

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N,
con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 –
KM. 141+000**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor : Bach. Miguel Ángel MELENDEZ MUÑOZ

Asesor : Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N,
con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: Km. 136+000 –
Km. 141+000**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Ing. Vicente César DAVILA CORDOVA
PRESIDENTE

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO

Ing. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO

DEDICATORIA

El Presente trabajo está dedicado a mis padres Edwin y Sonia, por todos sus sacrificios que realizarón en busca de mi educación; a mis hermanos Nelgia, Franklin y Ángela por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad realizar el análisis del Diseño Geométrico del alineamiento horizontal, vertical y sección transversal de la carretera nacional PE-3N tramo: Km 136+000 – Km 141+000, debido a que esta carretera es una ruta alterna a la carretera central. Dicho análisis se realiza mediante el estudio de un tramo representativo de 5 km. Al realizar el análisis del tramo en estudio con las Normas pertinentes (DG-2018) se encontró que muchos parámetros del diseño geométrico de la carretera no cumplen con la norma, parámetros como: longitud mínima en tangente, radios mínimos, pendientes máximas, curvas de transición, peraltes, etc. Dichos parámetros repercuten en el aspecto operativo de los vehículos y en la seguridad vial. Se realizó la evaluación in situ de los puntos de la carretera en la cual se encontraron las observaciones de los parámetros de diseño geométrico, con el fin de poder analizar las causas por la cual dicho diseño geométrico no cumple con la Norma. Como resultado del análisis de la carretera se pudo encontrar que muchos tramos de la carretera en estudio no cumplen con la Norma, por las limitaciones de la topografía muy accidentada que presenta dicha carretera, similares al que encontramos en gran parte de la geografía peruana. Si respetamos los parámetros de la norma, involucraría mucho movimiento de tierra, lo cual implica en gran parte la alteración del paisaje y altos presupuestos. A pesar que algunos parámetros del diseño geométrico de la carretera no cumplen con la norma, no impide el funcionamiento de aquella. Sin embargo, en la tesis se propone como solución económica y aplicable en el corto plazo, optimizar la señalización tanto horizontal como vertical, lo cual permita generar apariencia atractiva, visuales agradables y estructuras bellas en la carretera, además, de despertar el interés y la atención de los conductores. Además de lo anterior, otra solución que implica mayor inversión en el mediano plazo, es optimizar

la distancia de visibilidad de parada, para asegurar mejores condiciones operativas y por consiguiente una mejor seguridad vial.

Palabras clave: Diseño geométrico: Mitigar accidentes.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to analyze the Geometric Design of the horizontal, vertical and cross-sectional alignment of the PE-3N national road section: Km 136 + 000 - Km 141 + 000, because this road is an alternate route to the central road. This analysis is carried out by studying a representative section of 5 km. When carrying out the analysis of the section under study with the relevant Standards (DG-2018) it was found that many parameters of the geometric design of the road do not comply with the standard, parameters such as: minimum tangent length, minimum radii, maximum slopes, traffic curves transition, cant, etc. These parameters have an impact on the operational aspect of the vehicles and on road safety. The on-site evaluation of the road points where the observations of the geometric design parameters were found was carried out, in order to analyze the causes for which said geometric design does not comply with the Standard. As a result of the analysis of the road it was found that many sections of the road under study do not comply with the Standard, due to the limitations of the very rugged topography presented by the road, similar to that found in much of the Peruvian geography. If we respect the parameters of the norm, it would involve a lot of earth movement, which largely implies the alteration of the landscape and high budgets. Although some parameters of the geometric design of the road do not comply with the standard, it does not prevent the operation of the road. However, in the thesis it is proposed as an economic and applicable solution in the short term, to optimize both horizontal and vertical signage, which allows to generate attractive appearance, pleasant visuals and beautiful structures on the road, in addition, to arouse interest and interest. drivers attention. In addition to the above, another solution that implies greater investment in the medium term, is to optimize the visibility distance of stop, to ensure better operating conditions and therefore better road safety.

Keywords: Geometric design: Mitigate accidents.

INTRODUCCIÓN

El gran camino de los incas Qhapaq Ñam que cruzaba las montañas y desiertos, es uno de los legados de nuestra cultura milenaria con más de 60,000.00 kilómetros de caminos, que comunicaban los cuatro suyos (Chinchaysuyo, Contisuyo, Collasuyo y Antisuyo); ahora en la actualidad se puede viajar a través de carreteras asfaltadas, afirmadas, trochas carrozables, etc. que integran la costa, sierra y selva conectando los lugares más alejados del Perú profundo y así se contribuye en la inclusión social, acceso a la educación, salud y dinamización de la producción, articulando a los productores con los mercados locales.

Según el consejo Nacional de Seguridad Vial el año 2017 se reportaron 3327 accidentes de tránsito en las carreteras y 772 muertos, esto seguramente a causa de diversos factores como: Exceso de velocidad, imprudencia del conductor, ebriedad del conductor, desacato de señales, señalización defectuosa, mal estado de la pista, fallas mecánicas y otros; pero casi nunca o muy poco mencionan si la carretera tiene un correcto diseño geométrico de acuerdo a las normas vigentes.

Por estas razones realizar un buen diseño geométrico de las carreteras es muy importante, ya que desde la óptica de un ciudadano común las carreteras correctamente diseñadas permiten desplazarse en menor tiempo, con mayor calidad, seguridad y así mitigar o reducir los accidentes de tránsito.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE GENERAL	
INDICE DE TABLA	
INDICE DE GRAFICO	
INDICE DE ILUSTRACIONES	
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.....	2
1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO.....	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1. PROBLEMA GENERAL.....	3
1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS.....	3
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	3
1.4.1. OBJETIVOS GENERAL.....	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION.....	4
1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEORICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	5
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.....	8
2.2.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS.....	8
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS.....	9
2.2.2.1. Clasificación por Demanda.....	9
2.2.2.2. Clasificación por Orografía.....	11
2.2.3. VEHÍCULOS DE DISEÑO.....	12
2.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO.....	20
2.2.4.1. Índice medio diario anual (IMDA).....	20
2.2.4.2. Crecimiento del Tránsito.....	20
2.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO.....	21
2.2.6. DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	22
2.2.6.1. Distancia de Visibilidad de parada.....	23

2.2.6.2.	Distancia de Visibilidad de paso	25
2.2.7.	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	26
2.2.7.1.	Consideraciones de diseño	27
2.2.7.2.	Tramos en Tangente	28
2.2.7.3.	Curvas circulares	30
2.2.7.4.	Radios mínimos	32
2.2.7.5.	Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño	34
2.2.7.6.	Coordinación entre curvas circulares	36
2.2.7.7.	Curvas de Transición.....	38
2.2.7.8.	Sobreechancho	45
2.2.7.9.	Transición de Peralte.....	46
2.2.8.	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL	50
2.2.8.1.	Pendiente	50
2.2.8.2.	Curvas Verticales.....	53
2.2.9.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	56
2.2.9.1.	Elementos de la sección transversal	57
2.2.9.2.	Calzada o superficie de rodadura.....	59
2.2.9.3.	Bermas	59
2.2.9.4.	Inclinación de bermas.....	61
2.2.9.5.	Bombeo	61
2.2.9.6.	Taludes.....	62
2.2.9.7.	Cunetas	63
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	64
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	66
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	66
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	67
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	67
2.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	67
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	67
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	68
CAPÍTULO III		69
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		69
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	69
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	70
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	71
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	72
3.4.1.	POBLACIÓN	72

3.4.2.	MUESTRA	72
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	72
3.5.1.	EQUIPO DE TRABAJO	73
3.5.2.	RECOLECCIÓN DE DATOS	73
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	74
3.7.	TRATAMIENTO ESTADISTICO	74
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	74
3.8.1.	SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	74
3.8.2.	CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN ..	75
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA.....	75
CAPÍTULO IV.....		76
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		76
4.1.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO	76
4.1.1.	UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	76
4.1.2.	ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA.....	77
4.1.3.	CLASIFICACIÓN VIAL.....	79
4.1.4.	VEHÍCULO DE DISEÑO.....	79
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	80
4.2.1.	CLASIFICACION.....	80
4.2.2.	VELOCIDAD DE DISEÑO.....	81
4.2.3.	DISEÑO EN PLANTA.....	81
4.2.4.	DISEÑO EN PERFIL.....	82
4.2.5.	VISIBILIDAD.....	83
4.2.6.	DISEÑO EN SECCIÓN.....	83
4.2.7.	ANALISIS DE CUMPLIMIENTO DE LOS PARAMETROS	84
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	92
4.3.1.	HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO	92
4.3.2.	PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO	92
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	93
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
BIBLIOGRÁFICAS		
ANEXO		

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Dimensiones de vehículos para el diseño geométrico	19
Tabla 2. Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la Clasificación de la carretera Po demanda y orografía	22
Tabla 3. Longitud mínima de curva en Autopistas y carreteras	28
Tabla 4. Angulo de deflexión máxima para prescindir una curva en planta.....	28
Tabla 5. Longitud mínima y máxima en tangente	29
Tabla 6. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.....	33
Tabla 7. Relación entre radios consecutivos – grupo 1	36
Tabla 8. Relación entre radios consecutivos – grupo 1 (2).....	37
Tabla 9. Relación entre radios consecutivos – grupo 2	38
Tabla 10. Valores de variación uniforme de aceleración (J)	41
Tabla 11. Longitud mínima de curva de transición	42
Tabla 12. Radios circulares limites que permiten prescindir de la curva de transición	44
Tabla 13. Pendientes máximas	52
Tabla 14. Anchos mínimos de calzada en tangente	59
Tabla 15. Anchos de Bermas	60
Tabla 16. Pendiente transversal en Bermas	61
Tabla 17. Valores de Bombeo de la calzada.....	61
Tabla 18. Valores referenciales para taludes en corte (H: V) ⁴	62
Tabla 19. Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)	63
Tabla 20. Operatividad de las Variables	68
Tabla 21. Ubicación de la Zona de Estudio	76
Tabla 22. Elementos de Curva.....	78
Tabla 23. Tabla de % de evaluación de parámetros geométricas de diseño	93

INDICE DE GRAFICO

Grafico 1. Distancia de Visibilidad de Parada (D_p) 2	24
Grafico 2. Distancia de Visibilidad de Parada (D_p)	24
Grafico 3. Nomograma de Distancia de Visibilidad de paso(D_a)	26
Grafico 4. Alineamiento en Planta.....	27
Grafico 5. Partes de una curva circular.....	30
Grafico 6. Curvatura por el sistema arco-grado.....	30
Grafico 7. Concepto de ángulo de deflexión	31
Grafico 8. Curvatura por el sistema cuerda-grado	31
Grafico 9. Peralte en cruce de áreas urbanas	34
Grafico 10. Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)	34
Grafico 11. Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)	35
Grafico 12. Peralte en zonas con peligro de hielo	35
Grafico 13. Sobreancho en curvas	46
Grafico 14. Diseño en perfil	50
Grafico 15. Curvas verticales convexas y cóncavas	54
Grafico 16. Curvas verticales simétricas y asimétricas	54
Grafico 17. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada	55
Grafico 18. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso ..	55
Grafico 19. Longitud mínima de curva vertical cóncava con distancia de visibilidad de parada	56
Grafico 20. Sección transversal típica en carreteras	57
Grafico 21. Sección transversal típica en autopistas.....	58
Grafico 22. Sección transversal típica con talud de corte y relleno.....	62
Grafico 23. % De cumplimiento de parámetros Geométricos de la Carretera.....	92

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad	2
Ilustración 2. Imagen Satelital del Tramo a Estudiar.....	2
Ilustración 3. Jeep	14
Ilustración 4. Auto	14
Ilustración 5. Auto Bus 02 ejes (B2).....	14
Ilustración 6. Bus 03 ejes (B3)	15
Ilustración 7. Bus 04 ejes (B4)	15
Ilustración 8. Bus Articulado (BA).....	15
Ilustración 9. Camión 02 ejes (C2).....	16
Ilustración 10. Camión 03 ejes (C3).....	16
Ilustración 11. Camión 03 ejes – Remolque 02 ejes (C3R2).....	16
Ilustración 12. Camión 04 ejes (C4).....	17
Ilustración 13. Treyler 02 ejes – Semirremolque 02 ejes (T2S2)	17
Ilustración 14. Treyler 03 ejes – Semirremolque 03 ejes (T3S3)	17
Ilustración 15. Camión 03 ejes – Semirremolque 02 ejes (C3S2)	18
Ilustración 16. Treyler 03 ejes – Semirremolque 02 ejes - Semirremolque 02 ejes (T3S2S2) ...	18
Ilustración 17. Distancia de Visibilidad de adelantamiento (Da)	25
Ilustración 18. Distancia de Visibilidad de adelantamiento (Da)	26
Ilustración 19. Curva con espiral	39
Ilustración 20. Elementos de una curva de transición.....	40
Ilustración 21. Fórmulas para el cálculo de elementos de una curva de transición	40
Ilustración 22. Fórmulas para el replanteo de una curva de transición.....	41
Ilustración 23. Transición de peraltes	48
Ilustración 24. Transición de peraltes con curva espiral.....	48
Ilustración 25. Transición de peraltes sin curva espiral	49
Ilustración 26. Diagrama de peraltes	49
Ilustración 27. Zona de Estudio	77
Ilustración 28. Trayectoria mínima de inflexión para el vehículo tipo WB – 19 (AASHTO), equivalente al tipo de vehículo T3S2 (Reglamento Nacional de Vehículos - 2003).	79
Ilustración 29. Trayectoria mínima de inflexión para el vehículo tipo WB – 19 (AASHTO), equivalente al tipo de vehículo T3S2 (Reglamento Nacional de Vehículos - 2003).	80

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

A menudo se aprecia en el país problemas relacionados a las carreteras, tales como la inconsistencia del Diseño Geométrico de las carreteras con las normas vigentes, accidentes de tránsito, congestión vehicular, colapso de sistemas de drenaje, cuyas consecuencias son fatales.

Como causa de estos problemas es la falta de capacidad de la carretera, originado por las fuertes pendientes longitudinales, falta de distancia de visibilidad, radios de curvas menores a los que está establecido en las normas, longitudes mínimas admisibles y máximas deseables en los tramos, falta de diseño de las curvas de transición, exceso de

velocidad y los actos inseguros del conductor durante la operación de parada y adelantamiento.

Es así que, en la reunión de estas ideas, se puede concluir que un factor muy importante para la reducción de problemas en carreteras es eliminar el factor infraestructura vial como causa de los accidentes, el mismo que implica al menos, el cumplimiento de la Norma de Diseño Vial a fin de lograr una vía homogénea que no sorprenda al conductor.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

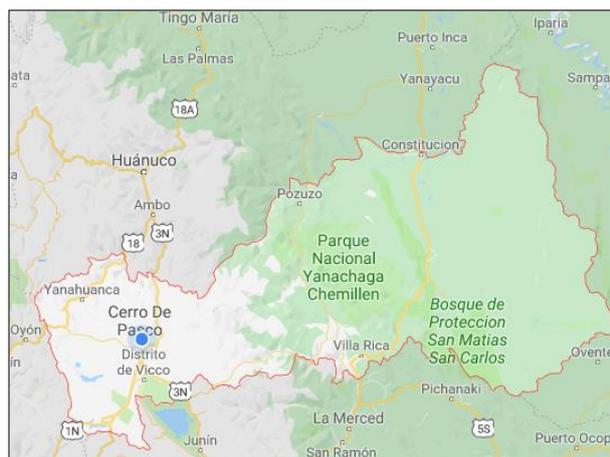


Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad

FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO



Ilustración 2. Imagen Satelital del Tramo a Estudiar

Fuente: Propio.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el Diseño Geométrico de la carretera Nacional PE-3N, con relación al Manual de Carreteras DG-2018, tramo: Km. 136+000 – Km. 141+000?

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el Índice medio diario anual?
- ¿Cuál es la Orografía del tramo: Km. 136+000 - Km. 141+000?
- ¿Cuál es el grado de cumplimiento del Manual de carreteras DG-2018?
- ¿Cuáles son los factores y quien tiene mayor incidencia por la que se producen los accidentes de tránsito?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL

Realizar el análisis del Diseño Geométrico de la carretera Nacional PE-3N, con relación al Manual de Carreteras DG-2018, tramo: Km. 136+000 – Km. 141+000.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el Índice medio diario anual.
- Realizar el estudio topográfico del tramo: Km. 136+000 - Km. 141+000.
- Identificar el grado de cumplimiento de la Norma DG-2018 de Diseño vial.
- Identificar los factores y el que tiene mayor incidencia por la que se producen los accidentes de tránsito.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el grado de cumplimiento de la norma DG-2018, ya que las carreteras deben ser diseñadas de acuerdo a requisitos técnicos mínimos que recomienda la norma, que permita al usuario transitar por ellas de una manera segura, lo cual se logra con un buen trazo en los alineamientos horizontal y vertical así como de la sección transversal, de manera que se pueda prevenir y mitigar los continuos accidentes de tránsito que se presentan en las carreteras, dejando consecuencias irreparables como la muerte. Tomando en cuenta que la carretera Nacional PE-3N, es una vía altamente transitada y por ende se deberían ofrecer seguridad a los usuarios que lo utilizan.

La importancia de la investigación radica en realizar el diseño geométrico de las carreteras de acuerdo a las normativas vigentes y así mitigar los accidentes de tránsito que suscitan a diario dejando pérdidas irreparables como la muerte. Poder recomendar algunas soluciones para que todo profesional que este dedicado a la Ingeniería vial, puedan cumplir en los estudios (proyectos) aplicando las normas vigentes.

Conocer de todos los factores posibles que puedan ocasionar accidentes de tránsito, en qué nivel se encuentra un mal diseño geométrico de las carreteras.

1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones que se tendrá son:

- La falta de información de estudio definitivo (Expediente Técnico) de la carretera Nacional PE-3N, negada por PROVIAS NACIONAL.
- La falta de datos estadísticos de los accidentes de tránsito del tramo en estudio, que debería ser tarea de la comisaria Chaupimarca y el INEI.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

- a. “ANALISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA LIMA – CANTA, CON RELACIÓN A SUS CARACTERISTICAS OPERATIVAS, TRAMO: KM. 66+000 – KM. 76+000”*

AUTOR: Bach. Luis Angel, ROMANÍ SANTOS

FECHA: 2017, Lima - Perú

RESUMEN:

El presente estudio, ha sido realizado con la finalidad de Realizar el análisis del Diseño Geométrico del alineamiento horizontal y vertical de la carretera Lima –Canta en el tramo Km: 66+000.00 hasta Km: 76+000.00, y su relación con las características

operativas actuales de los vehículos pesados, mediante el uso de las normas pertinentes y la observación in situ, e identificar las posibles mejoras o modificaciones a realizar.

CONCLUSIONES:

Luego de realizar el análisis del diseño geométrico de la carretera Lima – Canta en gabinete, el autor de la presente tesis llego a la conclusión que, en varios tramos, los parámetros del diseño geométrico no cumplen con el Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2014. Se realizó la visita en situ de dichos tramos, con ello se pudo verificar y ratificar la situación de incumplimiento antes citado. Dichos incumplimientos, se considera que se dan por las limitaciones de topografía muy accidentada que presenta la zona donde está emplazada la carretera.

En conclusión, si se quiere respetar el cumplimiento de la norma DG-2014 se necesitaría de mucho movimiento de tierra, lo cual causaría una gran alteración del paisaje, es decir, se modificarán aspectos morfológicos del relieve, usos y calidad del suelo, distribución de flora y fauna, calidad de vida de los habitantes del área afectada y calidad del aire, principalmente, además, dicho movimiento de tierra, implicaría la construcción de taludes de corte muy altos.

Para que dichos taludes puedan alcanzar su estabilidad se requiere aproximadamente que pasen 25 años, según especialistas en geología y geotecnia del MTC, lo que originaría a largo plazo altos costo de mantenimiento.

b. “AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL EN LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGIÓN AYACUCHO”

AUTOR: Jony Antonio, QUISPE POMA

FECHA: 2017, Lima – Perú

RESUMEN:

El presente estudio, ha sido realizado con la finalidad de Evaluar la seguridad vial a través de la Auditoria de Seguridad Vial en las vías interurbanas departamentales de la región Ayacucho, en el ciclo del funcionamiento de la vía

CONCLUSIÓN:

En la presente tesis el autor llego a la conclusión de que se logró aplicar la lista de chequeo planteada en el presente trabajo, para carreteras en operación sin mayores problemas, las preguntas de la lista de chequeo son completamente compatibles con la vía existente; por su fiabilidad y acercamiento a la realidad de la vía en estudio.

La mejora de la superficie de rodadura en la vía, hace posible el aumento de la velocidad, por cuanto significa la mejora en la infraestructura vial, pero por otra parte al realizar la encuesta a los conductores de vehículos de esta vía, sobre la seguridad de la conducción, el pavimento lo perciben en buen estado, pero inseguro.

c. “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3SG TRAMO: YAURI-Dv. LIVITACA”.

AUTOR: Juan Ronald, GRADOS PAREDES

FECHA: 2014, Lima – Perú

RESUMEN:

El trabajo desarrollado trata sobre el diseño geométrico de un tramo de la carretera nacional PE-3SG, específicamente en el tramo comprendido entre los km 55+000 al 58+000 que contiene el punto más alto en el abra apacheta a 4685 msnm. La carretera en estudio esta con una capa asfáltica en constante deterioro por la falta de mantenimiento, además no está diseñada para el tráfico actual, comercial y minero que

exige estándares de calidad y seguridad que estas no tienen, los vehículos de mayor capacidad tienen problemas para circular sobre todo en las curvas ya que no tienen el radio mínimo para su desplazamiento.

CONCLUSIÓN:

El autor de la tesis llegó a las siguientes conclusiones: El tramo en estudio tiene condiciones orográficas del tipo 4 que corresponde a una topografía accidentada según su demanda y su clasificación de la red vial le corresponde una velocidad de diseño de 40 kph, pero por condiciones topográficas se está tomando una velocidad específica de diseño en los tres kilómetros de 30 kph que permite un mejor trazo para cruzar el Abra Apacheta, Se usaron curvas de transición en el diseño de curvas horizontales pues estos ofrecen una mejor maniobrabilidad y seguridad a los conductores reduciendo los efectos de la fuerza centrífuga, para esto se aseguró que la longitud de la curva de transición cumplan con los criterios de longitud de transición del peralte, longitud mínima de la curva de transición y por guiado óptico o estética, etc.

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS

El Diseño Geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría.

En este sentido, la carretera geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal.¹

¹ Cárdenas Grisales, 2013

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS

Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

2.2.2.1. Clasificación por Demanda

a. Autopistas de Primera Clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

b. Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

c. Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

d. Carreteras de Segunda Clase

Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

e. Carreteras de Tercera Clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En

caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

f. Trochas Carrozables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar

2.2.2.2. Clasificación por Orografía

Las carreteras en el Perú, en función a la orografía predominante del terreno por donde discurre su trazado, se clasifican en:

1. Terreno plano (Tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo.

2. Terreno ondulado (Tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo.

3. Terreno accidentado (Tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.

4. Terreno escarpado (Tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo.

2.2.3. VEHÍCULOS DE DISEÑO

El diseño geométrico de carreteras se efectuará en concordancia con los tipos de vehículos, dimensiones, pesos y demás características, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condicionar las características del proyecto

de carretera. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses).

Las características de los vehículos tipo indicados, definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo:

- El ancho del vehículo adoptado incide en los anchos del carril, calzada, bermas y sobreebanco de la sección transversal, el radio mínimo de giro, intersecciones y gálibo.
- La distancia entre los ejes influye en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles.
- La relación de peso bruto total/potencia, guarda relación con el valor de las pendientes admisibles.

Vehículos de pasajeros

- Jeep (VL)
- Auto (VL)
- Bus (B2, B3, B4 y BA)
- Camión (C2)
- Vehículos de carga
- Pick – up (Equivalente a Remolque Simple T2S1)
- Camion C2
- Camion C3 y C2CR
- T3S2



Ilustración 3. Jeep
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 4. Auto
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 5. Auto Bus 02 ejes (B2)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 6. Bus 03 ejes (B3)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 7. Bus 04 ejes (B4)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 8. Bus Articulado (BA)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 9. Camión 02 ejes (C2)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 10. Camión 03 ejes (C3)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 11. Camión 03 ejes – Remolque 02 ejes (C3R2)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 12. Camión 04 ejes (C4)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 13. Trolley 02 ejes – Semirremolque 02 ejes (T2S2)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 14. Trolley 03 ejes – Semirremolque 03 ejes (T3S3)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 15. Camión 03 ejes – Semirremolque 02 ejes (C3S2)
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 16. Treyler 03 ejes – Semirremolque 02 ejes - Semirremolque 02 ejes (T3S2S2)
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Dimensiones de vehículos para el diseño geométrico

**Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras
Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre 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 DG-2018

2.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO

Las características y el diseño de una carretera deben basarse, explícitamente, en la consideración de los volúmenes de tránsito y de las condiciones necesarias para circular por ella, con seguridad vial ya que esto le será útil durante el desarrollo de carreteras y planes de transporte, en el análisis del comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de definición geométrica, en la selección e implantación de medidas de control de tránsito y en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transportes. Conjuntamente con la selección del vehículo de proyecto, se debe tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía, obtenida sobre la base de estudio de tráfico y sus proyecciones que consideren el desarrollo futuro de la zona tributaria de la carretera y la utilización que tendrá cada tramo del proyecto vial.

2.2.4.1. Índice medio diario anual (IMDA)

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

2.2.4.2. Crecimiento del Tránsito

Una carretera debe estar diseñada para soportar el volumen de tráfico que es probable que ocurra en la vida útil del proyecto.

No obstante, el establecimiento de la vida útil de una carretera, requiere la evaluación de las variaciones de los principales parámetros en cada segmento de la misma, cuyo análisis reviste cierta

complejidad por la obsolescencia de la propia infraestructura o inesperados cambios en el uso de la tierra, con las consiguientes modificaciones en los volúmenes de tráfico, patrones, y demandas. Para efectos prácticos, se utiliza como base para el diseño un periodo de veinte años.

$$Pf = Po * (1 + Tc)^n \quad \text{Ecuación 1: Crecimiento del transito}$$

Donde:

- Pf: tránsito final.
- Po: tránsito inicial (año base).
- Tc: tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.
- n: año a estimarse.

2.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazo, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

Tabla 2. Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la Clasificación de la carretera Po demanda y orografía

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 DG-2018

2.2.6. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad:

- visibilidad de parada.
- visibilidad de paso o adelantamiento.
- Visibilidad de cruce con otra vía.

Las dos primeras influyen el diseño de la carretera en campo abierto y serán tratadas en esta sección considerando alineamiento recto y rasante de pendiente uniforme. Los casos con condicionamiento asociados a singularidades de planta o perfil se tratarán en las secciones correspondientes

2.2.6.1. Distancia de Visibilidad de parada

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

La distancia de parada para pavimentos húmedos, se calcula mediante las siguientes fórmulas.

$$Dp = 0.278 * V * Tp + 0.039 * \frac{V^2}{a}$$

Ecuación 2: Dv. para pavimentos húmedos

$$Dp = 0.278 * V * Tp + \frac{V^2}{254 * \left(\left(\frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$$

Ecuación 3: Dv: para pendiente superior a 3%

Dónde:

- Dp : Distancia de parada (m)
- V : Velocidad de diseño (km/h)
- tp : Tiempo de percepción + reacción (s)
- a : deceleración en m/s² (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

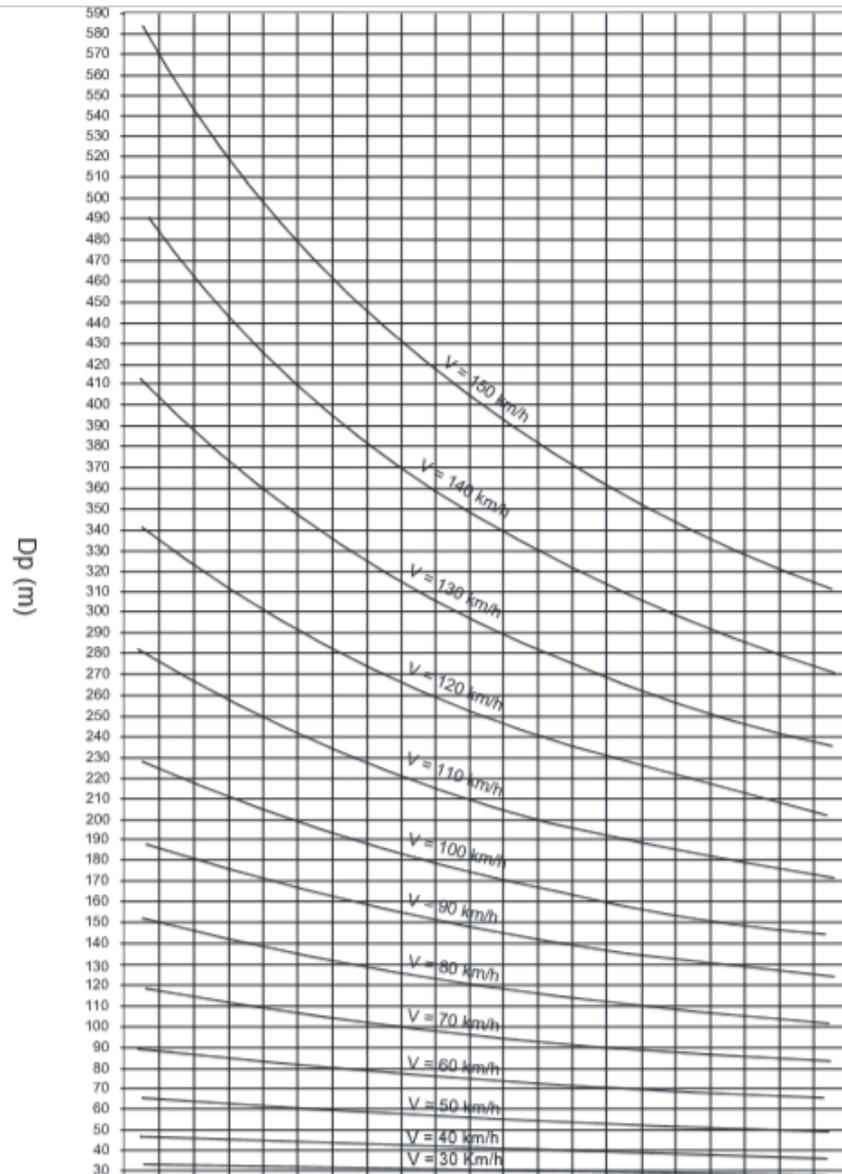


Gráfico 1. Distancia de Visibilidad de Parada (Dp) 2
Fuente: Manual DG-2018

		20	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VELOCIDAD	30 km/h	33	33	33	32	32	32	31	31	31	31	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	28	28
	40 km/h	46	45	44	44	43	42	42	41	41	41	40	40	39	39	39	38	38	38	37	37	37	36
	50 km/h	65	64	62	61	60	59	58	57	56	56	55	55	54	53	53	52	51	51	50	50	49	49
	60 km/h	90	88	86	84	82	81	80	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	66	65	65
	70 km/h	119	116	113	110	108	105	103	101	99	97	96	94	92	91	90	88	87	86	85	84	83	83
	80 km/h	152	147	143	140	136	133	130	127	124	122	120	117	115	113	112	110	108	107	105	104	102	102
	90 km/h	189	183	178	173	168	161	156	153	150	147	144	141	139	136	134	132	130	128	126	124	124	124
	100 km/h	229	221	204	207	201	196	191	186	181	177	173	169	166	162	159	156	154	151	148	146	144	144
	110 km/h	282	272	262	253	246	238	231	225	219	214	209	204	199	195	191	187	184	180	177	174	171	171
	120 km/h	343	330	318	306	296	287	278	270	262	255	249	243	237	232	227	222	217	213	209	205	202	202
	130 km/h	413	396	380	366	353	341	330	320	311	302	294	286	279	272	266	260	255	249	244	240	235	235
140 km/h	495	473	453	435	419	403	390	377	365	354	344	335	326	318	310	303	296	290	284	278	272	272	
150 km/h	584	557	532	509	489	471	454	438	424	411	398	387	376	366	357	348	340	333	325	318	312	312	

PENDIENTE (%)
Gráfico 2. Distancia de Visibilidad de Parada (Dp)
Fuente: Manual DG-2018

2.2.6.2. Distancia de Visibilidad de paso

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto.

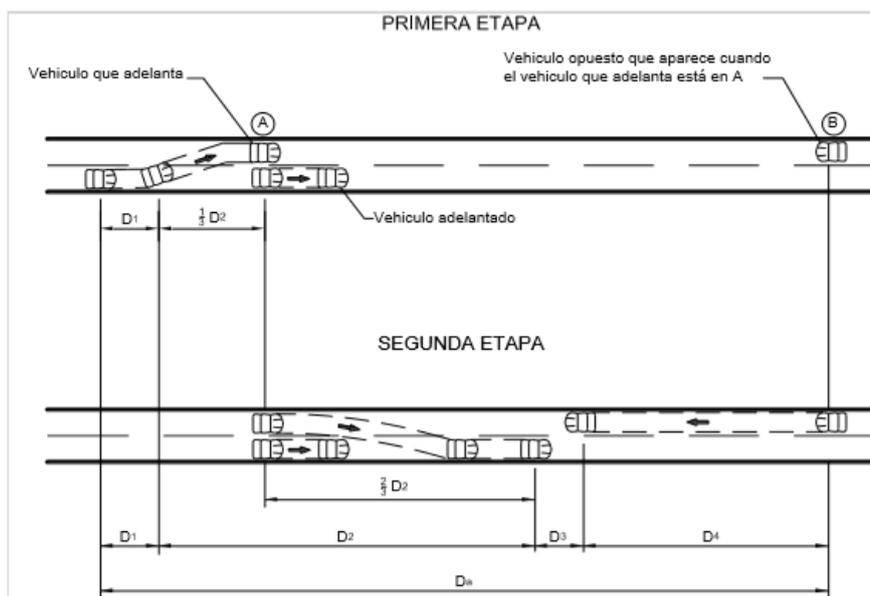


Ilustración 17. Distancia de Visibilidad de adelantamiento (D_a)

Fuente: Manual DG-2018

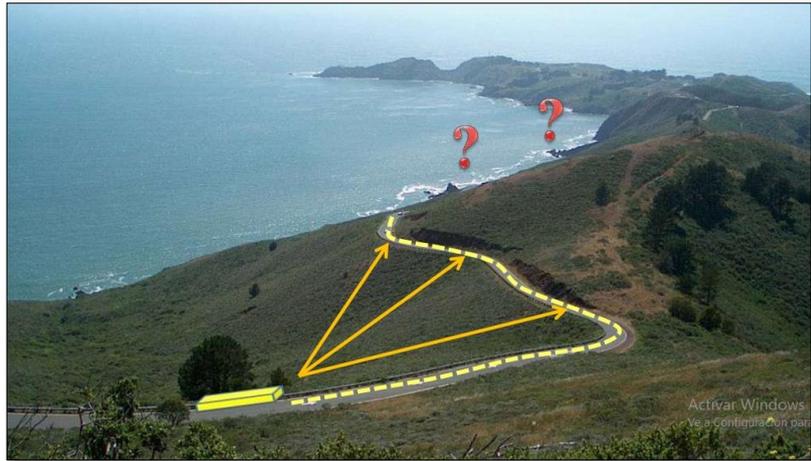


Ilustración 18. Distancia de Visibilidad de adelantamiento (Da)
Fuente: Elaboración propia

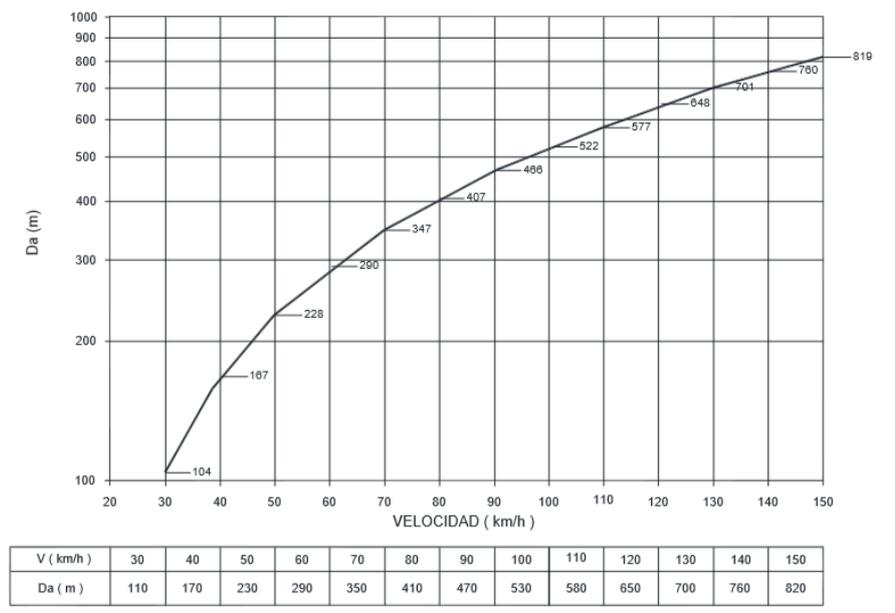


Grafico 3. Nomograma de Distancia de Visibilidad de paso(Da)
Fuente: Manual DG-2018

2.2.7. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura

diferente. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

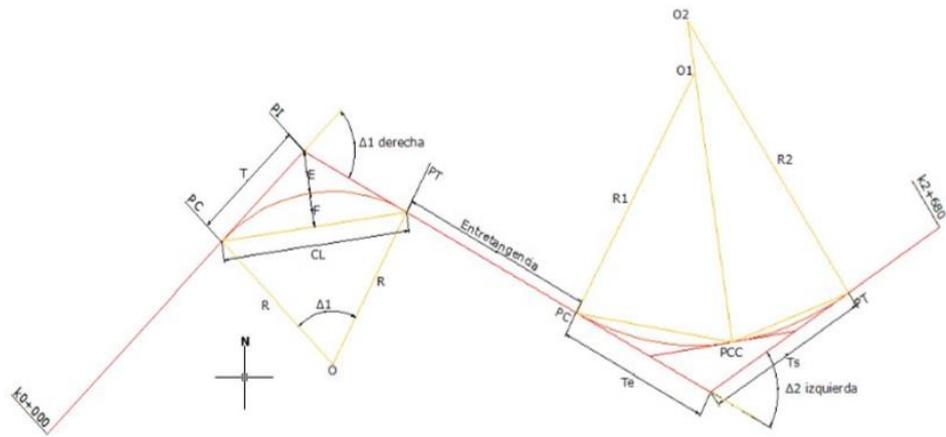


Grafico 4. Alineamiento en Planta
Fuente: Manual DG-2018

2.2.7.1. Consideraciones de diseño

Algunos aspectos a considerar en el diseño en planta:

Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios

En el caso de ángulos de deflexión Δ pequeños, iguales o inferiores a 5° , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente:

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

No se usará nunca ángulos de deflexión menores de 59' (minutos).

La longitud mínima de curva (L) será:

Tabla 3. Longitud mínima de curva en Autopistas y carreteras

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

Fuente: Manual DG-2018

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión, en el siguiente cuadro se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

Tabla 4. Angulo de deflexión máxima para prescindir una curva en planta

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 DG-2018

2.2.7.2. Tramos en Tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 5. Longitud mínima y máxima en tangente

V_d (Km/h)	L. Min "S" (m)	L. Min "O"	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 DG-2018

Dónde:

L mín.s : Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la Tabla II.5, están calculadas con las siguientes fórmulas:

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

Ecuación 4: Long. Min para trazados en "S"

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

Ecuación 5: Long. Min para trazados en "O"

$$L \text{ máx} : 16.70 V$$

Ecuación 6: Longitud máxima en tangente

2.2.7.3. Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

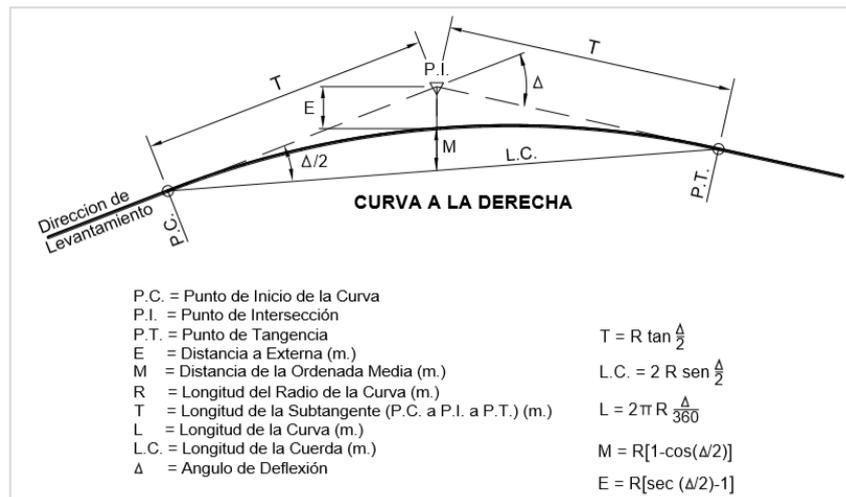


Grafico 5. Partes de una curva circular
Fuente: Manual DG-2018

Realizar el replanteo de las curvas circulares en planta es muy importante y se realiza con las siguientes formulas:

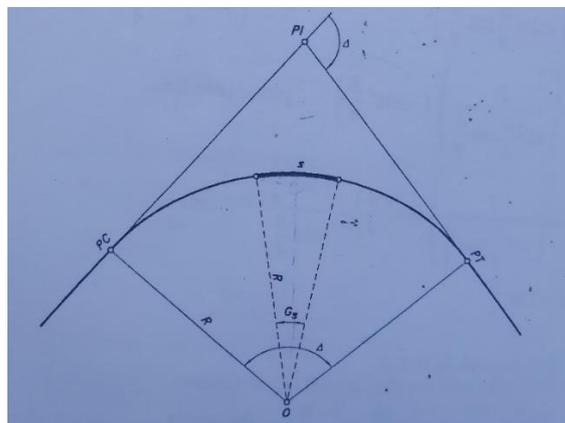


Grafico 6. Curvatura por el sistema arco-grado
Fuente: Cárdenas Grisales, 2013

$$Gs = \frac{180 * S}{\pi * R}$$

Ecuación 7: Grado de curvatura de un determinado arco

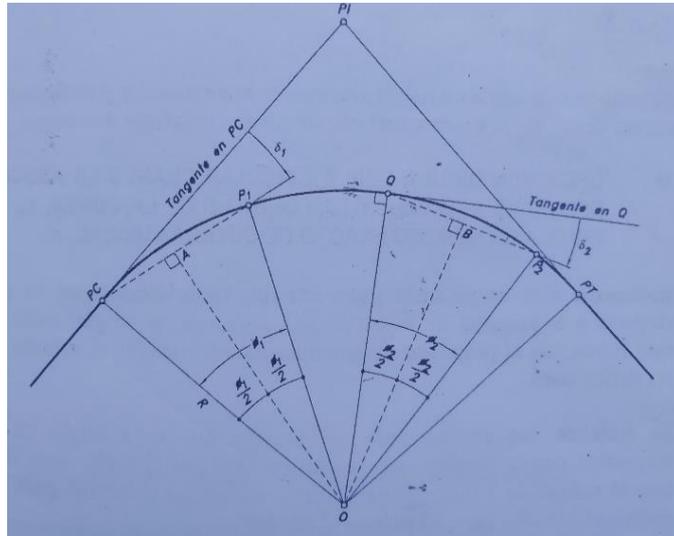


Grafico 7. Concepto de ángulo de deflexión
Fuente: Cárdenas Grisales, 2013

$$\delta = \frac{Gs}{2}$$

Ecuación 8: Ángulo de deflexión correspondiente al PC y Punto Pi

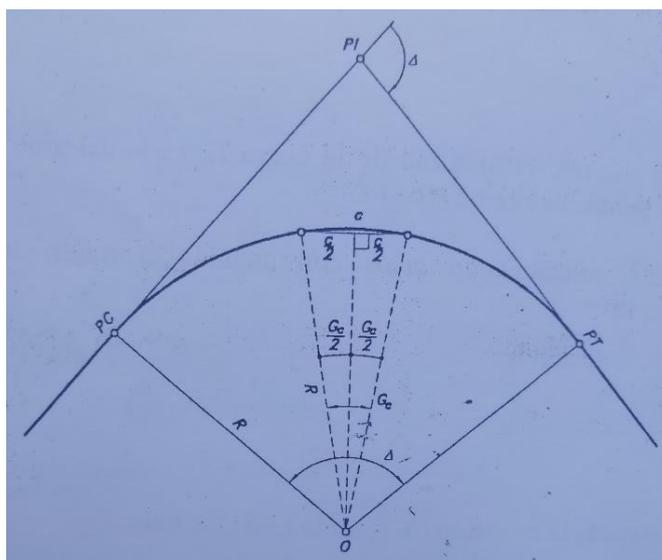


Grafico 8. Curvatura por el sistema cuerda-grado
Fuente: Cárdenas Grisales, 2013

$$Ci = 2 * R * \text{Sen}\left(\frac{Gs}{2}\right)$$

Ecuación 8: Cuerda entre PC y Pi

2.2.7.4. Radios mínimos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{v^2}{(127 * (P_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x}))}$$

Ecuación 9: Radio mínimo para curvas en planta

Dónde:

- Rmín : Radio Mínimo
- V : Velocidad de diseño
- Pmáx : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).
- fmáx : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

El resultado de la aplicación de la indicada fórmula se aprecia en la Tabla 6.

Tabla 6. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Km/h)	Peralte máx%	f max	Radio Mínimo (m)
Area Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	0.17	35
	40	4,00	0.17	60
	50	4,00	0.16	100
	60	4,00	0.15	150
	70	4,00	0.14	215
	80	4,00	0.14	280
	90	4,00	0.13	375
	100	4,00	0.12	495
	110	4,00	0.11	635
	120	4,00	0.09	875
	130	4,00	0.08	1110
Area Rural (con peligro de Hielo)	30	6,00	0.17	30
	40	6,00	0.17	55
	50	6,00	0.16	90
	60	6,00	0.15	135
	70	6,00	0.14	195
	80	6,00	0.14	255
	90	6,00	0.13	335
	100	6,00	0.12	440
	110	6,00	0.11	560
	120	6,00	0.09	755
	130	6,00	0.08	950
Area Rural (Orografía Tipo 1,2) Plano / Ondulado	30	8,00	0.17	30
	40	8,00	0.17	50
	50	8,00	0.16	85
	60	8,00	0.15	125
	70	8,00	0.14	175
	80	8,00	0.14	230
	90	8,00	0.13	305
	100	8,00	0.12	395
	110	8,00	0.11	505
	120	8,00	0.09	670
	130	8,00	0.08	835
Area Rural (Orografía Tipo 3, 4) Accidentada Escarpada	30	12,00	0.17	25
	40	12,00	0.17	45
	50	12,00	0.16	70
	60	12,00	0.15	105
	70	12,00	0.14	150
	80	12,00	0.14	195
	90	12,00	0.13	255
	100	12,00	0.12	330
	110	12,00	0.11	415
	120	12,00	0.09	540
	130	12,00	0.08	665

Fuente: Manual DG-2018

2.2.7.5. Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño

Las Figuras II. 23, II. 24, II. 25 y II. 26 permiten obtener el peralte y el radio, para una curva que se desea proyectar, con una velocidad específica de diseño.

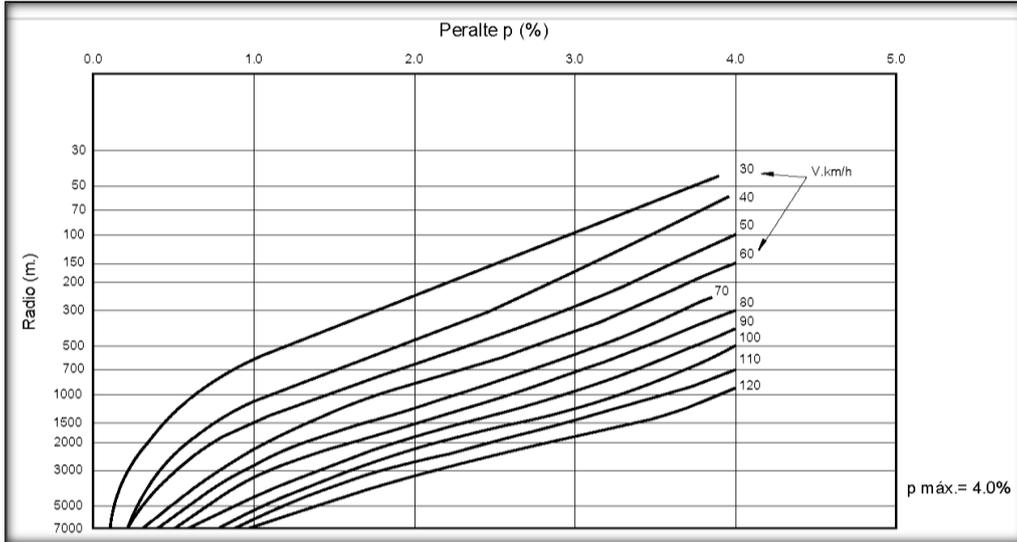


Gráfico 9. Peralte en cruce de áreas urbanas

Fuente: Manual DG-2018

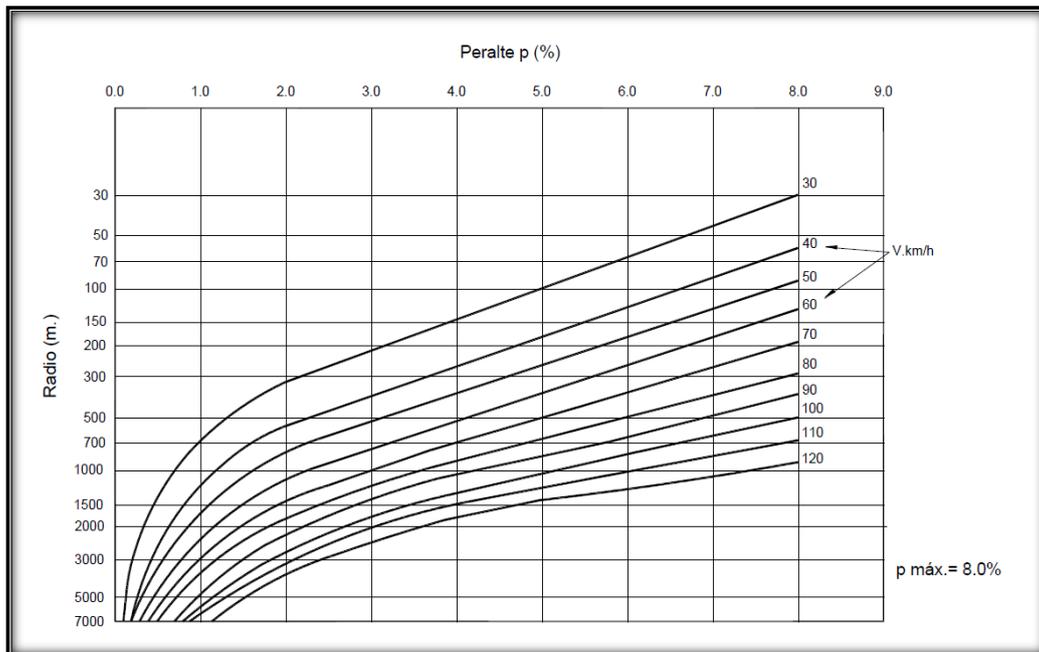


Gráfico 10. Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)

Fuente: Manual DG-2018

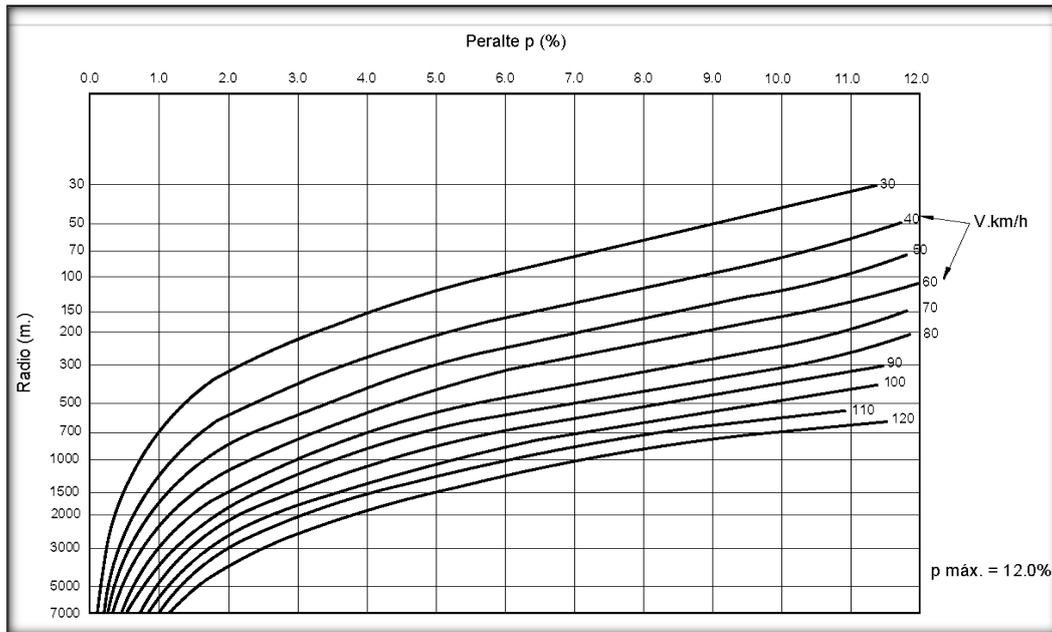


Gráfico 11. Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)

Fuente: Manual DG-2018

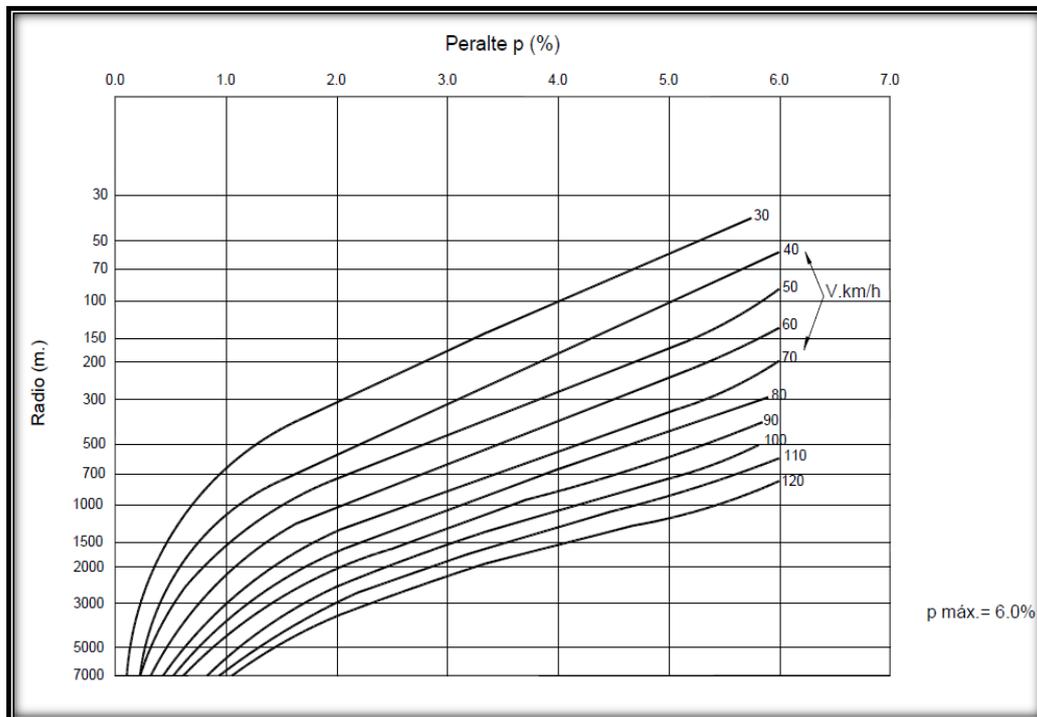


Gráfico 12. Peralte en zonas con peligro de hielo

Fuente: Manual DG-2018

2.2.7.6. Coordinación entre curvas circulares

Para todo tipo de carretera, cuando se enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia, así como mediante tangente de longitud menor o igual a 200 m, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las tablas II. 7 y II. 8 para los siguientes grupos:

Grupo 1: Autopistas y carreteras de Primera Clase.

Grupo 2: Carreteras de Segunda y Tercera Clase.

Tabla 7. Relación entre radios consecutivos – grupo 1

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
250	375	250	820	> 1720	495
260	390	250	840	> 1720	503
270	405	250	880	> 1720	510
280	420	250	880	> 1720	517
290	435	250	900	> 1720	524
300	450	250	920	> 1720	531
310	466	250	940	> 1720	537
320	481	250	960	> 1720	544
330	497	250	980	> 1720	550
340	513	250	1000	> 1720	558
350	529	250	1020	> 1720	561
360	545	250	1040	> 1720	567
370	562	250	1060	> 1720	572
380	579	253	1080	> 1720	578
390	596	260	1100	> 1720	583
400	614	267	1120	> 1720	588
410	633	273	1140	> 1720	593
420	652	280	1160	> 1720	598
430	671	287	1180	> 1720	602
440	692	293	1200	> 1720	607

450	713	300	1220	> 1720	611
460	735	306	1240	> 1720	616
470	758	313	1260	> 1720	620
480	781	319	1280	> 1720	624
490	806	326	1300	> 1720	628
500	832	332	1320	> 1720	632
510	859	338	1340	> 1720	636
520	887	345	1360	> 1720	640

Fuente: Manual DG-2018

Tabla 8. Relación entre radios consecutivos – grupo 1 (2)

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
530	917	351	1380	> 1720	644
540	948	357	1400	> 1720	648
550	981	363	1420	> 1720	651
560	1015	369	1440	> 1720	655
570	1051	375	1460	> 1720	659
580	1089	381	1480	> 1720	662
590	1128	386	1500	> 1720	666
600	1170	392	1520	> 1720	669
610	1214	398	1540	> 1720	672

620	1260	403	1560	> 1720	676
640	1359	414	1580	> 1720	679
660	1468	424	1600	> 1720	682
680	1588	434	1620	> 1720	685
700	1720	444	1640	> 1720	688
720	> 1720	453	1660	> 1720	691
740	> 1720	462	1680	> 1720	694
760	> 1720	471	1700	> 1720	697
780	> 1720	479	1720	> 1720	700
800	> 1720	488		> 1720	

Fuente: Manual DG-2018

Tabla 9. Relación entre radios consecutivos – grupo 2

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
40	60	50	360	> 670	212
50	75	50	370	> 670	216
60	90	50	380	> 670	220
70	105	50	390	> 670	223
80	120	53	400	> 670	227
90	135	60	410	> 670	231
100	151	67	420	> 670	234
110	166	73	430	> 670	238
120	182	80	440	> 670	241
130	198	87	450	> 670	244
140	215	93	460	> 670	247
150	232	100	470	> 670	250
160	250	106	480	> 670	253
170	269	112	490	> 670	256
180	289	119	500	> 670	259
190	309	125	510	> 670	262
200	332	131	520	> 670	265
210	355	137	530	> 670	267
220	381	143	540	> 670	270
230	408	149	550	> 670	273
240	437	154	560	> 670	275
250	469	160	570	> 670	278
260	503	165	580	> 670	280
270	540	171	590	> 670	282
280	580	176	600	> 670	285
290	623	181	610	> 670	287
300	670	186	620	> 670	289
310	> 670	190	640	> 670	294
320	> 670	195	660	> 670	298
330	> 670	199	680	> 670	302
340	> 670	204	700	> 670	306
350	> 670	208		> 670	

Fuente: Manual DG-2018

2.2.7.7. Curvas de Transición

Las curvas de transición, son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazo. Con tal finalidad y a fin de pasar de la sección transversal con bombeo (correspondiente a

los tramos en tangente), a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreancho, es necesario intercalar un elemento de diseño, con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.



Ilustración 19. Curva con espiral
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de la Clotoide (Euler) está dada por:

$$R * L = A^2$$

Ecuación 10: Ecuación de la clotoide o espiral

Dónde:

- R : radio de curvatura en un punto cualquiera.
- L : Longitud de la curva
- A : Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

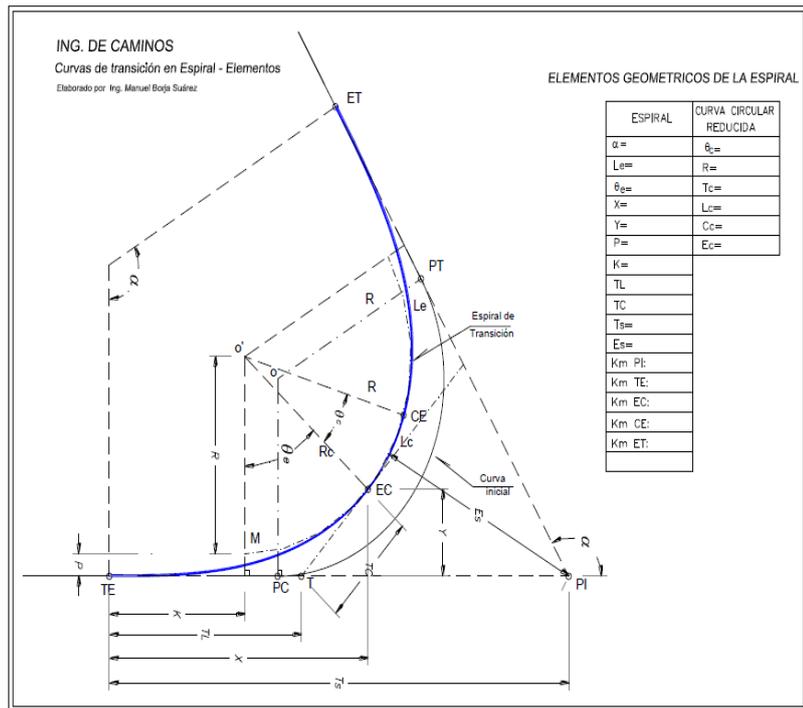


Ilustración 20. Elementos de una curva de transición
Fuente: Ing. Manuel Borja

Elementos geométricos de una espiral de transición:

$$\theta = \frac{L_e}{2R}$$

$$X = L_e \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} - \frac{\theta^6}{9360} + \frac{\theta^8}{685440} - \frac{\theta^{10}}{76204800} + \dots \right)$$

$$Y = L_e \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} + \frac{\theta^5}{1320} - \frac{\theta^7}{75600} + \frac{\theta^9}{6894720} - \dots \right)$$

$$\theta_e = \frac{90L_e}{\pi R} \rightarrow \text{Verificar : } \theta_e \leq \frac{\alpha}{2}$$

$$\theta_c = \alpha - 2\theta_e$$

$$P = Y - R(1 - \text{Cos } \theta_e)$$

$$K = X - R \cdot \text{Sen } \theta_e$$

$$TL = X - \left(\frac{Y}{\text{Tang}(\theta_e)} \right)$$

$$TC = \frac{Y}{\text{Sen}(\theta_e)}$$

$$Ts = (R + P) \text{Tang} \left(\frac{\alpha}{2} \right) + K$$

$$Es = \frac{R \cdot (1 - \text{Cos} \frac{\alpha}{2}) + P}{\text{Cos}(\alpha / 2)}$$

Donde:

X = Coordenada X del fin de la Espiral
Y = Coordenada Y del fin de la Espiral

θ = Angulo en decimales
 θ_e = Angulo central de la espiral
 θ_c = Angulo central en la nueva curva circular
 α = Angulo de deflexión de la curva circular

L_e = Longitud de la espiral entrada = salida
 R = Radio de la curva circular inicial

P = Retraqueo
K = Desplazamiento

TL = Tangente larga
TC = Tangente Corta
Ts = Tangente de la espiral
Es = Externa de la espiral

Ilustración 21. Fórmulas para el cálculo de elementos de una curva de transición
Fuente: Ing. Manuel Borja

Datos para replanteo de la transición en espiral:

$$\theta_i = \frac{Li^2}{2R.Le} \rightarrow (\text{en decimales})$$

$$Xi = Li \left(1 - \frac{\theta_i^2}{10} + \frac{\theta_i^4}{216} - \frac{\theta_i^6}{9360} + \frac{\theta_i^8}{685440} - \frac{\theta_i^{10}}{76204800} \right)$$

$$Yi = Li \left(\frac{\theta_i}{3} - \frac{\theta_i^3}{42} + \frac{\theta_i^5}{1320} - \frac{\theta_i^7}{75600} + \frac{\theta_i^9}{6894720} \right)$$

$$Ci = \sqrt{Xi^2 + Yi^2}$$

$$\phi_i = \text{Arctg} \frac{Yi}{Xi}$$

Kilometrajes:

Km TE = Km PI - Ts
 Km EC = Km TE + Le
 Km CE = Km EC + Lc
 Km ET = Km CE + Le

Donde:
 θ_i = Angulo en decimales
 Xi = Coordenada X de cualquier punto de la espiral
 Yi = Coordenada Y de cualquier punto de la espiral
 Le = Longitud de la espiral entrada = salida
 Li = Longitud parcial de la espiral hasta el kilometraje buscado
 Lc = Longitud de la nueva curva circular central
 R = Radio de la curva circular inicial
 Ci = Cuerda a medir desde el TE
 ϕ_i = Angulo a medir desde el alineamiento TE-PI
 Ts = Tangente de la espiral
 TE = Punto de inicio de la transición en espiral
 ET = Punto final de la transición en espiral
 EC = Punto de transición entre la Espiral y la Curva circular nueva
 CE = Punto de transición entre Curva circular nueva y la Espiral

Ilustración 22. Fórmulas para el replanteo de una curva de transición
 Fuente: Ing. Manuel Borja

El parámetro mínimo de la curva de transición se obtiene con la siguiente ecuación:

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

Ecuación 11: Parámetro de curva de transición

Dónde:

- V : Velocidad de diseño (km/h)
- R : Radio de curvatura (m)
- J : Variación uniforme de la aceleración (m/s³)
- P : Peralte correspondiente a V y R. (%)

Tabla 10. Valores de variación uniforme de aceleración (J)

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

Fuente: Manual DG-2018

La longitud mínima de curva de transición se determina con la siguiente ecuación:

$$L_{min} = \frac{V}{46.656 * J} * \left(\frac{V^2}{R} - 1.27 * p \right)$$

Ecuación 12: Longitud de curva de transición

Dónde:

- V : (km/h)
- R : (m)
- J : m / s³
- p : %

En la Tabla 11, se muestran algunos valores mínimos de longitudes de transición (L).

Tabla 11. Longitud mínima de curva de transición

Velocidad Km/h	Radio mín. m	J m/s ³	Peralte máx. %	A _{mín.} m ²	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30
40	43	0.5	12	40	37	40
40	47	0.5	10	41	36	40
40	50	0.5	8	43	37	40
40	55	0.5	6	45	37	40
40	60	0.5	4	47	37	40
40	66	0.5	2	50	38	40
50	70	0.5	12	55	43	45
50	76	0.5	10	57	43	45
50	82	0.5	8	60	44	45
50	89	0.5	6	62	43	45

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

Velocidad Km/h	Radio mín. m	J m/s ³	Peralte máx. %	A mín. m ²	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
100	328	0.4	12	164	82	85
100	358	0.4	10	171	82	85
100	394	0.4	8	179	81	85
100	437	0.4	6	189	82	82
100	492	0.4	4	200	81	85
100	582	0.4	2	214	81	85
110	414	0.4	12	185	83	90
110	454	0.4	10	193	82	90
110	501	0.4	8	203	82	90
110	560	0.4	6	215	83	90
110	635	0.4	4	229	83	90
110	733	0.4	2	246	83	90
120	540	0.4	12	169	73	75
120	597	0.4	10	209	73	75
120	667	0.4	8	221	73	75
120	756	0.4	6	236	74	75
120	872	0.4	4	253	73	75
120	1031	0.4	2	275	73	75
130	700	0.4	12	208	62	65
130	783	0.4	10	220	62	65
130	887	0.4	8	234	62	65
130	1024	0.4	6	252	62	65
130	1210	0.4	4	274	62	65
130	1479	0.4	2	303	62	65

Fuente: Manual DG-2018

En el manual del DG-2018 se menciona cuatro condiciones importantes que se debe de tener en cuenta para su correcto diseño de una curva de transición.

1. En ningún caso se adoptarán longitudes de transición menores a 30 m.
2. La longitud máxima de cada curva de transición, no será superior a 1.5 veces su longitud mínima.
3. Para que las curvas de transición resulten fácilmente perceptibles por el conductor se deberá cumplir que:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

Ecuación 13

4. La longitud de espiral tiene que ser mayor o igual a la longitud de transición de peralte
5. Radios que te permiten prescindir de la curva de transición.

Tabla 12. Radios circulares limites que permiten prescindir de la curva de transición

V (Kph)	30	40	50	60	70	80
R (m)	80	150	225	325	450	600
V (Kph)	90	100	110	120	130	140
R (m)	750	900	1200	1500	1800	2000

Fuente: Manual DG-2018

2.2.7.8. Sobreancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Necesidad del sobreancho:

- La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos.
- En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos que circulan habitualmente por la carretera, ésta debe tener un sobreancho con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (holguras), entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas. El sobreancho requerido equivale al aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos al describir las curvas más las holguras teóricas adoptadas (valores medios). El sobreancho no podrá darse a costa de una disminución del ancho de la berma.

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

Ecuación 14: Sobreancho de una curva

Dónde:

- Sa : Sobreancho (m)
- n : Número de carriles
- RC : Radio de curvatura circular (m)
- L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)
- V : Velocidad de diseño (km/h)

La longitud de transición del sobreancho es igual a la longitud de transición de peralte.

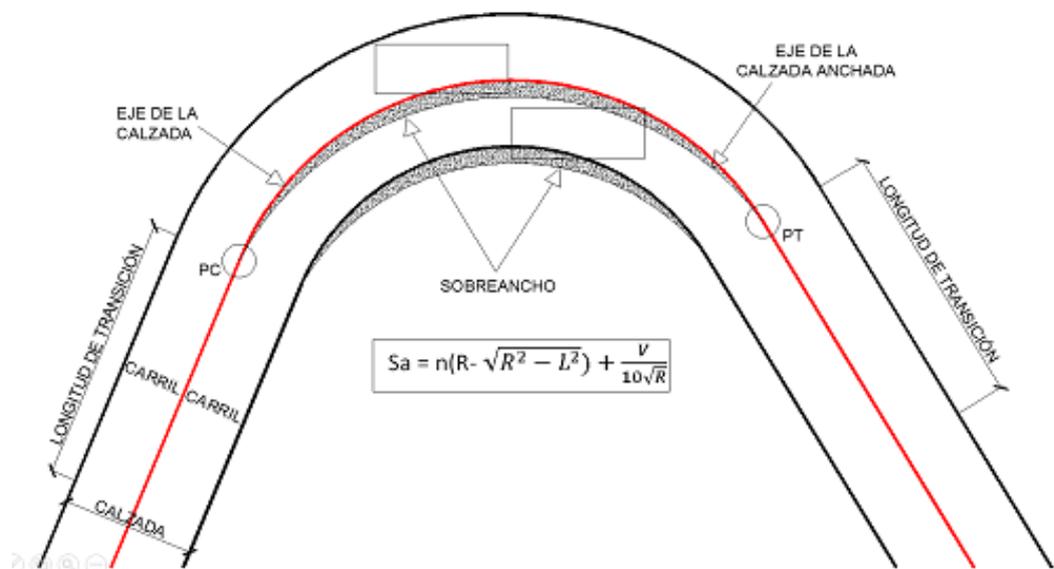


Grafico 13. Sobreancho en curvas
Fuente: Elaboración propia

2.2.7.9. Transición de Peralte

Siendo el peralte la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo, la transición de peralte viene a ser la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva. Para efectos de la

presente norma, el peralte máximo se calcula con la siguiente fórmula:

$$ip.máx = 1.8 - 0.01 * V$$

Ecuación 15: Máxima inclinación de la calzada

Donde:

- $ipmáx$: Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%).
- V : Velocidad de diseño (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la fórmula:

$$Lmin = \frac{Pf - Pi}{ipmáx} * B$$

Ecuación 16: Longitud de curva de transición

Dónde:

- $Lmín$: Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).
- pf : Peralte final con su signo (%)
- pi : Peralte inicial con su signo (%)
- B : Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

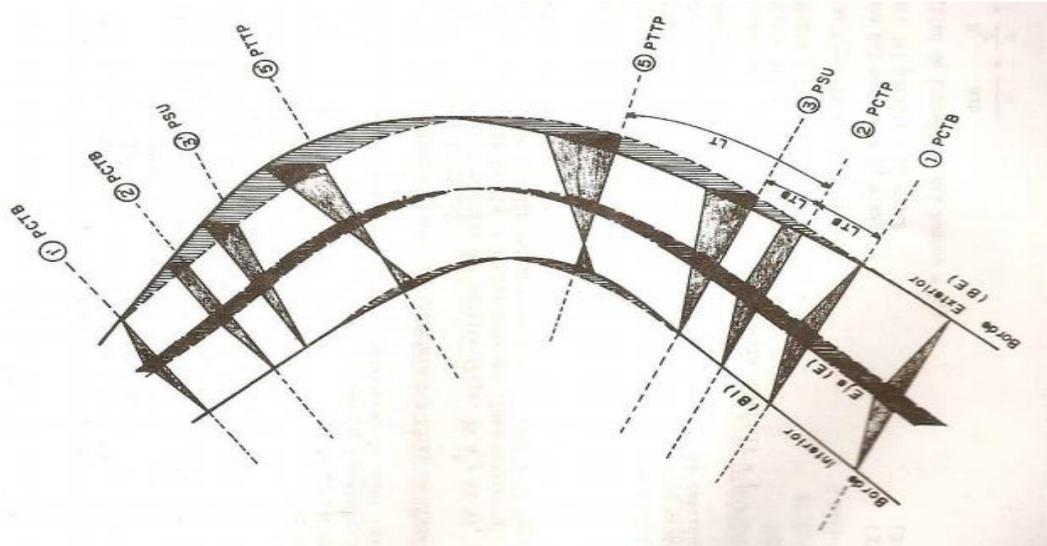


Ilustración 23. Transición de peraltes
Fuente: Elaboración propia

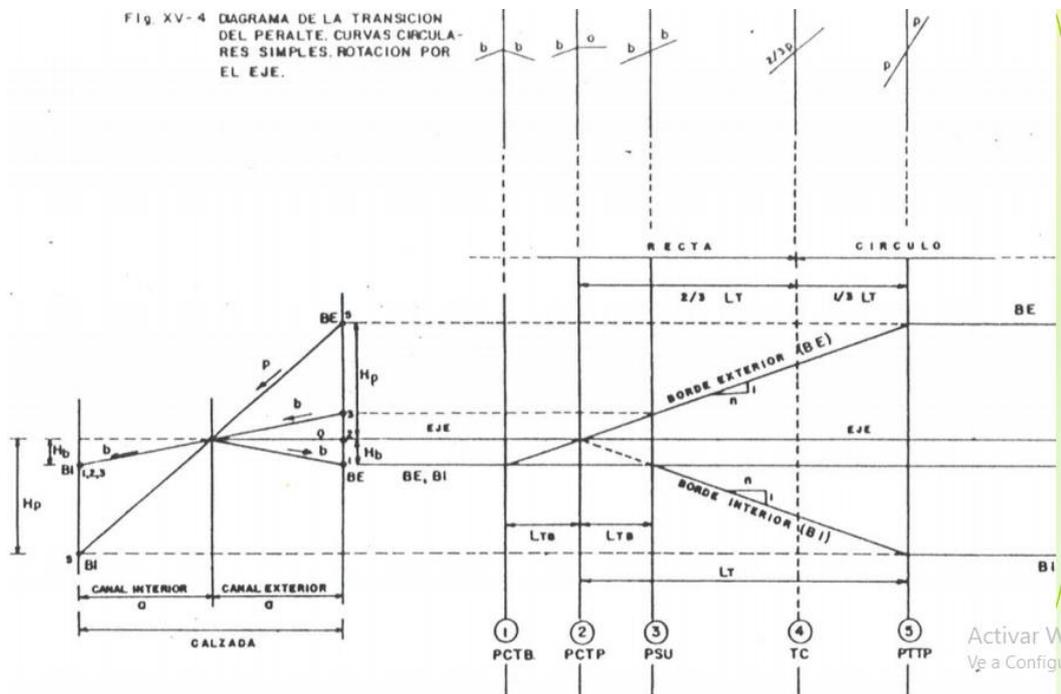


Ilustración 24. Transición de peraltes con curva espiral
Fuente: Elaboración propia

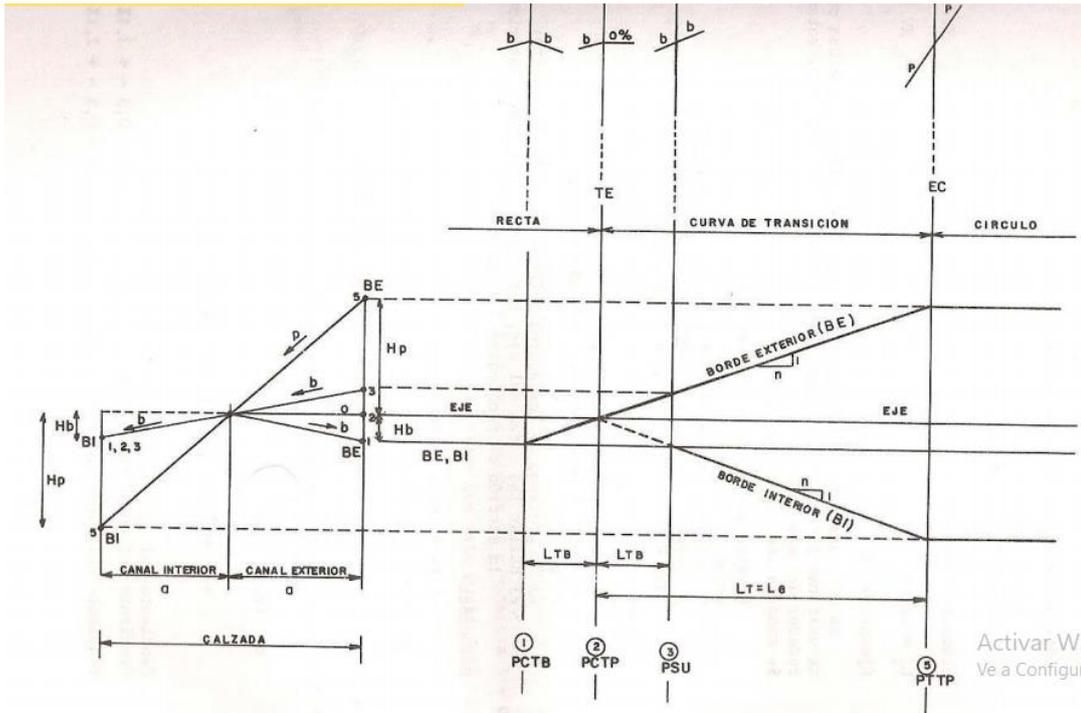


Ilustración 25. Transición de peraltes sin curva espiral
Fuente: Elaboración propia

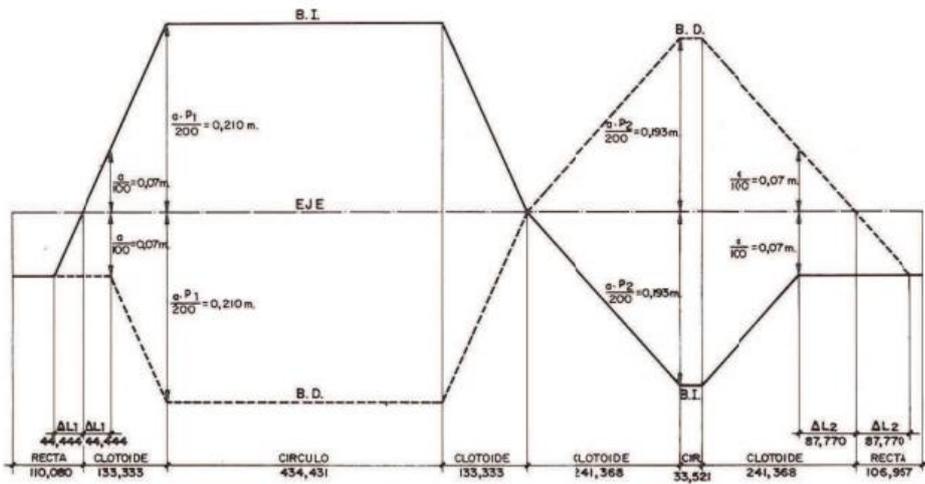


Ilustración 26. Diagrama de peraltes
Fuente: Elaboración propia

2.2.8. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

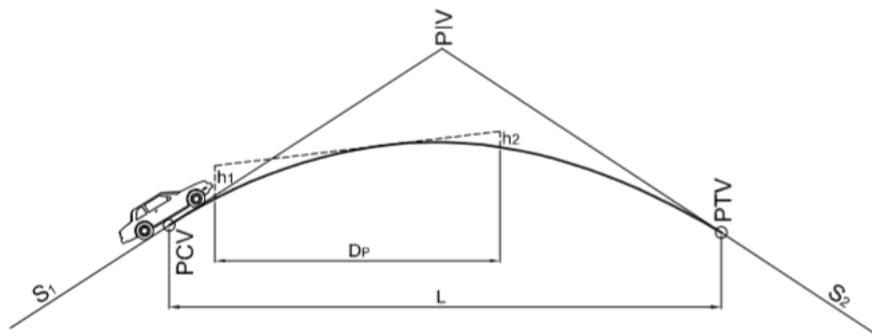


Grafico 14. Diseño en perfil
Fuente: Elaboración propia

2.2.8.1. Pendiente

a. Pendiente mínima

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.

- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.

b. Pendiente máxima

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la Tabla 303.01, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares:

En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la Tabla II. 11, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.

Tabla 13. Pendientes máximas

Demanda	Autopistas												Carretera				Carretera				
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
	Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda 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																					
40 km/h																					
50 km/h																					
60 km/h																					
70 km/h																					
80 km/h	5.00	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	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
90 km/h	4.50	4.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
100 km/h	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	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 DG-2018

2.2.8.2. Curvas Verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás.

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = \frac{L}{A}$$

Ecuación 16: Parámetro de curvatura

Dónde,

- K : Parámetro de curvatura
- L : Longitud de la curva vertical
- A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

a. Tipos de Curvas Verticales

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

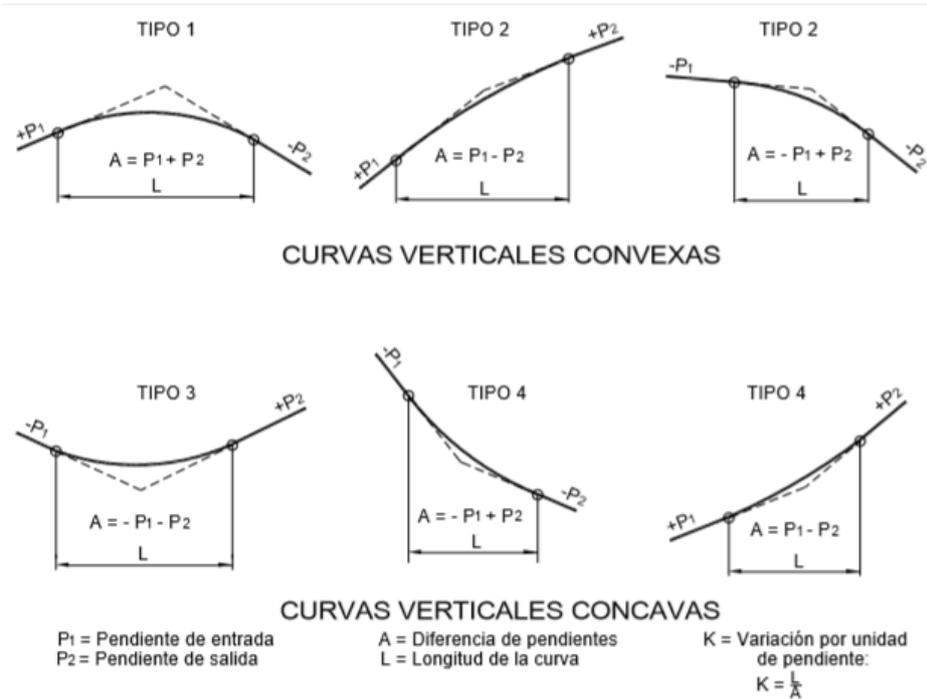


Grafico 15. Curvas verticales convexas y cóncavas
 Fuente: Manual DG-2018

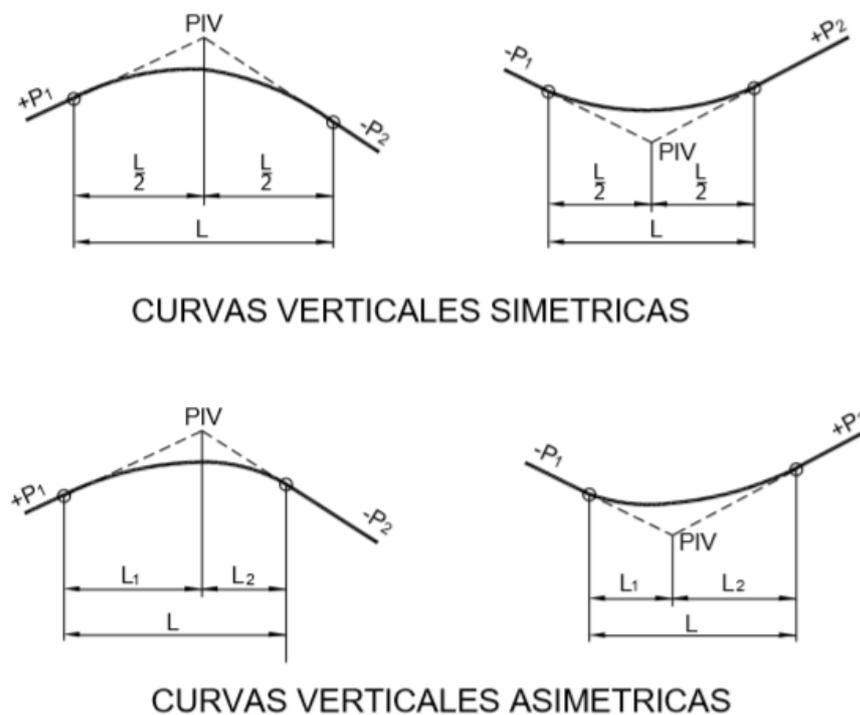
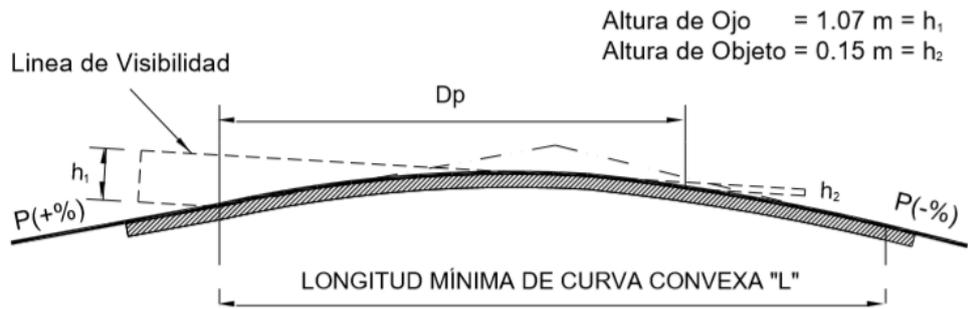


Grafico 16. Curvas verticales simétricas y asimétricas
 Fuente: Manual DG-2018

b. Longitud de las Curvas Convexas

Las longitudes mínimas de curvas verticales convexas, para contar con distancia de visibilidad de parada y de paso, se calculan con las fórmulas que se encuentran en la figura II.40 y la figura II.41.

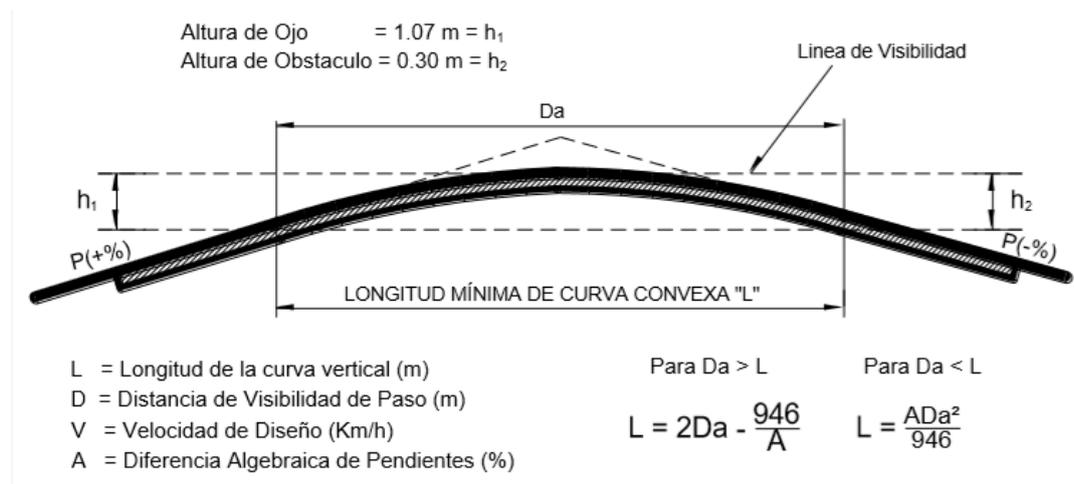


L = Longitud de la curva vertical (m)
 D_p = Distancia de Visibilidad de Frenado (m)
 V = Velocidad de Diseño (Km/h)
 A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

Para $D_p > L$	Para $D_p < L$
$L = 2D_p - \frac{404}{A}$	$L = \frac{AD_p^2}{404}$

Grafico 17. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada

Fuente: Manual DG-2018



L = Longitud de la curva vertical (m)
 D = Distancia de Visibilidad de Paso (m)
 V = Velocidad de Diseño (Km/h)
 A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

Para $D_a > L$	Para $D_a < L$
$L = 2D_a - \frac{946}{A}$	$L = \frac{AD_a^2}{946}$

Grafico 18. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso

Fuente: Manual DG-2018

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.

2.2.9.1. Elementos de la sección transversal

Los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del Derecho de Vía del proyecto.

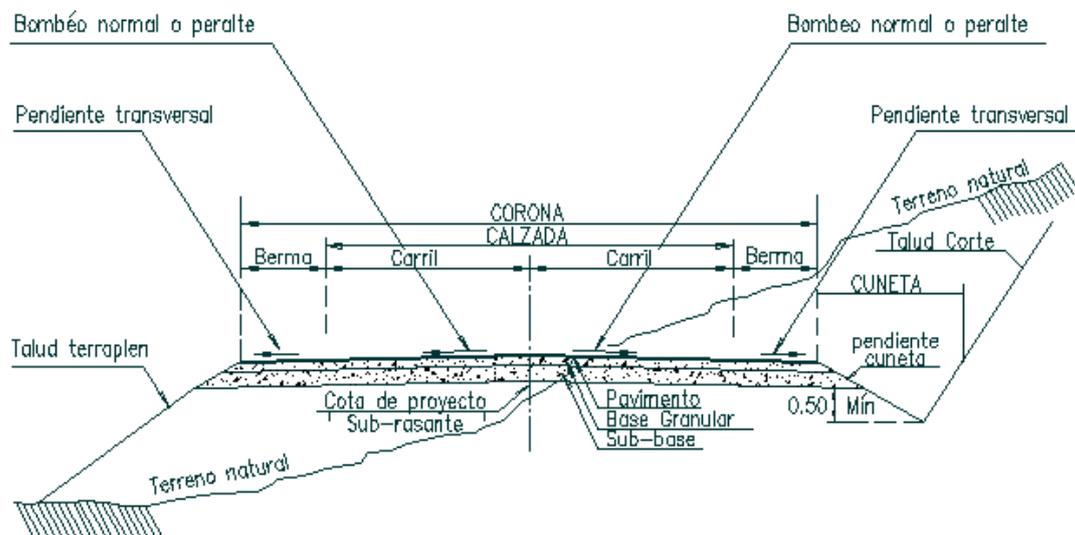
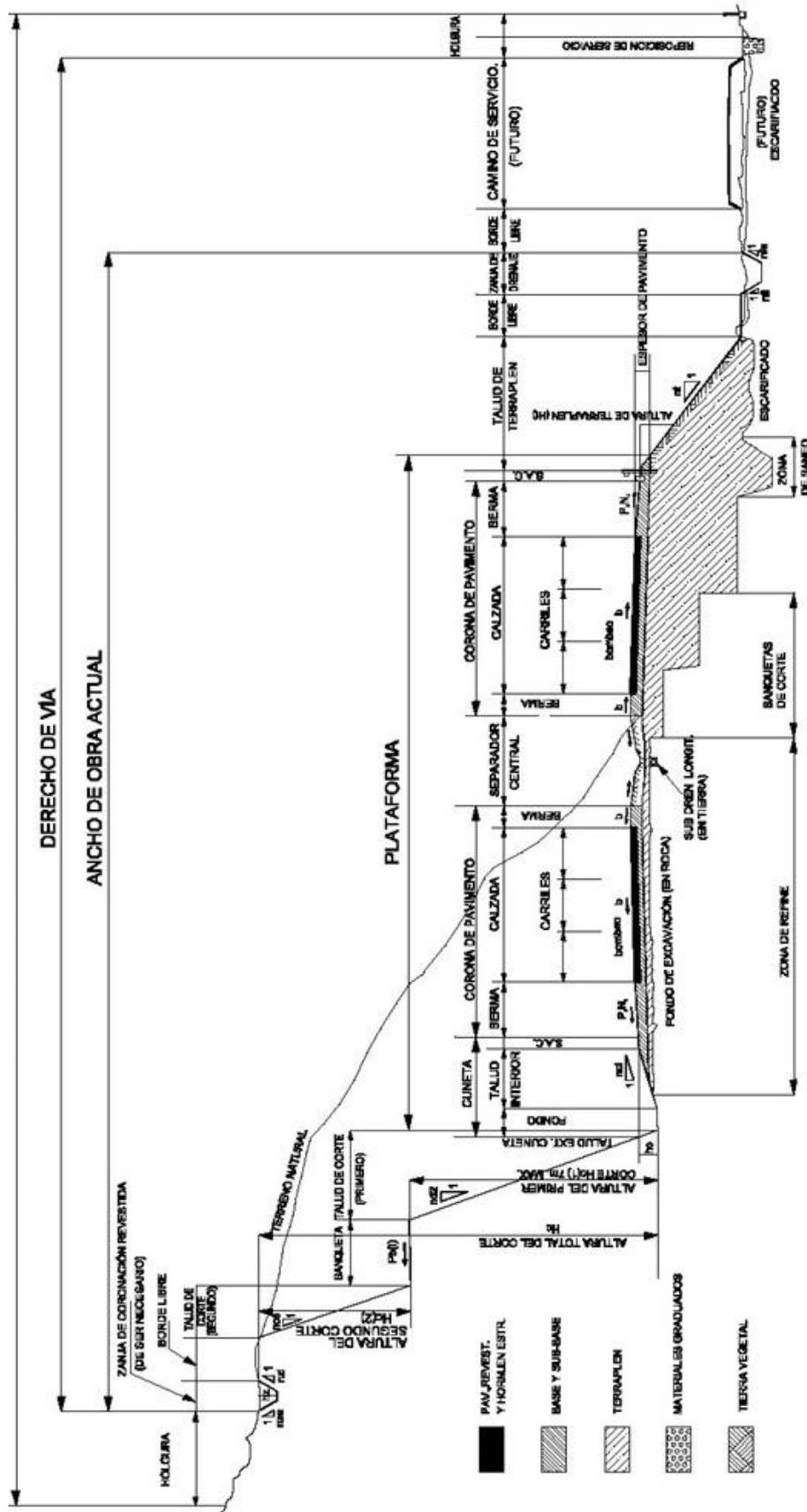


Grafico 20. Sección transversal típica en carreteras
Fuente: Manual DG-2018



Ph(1) : Pendiente transversal de la banqueta = 2%
 Pendiente longitudinal de banqueta 3% maximo

Grafico 21. Sección transversal típica en autopistas
 Fuente: Manual DG-2018

2.2.9.2. Calzada o superficie de rodadura

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Tabla 14. Anchos mínimos 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		
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60
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	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																			

Fuente: Manual DG-2018

2.2.9.3. Bermas

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Tabla 15. Anchos de Bermas

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

Fuente: Manual DG-2018

2.2.9.4. **Inclinación de bermas**

En el caso de que la berma se pavimente, será necesario añadir lateralmente a la misma para su adecuado confinamiento, una banda de mínimo 0,5 m de ancho sin pavimentar. A esta banda se le denomina sobreancho de compactación (s.a.c.) y puede permitir la localización de señalización y defensas.

Tabla 16. Pendiente transversal en Bermas

Superficie de las Bermas	PENDIENTE TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	PENDIENTE NORMAL (PN)	PENDIENTE ESPECIAL
Pav. o Tratamiento	4%	0% (2)
Grava o Afirmado	4% - 6% (1)	
Césped	8%	

Fuente: Manual DG-2018

2.2.9.5. **Bombeo**

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

Tabla 17. Valores de Bombeo de la calzada

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

Fuente: Manual DG-2018

2.2.9.6. Taludes

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.

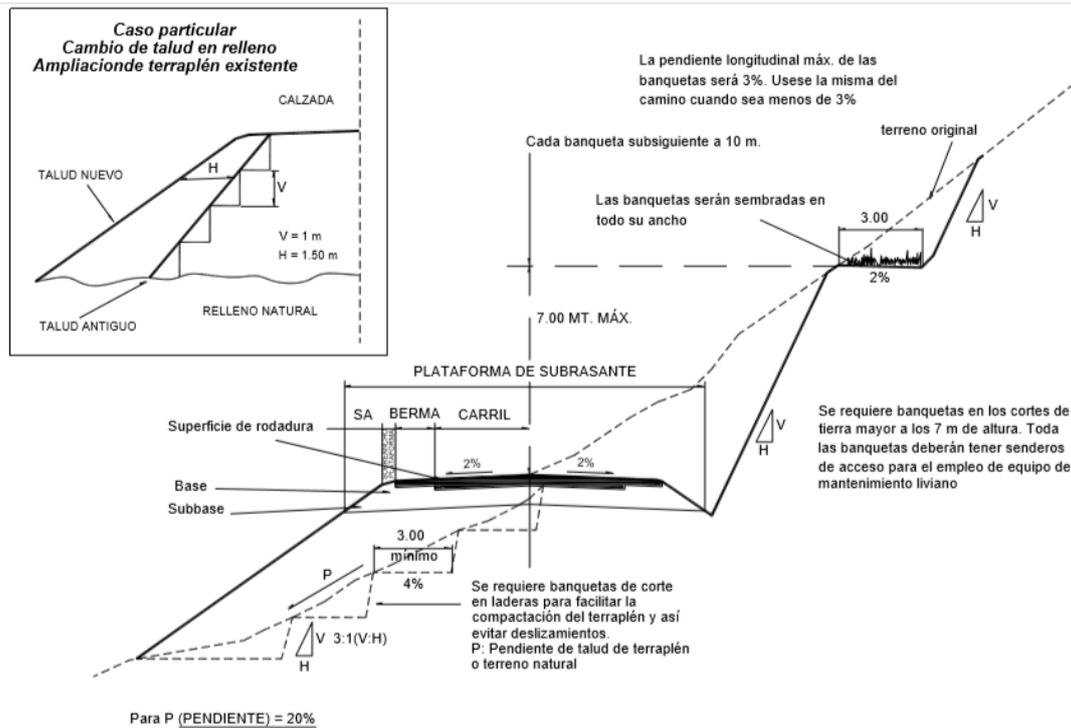


Grafico 22. Sección transversal típica con talud de corte y relleno
Fuente: Manual DG-2018

La Tabla 18, muestra valores referenciales de taludes en zonas de corte.

Tabla 18. Valores referenciales para taludes en corte (H: V)4

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	*	*	*

Fuente: Manual DG-2018

Los taludes en zonas de relleno (terraplenes), variarán en función de las características del material con el cual está formado. En la Tabla 18 se muestra taludes referenciales.

Tabla 19. Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

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 DG-2018

2.2.9.7. Cunetas

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.

Las dimensiones de las cunetas se deducen a partir de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta su pendiente longitudinal, intensidad de precipitaciones pluviales, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros.

Las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán 0.2%, para cunetas revestidas y 0.5% para cunetas sin revestir.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1. ACCIDENTE DE TRANSITO

Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada.

2. BANQUETA

Obra de estabilización de taludes consistente en la construcción de una o más terrazas sucesivas en el talud

3. BERMA

Es una franja longitudinal de ancho variable contigua a la calzada, su objeto es proteger los bordes de la calzada de su erosión. La circulación de vehículos por aquí se dará en circunstancias excepcionales.

4. BOMBEO

Es la pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente a ambos lados debido a la necesidad de eliminar el agua de lluvia que cae a la plataforma.

5. CALZADA

Es la parte de la carretera por donde se da el tránsito de los vehículos, está compuesto de dos o más carriles.

6. CARRIL

Es la franja longitudinal en que está dividida la calzada, su ancho es variable tal que garantiza la fluida y segura circulación de los vehículos tanto en una o en dos direcciones.

7. CARRETERA PAVIMENTADA

Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).

8. CARRETERA AFIRMADA

Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de AFIRMADO.

9. CARRETERA NO AFIRMADA

Carretera a nivel de subrasante ó aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.

10. DERECHO DE VIA. – Es la faja de ancho variable que comprende la calzada, la berma y el sobreancho de compactación (sac) de la carretera en donde se harán las obras necesarias para dotar a la vía de todos sus elementos que comprende una sección transversal.

Cuando el derecho de vía es parte de propiedad privada, el estado tiene la facultad de adquirir este terreno ya sea por negociación o expropiación.

11. EXPLANACIÓN. – Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en donde se han hecho las obras modificando el terreno original.

12. PLATAFORMA. – Ancho total de la carretera a nivel de la subrasante.

13. RASANTE. – Nivel del terreno de una carretera terminada.

14. SECCIÓN TRANSVERSAL. – Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

15. SUBRASANTE. – Superficie del terreno sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

16. TERRAPLEN. – Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

17. INTERSECCIÓN A DESNIVEL. – Zona en la que dos o más carreteras se cruzan a distinto nivel, y en la que se incluyen los ramales que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de los movimientos de cambio de una carretera a otra.

18. **INTERSECCIÓN A NIVEL.** - Zona común a dos o varias carreteras que se encuentran o se cortan al mismo nivel, y en la que se incluyen los ramales que puedan utilizar los vehículos para el paso de una a otra carretera.
19. **PENDIENTE.** - Inclinación de una rasante en el sentido de avance.
20. **PERALTE.** - Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva.
21. **VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO.** - Distancia que existe a lo largo del carril por lo que se realiza el mismo entre el vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que puede divisarlo, sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar el adelantamiento.
22. **VISIBILIDAD DE CRUCE.** - Distancia que precisa un vehículo para poder cruzar otra vía que intercepta su trayectoria. Está determinada por la condición de que el conductor del vehículo que espera para cruzar pueda ver si se acerca otro vehículo y, en este caso, juzgar si éste se halla a distancia suficiente para poder finalizar la maniobra de cruce antes de que llegue a su posición el segundo vehículo.
23. **VELOCIDAD DE PARADA.** - Distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que pueda divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El Diseño Geométrico de la carretera Nacional PE-3N, tramo: KM. 136+000 - KM. 141+000, no cumple con las características geométricas establecidas en el Manual de Carreteras DG-2018, por el desconocimiento de la Norma y diseñar con Normas desactualizadas.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El IMDA es mayor a 4000 veh/día.
- La topografía del terreno es accidentada (tipo 3).
- El grado de incumplimiento de la Norma DG-2018 es menor a 50% en algunos de sus parámetros de Diseño en planta, perfil y sección transversal.
- Los factores que producen accidentes son: Mecánico, Humano, Climatológico y Diseño vial; de las cuales el que tiene mayor incidencia es el factor humano.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

X= Desconocimiento de la Norma y diseñar con Normas desactualizadas.

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Y= El Diseño Geométrico no cumple con las características geométricas establecidas en el Manual DG-2018.

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 20. Operatividad de las Variables

VARIABLE		INDICADORES	MEDICIÓN
Independientes	Desconocimiento de la Norma y diseñar con Normas desactualizadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Longitud en tangente. - Radio mínimo. - Peralte. - Curva de Transición. - Sobreancho. - Longitud mínima de peralte. - Longitud de curva vertical. - Ancho mínimo de calzada. - Ancho de berma. - Bombeo. - Inclinación de berma. 	<ul style="list-style-type: none"> - m. - m. - m. - m. - %. - m. - m. - m. - %. - %.
Dependientes	El Diseño Geométrico no cumple con las características geométricas establecidas en el Manual DG-2018.	- Promedio Aritmético	- %.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es del **tipo Descriptivo**. “Una de las características principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto”.²

Durante la investigación buscaremos estudiar y comprender la realidad del Diseño Geométrico de Carretera Nacional PE-3N en el tramo Km 136+00 hasta el Km 141+000, mediante una descripción, registro, análisis e interpretación de su situación actual a través de un levantamiento topográfico y la ayuda del software civil 3d, de esta forma detectando falencias y proponiendo mejoras.

² Prof. Elías Holguín: 2012

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación a emplearse para el desarrollo de la tesis, será de acuerdo a lo aprendido por el tesista en su etapa universitaria dentro del curso de Caminos II, de acuerdo a la normativa vigente y a lo recomendado por la Federal Highway Administration (Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos).

Se deberá de tener en cuenta, siempre, los alcances y limitaciones de la investigación, para así alcanzar los objetivos. La investigación inicia desde el marco teórico; seguido por el trabajo de campo, el cual es la recolección de datos como: Levantamiento topográfico, aforo vehicular, sobreancho, Etc.

El trabajo de campo se ha realizado durante un total de 14 días (2 semana), iniciado el día 01 de setiembre de 2019 y culmino el día 14 de setiembre de 2019. De los datos que se han registrado, y el mismo servirá para poder clasificar el tipo de carretera y obtener parámetros de diseño geométrico.

Como se siguiente paso, se procede a elaborar una hoja Excel con macros que servirá para poder realizar un diseño geométrico correcto de cualquier carretera.

Como siguiente paso, se procede con la elaboración del modelamiento de la carretera con la ayuda del programa Civil 3D, de donde obtendremos los parámetros geométricos que tiene la carretera in situ.

Continuamos con la investigación, con el modelamiento realizado se procedió al análisis de la carretera, detectando falencia que puedan ser mejoradas en un periodo de tiempo (corto, medio y largo). Así mismo, la propuesta cuyo desarrollo es aceptable en el menor tiempo ha sido simulada para corroborar la hipótesis y la propuesta de mejora.

Finalmente, todos los resultados y estudios realizados son presentados en la documentación correspondiente, donde se incluyen las conclusiones y recomendaciones a la que se ha llegado al final de la tesis.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis propone un diseño en base a una investigación **No Experimental**, la cual se desarrolla a partir de la obtención de los datos de campo y estos son sometidos a la etapa de estudio (podemos llamarlo experimentación) sin la modificación de los mismos, de esta forma obteniendo resultados que nos permiten describir el comportamiento o situación de la muestra.

A continuación, se plantea los pasos seguidos a fin de lograr los objetivos de la investigación:

Paso 1: Aprendizaje del Diseño Geométrico de Carreteras

Paso 2: Determinación de las normativas vigentes y antiguas de Diseño Geométrico de Carreteras.

Paso 3: Recolección de datos en campo.

Paso 4: Realizar una hoja Excel con Macros, en donde se encuentre todos los parámetros mínimos para el correcto diseño Geométrico de una carretera.

Paso 5: Modelamiento de la Carretera en estudio en el programa Civil 3d.

Paso 6: Evaluación del grado de cumplimiento de los parámetros de Diseño geométrico de la carretera en estudio.

Paso 7: Evaluación de las hipótesis planteadas.

Paso 8: Presentación de resultados.

Los pasos mencionados han sido descritos tomando en consideración los lineamientos de una investigación del tipo descriptivo.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Para poder ver el contexto real de la investigación debemos reiterar que dicha tesis ha sido realizada en la carretera Nacional PE-3N, que tiene una longitud total de 1947.3 Km según el RENAC, inicia en la Oroya y termina con la frontera con Ecuador.

Se define a la población como el conjunto general de todos los elementos los cuales de forma individual participan dentro del conjunto. Para la presente investigación, la población está conformada por todos los usuarios que hacen uso diario de la intersección estudiada y la infraestructura vial correspondiente. Los usuarios son los conductores, vehículos y peatones; y la infraestructura vial son las vías, intersecciones y señales de tránsito.

3.4.2. MUESTRA

Se ha tomado como muestra desde el Km 136+000 – 141+000 de la carretera Nacional PE-3N, ya que por este tramo durante muchos años se ha venido registrando una cantidad considerable de accidentes de tránsito y pertenece a la jurisdicción de Pasco.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

De acuerdo a lo expuesto en la metodología, la recolección de datos en campo se desarrolló de la siguiente manera:

3.5.1. EQUIPO DE TRABAJO

Para poder realizar la toma de muestras de campo debemos emplear las siguientes herramientas: 01 Estación Total, 02 prismas, flexómetro, cinta métrica, cámara fotográfica, cuaderno de campo, lapiceros, cronometro. Las herramientas mencionadas son el equipo mínimo necesario para obtener los parámetros Geométricos de una carretera in situ.

3.5.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

- Para obtener los parámetros con la que fue diseñada la carretera
 - Se obtuvo información a través de PROVIAS DESCENTRALIZADO de la última intervención que se realizó en la carretera Nacional PE-3N “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Dv. Cerro de Pasco – Tingo María”
- Para obtener los registros de accidentes de tránsito del año 2018 y 2019 en la carretera y tramo en estudio.
 - Se obtuvo información a través de la comisaria de la Policía Nacional – sede Chaupimarca.
- Para obtener los parámetros geométricos in situ de la carretera Nacional PE-3N Km 136+000 – 141+000
 - Se realizó un levantamiento topográfico del tramo en estudio con la siguiente brigada, 01 topógrafo y 02 prismeros.
- Para obtener las medidas de los sobreechamientos in situ en cada curva del tramo en estudio.
 - Se realizó la medición del sobreechamiento de las 43 curvas que se encuentran del tramo en estudio con la ayuda de una cinta métrica.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- Elaboración del Diseño Geométrico de la carretera en hoja Excel con Macros.
 - Se realizó el Diseño Geométrico que corresponde a la carretera Nacional PE-3N del tramo Km 136+000 – Km 141+000 con la ayuda del software Microsoft Excel 2016 con Macros, este diseño se realizó con los parámetros con la que fue construido la carretera en estudio.
- Elaboración de Planos
 - Se realizó la elaboración de planos con la ayuda del software Civil 3D, de donde obtuvimos la superficie de la carretera en estudio, a partir del cual obtendremos los parámetros geométricos in situ.
- Comparación de Datos obtenidos en Campo y Según Diseño.
 - Este procedimiento se realizó con la ayuda del software Microsoft Excel, en donde comparamos entre los parámetros obtenidos del plano y los parámetros obtenidos del Diseño Geométrico de la Hoja Excel con Macros.

3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO

El tratamiento estadístico a emplearse en mediante la estadística, por lo cual será necesarios la aplicación del Programa de Aplicación Excel.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.8.1. SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La realización de la presente investigación de tesis, es efectuada basada al lineamiento establecidas por la Norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el cual establece los instrumentos de investigación (Conteo Vehicular, Ficha de origen y destino, etc.)

3.8.2. CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La confiabilidad de los instrumentos de investigación, basada en el principio normativo aprobada mediante RD. N° 05-2016-MTC/14 de fecha 25 de febrero del 2016.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA

En la presente tesis para obtención de grado profesional, se realizó el estudio del tramo 136+000 a 141+000 Km de la Carretera Nacional PE-3N según la Normas del Ministerio de Transportes y comunicaciones “DG-2018” Cuyo resultado es basado mediante la recolección de datos por el intermedio del levantamiento topográfico por el tramo en estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO

Para realizar el estudio básico de la carretera nacional PE-3N en el Km. 136+000 – Km.141+000; se revisó los parámetros de la carretera, los cuales se describen, mediante el manual de Carreteras DG-2018.

4.1.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.

Tabla 21. Ubicación de la Zona de Estudio

	KILOMETRO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
INICIO	136+000	-10.671361072	-76.182540573	3936.784
FINAL	141+000	-10.648628815	-76.162612402	3742.388

Fuente: Propio



Ilustración 27. Zona de Estudio
Fuente: Propio

4.1.2. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA.

Los primeros 4 km se desarrollan predominantemente en terreno con topografía plana a ondulada y a partir del km 1, sobre topografía predominante de tipo accidentada a muy accidentada.

Tabla 22. Elementos de Curva

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
Pl: 1	N48° 12' 49"E	182°1'25"	105.50	17.05	33.80	33.66	1.37	1.35	0+017.06	0+000.01	0+033.81	8820130.63	370671.70
Pl: 2	N42° 31' 53"E	28°43'18"	85.00	22.55	44.09	43.60	2.04	2.84	0+187.75	0+165.20	0+200.29	8820222.77	370815.74
Pl: 3	N16° 41' 32"E	175°7'23"	90.00	14.22	28.21	28.09	1.12	1.10	0+278.37	0+254.15	0+292.36	8820303.93	370888.29
Pl: 4	N34° 30' 05"E	48°34'28"	35.00	16.16	30.28	29.30	3.50	3.22	0+413.75	0+397.99	0+427.87	8820437.60	370981.18
Pl: 5	N48° 38' 26"E	21°17'46"	35.00	6.08	13.01	12.93	0.61	0.60	0+491.10	0+444.92	0+497.92	8820497.71	370915.04
Pl: 6	N55° 02' 48"E	34°08'33"	35.00	10.74	20.84	20.63	1.61	1.54	0+516.02	0+505.29	0+528.12	8820509.00	370955.10
Pl: 7	N38° 22' 57"E	65°28'18"	28.00	17.99	31.98	30.27	6.28	4.44	0+591.80	0+573.81	0+605.79	8820532.49	371027.81
Pl: 8	N11° 28' 15"W	38°12'08"	28.00	9.15	17.69	17.40	1.48	1.39	0+633.60	0+624.64	0+642.33	8820578.17	371033.15
Pl: 9	N6° 31' 56"E	72°08'29"	30.00	21.85	37.77	36.33	7.12	5.75	0+903.00	0+881.15	0+918.92	8820812.92	370900.13
Pl: 10	N21° 03' 36"E	43°05'09"	30.00	11.84	22.56	22.03	2.25	2.10	0+975.68	0+963.84	0+986.40	8820870.79	370953.34
Pl: 11	N29° 51' 23"E	52°40'42"	25.00	12.38	22.99	22.18	2.80	2.60	1+124.43	1+112.05	1+135.04	8821020.68	370952.08
Pl: 12	N81° 44' 08"E	58°04'32"	50.00	28.34	51.56	49.30	7.47	6.50	1+177.52	1+140.18	1+200.74	8821054.28	370995.42
Pl: 13	S58° 28' 24"E	20°34'01"	105.00	19.05	37.89	37.49	1.71	1.69	1+343.88	1+324.83	1+382.52	8820992.08	371155.21
Pl: 14	N72° 38' 02"E	118°26'09"	34.00	57.08	70.27	58.42	32.42	18.60	1+555.82	1+488.57	1+568.84	8820950.53	371313.25
Pl: 15	N4° 05' 48"E	18°39'18"	100.00	16.42	32.58	32.42	1.34	1.32	1+644.18	1+627.73	1+660.29	8820979.30	371343.99
Pl: 16	N23° 09' 58"E	58°47'33"	60.00	32.44	59.47	57.07	8.21	7.22	1+752.45	1+720.01	1+779.48	8821087.42	371334.09
Pl: 17	N64° 34' 35"E	28°01'46"	105.00	24.27	47.70	47.29	2.77	2.70	1+887.87	1+853.60	1+911.30	8821174.97	371444.39
Pl: 18	N25° 10' 28"E	104°50'04"	28.00	36.38	51.23	44.38	17.91	10.92	1+987.20	1+950.82	2+002.05	8821196.49	371542.22
Pl: 19	N12° 18' 43"W	28°51'46"	105.00	28.00	54.73	54.11	3.67	3.55	2+078.42	2+051.42	2+106.14	8821287.62	371490.15
Pl: 20	N17° 18' 05"E	28°23'50"	90.00	23.61	46.18	40.87	3.00	2.90	2+198.27	2+175.68	2+221.84	8821418.82	371495.89

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
Pl: 21	N15° 34' 00"E	32°54'00"	60.00	17.72	34.46	33.99	2.56	2.46	2+270.39	2+252.68	2+287.13	8821479.81	371533.94
Pl: 22	N7° 14' 17"E	16°14'34"	105.00	14.98	29.77	29.67	1.08	1.05	2+424.74	2+408.75	2+439.52	8821635.12	371531.55
Pl: 23	N32° 50' 42"E	34°58'16"	105.00	33.08	64.09	63.10	5.09	4.85	2+581.05	2+527.97	2+592.08	8821788.75	371587.71
Pl: 24	N36° 06' 09"E	28°27'23"	105.00	26.82	52.15	51.61	3.32	3.22	2+727.78	2+701.14	2+753.28	8821874.49	371697.82
Pl: 25	N60° 11' 50"E	78°39'48"	35.00	27.88	48.82	43.41	9.61	7.54	2+828.34	2+808.88	2+945.50	8822059.80	371772.02
Pl: 26	N61° 55' 02"E	73°12'23"	60.00	44.57	78.88	71.55	14.74	11.83	3+077.20	3+032.83	3+109.29	8822038.19	371929.82
Pl: 27	N47° 52' 31"E	45°07'22"	50.00	20.77	39.38	38.37	4.14	3.83	3+162.89	3+142.12	3+181.50	8822124.93	371971.59
Pl: 28	N57° 11' 47"E	28°28'50"	80.00	18.82	36.97	36.65	2.18	2.13	3+237.58	3+218.76	3+255.73	8822150.67	372044.01
Pl: 29	N60° 00' 42"E	32°08'41"	105.00	30.22	58.85	58.08	4.26	4.10	3+313.06	3+282.84	3+341.68	8822205.48	372096.87
Pl: 30	N45° 03' 23"E	62°01'18"	30.00	19.03	32.47	30.91	5.00	4.29	3+376.10	3+358.07	3+390.54	8822221.04	372159.60
Pl: 31	N31° 03' 03"E	34°00'38"	60.00	19.35	35.82	35.10	2.74	2.62	3+434.58	3+418.23	3+451.84	8822281.28	372174.88
Pl: 32	N67° 11' 40"E	38°16'35"	80.00	27.78	53.44	52.48	4.88	4.42	3+509.65	3+481.88	3+535.33	8822332.18	372231.31
Pl: 33	N60° 56' 55"E	50°46'04"	40.00	18.98	35.44	34.29	4.27	3.88	3+600.67	3+581.69	3+617.13	8822338.11	372324.22
Pl: 34	N24° 28' 13"E	22°11'20"	150.00	29.41	58.09	57.73	2.88	2.80	3+730.72	3+701.30	3+759.40	8822445.95	372401.32
Pl: 35	N54° 17' 35"E	81°50'04"	50.00	43.34	71.41	65.50	18.17	12.22	3+944.46	3+901.11	3+972.53	8822654.60	372450.94
Pl: 36	S72° 30' 29"E	24°33'49"	80.00	17.42	34.30	34.04	1.87	1.83	4+007.12	3+989.70	4+024.00	8822647.53	372528.55
Pl: 37	S59° 02' 21"E	28°41'48"	105.00	24.91	48.92	48.48	2.92	2.84	4+174.83	4+149.92	4+198.84	8822840.51	372657.05
Pl: 38	S84° 50' 47"E	24°55'03"	105.00	23.20	45.66	45.30	2.53	2.47	4+265.89	4+242.69	4+288.35	8822812.69	372744.71
Pl: 39	S82° 51' 39"E	28°53'20"	105.00	27.05	52.94	52.39	3.43	3.32	4+377.64	4+350.59	4+403.53	8822826.99	372856.27
Pl: 40	S58° 30' 29"E	19°49'00"	150.00	26.20	51.88	51.82	2.27	2.24	4+509.09	4+481.89	4+533.77	8822479.58	372979.85

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
Pl: 41	S79° 12' 13"E	61°12'28"	45.00	26.62	48.07	45.82	7.28	6.27	4+617.29	4+590.67	4+638.74	8822406.02	373060.95
Pl: 42	N46° 57' 09"E	46°28'49"	40.00	17.18	32.45	31.57	3.53	3.25	4+656.01	4+638.84	4+671.29	8822420.89	373102.24
Pl: 43	N1° 55' 59"W	51°17'26"	30.00	14.40	26.86	25.97	3.28	2.96	4+754.91	4+740.51	4+767.36	8822513.18	373142.78
Pl: 44	N50° 17' 29"W	45°25'34"	70.00	29.30	55.50	54.06	5.88	5.43	4+797.09	4+767.79	4+823.29	8822552.30	373122.35
Pl: 45	S52° 57' 31"E	14°32'07"	105.00	13.39	26.64	26.57	0.85	0.84	4+059.15	4+045.76	4+072.39	8822621.43	372574.17

Fuente: Propio

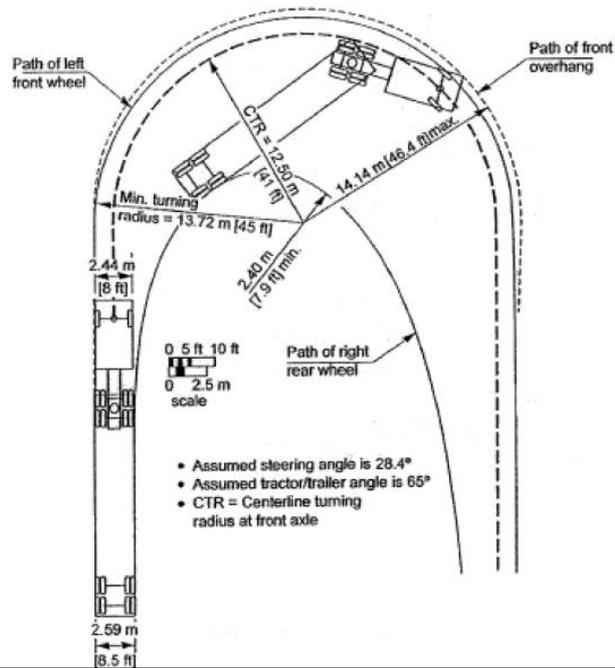


Ilustración 29. Trayectoria mínima de inflexión para el vehículo tipo WB – 19 (AASHTO), equivalente al tipo de vehículo T3S2 (Reglamento Nacional de Vehículos - 2003).
Fuente: Propio

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. CLASIFICACION.

CLASIFICACIÓN POR DEMANDA

Con IMDA (Indice Medio Diario Anual)

mayor o igual a 4001 veh/día

4001 veh/día

Autopista de segunda clase

Ancho Carril minimo	3.60
Separador minimo	6.0 - 1.0
Rodadura debe ser	Pavimentada
Cant. Minima de carriles	2

menor o igual a 4000 veh/día

1474 veh/día

Carretera de segunda clase

Ancho carril minimo	3.30
Rodadura debe ser	Pavimentada
Cant. Minima de carriles	2

CLASIFICACIÓN POR OROGRAFIA

Pendientes transversales **51% y 100%**

Pendientes longitudinales **6% y 8%**

Terreno accidentado (Tipo 3)

4.2.2. VELOCIDAD DE DISEÑO.

Clasificación	Carretera	▼
Tipo	Segunda Clase	▼
Orografía	Accidentado	▼
Rangos de la Velocidad	50-60-70	

m/s

4.2.3. DISEÑO EN PLANTA.

Longitud de Tramos en Tangente

V (Km/h)	L min. S (m)	L min. O (m)	L max (m)
60	83	167	1002

Radios minimos Peraltes

Ubicación de la via

Área rural (accidentada o escarpada) ▼

Radio minimo	: 105 m	Peralte máx.	: 12 %
Radio diseño	105 m	Peralte diseño	12 %

Longitud de Espiral

A min	: 72.89	L min	: 50.60
CONDICIONES			
Le ≥ 30 m	: 50.00	OK	
Le ≤ 1.5*Le	: 75.90		
R/3 ≤ A ≤ R	: 35.00		
Le ≥ Lmin P%	: 38.00		

CURVA DE ESPIRAL QUE PUEDE PRESCINDIR

325

Sobre Ancho

Ómnibus de dos ejes (B2) ▼

N ° Carriles	L	Sa	Lt Sa
2	10.55	1.7	38

Longitud Minima de Peralte

Pi	:	-2.0 %
B	:	3.3
ip max	:	1.2 %
Pf	:	12 %
Lmin P%	:	38

4.2.4. DISEÑO EN PERFIL.

Pendiente Maximo

Velocidad diseño = 60 Km/h

Equivalencia = 15

8 %

Distancia de visibilidad de parada Dp

Dp Analisis de IDA						Dp Analisis de RETORNO						Dp E
PIV	S1	S2	Dp S1	Dp S2	Dp E	PIV	S1	S2	Dp S1	Dp S2	Dp E	Dp
1	-1	-8	75	86	86	1	1	8	73	66	73	86
2	-8	-1	86	75	86	2	8	1	66	73	73	86
3	-1	-7	75	84	84	3	1	7	73	67	73	84
4	-7	-1	84	75	84	4	7	1	67	73	73	84
5	-1	-5	75	81	81	5	1	5	73	69	73	81
6	-5	-2	81	76	81	6	5	2	69	72	72	81
7	-2	-6	76	82	82	7	2	6	72	68	72	82
8	-6	-7	82	84	84	8	6	7	68	67	68	84
9	-7	-3	84	78	84	9	7	3	67	71	71	84
10	-3	-7	78	84	84	10	3	7	71	67	71	84
11	-7	-1	84	75	84	11	7	1	67	73	73	84
12	-1	-5	75	81	81	12	1	5	73	69	73	81
13	-5	-1	81	75	81	13	5	1	69	73	73	81

Distancia de visibilidad Da

Da E
Da
290

Longitud Minima Curva Vertical

Longitud minima de curva vertical				
PIV	K	Convexa	Concava	Civil 3D
1	88.9	622		622
2	17.6		123	123
3	88.8	533		533
4	17		102	102
5	89	356		356
6	20		60	60
7	89	356		356
8	89	178		178
9	17		68	68
10	89	356		356
11	17		102	102
12	89	356		356
13	16.3		65	65

4.2.5. VISIBILIDAD.

DATOS					Lmin de curva vertical según visibilidad de parada Dp								
PIV	S1	S2	A	TIPO CURVA	Dp E	Convexa		Concava		Lmin	Lmin R	Lmin VD	Lmin Absoluto
						Dp>L	Dp<L	Dp>L	Dp<L				
1	-1	-8	7	Convexa	86	114.29	128.15			128.15	128.00	60	128.00
2	-8	-1	7	Concava	86			111.86	122.97	122.97	123.00	60	123.00
3	-1	-7	6	Convexa	84	100.67	104.79			104.79	105.00	60	105.00
4	-7	-1	6	Concava	84			99	102.26	102.26	102.00	60	102.00
5	-1	-5	4	Convexa	81	61	64.96			64.96	65.00	60	65.00
6	-5	-2	3	Concava	81			27.5	48.781	48.781	49.00	60	60.00
7	-2	-6	4	Convexa	82	63	66.574			66.574	67.00	60	67.00
8	-5	-7	2	Convexa	84	-34	34.931			34.931	35.00	60	60.00
9	-7	-3	4	Concava	84			64.5	68.174	68.174	68.00	60	68.00
10	-3	-7	4	Convexa	84	67	69.861			69.861	70.00	60	70.00
11	-7	-1	6	Concava	84			99	102.26	102.26	102.00	60	102.00
12	-1	-5	4	Convexa	81	61	64.96			64.96	65.00	60	65.00
13	-5	-1	4	Concava	81			61.125	65.041	65.041	65.00	60	65.00

Lmin de curva vertical según visibilidad de paso Da						
Da E	Convexa		Lmin	Lmin R	Lmin VD	Lmin Absoluto
	Da>L	Da<L				
290	444.86	622.3	622.3	622.00	60	622.00
290					60	60.00
290	422.33	533.4	533.4	533.00	60	533.00
290					60	60.00
290	343.5	355.6	355.6	356.00	60	356.00
290					60	60.00
290	343.5	355.6	355.6	356.00	60	356.00
290	107	177.8	177.8	178.00	60	178.00
290					60	60.00
290	343.5	355.6	355.6	356.00	60	356.00
290					60	60.00
290	343.5	355.6	355.6	356.00	60	356.00
290					60	60.00

4.2.6. DISEÑO EN SECCIÓN.

Ancho mínimo de calzada

Velocidad diseño = 60 Km/h

Equivalencia = 15

6.60 m

Ancho de bermas

Velocidad diseño = 60 Km/h
Equivalencia = 15

1.20 m

Bombeo

Precipitación > 500 mm/año

Pavimento asfáltico y/o concreto

2.50

Inclinación de bermas

Pavimento o tratamiento

4 %

4.2.7. ANALISIS DE CUMPLIMIENTO DE LOS PARAMETROS

PARAMETRO: *LONGITUD MINIMA EN TANGENTE*

N° Tangente	Insitu	Diseño	Cumplimiento
1	0.01	83	NO
2	131.39	83	SI
3	54.86	83	NO
4	105.23	83	SI
5	16.64	83	NO
6	47.76	83	NO
7	47.68	83	NO
8	18.86	83	NO
9	238.81	83	SI
10	44.92	83	NO
11	125.65	83	SI
12	14.14	83	NO
13	124.09	83	SI
14	136.05	83	SI
15	58.9	83	NO
16	59.72	83	NO
17	84.12	83	SI

PARAMETRO: LONGITUD MINIMA EN TANGENTE

N° Tangente	Insitu	Diseño	Cumplimiento
18	39.52	83	NO
19	49.37	83	NO
20	69.52	83	NO
21	30.84	83	NO
22	122.62	83	SI
23	88.45	83	SI
24	109.07	83	SI
25	145.4	83	SI
26	87.13	83	SI
27	32.83	83	NO
28	37.26	83	NO
29	27.1	83	NO
30	16.38	83	NO
31	25.69	83	NO
32	30.04	83	NO
33	46.36	83	NO
34	84.17	83	SI
35	141.72	83	SI
36	17.18	83	NO
37	43.85	83	NO
38	62.24	83	NO
39	78.36	83	NO
40	56.9	83	NO
41	0.1	83	NO
42	69.22	83	NO
43	0.43	83	NO
44	60.41	83	NO
45	116.29	83	SI

% CUMPLIMIENTO	33.3%
-----------------------	-------

PARAMETRO: RADIO

N° PI	Insitu	Diseño	Cumplimiento
1	105.5	105	SI
2	85	105	NO
3	90	105	NO

PARAMETRO: RADIO

N° PI	Insitu	Diseño	Cumplimiento
4	35	105	NO
5	35	105	NO
6	35	105	NO
7	28	105	NO
8	28	105	NO
9	30	105	NO
10	30	105	NO
11	25	105	NO
12	50	105	NO
13	105	105	SI
14	34	105	NO
15	100	105	NO
16	60	105	NO
17	105	105	SI
18	28	105	NO
19	105	105	SI
20	90	105	NO
21	60	105	NO
22	105	105	SI
23	105	105	SI
24	105	105	SI
25	35	105	NO
26	60	105	NO
27	50	105	NO
28	80	105	NO
29	105	105	SI
30	30	105	NO
31	60	105	NO
32	80	105	NO
33	40	105	NO
34	150	105	SI
35	50	105	NO
36	80	105	NO
37	105	105	SI
38	105	105	SI
39	105	105	SI
40	150	105	SI
41	45	105	NO
42	40	105	NO
43	30	105	NO

PARAMETRO: RADIO

N° PI	Insitu	Diseño	Cumplimiento
44	70	105	NO
45	105	105	SI

% CUMPLIMIENTO	31.1%
----------------	-------

PARAMETRO: SOBREANCHO

N° PI	Insitu	Diseño	Cumplimiento
1	1.8	1.7	SI
2	1.1	1.7	NO
3	1.1	1.7	NO
4	1.4	1.7	NO
5	1.1	1.7	NO
6	1.2	1.7	NO
7	1.4	1.7	NO
8	1.2	1.7	NO
9	1.5	1.7	NO
10	1.3	1.7	NO
11	1.5	1.7	NO
12	1.5	1.7	NO
13	1.2	1.7	NO
14	1.8	1.7	SI
15	1.1	1.7	NO
16	1.3	1.7	NO
17	1.1	1.7	NO
18	1.8	1.7	SI
19	1.2	1.7	NO
20	1.2	1.7	NO
21	1.4	1.7	NO
22	1.4	1.7	NO
23	1.2	1.7	NO
24	1.3	1.7	NO
25	1.4	1.7	NO
26	1.5	1.7	NO
27	1.5	1.7	NO
28	1.4	1.7	NO
29	1.3	1.7	NO
30	1.5	1.7	NO
31	1.2	1.7	NO

PARAMETRO: SOBREENCHO

N° PI	Insitu	Diseño	Cumplimiento
32	1.4	1.7	NO
33	1.5	1.7	NO
34	1.5	1.7	NO
35	1.8	1.7	SI
36	1.8	1.7	SI
37	1.2	1.7	NO
38	1.5	1.7	NO
39	1.5	1.7	NO
40	1.4	1.7	NO
41	1.4	1.7	NO
42	1.7	1.7	SI
43	1.7	1.7	SI
44	1.7	1.7	SI
45	1.7	1.7	SI

% CUMPLIMIENTO	20.0%
----------------	-------

PARAMETRO: CURVA DE TRANSICIÓN

N° PI	Insitu	Diseño	Cumplimiento
1	0	50	NO
2	0	50	NO
3	0	50	NO
4	0	50	NO
5	0	50	NO
6	0	50	NO
7	0	50	NO
8	0	50	NO
9	0	50	NO
10	0	50	NO
11	0	50	NO
12	0	50	NO
13	0	50	NO
14	0	50	NO
15	0	50	NO
16	0	50	NO

CURVA DE
PARAMETRO: TRANSICIÓN

N° PI	Insitu	Diseño	Cumplimiento
17	0	50	NO
18	0	50	NO
19	0	50	NO
20	0	50	NO
21	0	50	NO
22	0	50	NO
23	0	50	NO
24	0	50	NO
25	0	50	NO
26	0	50	NO
27	0	50	NO
28	0	50	NO
29	0	50	NO
30	0	50	NO
31	0	50	NO
32	0	50	NO
33	0	50	NO
34	0	50	NO
35	0	50	NO
36	0	50	NO
37	0	50	NO
38	0	50	NO
39	0	50	NO
40	0	50	NO
41	0	50	NO
42	0	50	NO
43	0	50	NO
44	0	50	NO
45	0	50	NO

% CUMPLIMIENTO	0.0%
----------------	------

RELACIÓN DE RADIOS DE CURVAS
PARAMETRO: CONSECUTIVAS

N° PI	Entrada	Salida	Cumplimiento
1	105.5	85	NO

RELACIÓN DE RADIOS DE CURVAS
PARAMETRO: CONSECUTIVAS

N° PI	Entrada	Salida	Cumplimiento
2	85	90	NO
3	90	35	SI
4	35	35	NO
5	35	35	NO
6	35	28	NO
7	28	28	NO
8	28	30	NO
9	30	30	NO
10	30	25	NO
11	25	50	SI
12	50	105	SI
13	105	34	SI
14	34	100	SI
15	100	60	SI
16	60	105	SI
17	105	28	SI
18	28	105	SI
19	105	90	NO
20	90	60	SI
21	60	105	SI
22	105	105	NO
23	105	105	NO
24	105	35	SI
25	35	60	SI
26	60	50	NO
27	50	80	SI
28	80	105	NO
29	105	30	SI
30	30	60	SI
31	60	80	NO
32	80	40	SI
33	40	150	SI
34	150	50	SI
35	50	80	SI
36	80	105	NO
37	105	105	NO
38	105	105	NO
39	105	150	NO
40	150	45	SI

RELACIÓN DE RADIOS DE CURVAS
PARAMETRO: CONSECUTIVAS

N° PI	Entrada	Salida	Cumplimiento
41	45	40	NO
42	40	30	NO
43	30	70	SI
44	70	105	SI

% CUMPLIMIENTO	52.3%
----------------	-------

LONGITUD MINIMA DE CURVA
PARAMETRO: VERTICAL

N° PI	In situ	Diseño	Cumplimiento
1	150	622	NO
2	150	123	SI
3	150	533	NO
4	150	102	SI
5	150	356	NO
6	150	60	SI
7	150	356	NO
8	150	178	NO
9	150	68	SI
10	150	356	NO
11	150	102	SI
12	150	356	NO
13	150	65	SI

% CUMPLIMIENTO	46.2%
----------------	-------

PARAMETRO: BOMBEO

In situ	Diseño	Cumplimiento
---------	--------	--------------

2.50	2.50	SI
------	------	----

% CUMPLIMIENTO	100.0%
----------------	--------

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

El Diseño Geométrico de la carretera Nacional PE-3N, tramo: KM. 136+000 - KM. 141+000, no cumple con las características geométricas establecidas en el Manual de Carreteras DG-2018, por el desconocimiento de la Norma y diseñar con Normas desactualizadas.

4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

Mediante la evaluación de los parámetros evaluados y estudiados se obtiene la Grafica 23. Donde se detalla el diseño geométrico de la carretera Nacional PE-3N, tramo: KM. 136+000 - KM. 141+000. El cual en promedio general se evidencia EL NO CUMPLIMIENTO de la Norma de Carreteras DG-2019. Por ello se da validez a la hipótesis planteada en la presente.

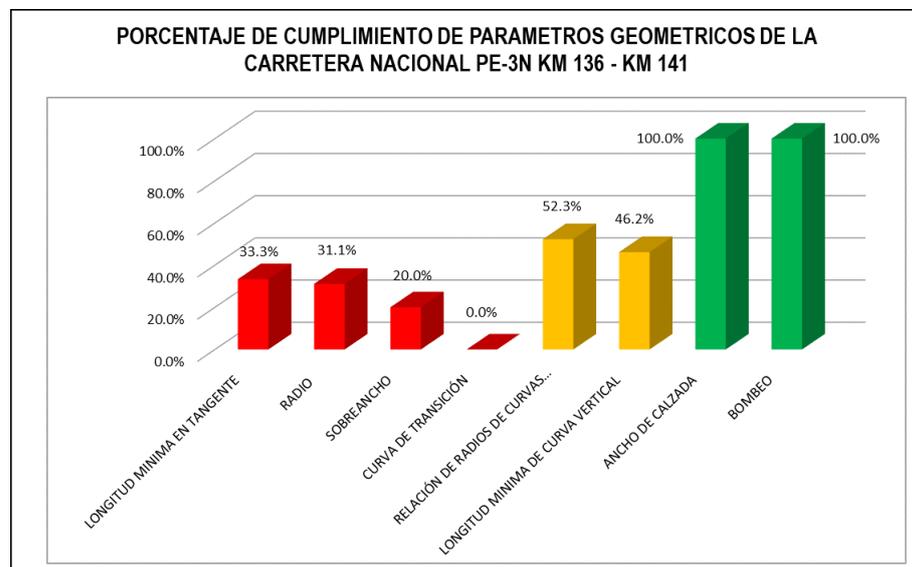


Grafico 23. % De cumplimiento de parámetros Geométricos de la Carretera
Fuente: Elaboración Propia

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

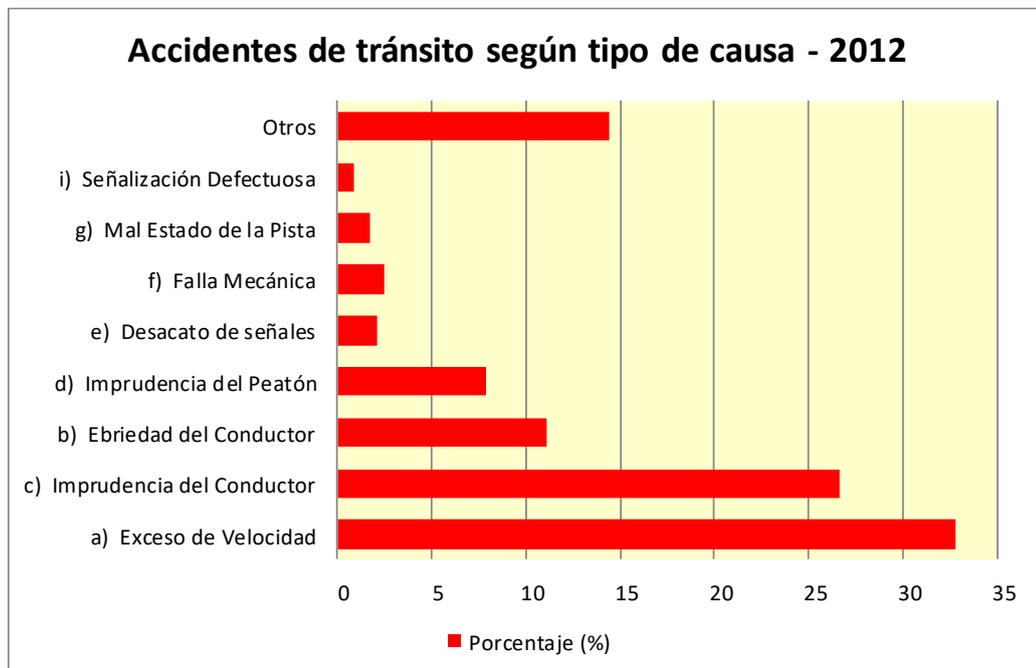
Tabla 23. Tabla de % de evaluación de parámetros geométricas de diseño

PARAMETROS	% CUMPLIMIENTO
LONGITUD MINIMA EN TANGENTE	33.3%
RADIO	31.1%
SOBREANCHO	20.0%
CURVA DE TRANSICIÓN	0.0%
RELACIÓN DE RADIOS DE CURVAS CONSECUTIVAS	52.3%
LONGITUD MINIMA DE CURVA VERTICAL	46.2%
ANCHO DE CALZADA	100.0%
BOMBEO	100.0%
PROMEDIO	47.9%

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- Luego de la evaluación y el análisis del diseño geométrico de la carretera Nacional PE-3N, tramo: KM. 136+000 - KM. 141+000, se encontró que varios tramos, los parámetros del diseño geométrico no cumple con el Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018.
- El IMDA para la cual fue diseñada a un inicio la carretera fue de 1474 v/d.
- Luego de haber realizado y procesado el levantamiento topográfico se determinó que la orografía del tramo en estudio es Accidentada (Tipo 3).
- El grado de cumplimiento del Manual de Carreteras es Malo, debido a que se obtuvo un 47.9 % de cumplimiento y de acuerdo a las estadísticas para este tipo de tesis se considera bueno (100 % - 90 %), Regular (90 % - 60 %) y Malo (60 % - 0 %).
- De acuerdo al INEI los factores para que se produzcan los accidentes de tránsito son:



RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un estudio de tráfico para poder saber si el tramo en estudio ya está congestionado.
- Al realizar el diseño geométrico de una carretera en el Perú, se recomienda, en forma complementaria a la norma peruana, el uso de normas extranjeras, por ejemplo, la norma AASHTO. Además, enfatizar que el especialista debe de verificar que los conceptos y valores que se encuentren en el Manual de Carreteras, sean los adecuados para el proyecto.
- Luego de haber revisado y analizado el Manual DG-2018, se encontraron algunos vacíos en la norma, por lo que se recomienda incluir tablas y nomogramas para aquellas carreteras que presenten neblina, nos brinda una clasificación para trochas carrozables; pero no hay tablas ni nomogramas para obtener sus parámetros geométricos.
- Se recomienda que en los planos en planta se debe mandar bien detallado en donde se incluya los cuadros de replanteo para las curvas circulares y curvas de transición.

BIBLIOGRÁFICAS

1. American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, “Geometric Design of Highways and Streets”, Washington, DC, USA, 2011.
2. MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lima-Canta - La Viuda –Unish, tramo Lima – Canta”, Volumen 1, Perú 2011.
3. MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual de carreteras- Diseño Geométrico DG-2014”, Perú, 2014.
4. MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito”, Perú, 2016.
5. Ministerio de Fomento, Norma 3.1- IC “Trazado” de la Instrucción de Carreteras, España, 2016.
6. Ministerio de Obras Públicas, “Manual de carreteras “volumen n°3 Instrucciones y criterios de diseño, Chile, 2002.

ANEXOS

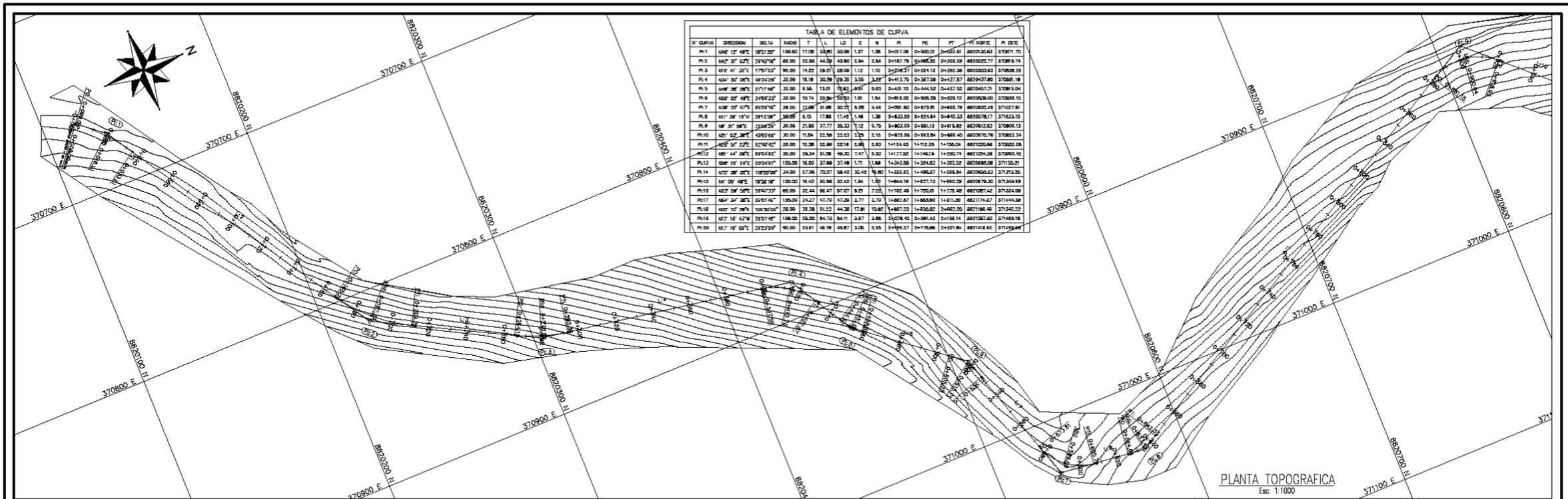
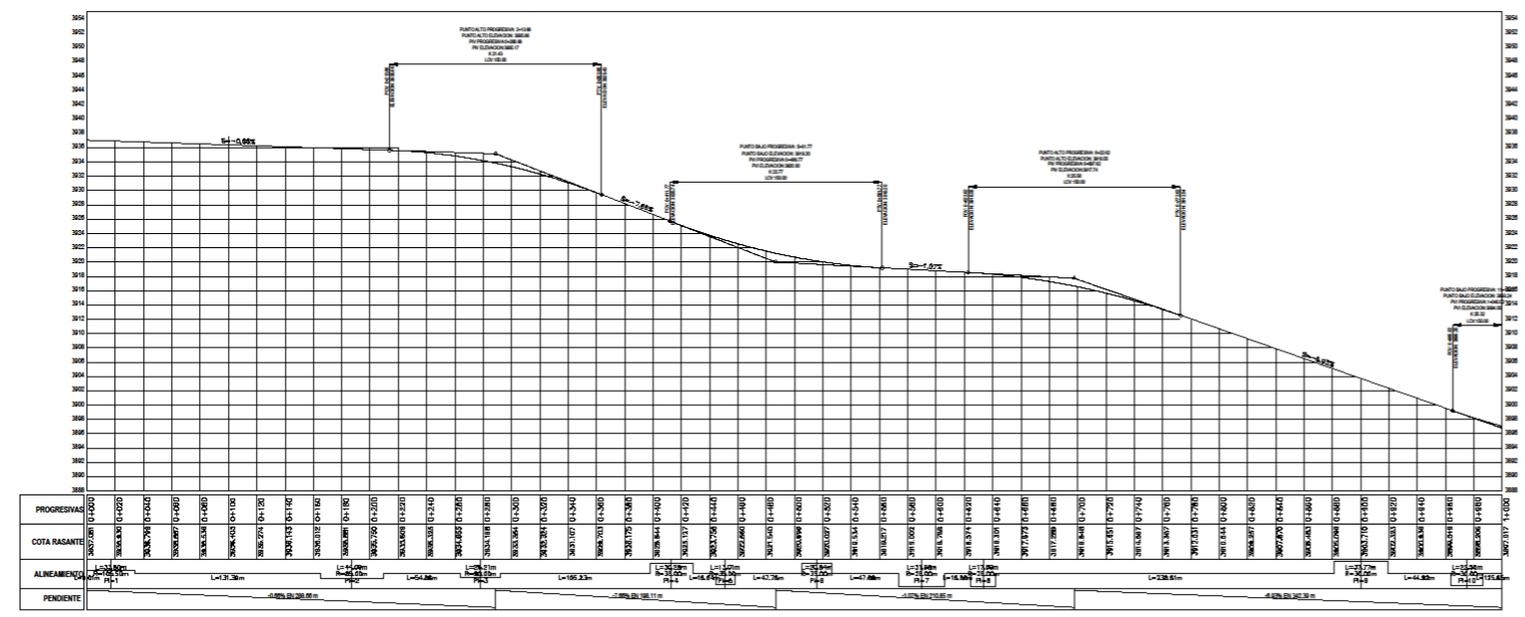


Tabla de Elementos de Curva

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LD	E	M	PC	PT	PI	PE	PIV	PIV2
PC-1	180° 12' 48"	180° 12' 48"	100.00	17.08	33.80	33.80	1.37	1.36	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00
PC-2	180° 31' 54"	180° 31' 54"	60.00	23.96	44.39	44.39	2.84	2.84	0+187.78	0+187.78	0+187.78	0+187.78	0+187.78	0+187.78
PC-3	88° 41' 32"	179° 17' 52"	90.00	14.22	28.01	28.01	1.12	1.12	0+274.37	0+274.37	0+274.37	0+274.37	0+274.37	0+274.37
PC-4	104° 30' 00"	48° 24' 24"	30.00	16.18	30.29	30.29	3.29	3.29	0+413.79	0+413.79	0+413.79	0+413.79	0+413.79	0+413.79
PC-5	180° 28' 24"	180° 28' 24"	30.00	17.77	35.54	35.54	3.83	3.83	0+444.10	0+444.10	0+444.10	0+444.10	0+444.10	0+444.10
PC-6	180° 02' 48"	180° 02' 48"	30.00	17.77	35.54	35.54	3.83	3.83	0+480.30	0+480.30	0+480.30	0+480.30	0+480.30	0+480.30
PC-7	102° 22' 36"	82° 28' 36"	30.00	12.88	25.76	25.76	2.88	2.88	0+516.50	0+516.50	0+516.50	0+516.50	0+516.50	0+516.50
PC-8	181° 28' 18"	181° 28' 18"	30.00	17.77	35.54	35.54	3.83	3.83	0+552.70	0+552.70	0+552.70	0+552.70	0+552.70	0+552.70
PC-9	180° 31' 54"	180° 31' 54"	30.00	17.77	35.54	35.54	3.83	3.83	0+588.90	0+588.90	0+588.90	0+588.90	0+588.90	0+588.90
PC-10	180° 02' 48"	180° 02' 48"	30.00	17.77	35.54	35.54	3.83	3.83	0+625.10	0+625.10	0+625.10	0+625.10	0+625.10	0+625.10
PC-11	102° 22' 36"	82° 28' 36"	30.00	12.88	25.76	25.76	2.88	2.88	0+661.30	0+661.30	0+661.30	0+661.30	0+661.30	0+661.30
PC-12	180° 44' 00"	180° 44' 00"	30.00	18.84	37.68	37.68	4.47	4.47	0+697.50	0+697.50	0+697.50	0+697.50	0+697.50	0+697.50
PC-13	180° 18' 12"	180° 18' 12"	150.00	16.20	32.40	32.40	1.17	1.17	0+733.70	0+733.70	0+733.70	0+733.70	0+733.70	0+733.70
PC-14	102° 28' 24"	180° 28' 24"	30.00	12.88	25.76	25.76	2.88	2.88	0+770.00	0+770.00	0+770.00	0+770.00	0+770.00	0+770.00
PC-15	180° 02' 48"	180° 02' 48"	100.00	16.42	32.84	32.84	1.34	1.34	0+806.20	0+806.20	0+806.20	0+806.20	0+806.20	0+806.20
PC-16	180° 02' 48"	180° 02' 48"	60.00	23.44	46.87	46.87	2.25	2.25	0+842.40	0+842.40	0+842.40	0+842.40	0+842.40	0+842.40
PC-17	180° 34' 36"	180° 34' 36"	100.00	16.42	32.84	32.84	1.34	1.34	0+878.60	0+878.60	0+878.60	0+878.60	0+878.60	0+878.60
PC-18	180° 18' 12"	180° 18' 12"	30.00	17.77	35.54	35.54	3.83	3.83	0+914.80	0+914.80	0+914.80	0+914.80	0+914.80	0+914.80
PC-19	180° 18' 12"	180° 18' 12"	30.00	17.77	35.54	35.54	3.83	3.83	0+951.00	0+951.00	0+951.00	0+951.00	0+951.00	0+951.00

PLANTA TOPOGRAFICA
Esc. 1:1000

PERFIL DE CARRETERA PE-3N
136+000.00 - 137+000.00



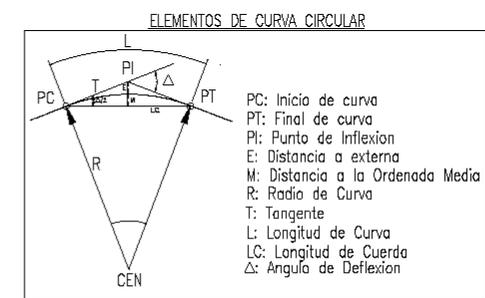
PERFIL LONGITUDINAL
Esc. H 1:1000
Esc. V 1:200

DATOS DE DISEÑO

INDICE MEDIO DIARIO	: 1474 veh/día
VELOCIDAD DIRECTA	: 60 km/h
PENDIENTE MINIMA	: 0.50 %
PENDIENTE MAXIMA	: 8.50 %
RADIO MINIMO CURVATURA	: 105.00 mts.
RADIO MINIMO EXCEPCIONAL	: 105.00 mts.
SUPERFICIE DE RODAJERAS	: 6.50 mts.
ANCHO DE BERMA	: No considerado
SEÑALIZACION	: 2.50 m
PENALTE MINIMO	: 2.50 m
PENALTE MAXIMO NORMAL	: 12.00 m
PENALTE MAXIMO EXCEPCIONAL	: 12.00 m
TALUD EN RELIEVO	: 1:1
ESPESES DE AFERRADO	: 1:1
CUNETAS	: 1.30 x 0.60 mts.

LEYENDA

- Posición de BM
- Posición de Diferencia
- Inicio/Fin de trazo en curva
- Elevación @ 20m
- Elevación @ 10m
- Posición de Punto de Intersección
- Intersección
- Bordes
- Planchales de cruces
- Eje de Carretera
- Canal de riego
- Curvas Nuevas
- Curvas Secundarias
- Defletores
- Chimberos
- Componentes
- Nota Geométrica
- Pista
- Cruce



NOTAS:
1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84.
2.- ELEVACIONES EN MSNM.
3.- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE DOS METROS.

UNDA
SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA PE-3N KM 136 - KM 141

UBICACION: PASCÓ
REGION: PASCÓ
PROVINCIA: PASCÓ
DISTRITO: SAN JUAN

PLANO: PLANTA Y PERFIL
LAMINA N°: PP-01

DISEÑO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ
DIBUJO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: SETIEM. 2019

DATUM: WGS 84
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
HEMISFERIO: Sur
ZONA: 17

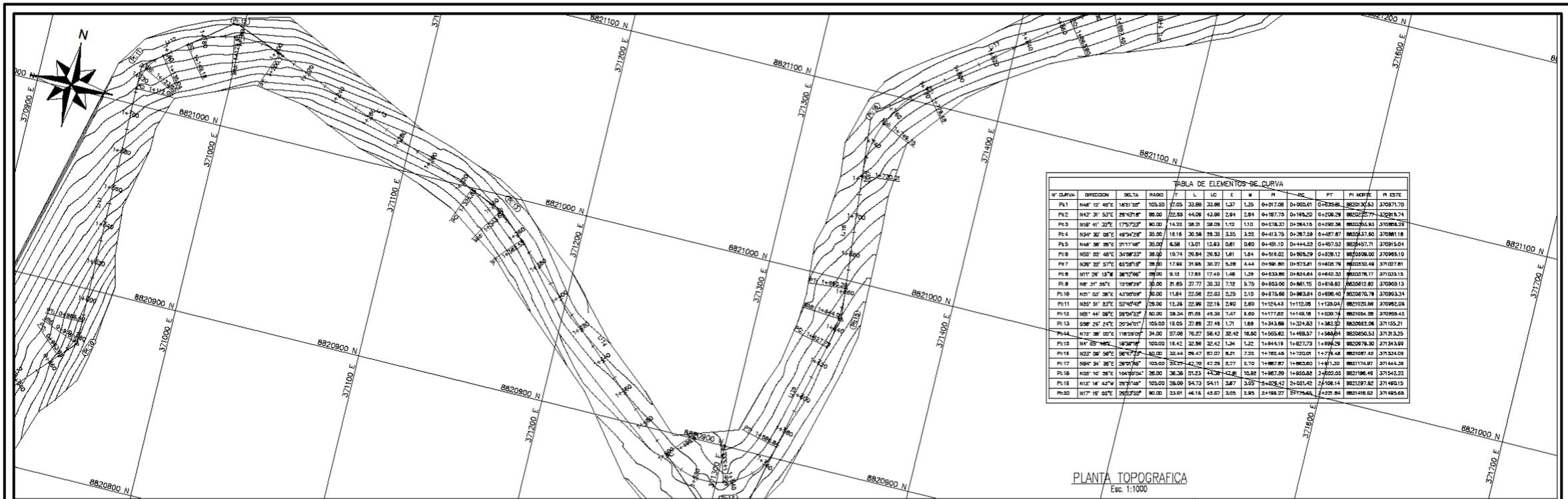


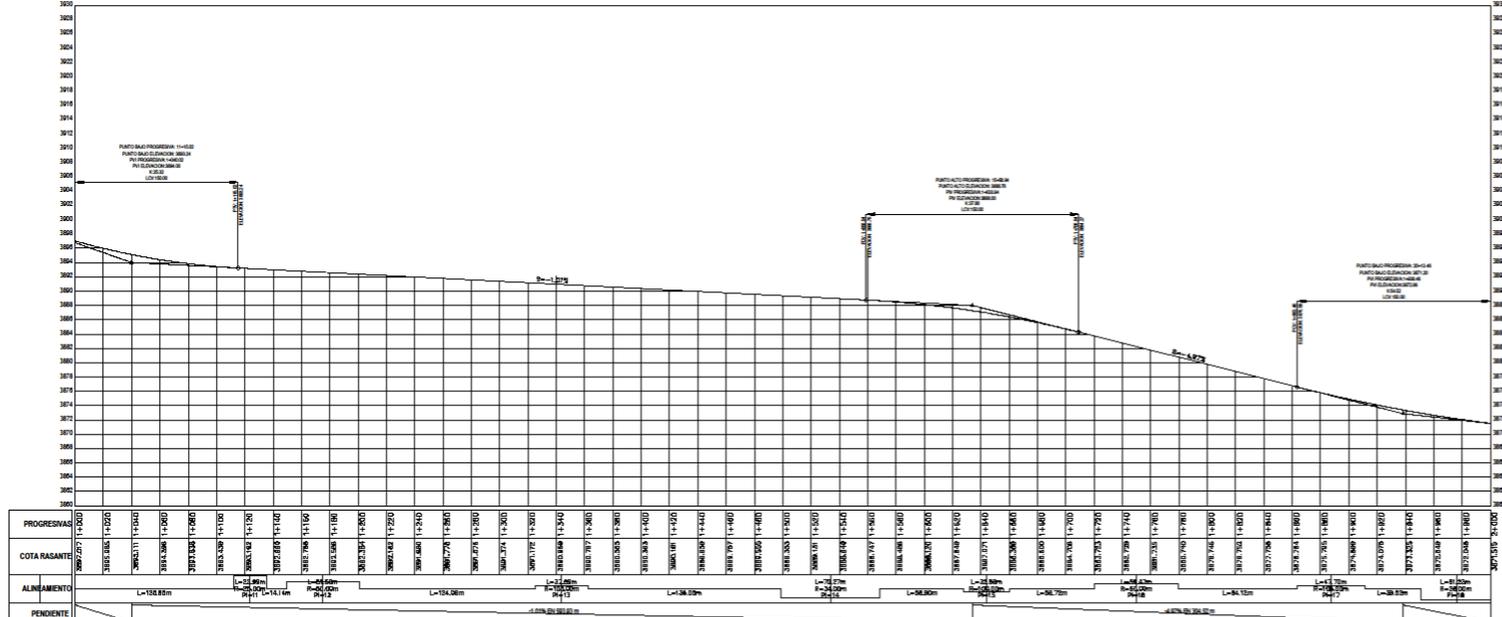
Tabla de Elementos de Curva

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PC	PT	PI	PI NORTE	R ESTE
PE1	N44° 12' 48"E	140° 10'	105.50	17.05	33.89	33.68	1.37	1.35	0+917.08	0+950.61	0+925.84	882035.63	370871.70
PE2	N42° 31' 53"E	28° 43' 18"	88.00	22.55	44.09	43.88	2.94	2.84	0+957.75	0+990.28	0+975.02	882057.77	370917.74
PE3	N34° 41' 32"E	175° 52' 30"	80.00	14.02	28.04	28.04	1.10	1.10	0+978.37	0+984.15	0+981.26	882063.93	370935.29
PE4	N34° 30' 05"E	48° 54' 28"	30.00	15.16	30.36	29.35	3.55	3.28	0+913.75	0+987.58	0+950.67	882037.80	370881.18
PE5	N44° 38' 28"E	21° 17' 48"	30.00	6.58	13.01	12.83	0.81	0.80	0+991.10	0+944.52	0+967.81	882045.71	370915.04
PE6	N55° 02' 48"E	33° 08' 33"	30.00	10.74	20.84	20.53	1.81	1.84	0+918.62	0+959.29	0+938.92	882038.00	370955.10
PE7	N30° 22' 57"E	65° 08' 18"	28.00	17.98	35.86	35.27	5.28	4.44	0+968.80	0+975.81	0+972.31	882032.48	370927.81
PE8	N17° 21' 15"W	38° 12' 06"	28.00	9.13	17.83	17.40	1.48	1.39	0+933.86	0+834.64	0+884.23	882028.17	370933.15
PE9	N8° 31' 28"E	72° 08' 28"	30.00	21.85	37.77	38.32	7.12	5.75	0+803.00	0+861.15	0+832.08	882012.82	370909.13
PE10	N21° 03' 28"E	43° 09' 09"	30.00	11.84	23.56	23.02	2.25	2.10	0+875.68	0+863.84	0+869.76	882087.78	370953.34
PE11	N35° 31' 53"E	32° 45' 04"	28.00	12.26	24.59	23.16	2.80	2.80	1+125.43	1+112.06	1+118.74	882029.86	370965.08
PE12	N07° 44' 04"E	28° 04' 02"	80.00	28.34	56.68	49.26	2.47	2.80	1+177.82	1+148.18	1+163.00	882056.28	370959.42
PE13	S28° 23' 24"E	20° 24' 07"	105.00	18.05	37.88	37.48	1.71	1.68	1+343.88	1+324.83	1+334.32	882082.28	371051.21
PE14	N7° 38' 02"E	178° 58' 02"	34.00	57.08	78.27	58.42	30.48	16.80	1+565.82	1+468.57	1+517.20	882050.52	371313.25
PE15	N4° 05' 48"E	183° 01' 18"	100.00	18.42	36.89	35.42	1.34	1.32	1+844.18	1+827.73	1+835.96	882078.30	371343.89
PE16	N23° 00' 59"E	36° 47' 25"	80.00	33.44	66.87	67.02	8.21	7.21	1+785.48	1+730.01	1+757.74	882087.48	371333.08
PE17	N04° 34' 35"E	28° 07' 06"	105.00	23.27	47.20	47.28	8.27	5.70	1+887.87	1+863.60	1+875.74	882174.87	371444.38
PE18	N35° 10' 28"E	104° 50' 04"	28.00	38.38	51.23	42.28	10.82	10.82	1+987.80	1+850.82	2+020.05	882196.46	371542.22
PE19	N12° 18' 43"W	28° 37' 48"	105.00	28.09	56.17	54.11	3.87	3.85	2+020.42	2+051.42	2+106.14	882197.82	371680.15
PE20	N17° 16' 02"E	28° 37' 50"	80.00	23.81	46.18	45.87	3.05	2.85	2+188.27	2+178.64	2+229.84	882148.82	371885.68

PLANTA TOPOGRAFICA
Esc. 1:1000

PERFIL LONGITUDINAL
Esc. H 1:1000
Esc. V 1:200

PERFIL DE CARRETERA PE-3N
137+000.00 - 138+000.00

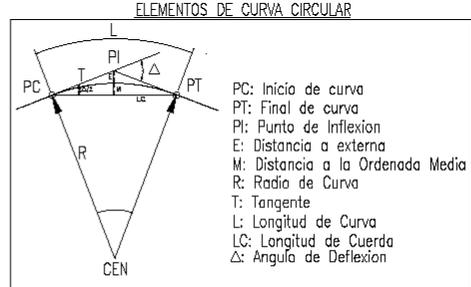


DATOS DE DISEÑO

INDICE MEDIO DIARIO	: 1 374 veh/día
VELOCIDAD DIRECTRIZ	: 60 km/h
PENDIENTE MÁXIMA	: 0.50 %
PENDIENTE MÍNIMA	: 0.50 %
RADIO MÍNIMO CURVATURA	: 105.00 mts
RADIO MÍNIMO EXCEPCIONAL	: 105.00 mts
SUPERFICIE DE RODAJERÍA	: 0.50 mts
ANCHO DE BERMA	: No especificado
SEÑALADO S	: 2.50 m
PERALTE MÍNIMO	: 2.50 %
PERALTE MÁXIMO NORMAL	: 12.00 %
PERALTE MÁXIMO EXCEPCIONAL	: 12.00 %
TALUD EN RELIEVO	: 1 : 1
ESPESOR DE ASFALTO	: 1 : 1
CUNETAS	: 1.30 x 0.60 mts

LEYENDA

- Posición de BM
- Posición de Diferencia
- Inicio/Fin de terreno en estudio
- Elevación @ 20m
- Elevación @ 10m
- Posición de Punto de Intersección
- Intersección
- Bordes
- Mezclas de cruces
- Eje de Carretera
- Canal de riego
- Curvas Nuestras
- Curvas Secundarias
- Bañero
- Cañales
- Componente
- Nota topográfica
- Fecha
- Cotas



- NOTAS:
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84.
 - ELEVACIONES EN MSNM.
 - LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE UN METRO.



UNDA

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA PE-3N KM 136 - KM 141

UBICACION: PASCAC

DEPARTAMENTO: PASCAC

REGION: PASCAC

PROVINCIA: PASCAC

DISTRICTO: SAN JUAN

DISEÑO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ

DIBUJO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ

PLANO: PLANTA Y PERFIL

INDICADA

FECHA: SETIEM. 2019

LAMINA N°: PP-02

SCALA: INDICADA

FECHA: SETIEM. 2019

DATUM: WGS 84

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM

HEMISFERIO: Sur

ZONA: 17

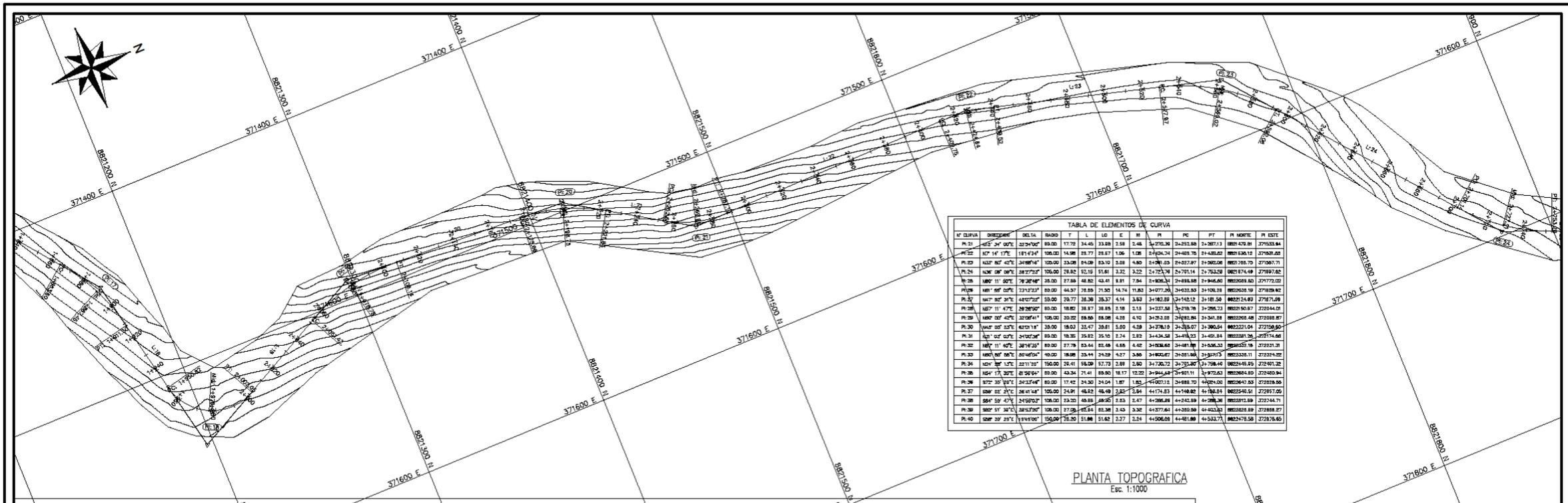
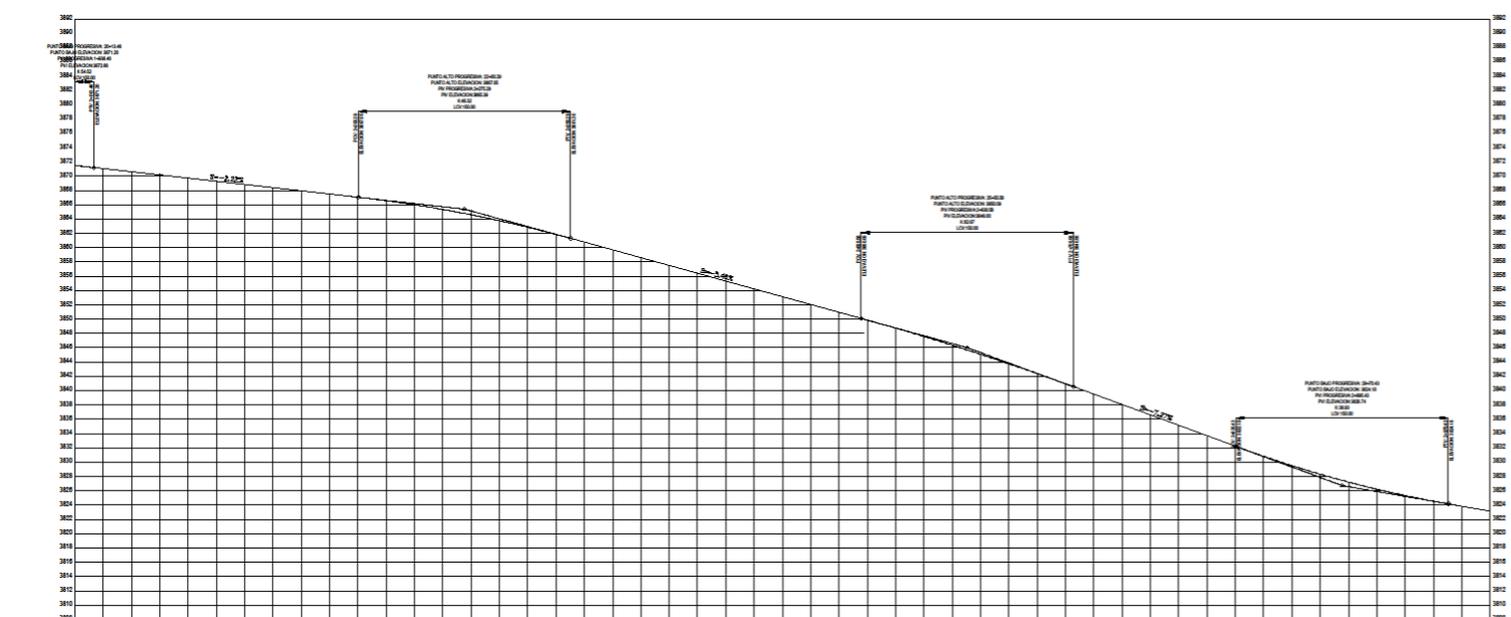


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RAIO	T	L	LO	E	M	PC	PT	PI	PI NORTE	PI ESTE
PC-21	N75° 24' 00" E	32° 54' 00"	80.00	17.70	34.45	33.88	5.88	5.48	3+275.36	3+287.13	3+281.24	371553.84	371553.84
PT-22	N7° 14' 17" E	181° 43' 47"	100.00	14.98	28.77	28.87	1.06	1.08	3+424.24	3+439.28	3+434.24	371601.00	371601.00
PC-23	S63° 02' 42" E	34° 08' 47"	100.00	33.09	66.09	63.10	2.99	4.80	3+579.83	3+627.87	3+603.85	371667.71	371667.71
PT-24	S26° 08' 08" E	287° 27' 27"	100.00	29.82	59.64	52.10	7.52	5.22	3+725.78	3+773.14	3+750.28	371734.98	371734.98
PC-25	S89° 11' 02" E	79° 30' 47"	100.00	17.88	35.76	35.82	0.06	0.06	3+871.66	3+889.54	3+880.60	371791.02	371791.02
PT-26	S61° 08' 08" E	223° 23' 27"	80.00	44.97	89.94	71.20	18.74	11.83	3+977.26	3+1025.20	3+1001.28	371857.92	371857.92
PC-27	S67° 11' 47" E	48° 27' 27"	80.00	29.77	59.54	38.37	21.17	3.83	3+1123.13	3+1171.07	3+1149.10	371924.82	371924.82
PT-28	S87° 11' 47" E	287° 27' 27"	80.00	18.85	37.70	38.85	1.05	1.13	3+217.88	3+236.73	3+227.33	372001.82	372001.82
PC-29	S67° 02' 42" E	32° 08' 47"	100.00	33.02	66.04	63.08	2.96	4.78	3+363.86	3+411.80	3+387.88	372068.72	372068.72
PT-30	S61° 08' 08" E	223° 23' 27"	80.00	44.97	89.94	35.81	5.00	4.39	3+509.81	3+557.75	3+536.84	372135.62	372135.62
PC-31	S61° 08' 08" E	223° 23' 27"	80.00	44.97	89.94	35.81	5.00	4.39	3+655.76	3+703.70	3+680.84	372202.52	372202.52
PT-32	S87° 11' 47" E	287° 27' 27"	80.00	18.85	37.70	38.85	1.05	1.13	3+801.71	3+820.56	3+811.27	372269.42	372269.42
PC-33	S67° 02' 42" E	32° 08' 47"	100.00	33.02	66.04	34.59	3.45	3.00	3+947.66	3+995.60	3+972.75	372336.32	372336.32
PT-34	S61° 08' 08" E	223° 23' 27"	80.00	44.97	89.94	34.59	3.45	3.00	3+1093.61	3+1141.55	3+1120.70	372403.22	372403.22
PC-35	S67° 02' 42" E	32° 08' 47"	100.00	33.02	66.04	34.59	3.45	3.00	3+239.56	3+287.50	3+264.65	372470.12	372470.12
PT-36	S87° 11' 47" E	287° 27' 27"	80.00	18.85	37.70	38.85	1.05	1.13	3+385.51	3+414.36	3+400.66	372537.02	372537.02
PC-37	S67° 02' 42" E	32° 08' 47"	100.00	33.02	66.04	34.59	3.45	3.00	3+531.46	3+579.40	3+556.55	372603.92	372603.92
PT-38	S61° 08' 08" E	223° 23' 27"	80.00	44.97	89.94	34.59	3.45	3.00	3+677.41	3+725.35	3+702.50	372670.82	372670.82
PC-39	S67° 02' 42" E	32° 08' 47"	100.00	33.02	66.04	34.59	3.45	3.00	3+823.36	3+871.30	3+848.45	372737.72	372737.72
PT-40	S87° 11' 47" E	287° 27' 27"	80.00	18.85	37.70	38.85	1.05	1.13	3+969.31	3+998.16	3+984.61	372804.62	372804.62

PLANTA TOPOGRAFICA
Esc. 1:1000

PERFIL DE CARRETERA PE-3N
138+000.00 - 139+000.00



PROGRESIVA	COTA RASANTE	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
3800.00	3800.00	L=49.37m	-1.2%
3805.00	3805.00	L=88.65m	-1.2%
3810.00	3810.00	L=36.24m	-1.2%
3815.00	3815.00	L=132.62m	-1.2%
3820.00	3820.00	L=88.65m	-1.2%
3825.00	3825.00	L=36.24m	-1.2%
3830.00	3830.00	L=132.62m	-1.2%
3835.00	3835.00	L=88.65m	-1.2%
3840.00	3840.00	L=36.24m	-1.2%
3845.00	3845.00	L=132.62m	-1.2%
3850.00	3850.00	L=88.65m	-1.2%
3855.00	3855.00	L=36.24m	-1.2%
3860.00	3860.00	L=132.62m	-1.2%
3865.00	3865.00	L=88.65m	-1.2%
3870.00	3870.00	L=36.24m	-1.2%
3875.00	3875.00	L=132.62m	-1.2%
3880.00	3880.00	L=88.65m	-1.2%
3885.00	3885.00	L=36.24m	-1.2%
3890.00	3890.00	L=132.62m	-1.2%
3895.00	3895.00	L=88.65m	-1.2%
3900.00	3900.00	L=36.24m	-1.2%
3905.00	3905.00	L=132.62m	-1.2%
3910.00	3910.00	L=88.65m	-1.2%
3915.00	3915.00	L=36.24m	-1.2%
3920.00	3920.00	L=132.62m	-1.2%

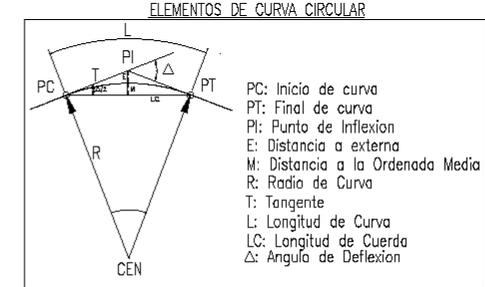
PERFIL LONGITUDINAL
Esc. H 1:1000
Esc. V 1:200

DATOS DE DISEÑO

INDICE MEDIO DIARIO	: 1474 veh/día
VELOCIDAD DIRECTA	: 60 km/h
PENDIENTE MINIMA	: 0.50 %
PENDIENTE MAXIMA	: 8.50 %
INDICE MINIMO CURVATURA	: 105.00 mts.
INDICE MINIMO ESPECIAL	: 105.00 mts.
SUPERFICIE DE RODAJERAS	: 6.50 mts.
ANCHO DE BERMA	: No considerado
RECHAZO S	: 2.50 m
RECHAZO D	: 2.50 m
PENALTE MINIMO	: 12.00 %
PENALTE MAXIMO NORMAL	: 12.00 %
PENALTE MAXIMO ESPECIAL	: 12.00 %
TALUD EN RELIEVO	: 1 : 1
ESPESOR DE ASFALTO	: 1 : 1
CUNETAS	: 1.30 x 0.60 mts.

LEYENDA

- Posición de BM
- Posición de Diferencia
- Inicio/Fin de tramo en estudio
- Elevación @ 20m
- Elevación @ 10m
- Posición de Punto de Intersección
- Intersección
- Bordes
- Parcelas de cruz
- Eje de Carretera
- Canal de riego
- Curvas Secundarias
- Defletores
- Canchales
- Componentes
- Nota topográfica
- Cotas



NOTAS:
1- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84.
2- ELEVACIONES EN MSNM.
3- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NAEL ES DE UN METRO.



UNDA

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA PE-3N KM 136 - KM 141

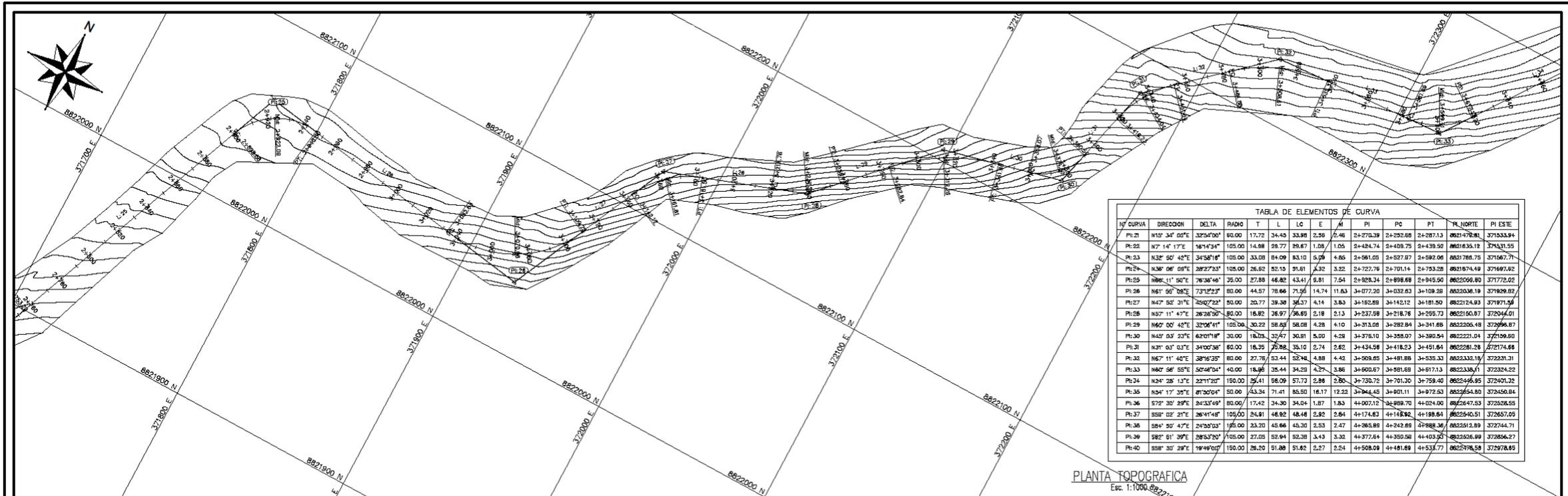
DEPARTAMENTO: PASCO
REGION: PASCO
PROVINCIA: PASCO
DISTRITO: SAN JUAN

PLANO: PLANTA Y PERFIL
LAMINA N°: PP-03

DISEÑO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ
DIBUJO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ
INDICADA: SETIEM 2019

FECHA: SETIEM 2019

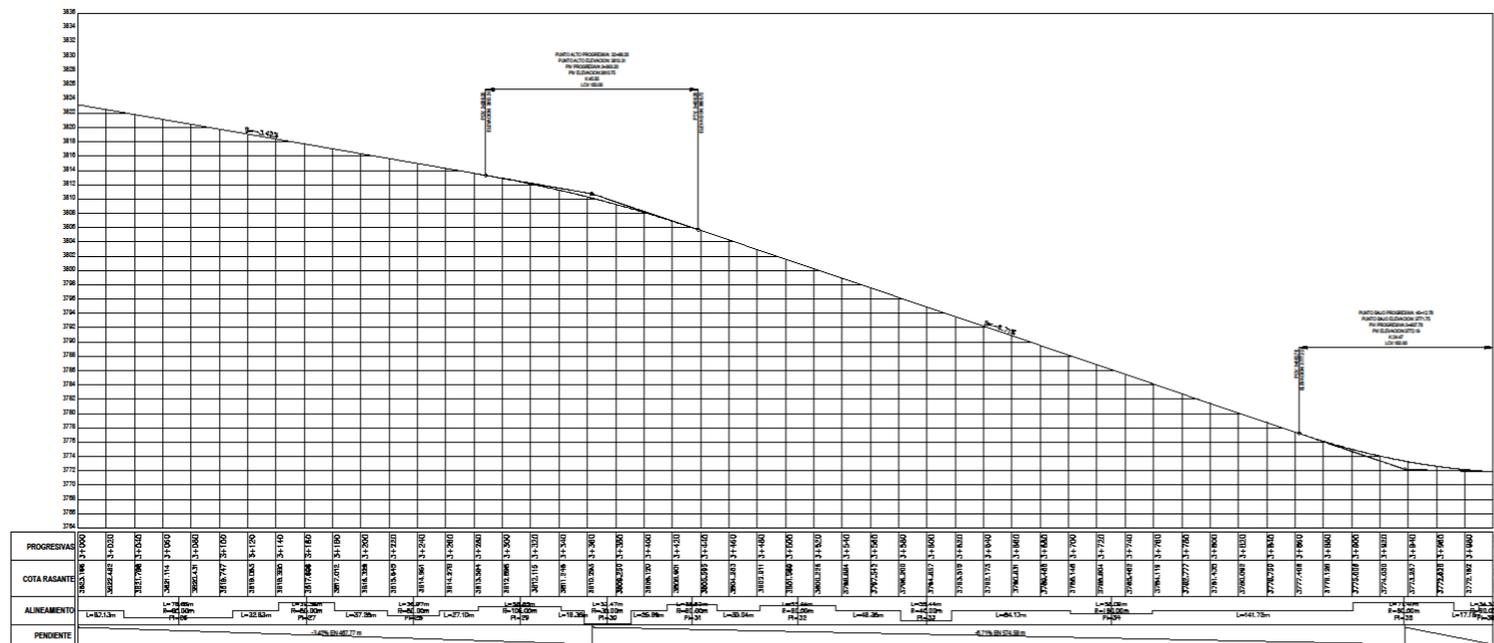
DATUM: WGS 84
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
HEMISFERIO: Sur
ZONA: 17



PLANTA TOPOGRAFICA
Esc. 1:1000

Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	EL NORTE	PI ESTE
PI-21	N15° 34' 00" E	325° 00"	60.00	17.72	34.43	33.98	2.58	2.46	24770.39	24732.68	24787.13	8821478.81	371533.84
PI-22	N7° 14' 17" E	161° 43"	105.00	14.98	28.77	28.67	1.08	1.05	24424.74	24409.75	24439.52	8821636.12	371567.55
PI-23	N32° 50' 42" E	245° 51"	105.00	33.08	64.09	63.10	5.59	4.85	24581.05	24527.87	24592.06	8821785.75	371587.71
PI-24	N36° 06' 28" E	282° 23"	105.00	26.82	52.15	51.61	3.32	3.22	24727.76	24701.14	24753.25	8821874.49	371607.82
PI-25	N88° 11' 50" E	76° 38' 46"	35.00	27.88	48.82	43.41	6.81	7.54	24828.34	24808.88	24845.50	8822096.80	371772.02
PI-26	N61° 56' 28" E	73° 22' 23"	60.00	44.57	78.66	71.35	14.74	11.63	24977.20	24932.63	24992.39	8822306.19	371929.82
PI-27	N47° 52' 31" E	126° 27' 22"	60.00	20.77	39.38	36.37	4.14	3.63	24928.89	24912.12	24941.50	8822124.93	371971.58
PI-28	N57° 11' 47" E	282° 30'	80.00	16.82	36.97	36.85	2.18	2.13	24237.08	24218.78	24255.73	8822160.87	372044.01
PI-29	N60° 00' 42" E	320° 41"	105.00	30.22	58.63	58.08	4.28	4.10	24313.08	24282.84	24341.68	8822206.48	372096.87
PI-30	N45° 03' 23" E	62° 01' 18"	30.00	18.03	32.47	30.81	5.00	4.28	24376.10	24358.07	24390.54	8822221.04	372199.80
PI-31	N31° 03' 03" E	34° 02' 38"	60.00	16.35	29.88	28.10	2.74	2.62	24434.58	24418.23	24451.84	8822281.28	372174.68
PI-32	N67° 11' 40" E	381° 35'	60.00	27.78	53.44	52.48	4.88	4.42	24509.65	24481.88	24535.33	8822332.19	372231.31
PI-33	N67° 58' 55" E	324° 04'	40.00	18.86	35.44	34.29	4.21	3.86	24600.67	24581.88	24617.13	8822338.11	372324.22
PI-34	N24° 28' 13" E	221° 20'	150.00	25.41	58.09	57.73	2.86	2.80	24730.72	24701.30	24759.40	8822466.95	372401.35
PI-35	N04° 17' 35" E	81° 20' 04"	50.00	13.34	24.41	23.50	1.87	1.83	24844.45	24824.11	24872.53	8822654.80	372450.84
PI-36	S72° 30' 29" E	243° 37' 49"	80.00	17.42	34.30	34.04	1.87	1.83	24907.12	24889.70	24924.00	8822647.53	372526.55
PI-37	S58° 02' 21" E	284° 14' 48"	105.00	24.81	48.92	48.48	2.82	2.84	24947.83	24914.82	24980.64	8822640.51	372657.05
PI-38	S84° 50' 47" E	245° 03'	105.00	23.20	45.86	45.30	2.53	2.47	24985.89	24942.89	24998.36	8822612.89	372744.71
PI-39	S82° 51' 39" E	285° 37' 20"	105.00	27.05	52.94	52.38	3.43	3.32	24977.64	24930.58	24993.20	8822626.99	372856.27
PI-40	S58° 30' 29" E	194° 00' 00"	150.00	28.20	61.88	61.82	2.27	2.24	24908.09	24881.58	24933.77	8822678.58	372978.85

PERFIL DE CARRETERA PE-3N
139+000.00 - 140+000.00



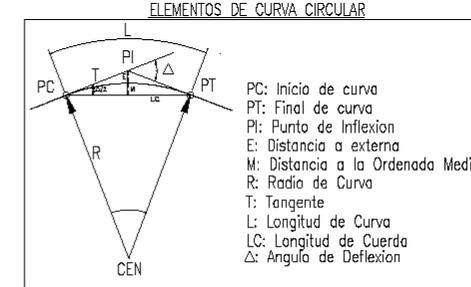
PERFIL LONGITUDINAL
Esc. H: 1:1000
Esc. V: 1:200

DATOS DE DISEÑO

INDICE MEDIO DIARIO	: 1474 veh/día
VELOCIDAD DIRECTA	: 60 km/h
PENDIENTE MÁXIMA	: 0.50 %
PENDIENTE MÍNIMA	: 0.50 %
RADIO MÍNIMO CURVATURA	: 105.00 mts.
RADIO MÍNIMO EXCEPCIONAL	: 105.00 mts.
SUPERFICIE DE RODAJERÍA	: 0.50 mts.
ANCHO DE TERMINAL	: No correspondiente
RECHAZO S	: 2.00 m
PERALTE MÍNIMO	: 2.50 %
PERALTE MÁXIMO NORMAL	: 12.00 %
PERALTE MÁXIMO EXCEPCIONAL	: 12.00 %
TALUD EN RELIEVO	: 1:1
ESPESOR DE ASFALTO	: 1:1
CUNETAS	: 1:30 x 0.60 mts.

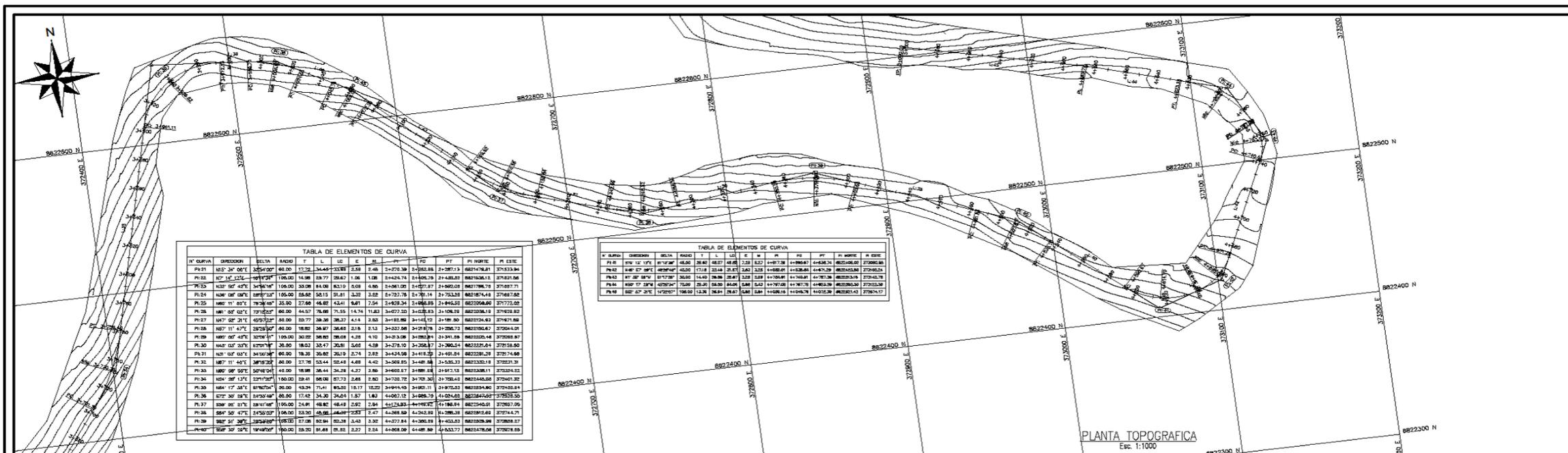
LEYENDA

- Posición de BM
- Posición de Daltros
- Inicio/Fin de tramo en estudio
- Elevación @ 20m
- Elevación @ 10m
- Posición de Punto de Intersección
- Intersección
- Bordes
- Manchales de cruz
- Eje de Carretera
- Canal de riego
- Curvas Secundarias
- Curvas Secundarias
- Defletores
- Canchales
- Componentes
- Nota topográfica
- Contorno



NOTAS:
 1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84.
 2.- ELEVACIONES EN MSNM.
 3.- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE UN METRO.

UNDA
 SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
 PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA PE-3N KM 136 - KM 141
 UBICACION: PASCO
 DEPARTAMENTO: PASCO
 REGION: PASCO
 PROVINCIA: PASCO
 DISTRITO: SAN JUAN
 PLANO: PLANTA Y PERFIL
 LAMINA Nº: PP-04
 DISEÑO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ
 DIBUJO: MIGUEL MELENDEZ MUÑOZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: SETIEM. 2019
 DATUM: WGS 84
 SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
 HEMISFERIO: Sur
 ZONA: 17



N° CURVA	DESVIACION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PT	PI NORTE	PI ESTE
PC-21	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.95	17.90	8.95	0.00	0.00	34836.25	34845.50	8822500.00	34845.50
PC-22	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.85	17.70	8.85	0.00	0.00	34642.50	34651.50	8822500.00	34651.50
PC-23	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.76	17.52	8.76	0.00	0.00	34443.75	34452.50	8822500.00	34452.50
PC-24	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.68	17.36	8.68	0.00	0.00	34240.00	34248.50	8822500.00	34248.50
PC-25	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.61	17.22	8.61	0.00	0.00	34032.25	34040.50	8822500.00	34040.50
PC-26	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.55	17.10	8.55	0.00	0.00	33820.50	33828.50	8822500.00	33828.50
PC-27	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.50	17.00	8.50	0.00	0.00	33605.00	33612.50	8822500.00	33612.50
PC-28	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.46	16.92	8.46	0.00	0.00	33385.76	33393.00	8822500.00	33393.00
PC-29	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.43	16.86	8.43	0.00	0.00	33162.75	33169.50	8822500.00	33169.50
PC-30	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.41	16.81	8.41	0.00	0.00	32936.00	32942.50	8822500.00	32942.50
PC-31	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.77	8.40	0.00	0.00	32705.75	32712.00	8822500.00	32712.00
PC-32	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.74	8.40	0.00	0.00	32472.00	32478.00	8822500.00	32478.00
PC-33	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.72	8.40	0.00	0.00	32235.00	32240.50	8822500.00	32240.50
PC-34	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.71	8.40	0.00	0.00	32000.00	32005.00	8822500.00	32005.00
PC-35	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.71	8.40	0.00	0.00	31765.00	31770.00	8822500.00	31770.00
PC-36	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.71	8.40	0.00	0.00	31530.00	31535.00	8822500.00	31535.00
PC-37	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.71	8.40	0.00	0.00	31295.00	31300.00	8822500.00	31300.00
PC-38	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.71	8.40	0.00	0.00	31060.00	31065.00	8822500.00	31065.00
PC-39	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.71	8.40	0.00	0.00	30825.00	30830.00	8822500.00	30830.00
PC-40	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	8.40	16.71	8.40	0.00	0.00	30590.00	30595.00	8822500.00	30595.00

N° CURVA	DESVIACION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PT	PI NORTE	PI ESTE
PC-01	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	17.32	34.64	17.32	0.00	0.00	37270.00	37287.32	8822500.00	37287.32
PC-02	180° 14' 32"	180° 14' 32"	100.00	16.08	32.77	16.08	1.08	1.08	37249.74	37265.82	8822500.00	37265.82
PC-03	180° 05' 40"	180° 05' 40"	100.00	15.00	30.00	15.00	0.00	0.00	37200.00	37215.00	8822500.00	37215.00
PC-04	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	14.14	28.28	14.14	0.00	0.00	37141.42	37155.56	8822500.00	37155.56
PC-05	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	13.42	26.84	13.42	0.00	0.00	37073.58	37087.00	8822500.00	37087.00
PC-06	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	12.80	25.60	12.80	0.00	0.00	37000.00	37012.80	8822500.00	37012.80
PC-07	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	12.25	24.50	12.25	0.00	0.00	36921.25	36933.50	8822500.00	36933.50
PC-08	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	11.76	23.52	11.76	0.00	0.00	36830.00	36841.76	8822500.00	36841.76
PC-09	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	11.33	22.66	11.33	0.00	0.00	36727.33	36738.66	8822500.00	36738.66
PC-10	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	10.95	21.90	10.95	0.00	0.00	36615.00	36625.95	8822500.00	36625.95
PC-11	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	10.62	21.24	10.62	0.00	0.00	36493.38	36504.00	8822500.00	36504.00
PC-12	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	10.34	20.68	10.34	0.00	0.00	36362.66	36373.00	8822500.00	36373.00
PC-13	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	10.10	20.20	10.10	0.00	0.00	36223.00	36233.10	8822500.00	36233.10
PC-14	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	9.89	19.78	9.89	0.00	0.00	36075.50	36085.39	8822500.00	36085.39
PC-15	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	9.71	19.42	9.71	0.00	0.00	35920.29	35930.00	8822500.00	35930.00
PC-16	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	9.55	19.10	9.55	0.00	0.00	35757.55	35767.10	8822500.00	35767.10
PC-17	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	9.41	18.82	9.41	0.00	0.00	35587.55	35597.00	8822500.00	35597.00
PC-18	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	9.28	18.56	9.28	0.00	0.00	35410.28	35420.00	8822500.00	35420.00
PC-19	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	9.16	18.32	9.16	0.00	0.00	35225.76	35235.32	8822500.00	35235.32
PC-20	180° 00' 00"	180° 00' 00"	100.00	9.05	18.10	9.05	0.00	0.00	35034.05	35043.50	8822500.00	35043.50

PLANTA TOPOGRAFICA
Esc. 1:1000

PERFIL DE CARRETERA PE-3N
140+000.00 - 141+000.00

