



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito  
Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AUTOR:

Fernandez Sotomayor, Martin Enrique (ORCID: 0000-0001-8937-4380)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

TRUJILLO - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mi madre, Emilia Enriqueta Sotomayor Paredes, gracias por el gran amor que me das, todo el apoyo incondicional que siempre me has brindado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, y a mi abuelita Enriqueta Paredes Torres, por siempre apoyarme en todo, no hay palabras en este mundo para agradecerles.

A mis hermanos Lucia y Manuel, quienes siempre estuvieron presentes para impulsarme y seguir adelante con mi objetivo de ser profesional y seguir adelante en la vida.

## **Agradecimiento**

A mis asesores: Ingeniero Josualdo Carlos Villar Quiroz y el Ingeniero Luis Alberto Horna Araujo, por su cooperación desinteresada y asistencia en el desarrollo de esta Tesis Profesional, por brindarnos su tiempo y contribución y su destacada experiencia, esto me impulsa a seguir su ejemplo.

A la Universidad Cesar Vallejo, a la Facultad de Ingeniería, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a cada profesor que nos impartieron sus conocimientos durante el paso por esta Alma Mater.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
índice de contenidos.....	iv
índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I.INTRODUCCIÓN. ....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	7
III.METODOLOGÍA .....	59
3.1 Enfoque, tipo de investigación. ....	59
3.2. Diseño de investigación: .....	59
3.3. Variables y Operacionalización.....	60
3.4. Población, muestra y muestreo .....	61
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	61
3.6. Método de análisis de datos: .....	73
3.7. Aspectos éticos:.....	75
3.8. Desarrollo: .....	76
3.8.1. Levantamiento topográfico. ....	76
3.8.2. Estudio de mecánica de suelos. ....	77
3.8.3. Estudio de Hidrología. ....	77
3.8.4. Estudio del Trafico .....	78
3.8.5. Diseño Geométrico de la Carretera.....	78
3.8.6. Impacto Ambiental: .....	78
IV. RESULTADOS .....	84
V. DISCUSIÓN.....	111
VI. CONCLUSIONES.....	117
VII. RECOMENDACIONES.....	118
VIII. REFERENCIAS.....	119
ANEXOS. 1	

## Índice de tablas

TABLA 1. “Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras, según el reglamento nacional de vehículos”. (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente).....	12
TABLA 2. Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	13
TABLA 3. Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km).....	14
TABLA 4. Valores de velocidades máximas de operación.....	14
TABLA 5. Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros).....	15
TABLA 6. Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%.....	15
TABLA 7. Elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo.....	17
TABLA 8. Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos. ....	18
TABLA 9. Máximas longitudes sin visibilidad de paso o adelantamiento. ...	18
TABLA 10. Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada.....	18
TABLA 11. Consideraciones de diseño. ....	20
TABLA 12. Deflexión máxima según velocidad de diseño.....	20
TABLA 13. Longitudes de tramos en tangente. ....	21
TABLA 14. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras..	23
TABLA 15. Fricción transversal máxima en curvas.....	24
TABLA 16. Valores de radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.....	24
TABLA 17. Longitud mínima de curva de transición.....	25
TABLA 18. Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase. ....	26
TABLA 19. Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.....	30
TABLA 20. Longitud mínima de transición.....	31
TABLA 21. Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte.....	32
TABLA 22. Distancias mínimas a obstáculos fijos. ....	41
TABLA 23. Pendientes máximas (%). ....	42
TABLA 24. Valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase. ....	47
TABLA 25. Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical	

cóncava en carreteras de tercera clase.....	49
TABLA 26. Anchos mínimos de calzada en tangente.....	51
TABLA 27. Ancho de bermas.....	52
TABLA 28. Valores del bombeo de la calzada.....	53
TABLA 29. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte...54	54
TABLA 30. Valores de peralte máximo. ....	54
TABLA 31. Peralte mínimo. ....	55
TABLA 32. Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente.....	55
TABLA 33. Tramos mínimos en tangente entre curvas del mismo sentido. ..55	55
TABLA 34. Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V). ....	56
TABLA 35. Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes). ....	56
TABLA 36. Inclinaciones máximas del talud (V:H) interior de la cuneta.....	57
TABLA 37. Dimensiones mínimas. ....	58
TABLA 38. Matriz de clasificación de variables. ....	61
TABLA 39. Instrumentos y validaciones.....	62
TABLA 40. Cantidad de calicatas para exploración de suelo. ....	69
TABLA 41. Numero de ensayos CBR. ....	69
TABLA 42. Grados de impacto. ....	80
TABLA 43. Matriz de impacto ambiental durante la etapa de ejecución.....	80
TABLA 44. Medición del impacto ambiental.....	81
TABLA 45. Matriz de impacto ambiental durante la etapa de operación . ¡Error! Marcador no definido.	
TABLA 46. Coordenadas UTM. ....	85
TABLA 47. Limite líquido. ....	86
TABLA 48. Índice de plasticidad.....	86
TABLA 49. SUCS.....	86
TABLA 50. AASHTO.....	86
TABLA 51. CBR. ....	86
TABLA 52. Precipitaciones máximas. ....	87
TABLA 53. Intensidad de lluvia (mm/hr) ....	89
TABLA 54. Valores de periodo de retorno T(años).....	90
TABLA 55. Riesgos Admisibles en Tipos de Obras.....	90
TABLA 56. Resultados del software Hidroesta. ....	92
TABLA 57. Regresión potencial.....	93
TABLA 58. Factores Regresión potencial.....	94

<b>TABLA 59. Intensidades duración en minutos.....</b>	<b>95</b>
<b>TABLA 60. Intensidades duración en minutos.....</b>	<b>95</b>
<b>TABLA 61. Coeficiente de escorrentía. ....</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 62. Coeficiente de escorrentía en base al tipo de superficie .....</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 63. Talud de cuneta.....</b>	<b>99</b>
<b>TABLA 64. Cálculo del diseño de caudal de cunetas .....</b>	<b>100</b>
<b>TABLA 65. Cálculo del caudal de diseño de cuneta.....</b>	<b>101</b>
<b>TABLA 66. IMD .....</b>	<b>103</b>
<b>TABLA 67. Características del diseño geométrico de la vía .....</b>	<b>106</b>
<b>TABLA 68. CBR.....</b>	<b>107</b>
<b>TABLA 69. Categoría de la subrasante. ....</b>	<b>107</b>
<b>TABLA 70. Cálculo de ejes equivalentes (ESAL) .....</b>	<b>108</b>
<b>TABLA 71. Catálogo de capas de Afirmado .....</b>	<b>108</b>

## Índice de figuras

<b>FIGURA 1.</b>	<b>Distancia de visibilidad de parada (<math>D_p</math>).</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 2.</b>	<b>Distancia de visibilidad de adelantamiento.</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 3.</b>	<b>Distancia de visibilidad de paso (<math>D_a</math>).</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 4.</b>	<b>Simbología de la curva circular.</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 5.</b>	<b>Elemento de curva simple.</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 6.</b>	<b>Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4).</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 7.</b>	<b>Elementos de la curva de transición-curva circular.</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 8.</b>	<b>Curva circular con curva de transición.</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 9.</b>	<b>Giro en el borde externo.</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 10.</b>	<b>Giro en el borde interno.</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 11.</b>	<b>Configuraciones recomendables.</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 12.</b>	<b>Configuraciones recomendables.</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 13.</b>	<b>Configuraciones recomendables.</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 14.</b>	<b>Curva de vuelta</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 15.</b>	<b>Radio interior.</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 16.</b>	<b>Longitud mínima de la espiral de acuerdo al peralte.</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 17.</b>	<b>Alineamiento horizontal.</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 18.</b>	<b>Transición del peralte.</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 19.</b>	<b>Planta de la transición del peralte.</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 20.</b>	<b>Perfil longitudinal de la transición del peralte.</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 21.</b>	<b>Sobreancho de una curva.</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 22.</b>	<b>Distribución de sobreancho en los sectores de transición y circular.</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 23.</b>	<b>Sobre ancho en las curvas, vehículos rígidos.</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 24.</b>	<b>Transición del sobreancho en las curvas.</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 25.</b>	<b>Sobreancho en las curvas, vehículos articulados.</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 26.</b>	<b>Desarrollo curvo circular.</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 27.</b>	<b>Verificación grafica distancias de visibilidad en perfil en curvas convexas.</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 28.</b>	<b>Visibilidad en curva.</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 29.</b>	<b>Elementos de la curva vertical simétrica.</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 30.</b>	<b>Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 31.</b>	<b>Elementos de la curva vertical asimétrica.</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 32.</b>	<b>Elementos de la curva vertical simétrica.</b>	<b>46</b>



<b>FIGURA 33.</b>	<b>Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de parada .....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 34.</b>	<b>Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso. ....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 35.</b>	<b>Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 36.</b>	<b>Sección típica a media ladera vía de dos carriles en curva. .</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 37.</b>	<b>Pendiente transversal de bermas. ....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURA 38.</b>	<b>Casos de bombeo. ....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 39.</b>	<b>Sección transversal típica en tangencia. ....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 40.</b>	<b>Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 41.</b>	<b>No Experimental (Transversal). ....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 42.</b>	<b>Factores de corrección.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 43.</b>	<b>Grafica de torta- Estudio de tráfico. ....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 44.</b>	<b>Histograma- Estudio Hidrológico. ....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 45.</b>	<b>Trazo de la poligonal del área de estudio. ....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 46.</b>	<b>Archivo kmz.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 47.</b>	<b>Topografía del área de estudio. ....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 48.</b>	<b>Levantamiento Topográfico con Global Mapper .....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 49.</b>	<b>Puntos Topográficos. ....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 50.</b>	<b>Curvas de Nivel con Software Global Mapper. ....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 51.</b>	<b>Precipitación en 24 HRS. (mm). Estación Huamachuco.....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 52.</b>	<b>Distribución Log Normal de dos Parámetros .....</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 53.</b>	<b>Distribución de Gumbel o Extrema Tipo I.....</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 54.</b>	<b>Distribución Log - Pearson III o gama de tres parámetros....</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 55.</b>	<b>Periodo de retorno .....</b>	<b>94</b>
<b>FIGURA 56.</b>	<b>Curvas IDF de la cuenca.....</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA 57.</b>	<b>Formula de caudal .....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA 58.</b>	<b>Formulario de kirpch, Tomes, Bransby Williams .....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA 59.</b>	<b>Formula del Caudal.....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 60.</b>	<b>Ecuación de Mannig .....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 61.</b>	<b>Cálculo de Cunetas.....</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA 62.</b>	<b>Alineamiento Horizontal. ....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA 63.</b>	<b>Perfil longitudinal.....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA 64.</b>	<b>Secciones Transversales. ....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 65.</b>	<b>Elementos de diseño geométrico. ....</b>	<b>105</b>

**FIGURA 66. Catálogo de capas de afirmado (revestimiento granular) ...109**

## **Resumen**

La presente tesis se realizó en Trujillo, en la Universidad Cesar Vallejo, se determinó el diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, la libertad, 2020, para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental, transversal, el muestreo fue no probabilístico por juicio, la recolección de datos se realizó con diversos tipos de instrumentos es guía técnica, ficha de resumen, ficha de observación, para analizar los datos se empleó la inferencia estadística, el problema es el ingreso vehicular de tránsito pesado, liviano por la actual vía de evitamiento la cual ingresa a la zona urbana de la ciudad y conjuntamente con tránsito local congestiona el dinamismo vehicular y comercial de productos, agrícolas, forestales, pecuarios, minarles, el diseño de la vía se clasifico en una carretera de tercera clase, con terreno accidentado tipo 3, con un índice medio diario menor a 400 vehículos por día, velocidad de diseño de 30 km/h, con peralte de 12%, con bombeo de 2.50% y un mínimo de pendiente de 10%, se logró determinar el diseño geométrico establecido por el Manual de Carreteras DG 2018 y el Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014.

Palabras clave: clasificación de carretera, tipo de terreno, imd, pendiente.

## **Abstract**

The present thesis was carried out in Trujillo, in the University Cesar Vallejo, it was determined the design of the south avoidance route at the level of affirmed in the district Huamachuco, Sanchez Carrion, the freedom, 2020, for the realization of the thesis it was used a non experimental, transversal design, the sampling was not probabilistic by judgment, the collection of data was carried out with diverse types of instruments is technical guide, data card, observation card, to analyze the data was used the statistical inference, the problem is the entrance of heavy and light traffic vehicles through the current road which enters the urban area of the city and together with local traffic congests the vehicle and commercial dynamics of agricultural, forestry, livestock, mining products, the design of the road was classified as a third class road, with type 3 rough terrain, with an average daily rate of less than 400 vehicles per day, design speed of 30 km / h, with 12% camber, with pumping 2. 50% and a minimum slope of 10%, it was possible to determine the geometric design established by the DG 2018 Highway Manual and the 2014 Soil, Geology, Geotechnics and Pavement Manual.

Keywords: road classification, type of terrain, imd, slope.

## **I.INTRODUCCIÓN.**

### **1.1. Realidad problemática.**

“Una parte de gran interés dentro del crecimiento del transporte de carga terrenal, es la buena situación de las vías, lo eficiente es que las construcciones de las vías sean con materiales y mano de obra de calidad, que les permitan poseer mayor vida útil contando asimismo con la limpieza y el constante mantenimiento para preservarlas en perfectas condiciones, esto abarca también las señalizaciones viales” (Hernández, 2017)

“En Chile, las carreteras que se diseñaron para que conformen vías de evitamiento se les nombra vías de desviación, en cuales las peculiares las integran: avenida Américo Vespucio en esta metrópolis y palmas en la ciudad de Valparaíso estas infraestructuras brindan su servicio garantizando la fluidez dinámica para el transporte” (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile)

“En Argentina, La ejecución de la primera carretera se basa al diseño vial existente para el movimiento de personas y el transporte de diferentes tipos de mercancías, con el objetivo de realizar una vía transitable de un lugar a otro mediante el uso de vehículos. automotor” (María Alejandra Bettera, 2019)

“En Ecuador, exactamente en Guayaquil, el irresponsable desarrollo urbano, ha rebasado las fronteras de la vía perimetral, consecuentemente se encuentran consideradas en el área del lindero de edificaciones, conociéndose esta realidad captada, origina la construcción de la carretera progresista de esta nación” (Carreteras Pan-Americanas, 2016)

“En nuestro país el contratiempo del congestionamiento vehicular es evidente, en ciudades como Chiclayo, Trujillo, Lima, Arequipa, presentan un mal ordenamiento dinámico vehicular y no tienen iniciativa para adaptar nuevos sistemas viales para solucionar este problema. Solamente en Lima en los últimos 10 años se está dando el interés para poder solucionar esta problemática, mediante la construcción de pasos a desnivel, por lo que desde el año 2014 se planteó la construcción de 13 nuevos pasos a desnivel hasta el año 2021. En la actualidad la ciudad de Trujillo cuenta con dos intercambios viales” (Abanto Cubas, 2019)

“Gran parte de las vías de comunicación de los pueblos de la sierra, como la ciudad de Huamachuco no están diseñadas de acuerdo a las norma DG-2018, y se encuentran con una mala infraestructura vial y los transportista que circulan por estas, por desgracia arriesgando su vida y su capital de trabajo, como también un alto costo para el mantenimiento de sus vehículos, el cual incrementa el pasaje y flete de los pobladores que se transportan, por tal motivo desarrollaremos la presente investigación, para beneficio de los pobladores de dichas zonas” (Rios Armas , y otros)

“La Municipalidad Provincial Sánchez Carrión a través del mandato decisivo N.º 04-95-MTC dan por admitido la normativa de terminología vial y áreas de entretenimiento común-capítulo 1; ámbito de aplicación y competencia. - La nomenclatura de vías públicas y áreas con esparcimiento público de las zonas urbanas del país es incumbencia de los Gobiernos Locales, los mismos que vigilarán el cumplimiento del presente Reglamento” (Ministro de Transportes, 1995) (Galvez, 2019) encontró que: “Los dictámenes de anteproyecto geométrico; categoría, sección transversal, velocidad y trazo, acoplado en las definiciones de la DG-2018 para trazos de carreteras de evitamiento, es semejante en relación a la guía de trazo geométrico de Sudamérica, reglas acondicionadas al manual de diseño AASHTO”.

(Villalobos , 2017) encontró que: “El proyecto colaborará al progreso socioeconómico de la jurisdicción, acrecentando el estándar de subsistencia a los habitantes, poseerá estabilidad vehicular y aminorará el tráfico por la avenida pakamuros. Incrementará la actividad económica y extensión de la metrópoli y crecerá al pasar los años produciendo que la comercialización de la productividad agrícola sea más rápida y eficaz para los establecimientos más próximos”.

(Zafra, 2017) encontró que: “El de impacto ambiental especifica el impacto negativo de las reducciones de suelo durante la ejecución de la obra, lo que tiene un impacto positivo en el progreso socioeconómico y cultural de la ciudad, logrando la mejora del nivel de vida de los residentes y contribuyendo a los transportistas y turistas”.

La vía de evitamiento sur de la metrópoli Huamachuco garantiza su rol articulador de red de tránsito comercial e interprovincial y transporte pesado al evitar ingresar a la zona urbana de esta, evitando el congestionamiento vehicular y otras molestias, por ende, se considera de interés ejecutar esta vía que impulsara el progreso

socioeconómico a la ciudad y provincias aledañas.

Sociedad Concesionaria Autopista del Norte SCA y Aleatica: La Red Vial N°4 (en adelante “la RV4”) es una de las carreteras más importantes del Perú al unir su capital, Lima, con varias ciudades y puertos de importancia del norte del país. En el año 2009 OHL Concesiones, hoy Aleatica, se adjudicó la concesión de la vía, la cual incluye; i) la operación y el mantenimiento de 356 km de carretera existente; y ii) la construcción de un segundo carril de 283 km. Posteriormente, a través de la Adenda 2 al Contrato de Concesión en el año 2016, se le encargó también la obra de una vía de evitamiento en la metrópoli de Chimbote de 37 km de longitud. Para cumplir con los objetivos de la concesión, Aleatica ha conformado dos firmas: i) Autopista del Norte (en adelante “AUNOR”), la cual gestiona las obras de construcción y funge como la concesionaria de la RV4; y ii) Operadora de Carreteras (en adelante “OPECAR”), la cual trabaja y conserva las obras de la concesión.

Concesionaria IIRSA Norte S.A: Fundamenta oficialmente el análisis de rentabilidad para la viabilidad del proyecto “obra vía de evitamiento de Piura”, con un total de inversión de s/. 137 734 804, al costo del mes de junio 2013, trabajada por la concesión iirsa norte s. a, obra vía de evitamiento Piura sur, finalizada, en realización al intercambio vial que enlaza la vía con la carretera panamericana norte.

“El primordial contratiempo que se manifiesta con conexión al ordenamiento vial en la ciudad de Huamachuco es que la estructura vial no contiene una jerarquía para el uso de las vías (muestra variedad de secciones), además de una inapropiada articulación de estas , mostrando dificultad con vinculo a dimensionamiento de la sección vial en servicio a su jerarquía y función, tránsito de transporte pesado, interprovincial y liviano en áreas residenciales sin procedimiento específico y compatible con la actividad urbana. Problema que se aumenta debido a la limitación de la sección vial operativa, al ser usadas como áreas de estacionamiento” (Municipalidad Provincial Sanchez Carrion , 2016)

La infraestructura inadecuada y precarias de las vías de la ciudad, incumplimiento de reglas de la DG 2018, deficiente gestión del área de transporte de la localidad, incumplimiento de las normas de tránsito pesado, liviano y transporte urbano por falta de supervisión y control, insuficiencia infraestructural en capas pavimentadas y/o concreto, calles en la zona central de la ciudad. Procedimientos ingenieriles

inadecuados para la circulación vehicular y peatonal.

La mejor ruta para el trazo de la vía de evitamiento este servirá al ingreso de tránsito vehicular pesados y livianos en la parte sur de la ciudad de Huamachuco, la cual será diseñada con la norma actual de diseño geométrico (DG-2018). Y buscar consigo el mejoramiento en desarrollo socioeconómico de la ciudad y provincias aledañas.

Al no realizarse el proyecto a investigar se seguirá presentando el ingreso vehicular de tránsito pesado, liviano por la actual vía de evitamiento la cual ingresa a la zona urbana de la ciudad y conjuntamente con tránsito local congestiona el dinamismo vehicular y comercial de productos, agrícolas, forestales, pecuarios, minarles. Esto retrasará el progreso socioeconómico y educativo de la población ya que tampoco permitirá el acceso a turistas a la zona. Además, los conductores y viajeros y peatones sufrirán los continuos accidentes de tránsito por estar siempre en contacto con el caos vehicular, y el costo en gastos en mantenimiento de vehículos y la exposición a las enfermedades se mantendrán por ser Huamachuco un nodo de interconexión a zonas urbanas y provinciales.

## **1.2. Planteamiento del problema.**

¿Cuál es el diseño de afirmado de la vía de evitamiento sur en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad 2020?

### **1.3. Justificación.**

El proyecto de investigación busca contar con una nueva vía de evitamiento el parte sur de la ciudad de Huamachuco debido que es un nodo de interconexión de transporte comercial y provincial cuya función no puede ser interrumpida por la gran demanda de transporte comercial e interprovincial. Así mismo el diseño de la vía de evitamiento nos sirve en mejora de fluidez vehicular ante la gran demanda de transporte pesado. Además, la vía de evitamiento logra el desarrollo socioeconómico más rápido y eficaz. Este trabajo servirá para la población presente y provincias aledañas repercutiendo a nivel nacional y mundial.



Teniendo en cuenta la necesidad que tiene Huamachuco de tener un ordenamiento vehicular y una descentralización del mismo para desplazarse de un punto a otro en menor tiempo y con seguridad para ambas partes; además con esta investigación comenzaremos a dar una expectativa de limitación de la zona urbana de esta además contribuirá en el estilo de vida de los centros poblados que se encuentren influenciados por la vía del proyecto. Al diseñar una vía de evitamiento teniendo en cuenta los parámetros, diseños y normas estandarizadas en el Perú estamos garantizando la calidad de la infraestructura al tener en cuenta todos los fenómenos que puedan ocurrir y si ocurren tengan el menor impacto posible y se justifica porque beneficia al distrito de Huamachuco el acceso de vehículos medianos y pesados agilizando el transporte haciéndolo seguro y rentable y lo conecta con las provincias aledañas.

Al permitir actividades agrícolas, mineras, forestales, pecuarias y turísticas a todas partes del mundo gracias a esta vía de evitamiento que significa más desarrollo a la población manifestándola como una actividad generadora de recursos económicos por lo tanto la producción como medio de vida será mejor explotado, incrementando los recursos agrícolas, minerales, forestales, pecuarias y turísticas con lo que se cree que el diseño para esta vía de evitamiento será en bien al desarrollo socioeconómico de la ciudad.

La justificación metodológica de este proyecto es diseñar la vía de evitamiento sur de Huamachuco mediante software Civil 3D y la aplicación del reglamento DG-2018 conjuntamente con topografía, estudios de suelos. La metodología empleada servirá de ayuda para la construcción de vías para una ciudad.

#### **1.4. Hipótesis.**

El diseño de la vía de evitamiento a nivel de afirmado de la metrópoli de Huamachuco desde Vía Nacional 3N hasta la Vía Molino Grande. Proporcionará los planos y diseño de la vía bajo la clasificación de una carretera de tercera clase, con los parámetros de la norma de Diseño Geométrico 2018. En el distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020

## **1.5. Objetivos:**

### **1.5.1. Objetivos Generales:**

Realizar el diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado desde La Vía Nacional 3N hasta la Vía Molino Grande teniendo en cuenta la normativa técnica vigente. Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad 2020

### **1.5.2. Objetivos Específicos:**

- ✓ Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio para el diseño de la vía de evitamiento.
- ✓ Obtener el estudio de mecánica suelos para conocer sus características y propiedades internas del terreno.
- ✓ Determinar el estudio hidrológico de la zona en estudio.
- ✓ Obtener el estudio de tráfico de acuerdo con la norma de Diseño Geométrico de carreteras (DG-2018).
- ✓ Realizar el Diseño Geométrico de la vía con los parámetros indicados en el manual de Diseño Geométrico 2018 que nos aporta el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)
- ✓ Realizar el análisis de impacto ambiental en las zonas de estudio, con finalidad de tener menos impacto posible y proteger la fauna y la flora existente.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes:

*“Normas De Diseño Geométrico Vial En Sudamérica Aplicado A Vías De Evitamiento En El Perú”.*

(Gálvez Y Vásquez, 2019) Determinaron las características de los parámetros y disposiciones para la realización del diseño de vías de evitamientos en el Perú, buscando brindar mejores servicios al transporte vehicular analizando los reglamentos de diseño vial en Sudamérica. (P.3). Por medio del procedimiento de análisis, se escoge averiguar los preceptos de diseño geométrico actuales de Sudamérica, el cual determinará la singularidad de diseño correspondiente de vías urbanas y por medio del procedimiento aplicativo se demanda aplicar las reglas encontradas en los reglamentos citadas, los cuales se conceptuará y adaptará el nuevo procedimiento de diseño, ISTRAM ISPOL. (P.55). consecuentemente se establece los criterios de diseño geométrico, encontrando igualdad en las normativas de Sudamérica, por que utiliza los criterios de la norma americana AASHTO, por ende, el diseño se desarrolla bajo los criterios del reglamento peruano. (P.135). La perspectiva de diseño geométrico: categoría, velocidad, trazo, secciones transversales y proyectos citados en el reglamento DG 2018,

La siguiente investigación nos aporta en resolver las perspectivas y criterios para diseñar vías, así mismo se realizó el análisis de las normas vigentes en Sudamérica y estas son adaptadas la norma AASHTO, consecuente los diseños que se explica bajo los criterios y parámetros tienen similitud a la norma del Perú, esta investigación nos establece que el manual DG-2018 nos aportara para nuestra presente investigación.

*“Análisis Y Diseño Para La Construcción De La Vía De Evitamiento De La Ciudad De Jaén Región Cajamarca 2015”*

(Villalobos y Lozada, 2017) Definieron cual fue la mejor ruta para la investigación. (P.109). Se inició con análisis del terreno para conocer la topografía del lugar, la orografía, fragmentos, emplazamientos, quebradas, flora del terreno, por el cual pasará el eje de la vía de evitamiento por donde esta será diseñada. Posteriormente en consecución se realiza el análisis hidrológico del proyecto. El análisis manejó hidrogramas de lluvias de la estación meteorológica más cercana. El análisis hidrológico se hizo en dos partes. En la primera parte se es estudio la estadística

para establecer las lluvias y conocer sus máximas avenidas para calcular su escorrentía y bombeo de la vía. En la segunda parte se delimitaron las curvas IDF y el caudal para la construcción del drenaje de la obra. (P.136). El análisis de tránsito es una disposición imprescindible para una ingeniosa apreciación del problema, por ende, es de suma importancia realizarlos y si no existe criterios para realizarlos no deben ser efectuados para no malgastar los recursos económicos y emplearlo en otros proyectos técnicamente planeados y privilegiados. (P.285). Este análisis determina la ruta más adecuada que tenga la condición imprescindible para ser nombrada una vía de evitamiento. Circulando la metrópolis de norte a sur y este del área urbana. Es primordial destacar que la ruta fue diseñada en el terreno y gabinete. Sin ningún inconveniente con la población ellos cooperaron en la expropiación de sus terrenos y pases para la vía de evitamiento. (P.835)

La investigación nos aporta en tomar la ruta más viable para nuestro proyecto, así como también tener una investigación de tráfico que es primordial para una estimación del problema, y la obtención de datos de diseño geométrico que servirá para la presente investigación.

*“Diseño Geométrico, Altimétrico De La Vía Para La Une sum Desde El Auditorio Ing. Clemente Vásquez Hasta El Tanque La Mona Abscisa (0+000 - 1+120)”*

(Rodriguez Velasquez, 2018) Realizar el análisis para una carretera alterna para la UNESUM desde el Auditorio Ing. Clemente Vásquez hasta el Tanque la Mona Abscisa (0+000 - 1+120). (P.3). Con el fin de estudiar la ruta desde el Auditorio Clemente Básquez hasta el Embalse Ramona, realizamos un estudio aplicado utilizando estándares técnicos y modelos matemáticos para realizar cálculos para determinar posibles condiciones y deflexiones del suelo. Superficie, erosión del suelo, falta de drenaje, etc. (P.37). Comprenda la geometría que aparece en la ruta alternativa. Para determinar las características topográficas y geométricas de los proyectos viales alternativos, pude observar la topografía del sitio lo que me permitió cumplir con la normativa allí establecida, por lo que se me ocurrió decidir el mejor diseño. para ayudar con MT y obras públicas, pero también hemos realizado visitas previas para conocer estas propiedades. Resultó ser una zona montañosa con fuertes pendientes y fue identificada como una de las decisiones más acertadas de la ruta. A continuación, echemos un vistazo a las imágenes de satélite que dan una mejor estimación que las citadas aquí. (P.39).

1.- La geoingeniería y las características topográficas del área donde se construirá la vía alternativa del Auditorio Clemente Básquez a la Cuenca de La Mona son suficientes para llevar a cabo el proyecto. 2Además, se puede concluir que los materiales utilizados en campo cumplen con las especificaciones y son óptimos considerando todos los aspectos relevantes. 3.- El diseño gráfico de la ruta alternativa desde el Auditorio Clemente Básquez hasta el Baño Ramona satisface las solicitudes específicas. (P.84)

La presente investigación nos proporciona una forma de desarrollar un estudio en una vía de evitamiento, además se utilizó las normas técnicas, modelos matemáticos, características geométricas y topográficas de la vía de evitamiento con ayuda de software esto nos servirá para obtener datos para nuestra presente investigación.

*“Diseño De Infraestructura Vial Para Mejorar La Serviciabilidad Vehicular Carretera Distrito Pacora – Sector Paleria Km 0+000 Al 15+644.00 – Lambayeque 2019”*

(Monteza y Segura, 2019). Diseñaron la vía mejorando el transporte vehicular al servicio de la población. (P.10). Efectuar el levantamiento topográfico al detalle, realizando el levantamiento altimétrico y planimétrico, utilizando el método en el espacio existente para prevenir los obstáculos, con coordenadas geográficas y UTM y con el procedimiento I.G.M y puntos B.M, equidistancias de curvas de nivel. Realizando el conteo de vehículos encontramos que el índice medio diario semanal nos arrojó una clasificación de unas carreteras terciarias. (P.18).

El diseño de la carretera, se ha elaborado conforme lo dispuesto en el reglamento DG 2018, realizando el estudio de suelos y la inclinación transversal del terreno, que es una orografía plana, cuando se obtuvo la velocidad de diseño, consecuentemente diseñamos los radios mínimos, cálculo del ancho por curva, cámara de inclinación en curvas, bombeo para drenaje de agua, distancia de parada, distancia de adelantamiento a segmentos tangentes. (P.26)

La siguiente investigación nos aporta para la geometría de la infraestructura vial, también nos brinda los datos de la orografía del terreno, las velocidades de diseño, radios mínimos, peralte de inclinación en curvas, sobre ancho por curva, bombeo para aguas pluviales, velocidad de parada de 50 y 85m, visibilidad de adelantamiento en tangentes, esta data nos servirá para la presente investigación.

*“Diseño Geométrico De La Carretera: P. J. Federico Villarreal - C.P.M. Las Salinas, Distrito De Tucume–Lambayeque - Lambayeque”*

(Purisaca Llontop, 2015) Elaboraron el documento técnico de obra que se realizó. (P.13). La elección de la ruta mediante el proceso de pesos absolutos en el cual se realiza un cuadro numérico donde se determina la clasificación de cada una de ellas que contenga la mayor singularidad y sea ahorrativa y beneficiosa para la zona como también las más costosas e inestables y de menos aprovechamiento social. (P.14). Según la base de datos se encontró la jerarquía de la carretera de tercera categoría y su rapidez de diseño, radio mínimo, inclinaciones mínimas como máximas, terreno de rodaje y partes que se obviaron fueron el bombeo, taludes, cunetas y peralte. (P.86). Logrando conseguir un trazo que se trabajara con fundamento a ejecutarse. (P.88)

La presente investigación nos aporta el diseño geométrico de carreteras, la opción de realizar el diseño a través del método de pesos absolutos por el cual se parámetro a cada una de las opciones de carretera que sean económicas, cómoda, segura y beneficiaria para la zona. Nos brinda una data de velocidades, radios, pendiente, superficies, taludes de corte y relleno, cunetas lo cual nos servirá para la presente investigación.

*“Diseño De Pavimentos Con Alternativas De Mezcla Asfáltica En Caliente Y Tratamiento Superficial Bicapa En La Vía De Evitamiento De La Ciudad De Jaén”.*

(Machare Aquino , 2019) Diseño de pavimento de derivación para construcción en Jaén La ciudad y opciones para mezcla en caliente y revestimiento de dos capas. (P.19). El proceso de la Asociación Estadounidense de Carreteras Estatales (AASHTO, por sus siglas en inglés) determina la estructura de un pavimento cómodo al mostrar la forma estructural y la recogida en función de la cantidad de tráfico que debe atravesarlo. El suelo que sostiene la calzada, el grado de utilidad en la calzada tanto al principio como al final (P.91). El diseño del piso se define para la variación de la línea y el espesor en los niveles de mezcla en caliente y tratamiento de superficie de doble capa (la duración del proyecto es de 5 años). Se han identificado impactos ambientales positivos y negativos (P.108).

La presente investigación nos aporta como diseñar el pavimento en una vía de evitamiento, así como también tener alternativas de espesores del pavimento proyectado, en caso se requiera de un diseño de pavimentación. Se utilizará para recopilar datos para la investigación que presento.

## **2.2. Bases teóricas.**

El rápido crecimiento poblacional y urbano dentro de una ciudad grande y de categoría intermedio aumenta y se propaga sobre áreas de peligro y la población busca que la ciudad progrese con mejor calidad de vida en la relación a sus actividades comerciales, mineros, turísticos y servicios de hospedaje, restaurantes, recreación, entre otros, tengan una dinámica económica. La población provincial es mayoritariamente rural, lo que ocurre en las ciudades en desarrollo lo cual se observa una población urbana con tendencia de crecimiento, conllevando a la ciudad cuente con características físicas para las funciones de avenidas, calles, electricidad, agua y alcantarillado, cuente con buena situación de estas, si la población aumenta el parque automotor de vehículos aumentara por ser esta ciudad un núcleo de servicios atractivos para los habitantes, la circulación de vehículos livianos, pesados incrementa y congestiona la zona urbana de la ciudad entonces se manifiesta el gran dificultad para las personas que están en contacto con los transportistas.

### **• Clasificación por demanda.**

“Las carreteras se clasifican de acuerdo a la necesidad de estas. En las cuales las vías de tercera categoría son las que contienen índices de vehículos de 400 vehículos por día y la carretera es de dos carriles, estas carreteras son de mayor aprovechamiento y beneficio para el desarrollo de ciudades en progreso” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

### **• Clasificación por orografía.**

“Las carreteras se clasifican en el Perú por su zona orográfica y de acuerdo a ellas se determina la categoría por ejemplo las carreteras de tercera categoría son porque sus terrenos son accidentados y sus inclinaciones son de 51 y 100% y la pendiente de las líneas verticales. Como era del 6% y del 8%, tuvimos que hacer cortes y aderezos. Esto los hace difíciles de concebir.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

### **• Criterios y controles básicos para el diseño geométrico.**

- ✓ **El Vehículo:** “Es nombrado a si por sus autopartes que conlleva a su movilización entre ellas conocemos al motor conjuntamente con el chasis del vehículo que contiene funcionalidades como el timón de dirección pies de embrague y freno, luces altas y bajas, neblineros que permiten la mejor conducción en zonas de neblina, entre otras partes que lo conforman” (Torres Tafur , 2015)
- ✓ **Vehículos de diseño:** “El diseño geométrico de carreteras se ejecutará con la necesidad de vehículos que transiten por esta y las características, pesos, dimensiones las podemos encontrar en la Norma Nacional De Automóviles la cual está vigente y se escoge el vehículo de diseño con los parámetros elaborados para el tránsito que utilizará la vía” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 1. “Los datos básicos de los vehículos de la clase M se utilizan para el dimensionamiento de las carreteras de acuerdo con las normativas nacionales sobre vehículos”. (D.S. N° 058-2003-MTC vigente).**

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 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

- ✓ **Características del tránsito:** “La particularidad de trazo en una vía debe fundamentarse en la importancia de la magnitud de tránsito y situaciones indecibles para transitar por esta. La magnitud de tránsito indica la obligación del perfeccionamiento del diseño geométrico. El IMDA, simboliza el término medio de carros diarios que transitan por una carretera en un año el cual brinda los parámetros para diseñar una vía la cual debe diseñarse para sostener la magnitud de tráfico vehicular y que cumpla los años de vida útil del proyecto, solicitando la apreciación fundamental de datos de cada segmento de esta; para diseños base se utiliza un tiempo de veinte años. En



el caso de vías ya presentes, no debe fundamentarse en la magnitud de tránsito presentes en su actualidad, lo que se debe considerar para su diseño debe ser el tránsito a futuro con el cual se proyectara” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018). La norma DG2018 establece una metodología para el estudio de la demanda de tráfico, teniendo en cuenta el volumen final (Pf), el volumen inicial (P0) (año base), la tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo (Tc) y el año estimado (n):  $P_f = P_0(1 + T_c)^n$

- ✓ **Velocidad de diseño:** “Es la rapidez destacada para el trazo el cual es el límite permisible para sostener con eficacia y confort los vehículos que transiten por ellas siendo así que, en su proceso de asignación, se debe priorizar la convicción para las personas. Además, la rapidez es el sustento para las propiedades de los componentes geométricos, introducidos en el tramo y también está en servicio a la lista de solicitud de orografía de la vía a diseñarse” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

**TABLA 2. Rango de velocidad de diseño basado en la clasificación de la carretera según la demanda y el terreno.**

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												

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

- ✓ **Velocidad de Marcha o de Crucero:** “Desenlace al fraccionar el espacio recorrido entre el tiempo a lo largo del vehículo que está en desplazamiento, en limitaciones predominadas al tránsito y mecanismos de control. Además, tiene un tamaño de clase de función que una vía proporciona a los pilotos y es diverso a lo largo del día, por ende, se modifica los volúmenes de tránsito; siendo deseable que sea inferior a la del diseño. Cuando se establezca un análisis de campo bajo la naturaleza predominante, se escogerán dígitos contemplativos, contenidos en medio del 85% y el 95% de la velocidad de diseño” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 3. Velocidad de desplazamiento teórica en función de la velocidad de diseño (km/h)**

Velocidad de diseño	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0
Velocidad media de marcha	27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	99.0	108.0	117.0
Rangos de velocidad media	25.5 @ 28.5	34.0 @ 38.0	42.5 @ 47.5	51.0 @ 57.0	59.5 @ 66.5	68.0 @ 76.0	76.5 @ 85.5	85.0 @ 95.0	93.5 @ 104.5	102.0 @ 114.0	110.5 @ 123.5

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

- ✓ **Velocidad de Operación:** “Esta es la velocidad a la que un vehículo puede recorrer una parte de la carretera y su función de velocidad es el límite de diseño, y si el tránsito es bajo la rapidez de diseño es por tramos homogéneos sin rebasar a esta y lo ideal para la rapidez de operación es usar el percentil de 85% de vehículos que circulan por ella. La DG-2018 presenta los dígitos en condiciones de velocidades máximas de maniobra y categorías de vías, tipos de vehículos, orografías” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

**TABLA 4. Valores de velocidades máximas de operación.**

Clasificación de la carretera	Velocidad máxima de operación (km/h)			
	Vehículos ligeros	Vehículos pesados		
		Buses	Camiones (5)	
Autopista 1 <sup>ra</sup> clase	(1)	130	100	90
	(2)	120	90	80
	(3)	100	80	70
	(4)	90	70	60
Autopista 2 <sup>da</sup> clase	(1)	120	90	80
	(2)	120	90	80
	(3)	100	80	70
	(4)	90	70	60
Carretera 1 <sup>ra</sup> clase	(1)	100	90	80
	(2)	100	80	70
	(3)	90	70	60
	(4)	80	60	50

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

- ✓ **Distancia de visibilidad:** “Se comprende por espacio de visibilidad de distancia a la máxima longitud de vía evidente por delante del chofer que circula por esta. Para que la velocidad sea estable es exacto que este espacio sea mínimo para realizar las manipulaciones adecuadas para conducir el automóvil sin riesgo” (Torres Tafur, 2015)
- ✓ **Distancia de visibilidad de parada:** “Pará realizar las distintas manipulaciones bajo responsabilidad e integridad y ejecutar” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 5. Distancia de visibilidad (metros) desde una parada en pendiente.**

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

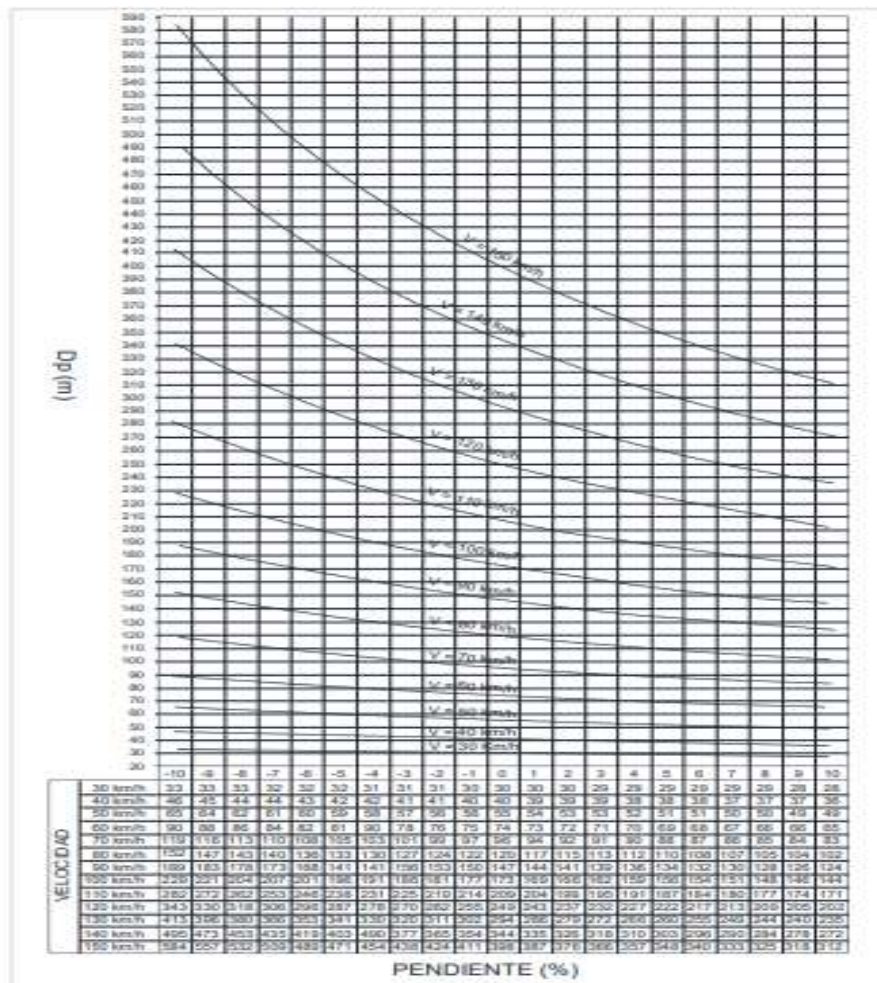
**TABLA 6. Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%.**

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

*Nota: La distancia de reacción de frenado calculado en tiempo 2.5 segundos, velocidad de desaceleración de 3.4 m/s<sup>2</sup>., de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3 de AASHTO.*

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

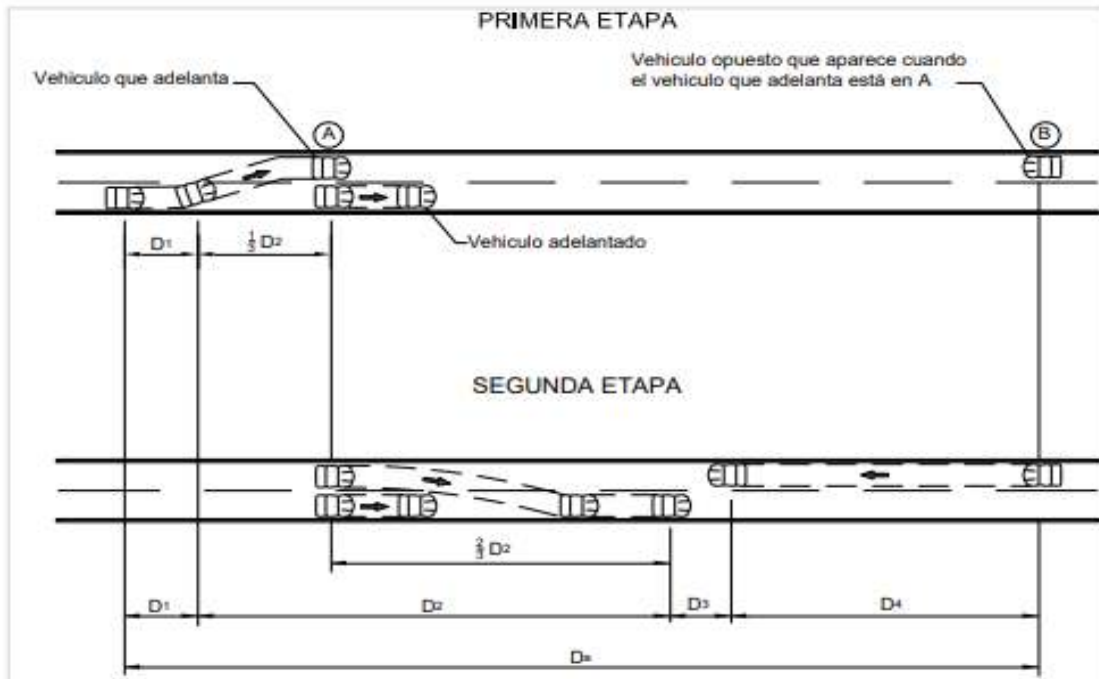
**FIGURA 1. Distancia de visibilidad de parada (Dp).**



**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

- ✓ **Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:** “El espacio donde debe detenerse el vehículo a una determinada velocidad proyectada, evitando que encuentre problemas en su recorrido. La pendiente influye en la distancia de frenado, teniendo prioridad en los valores de subida y bajada, igual o superior al porcentaje del 6% a velocidades de diseño superiores a setenta kilómetros por hora (70 km/h)” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).“ Es lo suficientemente rápido como para que el conductor del vehículo maniobre para adelantar a otro a velocidades más lentas que el que está conduciendo, sujetándolo de forma segura y cómoda sin cambiar la velocidad del tercer conductor que se mueve en la dirección opuesta. para eso y está permitido cuando realiza este rebasamiento.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**FIGURA 2. Distancia de visibilidad de adelantamiento.**



Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**TABLA 7. Factores que componen la distancia recorrida y ejemplos de cálculo.**

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 <sup>1</sup>	70 <sup>1</sup>	84.5 <sup>1</sup>	99.8 <sup>1</sup>
<u>Maniobra inicial:</u>				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t <sub>1</sub> : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d <sub>1</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<u>Ocupación del carril contrario:</u>				
t <sub>2</sub> : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d <sub>2</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<u>Distancia de seguridad:</u>				
d <sub>3</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<u>Vehículos en sentido opuesto:</u>				
d <sub>4</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
D <sub>a</sub> = d <sub>1</sub> + d <sub>2</sub> + d <sub>3</sub> + d <sub>4</sub>	317	446	583	726

<sup>1</sup> Valores típicos para efectos del ejemplo de cálculo de las distancias d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>, d<sub>4</sub> y D<sub>a</sub>.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**TABLA 8. Distancia visual mínima para rebasar en una carretera de dos carriles.**

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO $D_A$ (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**TABLA 9. Máximas longitudes sin visibilidad de paso o adelantamiento.**

Categoría de vía	Longitud
Autopistas de primera y segunda clase	1,500 m
Carretera de Primera clase	2,000 m
Carretera de Segunda clase	2,500 m

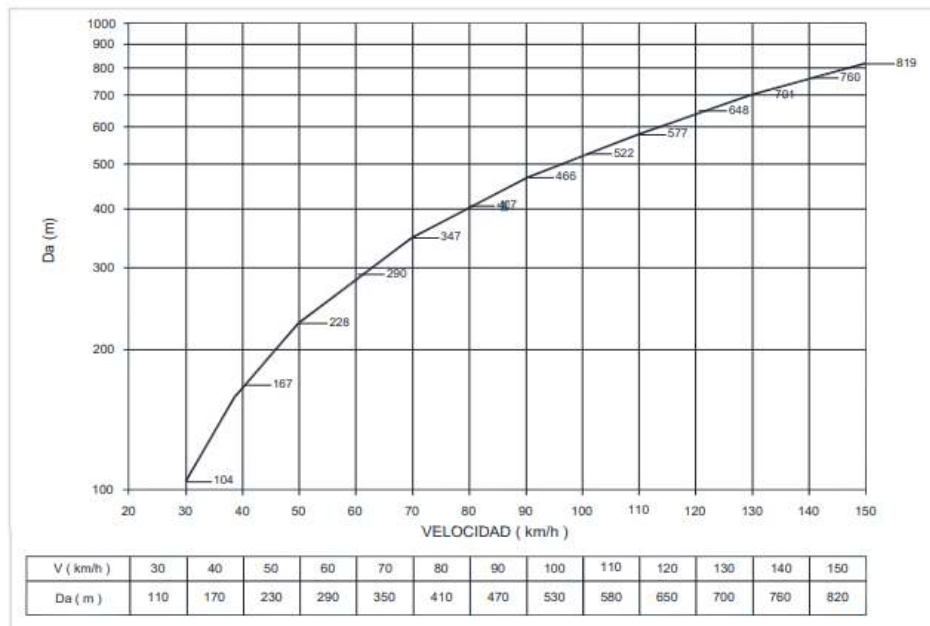
*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**TABLA 10. Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada.**

Condiciones orográficas	% mínimo	% deseable
Terreno plano Tipo 1	50	> 70
Terreno ondulado Tipo 2	33	> 50
Terreno accidentado Tipo 3	25	> 35
Terreno escarpado Tipo 4	15	> 25

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**FIGURA 3. Distancia de visibilidad de paso (Da).**



**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Instalaciones fuera del Derecho de Vía:** “Al derecho de vía se le conoce como banda terrenal de anchura versátil la cual agrupa los componentes que configuran las zonas para proyectos futuros a realizarse” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).
- ✓ **Seguridad vial con la vía principal:** “Los cruces a los accesos de las vías principales deben realizarse mediante las medidas previstas en la normativa de seguridad vial, por lo que estas vías de entrada y salida deben constar de campos auxiliares con la señalización correspondiente.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- **Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.**  
 “Para garantizar un perfecto dinamismo vehicular conservando una velocidad maniobrable y continua, la situación de los carriles debe coincidir y los elementos geométricos del carril deben correlacionarse entre sí.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
  - ✓ **Diseño Geométrico en Planta:** “Este tipo de líneas geometrías se constituye por líneas rectas, además de curvas de modo circular con grados de curvatura lo cual varía, generando una transición normal al momento que los vehículos pasen por los alineamientos rectos hacia curvas circulares o

de igual manera contraria. Al diseñar, se traza en planta y ese trazo corresponde al eje de un punto en partes de secciones transversales” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

- ✓ **Consideraciones de diseño:** “Se debe evitar al trazar las líneas rectas demasiadas largas por motivo que aumenta el peligro en la noche por el deslumbramiento. Para ello se considera reemplazar las longitudes extensas por curvas con radios permisibles, se considera la siguiente fórmula para proporcionar una longitud mínima de la curva (L) (L en metros y  $\Delta$  en grados):  $L > 30(10 - \Delta), \Delta < 5^\circ$ ”. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 11. Consideraciones de diseño.**

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

V = Velocidad de diseño (km/h)

**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, p.125.*

**TABLA 12. Deflexión máxima según velocidad 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'

**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, p.126.*

“Los ángulos de deflexión en curvas mínimas tienen que ser largas y suficientes para no generar mala simetría es por ello que se considera 150m para ángulos centrales en  $5^\circ$  y mínima longitud debe aumentar en 30m por grado reducido del ángulo. Además, no se recomienda tener dos curvas consecutivamente en el mismo sentido, y si hay una sección en tangente sustituirla por una curva compuesta y en carreteras de tercera categoría, la tangente deberá ser una espiral



o de transición en peralte” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

- ✓ **Tramos en Tangente:** “Estos tramos de longitud máxima y mínima es de acuerdo a la rapidez de diseño” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

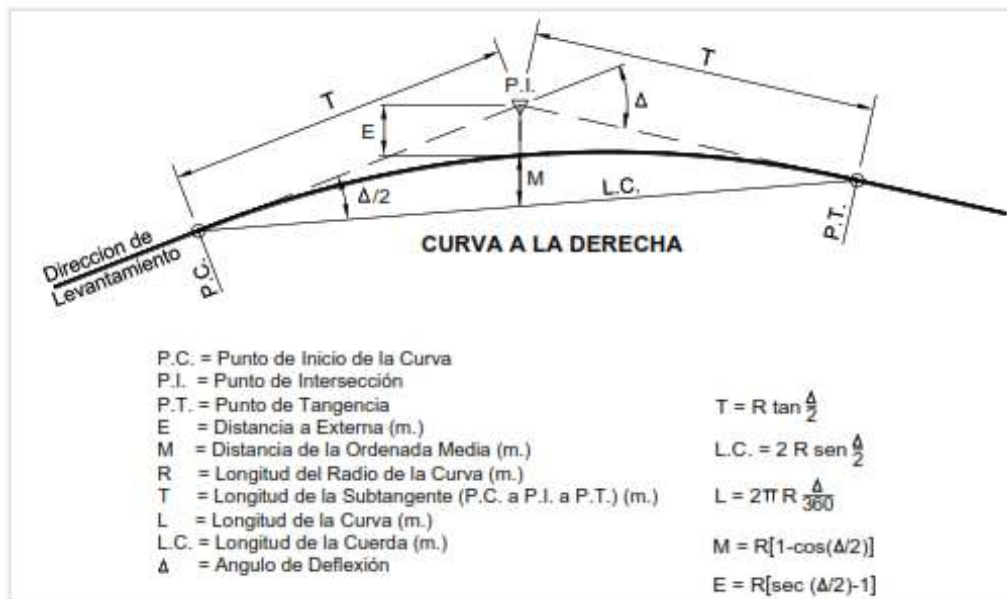
**TABLA 13. Longitud de la tangente.**

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

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Componentes de la curva circular:**

**FIGURA 4. Simbología de curva circular.**



*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**FIGURA 5. Elemento de curva simple.**

Las fórmulas para el cálculo de los elementos de curva son:

ELEMENTO DE CURVA	SÍMBOLO	FORMULA
Tangente	T	$T = R \operatorname{Tang}(I/2)$
Longitud de curva	L	$L = \frac{\pi R I}{180}$
Cuerda	C	$C = 2 R \operatorname{Sen}(I/2)$
Externa	E	$E = R [\operatorname{Sec}(I/2) - 1]$
Flecha	F	$F = R [1 - \operatorname{Cos}(I/2)]$

#### NOMENCLATURA

PI : Punto de intercepción  
 PC : Principio de Curva  
 PT : Principio de Tangencia  
 I : Ángulo de la curva.  
 R : Radio de la curva.  
 O : Centro de la curva.  
 T : Tangente de la curva.  
 Lc : Longitud de la curva.  
 C : Cuerda de la curva  
 (Cuerda mayor)  
 E : External o Externa  
 F : Flecha de la curva.

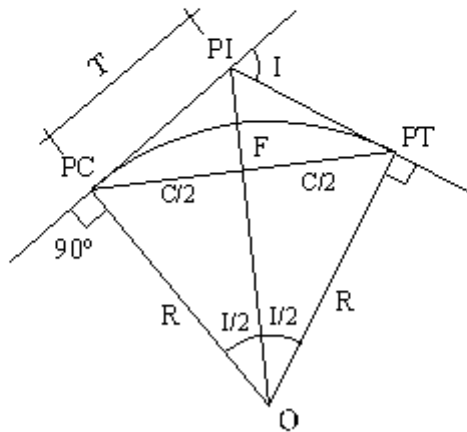


Figura 402.01 .... Simbología de Curva Circular

**FUENTE:** (Torres Tafur, 2015)

- ✓ **Radios Mínimos:** (NAVARRO HUDIEL, 2017) menciona que “Contienen el término de la curvatura para una velocidad de diseño establecida, relacionándose a altura máxima y máxima fricción lateral seleccionada”. Para calcular el radio mínimo ( $R_{\min}$ ) se tiene en cuenta estos datos:  $V$ =velocidad de diseño,  $P_{\max}$ : Peralte máximo añadido a  $V$  y  $f_{\max}$ = coeficiente de fricción transversal máximo añadido a  $V$ . Por ello, se usa la siguiente fórmula:  $R_{\min} = \frac{V^2}{127 (P_{\max} + f_{\max})}$ . (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

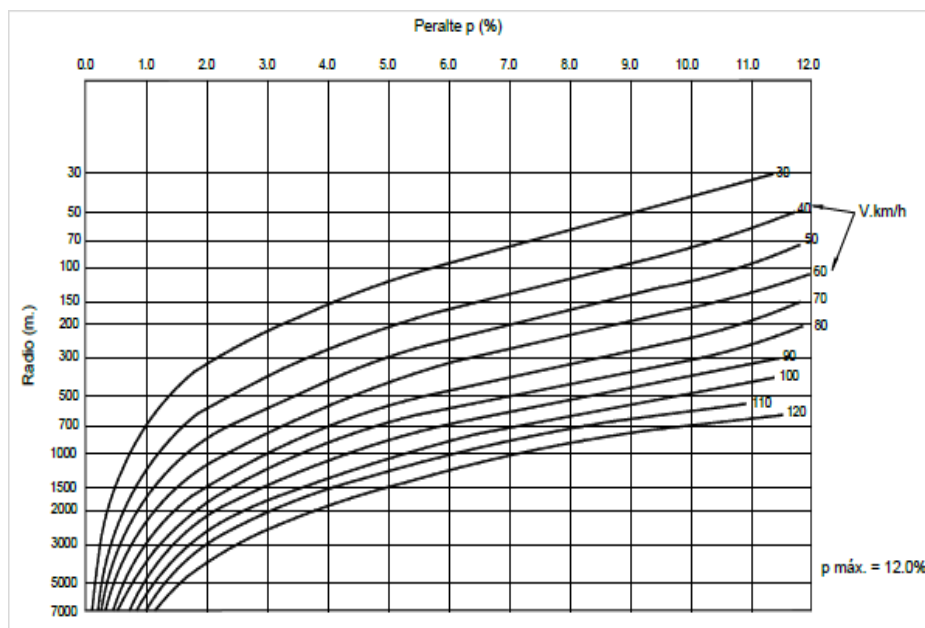
**TABLA 14. Radio de peralte mínimo y máximo del diseño lineal.**

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	$p$ máx. (%)	$f$ máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

✓ Radio y velocidad de diseño del peralte:

**FIGURA 6. Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4).**



*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

“En las vías de tercera categoría, para calcular el radio mínimo, consideramos el dígito  $(e_{máx})$ ,  $(f_{máx})$ ,  $(v)$ ; para ello se aplica la siguiente fórmula:  $R_{min} =$

$$\frac{v^2}{127(0.01e_{máx} + f_{máx})}.” \text{ (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)}$$

**TABLA 15. La mayor fricción lateral de la curva.**

Velocidad de diseño Km/h	$f_{m\acute{a}x}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**TABLA 16. Valor mínimo de radio, peralte máximo y valor límite de fricción para una velocidad de diseño particular.**

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	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

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018*

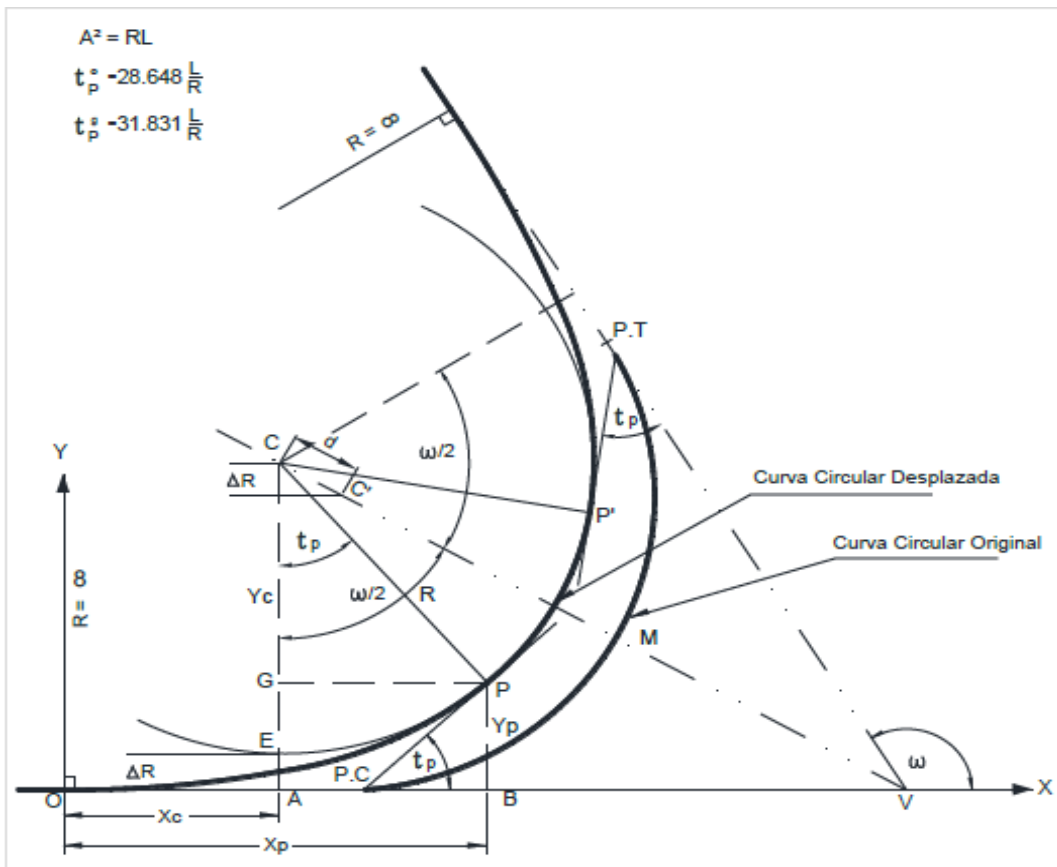
- ✓ **Curvas de Cambio:** “Se trata de curvas en espiral para evitar discontinuidades en la curvatura del proyecto, por lo que deben incluir los mismos parámetros de seguridad, comodidad y decoración que los componentes del proyecto” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

**TABLA 17. Longitud mínima de la curva de transición.**

Velocidad Km/h	Radio mín. m	J m/s <sup>3</sup>	Peralte máx. %	A <sub>mín.</sub> m <sup>2</sup>	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

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**FIGURA 7. Elementos de la curva de transición-curva circular.**



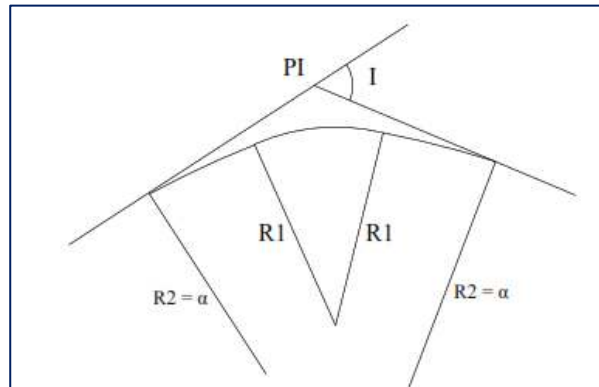
*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**TABLA 18.** Los radios eliminan las curvas de transición de carreteras de tercera clase.

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

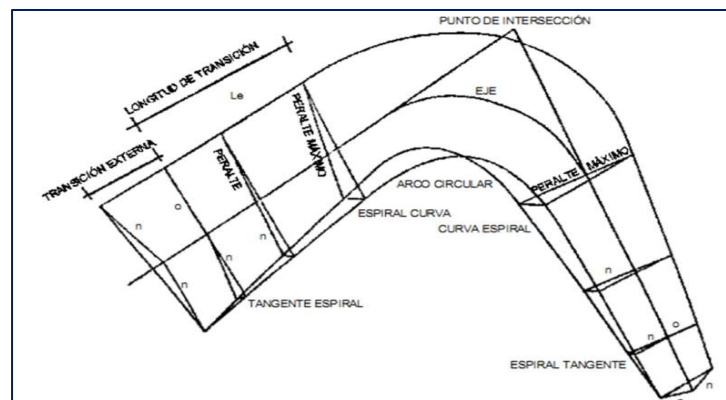
*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**FIGURA 8.** Curva circular con curva de transición.



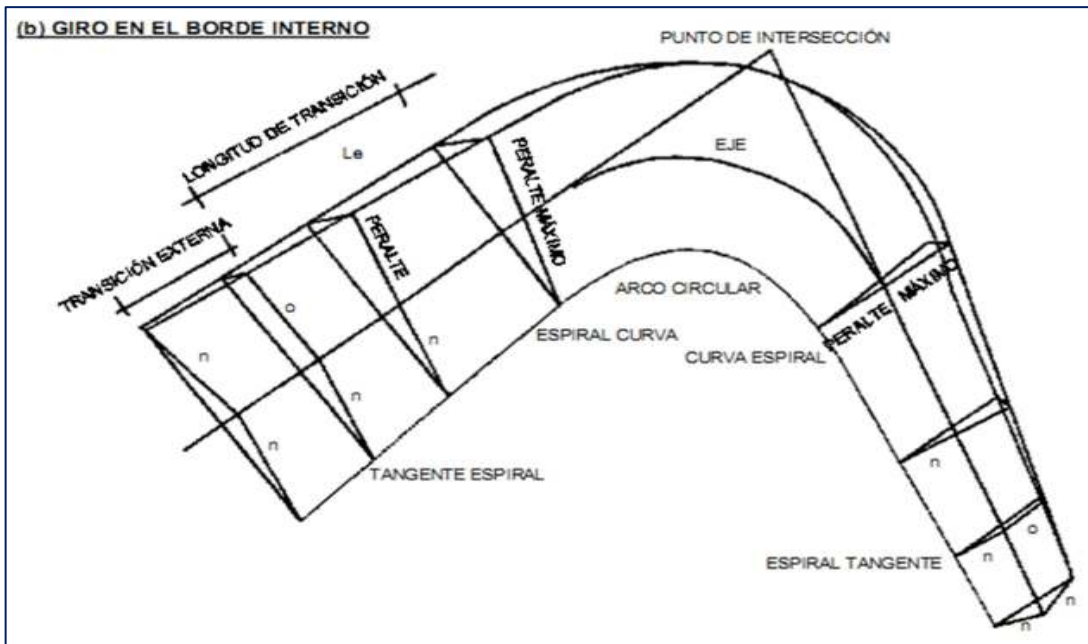
*Fuente: Libro De Caminos Ing. José Benjamín Torres Tafur*

**FIGURA 9.** Giro en el borde externo.



*Fuente: Libro - Diseño y Cálculo Geométrico de Viales –Alineamiento Horizontal- Navarro Hudiel Sergio.*

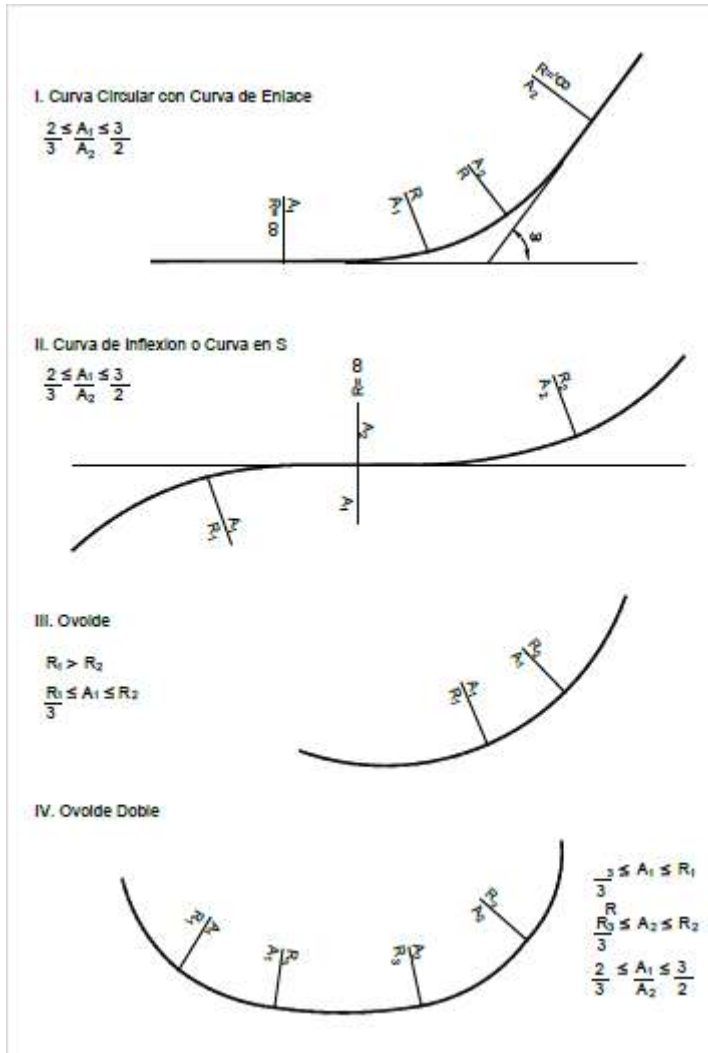
**FIGURA 10. Giro en el borde interno.**



**Fuente:** Libro - *Diseño y Cálculo Geométrico de Viales – Alineamiento Horizontal*- Navarro Hudiel Sergio.

- ✓ **Curvas Compuestas:** “Se trata de dos o más curvas simples con diferentes radios, orientadas en la misma dirección y dispuestas a su vez” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

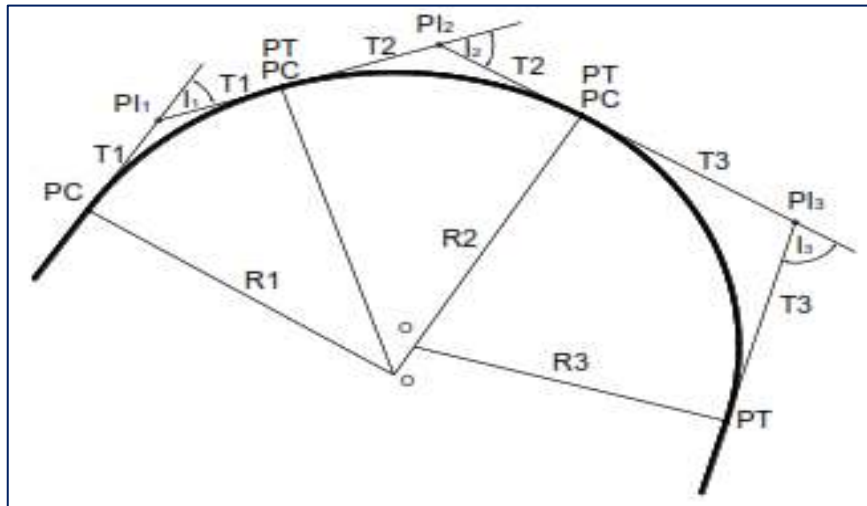
**FIGURA 11. Conformaciones recomendadas.**



**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

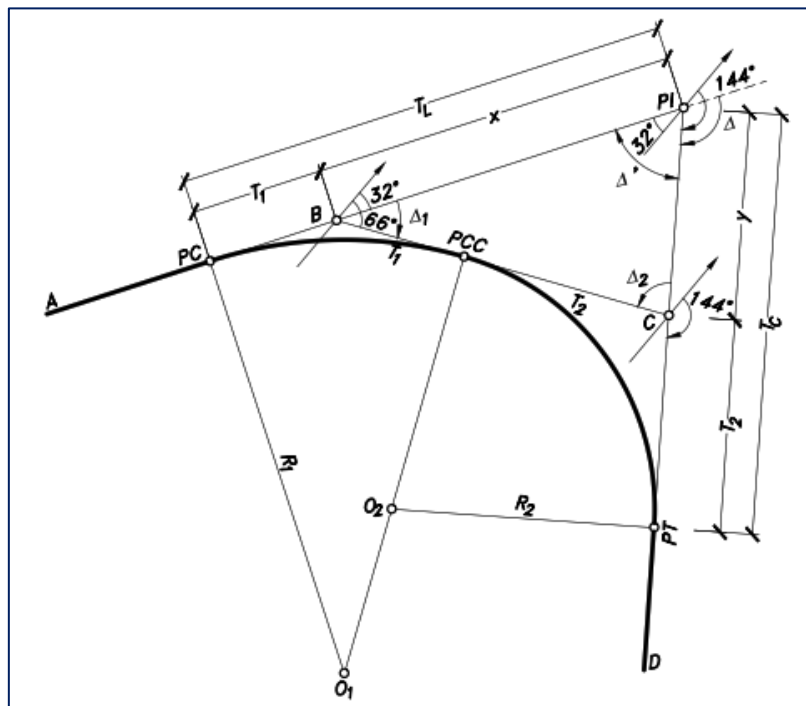


**FIGURA 12. Conformaciones recomendadas.**



*Fuente: Libro De Caminos Ing. José Benjamín Torres Tafur*

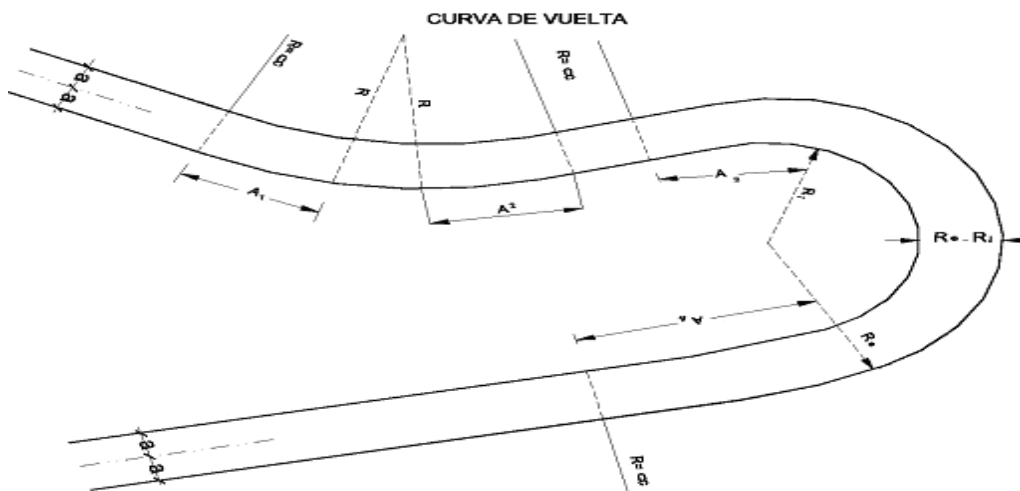
**FIGURA 13. Configuraciones recomendables.**



*Fuente: Libro - Diseño geométrico de carreteras-Cárdenas Grisales James.*

- ✓ **Curvas de vuelta:** "Son las proyecciones sobre un faldón para lograr una mayor elevación, dadas en terrenos accidentados; considerando los desniveles máximos y no es posible llegar a él a través de líneas alternativas. Además, la curva de giro estará compuesta de arcos circulares con un radio interior "R<sub>i</sub>" y radio exterior "R<sub>e</sub>" (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**FIGURA 14. Curva de vuelta**



**Fuente:** Libro De Caminos Ing. José Benjamín Torres Tafur

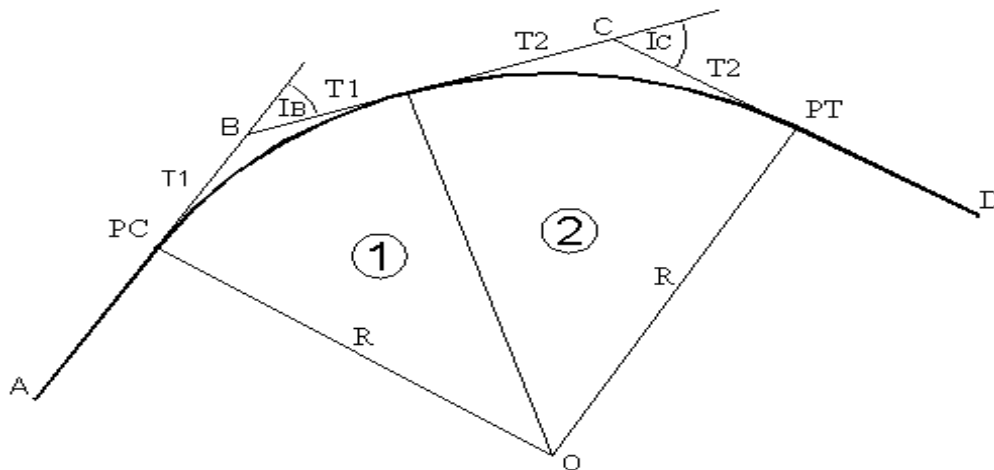
“Los posibles valores para "Ri" y "Re" se consideran en función del tipo de vehículo T2S2. Si el semirremolque se mueve en una curva, el otro vehículo debe estar en línea recta C2. C2 C2 para camiones de 2 ejes que pueden girar simultáneamente con vehículos como automóviles. Esta operación permite la rotación simultánea de dos camiones de dos ejes. La tabla 302.12 de la norma DG2018 asume un ancho de línea de 6 m. En la tangente, el radio interno de 8 m representa el mínimo normal” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 19. Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.**

Radio Interior $R_i$ (m)	Radio Exterior Mínimo $R_e$ (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**FIGURA 15. Radio interior.**



**Fuente:** Libro De Caminos Ing. José Benjamín Torres Tafur

- ✓ **Transición de Peralte:** “Este es un dibujo del borde de una línea donde la pendiente de la línea cambia gradualmente y la tangente del área y la pendiente de la curva están integradas” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 20. Longitud mínima de transición.**

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10 %	12 %	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

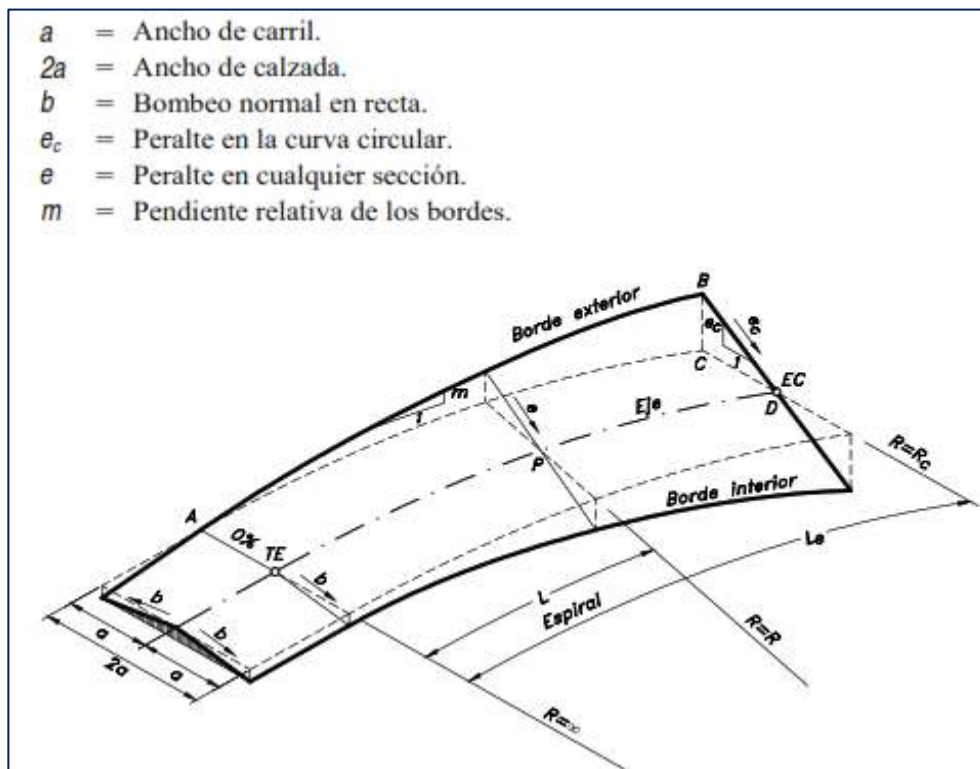
**TABLA 21. Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte.**

Velocidad específica: 30 km/h  
 Ancho de calzada o superficie de rodadura: 6 m  
 Eje de giro al borde de la calzada: 6 m

Peraltes Final Inicial	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
3%	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
4%	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
5%	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
6%	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
7%	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
8%	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
9%	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
10%	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
11%	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
12%	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96

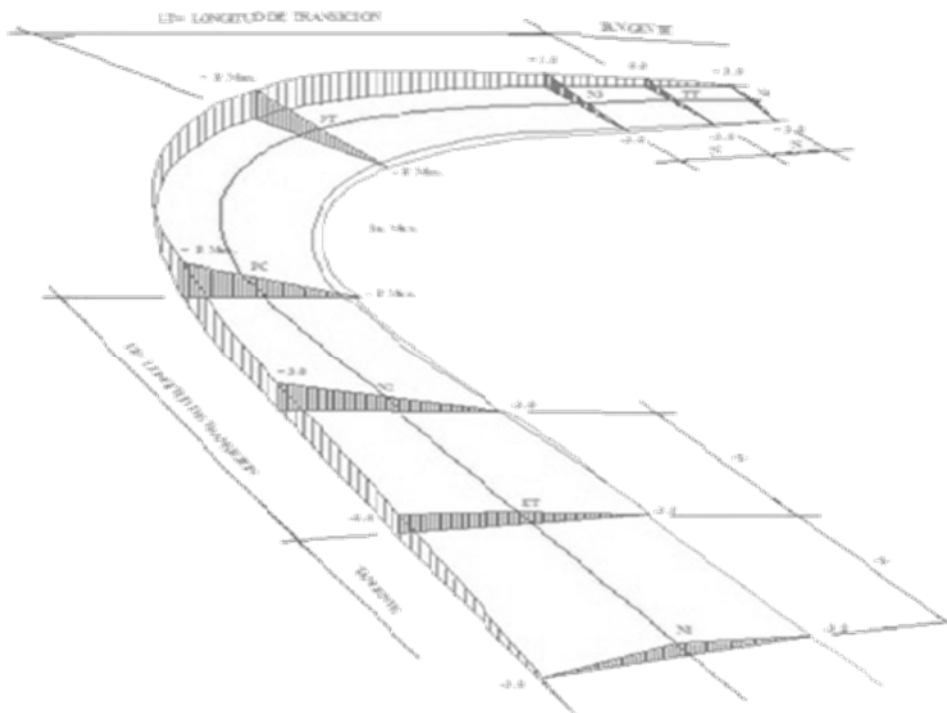
Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**FIGURA 16. Longitud mínima de espiral en función del peralte.**



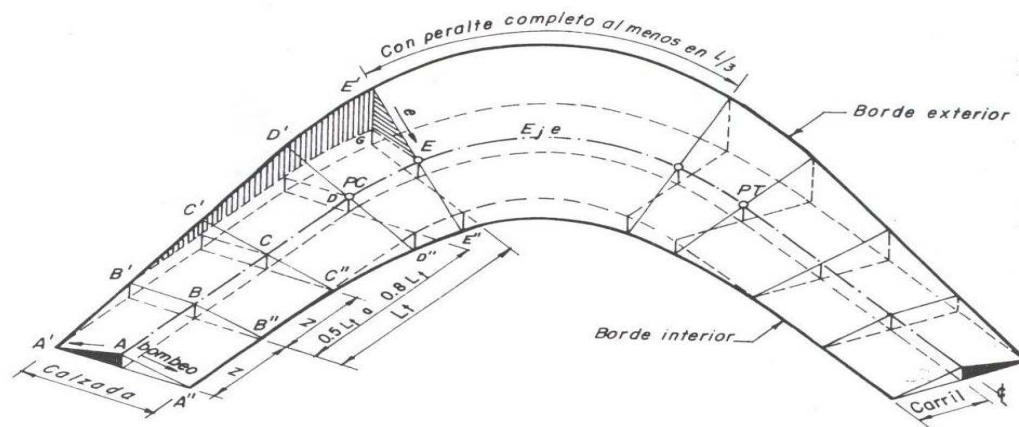
Fuente: Libro - Diseño Geométrico De Carreteras-Cárdenas Grisales James.

**FIGURA 17. Alineamiento horizontal.**



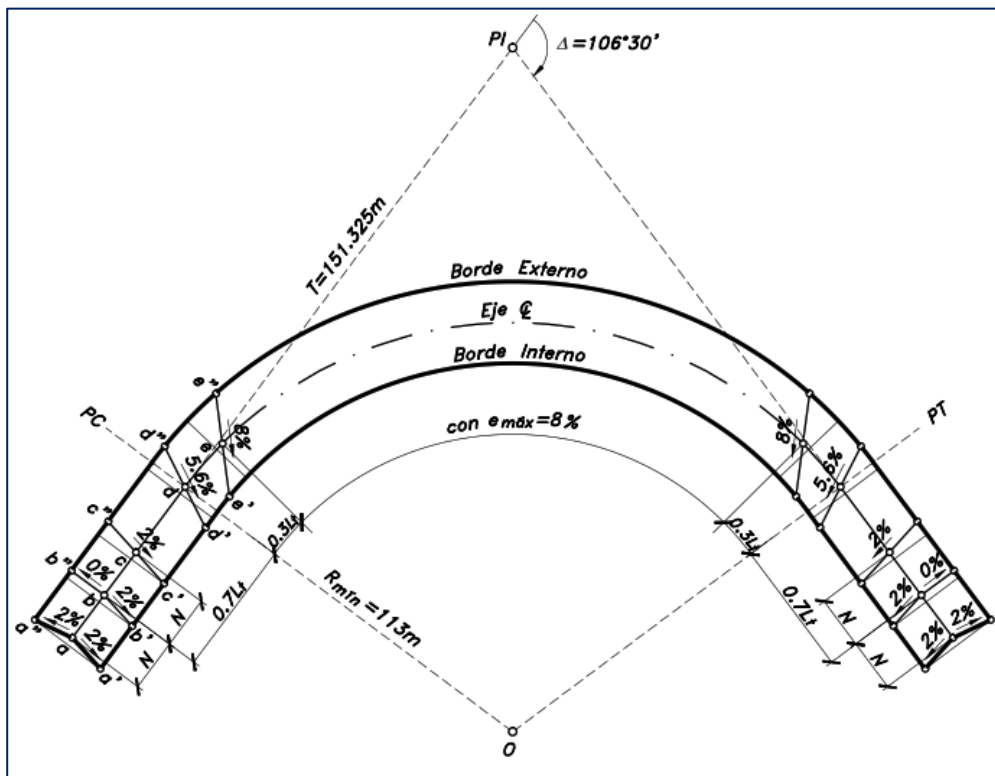
*Fuente: Diseño y Calculo Geométrico de Viales-Alineamiento Horizontal- Ing. Sergio Navarro Hudiel*

**FIGURA 18. Transición del peralte.**



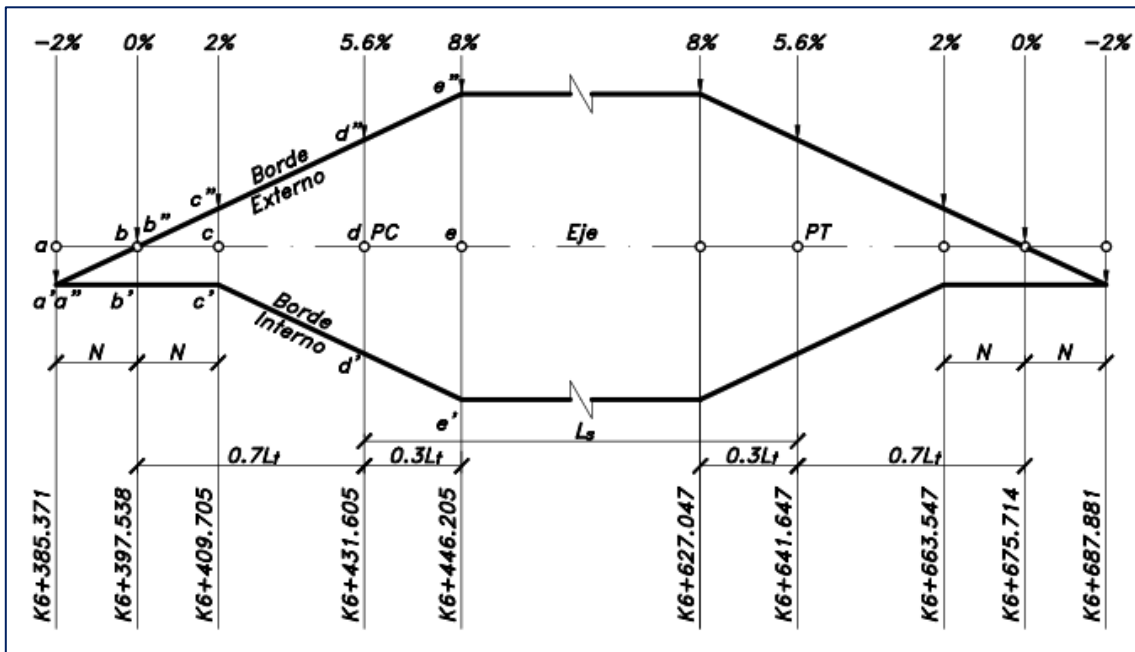
*Fuente: Libro De Caminos Ing. José Benjamín Torres Tafur*

FIGURA 19. Transición del peralte.



Fuente: Libro - Diseño Geométrico De Carreteras-Cárdenas Grisales James.

**FIGURA 20. Perfil de transición de elevación vertical (peralte).**

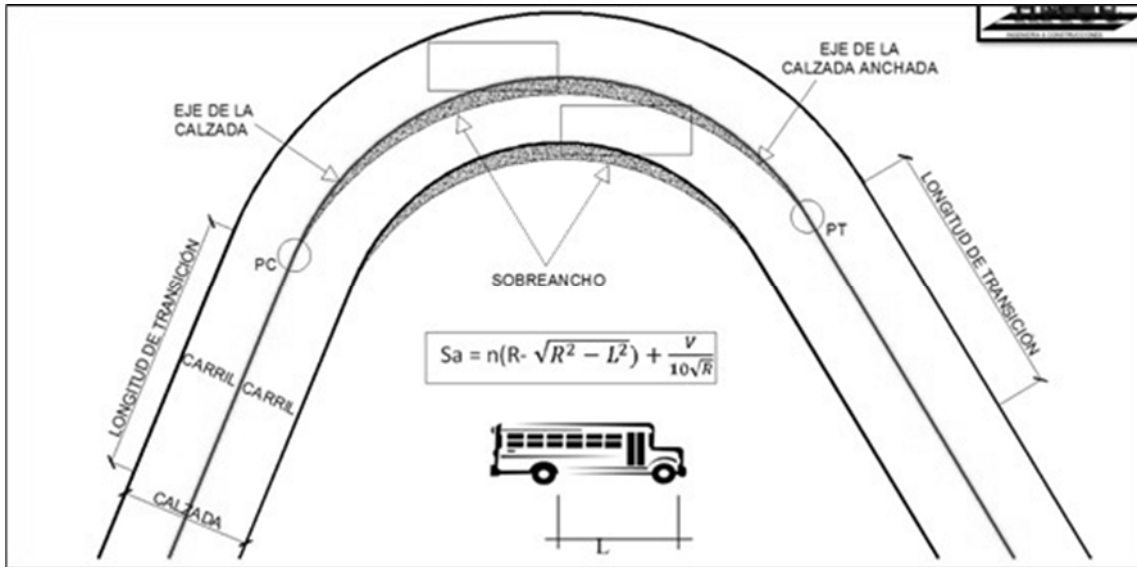


**Fuente:** Libro - *Diseño Geométrico De Carreteras*-Cárdenas Grisales James.

- ✓ **Sobrecanchos:** “Es el ancho que se agrega al área de la circunvalación en los segmentos curvos para que coincida con el área más grande requerida para los automóviles; debido a la autonomía de los coches y al difícil posicionamiento del coche en el carril en los tramos de curva. Además, el ancho al inicio y al final de las curvas debe desarrollarse progresivamente para tener una alineación constante en los bordes de la carretera. Por otro lado, el ensanchamiento varía en función del vehículo, velocidad de construcción, radio de curva, se evalúa en metros (L) teniendo en cuenta el número de carriles (n) y la distancia entre el eje trasero y la parte delantera, el radio de curvatura en metros (Rc)” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

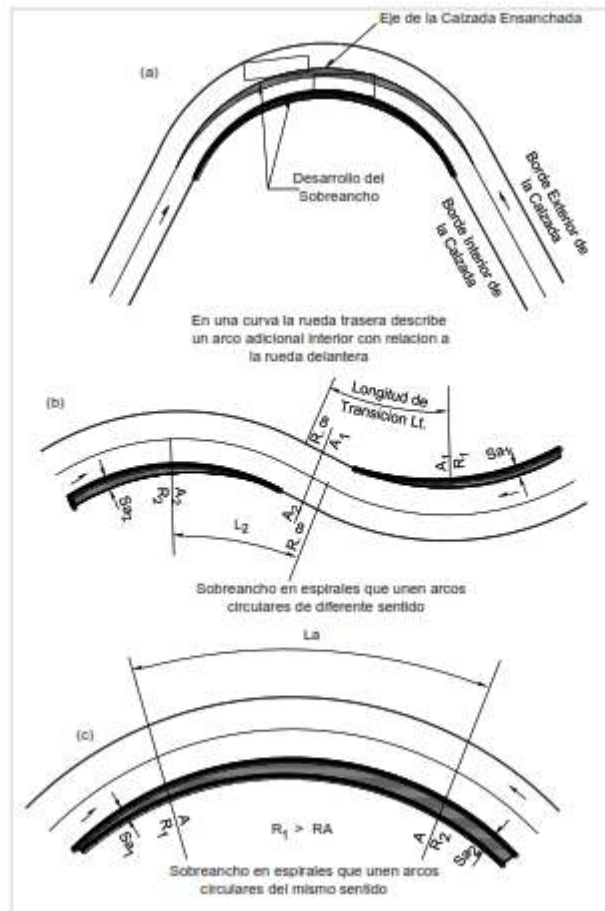
$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

**FIGURA 21. Sobredimensionamiento de una curva.**



*Fuente: Canal de YouTube: Total Ingeniería Civil – Hacc.*

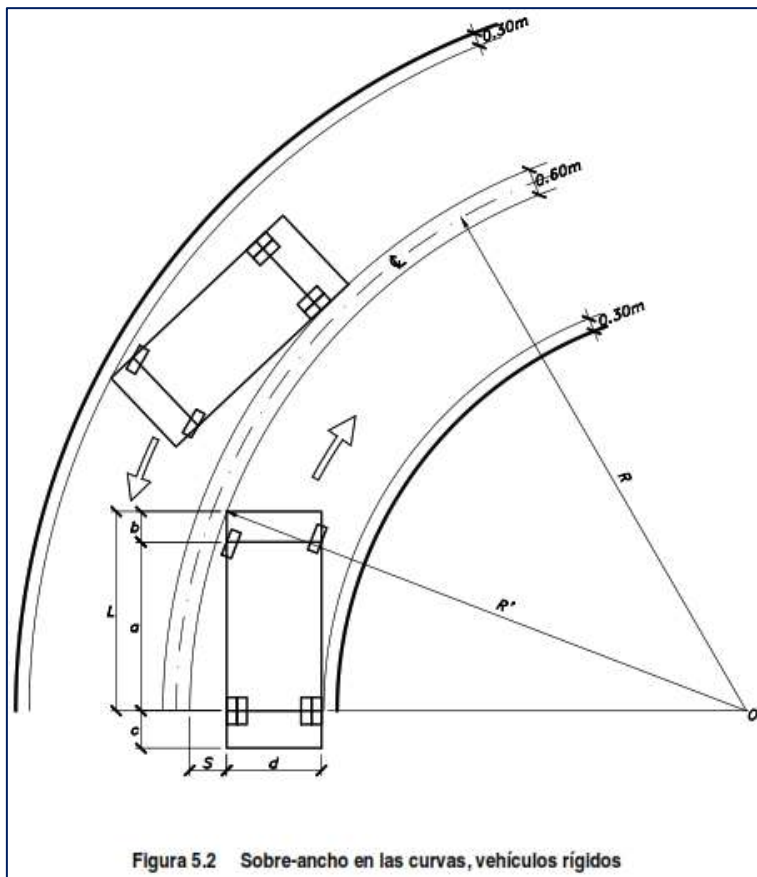
**FIGURA 22. Ampliando la distribución en los sectores frontal y circular.**



*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

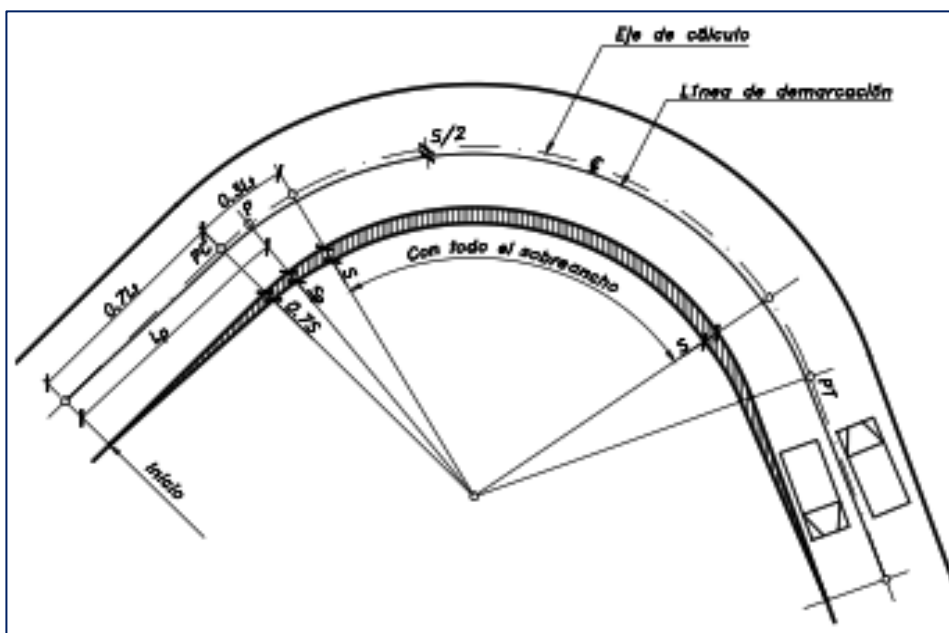


**FIGURA 23. Sobre ancho en las curvas, vehículos rígidos.**



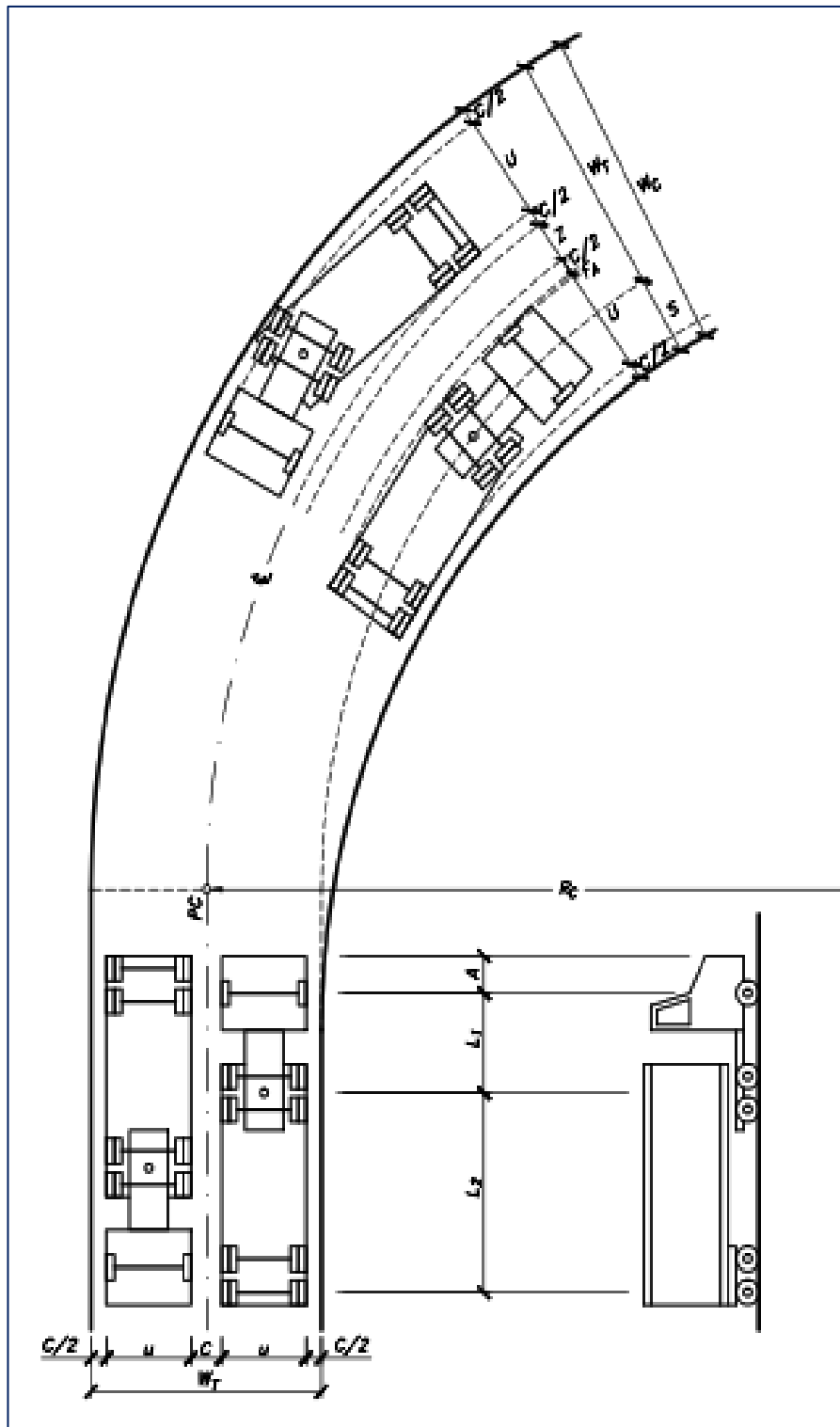
*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**FIGURA 24. Transición del sobreancho en las curvas.**



*Fuente: Libro - Diseño geométrico de carreteras-Cárdenas Grisaes James.*

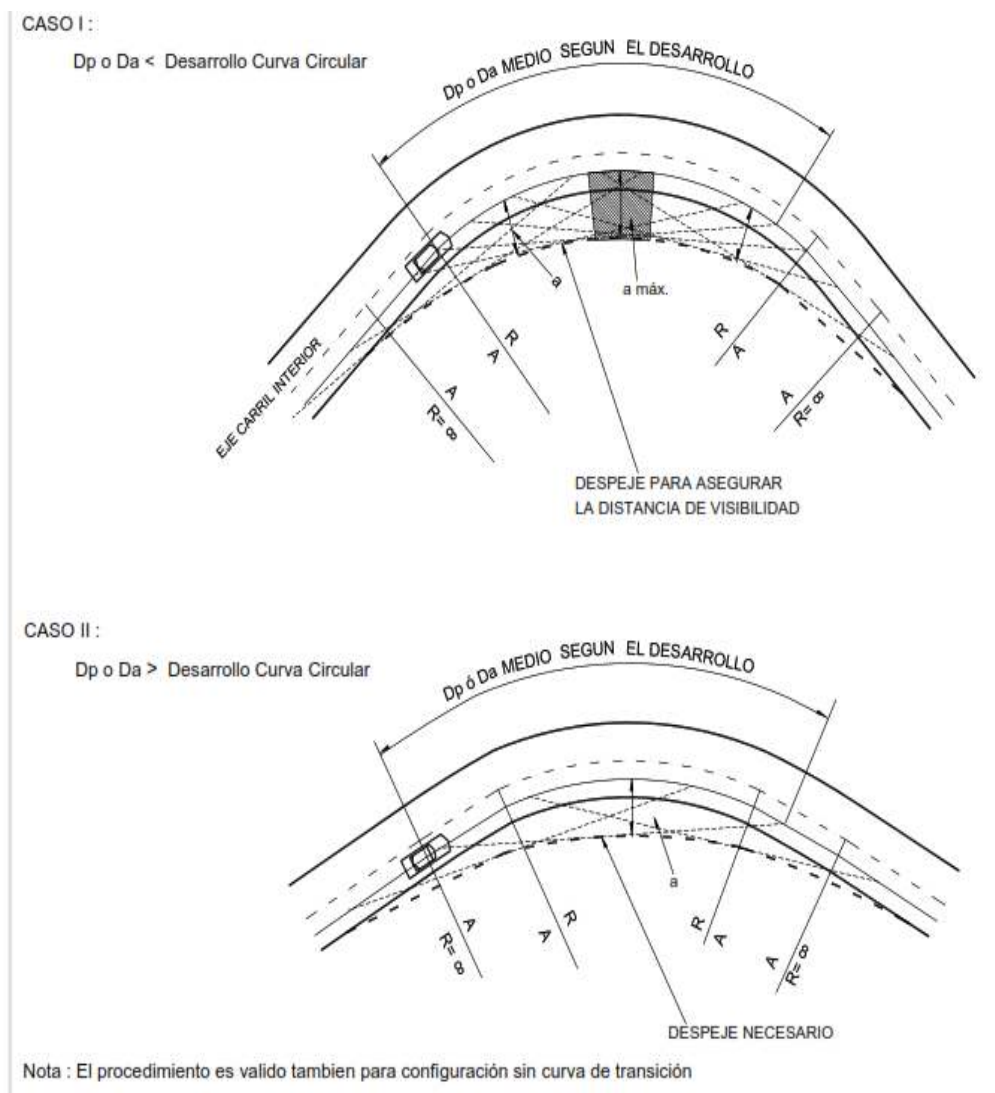
**FIGURA 25. Sobranchos en las curvas, vehículos articulados.**



*Fuente: Libro - Diseño geométrico de carreteras-Cárdenas Grisales James.*

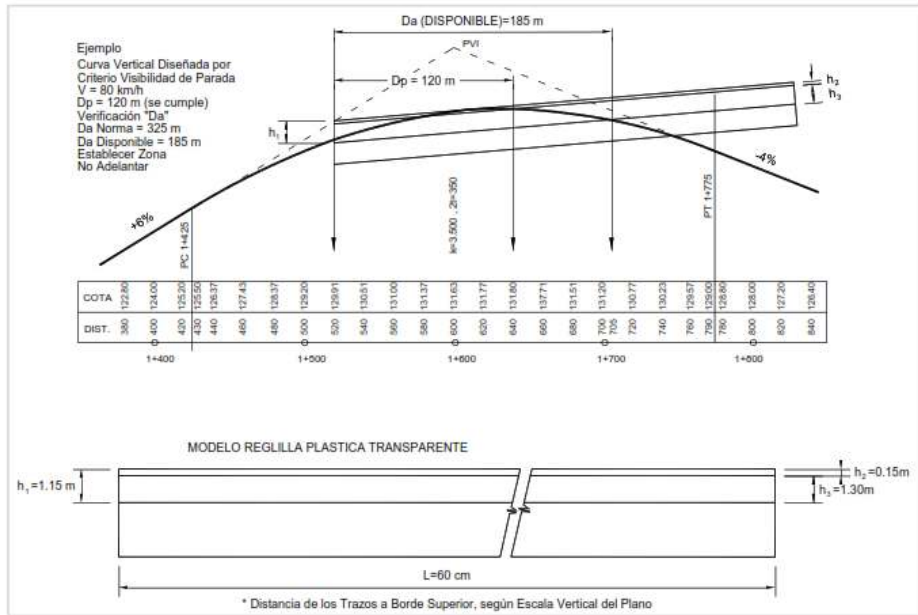
- ✓ **Verificación de la distancia de visibilidad:** “El acceso de vehículos es deseable cuando existe la necesidad de un indicador mínimo específico que separe el plano y los elementos del plano para asegurar que el espacio de visibilidad cumple con la norma y no hay zona de adelantamiento. Esquema gráfico que incluye áreas sombreadas que indican el ancho libre máximo requerido para obtener el espacio visual requerido” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**FIGURA 26. Desarrollo curvo circular.**



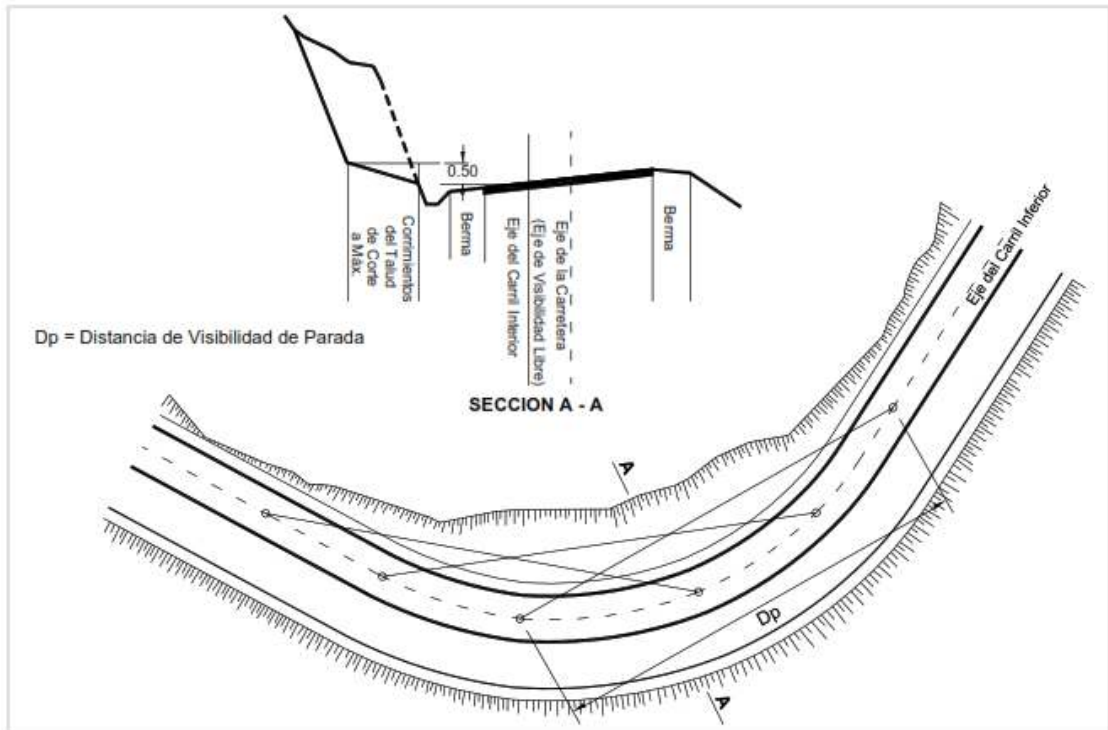
**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**FIGURA 27. Verificación gráfica de la distancia de visión del perfil en una curva convexa.**



**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**FIGURA 28. Visibilidad en curva.**



**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**TABLA 22. Distancia mínima de obstáculo fijo.**

Descripción	Distancia (m)
Obstáculos aislados (pilares, postes, etc.)	1.50 (0.60)
Obstáculos continuos (muros, paredes. Barreras, etc.)	0.60 (0.30)
Pared, muro o parapeto, sin flujo de peatones	0.80 (0.60)
Pared, muro o parapeto, con flujo de peatones	1.50

Nota: los valores mínimos absolutos indicados en esta tabla son aceptables para carreteras hasta de Segunda Clase.

**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

“Las carreteras de categoría 3 requieren un diseño o alineación de sección transversal para evitar obstáculos. Por lo tanto, se debe tener en cuenta el radio (R) y la distancia de frenado (Dp) de la curva horizontal para calcular el ancho reducido calculado sin obstáculos visibles. Tiene la siguiente fórmula:  $a_{min} = R(1 - \cos \frac{28.65 D_p}{R})$ ” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

“Las zonas pre-prohibidas deben marcarse con pintura en el piso o sus respectivos límites verticales si no se dispone de visibilidad previa mínima debido a restricciones debidas a adiciones de suelo o alturas, o una combinación de las mismas” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

• **Diseño Geométrico en Perfil:** “Se crea una serie de líneas parabólicas verticales (tangentes) para que el trazado de la pista determine la distancia. La distancia puede ser positiva (irregular) o negativa (irregular). Además, la alineación vertical permite que el vehículo se detenga, lo que ayuda a mantener la misma velocidad de diseño lo más lejos posible de la carretera. Por otro lado, la curva perpendicular al centro de las dos pendientes consecutivas permite transiciones entre pendientes de diferentes tamaños y / u orientaciones, eliminando roturas de pendiente. Sección longitudinal parametrizada por terreno, horizontal, prospectiva, avance, seguridad, canal de drenaje, precio de ejercicio, jerarquía vial.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

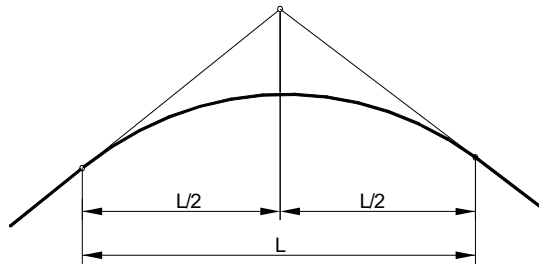
- ✓ **Consideraciones de diseño:** “La rasante, en un terreno accidentado, tendrá que ajustarse al terreno esquivando los tramos de contrapendiente y así no generará prolongaciones redundantes. Por lo cual es primordial realizar una composición de una rasante con pendientes parametradas siendo acorde con la jerarquía de la vía y la topografía de la superficie” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- ✓ **Pendiente:** “Los caminos que unen puntos en diferentes niveles deben ser activados por la rampa. Estas secciones pueden tener varios valores de gradiente, pero están rodeadas por un rango. Este rango define los gradientes mínimos y máximos” (Torres Tafur, 2015)
- ✓ **Pendiente mínima:** “Para las rampas, se debe crear una pendiente mínima de 0.5% para que todas las partes del asfalto puedan acomodar el flujo de agua sobre el suelo. Además, mediante bombeo independiente del 2,5%, se puede aplicar una pendiente equivalente a cero y en la zona de muy alto movimiento donde no hay pendiente lateral, la pendiente descendente debe ser del 0,5” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- ✓ **Pendiente máxima:** “En áreas de alturas superiores a 3 000 msnm, los dígitos de pendientes máximas, se disminuirá para terrenos escapados y accidentados en un 1%” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 23. Pendientes máximas (%).**

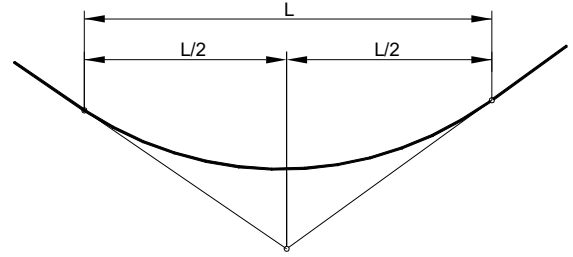
Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		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																			

**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Pendientes máximas excepcionales:** “En carreteras de tercera clase se colocan pendientes superiores al 10%, los tramos con estas pendientes nunca deben superar los 180 m, y en curva un mínimo a 50 m es imprescindible nunca tener pendientes superiores al 8%; y así evitar las inclinaciones en el lado interior de la curva y aumentar de manera relevante” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- ✓ **Curvas Verticales:** “En el lado vertical de la carretera, la alineación en línea recta está vinculada desde el centro de la curva, lo que ayuda a aumentar la seguridad del vehículo en la carretera. Las parábolas y las curvas de transición en el eje vertical se utilizan con frecuencia para producir el efecto progresivo de la fuerza centrífuga en el plano vertical. La curva vertical se utiliza para evitar por completo terrenos profundos, que se realiza en dos rampas con diferentes desniveles. Se utiliza esta curva vertical parabólica” (Torres Tafur , 2015)
- ✓ **Patrón de curvas verticales:** Las curvas verticales se clasifican por forma y son convexas y cóncavas.
- ✓ **Longitud de las Curvas Convexas:** La longitud de la curva longitudinal convexa se determina a partir del gráfico en (a) cuando se requiere una distancia de observación desde la parada.
- ✓ **Longitud de Curvas Cóncavas:** La longitud de las curvas verticales cóncavas se determinará con el gráfico (b).
- ✓ **Clases de curvas verticales:**
- ✓ **Curvas Convexas o Salientes**
- ✓ **Curvas Cóncavas o Colgantes.**



**Convexas (a)**



**Cóncavas(b)**

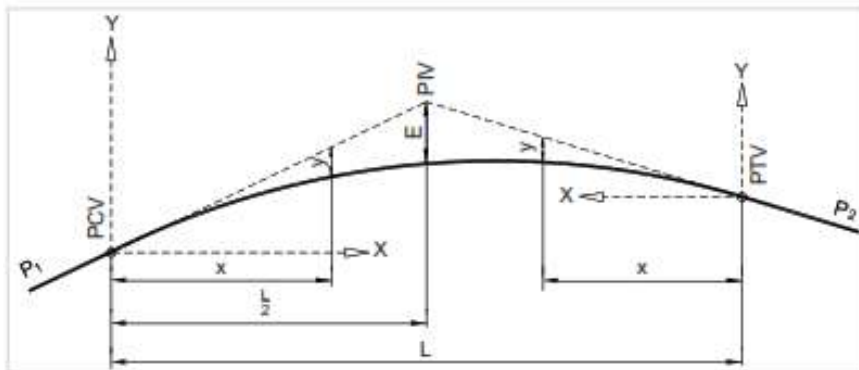
Ambas pueden ser simétricas o asimétricas

**Simétricas.** Cuando las ramas a partir del Vértice ó PIV son iguales.

**Asimétricas.** Cuando las ramas a partir del Vértice ó PIV son desiguales”.

(Torres Tafur , 2015)

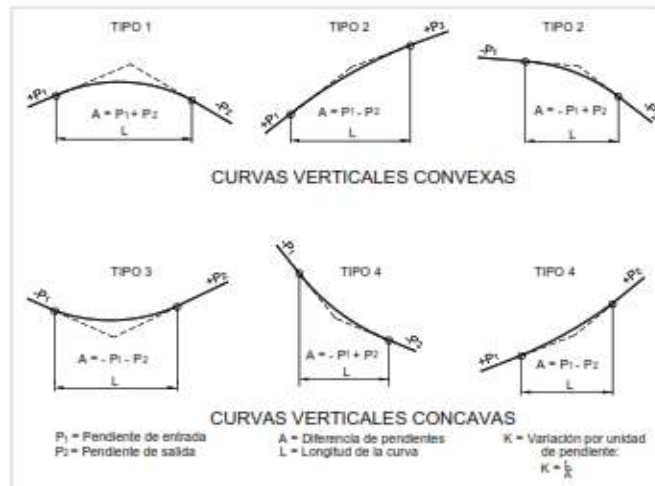
**FIGURA 29. Elemento de una curva vertical simétrica.**



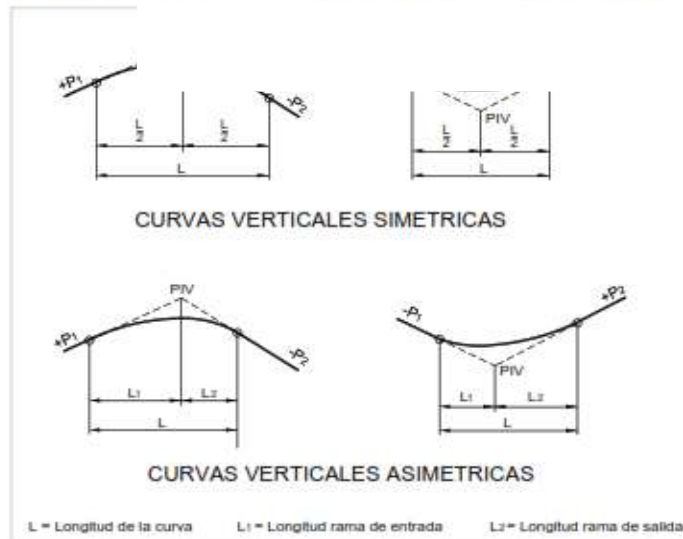
**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*



**FIGURA 30. Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.**

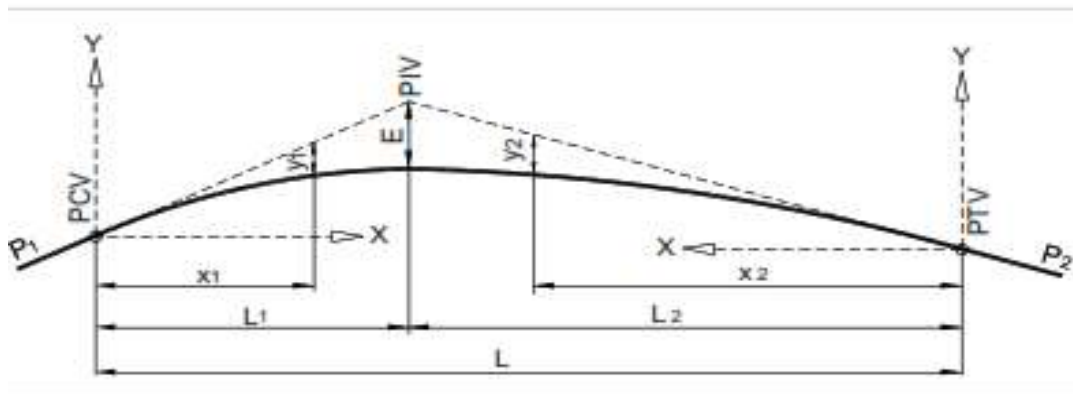


**Figura 303.03**  
**Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas**



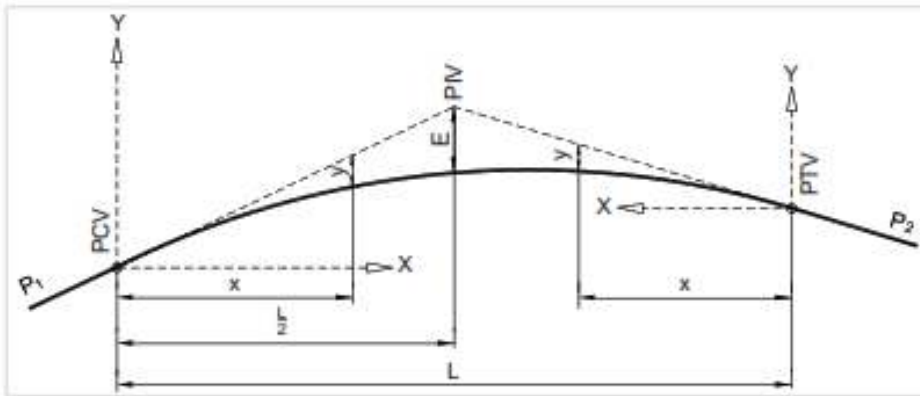
*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**FIGURA 31. Elementos de la curva vertical asimétrica.**



*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**FIGURA 32. Elementos de la curva vertical simétrica.**



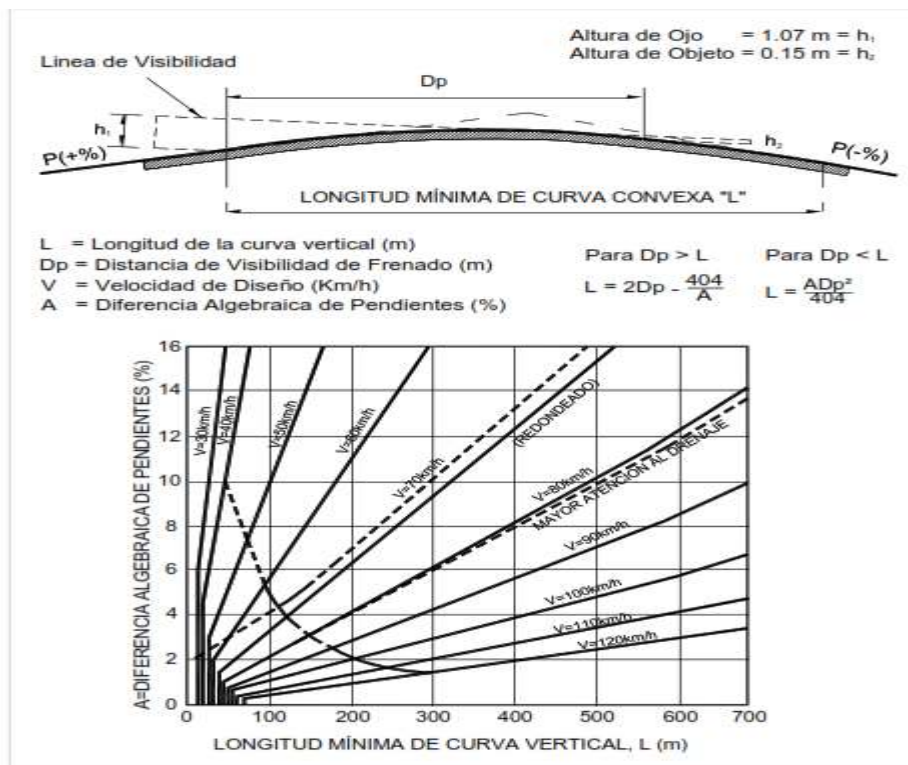
*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

✓ **Longitud de las curvas convexas:**

➤ **Para contar con la visibilidad de parada (Dp)**

Quando  $D_p < L$ :  $L = \frac{A \cdot D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$  Quando  $D_p > L$ :  $L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A}$

**FIGURA 33. Distancia mínima de curva convexa vertical con distancias de frenado**



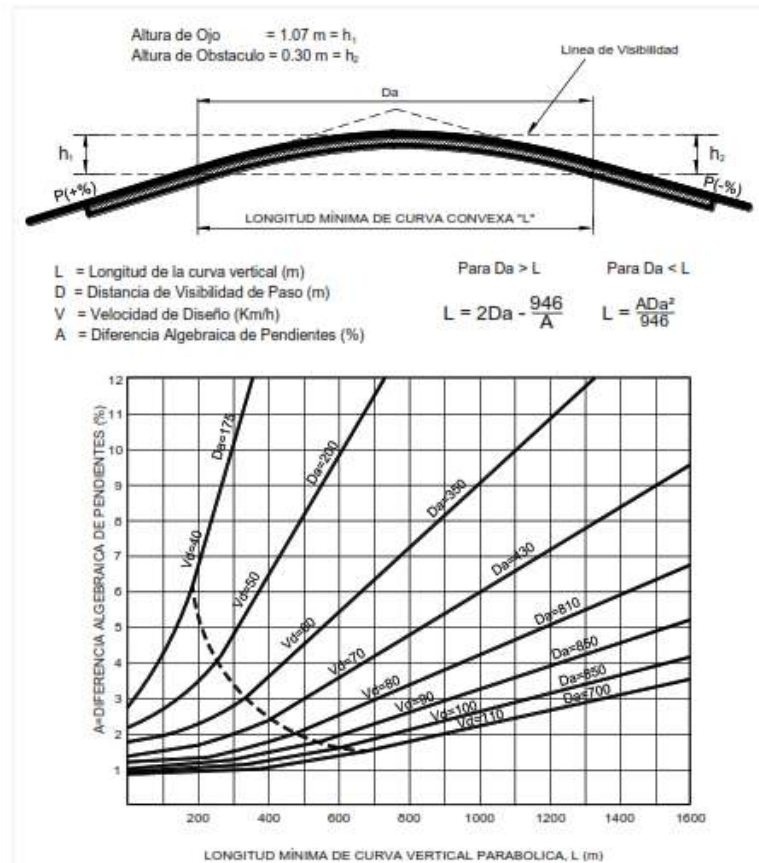
*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

✓ Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso ( $D_a$ )

Cuando:  $D_a < L$

$$L = \frac{A \cdot D_a^2}{946} \quad \text{Cuando: } D_a > L \quad L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

**FIGURA 34. Longitud mínima de curvas convexas verticales con distancias de paso visual.**



Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**TABLA 24. Valores del índice k para calcular la longitud de la curva vertical convexa en carreteras de tercera clase.**

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

✓ Longitud de las curvas cóncavas

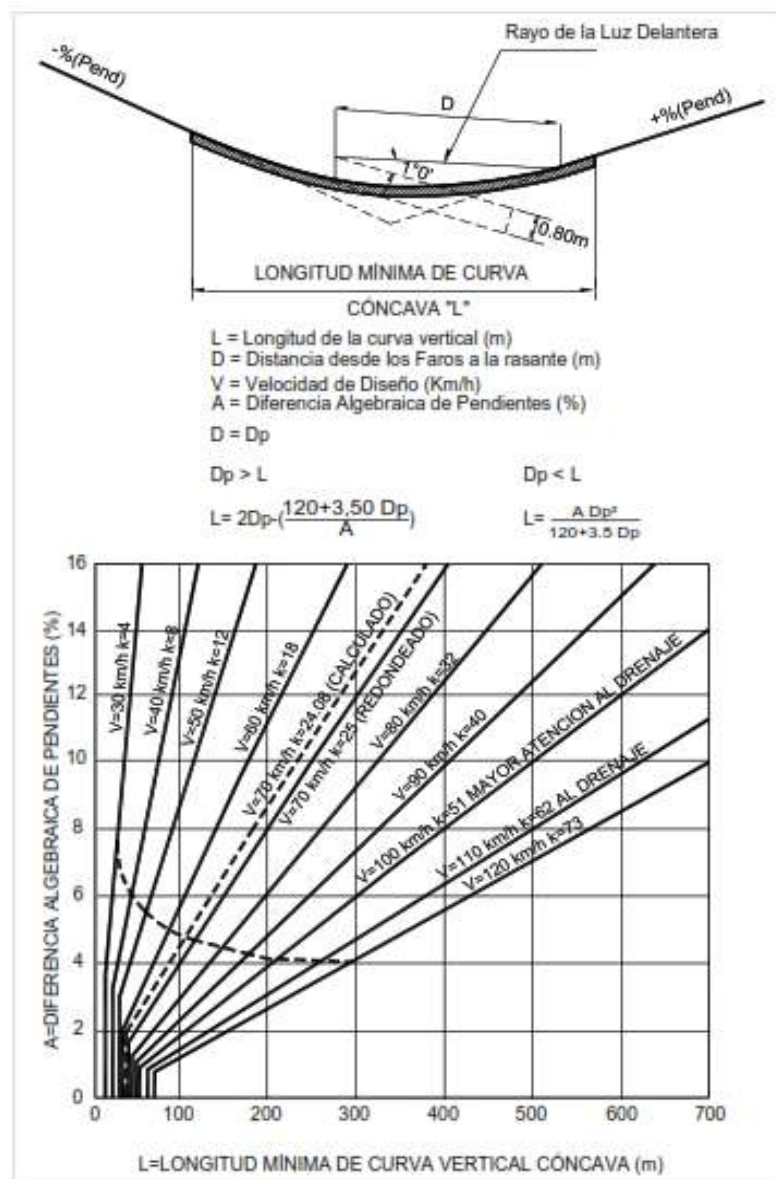
- Cuando:  $D < L$

$$L = \frac{A \cdot D^2}{120 + 3.5D}$$

- Cuando:  $D > L$

$$L = 2D - \left( \frac{120 + 3.5D}{A} \right)$$

FIGURA 35. Distancia mínima de curva verticales cóncavas.



Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

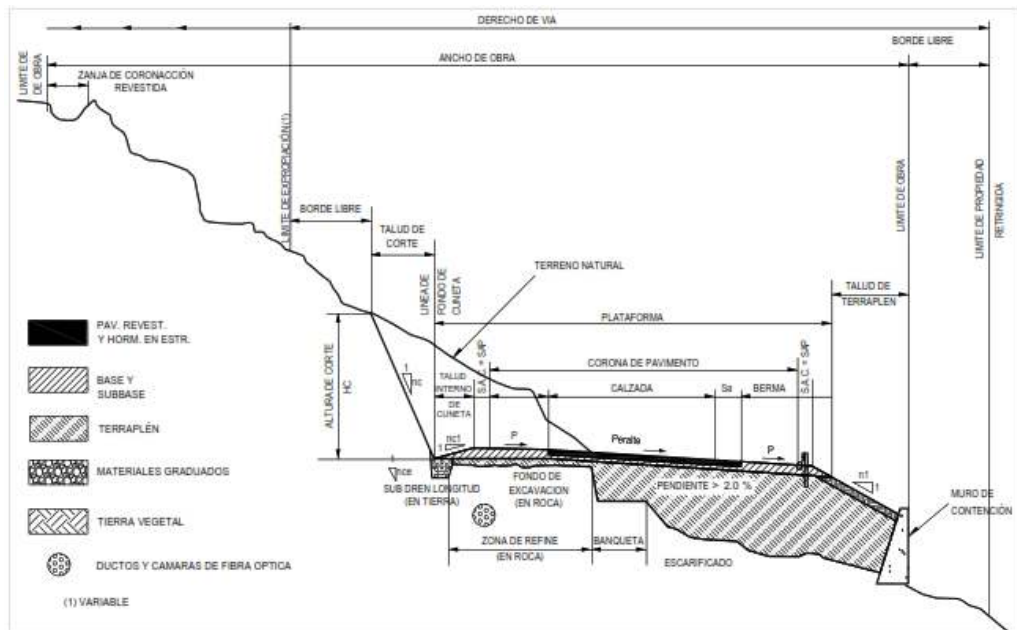
**TABLA 25. El valor del índice K para el cálculo de la longitud de la curva cóncava longitudinal en la línea cúbica.**

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- **Diseño Geométrico de la Sección Transversal:** “Estos son los detalles que componen un automóvil en cuanto a las líneas horizontales y verticales, la posición y tamaño de las piezas dentro de cada habitación y su relación con su espacio natural. Además, los tramos pueden variar de un punto a otro, siendo el más importante la zona definida en superficie o pista. Sus dimensiones deben permitir el nivel de servicio que brinda el proyecto, intactos, aceras, alineadores, arêtes. Y otros componentes” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
  - ✓ **Elementos de la sección transversal:** “La carretera está compuesta por: carriles, superficie rodante, bermas, cunetas, terraplenes y elementos adicionales” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**FIGURA 36. Tramo típico en medio de una sinuosa carretera de dos carriles en curva.**



**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Calzada o superficie de rodadura:** “Un tramo de carretera en el que el tráfico de automóviles consta de uno o más carriles, excluidos los bordillos. Además, hemos seleccionado carriles que representan la separación de carriles para el tráfico de un solo sentido y los estamos utilizando con anchos de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- ✓ **Ancho de carril en tangente:** “Al final de la fase de diseño, el nivel requerido de funcionalidad se considera la base para determinar el ancho y el número de carriles en función del uso y la detección de idoneidad.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

**TABLA 26. Ancho mínimo de calzada en tangente.**

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400							
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase							
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30km/h																							6.00	6.00
40 km/h																6.60	6.60	6.60	6.60	6.00				
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00				
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60						
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60						
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60						
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60						
100 km/h	7.20	7.20	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																							

**Notas:**

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

- ✓ **Bermas:** “Es una franja longitudinal paralela y adyacente a la calzada que actúa como zona de estacionamiento de vehículos de emergencia y define el pavimento y sus capas subyacentes, así como la capa de desgaste que protege los puntos. Cada camino debe tener un ancho correspondiente al borde.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- ✓ **Ancho de las bermas:** Depende de la jerarquía de la carretera, la velocidad del proyecto y el terreno.

**TABLA 27. Ancho de bermas.**

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h															1.20	1.20	0.90	0.50		
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

**Notas:**

a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase

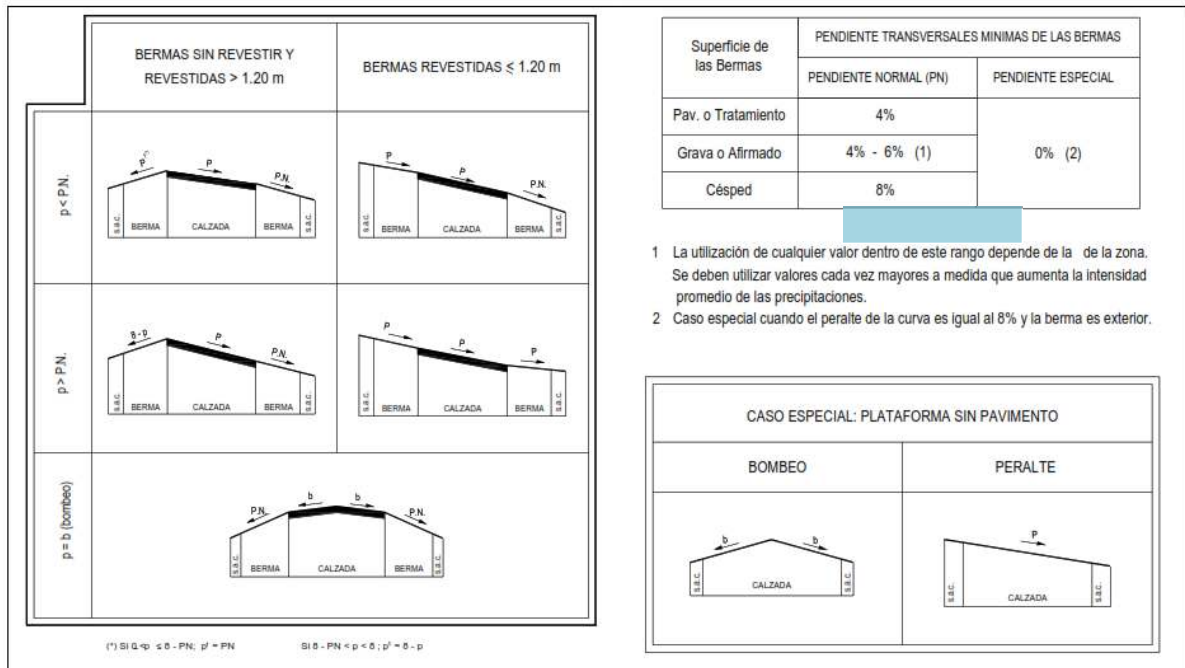
c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el [Tópico 304.12](#), debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

**Fuente:** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Inclinación de las bermas:** “Si la berma está pavimentada, es necesario añadir un cerramiento lateral de al menos 0,50 m lateralmente, que permita posicionar señalización y defensa en la conducción. En carreteras con bajo flujo vehicular, la berma ubicada superiormente en el peralte, hay una pendiente en sentido opuesto al peralte correspondiente al 4%.” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)



**FIGURA 37. Pendiente transversal de bermas.**



**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

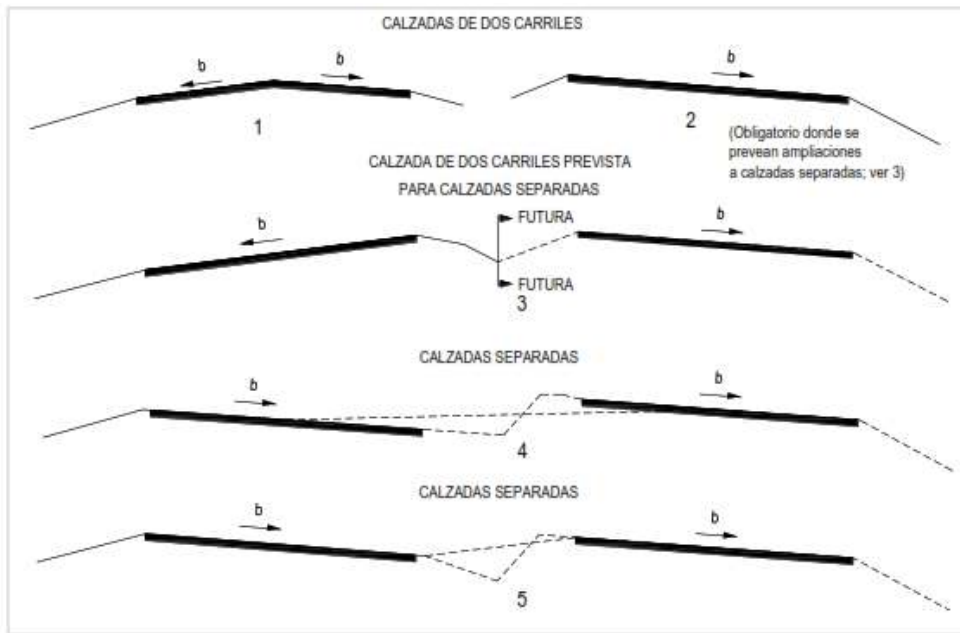
- ✓ **Bombeo:** “Este es el valor mínimo que necesita la vía ribereña para drenar las aguas superficiales, según el tipo de montaña y las precipitaciones de la zona. Además, la capacidad de la bomba se determina de diversas formas, dependiendo de la pendiente de la carretera y la existencia de canales de drenaje adecuados” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

**TABLA 28. Valores del 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

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**FIGURA 38. Variedad de bombeo.**



**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

- ✓ **Peralte:** “Los bordillos curvos fueron elegidos para soportar la fuerza centrífuga del automóvil. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- ✓ **Valores del peralte (máximos y mínimos).**

**TABLA 29. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.**

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

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**TABLA 30. Valores de peralte máximo.**

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

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

**TABLA 31. Peralte mínimo.**

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

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Cambio del bombeo al peralte:** “La alineación horizontal requiere que convierta la pendiente de la línea de la bomba, incluida la pendiente relativa a la curva, cuando corte la parte tangente de la curva a otra sección transversal. Haga esta sustitución por la longitud de la curva de transición” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

**TABLA 32. Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente.**

$p < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
$0.5 p$	$0.7 p$	$0.8 p$

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Desarrollo en el peralte en curvas continuas:** “Se requiere una sección transversal de tangente mínima para extender adecuadamente la hipertransformación entre dos curvas consecutivas en la misma dirección” (Ministerio de Transportes Y Comunicaciones, 2018).

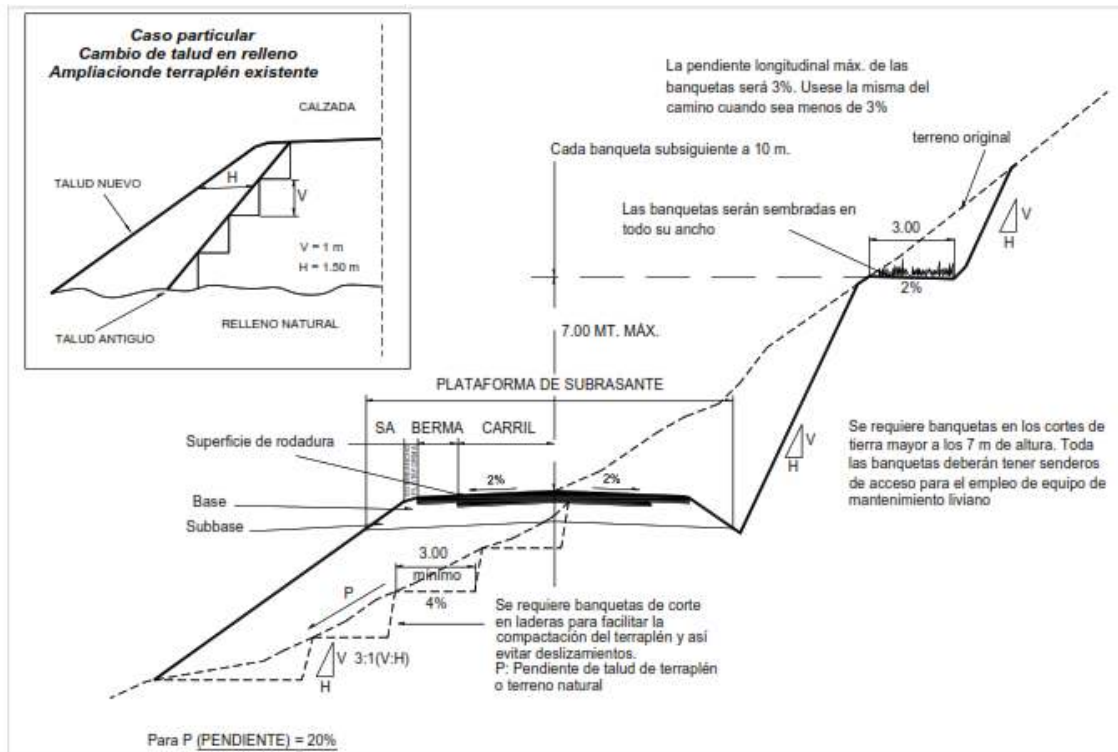
**TABLA 33. Segmento tangente mínimo entre curvas en la misma dirección.**

Velocidad (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Longitud mín. (m)	40	55	70	85	100	110	125	140	155	170	190

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Taludes:** “Es la pendiente del suelo al borde de la carretera, tanto en el área de excavación como en el terraplén. El peso es la tangente a los ángulos formados por el suelo y la horizontal. La pendiente de la sección depende de las propiedades geomecánicas del suelo. Su altura, su pendiente entre otras partes del dibujo” (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

**FIGURA 39. Secciones transversales tangenciales típicas.**



*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**TABLA 34. Valores orientativos para inclinaciones de corte (relación H: V).**

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material		
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte < 5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
>10 m	1:8	1:2	*	*	*

(\*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

**TABLA 35. Gradiente de referencia en zonas de relleno (suelos).**

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.*

- ✓ **Cunetas:** “Los canales de infraestructura bilaterales a lo largo de la autopista están contruidos para drenar el agua superficial y subterránea del lecho de la carretera sin dañar la estructura del pavimento. Los canales pueden ser de forma trapezoidal, rectangular o triangular y pueden ser abiertos o cerrados con o sin casquillo o según las necesidades del edificio. Por otro lado, las dimensiones de los drenajes se derivan de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta su grado, el área de drenaje, las propiedades del sustrato y las precipitaciones. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

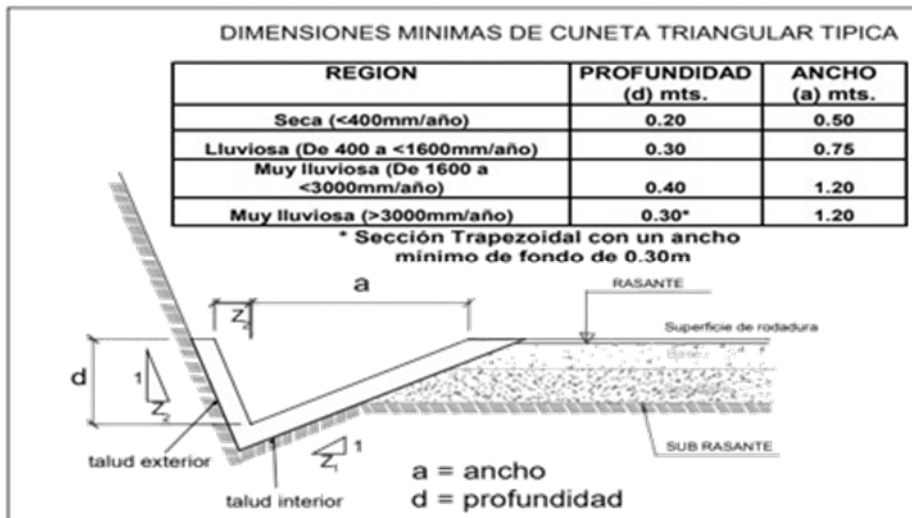
**TABLA 36. Pendientes máximas del talud (V: H) dentro de la zanja.**

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)		
	< 750		> 750
<70	1:02	(*)	1:03
	1:03		
> 70	1:03		1:04

(\*) Sólo en casos muy especiales

**Fuente:** *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014.*

**FIGURA 40. Dimensiones mínimas típicas para zanjas triangulares.**



*Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014.*

**TABLA 37. Dimensión mínima.**

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

\* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30  
Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

*Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014.*

### III.METODOLOGIA

#### 3.1 Enfoque, tipo de investigación.

##### 3.1.1 Enfoque

Esta investigación se lleva a cabo a través de un método deductivo, que va de lo general a lo especial. Cuantitativamente hablando, este método se relaciona con un punto de vista cuantitativo, ya que los datos y resultados obtenidos son todos de naturaleza numérica, por lo que se pueden medir de manera fácil y efectiva.

##### 3.1.2 Tipo de investigación

El motivo por el que se denomina cuantitativo es que lo basaremos en el análisis, cálculo y diseño de la carretera.

##### 3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito: Aplicada.

La presente investigación es del tipo Aplicada, ya que utiliza conocimientos y teorías ya establecidas en la investigación básica para llevar a cabo su desarrollo.

##### 3.1.2.2. Por el diseño: No Experimental- Transversal.

No experimental: transversal porque los fenómenos se observarán a medida que ocurren en su contexto natural y luego se analizarán.

##### 3.1.2.3. Por el nivel: Descriptivo.

Es de nivel de investigación Descriptivo por que se realizara el diseño geométrico de la vía de evitamiento

#### 3.2. Diseño de investigación:

Este estudio es de diseño No Experimental (Transversal), ya que únicamente se realizará el diseño de la vía de evitamiento, tal como se representa en la siguiente gráfica:

**FIGURA 41. No Experimental (Transversal).**



**M:** lugar y población que se beneficiará con el diseño de la vía de evitamiento

**O:** recolección de datos del área de estudio, mediante observación y entrevistas con los pobladores

(Raffino, 2020) menciona que “Esta investigación no utiliza las variables que demanda explicar, sino que observa los fenómenos de su beneficio en su ámbito natural, para posteriormente describirlos y estudiarlos. Los que realizan estas investigaciones no experimentales ejecutan la función de observadores. Investigaciones de diseño transversal; agrupan datos, con el fin de explicar las variables presentes y analizan su repercusión en la investigación. Esto representa usar indicadores descriptivos y causales”.

### **3.3. Variables y Operacionalización**

#### **3.3.1. Variables**

“Una vía de evitamiento es una carretera que se ejecuta para no ingresar a la zona urbana, con la finalidad que los vehículos tengan un rumbo sin el propósito de atravesar las áreas de la metrópolis y tener un transporte dinámico” (Villalobos Granadino, y otros, 2017)

Para la presente investigación se maneja una sola variable.

##### **3.3.1.1. Variable independiente:**

(Raffino, 2020) menciona que “Una variable es capaz de ser trasformada (de variar), de cambiar en servicio de algún fundamento o indefinido”

#### **3.3.2. Matriz de clasificación de variables**

Elaboración de la matriz de clasificación de variables.



**TABLA 38. Matriz de clasificación de variables.**

Variable	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

### 3.3.3 Matriz de operacionalización de variables (Anexo 3.1)

### 3.4. Población, muestra y muestreo

#### 3.4.1. Población:

Toda la infra estructura vial de la carretera Vía Nacional 3N hasta la Vía Molino Grande del distrito de Huamachuco, 2020.

#### 3.4.2. Muestra:

##### 3.4.2.1 Técnica de muestreo:

No probabilístico por que se seleccionó un elemento de la población en base al juicio del investigador, por conocer las características geográficas de la zona en estudio y por ser la parte sur de la ciudad la que reúne las condiciones necesarias y óptimas para su función como vía de evitamiento.

##### 3.4.2.2 Tamaño de muestra:

Por técnica de muestreo el investigador eligió el tramo km 0+000.00m Vía Nacional 3N al KM 2+000.00 Vía Molino Grande en el Distrito de Huamachuco. (Anexo 5.1)

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 3.5.1. Técnica:

- La presente investigación utilizara la técnica de análisis documentario.

#### 3.5.2. Instrumentos de recolección de datos:

- La presente investigación utilizará diversos tipos de instrumentos como: una guía técnica, tres fichas resumen, una ficha de observación. Pues de allí podremos extraer de manera detallada los hechos y realidades del lugar de

estudio.

- ✓ La presente investigación utilizara la ficha de resumen N° 1 para el estudio del tráfico que comprende desde La Vía Nacional hasta la Vía Molino Grande. (Anexo 4.1)
- ✓ Para el levantamiento topográfico utilizare la guía técnica N° 1. (Anexo 4.2)
- ✓ Para el estudio de suelos utilizare la ficha de resumen N°3 (Anexo 4.3)
- ✓ Para el estudio hidrológico utilizare la ficha de resumen N°2 (Anexo 4.4)
- ✓ Para el estudio de impacto ambiental utilizare la ficha de observación N°1 (Anexo 4.5)

**TABLA 39. Instrumentos y validaciones.**

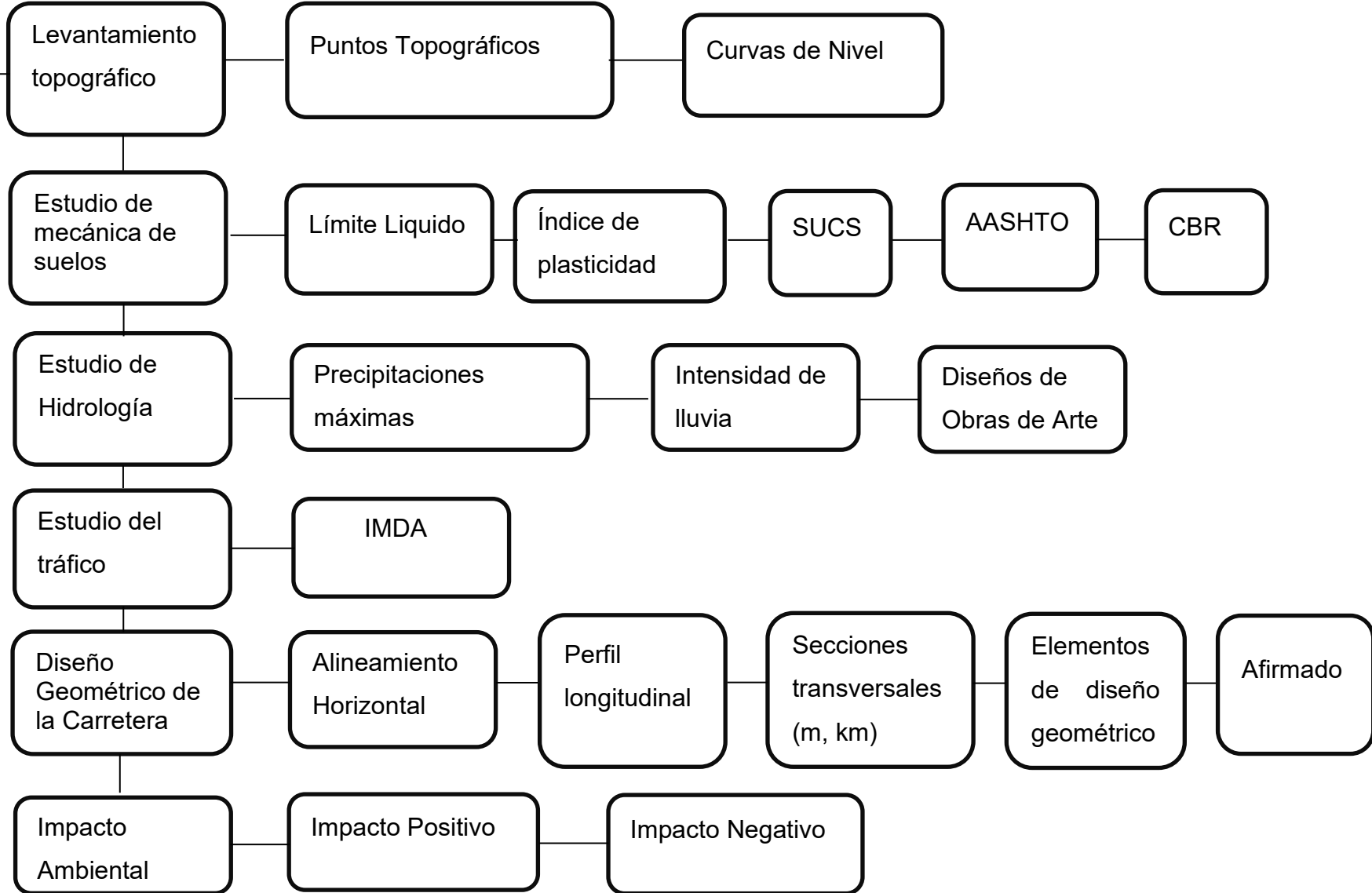
<b>Etapas de la investigación</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
Levantamiento Topográfico	Guía Técnica N°1	Juicio de experto
Estudio de Mecánica de Suelos	Ficha de resumen N°1	Juicio de experto
Estudio de Hidrología	Ficha de resumen N°2	SENAMI
Estudio de trafico	Ficha de resumen N°3	Juicio de experto
Diseño Geométrico de la Carretera	-----	-----
Impacto Ambiental	Ficha de observación N°1	Juicio de experto

### **3.5.3. Validación del instrumento de recolección datos.**

- La validación del instrumento de Guía Técnica y Ficha de Resumen será proporcionada por el Ing. Civil: Luis Alberto Horna Araujo - Código CIP: 24002 (Anexo 6.1)
- La validación del instrumento de la ficha de resumen del impacto ambiental será proporcionada por la Ing. Ambiental: Katherin Victoria Contreras Jara- Código CIP:242285 (Anexo 6.2)

### **3.5. 4. Procedimientos:**

DISEÑO DE LA VIA DE  
EVITAMIENTO SUR A  
NIVEL DE AFIRMADO EN  
EL DISTRITO  
HUAMACHUCO, SÁNCHEZ  
CARRIÓN, LA LIBERTAD  
2020



**Análisis documental:** A través de este proceso podemos extraer algunos conceptos del documento un proceso inteligente para expresarlo y promover el acceso al original. Por lo tanto, el análisis consiste en derivar un conjunto de palabras y símbolos utilizados como representación de un documento.

El análisis abarca desde una identificación externa o descripción física de un documento hasta su factor de forma (autor, título, editor, título de la revista, año de publicación, etc.) y una descripción conceptual del contenido o tema. Adopte el idioma del índice (palabras clave, descripción, etc.). Debido a que el concepto de índices se define mediante el análisis de contenido, estos lenguajes se utilizan para desarrollar índices para obtener información a través de ello.

- ✓ **Análisis de contenido:** El contenido de la información implica identificar y presentar contenido textual utilizando dos técnicas básicas: indexación y abstracción.

La indexación consiste en extraer un conjunto de conceptos para adaptarse a los temas cubiertos en el documento y sirve como un punto de entrada para recuperar estos temas.

Frente al texto, los analistas intelectuales deben realizar tareas intelectuales de lectura, abstracción, análisis e integración. Hay tres cosas en este ejercicio que toman en cuenta ciertos elementos o elementos del texto:

- Información de archivo o información proporcionada
- El formulario utilizado o cómo muestra la información
- La estructura interna o el sistema de relaciones semánticas
- Contribución a la literatura relacionada con el corpus científico general

Para funcionar bien en el análisis de la información, es necesario cubrir todos estos factores, desde el conocimiento del tema hasta la comprensión del tema. Relaciones con los principales elementos propuestos por el autor., Capacidad para reconocer la importancia del texto para la comunidad. Cualificado. Además de estos elementos, se deben tomar medidas de procesamiento de documentos, como convertir el texto original en documentos auxiliares (registros que pueden acceder a los descriptores seleccionados en cualquier sistema y enviar información).

✓ **El Resumen:** Es una abreviatura del documento original y representa el documento de manera precisa, objetiva y con dos propósitos. Es decir, presentar el documento y determinar su relevancia e interés para el usuario. La importancia del uso rutinario como elemento de búsqueda en una base de datos de documentos complica estos dos elementos. Por lo tanto, su propósito depende de dónde se muestren. Para los resúmenes (artículos, actas, informes, etc.) contenidos en el documento original, las normas internacionales recomiendan que se presenten en al menos dos idiomas. Luego se integra en un sistema de información (como una base de datos abstracta).

➤ **Método para elaboración de resúmenes.**

❖ **Análisis formal:** El servicio de resumen primero debe recopilar referencias bibliográficas a ISO 690 tanto para el índice de papel como para la base de datos. Los elementos recopilados son el identificador del documento, el autor, el título del libro y los datos de publicación. (Nombre de la revista, año, número de volumen, número de página).

❖ **Análisis de contenido:**

- Extraiga las ideas y conceptos más relevantes con la mayor cantidad de información y concéntrese en diferentes partes del trabajo, como implementaciones, objetivos y conclusiones.
- Proporcionar la información más relevante en el menor espacio es el objetivo principal de un buen resumen. Sin embargo, un conjunto claro de ideas no significa necesariamente un conjunto claro de ideas. Las características integrales incluyen la creación de un nuevo documento que es más simple y claro que el original. El documento en sí tiene mucho sentido, con una buena estructura gramatical, gramática y un significado consistente.

**Levantamiento Topográfico:** Para determinar la demarcación del área de trabajo de diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020, se basa en las características del área de trabajo, que tiene como punto de inicio la Vía Nacional 3N hasta la vía Molino Grande, para establecer el área de trabajo se analizará con la ayuda del programa Google Earth pro y el software Global Mapper para obtener la zonificación del área a proyectar.

- ✓ **Google Earth pro:** “El programa puede modelar mundos virtuales utilizando múltiples vistas de mapas satelitales basados en el terreno. Google Earth incluye imágenes de satélite, fotografías, evidencia geográfica, modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos generados por computadora. Tenga en cuenta que nuestro país Perú se ubica en las Zonas 17, 18 y 19 de la Proyección Mercator (UTM). Dado que está debajo de la línea del ecuador en Perú, lo llamamos norte = 10,000,000, y el meridiano central (línea discontinua) en cada región corresponde al este = 500,000. Este proceso se basa en el uso de imágenes de satélite. Es una herramienta básica para la planificación de la construcción, por lo que debe definir carreteras, construcciones, vallas fronterizas, arroyos, áreas silvestres, vegetación, asentamientos cercanos y más. Esta información es muy importante para determinar la posición de trabajo de la imagen. El software proporciona el espacio de trabajo y la navegación por propiedad” (Yanapa Choque, 2019)
- Marcación de Puntos
- Regla
- Polígono
- Ruta
- Superposición de imagen
- Edificios 3D
- ✓ **Global Mapper:** “El software es un procesador de datos vectoriales, ráster y de elevación, y proporciona visualización de un sistema de información geográfica (GIS). Realiza un proceso de corrección de imagen que permite asignar manualmente las coordenadas UTM en WGS 84, Usamos los polígonos

previamente determinados (archivos .kmz) para operar. En la pestaña "Herramientas" (que contiene un menú desplegable), seleccionamos "Configuración" y luego "Proyección" para configurar y geo-referenciar el sistema de coordenadas UTM (Universal Traverse Mercator) del área delimitada por el datum. Posteriormente, la opción "Conectarse a datos en línea" permite conectarse a la fuente de datos. Para hacer visible la correspondiente elevación del área de estudio correspondientes a cada píxel, o asignar coordenadas a través de puntos reconocibles a través de imágenes georreferenciadas para procesar curvas horizontales. Además, permite acceder a casi todos los formatos utilizados en CAD, GIS y otros. A partir del contenido exportado desde Google Earth Pro en (kmz), el software identificará la ubicación del proyecto en el que queremos trabajar. El programa genera informes en formato LAS. Y TIF., El programa Global Mapper puede generar curvas de nivel basadas en el DTM (modelo digital de terreno) generado por el programa predeterminado nos proporciona un informe general del proceso de modelado digital del terreno. En este informe, nos proporciona la densidad de puntos, nube de puntos, cuadrícula, DSM, ortomosaico, detalles de índice, etc. La opción de crear curvas de nivel nos permite generar de forma automática y sencilla curvas de nivel a partir del modelo de elevación." (Caceres Villarroel, 2019)

**Estudio de suelos:** La exploración de suelos se realiza mediante pozos de exploración (también llamados pozos). El tamaño de cada foso es de 1 mx 1 mx 1,50 m.

➤ **Evaluación de la vía:**

- ✓ **Números de calicatas:** Siguiendo los parámetros del "Manual de Carreteras" "Suelos, Geología, Ingeniería Geotécnica y Pavimentos-2014", nos dice que se debe realizar dos calicatas cada 1 km de camino para obtener la cantidad respectiva de muestras por kilómetro. Del mismo modo, el manual nos dice que se debe realizar CBR cada 2 kilómetros para obtener 1 CBR para el proyecto.
- ✓ Según ASTM, las muestras tomadas de los pozos se analizarán en el Instituto



de Mecánica de Suelos. Su propósito es determinar las propiedades físicas y mecánicas del terreno vial en estudio. El objetivo de la investigación en mecánica de suelos es conocer la composición de cada capa de suelo estudiada y, gracias a los datos obtenidos, es posible conocer su capacidad portante y las medidas a considerar en el diseño de suelos.

**TABLA 40. Cantidad de calicatas para exploración de suelo.**

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Carretera de Tercera clase con un IMDA $\leq 400$ veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	• 2 calicata x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.

**Fuente:** Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. 2014

**TABLA 41. Numero de ensayos CBR.**

Tipo de carretera	Número mínimo de calicatas
Carretera de Tercer clase con un IMDA $\leq 400$ veh/día, de una calzada.	• Cada 2km se realizará un CBR

**Fuente:** Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. 2014

**Estudio de Hidrología:** “Según el informe SANAMHI, la información sobre precipitaciones se recopila en la estación meteorológica convencional "Huamachuco", que es la estación meteorológica más cercana. Se obtuvieron datos correspondientes a la precipitación máxima en 24 horas, y los registros entre 1984 y 2004 mostraron la precipitación máxima mensual. Para el estudio correspondiente se efectuará el instrumento de ficha de resumen el cual contiene el Precipitaciones máximas, Intensidad de lluvia, data de tesis”. (Elvia,Jaime, 2019)

“El análisis de frecuencia utiliza los mismos principios estadísticos que se aplican a otras variables para adaptarse a la particularidad de los datos de caudal máximo. En todos los casos, la técnica implica ordenar la secuencia en orden descendente y asignar un número de secuencia m (m varía desde 1 hasta n) a cada valor, donde n es la muestra, el número de años en la serie natural muestral. A continuación, se calcula la frecuencia observada mediante relaciones empíricas (como Weibull). P es la probabilidad de que una descarga dada iguale o exceda una descarga dada cuando el valor de n es lo suficientemente grande” (Rios Armas , y otros)

$$T = \frac{n+1}{m}$$

El tratamiento de los datos así preparados, es el ploteo de los pares (P ó T) vs. Q en un papel con escalas apropiadas

$$\overline{P} = \frac{m}{n + 1}$$

Para propósitos generales, se ha propuesto una escala que aproxime el gráfico de una recta

$$Y = -Ln \left[ -L \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

Y es la distancia lineal, T es el período de retorno, asignar el valor de T a T puede construir un papel de probabilidad y la escala se puede convertir a logaritmo. Para comparar y sacar conclusiones, dibuje los valores en el papel correspondiente y elija el valor más cercano a una línea recta.

**Estudio del tráfico:** “Determinar el índice diario promedio anual a través de la investigación del tráfico y según la norma de diseño geométrico DG-2018, el decreto estipula: “Representa la media aritmética promedio diario de cada día del año que se puede prever o existir en el tramo vial”. De esta forma, determinaremos el IMD, por lo que seguimos encontrando la estación en el área de investigación y contamos los vehículos” (Alvarado Pompa, 2018)

Para obtener IMD, usaremos la siguiente fórmula:

### **Índice Medio Diario Anual**

$$IMDa = IMDp * Fc$$

Donde:

IMDa= Índice Medio Diario anual

IMDp= Índice Medio Diario promedio

Fc= Factor de corrección

Al obtener el índice promedio diario, se consideró por separado el recuento de vehículos en 7 días, esta fórmula se expresará más adelante:

### **Índice Medio Diario Anual**

$$IMDp = \frac{(V_{lun} + V_{mar}) + V_{mie} + V_{jue} + V_{vier} + V_{sab} + V_{dom})}{7}$$

Donde:

V (lun, mar, mie, jue, vie, sab, dom) = Volumen clasificado diario

**Factor de corrección estacional (FCE):** “El volumen de tráfico también cambia según las estaciones meteorológicas a lo largo del año, por lo que se necesitan correcciones para eliminar estas fluctuaciones. Para ampliar el rango de muestreo, se utiliza el FCE. En el área de influencia, ninguna unidad de peaje nos proporciona datos del factor corrección estacional, es decir, la unidad de peaje más cercana al área de investigación con características similares, la unidad de peaje de la Ciudad de Dios, y los peajes pasados Son principalmente de 5 ejes y 6 ejes. Camiones, camiones que transportan piedra caliza desde Tembladera a Pacasmayo y varios camiones Yanacocha, Minera la Zanja, etc. que transportan combustible, alimentos, maquinaria y repuestos a empresas mineras (como Minera) ubicadas en la región de

Cajamarca. Por lo tanto, es necesario buscar una unidad de carga con un patrón estacional similar al área afectada por el proyecto. Luego de analizar varias opciones, elegí el peaje de Catac, ubicado en la carretera Conococha-Recuay, donde la cosecha es similar a la carretera estudiada.” (Municipalidad Provincial Sanchez Carrion , 2019)

**FIGURA 42. Factores de corrección.**

**Cuadro N° 4.1**  
**Factores de corrección estacional volumen de tráfico salida**  
**Unidad de Peaje de Catac**

	Vehículos Ligeros	Vehículos Pesados
Enero	99	147
Febrero	107	145
Marzo	131	136
Abril	92	144
Mayo	104	157
Junio	100	153
Julio	172	164
Agosto	135	172
Septiembre	111	161
Octubre	126	171
Noviembre	106	169
Diciembre	114	164
IMDA	117	156
<b>FCE Junio</b>	<b>1.0198</b>	<b>0.9742</b>

FUENTE GERENCIA DE OPERACIONES PROVIAS NACIONAL

Fuente: Gerencia de Operaciones Provias Nacional

Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula.

$$FCE_{\text{mes } i} = \text{IMDA} / \text{IMD}_{\text{mes } i}$$

Donde IMDA es el Índice medio diario anual e IMD, es el índice medio diario del mes i.

Los valores adoptados de Factores de Corrección Estacional son:

FCE Vehículos Ligeros 1.020

FCE Vehículos pesados 0.927

Para el estudio correspondiente se efectuará el instrumento de ficha de resumen el cual contiene el IMDA, data de un expediente técnico.

**Diseño Geométrico de la Carretera:** “El Ministerio de Transporte ha elaborado el "Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)", que nos proporciona los parámetros que se deben observar para asegurar el funcionamiento normal de la vía, parámetros que pueden promover el desarrollo sostenible.

Se trabajará de acuerdo a lo estipulado en la norma de Diseño Geométrico 2018 y con la base de teoría presente en este documento”. (Ministerio de Transportes Y Comunicaciones, 2018)

**Impacto ambiental:** “Es identificar y cuantificar los posibles impactos potenciales de las acciones del proyecto vial, incluidas sugerencias de medidas de mitigación y control para compensar, minimizar los impactos ambientales nocivos y fortalecer el impacto positivo que las actividades pueden tener en esta etapa en la construcción y operaciones. Para realizar una investigación de impacto ambiental es necesario comprender los proyectos viales y los componentes ambientales, los cuales están representados por los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del campo de impacto de la investigación. Para el estudio de impacto ambiental se organizará la matriz de Leopold para identificar los impactos positivos y negativos, se presentarán los factores y actividades que contiene la matriz a continuación”. (Alvarado Pompa, 2018)

➤ **Legislación y estándares ambientales que constituyen la investigación de impacto ambiental:**

- ✓ Constitución Política del Perú (29 de Diciembre de 1993)
- ✓ Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (D.L.613 del 08/09/90)
- ✓ Ley de Residuos Sólidos, Ley N.º 27314
- ✓ Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (D.S. N°041 - 2002 – MTC)
- ✓ D.S. N.º 019 – 2009 – MINAM Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

### **3.6. Método de análisis de datos:**

#### **3.6.1. Técnica de análisis de datos:**

La presente investigación es no experimental- transversal debido a que el estudio solo se realizará en un período de tiempo único, por lo que se utilizará el método estadístico descriptivo, el instrumento a aplicar es la tabla de frecuencias o cuadros estadísticos.

### 3.6.1.1. Estadística Descriptiva:

Por ser esta investigación de variable cuantitativa; se utilizará el software Excel para el recojo de información obtenida a través de la guía de observación donde se conocerá el terreno por donde se diseñará la vía de evitamiento y se procesará los datos computacionales con los programas: AutoCAD, Civil 3D y la aplicación de la norma DG 2018, para el diseño y análisis de la carretera; S10 para el análisis de costos y presupuestos; así también como gráficos que correspondan a cada proceso, tales como:

- **Gráfica de torta:** De esta manera podremos clasificar los tipos de vehículos, según los porcentajes obtenidos logrados del flujo vehicular.

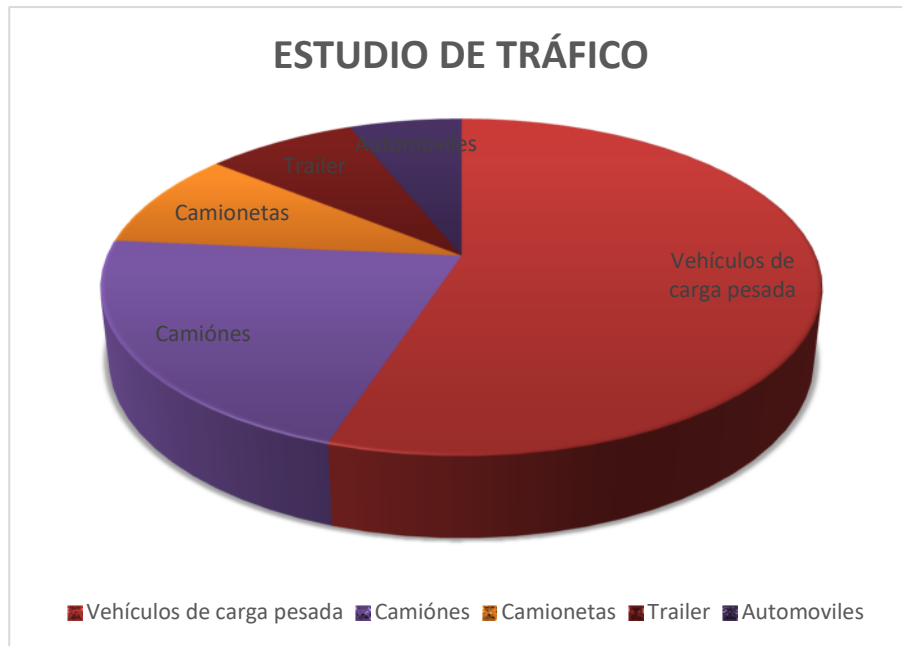
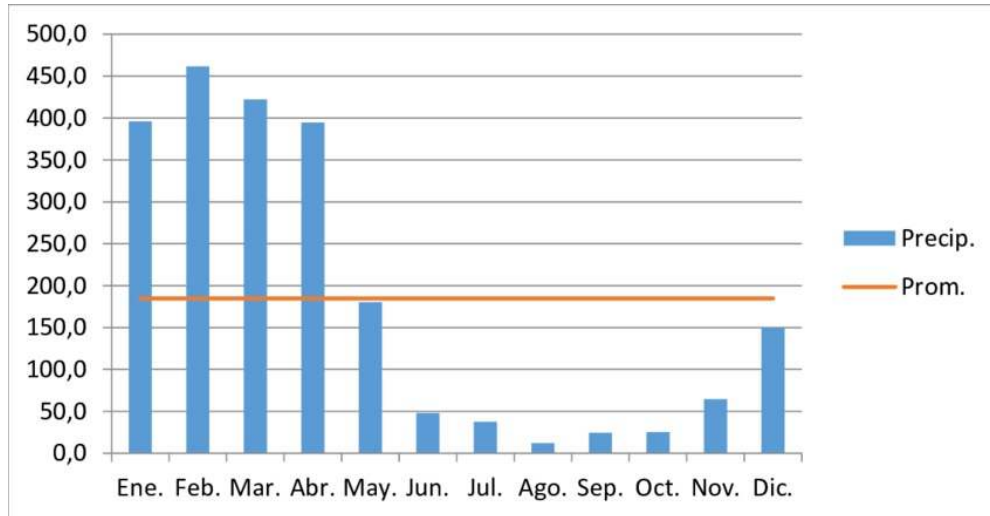


FIGURA 43. Gráfica de torta- Estudio de tráfico.

- **Gráfica de Histograma:** Con este gráfico estadístico podremos ilustrar las precipitaciones de la zona de estudio, durante un determinado tiempo, lo cual influirá en el diseño de la carretera.

**FIGURA 44. Histograma- Estudio Hidrológico.**



Fuente: Óscar Caicedo Camposano

### 3.7. Aspectos éticos:

El siguiente proyecto se realizó con los principios y valores del autor por ende los resultados en el presente proyecto están garantizados en bases en los análisis realizados para su investigación de tal modo que no existe falsedad en los datos obtenidos en campo. El proyecto fue correctamente citado como nos demanda el manual ISO 690 – 690-2, además de ser evaluado por el software turnitin quien nos brinda un porcentaje de similitud. (anexo 9 y 10)

### 3.8. Desarrollo:

#### 3.8.1. Levantamiento topográfico.

Se realizó a través del Software Google Earth Pro y Global Mapper

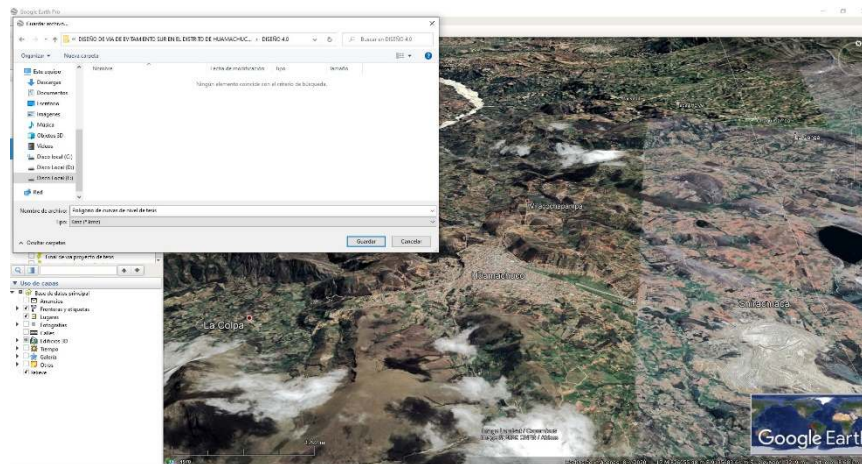
**FIGURA 45. Trazo de la poligonal del área de estudio.**



Fuente: Google Earth Pro

En la figura N°4. Se observa el Levantamiento topográfico con una poligonal con el programa Google Earth Pro, se proyecta la superficie plana para la realización del plano que representa el terreno de estudio.

**FIGURA 46. Archivo kmz.**

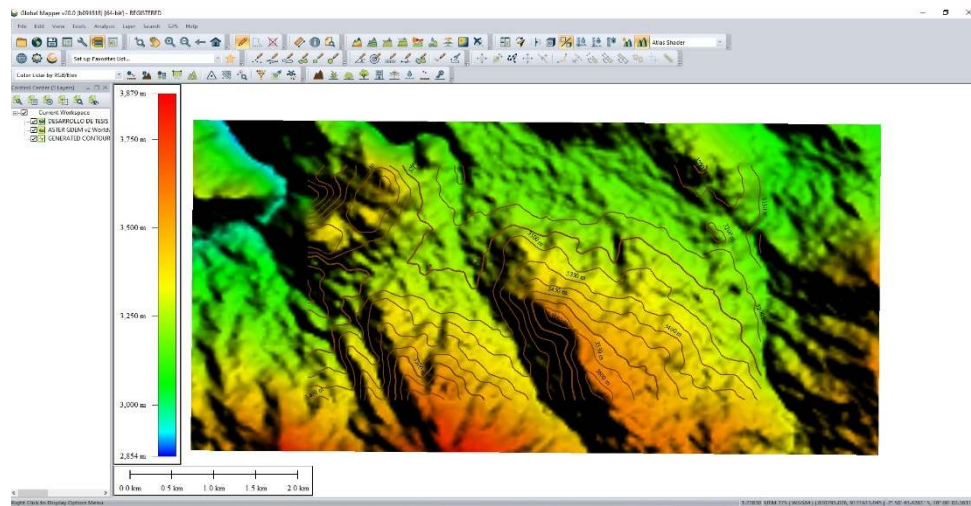


Fuente: Google Earth Pro

En la figura N°5. Se observa archivo extraído en un formato KMZ, y se importó al software Global Mapper.



**FIGURA 47. Topografía del área de estudio.**



En la figura N°6. Se observa el modelo digital con la extensión .tiff en el software Global Mapper El área de estudio tiene un excelente terreno de alta calidad con una resolución de 0.015m / pixel.

### **3.8.2. Estudio de mecánica de suelos.**

Adecuándose al análisis documental, cuya información se tomó de un expediente técnico que fue realizado por la Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión, y según ASTM, las muestras tomadas del pozo fueron analizadas en el laboratorio de mecánica de suelos; el objetivo fue determinar las características físicas y mecánicas de la topografía vial en estudio. El objetivo de la investigación en mecánica de suelos es conocer la composición de cada capa de suelo estudiada y, gracias a los datos obtenidos, es posible conocer su capacidad portante y las medidas a tener en cuenta en el diseño de carreteras.

### **3.8.3. Estudio de Hidrología.**

Adaptándose al análisis documentario, cual información fue extraída de una tesis, Se han obtenido datos de 24 horas de la estación meteorológica Huamachuco operada por Senhami.

### **3.8.4. Estudio del Trafico**

La adecuación al análisis documental, cuya información se extrajo de una ficha técnica realizada por la Prefectura Provincial de Sánchez Carrión, se basa en el estudio de diferentes tipos de vehículos en la vía. Según tipo de vehículo del Ministerio de Transporte. Los parámetros utilizados para el diseño de ingeniería vial aumentan la necesidad de cuantificar el volumen de tráfico estimado. De acuerdo con el método determinado por las especificaciones, el tráfico de vehículos se contabilizó y clasificó dentro de las 24 horas y por un período de 7 días. Esta estación está ubicada en las afueras de la ciudad de Huamachuco e involucra la carretera Evitamiento.

### **3.8.5. Diseño Geométrico de la Carretera.**

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020. Se desarrollo con las medidas formuladas por MTC (DG-2018)

### **3.8.6. Impacto Ambiental:**

#### **➤ Diagnóstico ambiental**

##### **❖ Medio físico**

##### **✓ Clima:**

Según el SENAMHI, el clima principal es frío y seco, con temperaturas entre 2 ° C y 22 ° C. De diciembre a abril, lluvias intensas y continuas

##### **✓ Hidrología**

Para determinar la intensidad del área se considera la estación de lluvia de Huamachuco, con base en ella calculamos el caudal estimado, el período de retorno y determinamos el tipo de obra de arte.

##### **✓ Suelos**

Al extraer el suelo, pase una distancia de 1 km entre los

pozos. Obtuvimos información detallada sobre el tipo de suelo, en este caso “Grava y Arena Limoarcillosas” (AASHTO) y “Arcilloso Limoso” (SUCS).

### **Medio biótico**

#### ✓ **Flora**

En el distrito de Huamachuco, presenta cultivo de papa, una excepción de los árboles frutales y hortalizas, etc.

#### ✓ **Fauna**

Generalmente se crían animales, como vacas, ovejas, caballos, mulas, etc. Aparece en el hogar en forma de consumo y ventas del hogar. Además, algunos de estos animales, como caballos, toros y mulas, también se utilizan para transportar mercancías.

#### ➤ **Área de influencia del proyecto:**

Lo determinaremos imaginando que tiene un ancho de 200 metros en cada extremo del eje del carro, lo que nos proporcionará el área en forma de cinturón imaginario. En esta zona, encontraremos la ubicación de instalación del campamento, el almacenamiento de materiales sobrantes, el patio de máquinas, etc. Esta área intervendrá directamente en la ejecución de la vía.

#### ➤ **Matriz de impactos ambientales:**

Se indica en una tabla con entradas dobles que las acciones que se realizaron en la columna y fila superior durante la ejecución del proyecto encontrarán los diversos factores ambientales realizados en cada fila. Al cruzar filas y columnas, podemos obtener los resultados del impacto ambiental al representar numéricamente el daño o la ganancia.

#### ➤ **Magnitud de los impactos:**

La magnitud del impacto estará representada por un rango numérico del 1 al 3, que indica la magnitud.

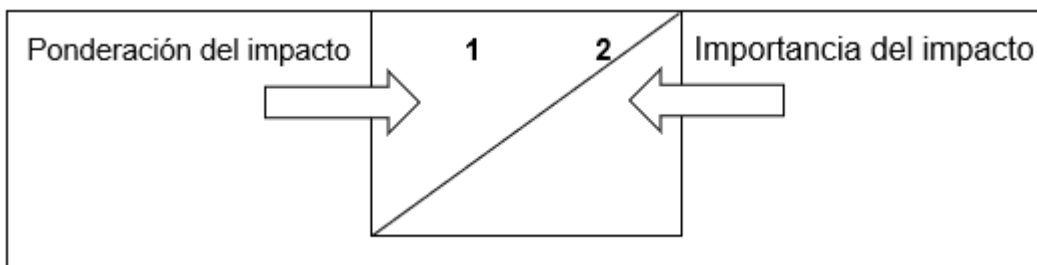
**TABLA 42. Grados de impacto.**

GRADOS DE IMPACTO	
Descripción	Grado
Impacto Débil	-1
Impacto Moderado	-2
Impacto Fuerte	-3

**TABLA 43. Matriz de impacto ambiental durante la etapa de ejecución**

C O M P O N E N T E S	Factores Impactantes / Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO							
			Abastecimiento de agua	Campamento y/o Trabajadores	Cantera (Exploración)	Maquinarias	Planta Chancadora	Planta de Asfalto	Colocación de Carpeta Asfáltica	Excedente de Obra
FÍSICO	Atmósfera	Aire			-1 2	-1 1	-1 2	-1 2	-1 1	-1 1
		Ruido		-1 1	-2 2	-1 3	-2 1	-1 1		
	Hidrología	Cantidad	-1 2			-1 1		-1 2		
	Paisaje	Calidad		-1 2	-1 2		-1 1	-1 1		-1 1
		Suelo	Calidad					-1 2		-1 1
	Compactación			1 1		-1 1		-1 1		
BIOLÓGICO	Fauna	Desplazamiento								
	Flora	Cobertura	-1 1						-1 1	-1 1
SOCIO ECONÓMICO	Población	Salud			-1 3	1 3	-1 3	-1 3	-1 2	-1 2
	Economía	Empleo								
		Industriales								
		Agropecuaria	-1 2							
		Transporte		1 1						
	Turismo									

**Leyenda:**



La matriz evalúa los impactos negativos y positivos del proyecto en función de diferentes factores ambientales.

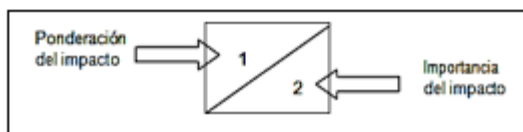
**TABLA 44. Medición del impacto ambiental**

PONDERACIÓN DEL IMPACTO		VALORACIÓN DEL IMPACTO		IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
Impacto Débil	1			Importancia Baja	1
Impacto Moderado	2	Impacto Positivo	+	Importancia Media	2
Impacto Fuerte	3	Impacto Negativo	-	Importancia Alta	3

La siguiente tabla enumera la "Matriz Causa" de la fase de operación:

**TABLA 45. Matriz de impacto ambiental durante la fase operativa**

C O M P O N E N T E S	Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO			
	Factores Impactantes		Mayor Tránsito de Vehículos en la Zona	Incremento del Flujo de Personas	Influencia para el Proceso de Desarrollo	Conservación Periódica de la Carretera
FÍSICO	Atmósfera	Aire	-1 1			
		Ruido	-1 1			
	Hidrología	Cantidad	-1 1			
	Paisaje	Calidad		-1 1		
	Suelo	Calidad				
		Compactación				
BIOLÓGICO	Fauna	Desplazamiento		-1 1		
	Flora	Cobertura				
SOCIO ECONÓMICO	Población	Salud			2 2	1 3
	Economía	Empleo	1 1			
		Industriales			1 2	1 3
		Agropecuaria	1 1			
		Transporte	2 2	1 2		1 2
		Turismo	2 3			1 2
		Comercio	2 2	1 1		1 1



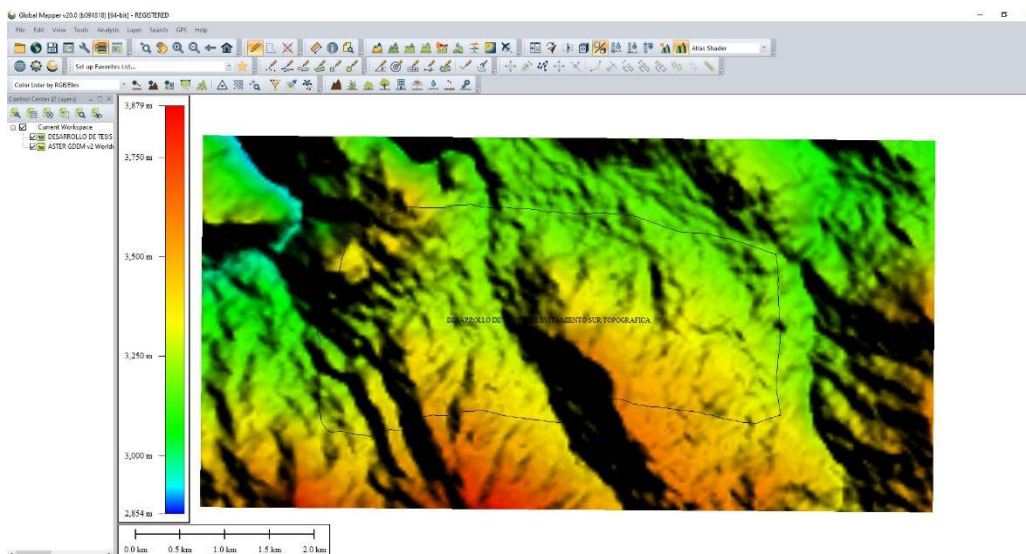
**Resultados de la matriz Leopold en la etapa de ejecución:** La Tabla N°7 nos dice que los factores que tendrán mayor impacto en el medio ambiente serán los relacionados con las actividades de las plantas de cantera, trituración y asfalto.

**Resultados de la matriz Leopold en la etapa de operación:** La tabla N°8 muestra que las medidas operativas formuladas por el proyecto tendrán un impacto positivo, porque en el ámbito socioeconómico traerán beneficios a la población de la aldea estudiada. Sin embargo, también puede traer efectos negativos a pequeña escala, que incluyen: contaminación del agua y / o aire. Por lo tanto, debemos considerar medidas de mitigación para minimizar el daño.

**Descripción de los impactos ambientales:** Notamos que tenemos dos tipos de influencias, las positivas aparecen en la fase operativa del trabajo y las negativas aparecen en la fase de ejecución.

## IV.RESULTADOS

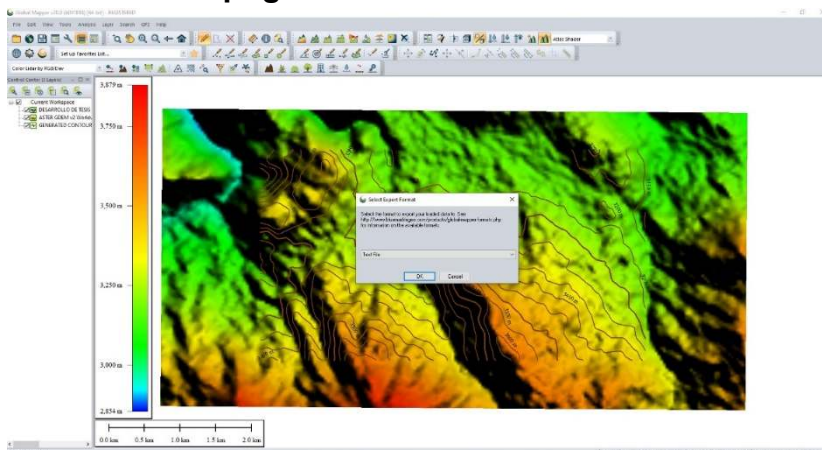
**FIGURA 48. Levantamiento Topográfico con Global Mapper**



Fuente: Global Mapper

En la figura N°48. Se observa el archivo KMZ procesado con sus respectivas coordenadas UTM en sistema geodésico mundial 1984 (WGS 84), ubicado en la zona 17 SUR.

**FIGURA 49. Puntos Topográficos.**



Fuente: Global Mapper

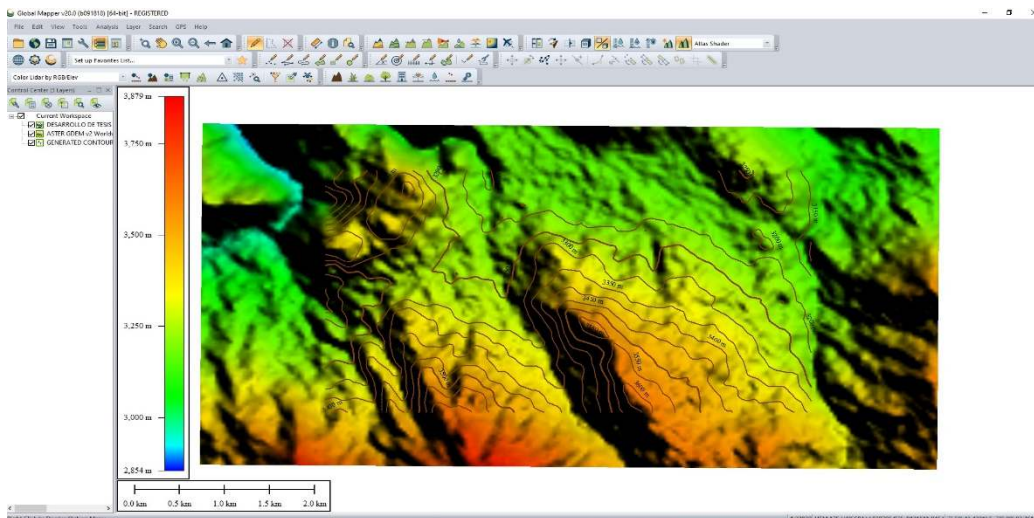
En la figura N°49. Se observa la importación de los **Puntos Topográficos** en archivo de texto el cual está configurado por: espacio XYZ.



**TABLA 46. Coordenadas UTM.**

COORDENADAS UTM		
(SISTEMA WGS84) - ZONA: 17 S		
NORTE (Y)	ESTE (X)	ELEVACION (Z)
9134754.39	823202.164	2994
9134799.83	823202.164	2994
9134745.79	823202.164	2995
9134781.41	823206.834	2995
9134813.66	823202.164	2995
9134741.38	823202.164	2996
9134761.16	823209.285	2996
9134829.3	823202.164	2996
9134736.97	823202.164	2997

**FIGURA 50. Curvas de Nivel con Software Global Mapper.**



Fuente: Global Mapper

En la figura N°50. Se observa **Curvas de Nivel** generadas por el programa Global Mapper. A partir de los puntos adquiridos, mediante levantamientos del terreno, se nos muestra la elevación y ondulaciones del terreno para generar terreno. La distancia equidistante de la curva es de 25 metros y la curva también se forma alrededor del terreno. basadas en el DTM (modelo digital de terreno).

**TABLA 47. Limite líquido.**

Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
L.L	15.25%	16.00%	16.30%	17.15%	17.00%

Fuente: Municipalidad Provincial Sánchez Carrión

En la tabla N°47, se observa el porcentaje de agua entre los estados líquidos y plástico.

**TABLA 48. Índice de plasticidad.**

Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
I.P	NP	NP	NP	NP	NP

Fuente: Municipalidad Provincial Sánchez Carrión

En la tabla N° 48, se observa que el suelo es No Plástico.

**TABLA 49. SUCS.**

Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
SUCS	SM	SM	SM	SM	SM

Fuente: Municipalidad Provincial Sánchez Carrión

En la tabla N°49, se observa que el suelo arcilloso limoso

**TABLA 50. AASHTO.**

Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
AASHTO	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)

Fuente: Municipalidad Provincial Sánchez Carrión

En la tabla N°50, se observa que el suelo con Grava y Arena Limoarcillosas

**TABLA 51. CBR.**

Calicata	CBR (100%)	CBR (95%)
P-1	24.07	20.1

Fuente: Municipalidad Provincial Sánchez Carrión

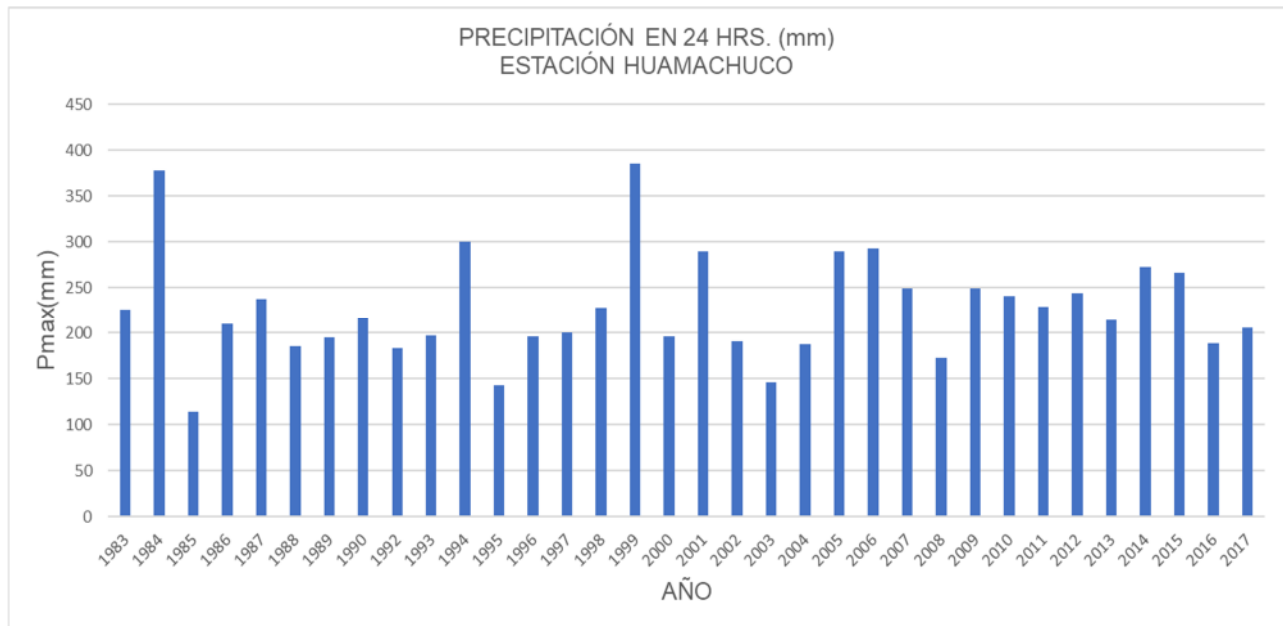
En la Tabla N°51, se observa el porcentaje del índice de resistencia del suelo, conocida como valor de relación de soporte.

**TABLA 52. Precipitaciones máximas.**

<b>Precipitación Máximas en 24 Horas</b>		
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>P.max(mm)</b>
1983	MARZO	226.34
1984	FEBRERO	377.73
1985	SEPTIEMBRE	114.84
1986	MARZO	210.15
1987	ENERO	237.30
1988	ENERO	186.00
1989	FEBRERO	195.30
1990	OCTUBRE	216.40
1992	MARZO	183.96
1993	DICIEMBRE	197.30
1994	FEBRERO	300.50
1995	FEBRERO	142.60
1996	MARZO	195.70
1997	DICIEMBRE	200.80
1998	FEBRERO	227.70
<b>1999</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>385.60</b>
2000	MARZO	196.50
2001	MARZO	290.30
2002	MARZO	190.70
2003	DICIEMBRE	146.70
2004	NOVIEMBRE	187.70
2005	MARZO	289.90
2006	MARZO	293.00
2007	MARZO	248.90
2008	ENERO	173.10
2009	MARZO	249.10
2010	MARZO	241.40
2011	NOVIEMBRE	229.40
2012	ENERO	244.20
2013	MARZO	214.60
2014	MARZO	273.30
2015	MARZO	266.00
2016	NOVIEMBRE	189.10
2017	MARZO	206.30

En la tabla N°52. se observa El mes más lluvioso es febrero de 1999.

**FIGURA 51. Precipitación en 24 HRS. (mm). Estación Huamachuco.**



En la figura N°51, se observa la Precipitación máxima en 24 Horas.

**TABLA 53. Intensidad de lluvia (mm/hr)**

Tiempo de duración		Intensidad de lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Horas	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	10.2494	12.6863	14.2997	16.3383	17.8506	19.3518	22.8207
18 hr	1080	12.2992	15.2235	17.1596	19.6059	21.4207	23.2221	27.3849
12 hr	720	16.1940	20.0443	22.5935	25.8145	28.2039	30.5758	36.0567
8 hr	480	19.6788	24.3576	27.4554	31.3695	34.2731	37.1554	43.8158
6 hr	360	22.9586	28.4172	32.0313	36.5977	39.9853	43.3479	51.1184
5 hr	300	24.5985	30.4470	34.3192	39.2118	42.8414	46.4442	54.7697
4 hr	240	27.0583	33.4917	37.7512	43.1330	47.1256	51.0886	60.2467
3 hr	180	31.1581	38.5662	43.4710	49.6683	54.2658	58.8293	69.3750
2 hr	120	38.1276	47.1929	53.1948	60.7783	66.4042	71.9885	84.8931
1 hr	60	61.4962	76.1175	85.7981	98.0296	107.1035	116.1105	136.9243

En la Tabla N°53, se observa los datos pluviométricos.

**Curva e intensidad- Duración y Frecuencia.**

Según MTC (hidrología, hidráulica y drenaje), la relación de la curva IDF es un elemento que se puede relacionar con la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias en un momento específico. Usando los datos de lluvia medidos, use la siguiente fórmula para calcular la curva IDF.

$$I = \frac{KT^n}{t^n}$$

Donde:

L: Intensidad

t: Duración de la lluvia

T: Periodo de retorno

K.m.n: Parámetros de ajuste.

**TABLA 54. Valores de periodo de retorno T(años)**

RIESGO ADMISIBLE	VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
R	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.1	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.2	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

En la tabla N°54 se observa los valores de retorno(T) en años.

**TABLA 55. Riesgos Admisibles en Tipos de Obras**

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE
	(**) %
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de cunetas	35
Drenaje de la plataforma a nivel longitudinal	40
Sub-drenes	40
Defensa Ribereñas	25

**Fuente:** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

En la tabla N° 55 se observa las alcantarillas que atraviesan cursos de agua secundarios y zanjas se consideran un 30% y un 35% de los riesgos aceptables.

## **Análisis estadísticos de datos hidrológicos.**

Se han obtenido datos de 24 horas de la estación meteorológica Huamachuco operada por Senhami, y se han considerado los siguientes criterios de análisis.

➤ **Análisis de frecuencia**

Para el cálculo del caudal se ha considerado el análisis de frecuencia del estudio hidrológico máximo. Por lo tanto, para el análisis, usaremos la distribución de frecuencia más usada.

- ✓ Distribución Log Normal de dos Parámetros
- ✓ Distribución de Gumbel o Extrema Tipo I
- ✓ Distribución Log - Pearson III o gama de tres parámetros
- **Distribución Log Normal de dos Parámetros**

El método para determinar la consistencia y viabilidad, la fórmula de cálculo es:

**FIGURA 52. Distribución Log Normal de dos Parámetros**

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\chi\sigma}} \int e^{\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

En la figura N°52 se observa la fórmula de distribución log normal de dos parámetros.

- **Distribución de Gumbel o Extrema Tipo I**

El método para determinar la consistencia y viabilidad, la fórmula de cálculo es:

**FIGURA 53. Distribución de Gumbel o Extrema Tipo I**

$$F(x) = \int e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} dx \quad \alpha = \frac{1.2825}{\sigma} \quad \beta = \mu - 0.45\sigma$$

En la figura N°53 se observa la fórmula de distribución de gumbel o externa tipo I

- **Distribución Log - Pearson III o gama de tres parámetros**

Para análisis y resultados de inundaciones

**FIGURA 54. Distribución Log - Pearson III o gama de tres parámetros**

$$F(x) = \frac{1}{\alpha \tau(\beta)} \int e^{-\frac{(\ln x - \delta)}{\alpha}} \left( \frac{\ln x - \delta}{\alpha} \right)^{\beta-1} dx$$

En la figura N°54 se observa la fórmula de distribución log. Pearson III o gama de tres parámetros.

**TABLA 56. Resultados del software Hidroesta.**

T (años)	log Normal	Log Normal 2	Log Normal 3	Gamma 2P	Gamma 3P	Log Pearson Tipo III	Gumbel	Long Gumbel	Diseño
2	32.51	31.89	0.00	32.09	32.13	0.00	31.48	30.84	32.51
5	37.76	37.86	0.00	37.71	37.76	0.00	37.00	36.93	37.76
20	42.7	44.61	0.00	43.63	43.66	0.00	44.16	46.66	42.70
25	43.45	45.58	0.00	44.45	44.47	0.00	45.28	48.39	43.45
50	45.34	48.49	0.00	46.86	46.85	0.00	48.70	54.12	45.34
100	47.04	51.26	0.00	49.1	49.06	0.00	52.10	60.47	47.04
200	48.6	53.94	0.00	51.19	51.12	0.00	55.49	67.55	48.60
500	50.49	57.37	0.00	53.79	53.67	0.00	59.96	78.17	50.49

En la tabla N° 56 se observa los resultados dados por el programa Hidroesta en elaboración propia en base a la estación Huamachuco (Senhami)



### Curvas e intensidad – Duración y Frecuencia.

Según MTC (Hidrología, Hidráulica y Drenaje), la relación de la curva IDF es un elemento que se puede relacionar con la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias en un momento específico. De acuerdo con los datos de precipitación, use la siguiente fórmula para calcular la curva IDF.

$$I = \frac{kT^n}{n}$$

Donde:

I: Intensidad

t: Duración de lluvia

T: Periodo de retorno

K.m.n: Parámetros de ajuste

**TABLA 57. Regresión potencial**

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	528.16598092249	-0.53752143702
5	653.74264059075	-0.53752143702
10	736.88531607685	-0.53752143702
25	841.93630696049	-0.53752143702
50	919.86913311501	-0.53752143702
100	997.22651551439	-0.53752143702
500	1175.98761703252	-0.53752143702
Promedio =	836.25907288750	-0.53752143702

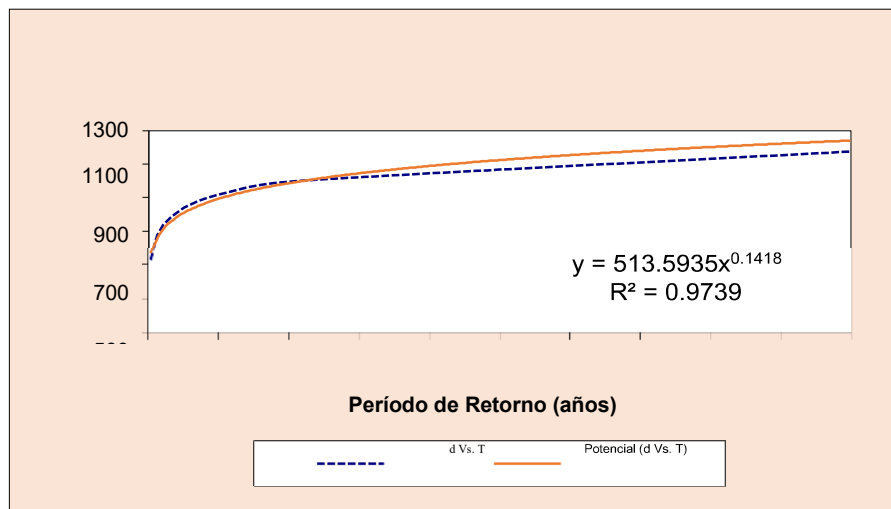
En la tabla N°57 se observa una regresión potencial.

**TABLA 58. Factores Regresión potencial.**

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	528.1660	0.6931	6.2694	4.3456	0.4805
2	5	653.7426	1.6094	6.4827	10.4335	2.5903
3	10	736.8853	2.3026	6.6024	15.2027	5.3019
4	25	841.9363	3.2189	6.7357	21.6814	10.3612
5	50	919.8691	3.9120	6.8242	26.6966	15.3039
6	100	997.2265	4.6052	6.9050	31.7986	21.2076
7	500	1175.9876	6.2146	7.0699	43.9364	38.6214
7	692	5853.8135	22.5558	46.8893	154.0948	93.8667
$Ln(K)$ =	6.2414	$K =$	513.5935	$m =$	0.1418	

En la tabla N°58 se observa una nueva regresión potencial, calculando entre la columna del período de regresión (T) y el elemento de comparación de regresión (d) para obtener el nuevo valor de Ec.

**FIGURA 55. Periodo de retorno**



En la figura N° 55 se observa la curva de periodo de retorno.

Los resultados obtenidos en la tabla anterior en la última fila se utilizarán en la siguiente fórmula de concentración

$$I = \frac{74.0144 * T^{0.114637}}{t^{0.53752}}$$

Donde:

I: intensidad de precipitación (mm/hr)

T: periodo de retorno (años)

t: tiempo de duración de precipitación (min)

**TABLA 59. Intensidades duración en minutos.**

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	238.56	164.36	132.17	113.24	100.44	91.06	83.82	78.01	73.23	69.20	65.74	62.74
5	271.68	187.17	150.52	128.95	114.38	103.70	95.45	88.84	83.39	78.80	74.86	71.44
10	299.74	206.51	166.07	142.27	126.19	114.41	105.31	98.02	92.01	86.94	82.60	78.83
25	341.34	235.17	189.12	162.02	143.71	130.29	119.93	111.62	104.78	99.01	94.06	89.77
50	376.61	259.47	208.65	178.76	158.55	143.75	132.32	123.16	115.60	109.24	103.78	99.04
100	415.52	286.27	230.21	197.23	174.93	158.60	145.99	135.88	127.54	120.52	114.50	109.27
500	522.07	359.68	289.24	247.80	219.79	199.28	183.43	170.73	160.25	151.43	143.87	137.29

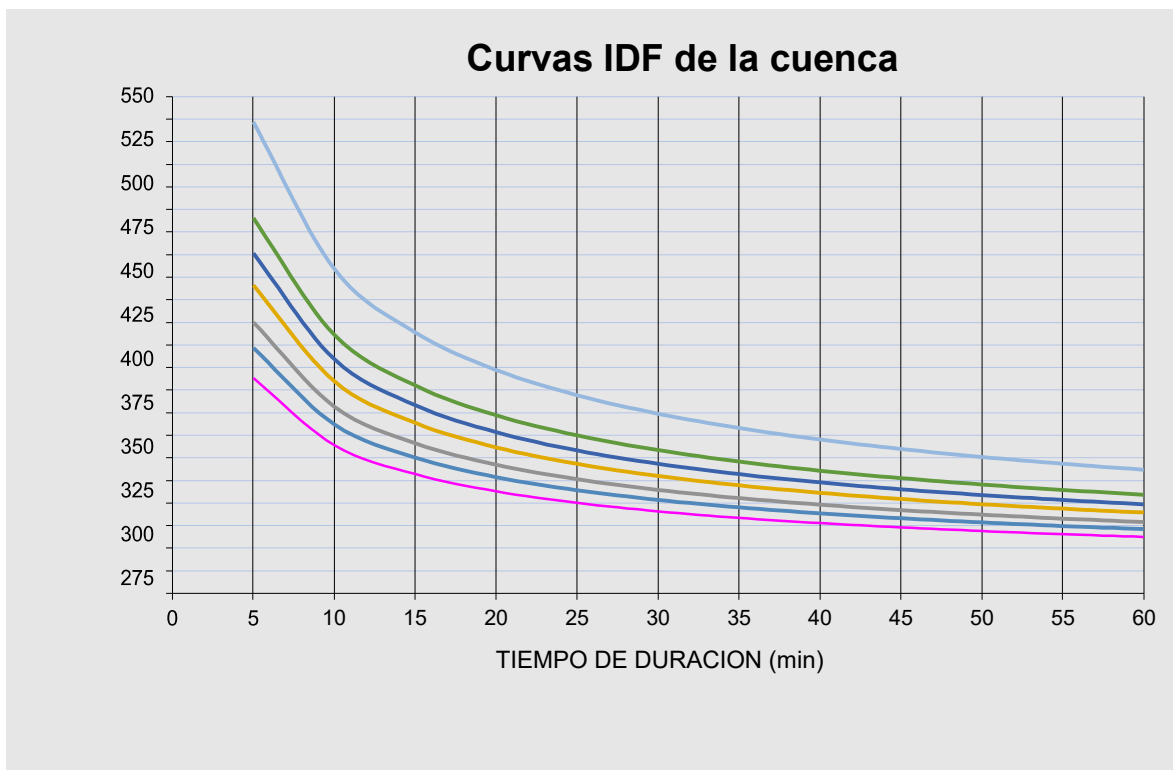
En la tabla N°59 se observa el tiempo de duración de la intensidad en minutos.

**TABLA 60. Intensidades duración en minutos.**

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	9.94	6.85	5.51	4.72	4.18	3.79	3.49	3.25	3.05	2.88	2.74	2.61
5	11.32	7.80	6.27	5.37	4.77	4.32	3.98	3.70	3.47	3.28	3.12	2.98
10	12.49	8.60	6.92	5.93	5.26	4.77	4.39	4.08	3.83	3.62	3.44	3.28
25	14.22	9.80	7.88	6.75	5.99	5.43	5.00	4.65	4.37	4.13	3.92	3.74
50	15.69	10.81	8.69	7.45	6.61	5.99	5.51	5.13	4.82	4.55	4.32	4.13
100	17.31	11.93	9.59	8.22	7.29	6.61	6.08	5.66	5.31	5.02	4.77	4.55
500	21.75	14.99	12.05	10.33	9.16	8.30	7.64	7.11	6.68	6.31	5.99	5.72

En la tabla N° 60 se observa la tabla recalculada de intensidades de duración en minutos.

**FIGURA 56. Curvas IDF de la cuenca.**



En la figura N°56 se observa los resultados obtenidos en la tabla anterior, se puede observar la intensidad de la lluvia durante un tiempo determinado y un período de 5 minutos. Hasta 60 minutos, usando estos valores representamos la curva IDF.

## Cálculo de caudales

Se calcula utilizando un método racional; a continuación, la fórmula utilizada para los cálculos de caudal posteriores

**FIGURA 57.      Fórmula de caudal**

$$Q = \frac{C I A}{3.6}$$

Donde:

Q = Caudal  $m^3/s$

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de la precipitación en mm/hora

A = Área de la cuenca en  $km^2$

En la figura N°57 se observa la fórmula del caudal utilizada para el cálculo.

## Tiempo de contracción.

Existen varias fórmulas para determinar el tiempo de concentración, pero consideramos tres fórmulas, son:

**FIGURA 58.      Formulario de Kirpich, Tomes, Bransby Williams**

### Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en metros.

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

### Fórmula de Tomes:

$$T_c = 0.30 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en km.

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

### Fórmula de Bransby Williams.

$$T_c = 0.2433 \frac{L}{A^{0.1} S^{0.2}}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en kilómetros.

A = Área de cuenca en  $Km^2$ .

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

En la figura N°58 se observa tres fórmulas las cuales son la de Kirpich, Tomes, Bransby y Williams.

**TABLA 61. Coeficiente de escorrentía.**

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

**Fuente:** Elaboración propia en referencia a La norma del MTC

En la tabla N°61 se observa los coeficientes de escorrentía que nos brinda el MTC

**TABLA 62. Coeficiente de escorrentía en base al tipo de superficie**

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimento asfáltico y concreto	0.70 - 0.95
Adoquines	0.50 - 0.70
Superficie de grava	0.15 - 0.30
Bosques	0.10 - 0.20
Zonas de vegetación densa	
• Terrenos granulares	0.10 - 0.50
• Terrenos arcillosos	0.30 - 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 - 0.80
Zonas cultivadas	0.20 - 0.40

**Fuente:** Elaboración propia en referencia a La norma del MTC

En la tabla N°62 se observa los coeficientes de escorrentía en base a los tipos de superficie que nos brinda la norma del MTC.

Con base en los datos obtenidos, se aplica una fórmula racional y obtenemos el caudal máximo.

**Diseño de cunetas.**

La cuneta tiene la función de evacuar el agua que fluye desde el talud y la plataforma de la vía, porque la vía estará a un cierto nivel. La pendiente de la zanja depende del volumen de tráfico (IMDA) y la velocidad de diseño.

**TABLA 63. Talud de cuneta.**

V:D (km/h )	I:M:D:A		
	<750		>750
<70	1.2	*	1.3
	1.3		
>70	1.3		1.4

**Fuente:** MTC - Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje

En la tabla N° 63 se observa los valores de taludes para cunetas, la pendiente considerada en el diseño está relacionada con (H: V): la pendiente interna es 1.2: 1 y la pendiente externa es 0.8: 1.

### Calculo hidráulico de cunetas

**Cálculo del caudal de aporte:** Método comúnmente utilizado para calcular el valor Q en el área de contribución, que corresponde a la distancia desde la zanja, y se usa para cuencas con un área menor a 10 km<sup>2</sup> desde la cuenca A.

**FIGURA 59. Formula del Caudal.**

$$Q = \frac{C.I.A}{3.6}$$

Dónde:

Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s

C: Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A: Área aportante en km<sup>2</sup>

I: Intensidad de lluvia de diseño en mm/h

En la figura N°59 se observa la formula del caudal que se utiliza para el diseño de las cunetas.

**TABLA 64. Cálculo del diseño de caudal de cunetas**

CALCULO DE CAUDALES PARA EL DISEÑO DE CUNETAS																
PRECIPI TACION				TALUD DE CORTE						DRENAJE DE LA CARPETA DE RODADURA				Q 1	Q 2	Q total
Des de	Hasta	Desde	Hasta	Longitud (Km)	Ancho Tributario (Km)	Área Tributario (Km)	C	Periodo	Intensidad Máxima (mm/hora)	Área Tributario (Km)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)	Talud m3/seg	Calzada m3/seg	Q1+Q2 m3/seg
0+250	0+000	250	0	0.250	0.100	0.025	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.05	0.0007	0.050
0+500	0+250	500	250	0.250	0.100	0.033	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.07	0.0009	0.066
0+750	0+500	750	580	0.250	0.100	0.031	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.06	0.0009	0.062
1+000	0+750	1000	890	0.250	0.100	0.029	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.06	0.0008	0.129
1+250	1+000	1250	1180	0.250	0.100	0.024	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.05	0.0007	0.048
1+500	1+250	1500	1420	0.250	0.100	0.023	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.05	0.0006	0.046
1+750	1+500	1750	1650	0.250	0.100	0.022	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.04	0.0006	0.044
2+000	1+750	2000	1870	0.250	0.100	0.024	0.500	10	14.299	0.001	0.2	10	14.299	0.05	0.0007	0.048
MAX																0.129

En la tabla N° 64 se observa el caudal máximo de 0.129 para el diseño de las cunetas.



**Capacidad de las cunetas diseñadas:** utilizando la ecuación de Manning en canales abiertos.

**FIGURA 60. Ecuación de Mannig**

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

Dónde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/seg)

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección (m<sup>2</sup>)

P: Perímetro mojado (m)

R<sub>h</sub>: A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado)

S: Pendiente del fondo (m/m/)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

En la figura N° 60 se observa la ecuación de Mannig que se utiliza para el diseño de las cunetas.

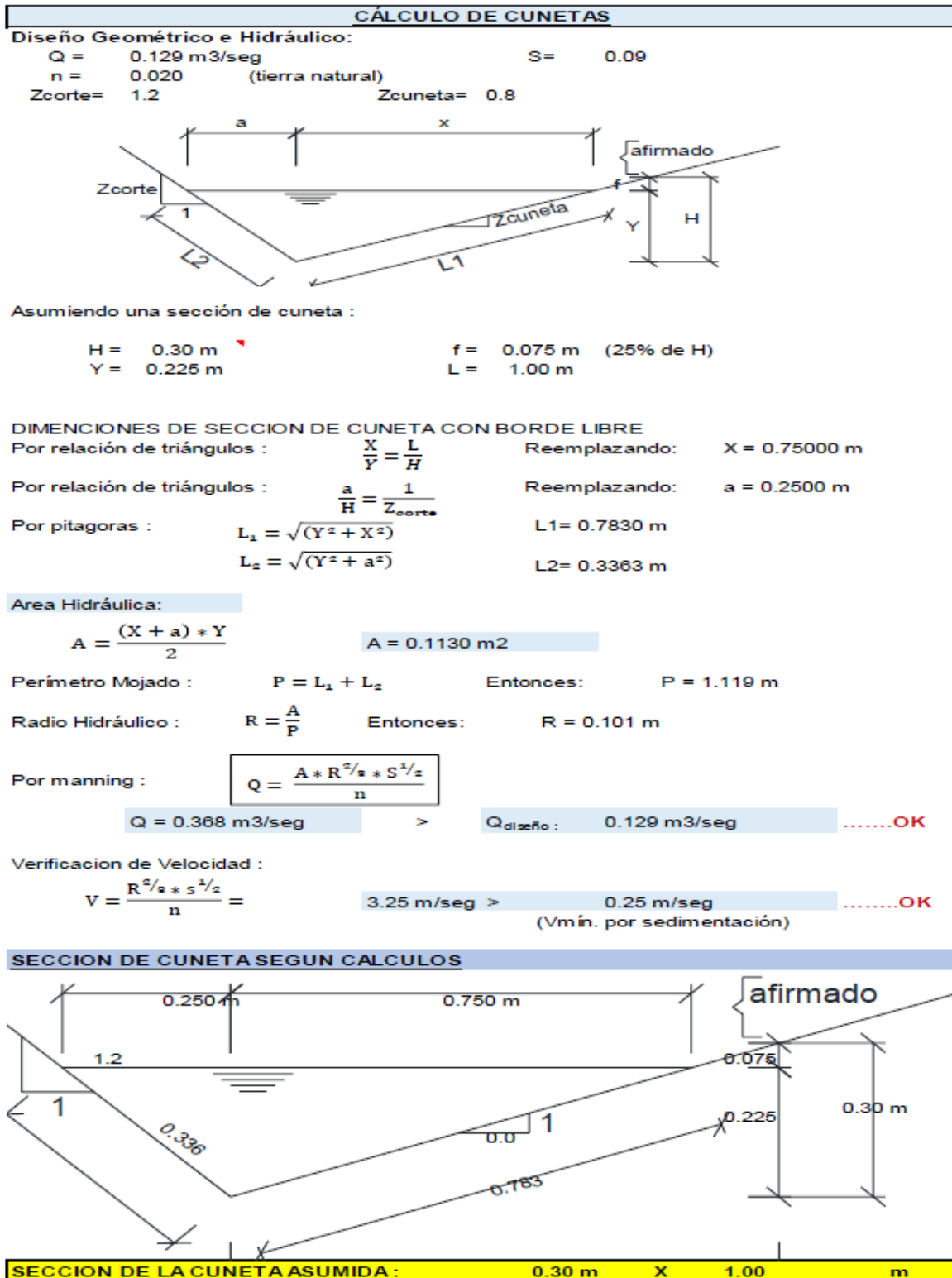
**TABLA 65. Cálculo del caudal de diseño de cuneta.**

REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seco	0.20	0.50
Lluvioso	0.30	0.75
Muy lluvioso	0.50	1.00

**Fuente:** elaboración propia en referencia al MT

En la tabla N° 65 se observa las medidas recomendadas por el manual de hidrología, Hidráulica y Drenaje para el cálculo de cunetas.

**FIGURA 61. Cálculo de Cunetas**



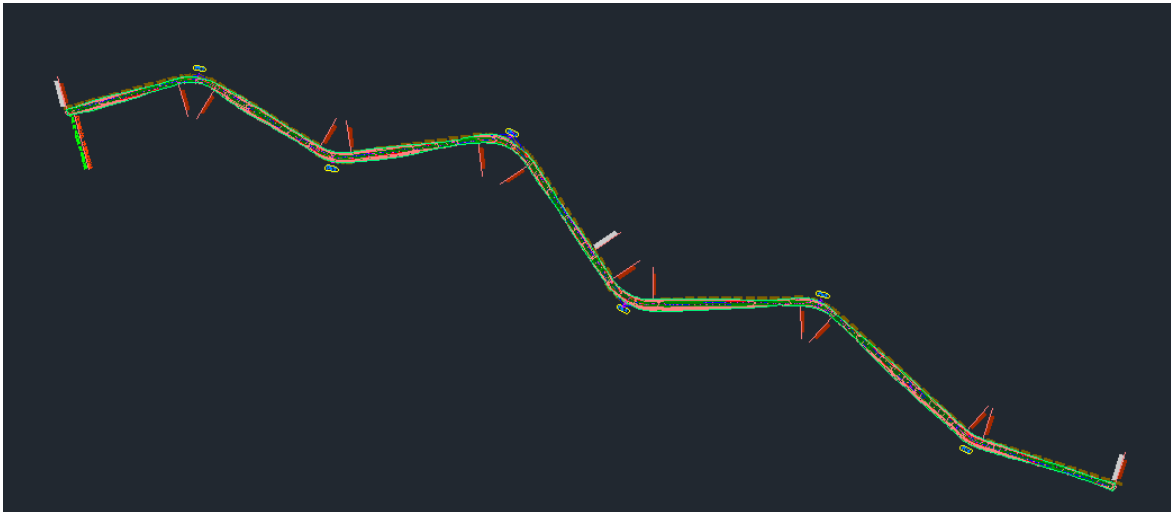
En la figura N° 61 se observa el diseño de la cuneta con el coeficiente de rugosidad promedio (0.017 a 0.025 para suelo natural) es 0.020 y la tasa de flujo de diseño es 0.129m<sup>3</sup> / seg. La tasa de flujo en el canal abierto por la ecuación de Manning es 0.368m<sup>3</sup> / seg. Por lo tanto, se considerará el tamaño mínimo de la zona lluviosa de 0,30 m. 0,75 m de profundidad. Anchura 1.2: 1 y la pendiente externa es 0.8: 1.

**TABLA 66. IMD**

<b>Vehículos</b>	<b>IMD</b>	<b>Participación en %</b>
Autos	12	5.08%
Camionetas Station W	15	6.36%
Pick Up	20	8.47%
Combi	11	4.66%
Minivan	15	6.36%
Bus 2 Ejes	19	8.05%
Bus 3 Ejes	20	8.47%
Bus 4 Ejes	17	7.20%
Camión 2 Ejes	28	11.86%
Camión 3 Ejes	36	15.25%
Camión 4 Ejes	22	9.32%
Semitrayles	11	4.66%
Trayles	10	4.24%
<b>IMDA</b>	<b>236</b>	<b>100.00%</b>

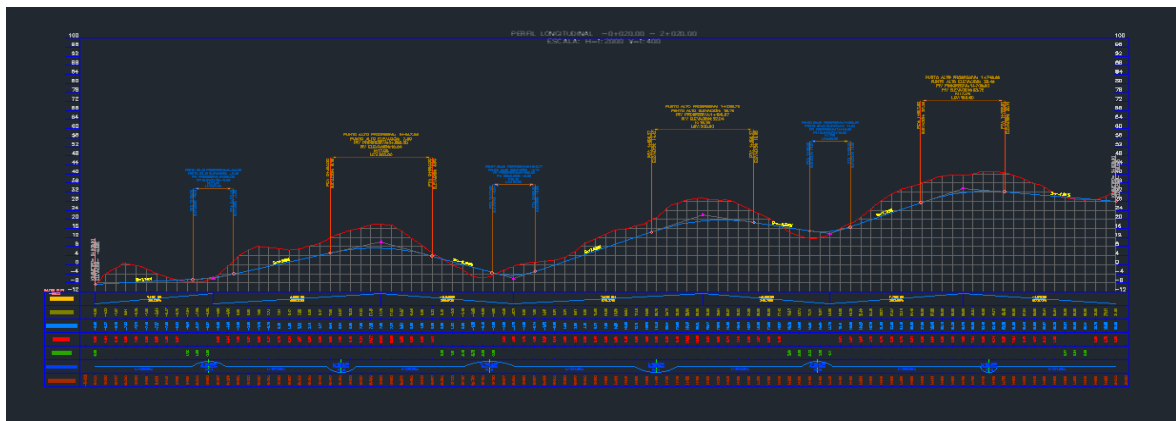
En la Tabla N°54, se observa el Índice medio anual encontrado en la estación E1 (Choquisonguillo) que es igual 236.

**FIGURA 62. Alineamiento Horizontal.**



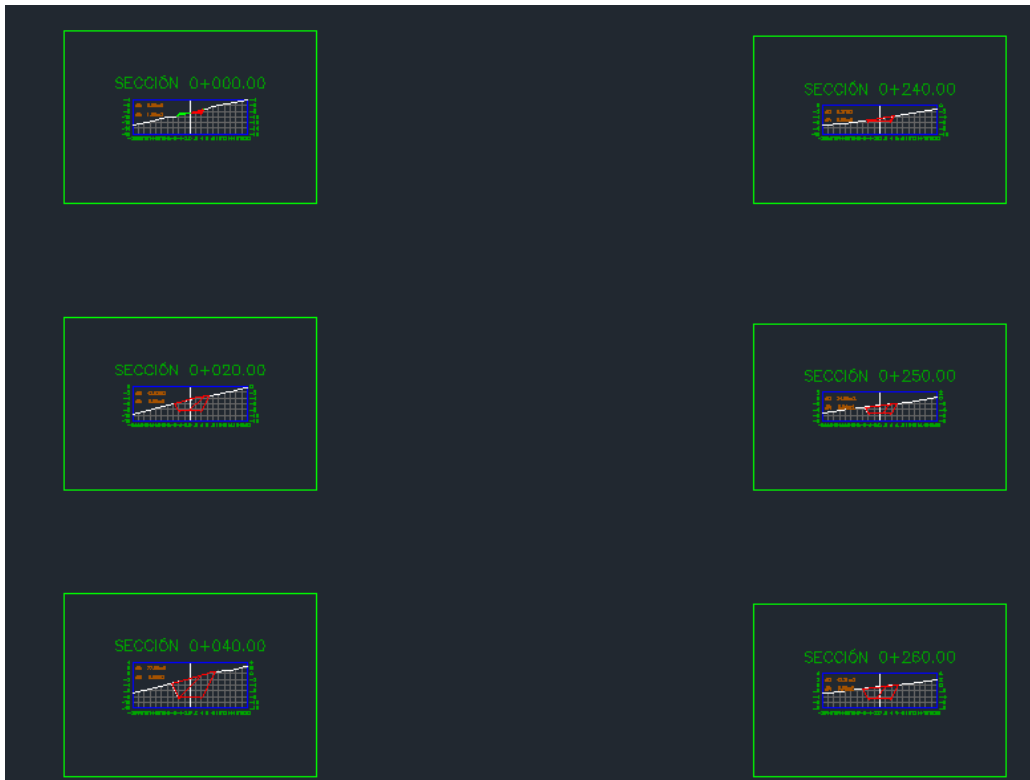
En la Figura N°52, se observa la alineación horizontal incluye líneas rectas, curvas circulares y diversos grados de curvatura. Estos elementos facilitarán el proceso de conducción y tratarán de mantener constantemente su velocidad de diseño.

**FIGURA 63. Perfil longitudinal.**



En la Figura N°53, se observa el perfil natural del terreno derivado de las curvas de nivel, indicando todos los detalles importantes del terreno como; Progresiva, Cota Terreno, Cota Rasante, Altura de Corte, Altura de Relleno, Alineamiento.

**FIGURA 64. Secciones Transversales.**



En la figura N°54, se observa en cada sección transversal, se ubica sus correspondientes taludes de corte y/o relleno.

**FIGURA 65. Elementos de diseño geométrico.**

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA											
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	PC	PI	PT	E	M	RADIO	T	L	LC	DELTA
PI: 1	S81° 51' 15"E	0+189.86	0+224.63	0+255.45	7.23	6.63	80.00	34.76	65.59	63.77	46°58'32"
PI: 2	S78° 05' 46"E	0+452.71	0+483.20	0+511.25	5.30	4.99	85.00	30.48	58.54	57.39	39°27'34"
PI: 3	S65° 55' 04"E	0+721.86	0+777.90	0+822.10	16.02	13.60	90.00	56.04	100.24	95.14	63°48'58"
PI: 4	S62° 18' 34"E	1+057.08	1+102.85	1+141.05	11.54	10.16	85.00	45.77	83.97	80.59	56°36'00"
PI: 5	S69° 15' 46"E	1+385.57	1+416.84	1+445.18	5.89	5.49	80.00	31.27	59.61	58.24	42°41'36"
PI: 6	S59° 54' 20"E	1+735.14	1+752.13	1+768.62	1.78	1.75	80.00	16.99	33.48	33.24	23°58'43"

En la Figura N°55, se observa los números de PI, Dirección, PC, PI, PT, E, Radio, T, L, LC, Delta,

**TABLA 67. Características del diseño geométrico de la vía**

<b>CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO</b>	
<b>Clasificación según su Demanda</b>	Carretera de Tercera Clase
<b>Clasificación según su Orografía</b>	Terreno Accidentado – Tipo 3
<b>Índice Medio Diario</b>	< 400 Veh/día
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO</b>	
<b>Distancia de Visibilidad</b>	Pendiente de Bajada: De 0 a 9 % = 35 m Pendiente de Subida: 3 % = 31 m; 6 % = 30 m ; 9 % = 29 m
<b>Velocidad de Diseño</b>	30 km/h
<b>Velocidad de Adelanto</b>	Redondeada = 200 metros
<b>Tramos en Tangente</b>	L min s = 42 metros
	L min o = 84 metros
	Lmax = 500 metros
<b>Peralte Máximo</b>	P (max) = 12 % absoluta
<b>Radio Mínimo</b>	R min = 25 metros
<b>Pendientes</b>	I min = 0.38 %
	I max = 10 %
<b>Sección Transversal</b>	Calzada = 6.00 metros
<b>Berma</b>	0.50 metros
<b>Bombeo</b>	2.50 %
<b>Afirmado</b>	0.20m
<b>Taludes</b>	Corte (H: V) = 0:50.1
	Relleno (V:H) = 1:0.1
<b>Cunetas</b>	Talud externo (H: V) = 0.8:1.
	Talud interno (V:H) = 1.2:1

## Diseño de Afirmado.

En el estudio de mecánica del suelo, se realizaron pruebas CBR (California Bearing Ratio) cada 3 kilómetros según los datos de MTC que se describen a continuación.

**TABLA 68. CBR**

Calicata	CBR (100%)	CBR (95%)
P-1	24.07	20.1

En la tabla N°68 se observa los valores de capacidad portante de la subrasante que se encuentra en la categoría de buena.

**TABLA 69. Categoría de la subrasante.**

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> :Sub rasante inadecuada	CBR<3%
S <sub>1</sub> :Sub rasante insuficiente	De CBR ≥3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> :Sub rasante regular	De CBR ≥6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> :Sub rasante buena	De CBR ≥10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> :Sub rasante muy buena	De CBR ≥20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> :Sub rasante excelente	CBR≥30%

**Fuente:** *Elaboración propia en base al MTC*

En la tabla N°69 se observa en la sección de suelos y aceras del manual de carreteras de la MTC, CBR clasifica las subrasantes según el intervalo de valores, estos valores determinan si la subrasante es buena o mala, buena, media o insuficiente, luego hay una tabla para determinar la categoría de subrasante. De acuerdo con los resultados de la investigación de mecánica de suelos, de acuerdo con la Tabla 68, la CBR del lecho de la vía en estudio es del 100%, que está entre el 10% y el 20%, entonces habrá una calzada tipo S3: buena.

**TABLA 70. Cálculo de ejes equivalentes (ESAL)**

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL)						
TIPO DE VEHÍCULOS	IMDA (2020)	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENT E (E.E 8.2 TN)	F.IMDA	EE día-carril	Nrep de EE 8.2 tn
Autos	12	1	0.0005	0.0063	14.0405	112335.164
Camionetas Station W	15	1	0.0005	0.0079	17.5506	140418.955
Pick Up	20	1	0.0005	0.0105	23.4008	187225.273
Combi	11	1	0.0005	0.0058	12.8705	102973.900
Minivan	15	1	0.0005	0.0079	17.5506	140418.955
Bus 2 Ejes	19	7	1.2654	24.0420	22.2308	177864.010
Bus 3 Ejes	20	11	7.7160	154.3210	23.4008	187225.273
Bus 4 Ejes	17	11	7.7160	131.1728	19.8907	159141.482
Camión 2 Ejes	28	7	1.2654	35.4303	32.7611	262115.383
Camión 3 Ejes	36	11	7.7160	277.7778	42.1215	337005.492
Camión 4 Ejes	22	11	7.7160	169.7531	25.7409	205947.801
Semitrayles	11	7	1.2654	13.9190	12.8705	102973.900
Trayles	10	11	7.7160	77.1605	11.7004	93612.637
<b>IMDA =</b>	<b>236.00</b>		<b>SUMATORIA</b>	<b>883.6149</b>	<b>276.1297</b>	<b>2,209,258.23</b>

En la tabla N°70 se observa los valores de 276.1297 EE día- carril

**TABLA 71. Catálogo de capas de Afirmado**

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>NP1</sub>	≤ 25,000 EE
T <sub>NP2</sub>	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T <sub>NP3</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>NP4</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En la tabla N°71 se observa los parámetros de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes.



**FIGURA 66. Catálogo de capas de afirmado (revestimiento granular)**

**CATALOGO DE CAPAS DE AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR)**  
PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS

EE		Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4
		< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000
CBR < 6%		25cm	30cm	30cm	35cm
	6% < CBR < 10%	25cm	30cm	30cm	35cm
		20cm	25cm	25cm	30cm
10% < CBR < 20%	20cm	20cm	25cm	25cm	
	15cm	20cm	20cm	20cm	
20% < CBR < 30%	15cm	15cm	15cm	15cm	
	15cm	15cm	15cm	15cm	
CBR ≥ 30%	15cm	15cm	15cm	15cm	

Afirmado

**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En la figura N° 66 se observa el espesor del Afirmado: De acuerdo con el manual vial "Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos", el manual establece los parámetros de la relación entre CBR y el número de repeticiones de EE y se obtiene el espesor confirmado. 0,20 m.

**Impactos ambientales negativos:** Los impactos negativos más relevantes se generan durante las actividades de movimiento de tierras, como excavación, extracción y transporte de movimiento de tierras. Luego, vimos la pequeña instalación de patio de máquinas, campamento, planta de asfalto y trituradora.

**Impactos ambientales positivos:** El impacto positivo se refleja en la fase operativa de la obra.

## V. DISCUSIÓN

El diseño de la vía se realiza de acuerdo con la normativa vigente (Manual de Diseño de Carreteras 2018), que establece los estándares básicos para todos los diseños, y el mapa topográfico permite identificar la forma geométrica del terreno. En este estudio de terreno se encontró un terreno accidentado tipo 3, y se realizó el tercer tipo de clasificación de carreteras según la DG-2018. La pendiente longitudinal mínima es de 0.3% y la máxima es de 10%.

En cuanto a la topografía, en la figura N°48, se observa la realización con el software Global Mapper procesando el archivo kmz con coordenadas UTM en sistema geodésico mundial 1984(WGS 84), ubicado en la zona 17 Sur. En la figura N°49 se observa la importación de los puntos topográficos de la zona de estudio para la vía de evitamiento las cuales se muestran en la tabla N°46. A partir de los puntos adquiridos se generan curvas de nivel generadas por el software Global Mapper, que se muestran en la figura N°50, mediante levantamientos del terreno, se nos muestra la elevación y ondulaciones del terreno. La equidistante entre curvas es de 25 metros basadas en el DTM (modelo digital de terreno). En lo concerniente al estudio de suelos en la tabla N°47, se observa mediante el análisis documentario el porcentaje de agua entre los estados líquidos y plásticos de la muestra número 1 con 15.25%, muestra número 2 con 16.00%, muestra número 3 con 16.30%, muestra número 4 con 17.15%, muestra número 5 con 17.00%. En la tabla N°47 se observa el Índice de plasticidad contiene un suelo no plástico. En la tabla N°49 se observa el SUCS que contiene un suelo arcilloso limoso. En la tabla N°50 se observa el análisis AASHTO que contiene suelo grava y arena limoarcillosa. En la tabla N°51 se observa el CBR que contiene un porcentaje de resistencia del suelo con valor de relación de soporte al 95% al 20.1 y al 100% al 24.07. Para el estudio hidrológico en la tabla N°52 se observa mediante el análisis documentario las precipitaciones máximas en 24 horas en la estación Huamachuco la cual sucedió en el mes de febrero de 1999, en la tabla N°53 se observa la intensidad de lluvia con periodo de retorno en 24 horas se observa en 10 años a 14.2997(mm/hr), 25 años en 16.3383(mm/hr), 50 años en 17.8506(mm/hr). En la tabla N°54 se observa los valores de retorno(T) en años. En la tabla N° 55 se observa las alcantarillas que atraviesan cursos de agua secundarios y zanjas se consideran un 30% y un 35%

de los riesgos aceptables. En la figura N°52 se observa la fórmula de distribución log normal de dos parámetros. En la figura N°53 se observa la fórmula de distribución de Gumbel o externa tipo I. En la figura N°54 se observa la fórmula de distribución log. Pearson III o gama de tres parámetros. En la tabla N° 56 se observa los resultados dados por el programa Hidroesta en elaboración propia en base a la estación Huamachuco (Senhami). En la tabla N°57 se observa una regresión potencial. En la tabla N°58 se observa una nueva regresión potencial, calculando entre la columna del período de regresión (T) y el elemento de comparación de regresión (d) para obtener el nuevo valor de  $E_c$ . En la figura N° 55 se observa la curva de período de retorno. En la tabla N°59 se observa el tiempo de duración de la intensidad en minutos. En la tabla N° 60 se observa la tabla recalculada de intensidades de duración en minutos. En la figura N°56 se observa los resultados obtenidos en la tabla anterior, se puede observar la intensidad de la lluvia durante un tiempo determinado y un período de 5 minutos. Hasta 60 minutos, usando estos valores representamos la curva IDF. En la figura N°57 se observa la fórmula del caudal utilizada para el cálculo. En la figura N°58 se observa tres fórmulas las cuales son la de Kirpich, Tomes, Bransby y Willams. En la tabla N°61 se observa los coeficientes de escorrentía que nos brinda el MTC. En la tabla N°62 se observa los coeficientes de escorrentía en base a los tipos de superficie que nos brinda la norma del MTC. En la tabla N° 63 se observa los valores de taludes para cunetas, la pendiente considerada en el diseño está relacionada con (H: V): la pendiente interna es 1.2: 1 y la pendiente externa es 0.8: 1. En la figura N°59 se observa la fórmula del caudal que se utiliza para el diseño de las cunetas. En la tabla N° 64 se observa el caudal máximo de 0.129 para el diseño de las cunetas. En la figura N° 60 se observa la ecuación de Mannig que se utiliza para el diseño de las cunetas. En la tabla N° 65 se observa las medidas recomendadas por el manual de hidrología, Hidráulica y Drenaje para el cálculo de cunetas. En la figura N° 61 se observa el diseño de la cuneta con el coeficiente de rugosidad promedio (0.017 a 0.025 para suelo natural) es 0.020 y la tasa de flujo de diseño es 0.129m<sup>3</sup> / seg. La tasa de flujo en el canal abierto por la ecuación de Manning es 0.368m<sup>3</sup> / seg. Por lo tanto, se considerará el tamaño mínimo de la zona lluviosa de 0,30 m. 0,75 m de profundidad. Anchura 1.2: 1 y la pendiente externa es 0.8: 1. Para el estudio de tráfico se observa en la tabla N° 54 la cual se determinó mediante el análisis

documentario el porcentaje de participación por clasificación de vehículos que nos establece el MTC en lo cual 12 autos representan 5.8% de participación, 15 Camionetas Station W 6.37 % de participación, 20 Pick Up 8.47 % de participación, 11 combi 4.66% de participación, 15 minivan 6.36% de participación, 19 buses de 2 ejes 8.05% de participación, 20 buses de 3 ejes 8.47% de participación, 17 buses de 4 ejes 7.20% de participación, 28 camiones de 11.86 de participación, 36 camiones de 3 ejes 15.26% de participación, 22 camiones de 4 ejes 9.32% de participación, 11 semitrailes 4.66% de participación, 10 trailers 4.24% de participación, con un total de IMDA de 236. En lo concerniente al diseño geométrico, en la figura N°52 se observa la alineación horizontal incluye líneas rectas, curvas circulares y diversos grados de curvatura. Estos elementos facilitarán el proceso de conducción y tratarán de mantener constantemente su velocidad de diseño. En la Figura N°53, se observa el perfil natural del terreno derivado de las curvas de nivel, indicando todos los detalles importantes del terreno como; Progresiva, Cota Terreno, Cota Rasante, Altura de Corte, Altura de Relleno, Alineamiento. En la figura N°54, se observa en cada sección transversal, se ubica la cota de la rasante con sus correspondientes taludes de corte y/o relleno. En la Figura N°55, se observa los números de pi, dirección, delta, radio, t, l, lc, e, m, pi, pc, pt, pi norte, pi este. En la tabla N°55 se observa las principales características y parámetros que con la que fue diseñada la vía obtenido la clasificación de acuerdo a sus necesidades, esta clasificación pertenece a la carretera de tercera clase. El índice medio diario es de menos de 400 vehículos por día. El diseño geométrico incluye una distancia de visibilidad de 0 a 9% igual a 35 metros, para descenso 3% de velocidad de subida igual a 31 metros, 6% igual a 30 metros, 9% igual a 29 metros, velocidad de diseño de 30 km/h, velocidad de avance Redondeado a 200 m, sección tangente con longitud mínima de curvas en el mismo sentido de 42 metros, Longitud mínima con curvas en distinto sentido de 84 metros, Longitud máxima 500 metros. Peralte máximo igual a 12% del valor absoluto, el radio mínimo es de 25 metros, calzada de sección transversal es de 6,00 metros, la berma es de 0,50 metros, la tasa de bombeo es del 2,50%, afirmado a 0.20m, talud de corte en vertical igual a 3 y horizontal a 1, talud de relleno en vertical igual a 1 en 1 y horizontal 5, cunetas talud externo 0.8:1, talud interno 1.2:1. En la tabla N°68 se observa los valores de capacidad portante de la subrasante que se encuentra en la

categoría de buena. En la tabla N°69 se observa en la sección de suelos y aceras del manual de carreteras de la MTC, CBR clasifica las subrasantes según el intervalo de valores, estos valores determinan si la subrasante es buena o mala, buena, media o insuficiente, luego hay una tabla para determinar la categoría de subrasante. De acuerdo con los resultados de la investigación de mecánica de suelos, de acuerdo con la Tabla 68, la CBR del lecho de la vía en estudio es del 100%, que está entre el 10% y el 20%, entonces habrá una calzada tipo S3: buena. En la tabla N°70 se observa los valores de 276.1297 EE día- carril. En la tabla N°71 se observa los parámetros de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes. En la figura N° 66 se observa el espesor del Afirmado: De acuerdo con el manual vial "Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos", el manual establece los parámetros de la relación entre CBR y el número de repeticiones de EE y se obtiene el espesor confirmado. 0,20 m. Con respecto a los impactos ambientales, contiene impactos negativos, uno de los cuales es que el suelo puede volverse inestable debido a la excavación en ciertas partes del terreno durante la construcción de la carretera. Asimismo, tendrá un impacto positivo en la consideración del desarrollo sociocultural y económico del distrito, mejorando así la calidad de vida de la población.

En cuanto a la topografía, con el software Global Mapper, el archivo kmz se procesó en coordenadas UTM en el Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS 84) ubicado en la zona 17 sur. Obtenido los puntos topográficos en el área de estudio a partir de los puntos adquiridos, la curva de contorno generada por el software Global Mapper se genera mediante un levantamiento topográfico y se muestra la elevación y ondulación del terreno. Según DTM (Modelo Digital del Terreno). Rodríguez Velázquez (2018) también observaron el terreno poder establecer particularidades geométricas, topográficas para realizar el diseño de vía alterna apoyado en un software de ubicación satelital el que me ha ayudado a tomar la mejor decisión en el trazado del diseño.

Con respecto a la investigación de suelos, se determina el porcentaje de agua entre el estado líquido y plástico de la muestra número 1 es 15.25%, la muestra número 2 es 16.00%, la muestra número 3 es 16.30% y la muestra número 4 es agua. 17.15%, muestra el número 5 de 17.00%. El índice de plasticidad incluye suelos no plásticos. SUCS contiene arcilla limosa. AASHTO contiene tierra de

grava y marga. CBR contiene un cierto porcentaje de resistencia del suelo, con una relación de soporte del 95% al 20,1 y del 100% al 24,07. Monteza y segura (2019) también realizaron el estudio de suelos para conocer las propiedades físicas del terreno y poder diseñar como norma la DG 2018.

Para la investigación hidrológica, la precipitación máxima en 24 horas en la estación Huamachuco se determinó mediante análisis documental, el análisis se llevó a cabo en febrero de 1999. En 10 años, la intensidad de lluvia se dispara en 14.2997 ((mm / h), 25 16,3383 (mm / h) por año, 17,8506 (mm / h) en 50 años, con un caudal de diseño para la cuneta de 0.129 y el diseño de la cuneta con el coeficiente de rugosidad promedio (0.017 a 0.025 para suelo natural) es 0.020 y la tasa de flujo de diseño es 0.129m<sup>3</sup> / seg. La tasa de flujo en el canal abierto por la ecuación de Manning es 0.368m<sup>3</sup> / seg. Por lo tanto, se considerará el tamaño mínimo de la zona lluviosa de 0,30 m. 0,75 m de profundidad. Anchura 1.2: 1 y la pendiente externa es 0.8: 1. Villalobos y Lozada (2017) también realizaron el análisis hidrológico en dos partes. En la primera parte, se estudiarán datos estadísticos para establecer la precipitación y comprender su trayectoria máxima para calcular su escorrentía y bombeo de carreteras y obras de arte

Para la investigación de estudio de tráfico, el MTC determinó el porcentaje de participación por categoría de vehículo, a través del análisis documental. Purisca Llontop (2015) también elaboraron un cuadro numérico donde se determina la clasificación de carreteras.

Con respecto al diseño geométrico que refleja el diseño actual, como se indica en el Diseño Geométrico 2018, según su demanda se clasifica en carretera de tercera clase con terreno accidentado de tipo 3. Con velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, radio mínimo de 25 metros, berma de 0.50 metros, bombeo de 2.50 %, y un espesor de afirmado de 0.20m Estos resultados son similares a los determinados por Gálvez y Vásquez (2019) quienes también consideraron los mismos parámetros de diseño comparando la norma sudamericana aplicada a vías de evitamiento en el Perú.

En cuanto al impacto ambiental, contiene impactos negativos, uno de los cuales es que, durante la construcción de la carretera, el suelo puede volverse inestable debido a la excavación en ciertas áreas. Asimismo, tendrá un impacto positivo en

la consideración del desarrollo sociocultural y económico de la región, mejorando así la calidad de vida de la población. Machare Aquino (2019) también realizaron el impacto positivo y negativo de una vía.

Las limitaciones del presente proyecto es la pandemia global, denominada por la organización mundial de la salud como SARS-CoV-2 (COVID19), generando un impacto catastrófico a nuestro país, la cual nos conlleva a un estado de emergencia sanitaria el cual nos pone en cuarentena restringiendo nuestras actividades diarias. El aporte de esta investigación es que la ciudad de Huamachuco contara con el diseño de una vía de evitamiento que ayudara a descongestionar el alto dinamismo vehicular que sostiene a diario.

El diseño geométrico que se realizó dentro de los parámetros establecidos por la DG 2018, se encuentran dentro de la infraestructura vial de la carretera diseñada para la vía de evitamiento sur de la ciudad de Huamachuco, la cual comprende todas las características geométricas para su denominación como vía de evitamiento.

Los hallazgos encontrados fueron mediante el análisis documentario, lo que nos brinda una información no muy precisa ya que nos basamos en una documentación ya realizada y por ende extraer la parte aportante para la realización del diseño de la vía de evitamiento.



## VI. CONCLUSIONES

- Se Realizo el diseño geométrico de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado desde la Vía Nacional 3N hasta la Vía Molino Grande, con un total de 2km de la ciudad de Huamachuco con los parámetros que nos establece la norma DG 2018.
- Se Realizo el levantamiento topográfico con los softwares Google Earth y Global Mapper.
- Se obtuvo el estudio de mecánica de suelos mediante un análisis documental de un expediente técnico. "Mejoramiento del servicio de transitabilidad en la vía de evitamiento sur cuadras 01, 03 a la 10, prolong.jr. cusca cuadra 01, calle acomayo cuadra 02, jr. perez de cuellar cuadra 03, sector n°01, del distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión-La Libertad". El tipo de suelo "Grava y Arena Limoarcillosas". Con una sub rasante buena.
- Se determinó el estudio hidrológico, con base en la información de precipitaciones máxima en 24 horas de Huamachuco el mes más lluvioso es febrero de 1999. Y la intensidad de lluvia según el periodo de retorno en 10 años es 14.2997mm.
- Se obtuvo el estudio de tráfico mediante un análisis documental de un expediente técnico. Mejoramiento del servicio de transitabilidad en la vía de evitamiento sur cuadras 01, 03 a la 10, prolong.jr. cusca cuadra 01, calle acomayo cuadra 02, jr. perez de cuellar cuadra 03, sector n°01, del distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión-La Libertad". Se obtuvo un IMDA de 236 vehículos por día.
- Se Realizo un estudio de impacto ambiental y se obtuvo un proyecto factible. El proyecto tendrá efectos negativos. El impacto más significativo el movimiento de la tierra, y también tendrá un impacto positivo significativo en el desarrollo social y económico de Huamachuco.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que utilice el software cuando vaya al sitio para realizar levantamientos topográficos, pero esto es solo una referencia para ideas sobre el proyecto a ejecutar.
- Para la investigación en mecánica de suelos, se recomienda construir en lechos de carreteras con un CBR superior al 6% (terreno de cimentación convencional), según se especifica en el "Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos".
- Para la investigación hidrológica, se recomienda utilizar la información verificada por la autoridad competente en este campo, como el Departamento Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), y también seleccionar esta información para obtener los datos hidráulicos más cercanos al tiempo del proyecto.
- Para la investigación de estudio de tráfico se recomienda utilizar la ficha técnica que nos establece el MTC.
- Para el diseño de carreteras geométricas, se recomienda que todos los parámetros utilizados en el software AutoCAD Civil 3D, estén adecuadamente definidos para un diseño eficaz y por lo establecido en la norma DG 2018.
- Para la investigación de estudio de impacto ambiental se recomienda ejecutar con eficacia los parámetros establecidos para la conservación de nuestros ecosistemas

## VIII. REFERENCIAS.

### Bibliografía

**Agudelo Ospina, John Jairo . 2008.** *Diseño Computarizado de Carreteras.* 2008.

**Abanto Cubas, Luis Alberto . 2019.** “DISEÑO DEL INTERCAMBIO VIAL A DESNIVEL ENTRE LA INTERSECCIÓN: VÍA EVITAMIENTO Y PROLONGACIÓN BOLOGNESI, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE”. Pimentel -Peru : s.n., 2019.

**Alvarado Pompa, Christian Giancarlo. 2018.** *DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA YAMAN-PAJA BLANC, DISTRITO DE CHUGAY-PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION-LA LIBERTAD.* TRUJILLO-PERU : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

**Atterberg . 1911.** *Mecanica De Suelos.* 1911.

**Benito Juárez, Delegación . 2016.** *Manual Para, Gestion y Atencion Ambiental en Carreteras.* 2016.

**Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.** <https://www.bcn.cl>. [En línea]  
[https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/24284/1/BCN\\_velmaxi](https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/24284/1/BCN_velmaxi).

**Caceres Villarroel, Cesar Vigil. 2019.** *NIVEL DE VULNERABILIDAD FISICA DE LAS EDIFICACIONES EMPLEANDO LA FOTOGRAMETRIA, ASENTAMIENTO HUMANO CERRO HERMOSO.* HUANCAYO-PERU : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, 2019.

**Cardenas , James. 2013.** *Diseño Geometrico de Carreteras.* Bogota-Colombia : 2ª ed. Ecoe Ediciones, 2013. P.361.

**CÁRDENAS GRISALES, James. 2013.** *Diseño Geométrico de Carreteras.* 2º Edición. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2013. pág. 544. 978-958-648-859-4.

*Carreteras Pan-Americanas.* **Sáez, Enrique. 2016.** Miami, Florida : Carreteras Pan-Americanas, 2016, Vol. 1er. TRIMESTRE 2016.

**CASAGRANDE. 1932.** *Limies de consistencia.* 1932.

**Casagrande. 1932.** *Limites de consistencia.* 1932.

**Cassan, Maurice. 1982.** *Los ensayos in situ en la mecaninca del suelo.* España Barcelona : 1ª ed.Española Barcelona: Editores tecnicos asociados S.A., 1982. P.495.

**Deborah. 2015.** Definicion.co. [En línea] Definicion.co, 23 de Marzo de 2015. [Citado el: 23 de Marzo de 2015.] <https://www.definicion.co/muestra/>.

**Dirección de Estudios Especiales. 2014.** *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima : s.n., 2014. Manual.

**Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. 2018.** *Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima : s.n., 2018. pág. 285, Norma.

**Elvia,Jaime. 2019.** *Diseño del mejoramiento a nivel afirmado de la carretera ruta Li 918 tramo Cruz Blanca – Laguna Cushuro, Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión - La Libertad.* 2019. P.32.

**Eyzaguirre, Carlos. 2010.** *Costos y Presupuestos para edificaciones con excel 2010-s10-Project.* Lima : Macro E.I.R.L , 2010. P.383 .

**Galvez. 2019.** *Normas De Diseño Geometrico Vial En Sudamerica Aplicado A Vias De Evitamiento En El Peru.* LIMA-PERU : s.n., 2019.

**Gálvez Y Vásquez. 2019.** *NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL EN SUDAMEICA APLICADO A VIAS DE EVITAMIENTO EN EL PERU.* LIMA-PERU : s.n., 2019.

**Hedrick. 1993.** *La descripción de diseño cuasi-experimental.* 1993. P.58.

**Hernández, I. 2017.** *El impacto del transporte terrestre de carga en Colombia .* Bogota,Colombia : Universidad Militar Nueva Granada, 2017. P.89-114.

*Infraestructuras de transporte en Perú MUCHO POR HACER. HERRERO*

**VILLANUEVA, GALO. 2018.** N° 220, Lima Peru : ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA, 2018, Vol. 4ª ÉPOCA. P.58.

**Jimenez Claves , Gonzales. 2007.** *Topografía para ingenieros civiles.* Colombia : Universidad de Quindio, 2007.

**José Céspedes Abanto. 2001.** *Carreteras Modernas*. Editorial Universitaria UNC : s.n., 2001.

**M.Provincial Sanchez Carrion Huamachuco. 2018.**

<http://www.munihuamachuco.gob.pe/>. [En línea] 2018.

<http://www.munihuamachuco.gob.pe/docs/ped.pdf>. P.38.

**Machare Aquino , Piero Alexiz. 2019.** *DISEÑO DE PAVIMENTOS CON ALTERNATIVAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA EN LA VÍA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JAÉN*. 2019.

**Maderey, Laura . 2005.** *Principios de hidrogeografía.Estudio del ciclo hidrológico* . Mexico : Universidad Nacional Autonoma , 2005. P.105.

**MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMETRICO DG-2018. MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMETRICO DG.** Lima - Peru : s.n. P.10.

**María Alejandra Bettera, Marcela Cristina Montero. 2019.** *Geografía y transporte: construcción de materiales educativos multimediales y de secuencias didácticas*. ARGENTINA : Universidad Nacional de Río Cuarto, 2019. P.15.

**Máximo Villón, Béjar . 2007.** *Ecuación 2.9. Hidráulica de canales*. s.l. : Hidráulica de canales, 2007. P.75.

**Maximo Villon, Bejar. 2007.** *Hidraulica de canales*. Peru : Segunda Edicion, 2007. P.37.

**Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. 2018.** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. [ed.] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima : s.n., 2018.

**—. 2014.** *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014)*. Lima-Peru : s.n., 2014.

**Ministerio de Trasportes y Comunicaciones.** *Manual de carreteras “suelos geología geotecnia y pavimentos” sección suelos y pavimentos*. s.l. : D.R. N°10-2014-MTC/14.

**Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria. 2011.** *Curvas de Transición Diseño Vial II.* Instituto Universitario de Teconología del Estado Trujillo. Venezuela : s.n., 2011. pág. 41.

**Ministro de Transportes, Comunicaciones.Vivienda y Construcción. 1995.** *Aprueban el Reglamento de Nomenclatura Vial y Areas de Recreacion Publica .* Lima Peru : s.n., 1995. 1.P.

**Monteza y Segura. 2019.** *“Diseño de infraestructura vial para mejorar la serviciabilidad vehicular carretera Distrito Pacora- Sector Paleria Km 0+000 al 15+644.00 - Lambayeque”.* 2019.

**Municipalidad Provincial Sanchez Carrion . 2019.** *MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA VÍA DE EVITAMIENTO SUR CUADRAS 01, 03 A LA 10, PROLONG.JR. CUSCO CUADRA 01, CALLE ACOMAYO CUADRA 02, JR. PEREZ DE CUELLAR CUADRA 03, SECTOR N°01, DEL DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN-L.* 2019.

— **2016.** *PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN.* Huamachuco - Peru : s.n., 2016. P.98.

**Municipalidad Provincial Sanchez Carrion. 2016.** *PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN .* Huamachuco -Peru : s.n., 2016. P,98-100.

**NAVARRO HUDIEL, Sergio. 2017.** *Diseño y Cálculo geométrico de Viales.* Universidad Nacional de Ingeniería. Estelí : s.n., 2017. pág. 245.

— **2011.** *Diseño y Cálculo Geométricos de Viales - Alineamiento Horizontal.* Universidad Nacional de Ingeniería. Estelí : s.n., 2011. pág. 112.

**Purisaca Llontop, Nelson Felipe. 2015.** *“DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA: P.J.FEDERICO VILLARREAL-C.P.M.LAS SALINAS ,DISTRITO DE TUCUME-LAMBAYEQUE-LAMBAYEQUE”.* 2015.

**Raffino, María Estela . 2020.** <https://concepto.de>. [En línea] Concepto.de, 12 de Febrero de 2020. [Citado el: 28 de Abril de 2020.]

<https://concepto.de/investigacion-no-experimental/>. .

**Rincon Villalba, Mario Arturo, Vargas Vargas, Wilson Ernesto y Gonzales Vergara , Carlos Javier . 2017.** *Topografia Conceptos y Aplicaciones*. 2017. P.98.

**Rios Armas , Elvia Janneth y Rosales Salazar, Jaime Martin.**

**Rodriguez Velasquez, Cesar Luis. 2018.** “*DISEÑO GEOMÉTRICO, ALTIMÉTRICO DE LA VIA PARA LA UNESUM DESDE EL AUDITORIO ING. CLEMENTE VÁSQUEZ HASTA EL TANQUE LA MONA ABSCISA (0+000 - 1+120)*”. JIPIJAPA-MANABÍ –ECUADOR : s.n., 2018.

**Rodriguez, Angel Muelas. 2010.** *Manual de mecánica de suelos y cimentaciones*. Lima - Peru : UNED- Lima, 2010.

**Sbarato , Dario, Ortega, Jose y Sbarato, Viviana . 2007.** *Planificacion y gestion de los estudios de impacto ambiental*. Cordoba : Grupo Encuentro , 2007. P.152.

**Torres Tafur , Jose Benjamin . 2015.** *ESTUDIO DE UNA CARRETERA MÉTODO TOPOGRÁFICO*. Trujillo- Peru : Universidad Cesar Vallejo, 2015. P.17.

**Torres Tafur, Jose Benjamin. 2015.** *Libro de Caminos*. Trujillo- Peru : Universidad Cesar Vallejo, 2015. P.19.

**Villalobos . 2017.** *ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JAÉN REGIÓN CAJAMARCA 2015*. Chiclayo - Peru : s.n., 2017.

**Villalobos Granadino, Miguel Alberto y Lozada Silva, Miguel Martin Enrique . 2017.** *ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JAÉN REGIÓN CAJAMARCA 2015*. Chiclayo - Peru : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, 2017. P.4.

**Villalobos y Lozada. 2017. ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JAÉN REGIÓN CAJAMARCA.** Chiclayo-Peru : s.n., 2017. P.6-8.

— **2017. ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JAÉN REGIÓN CAJAMARCA 2015.** Chiclayo - Peru : s.n., 2017.

**Villón Bejar, Maximo . 2007. Hidrologia . 2007.**

**Yanapa Choque, Nilton. 2019. PRECISION DE IMAGEN SATELIAL, APLICADO EN PROYECTOS DE SANEAMIENTO, EN LOS SECTORES TULANI Y ALTURA DE DISTRITO ANTAUTA, PROVINCIA MELGAR, REGION PUNO.** PUNO : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2019.

**Zafra. 2017. DISEÑO DE LA CARRETERA DEL TRAMO HUABO – RAMOS POTRERO, DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”.** Trujillo Peru : s.n., 2017.



**Anexo 3.**

**Anexo 3.1: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Diseño de la vía de evitamiento</b>	Una vía de evitamiento es una vía que se construye para evitar cruzar un centro urbano con el fin de que los vehículos que realicen una ruta, sin intención de entrar en ella, eviten atravesarla en esa travesía. (Villalobos Granadino, y otros, 2017)	Para el trabajo del diseño se tomará en cuenta los estudios de topografía y mecánica de suelos, diseño de un puente respectivamente para la zona en diseño asimismo sus estudios hidrológicos, como también el impacto ambiental	Levantamiento Topográfico	Puntos Topográficos	Cuantitativa de razón
				Curvas de Nivel	Cuantitativa de razón
			Estudio de Mecánica de Suelos	Limite líquido, Índice de plasticidad	Cuantitativa de razón
				SUCS, AASHTO	Cuantitativa de razón
				CBR (%)	Cuantitativa de razón
			Estudio de Hidrología	Precipitaciones máximas	Cuantitativa de razón
				Intensidad de lluvia	Cuantitativa de razón
				Obras de arte	
			Estudio del Trafico	IMDA	Cuantitativa de razón
			Diseño Geométrico de la Carretera	Alineamiento Horizontal	Cuantitativa de razón
				Perfil longitudinal	Cuantitativa de razón
				Secciones transversales (m, km)	Cuantitativa de razón
	Elementos de diseño geométrico	Cuantitativa de razón			

				Afirmado	
			Impacto Ambiental	Impacto Negativo	Cuantitativa de razón
				Impacto Positivo	Cuantitativa de razón

### Anexo 3.2: Indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	DIMENSIONES	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Realizar el levantamiento topográfico por donde se va a trazar la vía de evitamiento para conocer la orografía del terreno y tener en cuenta sus características de forma y relieve.	Levantamiento Topográfico	Puntos Topográficos  Curvas de Nivel	La topografía es un conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar la posición de puntos en el espacio y su representación en un plano	Ficha de resumen	07 Días	Mediante una poligonal abierta y compensación de coordenadas. En donde se utilizarán las medidas de los ángulos ls, las distancias entre los Pis y las coordenadas medidas en plano inicial y final para el cálculo de las coordenadas de los PIS y de la poligonal.
Realizar el estudio de suelos por donde se va a trazar la vía de evitamiento y conocer sus características y propiedad internas	Estudio de Mecánica de Suelos	Limite liquido Índice de plasticidad SUCS AASHTO CBR (%)	Nos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo y así conoceremos su estabilidad, comportamiento y resistencia del	Ficha de resumen	7 Días	En el laboratorio se desarrollarán los siguientes ensayos: análisis granulométrico de suelos por tamizado (ASTM D-422), límites de consistencia (ASTM D-4318), (ASTM D-2216), Proctor modificado, método A

del terreno y tomar las precauciones necesarias.			suelo, así podremos diseñar mejor la construcción			(ASTM D-1557), ensayo de CBR y expansión (ASTM D-1883)
Realizar un estudio hidrológico de la zona para poder determinar los escurrimientos máximos y tenerlos presente al momento de evacuar estas aguas y no perjudicar a la vía de evitamiento a diseñar.	Estudio de Hidrología	Precipitaciones máximas  Intensidad de lluvia  Obras de Arte	La hidrología es fundamental para el diseño de obras y estructuras hidráulicas, utilizando modelos matemáticos que comprenden el comportamiento de las cuencas, de manera exhaustiva en los ríos, lagos y quebradas, con el fin de determinar las zonas vulnerables a eventos climatológicos.	Ficha de resumen	03 Días	La información hidrometeorológica se obtiene desde la página oficial de SENAMHI y cartas geográficas que el MINEDU o Ministerio de Educación, siendo estas informaciones procesadas Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje
Realizar el estudio de tráfico con el conteo			El tráfico vehicular es el indicador			

<p>de vehículos recomendado por el Diseño Geométrico de carreteras (DG-2018) para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) y el Índice Medio Diario Semanal o Promedio de Tráfico Diario Semanal (IMDS).</p>	<p>Estudio del Trafico</p>	<p>IMDA</p>	<p>adecuado para cuantificar la demanda de transporte, el estudio de tráfico se enfoca en el movimiento de vehículos de pasajeros y carga que circulan en un tramo de la carretera, empleando conteos volumétricos de tipos representativos de vehículos para estimar el IMD.</p>	<p>Ficha de resumen</p>	<p>07 Días</p>	<p><b>IMDA = IMDS x FC</b>  Dónde:  <b>IMDS:</b> representa el Índice Medio Diario Semanal o Promedio de Tráfico Diario Semanal, y  <b>FC:</b> representa el Factor de Corrección Estacional.  <b>IMDS = <math>\sum Vi / 7</math></b>  Dónde:  <b>Vi:</b> Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo volumétrico.</p>
<p>Realizar el Diseño Geométrico de la vía con los parámetros indicados en el manual de Diseño Geométrico 2018 que nos aporta el</p>	<p>Diseño Geométrico de la Carretera</p>	<p>Alineamiento Horizontal  Perfil longitudinal  Secciones transversales (m, km)  Elementos de diseño geométrico</p>	<p>Tiene el propósito u objetivo es adaptar o acomodar el trazo de la carretera al terreno, en detalles y tanto como sea</p>	<p>-----</p>	<p>07 Dias</p>	<p>Se importará los datos topográficos los cuales fueron levantados en el software de acuerdo a la norma de diseño de carreteras DG 2018 serán procesados en el programa Civil 3D versión 2020</p>

<p>Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)</p>		<p>Afirmado</p>	<p>posible a la topografía y dentro de la Norma Técnica establecida por la DG-2018.</p>			
<p>Realizar el análisis de impacto ambiental en las zonas de estudio, con finalidad de tener menos impacto posible y proteger la fauna y la flora existente.</p>	<p>Impacto Ambiental</p>	<p>Impacto Positivo Impacto Negativo</p>	<p>Para el estudio evaluaremos las condiciones encontradas en campo, siguiendo el procedimiento técnico que sirve para identificar y describir los aspectos e impactos ambientales que se producirá un el proyecto en su entorno.</p>	<p>Ficha de observación</p>	<p>07 Dias</p>	<p>Matriz de impactos ambientales La matriz es un cuadro de doble entrada, en las columnas de la parte superior se colocan las acciones que el proyecto realizará; en las filas de la parte lateral, van los factores impactantes para el medio ambiente de las áreas en estudio. El impacto ambiental se determina al cruzar fila con columna, obteniendo numéricamente un daño o beneficio</p>

## Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

### Anexo 4.1. Ficha de resumen N° 1-Estudio de Trafico

<b>Título:</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA VÍA DE EVITAMIENTO SUR CUADRAS 01, 03 A LA 10, PROLONG.JR. CUSCO CUADRA 01, CALLE ACOMAYO CUADRA 02, JR. PEREZ DE CUELLAR CUADRA 03, SECTOR N°01, DEL DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN-LA LIBERTAD”.
<b>Autor:</b>	Municipalidad Provincial Sánchez Carrión
<b>Año:</b>	2019
<b>Resumen:</b>	El presente expediente técnico nos muestra el trabajo realizado en campo de la Ruta N°3N carretera longitudinal de la sierra liberteña es una vía por la que circulan vehículos livianos y pesados que viene desde la Ciudad de Trujillo y se dirigen hacia Cajamarca y las provincia de Tayabamba y viceversa, de los cuales muchos tienen como destino final la Ciudad de Huamachuco, por lo tanto, se considera como área de influencia 2 kilómetros antes del inicio de la vía de Evitamiento.
<b>Tramo: Choquisonguillo – Huamachuco (E1)</b>	La ubicación de la Estación (E1), en la vía de acceso a la ciudad de Huamachuco, en el centro Poblado de Choquisonguillo, Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión - Región La Libertad. El conteo se realizó desde las 00:00 horas del día 02 de septiembre del 2019 hasta la 24:00 horas del día 08 de septiembre del 2019. Las Encuestas Origen Destino y los Censos de Carga se realizaron el día 03 de septiembre del 2019 desde las 07:00 horas hasta las 18:00 horas del mismo día. En el transcurso de la toma de datos para el presente estudio no se tuvo inconveniente alguno.

<b>Cálculo del IMDA (E1)</b>	
<b>Ubicación de las estaciones de conteos.</b>	
<b>Estación:</b>	<b>E1</b>
<b>Tramo:</b>	<b>Choquisonguillo – Huamachuco</b>
<b>Ubicación:</b>	<b>A 2(dos) kilómetros antes de llegar a Huamachuco</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Periodo del 02 de septiembre al 08 de septiembre del 2019</b>

<b>Vehículos</b>	<b>IMD</b>	<b>Participación en %</b>
Autos		
Camionetas Station W		
Pick Up		
Combi		
Minivan		
Bus 2 Ejes		
Bus 3 Ejes		
Bus 4 Ejes		
Camión 2 Ejes		
Camión 3 Ejes		
Camión 4 Ejes		
Semitrayles		
Trayles		
IMD		





Anexo 4.3. Ficha de resumen N° 3-Estudio Hidrológico

<b>Título:</b>	<b>Diseño del mejoramiento a nivel afirmado de la carretera ruta Li 918 tramo Cruz Blanca – Laguna Cushuro, Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión - La Libertad</b>
<b>Autor:</b>	<b>RIOS ARMAS, ELVIA JANNETH ROSALES SALAZAR, JAIME MARTIN</b>
<b>Año:</b>	<b>2019</b>
<b>Beneficiario:</b>	<b>MARTIN FERNANDEZ SOTOMAYOR</b>
<b>Resumen:</b> Se recopiló la información pluviométrica de la estación meteorológica convencional “Huamachuco”, siendo esta la estación más próxima y de acuerdo al reporte de SANAMHI; obtuvimos datos que corresponden a las máximas precipitaciones en 24 horas, siendo registros que datan de periodos entre 1984 – 2004 registran precipitaciones máximas mensuales. En la siguiente tabla se detalla la información de dicha estación.	

<b>ESTACION: HUAMACHUCO, TIPO AUTOMATICA - METEREOLÓGICA</b>		
<b>Departamento:</b> La Libertad	<b>Provincia:</b> Sánchez Carrión	<b>Distrito:</b> Huamachuco
<b>Latitud:</b> 7°49'9"	<b>Longitud:</b> 78°2'24"	<b>Altitud:</b> 3200msnm
<b>DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)</b>		

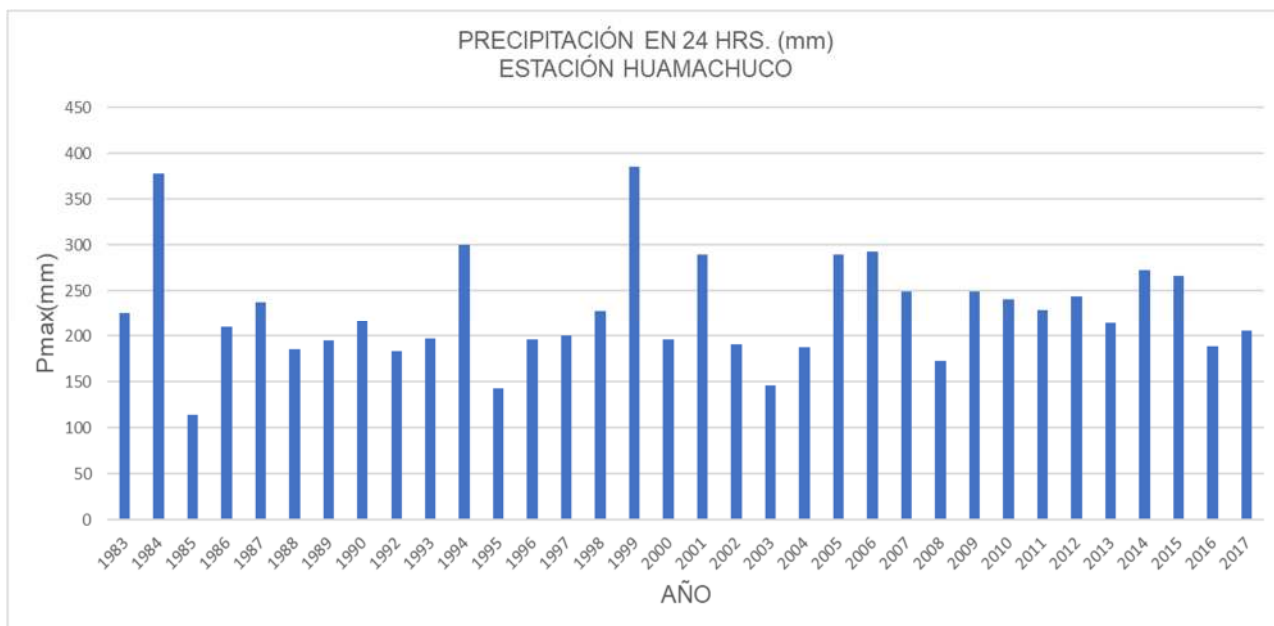
Año	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag o	Sep	Oct	Nov	Dic
1983	122.23	39.75	226.34	129.65	35.51	21.13	19.01	19.70	13.69	56.68	28.70	145.66
1984	66.71	377.73	214.36	115.08	87.18	21.08	10.32	15.26	34.15	111.72	109.15	117.95
1985	15.48	79.17	90.69	80.90	48.00	18.50	2.31	4.08	114.84	62.60	59.00	111.80
1986	149.91	159.82	210.15	149.56	67.00	37.48	8.40	28.90	27.14	58.00	99.70	141.80
1987	237.30	109.40	127.20	129.50	15.80	15.10	18.60	8.90	35.90	39.80	136.70	124.30
1988	186.00	148.60	93.40	141.20	44.70	15.20	9.30	3.60	25.70	86.10	69.40	93.90
1989	121.90	195.30	154.40	130.80	26.80	19.20	2.40	10.90	108.50	113.70	107.10	0.00

1990	163. 10	119. 30	22. 06	102. 31	24.0 4	49. 86	1.2 2	0.0 2	78.7 5	216. 40	100. 10	57.7 0
1992	95.2 4	163. 04	18 3.9 6	110. 63	19.1 0	32. 90	2.1 0	29. 30	79.1 0	31.6 0	31.6 0	67.3 0
1993	109. 40	185. 10	28. 80	106. 20	41.3 0	0.0 0	11. 50	1.2 0	82.5 0	133. 00	159. 60	197. 30
1994	129. 70	300. 50	15 0.7 0	150. 70	38.8 0	5.5 0	2.5 0	12. 60	26.9 0	99.9 0	143. 20	108. 90
1995	57.4 0	142. 60	11 4.1 0	97.4 0	60.9 0	29. 50	4.1 0	1.4 0	12.2 0	115. 80	98.9 0	95.0 0
1996	80.8 0	177. 90	19 5.7 0	110. 30	32.9 0	6.4 0	1.9 0	10. 60	26.6 0	159. 70	68.9 0	53.7 0
1997	107. 40	128. 30	10 0.2 0	59.5 0	52.5 0	26. 10	0.0 0	13. 60	68.9 0	102. 40	87.6 0	200. 80
1998	168. 40	227. 70	20 4.1 0	136. 60	21.0 0	18. 80	0.8 0	6.2 0	20.0 0	115. 00	119. 90	55.4 0
1999	172. 30	385. 60	13 6.6 0	56.6 0	39.0 0	50. 10	2.2 0	7.0 0	90.5 0	25.0 0	118. 40	109. 70
2000	108. 90	186. 50	19 6.5 0	88.9 0	69.2 0	45. 00	5.9 0	18. 40	55.1 0	40.9 1	54.7 0	133. 90
2001	240. 60	135. 70	29 0.3 0	30.9 0	81.6 0	4.3 0	9.5 0	0.6 0	32.6 0	128. 30	145. 30	181. 50
2002	79.9 0	122. 30	19 0.7 0	138. 60	19.5 0	19. 40	17. 60	0.0 0	40.3 0	110. 20	145. 70	185. 80
2003	65.9 0	112. 20	14 3.8 0	85.5 0	19.4 0	21. 80	5.1 0	8.7 0	46.4 0	94.6 0	84.3 0	146. 70
2004	51.0 0	110. 30	65. 60	67.0 0	53.6 0	2.8 0	26. 50	22. 90	54.7 0	126. 40	187. 70	111. 20
2005	97.6 0	176. 70	28 9.9 0	78.4 0	21.9 0	11. 10	0.0 0	14. 70	23.6 0	158. 30	32.9 0	128. 60
2006	142. 50	154. 20	29 3.0 0	160. 10	22.3 0	42. 90	14. 70	35. 00	51.6 0	116. 30	99.5 0	157. 90
2007	135. 00	76.0 0	24 8.9 0	123. 20	66.4 0	0.0 0	17. 10	5.6 0	12.6 0	220. 10	142. 20	104. 80
2008	173.	93.8	15	115.	53.0	33.	12.	11.	74.4	133.	74.7	64.7

	10	0	6.6 0	90	0	90	30	50	0	70	0	0
2009	223. 10	117. 10	24 9.1 0	205. 70	120. 00	43. 70	35. 20	12. 20	15.3 0	170. 40	137. 20	134. 70
2010	92.4 0	115. 60	24 1.4 0	72.6 0	61.4 0	25. 30	21. 20	7.7 0	17.6 0	75.4 0	123. 40	162. 00

2011	126 .90	91. 50	178 .40	65. 00	24. 60	0.6 0	15. 00	1.0 0	68. 50	45. 30	99. 50	229 .40
2012	244 .20	186 .30	105 .50	150 .70	28. 00	5.0 0	0.0 0	46. 00	9.1 0	152 .40	150 .60	134 .40
2013	67. 70	136 .20	214 .60	156 .80	87. 70	8.8 0	12. 00	22. 90	9.2 0	136 .90	48. 90	135 .00
2014	97. 10	256 .50	273 .30	119 .20	95. 80	27. 20	26. 70	2.5 0	103 .40	55. 50	79. 20	130 .80
2015	148 .60	121 .00	266 .00	123 .90	106 .90	30. 40	13. 90	0.4 0	38. 90	36. 10	110 .40	82. 40
2016	114 .50	181 .70	152 .50	105 .60	70. 60	47. 50	2.6 0	1.3 0	47. 40	63. 00	63. 70	189 .10
2017	141 .90	132 .30	206 .30	162 .50	91. 50	49. 80	2.1 4	19. 52	5.4 3	29. 41	123 .91	132 .30
PROM EDIO	127 .48	160 .17	176 .92	113 .45	51. 41	23. 13	9.8 26	11. 89	45. 63	100 .61	101 .23	124 .31
DESV. EST.	56. 06	76. 38	72. 80	37. 08	28. 55	15. 96	8.9 9	11. 10	31. 16	51. 52	39. 57	48. 93
<b>MAX</b>	<b>244 .20</b>	<b>385 .60</b>	<b>293 .00</b>	<b>205 .70</b>	<b>120 .00</b>	<b>50. 10</b>	<b>35. 20</b>	<b>46. 00</b>	<b>114 .84</b>	<b>220 .10</b>	<b>187 .70</b>	<b>229 .40</b>

<b>Precipitación Max en 24 Horas</b>		
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>Pmax(mm)</b>
1983	MARZO	226.34
1984	FEBRERO	377.73
1985	SEPTIEMBRE	114.84
1986	MARZO	210.15
1987	ENERO	237.30
1988	ENERO	186.00
1989	FEBRERO	195.30
1990	OCTUBRE	216.40
1992	MARZO	183.96
1993	DICIEMBRE	197.30
1994	FEBRERO	300.50
1995	FEBRERO	142.60
1996	MARZO	195.70
1997	DICIEMBRE	200.80
1998	FEBRERO	227.70
1999	FEBRERO	385.60
2000	MARZO	196.50
2001	MARZO	290.30
2002	MARZO	190.70
2003	DICIEMBRE	146.70
2004	NOVIEMBRE	187.70
2005	MARZO	289.90
2006	MARZO	293.00
2007	MARZO	248.90
2008	ENERO	173.10
2009	MARZO	249.10
2010	MARZO	241.40
2011	NOVIEMBRE	229.40
2012	ENERO	244.20
2013	MARZO	214.60
2014	MARZO	273.30
2015	MARZO	266.00
2016	NOVIEMBRE	189.10
2017	MARZO	206.30



Tiempo de duración		Intensidad de lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Horas	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
<b>24 hr</b>	1440	10.2494	12.6863	14.2997	16.3383	17.8506	19.3518	22.8207
<b>18 hr</b>	1080	12.2992	15.2235	17.1596	19.6059	21.4207	23.2221	27.3849
<b>12 hr</b>	720	16.1940	20.0443	22.5935	25.8145	28.2039	30.5758	36.0567
<b>8 hr</b>	480	19.6788	24.3576	27.4554	31.3695	34.2731	37.1554	43.8158
<b>6 hr</b>	360	22.9586	28.4172	32.0313	36.5977	39.9853	43.3479	51.1184
<b>5 hr</b>	300	24.5985	30.4470	34.3192	39.2118	42.8414	46.4442	54.7697
<b>4 hr</b>	240	27.0583	33.4917	37.7512	43.1330	47.1256	51.0886	60.2467
<b>3 hr</b>	180	31.1581	38.5662	43.4710	49.6683	54.2658	58.8293	69.3750
<b>2 hr</b>	120	38.1276	47.1929	53.1948	60.7783	66.4042	71.9885	84.8931
<b>1 hr</b>	60	61.4962	76.1175	85.7981	98.0296	107.1035	116.1105	136.9243

Anexo 4.4. Ficha de resumen N°4 -Estudios de Suelos

<b>Título:</b>	<b>MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA VÍA DE EVITAMIENTO SUR CUADRAS 01, 03 A LA 10, PROLONG.JR. CUSCO CUADRA 01, CALLE ACOMAYO CUADRA 02, JR. PEREZ DE CUELLAR CUADRA 03, SECTOR N°01, DEL DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN-LA LIBERTAD”.</b>
<b>Autor:</b>	<b>Municipalidad Provincial Sánchez Carrión</b>
<b>Año:</b>	<b>2019</b>
<b>Resumen:</b> El presente expediente técnico nos muestra el trabajo realizado en campo y ensayos de laboratorio que son necesarios para la definición del perfil estratigráfico del área de estudio, como también los parámetros de resistencia, de esta forma poder proporcionar las características físicas mecánicas del sub suelo.	

LUGAR	CALICATA N°	PROF(m)	N-FREATICO
Barrio Bella Vista	P-1	1.50	----- -
Paradero de autos a Trujillo	P-2	1.50	1.15
Barrio los laureles	P-3	1.50	-----
	P-4	1.50	1.20
	P-5	1.50	1.10

Cuadro de resumen de ensayos de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad, SUCS, AASHTO.

	Barrio Bella Vista	Paradero de autos a Trujillo	Barrio los laureles	Km 0+755	Km 1+185
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Profundidad (m)	0.10-1.50	0.10-1.50	0.10-1.50	0.10-1.50	0.10-1.50
% Gravas	44.06	44.08	33.30	35.03	30.12
% Arena	27.11	27.24	15.80	19.28	10.96
% Finos	16.95	16.85	17.50	15.75	19.16
L.L	15.25%	16.00%	16.30%	17.15%	17.00%
I.P	NP	NP%	NP%	NP%	NP%
SUCS	SM	SM	SM	SM	SM
AASHTO	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)

Cuadro de ensayos de compactación (Proctor Modificado)

<b>SONDAJE</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	<b>Máxima densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Optimo contenido de Humedad (%)</b>
Sub rasante	SM	2.00	10.62

Cuadro de ensayo CBR.

<b>Calicata</b>	<b>Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Optimo contenido de humedad (%)</b>	<b>CBR (100%)</b>	<b>CBR (95%)</b>	<b>SUCS</b>
P-1	2.00	10.62	24.07	20.1	SM



Anexo 4.5 Ficha de Observación N°6

<b>CARACTERISITICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA</b>				
<b>CARACTERIZACION DEL MEDIO FISICO</b>				
<b>1.Localizacion</b>				
<b>Región geográfica:</b>	<input type="checkbox"/>	Costa		Provincia:
	<input type="checkbox"/>	Sierra		
	<input type="checkbox"/>	Selva		
<b>Coordenadas:</b>	<input type="checkbox"/>	Geográfica		
UTM WGS 84 ZONA 17				
Superficie de la zona:				
<b>Km 00+01</b>				
<b>Km 01+02</b>				
<b>Km 02+03</b>				
<b>Km 03+04</b>				
<b>Km 04+05</b>				
<b>Km 05+06</b>				
<b>Km 06+07</b>				
<b>Km 07+08</b>				
<b>2.CLIMA</b>				
<b>Temperatura:</b>	<input type="checkbox"/>	Cálido		
	<input type="checkbox"/>	Seco		
	<input type="checkbox"/>	Frio		
	<input type="checkbox"/>	Templado		
<b>Temperatura:</b>	<input type="checkbox"/>	Cálido		
	<input type="checkbox"/>	Seco		
	<input type="checkbox"/>	Frio		
	<input type="checkbox"/>	Templado		
El clima de la zona, en Huamachuco posee periodos de lluvia .....				
<b>2.1 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y SUELOS</b>				
<b>Ocupación actual de la zona de influencia:</b>				
<input type="checkbox"/>	Asentamientos humanos			
<input type="checkbox"/>	Áreas agrícolas o ganaderas			
<input type="checkbox"/>	Áreas ecológicas protegidas			
<input type="checkbox"/>	Bosques naturales o artificiales			
<input type="checkbox"/>	Fuentes hidrologías y cauces naturales			
<input type="checkbox"/>	Manglares			

<input type="checkbox"/> Áreas arqueológicas <input type="checkbox"/> Áreas con riqueza hidrocarburifera <input type="checkbox"/> Áreas con riquezas mineras <input type="checkbox"/> Áreas de potencial turístico <input type="checkbox"/> Áreas de valor histórico, cultural o religioso <input type="checkbox"/> Áreas escénicas únicas <input type="checkbox"/> Áreas inestables con riesgos sísmicos <input type="checkbox"/> Áreas reservadas por seguridad nacional <input type="checkbox"/> Otra	
<b>Pendiente del suelo:</b> <input type="checkbox"/> Llano <input type="checkbox"/> Ondulado <input type="checkbox"/> Montañoso	
<b>Tipo de suelo:</b> <input type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenoso <input type="checkbox"/> Semi- duro <input type="checkbox"/> Rocoso <input type="checkbox"/> Saturado	
<b>Calidad del suelo:</b> <input type="checkbox"/> Fértil <input type="checkbox"/> Semi- fértil <input type="checkbox"/> Erosionado <input type="checkbox"/> Saturado <input type="checkbox"/> Otro (especifique)	El suelo es de área ....
<b>Permeabilidad del suelo:</b> <input type="checkbox"/> Altas <input type="checkbox"/> Medias <input type="checkbox"/> Bajas	
<b>Condiciones de drenaje:</b> <input type="checkbox"/> Muy buenas <input type="checkbox"/> Buenas <input type="checkbox"/> Malas	
<b>2.3. Hidrología:</b>	
<b>Fuentes:</b> <input type="checkbox"/> Agua superficial <input type="checkbox"/> Agua subterránea <input type="checkbox"/> Agua de mar <input type="checkbox"/> Ninguna	Por el área drena a la
<b>Nivel freático:</b> <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Profundo	
<b>Precipitaciones</b> <input type="checkbox"/> Altas <input type="checkbox"/> Medias <input type="checkbox"/> Bajas	

## 2.4 Aire

### Recirculación de aire:

- Muy buena
- Buena
- Mala

### Ruido:

- Bajo
- Tolerable
- Ruidoso

## 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO BIOLÓGICO

### Ecosistema:

- Paramo
- Bosque pluvial
- Bosque nublado
- Bosque seco
- Ecosistemas marinos
- Ecosistemas lacustres
- Otro (especificar): No existe ecosistema en el área

## 3.2 FLORA

### Tipo de cobertura vegetal:

- Bosques
- Arbustos
- Pastos
- Cultivos
- Matorrales
- Sin vegetación

### Importancia de la cobertura vegetal:

- Común del sector
- Rara o endémica
- En peligro de extinción
- Protegida

### Usos de la vegetación:

- Alimenticio
- Comercial
- Medicinal
- Ornamental
- Construcción
- Fuente de semilla
- Mitológico
- Otro:

## 3.3 FAUNA SILVESTRE

### Tipología:

- Insectos
- Anfibios
- Peces
- Reptiles
- Aves
-

Mamíferos

**Importancia:**

- Común
- Rara o única especie
- Frágil
- En peligro de extinción

**4. CARACTERIZACION DEL MEDIO SOCIOECONOMICO**

**4.1 DEMOGRAFIA**

**Nivel de consolidación del área de influencia:**

- Urbana
- Periférica
- Rural

**Tamaño de la población:**

- Entre 0 y 1000 habitantes
- Entre 1001 y 10000 habitantes
- Entre 10001 y 100000 habitantes
- Más de 100001 habitantes

**Características etnias de la población:**

- Mestizos
- Indígena
- Negro
- Otro (especificar):

**4.2 INFRAESTRUCTURA SOCIAL**

**Abastecimiento de agua:**

- Agua potable
- Conexión domiciliaria
- Agua de lluvia
- Grifo publico
- Servicio permanente
- Racionado
- Tanquero
- Acarreo manual
- Ninguno

**Evacuación de aguas servidas:**

- Alcantarillado. Sanitario
- Alcantarilla. Pluvial
- Fosas sépticas
- Letrinas
- Ninguno

**Evacuación de aguas de lluvia:**

- Alcantarillado. Pluvial
- Drenaje superficial
- Ninguno

**Desechos sólidos:**

	<input type="checkbox"/> Barrido y recolección <input type="checkbox"/> Botadero a cielo abierto <input type="checkbox"/> Relleno sanitario <input type="checkbox"/> Otro (especificar):
<b>Electrificación:</b>	<input type="checkbox"/> Red energía eléctrica <input type="checkbox"/> Red publica <input type="checkbox"/> Plantas eléctricas <input type="checkbox"/> Ninguno
<b>Transporte público:</b>	<input type="checkbox"/> Servicio urbano <input type="checkbox"/> Servicio interprovincial <input type="checkbox"/> Rancheras <input type="checkbox"/> Canoa <input type="checkbox"/> Otro (especifique):
<b>Vialidad y accesos:</b>	<input type="checkbox"/> Vías principales <input type="checkbox"/> Vías secundarias <input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input type="checkbox"/> Vías urbanas
<b>Telefonía:</b>	<input type="checkbox"/> Red domiciliaria <input type="checkbox"/> Cabina publica <input type="checkbox"/> Ninguno
<b>4.3 ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS</b>	
<b>Aprovechamiento y uso de la tierra:</b>	<input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Recreacional <input type="checkbox"/> Productivo <input type="checkbox"/> Balido <input type="checkbox"/> Otro (especificar)
<b>Tenencia de la tierra:</b>	<input type="checkbox"/> Terrenos privados <input type="checkbox"/> Terrenos comunales <input type="checkbox"/> Terrenos municipales <input type="checkbox"/> Terrenos estatales
<b>4.4 ORGANIZACIÓN SOCIAL:</b>	
	<input type="checkbox"/> Primer grado <input type="checkbox"/> Segundo grado <input type="checkbox"/> Tercer grado <input type="checkbox"/> Otra:
<b>4.5 ASPECTOS CULTURALES:</b>	
<b>Lengua:</b>	<input type="checkbox"/> Castellano <input type="checkbox"/> Nativa <input type="checkbox"/> Otro (especificar):
<b>Religión:</b>	

<input type="checkbox"/> Católicos <input type="checkbox"/> Evangélicos
<b>Tradiciones:</b> <input type="checkbox"/> Ancestrales <input type="checkbox"/> Religiosas <input type="checkbox"/> Populares <input type="checkbox"/> Otra (especifique):
<b>4.6 MEDIO PERCEPTUAL</b>
<b>Paisajes y turismo</b> <input type="checkbox"/> Zonas con valor paisajístico <input type="checkbox"/> Atractivo turístico <input type="checkbox"/> Recreacional <input type="checkbox"/> Otro (especificar):
<b>4.7 RIESGOS NATURALES O INDUCIDOS</b>
<b>Peligro de deslizamientos:</b> <input type="checkbox"/> Inminente <input type="checkbox"/> Latente <input type="checkbox"/> Nulo
<b>Peligro de inundaciones:</b> <input type="checkbox"/> Inminente <input type="checkbox"/> Latente <input type="checkbox"/> Nulo
<b>Peligro de terremotos:</b> <input type="checkbox"/> Inminente <input type="checkbox"/> Latente <input type="checkbox"/> Nulo

## Anexo 5. Validez y confiabilidad de los instrumentos

### Anexo 5.1. Tamaño de muestra:



Fuente: Google Earth

## Anexo 6. Validez y confiabilidad de los instrumentos

### Anexo 6.1

#### Constancia de validación del instrumento.

Yo Luis Alberto Horna Araujo, De profesión Ing. Civil con código CIP: 24002, y ejerciendo actualmente como profesional independiente hago constar que he revisado, con fines de validación el instrumento "Ficha de Resumen", diseñado por el investigador Martin Fernández Sotomayor, y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Indicadores	Deficiente	Aceptable	Excelente
ítem-dimensión			<input checked="" type="checkbox"/>
Amplitud de contenidos			<input checked="" type="checkbox"/>
Redacción de los ítems			<input checked="" type="checkbox"/>
Presentación			<input checked="" type="checkbox"/>

En Trujillo, el día 01 de octubre del año 2020

  
-----  
Luis Alberto Horna Araujo  
ING. CIVIL  
CIP 24002  
-----  
Firma del Experto



## Anexo 6.2

### Constancia de validación del instrumento.

Yo Katherin Victoria Contreras Jara, De profesión Ing. Ambiental con código CIP:242285, y ejerciendo actualmente como profesional independiente hago constar que he revisado, con fines de validación el instrumento “Guía de recolección de datos”, diseñado por el investigador Martin Fernández Sotomayor, y luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

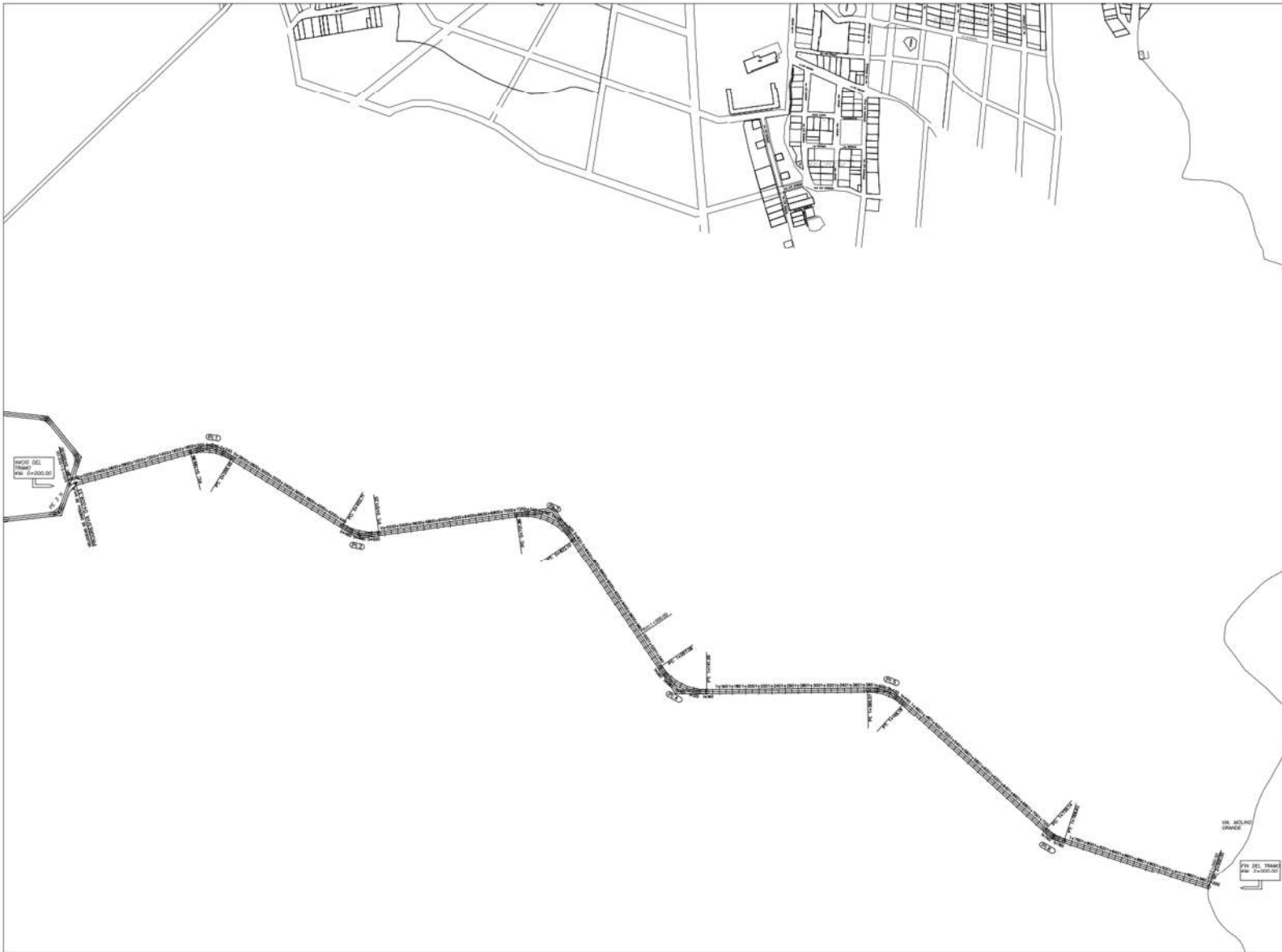
Indicadores	Deficiente	Aceptable	Excelente
ítem-dimensión			<input checked="" type="checkbox"/>
Amplitud de contenidos			<input checked="" type="checkbox"/>
Redacción de los ítems			<input checked="" type="checkbox"/>
Presentación			<input checked="" type="checkbox"/>

En Trujillo, el día 26 de junio del año 2020



-----  
Firma del Experto

## ANEXO 07: Planos



PROYECTO:

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión,  
La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: SANCHEZ CARRION

DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR:  
ING. HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO

ALUMNO:  
FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN  
ENRIQUE

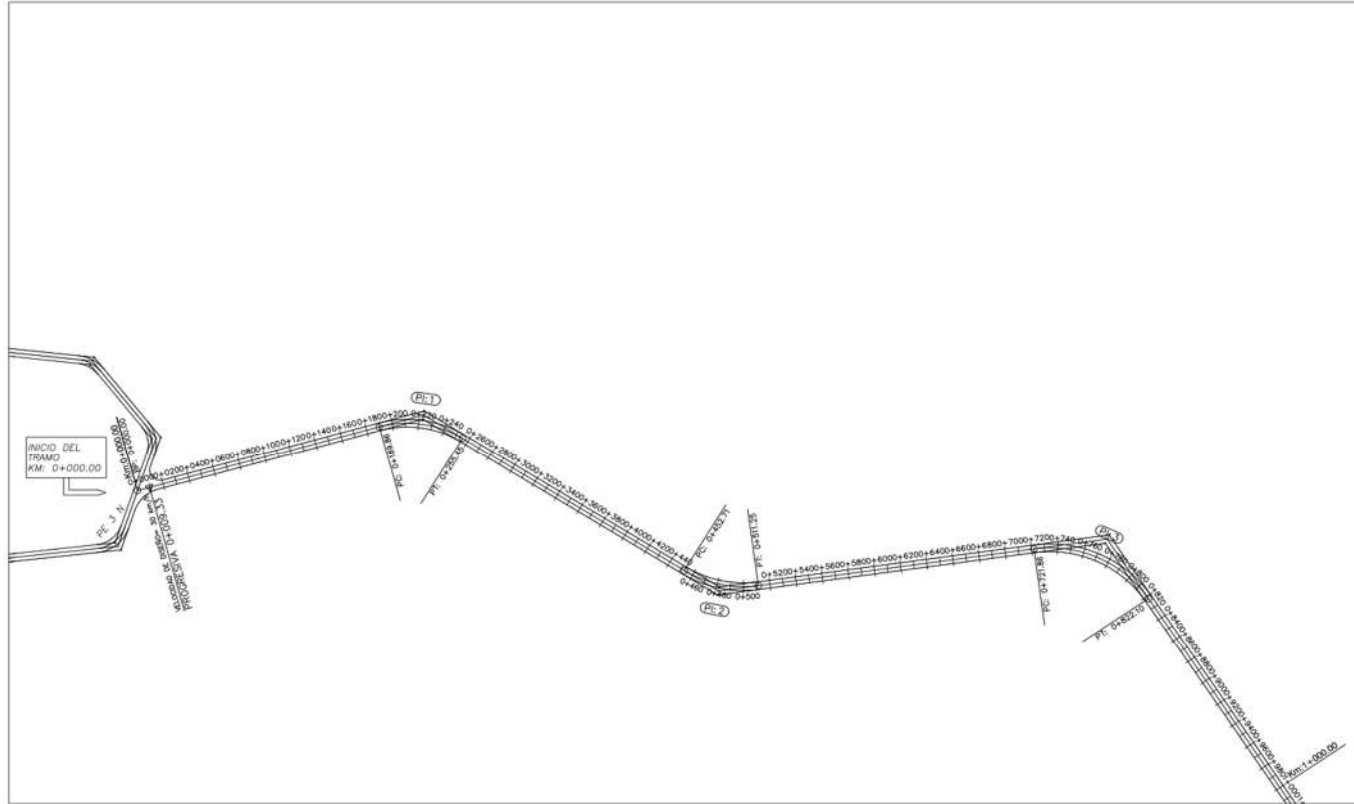
PLANO:  
UBICACION DEL PROYECTO

TRAMO:  
P. 0+000.00m - 2+000.00m

ESCALA:  
1: 2000

FECHA:  
DICIEMBRE 2020  
CODIGO:  
LAMINA 1 DE 3

**PU-01**



PROYECTO:

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión,  
La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: SANCHEZ CARRION

DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR:  
ING HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO

ALUMNO:  
FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN  
ENRIQUE

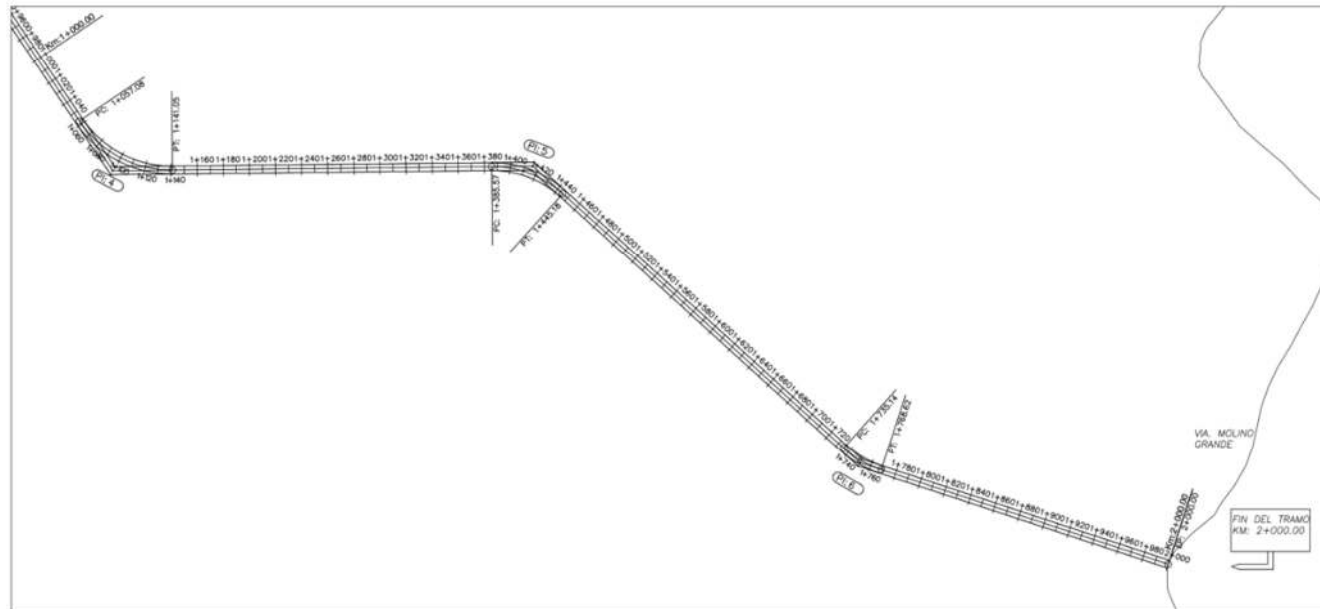
PLANO:  
UBICACION DEL PROYECTO

TRAMO:  
P. 0+000 00m - 1+000 00m

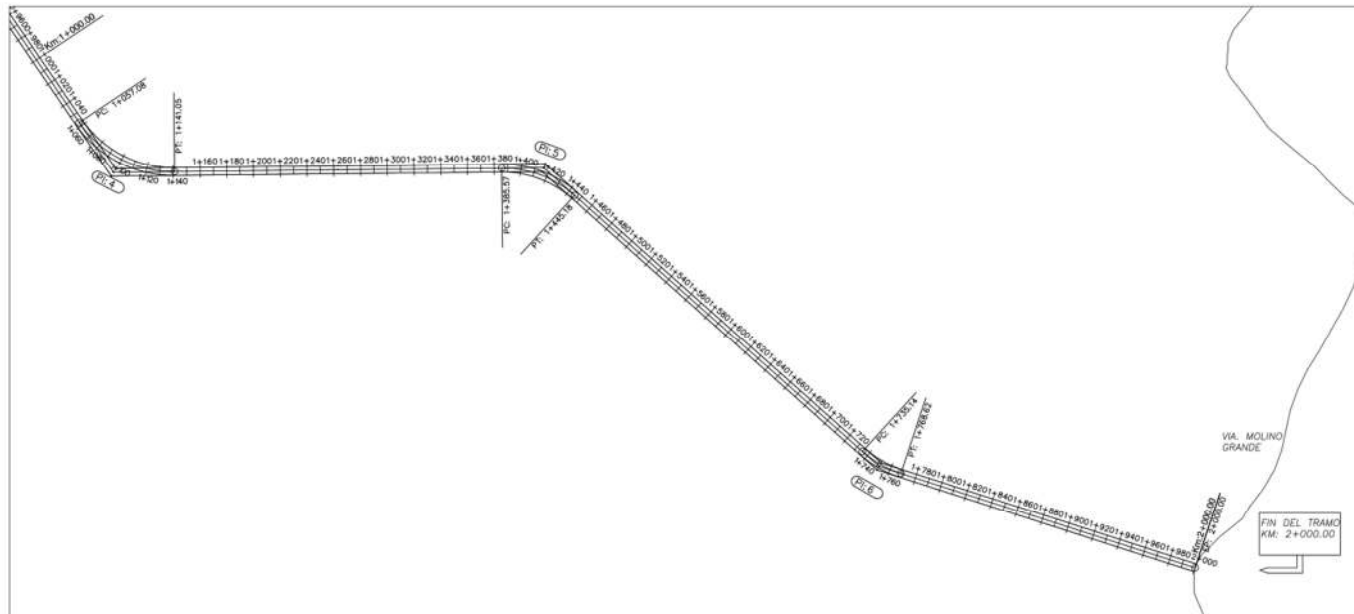
ESCALA:  
1: 2000

FECHA:  
DICIEMBRE 2020  
CODIGO:  
LAMINA 2 DE 3

**PU-02**



	<b>PROYECTO:</b> Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020	<b>DEPARTAMENTO:</b> LA LIBERTAD	<b>ASESOR:</b> ING.HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO	<b>PLANO:</b> UBICACION DEL PROYECTO	<b>ESCALA:</b> 1: 2000	<b>PU-03</b>
		<b>PROVINCIA:</b> SANCHEZ CARRION	<b>ALUMNO:</b> FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN ENRIQUE	<b>TRAMO:</b> P. 1+000.00m - 2+000.00m	<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2020	
		<b>DISTRITO:</b> HUAMACHUCO	<b>CODIGO:</b> LAMINA 3 DE 3			



PROYECTO:

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: SANCHEZ CARRION

DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR:

ING HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO

ALUMNO:

FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN ENRIQUE

PLANO:

UBICACION DEL PROYECTO

TRAMO:

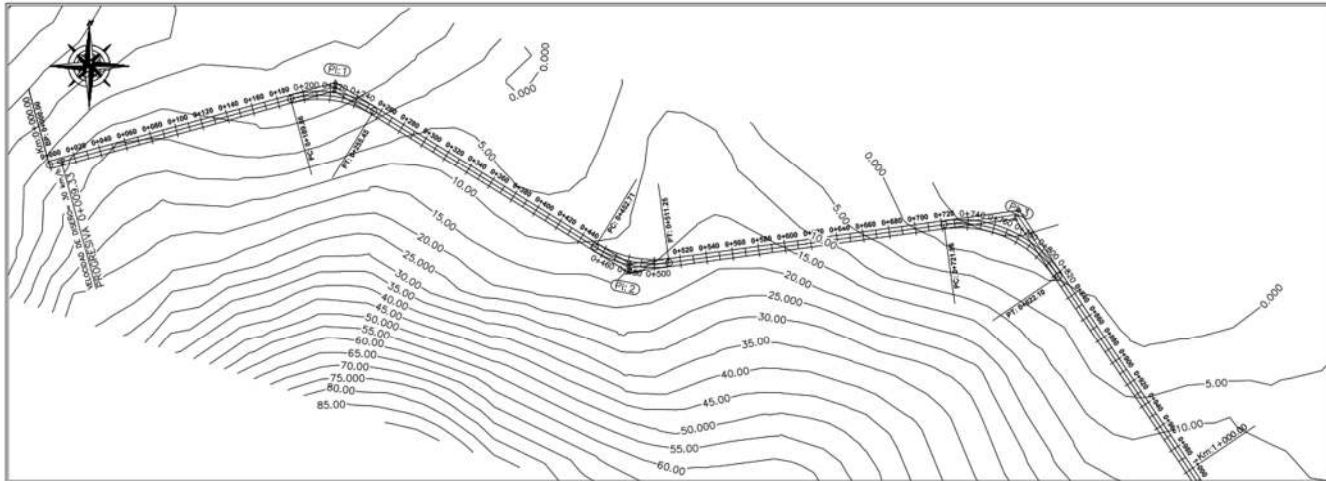
P. 1+000.00m - 2+000.00m

ESCALA:  
1: 2000

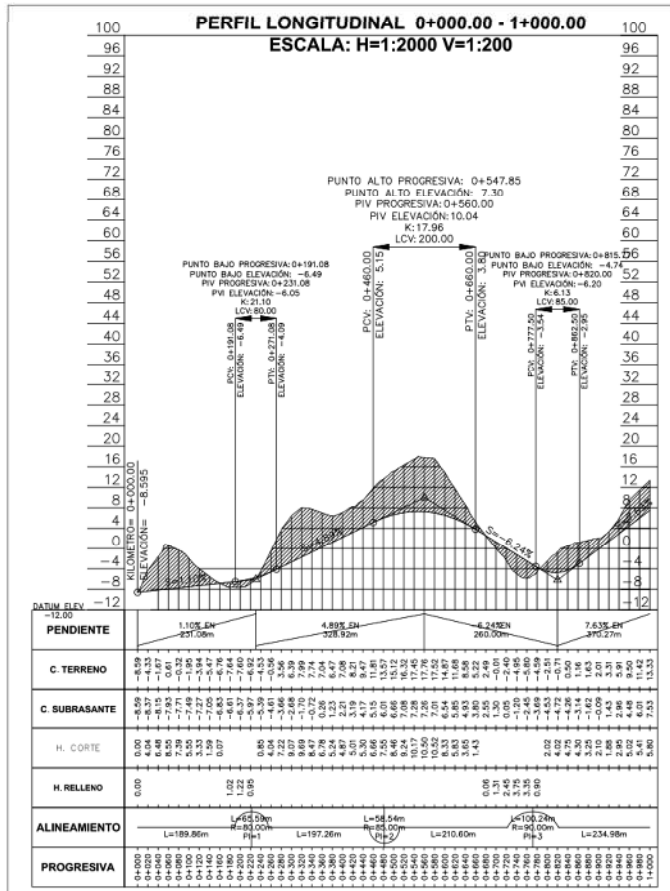
FECHA:  
DICIEMBRE 2020

CODIGO:  
LAMINA 3 DE 3

**PU-03**



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	1+250 CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ETIQUETAS



**CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA**

NÚMERO PI	DIRECCIÓN	PC	PI	PT	E	M	RADIO	T	L	LC	DELTA
PI: 1	S81° 51' 15"E	0+189.86	0+224.63	0+255.45	7.23	6.63	80.00	34.76	65.59	63.77	46°58'32"
PI: 2	S78° 05' 46"E	0+452.71	0+483.20	0+511.25	5.30	4.99	85.00	30.48	58.54	57.39	39°27'34"
PI: 3	S65° 55' 04"E	0+721.86	0+777.90	0+822.10	16.02	13.60	90.00	56.04	100.24	95.14	63°48'58"
PI: 4	S62° 18' 34"E	1+057.08	1+102.85	1+141.05	11.54	10.16	85.00	45.77	83.97	80.59	56°36'00"
PI: 5	S69° 15' 46"E	1+385.57	1+416.84	1+445.18	5.89	5.49	80.00	31.27	59.61	58.24	42°41'36"
PI: 6	S59° 54' 20"E	1+735.14	1+752.13	1+768.62	1.78	1.75	80.00	16.99	33.48	33.24	23°58'43"

**TABLA DE ELEMENTOS ADICIONALES**

PI	SENTIDO	PERALTE (%)	Sa
1	D	6.80	1.0
2	I	-6.40	1.5
3	D	6.20	1.2
4	I	-6.40	1.2
5	D	6.80	1.0
6	I	-6.80	1.0

**COORDENADAS UTM (SISTEMA WGS84) - ZONA: 17 S**

NORTE (Y)	ESTE (X)	ELEVACION (Z)
9134754.39	823202.164	2994
9134799.83	823202.164	2994
9134745.79	823202.164	2995
9134781.41	823206.834	2995
9134813.66	823202.164	2995
9134741.38	823202.164	2996
9134761.16	823209.285	2996
9134829.3	823202.164	2996
9134736.97	823202.164	2997



PROYECTO:

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: SANCHEZ CARRION

DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR: ING HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO

ALUMNO: FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN ENRIQUE

PLANO: PLANTA Y PERFIL

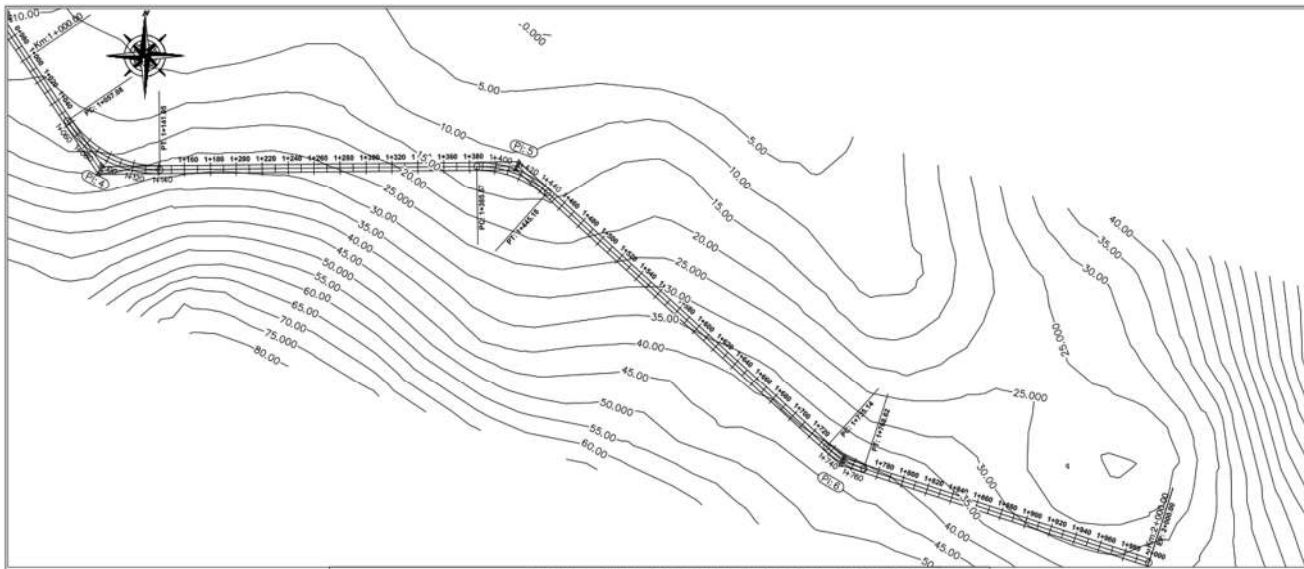
TRAMO: P. 0+000.00m - 1+000.00m

ESCALA: 1: 2000

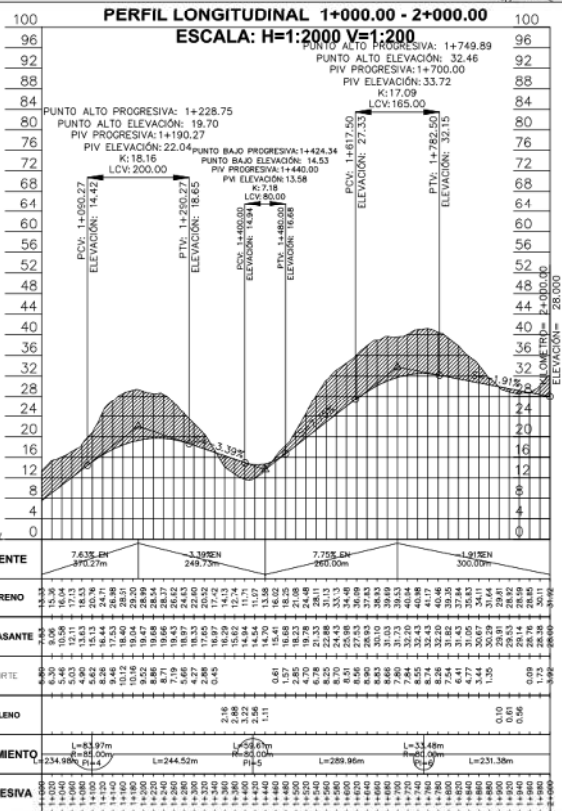
FECHA: DICIEMBRE 2020

CODIGO: LAMINA 1 DE 2

P-01



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
 1+250	CARRETERA PROYECTADA
	CURVA DE NIVEL
	ETIQUETAS



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA											
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	PC	PI	PT	E	M	RADIO	T	L	LC	DELTA
PI: 1	S81° 51' 15"E	0+189.86	0+224.63	0+255.45	7.23	6.63	80.00	34.76	65.59	63.77	46°58'3"
PI: 2	S78° 05' 46"E	0+452.71	0+483.20	0+511.25	5.30	4.99	85.00	30.48	58.54	57.39	39°27'3"
PI: 3	S65° 55' 04"E	0+721.86	0+777.90	0+822.10	16.02	13.60	90.00	56.04	100.24	95.14	63°48'5"
PI: 4	S62° 18' 34"E	1+057.08	1+102.85	1+141.05	11.54	10.16	85.00	45.77	83.97	80.59	56°36'0"
PI: 5	S69° 15' 46"E	1+385.57	1+416.84	1+445.18	5.89	5.49	80.00	31.27	59.61	58.24	42°41'3"
PI: 6	S59° 54' 20"E	1+735.14	1+752.13	1+768.62	1.78	1.75	80.00	16.99	33.48	33.24	23°58'4"

TABLA DE ELEMENTOS ADICIONALES			
PI	SENTIDO	PERALTE (%)	Sa
1	D	6.80	1.0
2	I	-6.40	1.5
3	D	6.20	1.2
4	I	-6.40	1.2
5	D	6.80	1.0
6	I	-6.80	1.0

COORDENADAS UTM (SISTEMA WGS84) - ZONA: 17 S		
NORTE (Y)	ESTE (X)	ELEVACION (Z)
9134754.39	823202.164	2994
9134799.83	823202.164	2994
9134745.79	823202.164	2995
9134781.41	823206.834	2995
9134813.66	823202.164	2995
9134741.38	823202.164	2996
9134761.16	823209.285	2996
9134829.3	823202.164	2996
9134736.97	823202.164	2997



PROYECTO:

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión,  
 La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: SANCHEZ CARRION

DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR: ING.HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO

ALUMNO:  
 FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN ENRIQUE

PLANO:

PLANTA Y PERFIL

TRAMO:  
 P. 1+000.00m - 2+000.00m

ESCALA:

1: 2000

FECHA:

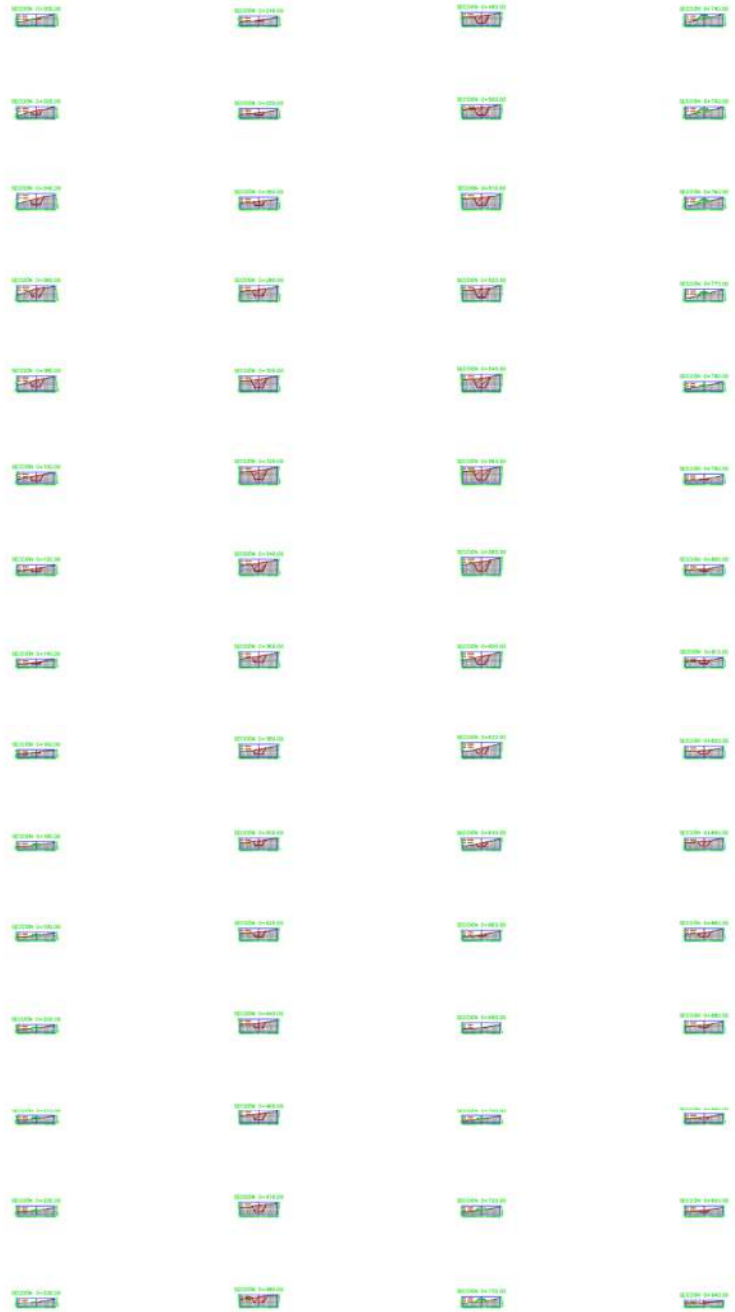
DICIEMBRE 2020

CODIGO:

LAMINA 2 DE 2

P-02





PROYECTO:  
 Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez  
 Carrión, La Libertad, 2020

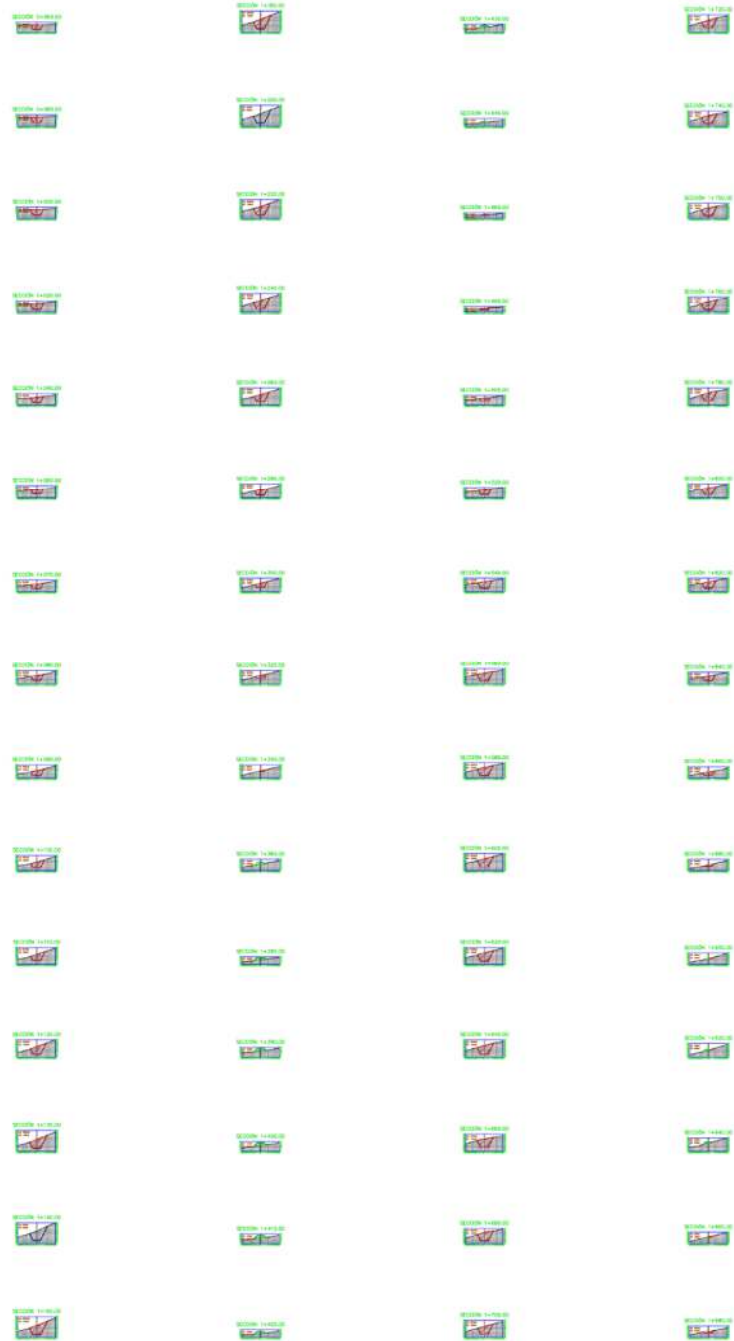
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD  
 PROVINCIA: SANCHEZ CARRION  
 DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR:  
 ING.HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO  
 ALUMNO:  
 FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN  
 ENRIQUE

PLANO:  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 TRAMO:  
 0+000.00m - 0+940.00m

ESCALA:  
 1: 2000  
 FECHA:  
 DICIEMBRE 2020  
 CODIGO:  
 LAMINA 1 DE 3

**S-01**



PROYECTO:

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez  
Carrión, La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: SANCHEZ CARRION

DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR:  
ING.HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO

ALUMNO:  
FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN  
ENRIQUE

PLANO:  
SECCIONES TRANSVERSALES

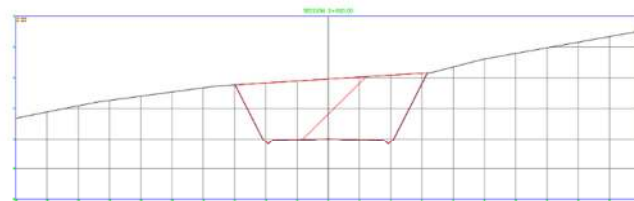
TRAMO:  
0+960.00m - 1+980.00m

ESCALA:  
1: 2000

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

CODIGO:  
LAMINA 2 DE 3

S-02



PROYECTO:

Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez  
Carrión, La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: SANCHEZ CARRION

DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR:  
ING. HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO

ALUMNO:  
FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN  
ENRIQUE

PLANO:  
SECCIONES TRANSVERSALES

TRAMO:  
1+980.00m - 2+000.00m

ESCALA:  
1: 2000

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

CODIGO:  
LAMINA 3 DE 3

S-03

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENOS(m <sup>2</sup> )	AREA DE CORTE(m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE CORTE(m <sup>3</sup> )	VOL. ACUMULABLE DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO(m <sup>3</sup> )
0+000.00	1.99	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00
0+100.00	0.00	40.62	0.00	894.13	0.00	-40.62
0+200.00	0.00	77.89	0.00	1202.13	0.00	-77.89
0+300.00	0.00	102.76	0.00	1807.76	0.00	-102.76
0+400.00	0.00	87.80	0.00	1605.89	0.00	-87.80
0+500.00	0.00	43.42	0.00	802.93	0.00	-43.42
0+600.00	0.00	14.25	0.00	279.73	0.00	-14.25
0+700.00	0.00	15.80	0.00	330.76	0.00	-15.80
0+800.00	0.00	32.27	1.75	374.00	22.63	351.37
0+900.00	0.00	7.85	0.00	82.27	17.47	64.80
0+1000.00	8.23	0.00	82.84	0.00	187.89	82.84
0+1100.00	9.17	0.00	89.69	0.00	278.26	89.69
0+1200.00	8.41	0.00	84.47	0.00	362.33	84.47
0+1300.00	8.94	0.00	89.42	0.00	451.59	89.42
0+1400.00	2.76	0.00	43.53	0.00	535.29	43.53
0+1500.00	0.00	3.27	0.00	48.91	546.81	546.81
0+1600.00	0.00	24.49	0.00	168.19	615.87	615.87
0+1700.00	0.00	43.30	0.00	338.83	676.87	676.87
0+1800.00	0.00	87.61	0.00	678.06	764.48	764.48
0+1900.00	0.00	118.47	0.00	909.94	882.95	882.95

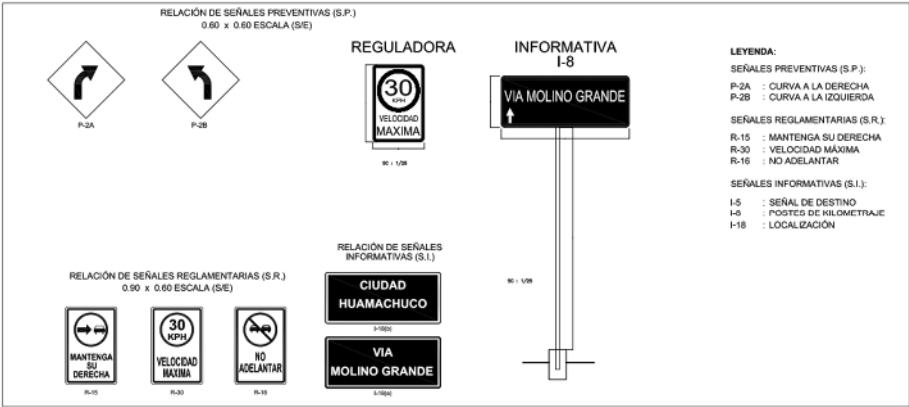
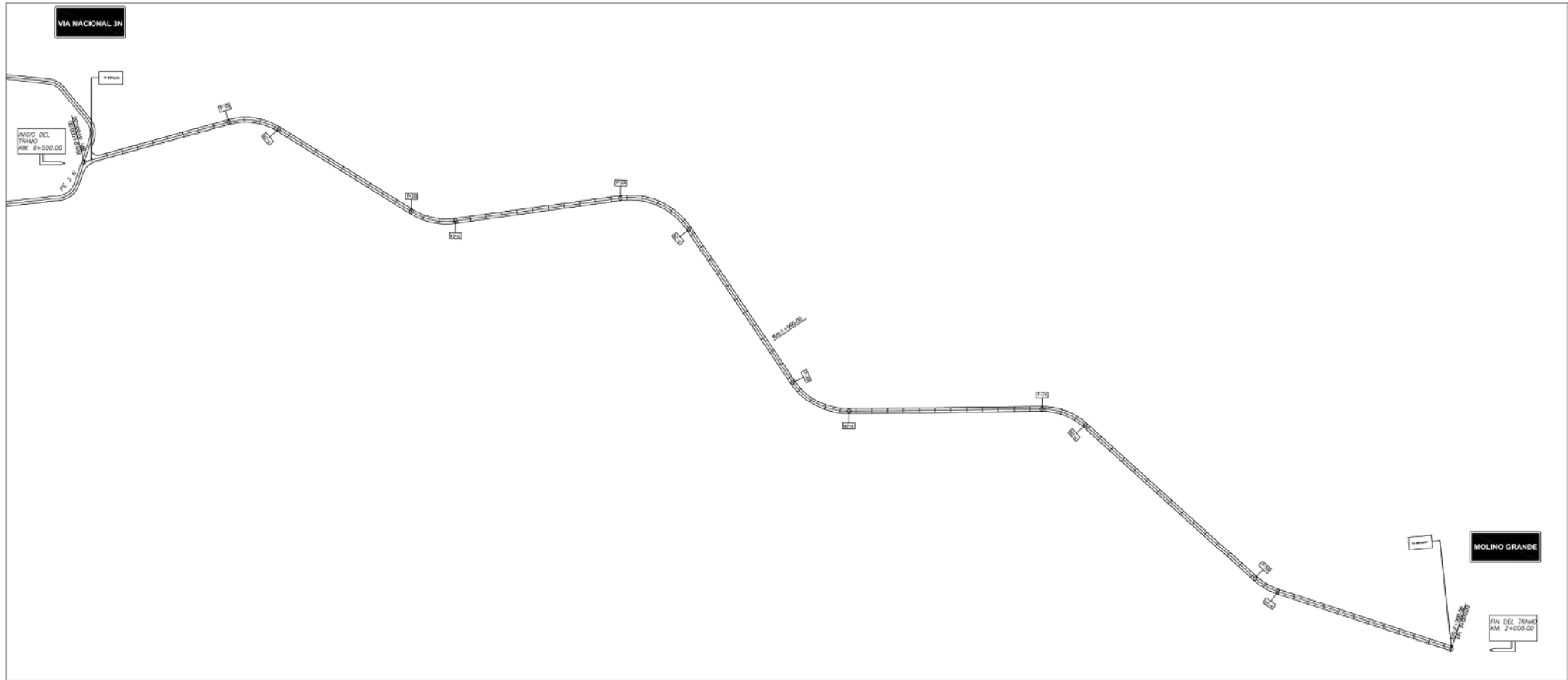
CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENOS(m <sup>2</sup> )	AREA DE CORTE(m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE CORTE(m <sup>3</sup> )	VOL. ACUMULABLE DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO(m <sup>3</sup> )
0+200.00	0.00	138.61	0.00	2492.50	0.00	-138.61
0+300.00	0.00	109.41	0.00	2300.15	0.00	-109.41
0+400.00	0.00	81.73	0.00	1811.34	0.00	-81.73
0+500.00	0.00	89.98	0.00	1408.15	0.00	-89.98
0+600.00	0.00	53.81	0.00	1038.62	0.00	-53.81
0+700.00	0.00	34.32	0.00	659.20	0.00	-34.32
0+800.00	0.00	28.08	0.00	536.30	0.00	-28.08
0+900.00	0.00	77.58	0.00	1309.19	0.00	-77.58
0+1000.00	0.00	86.32	0.00	824.86	0.00	-86.32
0+1100.00	0.00	67.83	0.00	854.74	0.00	-67.83
0+1200.00	0.00	67.73	0.00	869.81	0.00	-67.73
0+1300.00	0.00	106.29	0.00	1028.25	0.00	-106.29
0+1400.00	0.00	119.25	0.00	1097.79	0.00	-119.25
0+1500.00	0.00	116.88	0.00	1488.15	0.00	-116.88
0+1600.00	0.00	140.10	0.00	2057.79	0.00	-140.10
0+1700.00	0.00	153.63	0.00	2906.30	0.00	-153.63
0+1800.00	0.00	142.78	0.00	2623.70	0.00	-142.78
0+1900.00	0.00	108.72	0.00	2495.20	0.00	-108.72
0+2000.00	0.00	87.93	0.00	2796.47	0.00	-87.93
0+2100.00	0.00	58.78	0.00	1906.85	0.00	-58.78

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENOS(m <sup>2</sup> )	AREA DE CORTE(m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE CORTE(m <sup>3</sup> )	VOL. ACUMULABLE DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO(m <sup>3</sup> )
0+2200.00	0.00	14.23	0.00	328.07	0.00	-14.23
0+2300.00	1.43	1.78	0.00	168.08	0.00	-1.43
0+2400.00	15.88	0.00	123.06	17.71	852.83	852.83
0+2500.00	23.22	0.00	241.00	0.00	994.95	994.95
0+2600.00	54.86	0.00	284.00	0.00	1288.95	1288.95
0+2700.00	48.12	0.00	274.19	0.00	1563.14	1563.14
0+2800.00	41.27	0.00	411.86	0.00	2019.74	2019.74
0+2900.00	39.12	0.00	391.08	0.00	2441.82	2441.82
0+3000.00	23.52	0.00	203.12	0.00	2718.55	2718.55
0+3100.00	4.56	0.14	152.63	0.48	2928.58	2928.58
0+3200.00	0.00	8.04	23.23	40.30	2961.92	2961.92
0+3300.00	0.00	39.82	0.00	143.58	2961.92	2961.92
0+3400.00	0.00	34.82	0.00	201.90	2961.92	2961.92
0+3500.00	0.00	43.14	0.00	387.28	2961.92	2961.92
0+3600.00	0.00	52.23	0.00	392.23	2961.92	2961.92
0+3700.00	0.00	48.12	0.00	1093.23	2961.92	2961.92
0+3800.00	0.00	23.42	0.00	875.44	2961.92	2961.92
0+3900.00	0.00	23.67	0.00	549.85	2961.92	2961.92
0+4000.00	0.00	18.91	0.00	294.78	2961.92	2961.92
0+4100.00	0.00	29.62	0.00	484.30	2961.92	2961.92

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENOS(m <sup>2</sup> )	AREA DE CORTE(m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE CORTE(m <sup>3</sup> )	VOL. ACUMULABLE DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO(m <sup>3</sup> )
0+3600.00	0.00	15.23	0.00	348.82	2961.92	2961.92
0+3700.00	0.00	40.26	0.00	1157.82	3158.74	3158.74
0+3800.00	0.00	59.25	0.00	1698.27	3367.01	3367.01
0+3900.00	0.00	75.19	0.00	1382.25	3505.81	3505.81
0+4000.00	0.00	102.84	0.00	1726.17	3678.65	3678.65
0+4100.00	0.00	124.47	0.00	1701.98	3849.63	3849.63
0+4200.00	0.00	101.23	0.00	1531.22	3950.85	3950.85
0+4300.00	0.00	82.29	0.00	1271.82	4078.67	4078.67
0+4400.00	0.00	76.97	0.00	768.13	4155.64	4155.64
0+4500.00	0.00	52.29	0.00	525.45	4155.64	4155.64
0+4600.00	0.00	18.97	0.00	368.13	4155.64	4155.64
0+4700.00	0.00	69.75	0.00	817.72	4155.64	4155.64
0+4800.00	0.00	61.77	0.00	743.83	4155.64	4155.64
0+4900.00	0.00	136.28	0.00	366.32	4155.64	4155.64
0+5000.00	0.00	128.58	0.00	1188.77	4155.64	4155.64
0+5100.00	0.00	183.44	0.00	1434.83	4155.64	4155.64
0+5200.00	0.00	143.47	0.00	1389.13	4155.64	4155.64
0+5300.00	0.00	69.26	0.00	1474.74	4155.64	4155.64
0+5400.00	0.00	132.39	0.00	1513.89	4155.64	4155.64
0+5500.00	0.00	114.81	0.00	2284.89	4155.64	4155.64
0+5600.00	0.00	103.62	0.00	2052.26	4155.64	4155.64

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENOS(m <sup>2</sup> )	AREA DE CORTE(m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE CORTE(m <sup>3</sup> )	VOL. ACUMULABLE DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO(m <sup>3</sup> )
0+5700.00	0.00	85.24	0.00	1361.59	4155.64	4155.64
0+5800.00	0.00	46.78	0.00	1023.19	4155.64	4155.64
0+5900.00	0.00	28.71	0.00	762.20	4155.64	4155.64
0+6000.00	0.23	5.26	0.24	204.22	4155.64	4155.64
0+6100.00	0.89	0.00	188.93	0.28	4345.18	4345.18
0+6200.00	0.23	0.00	448.78	0.00	4793.96	4793.96
0+6300.00	0.49	0.00	350.89	0.00	5144.85	5144.85
0+6400.00	0.29	0.00	322.23	0.00	5467.08	5467.08
0+6500.00	0.00	35.73	0.00	314.24	5467.08	5467.08
0+6600.00	0.24	0.00	276.10	0.00	5743.18	5743.18
0+6700.00	0.45	0.00	201.52	0.28	6044.70	6044.70
0+6800.00	0.27	0.00	159.19	0.00	6203.89	6203.89
0+6900.00	0.00	3.47	83.97	0.40	6287.86	6287.86
0+7000.00	0.00	25.87	0.00	657.52	6287.86	6287.86
0+7100.00	0.00	28.89	0.00	437.32	6287.86	6287.86
0+7200.00	0.00	52.41	0.00	810.81	6287.86	6287.86
0+7300.00	0.00	43.37	0.00	724.70	6287.86	6287.86
0+7400.00	0.00	108.72	0.00	1688.00	6287.86	6287.86
0+7500.00	0.00	112.14	0.00	2148.79	6287.86	6287.86
0+7600.00	0.00	110.40	0.00	1225.42	6287.86	6287.86

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENOS(m <sup>2</sup> )	AREA DE CORTE(m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE CORTE(m <sup>3</sup> )	VOL. ACUMULABLE DE RELLENOS(m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO(m <sup>3</sup> )
0+7700.00	0.00	111.56	0.00	2219.92	6287.86	6287.86
0+7800.00	0.00	118.99	0.00	2265.52	6287.86	6287.86
0+7900.00	0.00	115.98	0.00	2326.94	6287.86	6287.86
0+8000.00	0.00	108.97	0.00	2326.21	6287.86	6287.86
0+8100.00	0.00	98.19	0.00	2271.43	6287.86	6287.86
0+8200.00	0.00	99.13	0.00	1972.20	6287.86	6287.86
0+8300.00	0.00	108.15	0.00	2274.24	6287.86	6287.86
0+8400.00	0.00	109.72	0.00	1996.78		



PROYECTO:  
Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión,  
La Libertad, 2020

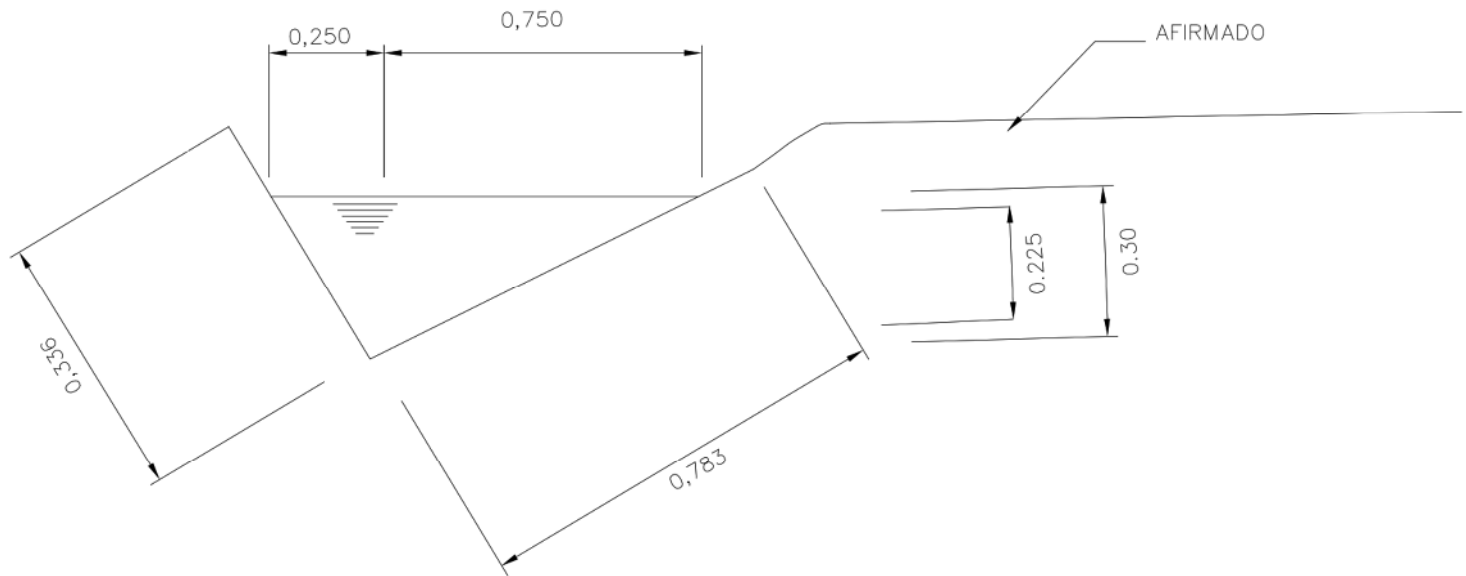
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD  
PROVINCIA: SANCHEZ CARRION  
DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR:  
ING.HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO  
ALUMNO:  
FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN ENRIQUE

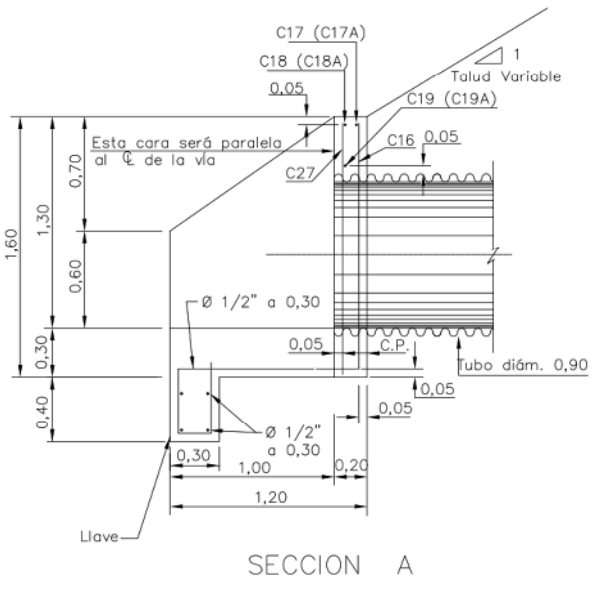
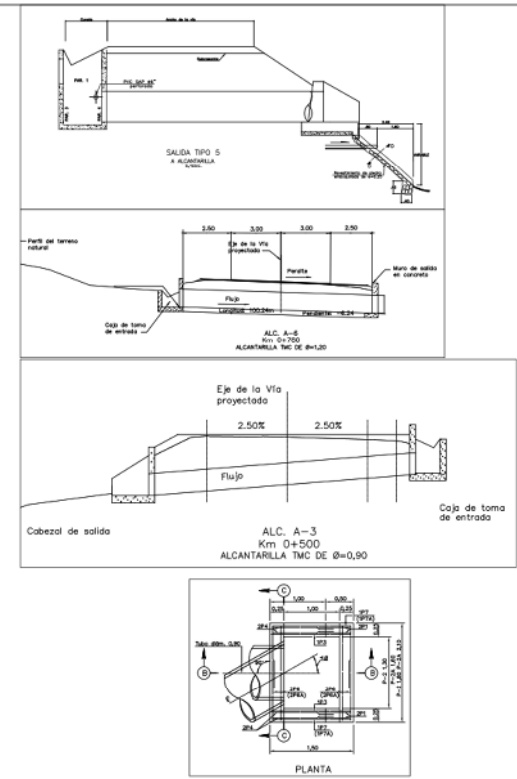
PLANO:  
SEÑALIZACION VIAL  
TRAMO:  
P. 0+000.00m - 2+000.00m

ESCALA:  
1: 2000  
FECHA:  
DICIEMBRE 2020  
CODIGO:  
LAMINA 1 DE 1

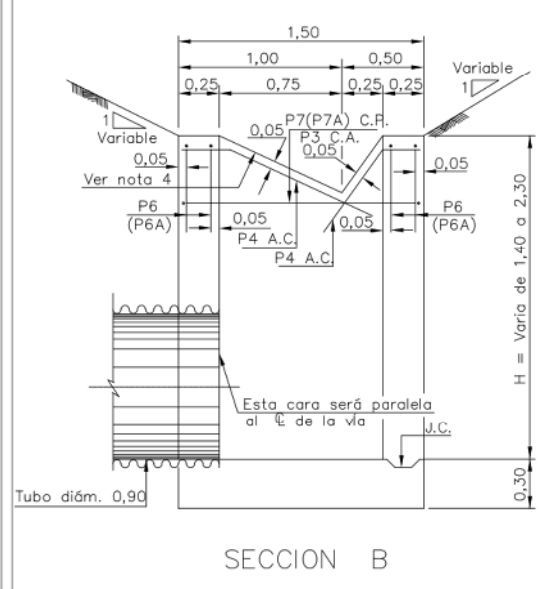
T-01



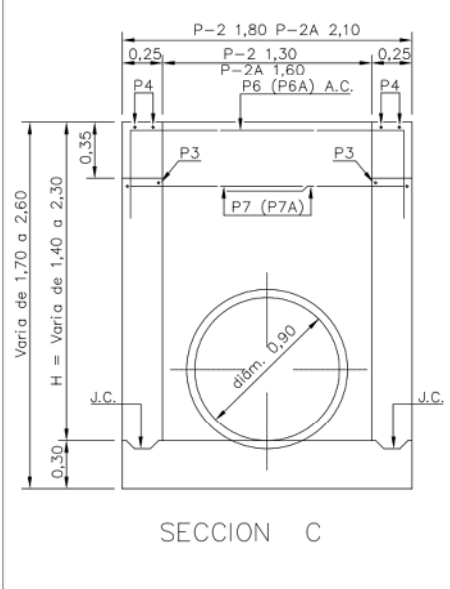
CUNETA TRIANGULAR TÍPICA



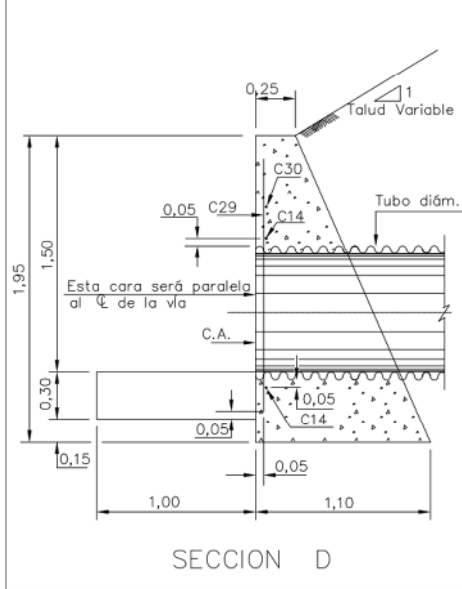
SECCION A



SECCION B



SECCION C



SECCION D



PROYECTO: Diseño de la vía de evitamiento sur a nivel de afirmado en el Distrito Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad, 2020

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD  
 PROVINCIA: SANCHEZ CARRION  
 DISTRITO: HUAMACHUCO

ASESOR: ING HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO  
 ALUMNO: FERNANDEZ SOTOMAYOR MARTIN ENRIQUE

PLANO: OBRAS DE ARTE  
 TRAMO: P. 0+000.00m - 2+000.00m

ESCALA: 1: 2000  
 FECHA: DICIEMBRE 2020  
 CODIGO: LAMINA 1 DE 1

A-01