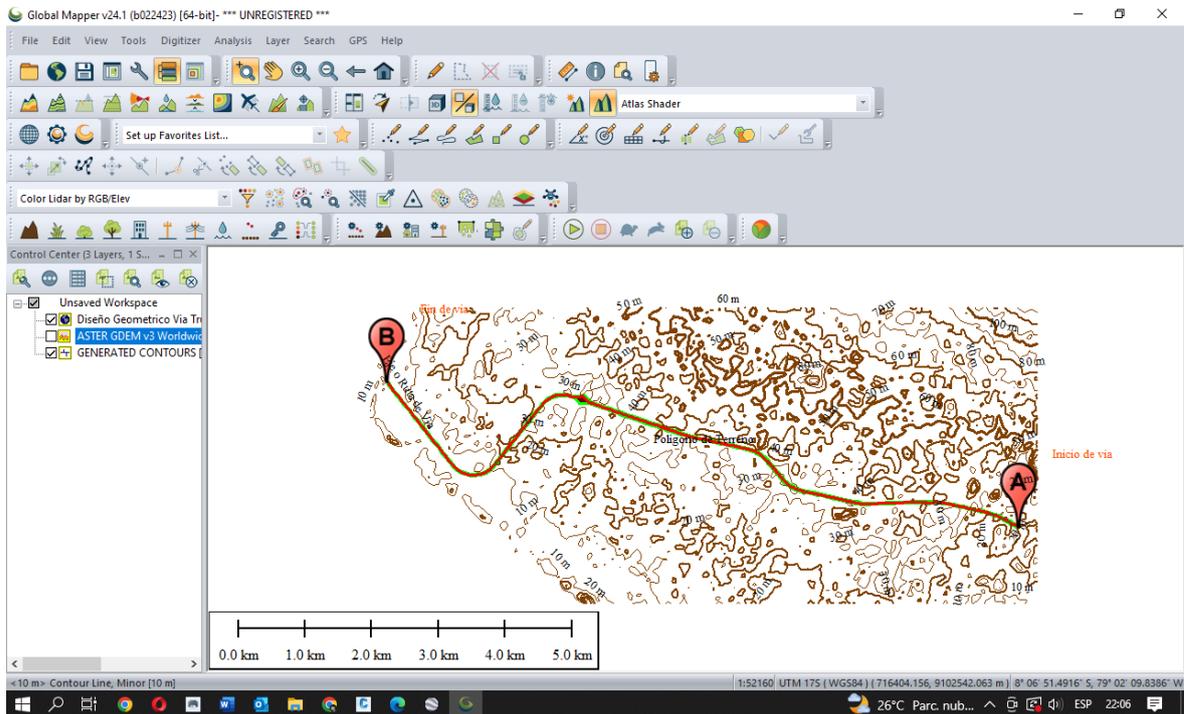
Nota: Resultados de simulación en Global Mapper.

Seguidamente procederemos a generar las curvas de nivel en el área del terreno. Para ello iremos a la opción generar contornos en donde se desplegará una ventana con opciones y características de las curvas de nivel a generar, para este proceso optamos por definir las curvas mayores cada 10 m y las menores cada 2m, seguidamente guardamos el archivo en el formato DWG y lo exportamos.

Finalmente importaremos el archivo generado en el global mapper y extraeremos los puntos topográficos al software civil 3d y procederemos con nuestro diseño teniendo en cuenta los criterios y procedimientos básicos para el desarrollo de nuestro proyecto.

Figura 51.

Generación de las curvas de nivel

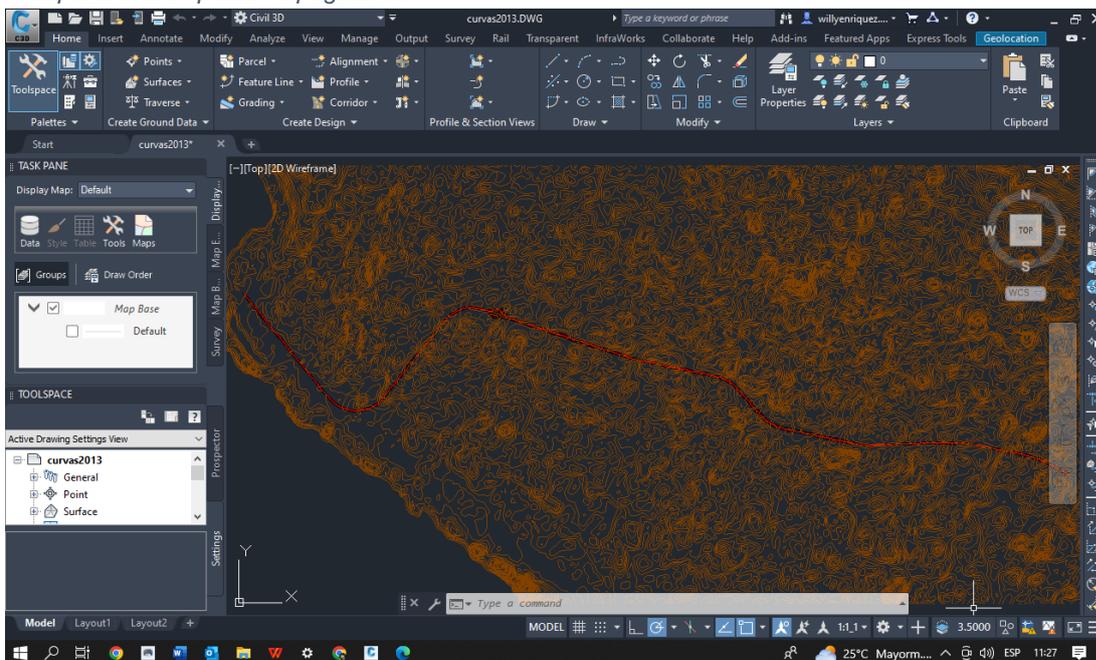


Nota: Resultados de simulación en Global Mapper.

Diseño en Planta o Alineamiento horizontal

Figura 52.

Importación de puntos topográficos



Nota: Resultados de simulación en Civil 3D

Para adquirir el diseño de alineamiento horizontal se tendrá en cuenta los criterios básicos descritos en las normas de carreteras dg-2018 y se procederá con una serie de pasos en los programas utilizados, en donde mencionaremos a continuación algunos de ellos:

- ❖ Encender la capa del trazo de la ruta en el civil 3D.
- ❖ Realizar una polilínea guiada con el trazo en el programa anterior Google Earth.
- ❖ Confirmación de la dirección de la ruta.
- ❖ Asignar las características del diseño.
- ❖ Editar los componentes del alineamiento horizontal.
- ❖ Elaboración de los elementos de diseño, que estén alineados al diseño en planta.
- ❖ Regulación de los elementos de diseño.

Alineamiento vertical

El alineamiento vertical se obtendrá teniendo en cuenta las progresivas obtenidas en el programa civil 3D, las cuales mostraremos a continuación:

Diseño en perfil

El diseño en perfil consiste en la creación del alineamiento vertical, en el cual se diseñará la subrasante y rasante en base al alineamiento vertical, y se procedió con el siguiente orden:

- ❖ La creación del perfil del terreno
- ❖ Continuamos con la creación de la subrasante
- ❖ Luego se realizó el cálculo de los elementos de alineamiento vertical
- ❖ Para finalizar con esta etapa se realizó la creación de la rasante.

Sección transversal

En la generación de zonas transversales se tuvo en cuenta los siguientes criterios, el mayor peralte permitido 6% en carpetas de rodadora y para las bermas exteriores el 4% según manual diseño de vías urbanas, y se procedió con la creación de las secciones transversales en el programa teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- ❖ Inicialmente se generó las subsecciones en herramientas

- ❖ Luego se creó el trazo de la sección transversal.
- ❖ Establecer valores en cuadro de dialogo de propiedades en LANES.
- ❖ Posteriormente se realizó la creación de los elementos de diseño como bermas laterales.
- ❖ Finalmente, para dar por terminado con el diseño de la sección se deberá de confirmar los elementos de diseño en el programa.

Sobreancho y peraltes

Generación digital de sobreanchos

Para la creación de sobreanchos en el software civil 3D se tuvieron en cuenta los siguientes pasos que a continuación describiremos:

- ❖ Inicialmente seleccionamos el eje de la vía.
- ❖ Luego se procedió a ingresar los desfases del eje.
- ❖ También se procedió a editar los sobreanchos.
- ❖ Finalmente se editaron las medidas del ensanchamiento de transición en las curvas.

Generación digital de peraltes

Similar a la creación de sobreanchos también haciendo uso del programa civil 3D se procedió a crear los peraltes para cada curva existente en el diseño y tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

- ❖ Empezamos seleccionando el eje de la vía, con la finalidad de obtener super elevación.
- ❖ Posteriormente seleccionamos el tipo de calzada para nuestro diseño.
- ❖ Luego ingresaremos las características de la calzada teniendo en cuenta el número de carriles y la longitud de cada uno de ellos.
- ❖ Finalmente procederemos a suavizar las curvas para dar una mejor resolución al diseño.

Movimiento de tierras

Para la creación del movimiento de tierras se tuvo en cuenta el área de corte y de relleno del alineamiento de vía y se comenzó teniendo en cuenta una secuencia de pasos que describiremos a continuación:

- ❖ Identificar y seleccionar un sector transversal.

- ❖ Seleccionar el alineamiento horizontal de la vía, para posteriormente identificar las secciones transversales creadas en el paso anterior.
- ❖ Ingreso de información en las secciones transversales en la opción compute materiales.
- ❖ Posteriormente el programa se encargará de realizar el cálculo de corte y relleno.
- ❖ Finalmente se obtendrá el reporte de volúmenes de las secciones transversales creadas.

5.4 Estudio de Tráfico Vehicular

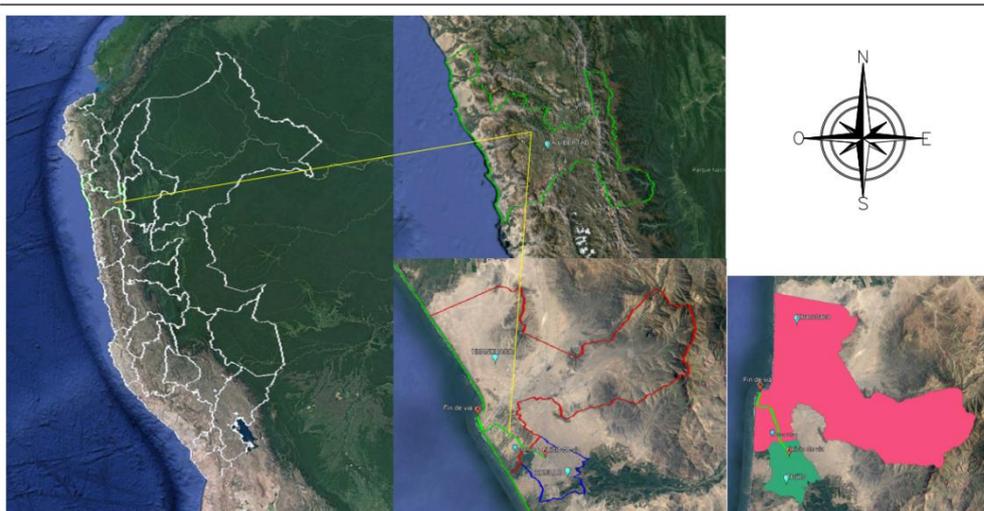
Ubicación

La Carretera del Proyecto está ubicada en la Costa Norte del Perú, en la Región La Libertad, Provincia y Distrito de Trujillo. En la vía avenida Mansiche desde el cruce con los zafiros hasta el Baden de ingreso al distrito de Huanchaco.

El gráfico siguiente muestra la ubicación del tramo en estudio; Ruta PE Km 0+000 – km 11+000

Figura 53

Ubicación del tramo de estudio



Nota: Elaboración Fuente propia

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos para desarrollar el dimensionamiento de la Estructura del

Pavimento en el tramo carretero comprendido entre la Av Mansiche desde el cruce con los Zafiros hasta el Baden de ingreso al distrito de Huanchaco.

El tránsito vehicular existente en la vía, está compuesto ahora mayormente por el paso de vehículos ligeros tales como: Autos, camionetas, combis. El flujo vehicular en esta vía es principalmente de pasajeros. Tienen sus horas pico, por las mañanas de 6 a 10 am, por las tardes de 5 a 8 pm.

a) Trabajo de Campo

- Metodología

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio, se fundamentó en la compilación y procesamiento de la información obtenida en la zona de estudio.

- Compilación de la Información

La información para la elaboración de este estudio de tráfico se adquirió de la siguiente forma:

- Fuente Directa:

Se compilo la información a través de lo observado que se tomó en el campo, con el conteo vehicular y registro fotográfico. Este permitió conocer el volumen de transito que soporta la vía, así como su composición, se ubicó un punto de estación de control de la zona de estudio.

obtenidos en campo han sido procesados en Formatos de Resumen, por día y según el sentido.

- Cuantificación del Tráfico

Se muestra la tabla resumen del conteo vehicular obtenido por los 7 días de la semana, en cada sentido de entradas y salidas, por cada estación.

Cuadro Nro. 10:

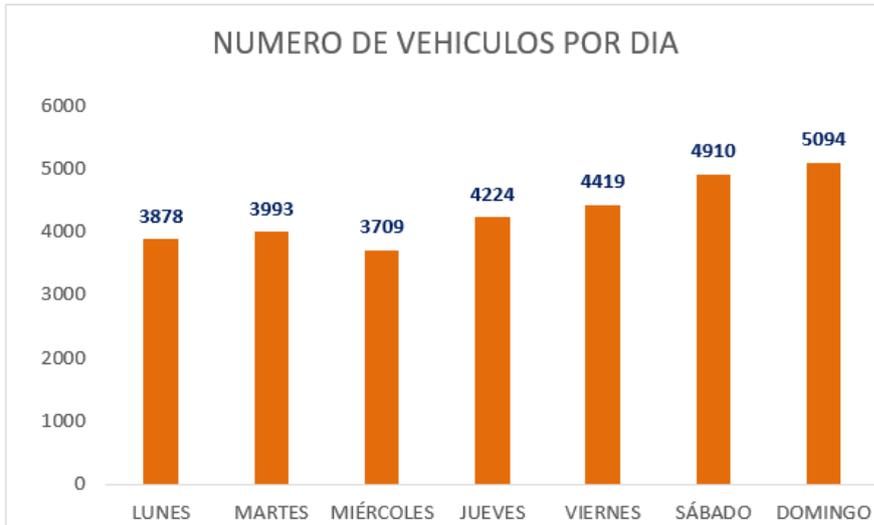
Resumen semanal de conteo y clasificación vehicular

DIA	SENTIDO	LIGEROS				BUS	CAM	TOTAL
		AUTOS	CMTA	CR	MICRO			
LUNES	SENTIDO: ENTRADA	1240	250		415	15	20	1940
	SENTIDO: SALIDA	1239	248		416	13	22	1938
	SENTIDO: AMBOS	2479	498	0	831	28	42	3878
MARTES	SENTIDO: ENTRADA	1300	240		420	15	15	1990
	SENTIDO: SALIDA	1308	238		427	14	16	2003
	SENTIDO: AMBOS	2608	478	0	847	29	31	3993
MIÉRCOLES	SENTIDO: ENTRADA	1110	310		418	10	15	1863
	SENTIDO: SALIDA	1108	305		415	8	10	1846
	SENTIDO: AMBOS	2218	615	0	833	18	25	3709
JUEVES	SENTIDO: ENTRADA	1461	220		410	12	9	2112
	SENTIDO: SALIDA	1460	219		415	10	8	2112
	SENTIDO: AMBOS	2921	439	0	825	22	17	4224
VIERNES	SENTIDO: ENTRADA	1529	250		417	12	7	2215
	SENTIDO: SALIDA	1527	241		418	10	8	2204
	SENTIDO: AMBOS	3056	491	0	835	22	15	4419
SÁBADO	SENTIDO: ENTRADA	1670	340		417	15	11	2453
	SENTIDO: SALIDA	1671	341		416	14	15	2457
	SENTIDO: AMBOS	3341	681	0	833	29	26	4910
DOMINGO	SENTIDO: ENTRADA	1742	351		428	17	12	2550
	SENTIDO: SALIDA	1739	349		427	15	14	2544
	SENTIDO: AMBOS	3481	700	0	855	32	26	5094

Nota: Elaboración fuente propia

Figura 55

Número de vehículos por día en el tramo PE 10ª KM0+000 – KM 11+000



Nota: Elaboración fuente propia

- Factores de Corrección Estacional

La utilización del Factor de Corrección Estacional se toma de los años anteriores y corresponden a la estación de peaje más cercana a la zona de estudio; dicho factor se utiliza tanto para vehículos ligeros, como para vehículos pesados, para el estudio se han tomado los siguientes factores:

El Factor de corrección mensual (FCm), se obtuvo de la información proporcionada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (OPPMTTC) de Peaje de Chicama del año 2017, ubicada en la Carretera

Figura 56

Factor de corrección, Peaje Chicama

MESES	Factor de Corrección Veh. Ligeros
ENERO	0.9891
FEBRERO	0.9536
MARZO	1.0369
ABRIL	1.0347
MAYO	1.052
JUNIO	1.0477
JULIO	0.9368
AGOSTO	0.9915
SEPTIEMBRE	1.0553
OCTUBRE	1.0166
NOVIEMBRE	1.0421
DICIEMBRE	0.7493

Nota: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

En base de ellos se considerará los factores de corrección promedios del mes de junio, F.C.E. Vehículos ligeros: 1.0477.

- Cálculo del Índice Medio Diario Anual

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo de índice Medio Diario (IMD), se ha empleado la siguiente fórmula:

Donde:

$$IMDAa = IMDs \times FC$$

$$IMDS = \sum Vi/7$$

Donde:

IMDs = Índice Medio diario semanal de la Muestra vehicular tomada

IMDa = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estaciona

Cuadro Nro. 11:

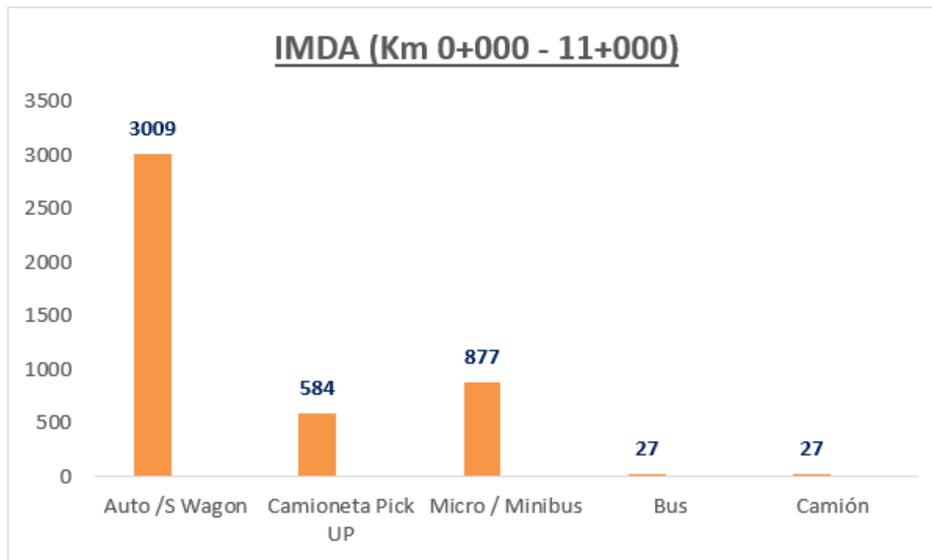
Índice medio diario anual

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Auto /S Wagon	3009	66.51%
Camioneta Pick UP	584	12.91%
Micro / Minibus	877	19.38%
Bus	27	0.60%
Camión	27	0.60%
IMDA	4524	100.00%

Nota: Ministerio de Transportes.

Figura 57

Índice medio diario, según el tipo de vehículo que transita en el tramo KM 0+000 al 11+000



Nota: Elaboración fuente propia.

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. De acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro diseño Geométrico, determinamos que los parámetros de la vía tienen que tener la mayor longitud transversal posible para que cuenten con todos los elementos necesarios para su funcionalidad y se pueda obtener el nivel de servicio deseado.

6.2. Para las intersecciones con avenidas principales nuestro diseño considera proponer la construcción de intercambios viales a desnivel de cuatro ramas, permitiendo que el flujo vehicular pueda ingresar y salir de la vía principal sin generar mayores obstáculos en el flujo vehicular manteniendo una velocidad constante durante su paso.

6.3. En nuestro diseño el punto de inicio de la vía se conectara con el Baipás de la avenida Mansiche el cual no alterara el tráfico vehicular al interconectarse ya que los vehículos podrán mantener su velocidad al ingresar y salir del distrito de Trujillo y del mismo modo al finalizar la vía en la quebrada al ingreso de huanchaco en donde se interconectara con la avenida principal la cual cuenta con dos carriles que permitirá una interconectarse sin generar disminuciones de velocidad al paso de una a otra.

6.4. Finalmente, el diseño cumple con las normas y factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Manual de carreteras DG- 2018 y el manual de vías urbanas mdvu-2005, en donde se logra obtener el mejoramiento del tráfico vehicular y con ello alcanzar un nivel de servicio deseado.

CONCLUSIONES

- a) La vía actualmente se encuentra con funcionalidad sin embargo existen ciertos puntos críticos en los cuales genera tráfico vehicular en horas puntas:
- 0+0.20 – 0+ 0.100: Intersección Av. Mansiche con Los Zafiros.
 - 0+ 720 -1+100: Intersección Av. Mansiche con Pablo Casal.
 - 1+ 260 – 1+ 580: Intersección Av. Mansiche con Metropolitana.
 - 2 + 520 – 2 + 760: Tráfico vehicular en días festivos
- b) Luego de la evaluación de la vía y de acuerdo al levantamiento topográfico se identifica que las dimensiones no logran un tráfico continuo, por lo mismo se diseña de acuerdo al Manual de Diseño geométrico de vías urbanas 2005 un mayor ancho de vía así como mejor control de accesos para mejor flujo vehicular:
- 0+0.20 – 0+ 0.100: Intersección Av. Mansiche con Los Zafiros.
 - 0+ 720 -1+100: Intersección Av. Mansiche con Pablo Casal.
 - 1+ 260 – 1+ 580: Intersección Av. Mansiche con Metropolitana.
 - 2 + 520 – 2 + 760: Tráfico vehicular en días festivos.
- c) La construcción de la vía expresa Trujillo huanchaco generara enormes beneficios a ambas poblaciones que se encuentran en pleno crecimiento poblacional y urbanístico, brindándoles la oportunidad de interconectarse dándole mayores oportunidades al sector económico en dichas zonas, (Turismo, pesca, etc.).
- d) El número de vehículos que transitaran a diario según el IMDA es de 4524 según el estudio de tráfico realizado.
- e) El proyecto cuenta con una longitud de 11 km en todo su recorrido el cual tendrá 2 carriles de 3.60m por calzada, con separador central de 1m y su velocidad de diseño será de 80km/h. Es importante mencionar que el uso del software fueron claves para poder diseñar los elementos de la vía expresa en estudio.

RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda realizar estudios de tráfico más exhaustivos y así poder identificar las zonas de conflicto con más precisión.
- b) Es importante complementar el proyecto con la implementación de los planos de planta, perfil y secciones transversales teniendo en cuenta los parámetros de estipulados en la norma dg – 2018.
- c) También se recomienda realizar un nuevo estudio de suelos con calicatas a cada 500m y obtener resultados actualizados para este nuevo proyecto.
- d) Para tener una mayor precisión en el movimiento de tierras se recomienda realizar un levantamiento topográfico en todo el proyecto ya que para este caso de estudio se realizó la topografía utilizando el programa Global Mapper.
- e) Así mismo es recomendable tener en cuenta la ubicación de zonas arqueológicas en el recorrido con la finalidad de no invadirlas y tener que realizas otros estudios.
- f) se debe de evaluar las zonas en donde haya paso de precipitaciones y quebradas y proponer alternativas como pavimentos rígidos.
- g) Finalmente, el diseño geométrico de la vía expresa Trujillo huanchaco debe contar con las características y elementos viales que brinden a los usuarios la comodidad para desplazarse y con ello obtener el nivel de servicio esperado.

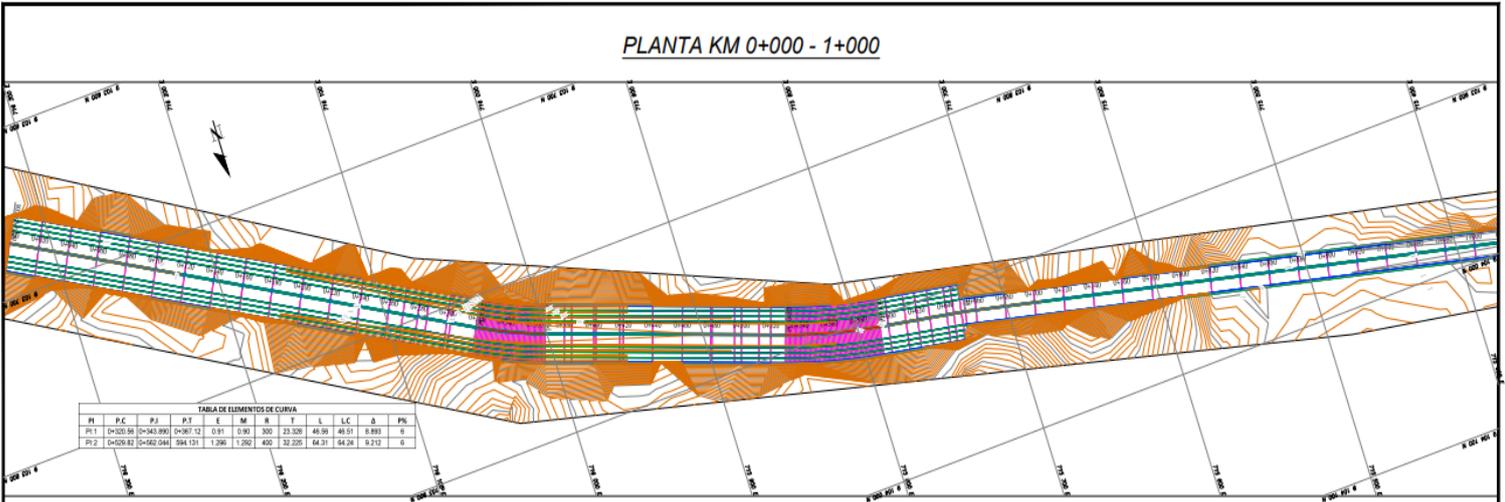
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 9.1 Arroyo,P., Herrera, R., Salazar, L., Gimenez, Z., Martinez, J., & Calahorra, M.. (2018). A new approach for integrating environmental, social and economic factors to evaluate asphalt mixtures with and without waste tires. *Scielo*, 33(3), 301 - 314. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300301>
- 9.2 Bikan,P. (2019). Assessment of logistical support for road accidents in Vhembe district municipalities. *scielo*, 11(3), 705. doi:<https://doi.org/10.4102/jamba.v11i3.705>
- 9.3 Chacon, A. (2020). *Diseño geometrico de una via de evitamiento en Mancora de acuerdo al contexto fisico y urbano de la ciudad*. Pontificia universidad catilica del Perú , Facultad de ciencias e ingenieria , Lima.
- 9.4 Chacon, A. (2020). *Diseño geométrico de una vía de evitamiento en Máncora de acuerdo al contexto físico y urbano de la ciudad*. Pontificia Universidad Catolica del Peru , Facultad de Ciencias e Ingenieria, Lima.
- 9.5 Chacon, L., & Taboada, A. (2020). *Diseño de la infraestructura vial en el distrito de Huanchaco, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad, 2020*. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenieria Y Arquitectura, Trujillo.
- 9.6 Comunicaciones, M. d. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geometrico MDGVU 2005*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Direccion General de Caminos y Ferrocarriles.
- 9.7 Estupiñán, N. S.-T. (05 de 2018). *SCIOTECA ESPACIO DE CONOCIMIENTO ABIERTO*. Obtenido de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1186>
- 9.8 Felipe, C. C., & Alexander, T. C. (2020). *Diseño de la infraestructura vial en el distrito de Huanchaco, Provincia*. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Trujillo.
- 9.10 Galvez, C., & Vasquez, m. (2019). *Normas de diseño geometrico vial en Sudamerica aplicado a vias de evitamiento en el Perú*. Universidad Ricardo Palma., Facultad de Ingenieria., Lima.

- 9.11 Hai Viet Vo; Parque Dae-Wook; Jung-Woo Seo; Tri Ho Minh Le. (2019). Effects of asphalt types and aging on healing performance of asphalt mixtures using induction heating method. *ScienceDirect.*, 7(2), 227 - 236. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.10.009>
- 9.12 INEI. (2018). *Resultados definitivos*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- 9.13 Miguel, M. (2019). *Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 - KM. 141+000*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion., Facultad de Ingeniería, Cerro de Pasco.
- 9.14 Oliveira, T., Oliveira, G. y Lamba, M. (2020). Flexible pavement overlay design of UFJF ring road based on the new Brazilian mechanistic-empirical pavement design method. *Scielo*, 73(4), 445-452. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0370-44672019730134>
- 9.15 Peruano, E. (06 de 12 de 2001). Normas Legales. *Normas Legales*.
- 9.16 Ramirez Corzo Nicolini, D. (2009). *Transformación metropolitana y exclusión en Lima: del desborde popular a la ciudad fractal*. (CLACSO, Ed.) Buenos Aires , Argentina: CLACSO. Obtenido de "<http://biblioteca.clacso.org.ar/clacso/formacion-virtual/20130719042229/17rami.pdf>"
- 9.17 Rodriguez, Mario; Echaveguren, Tomas; Thenoux, Guillermo. (2017). Including reliability in the AASHTO-93 flexible pavement design method integrating pavement deterioration models. *Redalyc*, 16(2), 284-294. doi:10.7764/RDLC.16.2.284
- 9.18 Roman, W., & Saldaña, A. (2018). *PROPUESTA DE PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA TROCHAS CARROZABLES EN LA NORMA DG – 2018 A FIN DE OPTIMIZAR COSTOS*. UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS, Lima.

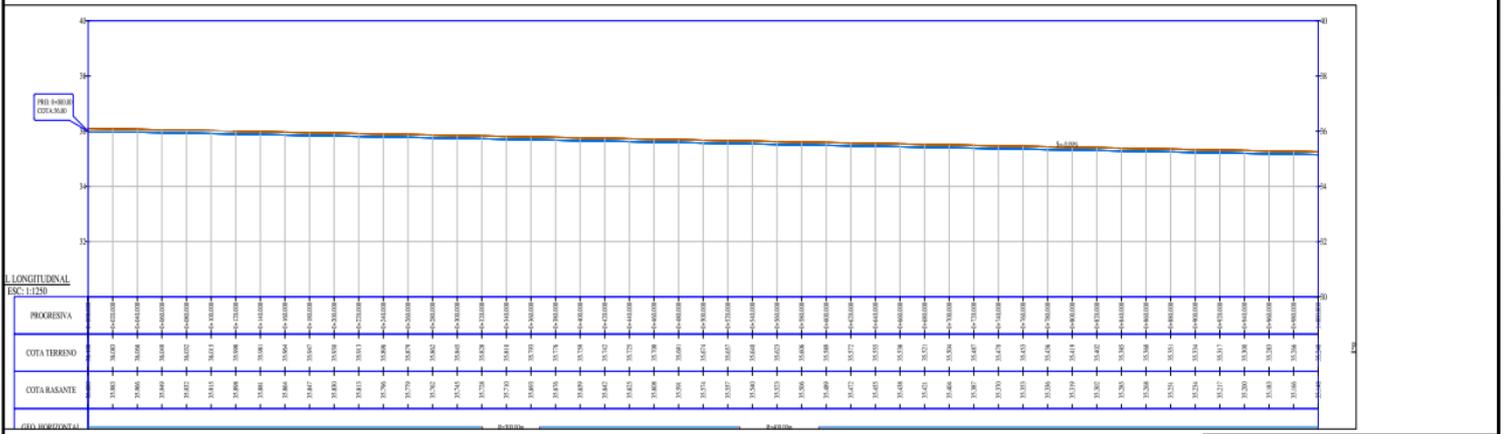
ANEXOS

PLANTA KM 0+000 - 1+000

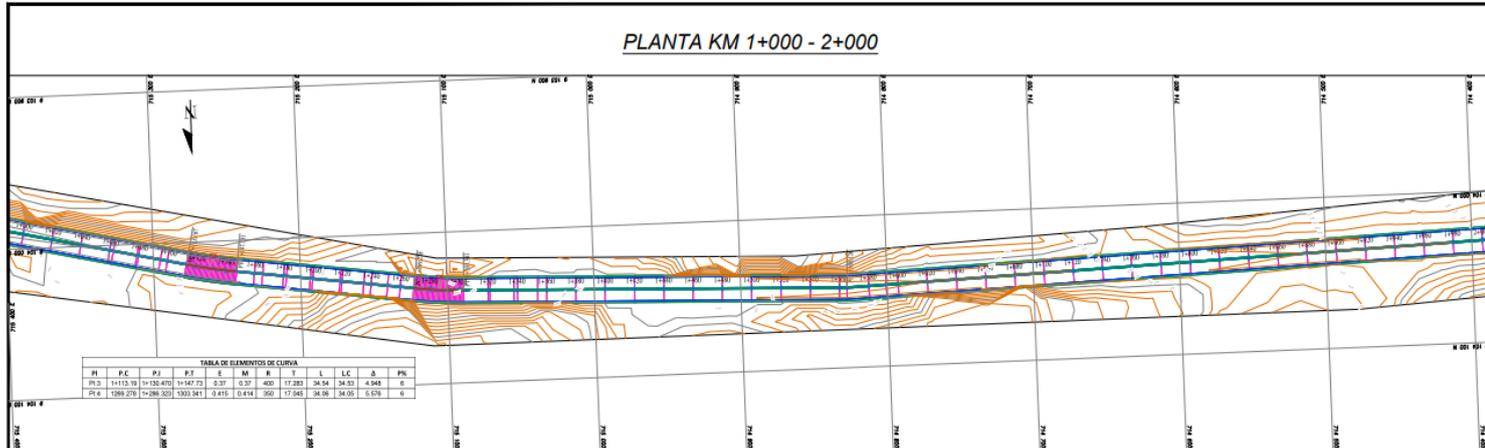


H	P.C.	P.J.	P.T.	E	M	R	L	LC	Δ	PM
PL1	0+220.58	0+343.890	0+367.32	0.81	0.93	300	23.326	46.55	48.51	6.893
PL2	0+526.82	0+562.044	594.131	1.296	1.292	400	32.225	64.21	64.24	9.212

PERFIL LONGITUDINAL KM 0+000 - 1+000

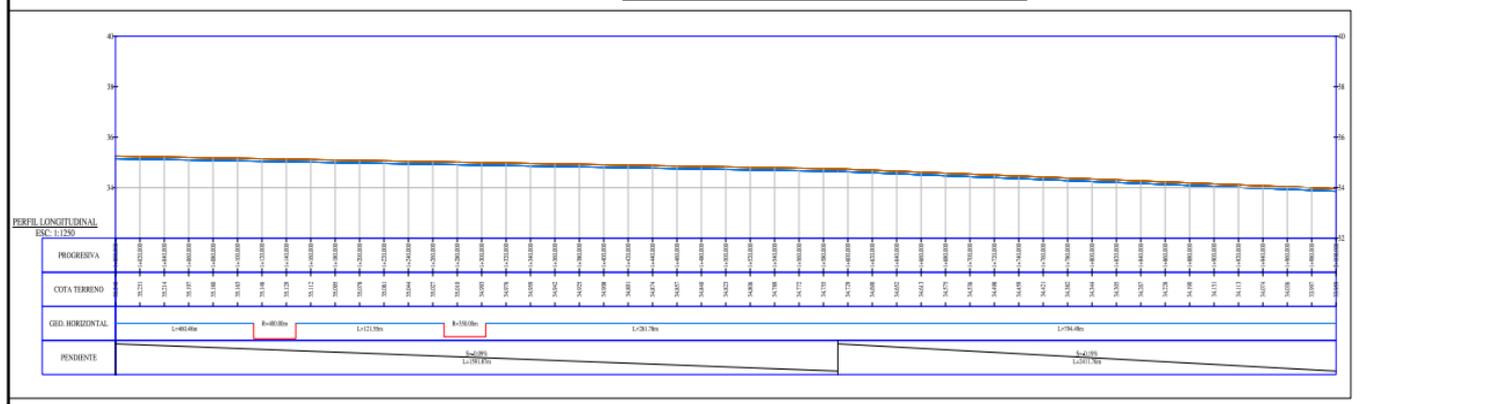


PLANTA KM 1+000 - 2+000

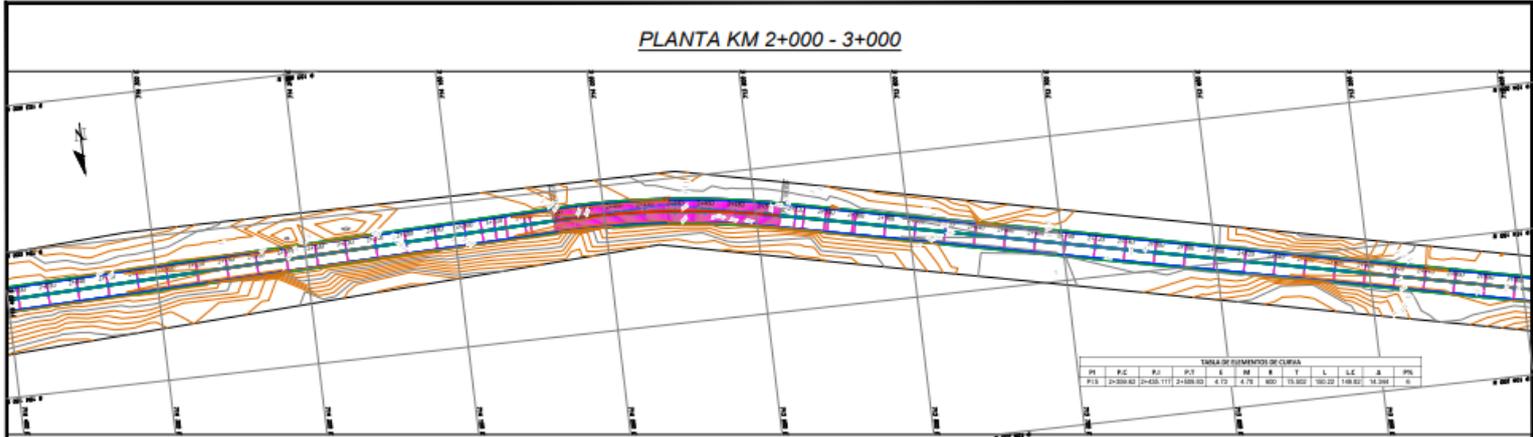


H	P.C.	P.J.	P.T.	E	M	R	L	LC	Δ	PM
PL3	1+113.70	1+132.470	1+147.75	0.37	0.37	400	17.283	24.54	24.53	4.943
PL4	1+299.270	1+299.320	1+303.543	0.415	0.415	350	17.043	34.08	34.05	5.678

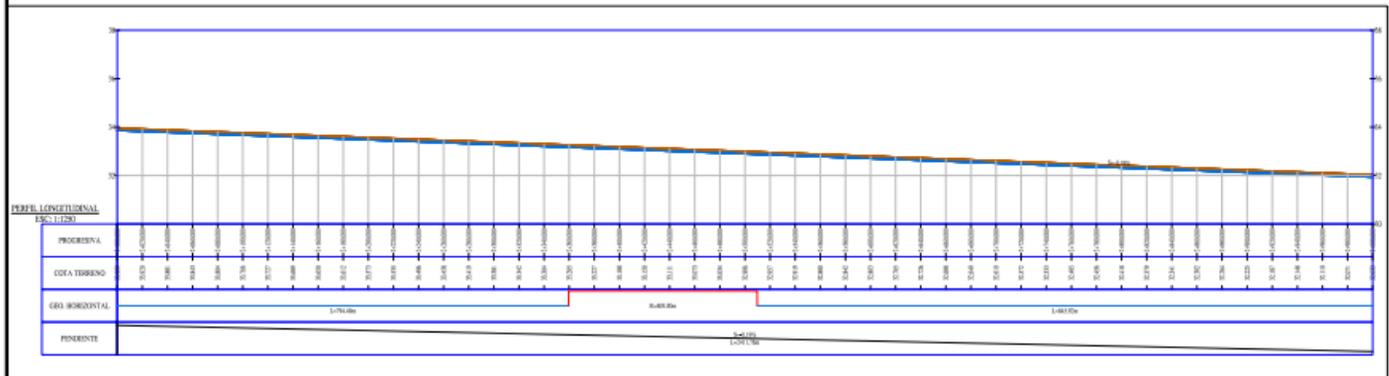
PERFIL LONGITUDINAL KM 1+000 - 2+000



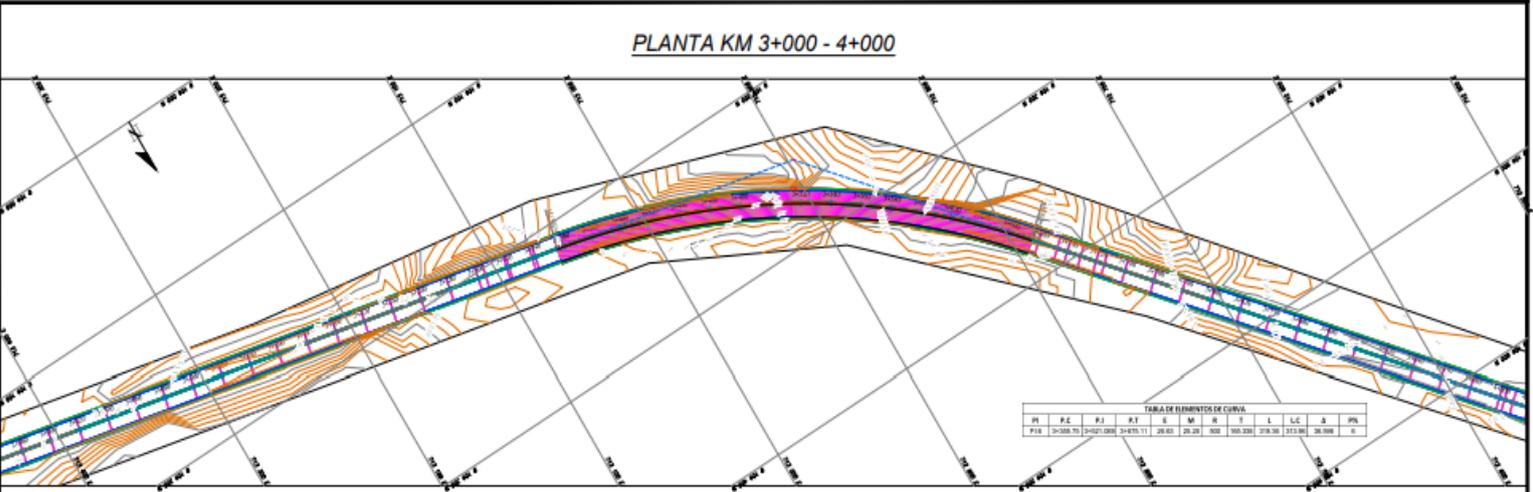
PLANTA KM 2+000 - 3+000



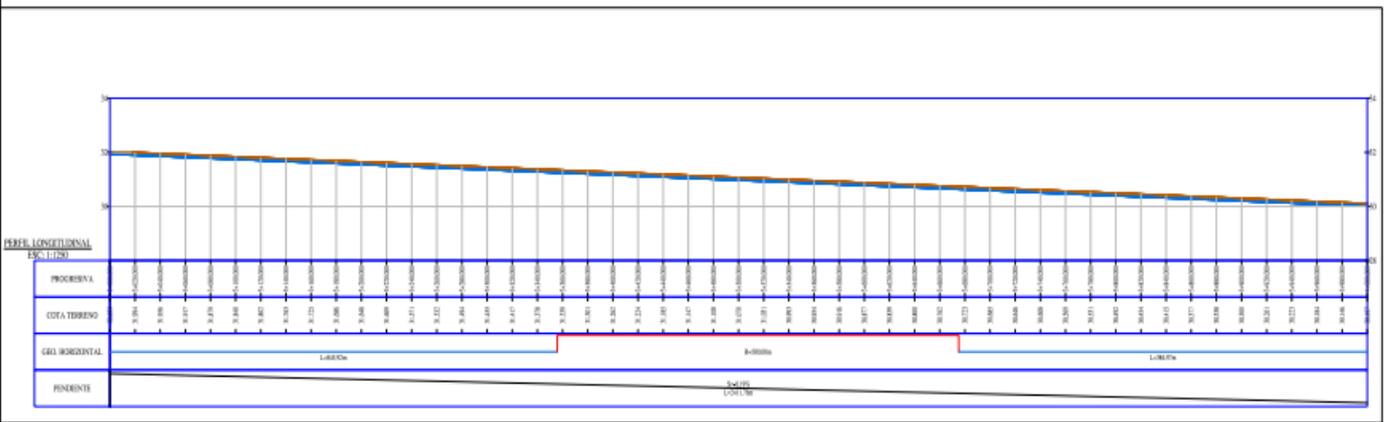
PERFIL LONGITUDINAL KM 2+000 - 3+000



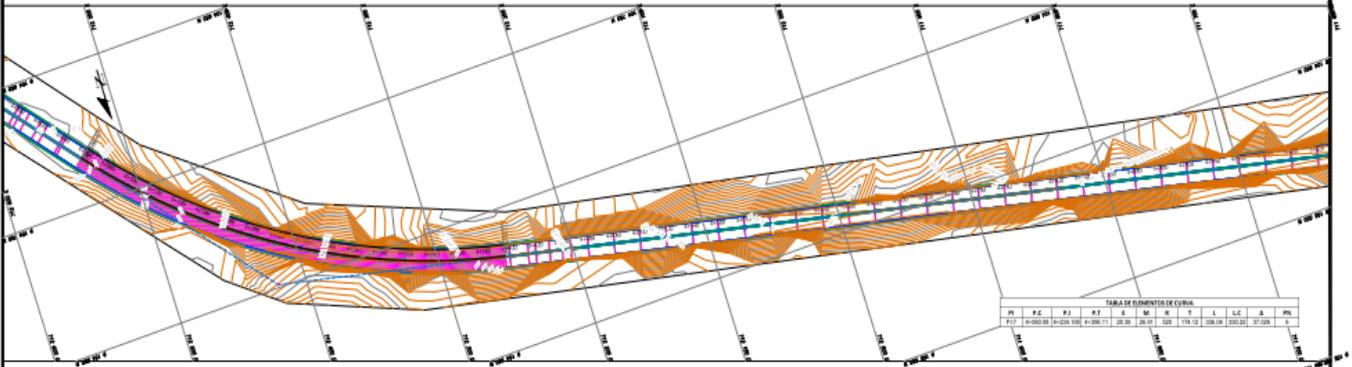
PLANTA KM 3+000 - 4+000



PERFIL LONGITUDINAL KM 3+000 - 4+000

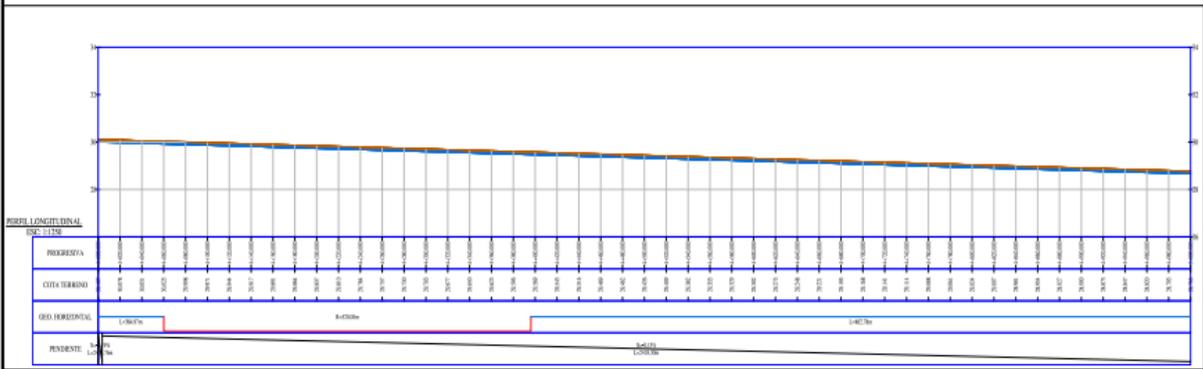


PLANTA KM 4+000 - 5+000

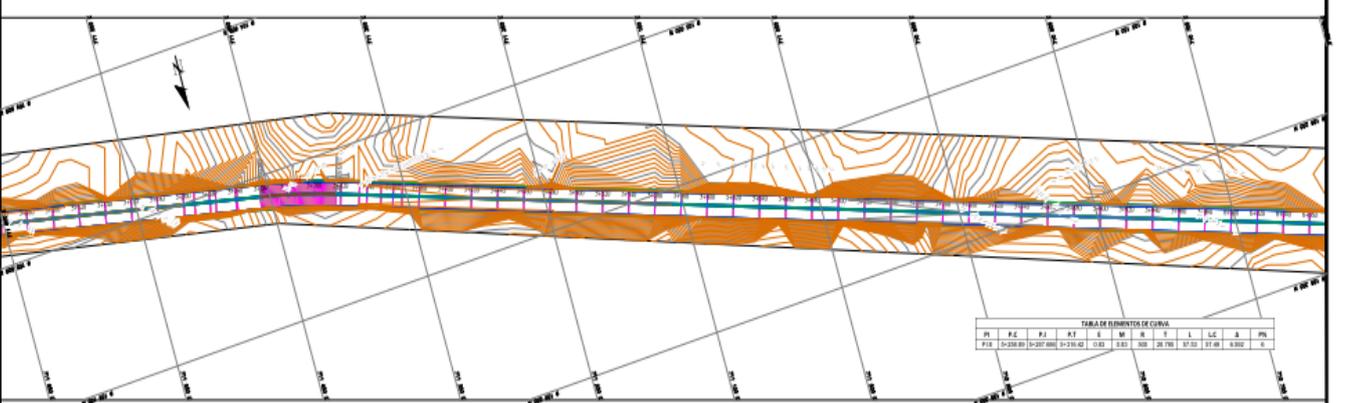


PI	P.C.	P.J.	P.T.	S	M	E	L	L.C.	A	PM	
P.17	4+000.00	4+204.100	4+266.111	28.30	28.30	320	174.02	226.04	1.000.00	37.228	0

PERFIL LONGITUDINAL KM 4+000 - 5+000

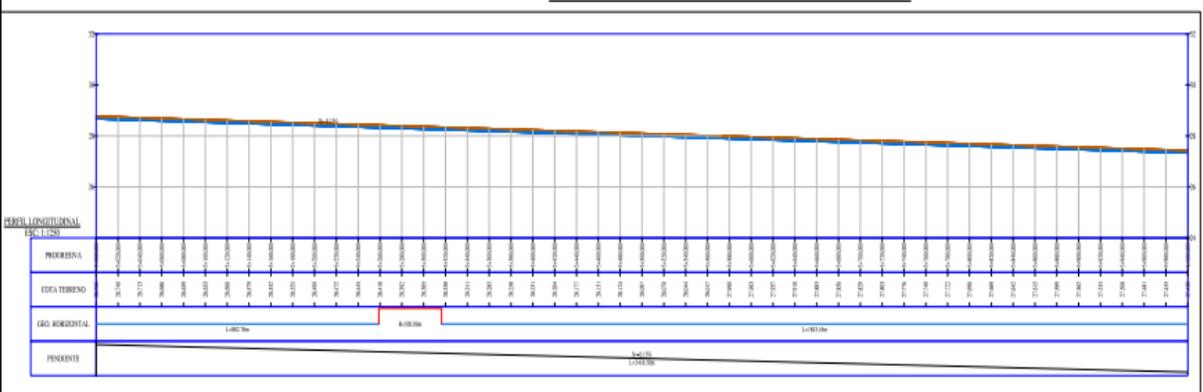


PLANTA KM 5+000 - 6+000

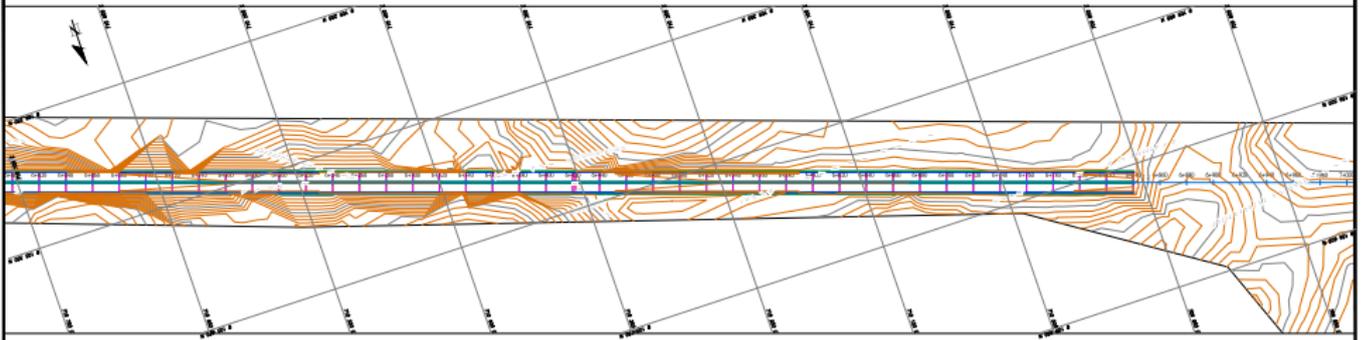


PI	P.C.	P.J.	P.T.	S	M	E	L	L.C.	A	PM
P.18	5+200.00	5+207.000	5+210.00	0.03	0.03	300	28.70	37.50	0.00	0

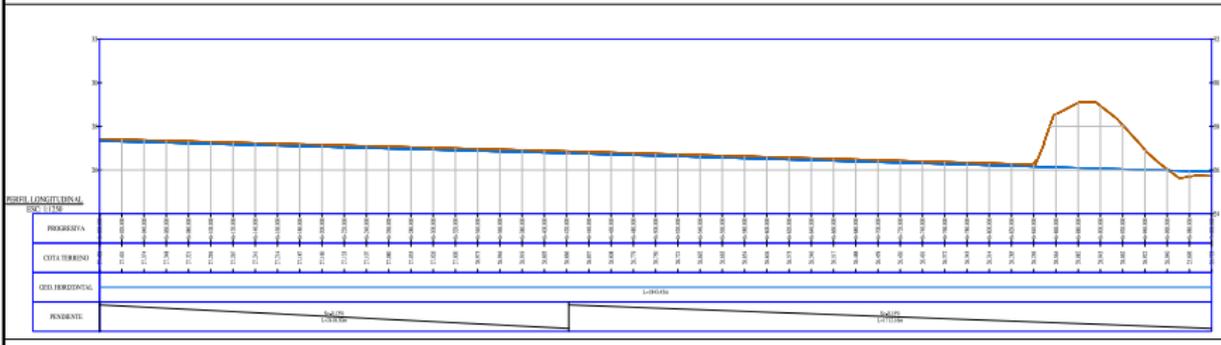
PERFIL LONGITUDINAL KM 5+000 - 6+000



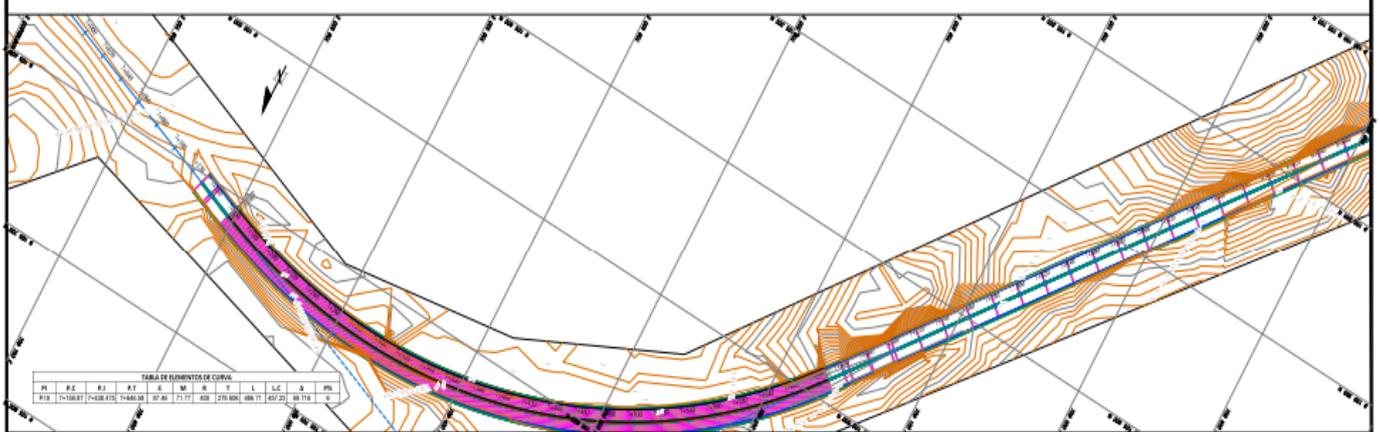
PLANTA KM 6+000 - 7+000



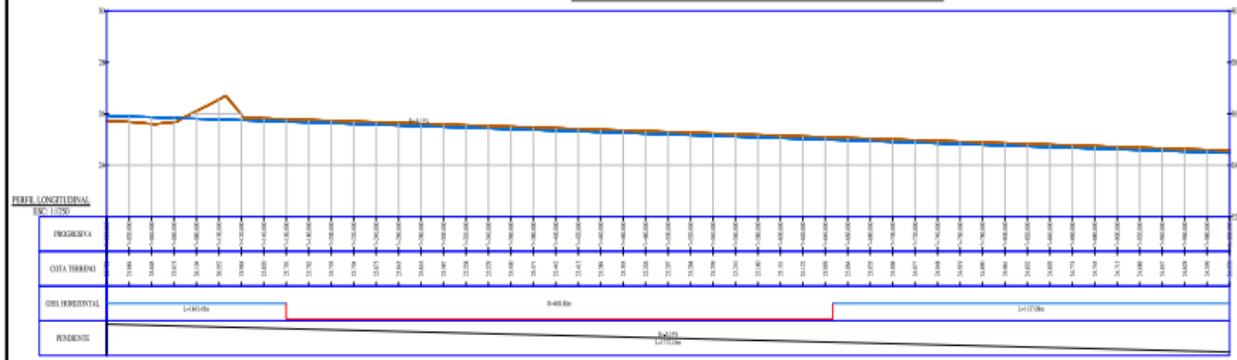
PERFIL LONGITUDINAL KM 6+000 - 7+000



PLANTA KM 7+000 - 8+000



PERFIL LONGITUDINAL KM 7+000 - 8+000



PLANTA KM 8+000 - 9+000

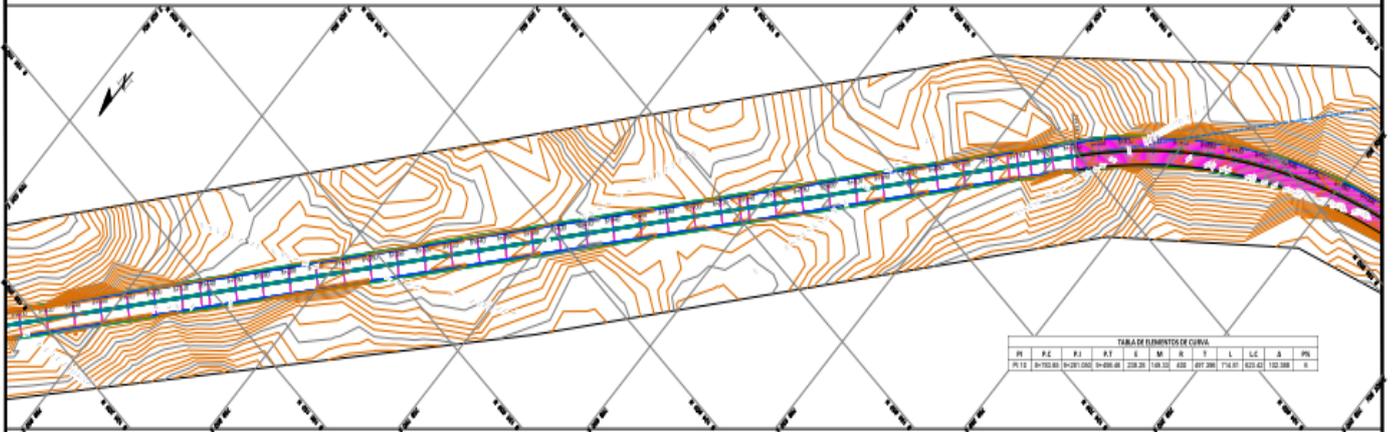
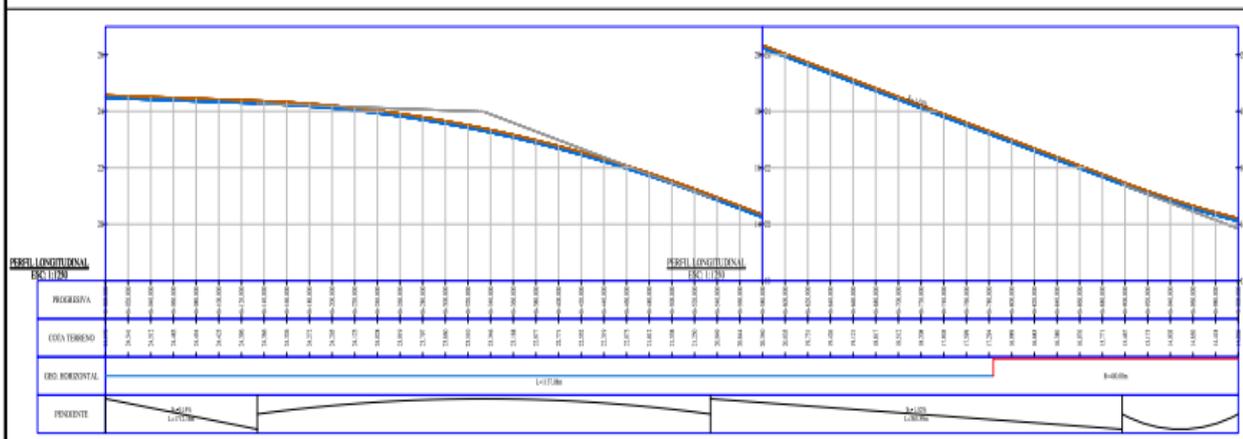
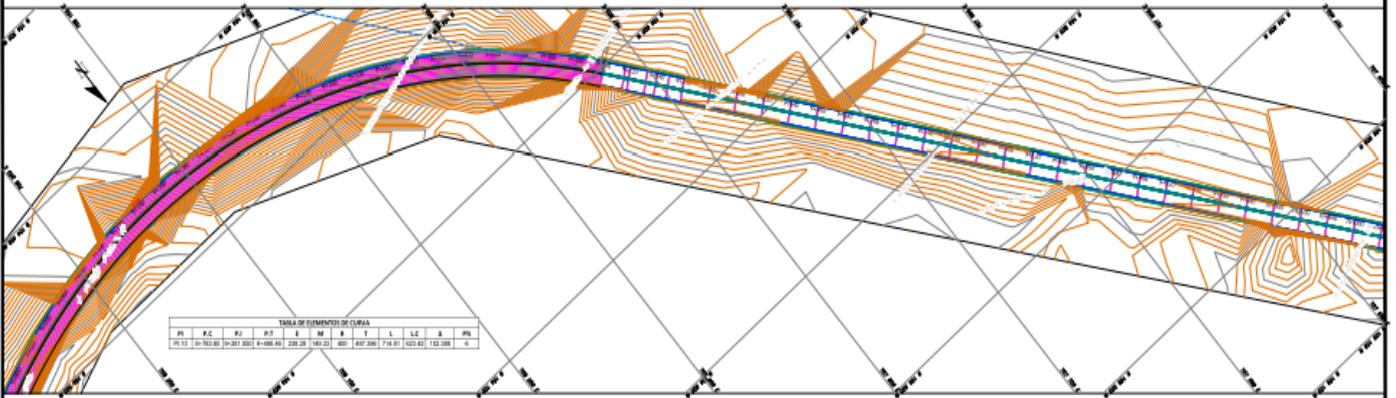


TABLA DE PUNTO DE CURVA										
PI	P.C.	P.T.	E	M	R	T	L	L.C.	A	PM
PK 8+100.00	PK 8+200.00	PK 8+300.00	2.28	2.28	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PK 8+100.00

PERFIL LONGITUDINAL KM 8+000 - 9+000

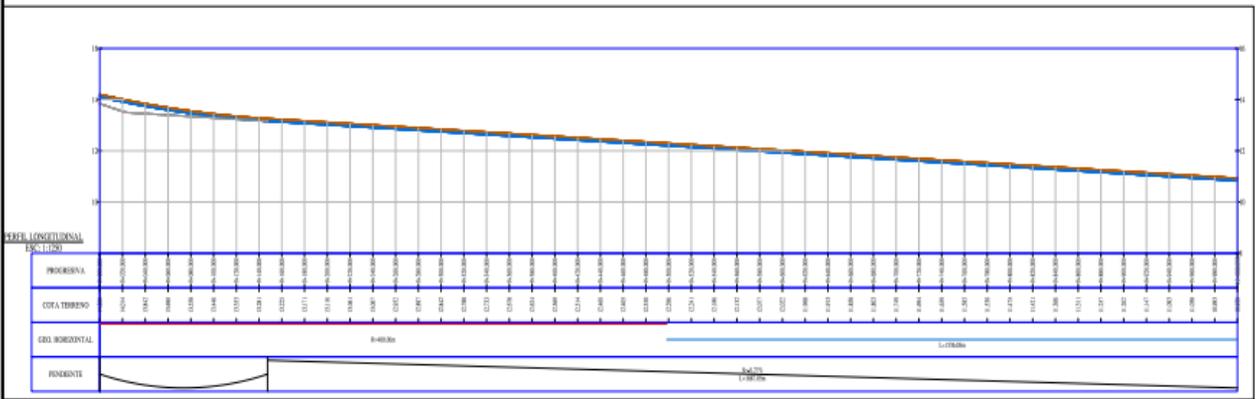


PLANTA KM 9+000 - 10+000

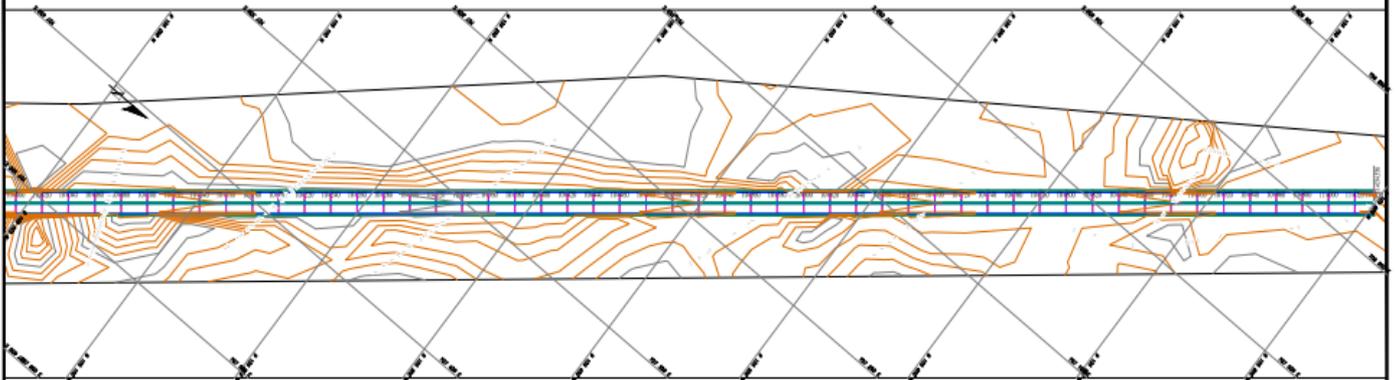


PI	P.C.	P.T.	E	M	T	L	LC	A	PL
9+762.00	9+201.00	9+168.00	229.24	140.21	400	100.000	744.61	122.42	132.388

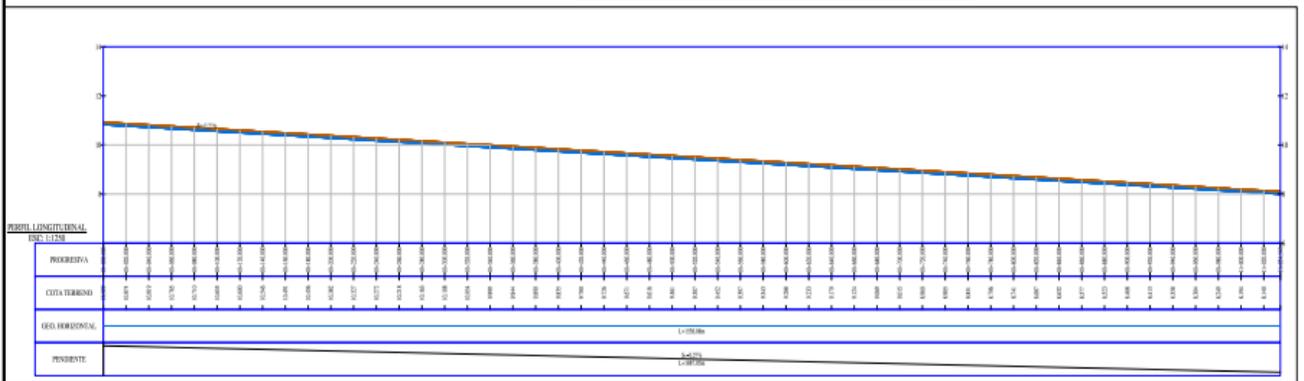
PERFIL LONGITUDINAL KM 9+000 - 10+000



PLANTA KM 10+000 - 11+035



PERFIL LONGITUDINAL KM 10+000 - 11+035



SITUACIÓN ACTUAL

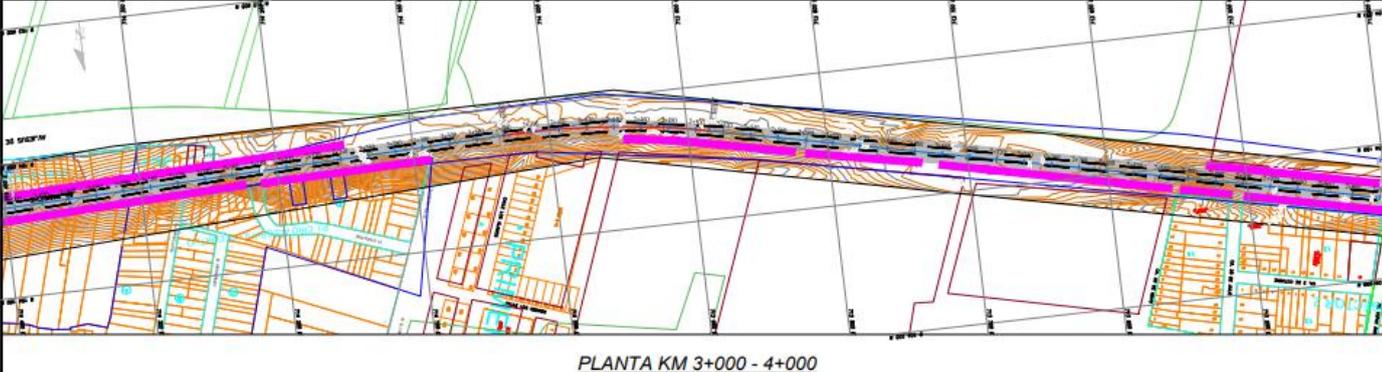
PLANTA KM 0+000 - 1+000



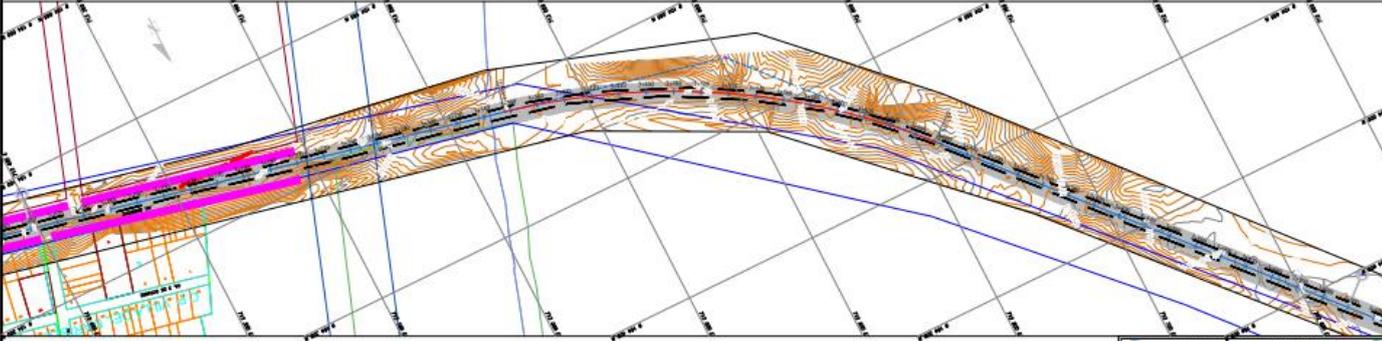
PLANTA KM 1+000 - 2+000



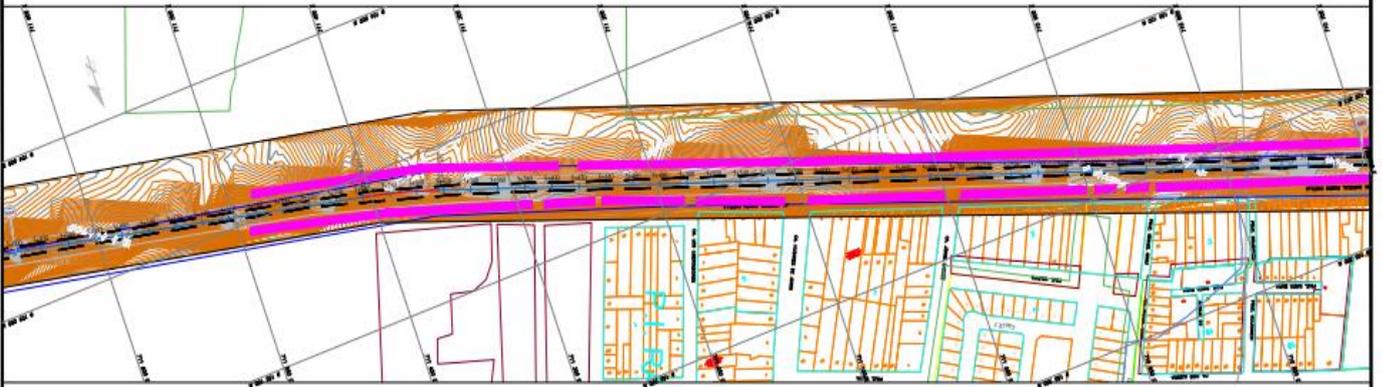
PLANTA KM 2+000 - 3+000



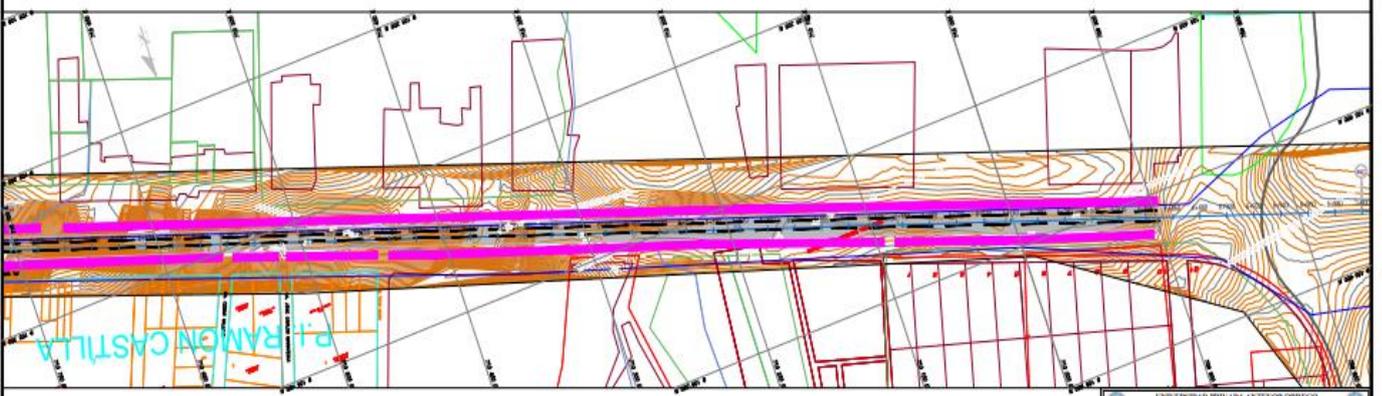
PLANTA KM 3+000 - 4+000



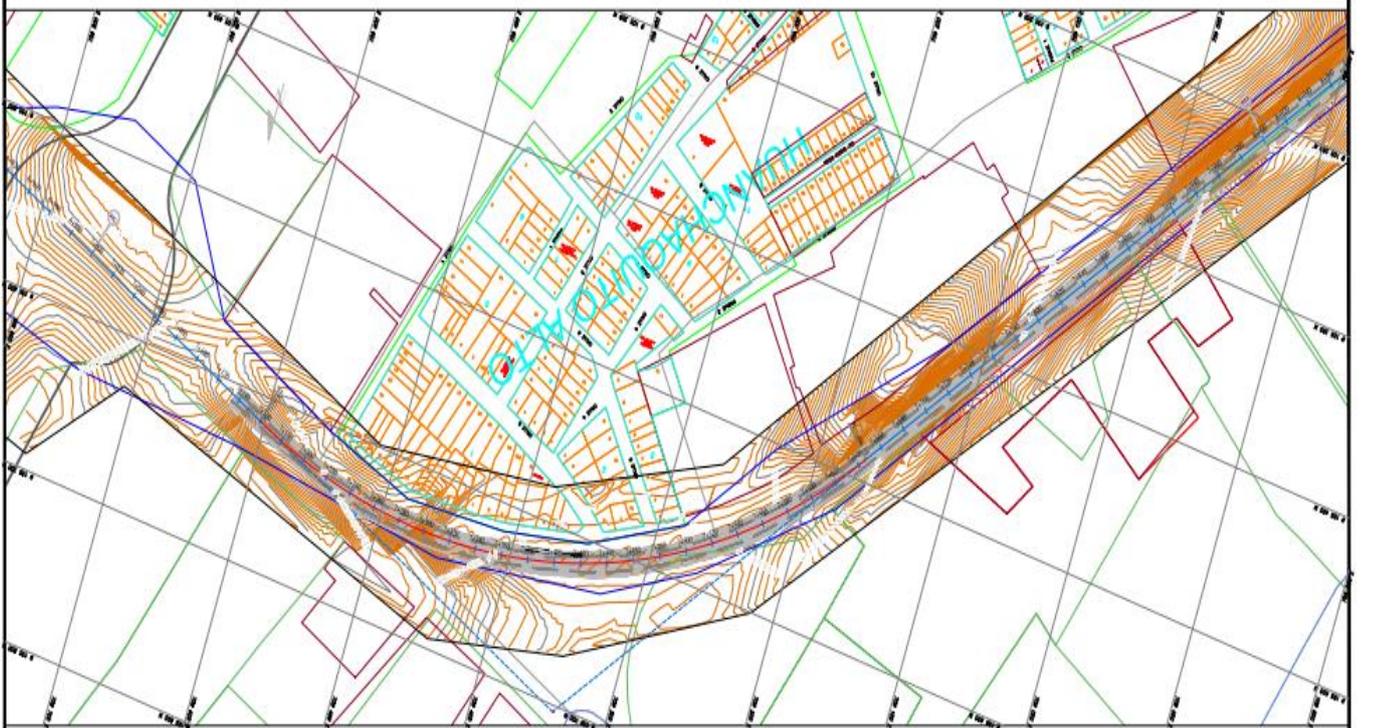
PLANTA KM 5+000 - 6+000



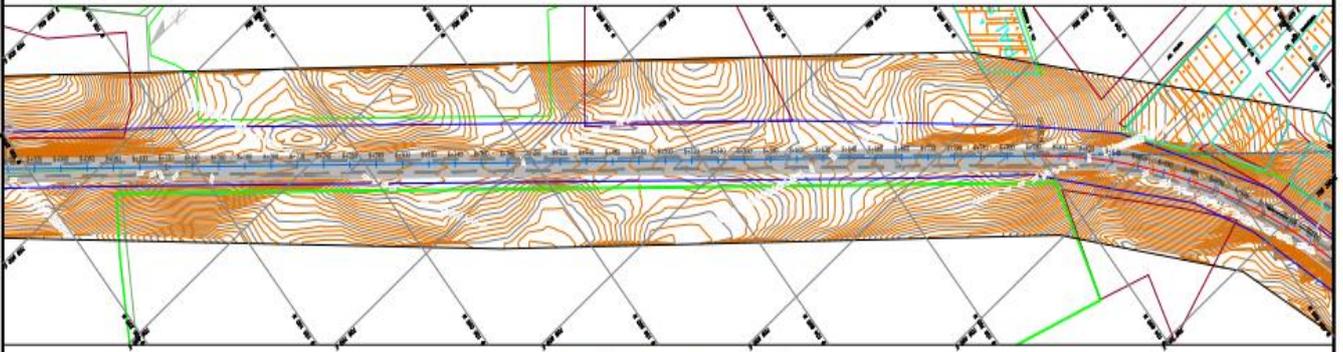
PLANTA KM 6+000 - 7+000



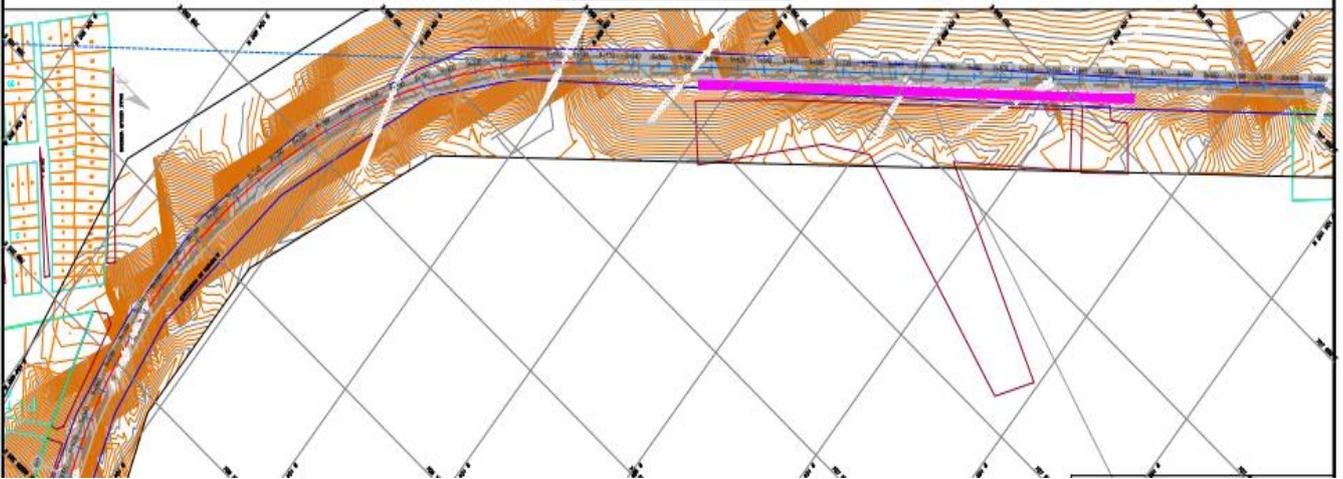
PLANTA KM 7+000 - 8+000



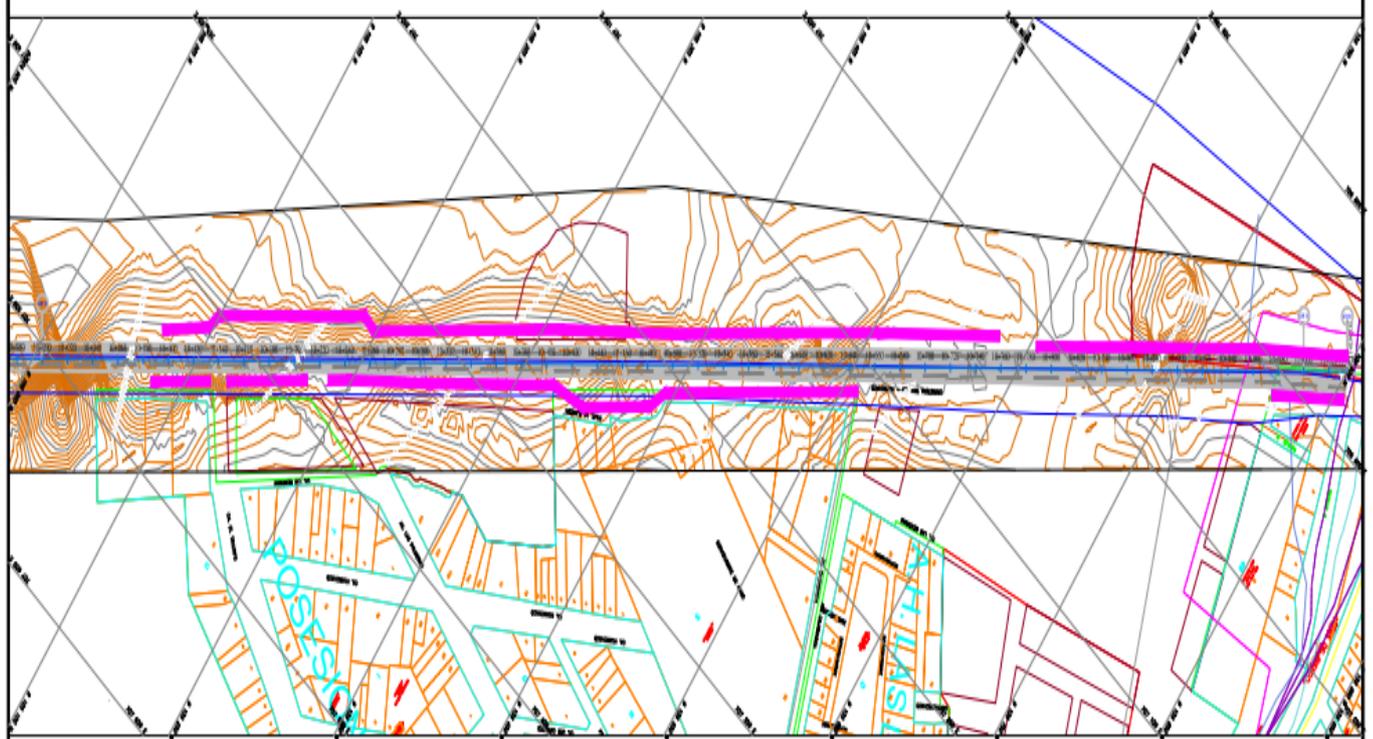
PLANTA KM 8+000 - 9+000

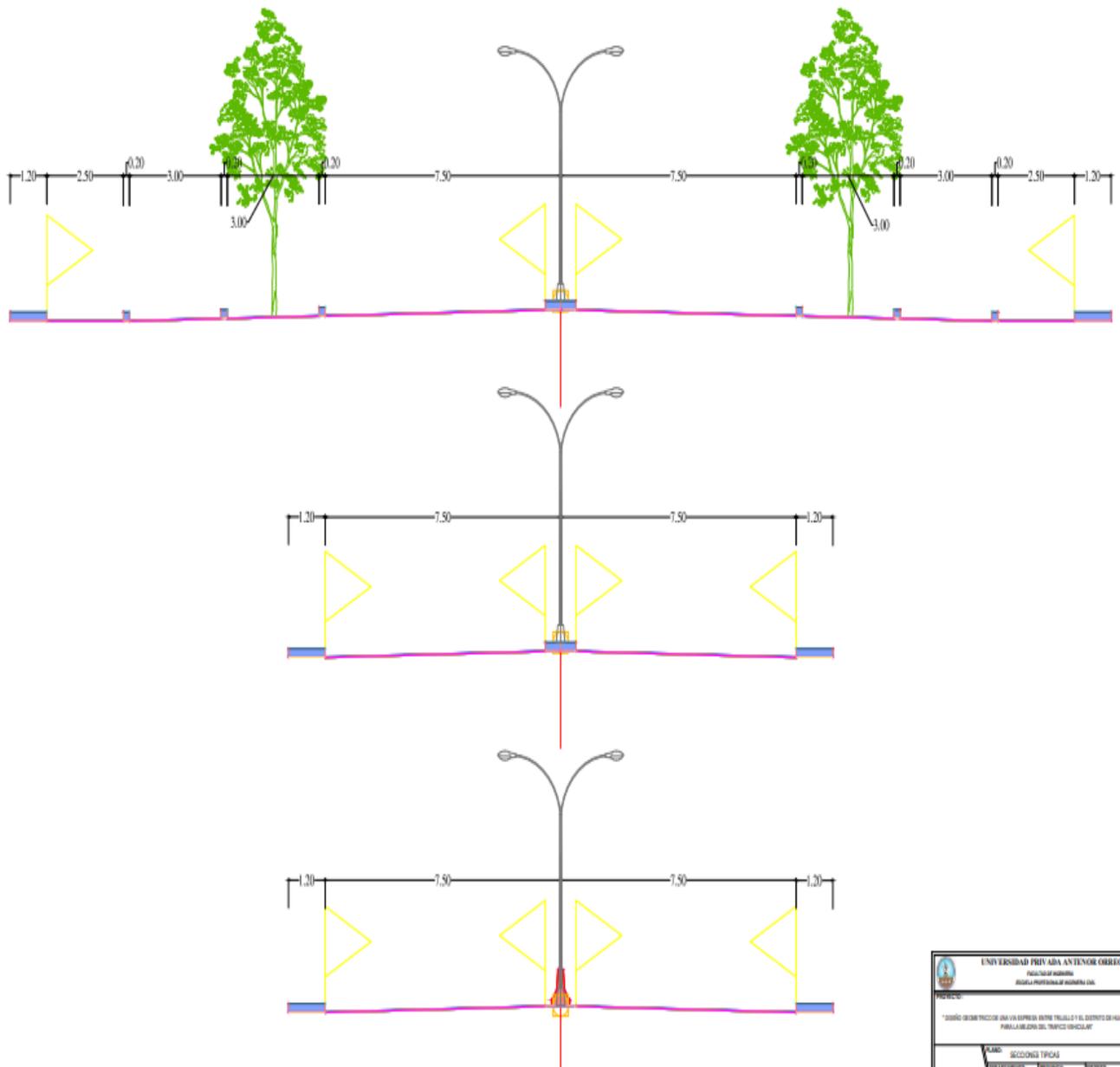


PLANTA KM 9+000 - 10+000



PLANTA KM 10+000 - 11+035





UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROFESOR:	0000000
UNIDAD DE OPERACIONES DE LA EMPRESA EN EL SECTOR DEL TRAFICO VEHICULAR	
PARA LA SECCION DEL TRAFICO VEHICULAR	
ALUMNO:	0000000
SECCION TYPICA	
INSTRUMENTACION - PLANIMETRIA - SECCION TYPICA	

