



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño de plantillas de cálculo Excel para diseño geométrico
de carreteras según la Norma DG-2018”.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTOR:

Salas Lacerna, Manuel Reynerio (ORCID: 0000-0002-7236-5346)

ASESOR:

Mgtr. Cerna Vasquez, Marco Antonio Junior (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHICLAYO - PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedicado a mi familia, quienes, con su ayuda, comprensión, amor incondicional han sido un soporte invaluable en toda mi vida, guiándome siempre a ser una mejor persona.

Manuel Reynerio

Agradecimiento

Agradecimiento especial a quienes contribuyeron en la realización del presente trabajo de tesis, sin su apoyo moral no hubiera sido posible la elaboración; a todos ellos mi respeto, consideración y estima.

Manuel Reynerio

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población y muestra.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Métodos de análisis de datos.....	10
3.6. Aspectos éticos.....	11
IV. RESULTADOS	12
V. DISCUSIÓN.....	18
VI. CONCLUSIONES	21
VII. RECOMENDACIONES.....	22
REFERENCIAS.....	23
ANEXOS	25

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía</i>	6
Tabla 2: <i>Operacionalización de variables</i>	9

Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Simbología de la curva circular	8
<i>Figura 02:</i> Pantalla de inicio de aplicativo	13
<i>Figura 03:</i> Datos generales del proyecto.....	14
<i>Figura 04:</i> Datos de la unidad formuladora	14
<i>Figura 05:</i> Datos de la unidad ejecutora.....	14
<i>Figura 06:</i> Diseño geométrico de carreteras norma DG-2048.....	15
<i>Figura 07:</i> Clasificación de carretera por demanda.....	15
<i>Figura 08:</i> Clasificación de carreteras por orografía.....	15
<i>Figura 09:</i> Criterios básicos para diseño geométrico	16
<i>Figura 10:</i> Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.....	16
<i>Figura 11:</i> Diseño geométrico en perfil.....	17
<i>Figura 12:</i> Diseño geométrico de la sección transversal	17
<i>Figura 13:</i> Plantillas que resumen información pag 27-91	18
<i>Figura 14:</i> Peralte.....	20

Resumen

La presente tesis detalla el diseño de plantillas en hojas de cálculo excel, cuyos cálculos y parámetros de los elementos de una carretera procesados en el aplicativo facilita a tener un mejor diseño geométrico vial.

Entre las teorías que enmarca la investigación, se ha tomado en cuenta la hermenéutica como recurso de indagación e interpretación de la norma DG – 2018 para el proceso de desarrollo del aplicativo.

La metodología empleada: Análisis de la norma DG-2018, diseño de plantilla de cálculo, se comienza con el diseño detallado de cada sección definida. Finalmente, el diseño se somete a un periodo de pruebas funcionales.

Tipo de investigación aplicada, cuantitativa, no Experimental – Descriptiva

La población, muestra: están constituido por los procesos de cálculo generados por el aplicativo Excel diseñado

Instrumentos usados: para el diseño el Microsoft Excel 2016, y para la validación una lista de chequeo

Conclusión a la que se llegó: el diseño de plantillas de cálculo Excel es un instrumento válido y confiable y además implementa una solución automatizada de cálculo, con ayuda de las plantillas de cálculo Microsoft Excel, permitió desarrollar procesamiento de información que facilita el diseño geométrico de carreteras según la DG-2018 teniendo en cuenta las principales características esperadas.

Palabras clave: Sistema, diseño geométrico, excel, tablas, macros.

Abstract

This thesis details the design of templates in excel spreadsheets, whose calculations and parameters of the elements of a road processed in the application facilitate having a better geometric road design.

Among the theories that frame the research, hermeneutics has been taken into account as a resource for inquiry and interpretation of the DG - 2018 standard for the application development process.

The methodology used: Analysis of the DG-2018 standard, calculation template design, begins with the detailed design of each defined section. Finally, the design undergoes a functional testing period.

Type of applied research, quantitative, non-experimental - descriptive

The population, sample: they are made up of the calculation processes generated by the Excel application designed

Instruments used: for the design the Microsoft Excel 2016, and for the validation a checklist

Conclusion reached: the design of Excel calculation templates is a valid and reliable instrument and also implements an automated calculation solution, with the help of Microsoft Excel calculation templates, to develop information processing that facilitates the geometric design of roads according to DG-2018 taking into account the main expected characteristics. System, geometric design, excel, tables, macros.

Keywords: System, geometric design, excel, tables, macros.

I. INTRODUCCIÓN

(Salvador, Freddy y Villacorta, 2017), El sector construcción es importante para la economía, siendo transporte un eje primordial. Mediante el transporte se permite un intercambio de mercancías tanto a nivel del mercado interno como externo.

(Revista Perú Construye, 2015), El ámbito normativo en el Perú ha variado en las últimas décadas. Es grande el trabajo y esfuerzo de las entidades responsables de proporcionarnos normas actualizadas, completas y detalladas.

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, forma parte de la normatividad aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC, el cual se debe cumplir en los 3 niveles del gobierno.

Los ingenieros de infraestructuras viales, desde las primeras etapas de planificación y diseño, deben situarse a reforzar la expectativa de los conductores haciendo vías más seguras mediante la reducción de factores de riesgo, minimizando de esta manera las consecuencias ocasionados por los accidentes de tránsito. (Revista Perú Construye, 2015).

Los diseños de carreteras se apoyan en la actualidad por programas y software diseñados con normatividad internacional. (Rojas et al., 2011).

La incorporación de normas internacionales debe realizarse a través de un proceso de adaptación a la realidad local, como una herramienta de análisis (Revista Perú Construye, 2015).

Uno de los programas más usados en el diseño geométrico ha sido el Civil 3D, por su fácil acceso y popularidad a nivel mundial. Para el diseño de vías han sido creados una serie de herramientas de acuerdo a la normatividad. Siendo Civil 3D un programa que utiliza dicha normatividad; pero siempre es necesario personalizar las herramientas de dicho programa al tipo de infraestructura vial y condiciones que requiere nuestro país (CRUZ, 2014). (AUTODESK, 2013).

En 2016 se analizó 61 países más importantes del mundo, siendo Estados Unidos quien lidera el ranking en cuanto a la infraestructura básica (la infraestructura vial); en cambio Perú se encuentra en la ubicación 58. Difícil situación en la que se encuentra el Perú ubicándose en los últimos lugares de grupo evaluado.

(Salvador, Freddy y Villacorta, 2017), El Perú actualmente está en el puesto 111 de 144 países según la calidad de sus vías terrestres obteniendo un puntaje de 3 sobre 7. Para que el Perú sea un país e ingrese en los rankings de competitividad es necesario mejorar las inversiones en la calidad de la infraestructura vial (World Economic Forum, 2015). Para desarrollar proyectos de infraestructura vial influyen condiciones como la economía del país, lo accidentado de su geografía, condiciones de inversión, niveles de corrupción, desarrollo tecnológico entre otros.

A nivel nacional en los gobiernos regionales se han identificado problemas en común en las obras públicas efectuadas, que van desde los malos estudios técnicos con diseños que no se ajustan a lo requerido, mala gestión de funcionarios y contratistas durante la etapa de licitación y ejecución de obras, ampliación de los plazos de ejecución, e incremento del presupuesto a ejecutarse impactando finalmente en la calidad de obra.

En el Sistema Nacional de Carreteras del país, la Red Vial Vecinal es la más extensa de las 3 redes (50% de la longitud total) está conformada principalmente por carreteras No Pavimentadas, con superficies de rodadura afirmadas o sin afirmar, constituidas por capas muchas veces del mismo material encontrados a nivel de sub rasante.

La creación de plantillas para obras viales, elaborados de acuerdo a la normatividad peruana, será una herramienta de apoyo para la geometría del diseño de carreteras aumentando la precisión en cálculos de manera eficiente, rápida, contribuyendo a garantizar de esta manera en la seguridad vial. La información detallada en dichas plantillas complementará el diseño geométrico en los programas como el AUTOCAD.

Formulación al problema

¿En qué medida el “Diseño de plantillas de cálculo Excel para Diseño Geométrico de Carreteras según la norma DG -2018 cumple con los estándares de la ISO 9126?

El diseño de plantillas de cálculo para trabajo geométricos mejora el diseño de obras viales con mayor facilidad y exactitud, permitiendo que dichas plantillas puedan ser usadas en el software CAD, diseñando carreteras según la normatividad peruana.

Con el diseño geométrico de calidad aunado al buen estudio topográfico, geológico, hidrológico e hidráulico, depende en gran parte el éxito del proyecto vial.

Un adecuado diseño de carreteras genera un ahorro económico, pues un proyecto mal diseñado, ocasionan que los costos incrementados en la ejecución, el mantenimiento; ocasionando muchas veces gastos desmedidos al estado para mantener operativas dichas vías. La ineficiencia en el gasto público trae consigo proyectos y obras sobrevaloradas, inconclusas, paralizadas, abandonadas o de mala calidad técnica teniendo a la población como los principales afectados. La ineficiencia es generada muchas veces por componentes o factores internos a nivel de los 3 gobiernos, la falta de capacidad técnica, el seguimiento y evaluación adecuada al diseño y a la ejecución de las mismas.

Justificación Ambiental:

Hipótesis

El diseño de plantillas de cálculo Excel es un instrumento válido y confiable para el Diseño Geométrico de Carreteras según la Norma DG-2018.

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar plantillas en hojas de cálculo Excel para el Diseño Geométrico de carreteras según Norma DG-2018.

Objetivos Específicos.

- Diseño de plantillas para cálculo de que faciliten el diseño geométrico en planta (curvas circulares, tramos de tangente, curvas de transición, transición de peralte, sobreebanco)
- Diseño de plantillas para cálculo de que faciliten el diseño geométrico en perfil (Pendiente y Curvas verticales)
- Diseño de plantillas para cálculo de que faciliten diseño geométrico en la sección transversal (superficie de rodadura o calzada, Bombeo, Bermas, Peralte, Derecho de Vía o faja de dominio)

II. MARCO TEÓRICO

AMORRAGA, Miguel (2011) en su Tesis llego a la conclusión que mediante la investigación se llegó a “conocer las funcionalidades y herramientas que se pueden implantar en un SIG para la gestión de carreteras.

CRUZ Cruz, Henry Vladimir (2014). En su tesis llego a la siguiente conclusión:

Según (MTC, 2018a) los clasificó como se muestra a continuación :

a) Clasificación por demanda:

- Autopistas de 1^{ra} Clase
- Autopistas de 2^{da} Clase
- Carreteras de 1^{ra} Clase
- Carreteras de 2^{da} Clase
- Carreteras de 3^{ra} Clase
- Trochas Carrozables

b) Clasificación según la Orografía:

- Terreno plano (T.1)
- Terreno ondulado (T.2)
- Terreno accidentado (T. 3)
- Terreno escarpado (T. 4)

A. Estándar de una carretera:

La Sección Transversal, es una variable dependiente tanto de la categoría de la vía como de la velocidad de diseño.

B. vehículos de diseño

El diseño se dio con 2 tipos de vehículos

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018

E. Velocidad específica de los elementos que integran el trazo en planta y perfil.

- La velocidad máxima de un vehículo en un momento dado, está en función principalmente, a las restricciones u oportunidades que ofrezca el trazo de la carretera.

F. Distancia de visibilidad.

En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad:

- De visibilidad de parada
- De visibilidad de paso o adelantamiento
- De visibilidad de cruce

G. Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal

Los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal),

G.1 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

- G.1.1 Tramos en tangente
- G.1.2. Curvas circulares

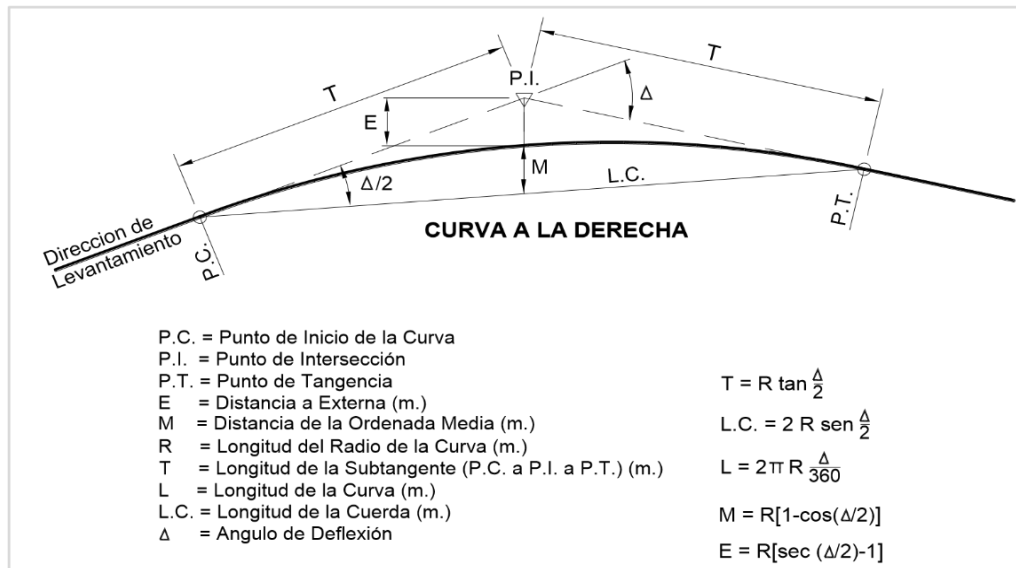


Figura 01: Simbología de la curva circular

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018

Radios mínimos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

G.1.2. Curvas de transición

G.1.3. Curvas compuestas

G.1.3. Curvas de vuelta

G.1.4. Transición de Peralte

G.1.5. Sobreechancho

H. Diseño geométrico en perfil

H.1. Pendiente:

a. Pendiente mínima

b. Pendiente máxima

H.1. Curvas verticales

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Es una investigación aplicada

Es una investigación cuantitativa,

Es una investigación no Experimental – Descriptiva, mediante esta investigación se busca investigar y determinar las propiedades, características más distintivas del objeto de estudio (aplicativo Excel) en estudio.

3.2. Variables y operacionalización.

La variable del presente estudio de investigación es el diseño de plantilla excel

Tabla 2: Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Nivel de medición	Unidad de medida	Valor
Diseño de plantillas excel	Funcionabilidad	Capacidad de la interfaz visual.	Ordinal	- Deficiente	0.5
		Informes, estadísticas.		- Regular	1.5
		Seguridad.		- Bien	2
				- Excelente	2.5
	Confiabilidad	Nivel de madurez	Nominal	- Alta	0.5
		Tolerancia a fallas.		- Baja	4
	Recuperación	Nominal	- No	1	
			- Si	3	
	Usabilidad	Entendimiento	Ordinal	- Deficiente	0.5
		Aprendizaje		- Regular	1.5
		Atracción.		- Bien	2
		Operabilidad.		- Excelente	2.5
	Eficiencia	Tiempo de procesos:	Ordinal	- Deficiente	0.5
				- Regular	1.5
				- Bien	2

	Utilización de recursos. Tiempo de procesos.		- Excelente	2.5
Capacidad de mantenimiento	Capacidad de ser analizado.	Ordinal	- Deficiente	0.5
	Facilidad de prueba.		- Regular	1.5
	Posibilidad de actualización.		- Bien	2
			- Excelente	2.5
Portabilidad	Facilidad de instalación.	Ordinal	- Deficiente	0.5
	Adaptabilidad.		- Regular	1.5
	Coexistencia.		- Bien	2
	Reemplazabilidad.		- Excelente	2.5

3.3. Población y muestra.

La población para esta investigación está dada por los procesos y cálculos que realiza las plantillas de Excel para el diseño de carreteras. Considerándose 175 procesos de cálculo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizo como técnica el análisis documental haciendo una revisión minuciosa del Manual de carreteras: Diseño Geométrico – DG 2018.

El instrumento utilizado para el diseño del aplicativo es Microsoft Excel 2016.

3.5. Métodos de análisis de datos

Para el diseño de las plantillas en Excel para diseño geométrico de carreteras se ha considerado el método heurístico como guía para la revisión documentaria, parámetros de diseño.

Para el diseño del aplicativo se ha considerado la revisión bibliográfica y análisis del Sistema de Información - Diseño Geométrico de Carreteras según la Norma DG-2018. Mediante el Análisis ha permitido clasificar, interpretar los hechos, diagnosticar los problemas y emplear la información para proponer la mejor forma de cálculo. Finalmente se concluye con el diseño del aplicativo Excel, especificando las características del producto terminado.

3.6. Aspectos éticos.

Honestidad: referido al proceso de transparencia en la investigación. El investigador en todo momento ha respetado los derechos de propiedad intelectual de otros investigadores, evitando en todo momento en plagio de otros autores.

IV. RESULTADOS

Para el diseño del aplicativo Excel se ha realizado de manera general la siguiente secuencia:

a) Diseño de bases de datos en Excel

Habiendo realizado la revisión de la norma de Diseño Geométrico de Carreteras, primero debemos detallar y organizar la información que deba contener cada una de las hojas del libro Excel.

b) Crear la base de datos en Excel según la necesidad de información que requiere el aplicativo: Cada sección del aplicativo debe ser diseñada en una tabla Excel y las tablas relacionadas en su propia hoja de Excel

c) Procesamiento de la información: Las plantillas del aplicativo Excel, elaboradas para diseño geométrico de carreteras DG- 2018, considera los cálculos establecidos para cada tipo de carretera, en función a ello se ingresa los datos IMDA, orografía, diseño de velocidad, en función de los cuales se inicia el procesamiento de cálculo de cada elemento geométrico de la carretera.

Panel de inicio: En esta hoja de Excel, se presentan los botones de acceso a las operaciones y reportes del aplicativo, el cual está distribuido en cuatro grupos generales como se muestra en la figura 02:

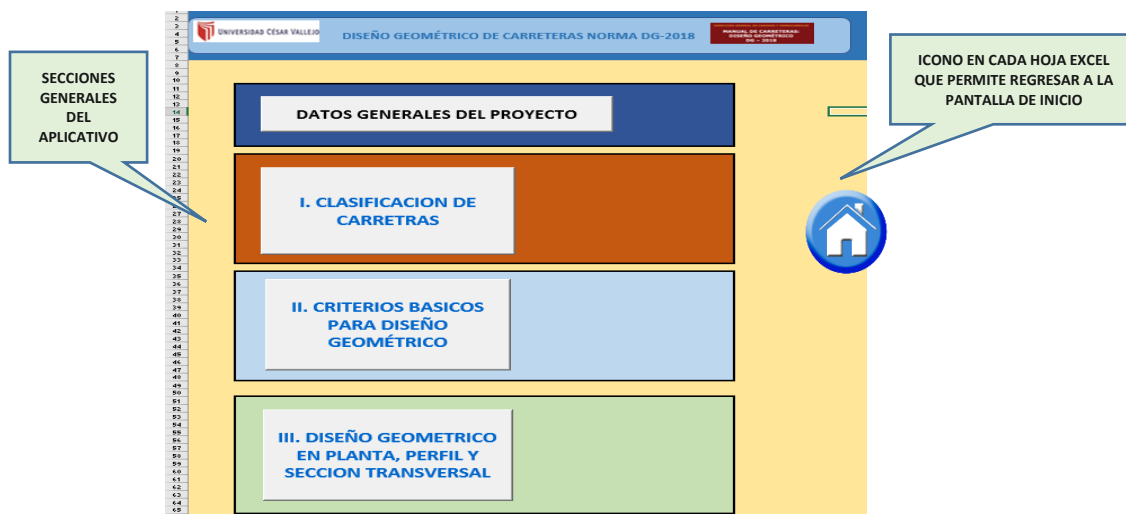


Figura 02: Pantalla de inicio de aplicativo

Cada una de las secciones detallas en el aplicativo, se ingresa haciendo click sobre la sección seleccionada, y los ítems a indagar. En cada hoja del Excel existe un icono que al hacerle click que permite regresar a la pantalla de inicio.

A continuación, se detalla la estructura de cada una de las secciones consideradas

1. Datos generales del Proyecto

Considerando que los proyectos de diseño de carreteras esta de una determinada Entidad o Institución se ha considerado describir en una primera parte los datos generales, así como la descripción general del proyecto, información que se debe llenar en cada recuadro:

DATOS GENERALES DEL PROYECTO	
GUARDAR	DATOS
CODIGO	<input type="text"/>
NOMBRE DEL PROYECTO Y LOCALIZACIÓN	
NOMBRE DEL PROYECTO	<input type="text"/>
UBICACIÓN	
REGION	<input type="text"/>
PROVINCIA	<input type="text"/>
DISTRITO	<input type="text"/>
LOCALIDADES	<input type="text"/>
ALTITUD	<input type="text"/>
DISTANCIA DEL TRAMO	<input type="text"/>

Figura 03: Datos generales del proyecto

INSTITUCIONALIDAD	
DATOS UNIDAD FORMULADORA	
ENTIDAD	<input type="text"/>
NIVEL DE GOBIERNO	<input type="text"/>
PLIEGO	<input type="text"/>
RESPONSABLE UNIDAD FORMULADORA	<input type="text"/>
DIRECCIÓN	<input type="text"/>
TELÉFONO	<input type="text"/>
FORMULADOR	<input type="text"/>

Figura 04: Datos de la unidad formuladora

INSTITUCIONALIDAD	
DATOS UNIDAD EJECUTORA	
ENTIDAD	<input type="text"/>
NIVEL DE GOBIERNO	<input type="text"/>
PLIEGO	<input type="text"/>
RESPONSABLE UNIDAD EJECUTORA	<input type="text"/>
CARGO	<input type="text"/>
DIRECCIÓN	<input type="text"/>
TELÉFONO	<input type="text"/>

Figura 05: Datos de la unidad ejecutora

2. Clasificación de carreteras

En esta sección se debe determinar el tipo de carretera según la demanda, considerando el IMDA, y según el tipo de orografía en que se determine el porcentaje de pendientes transversales al eje de la vía.

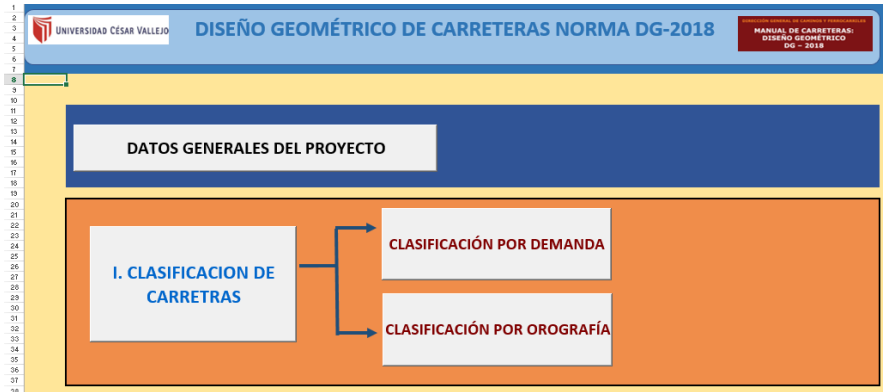


Figura 06: Diseño geométrico de carreteras norma DG-2048

A. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS POR DEMANDA

IMDA 5,500 VEH/ DIA

CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA AUTOPISTAS DE SEGUNDA CLASE

IMDA	6000 - 4001 veh/día
SEPARADOR CENTRAL	6.00 m - 1.00 m
Nº CARRILES	>= 2
ANCHO CARRIL MÍNIMO	3.60 m
CONTROL DE ACCESOS	PARCIAL
CRUCE PASOS A DESNIVEL	SI
SUPERFICIE DE RODADURA	PAVIMENTADA

PANTALLA DE INICIO INGRESO DATOS INGRESO REGISTRO PERFIL DATOS PERFIL CLASIFIC CARRETERA VEHICULO

Figura 07: Clasificación de carretera por demanda

B. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS POR OROGRAFÍA

PENDIENTES TRANSVERSALES AL EJE DE VIA 5 %

CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA TERRENO PLANO (TIPO 1)

PENDIENTES TRANSVERSALES AL EJE DE VIA	<= 10
PENDIENTES LONGITUDINALES	< 3 %

Figura 08: Clasificación de carreteras por orografía

3. Criterios básicos para el diseño

En esta sección se determina los vehículos de diseño, velocidad de diseño de la carretera elegida según el tipo de carretera por demanda y por orografía, distancia de visibilidad.

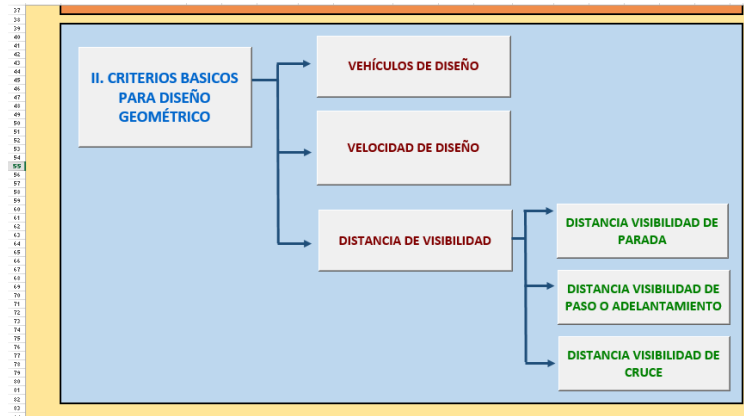


Figura 09: Criterios básicos para diseño geométrico

4. Diseño geométrico de carreteras en planta, perfil y sección transversal

Diseño geométrico de planta: en esta sección se detalla, consideraciones de diseño, curvas circulares, tramos en tangente, curvas de transición, transición de peralte y sobreebancho

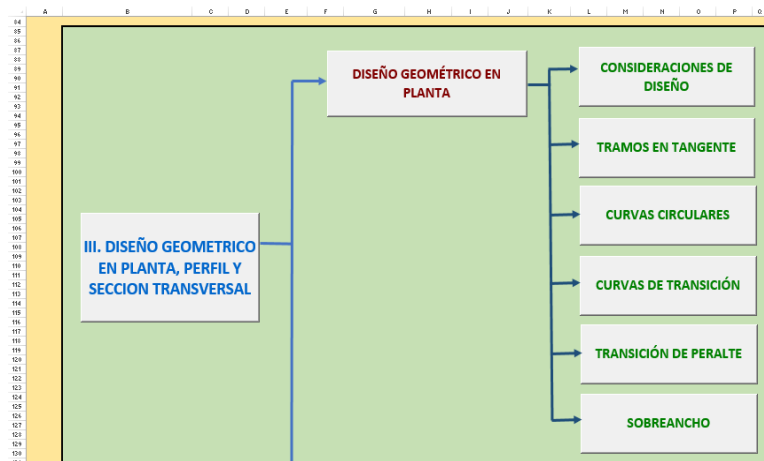


Figura 10: Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal

V. DISCUSIÓN

En relación al diseño del aplicativo se puede determinar que:

- La elaboración de plantilla de cálculo Excel para Diseño Geométrico de Carreteras permite determinar de manera rápida las características a considerar en los tipos de carreteras que según norma se detallan, información de los vehículos de diseño que circulan en la vía, la velocidad de diseño.

TIPO DE VEHICULO	REMOLQUE SIMPLE (C2R1)
Alto total	4.10 m.
Ancho Total	2.60 m.
Vuelo lateral	0.00 cm.
Ancho ejes	2.60 m.
Largo total	23.00 m.
Vuelo delantero	1.20 m.
Separación ejes	21.00 m.
Vuelo trasero	0.80 m.
Radio mín. rueda exterior	12.80 m.

SE DETERMINA EL TIPO DE VEHÍCULO

CALCULO AUTOMÁTICO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO ELEGIDO

RADIOS MÁXIMOS/ MÍNIMOS Y ÁNGULOS						
TIPO DE VEHICULO	REMOLQUE SIMPLE (C2R1)					
	REMOLQUE SIMPLE (C2R1) 60°					
R MÁX. EXTERIOR VEHÍCULO (E)	RMÍN INTERIOR VEHÍCULO (I)	RMÍN INTERIOR RUEDA (J)	ÁNGULO MÁXIMO DIRECCIÓN	ÁNGULO MÁXIMO ARTICULACIÓN/ CAMIÓN	ÁNGULO MÁXIMO ARTICULACIÓN SEMI-RREMOLQUE	ÁNGULO MÁXIMO ARTICULACIÓN REMOLQUE
13.49 m	0	6.21 m	34.2°	10.6°	18.7°	0
			ÁNGULO DE TRAYECTORIA		60°	

calculo automático r max exterior vehículo, ángulo de dirección, ángulo articulación

Figura 13: Plantillas que resumen información pag 27-91

Cálculos automáticos de fórmulas planteadas en el aplicativo para determinar diversos elementos de la carretera, como:

- Radio mínimo

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})}$$

- Curva de transición

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

- Curva de transición en carreteras de 3^{ra} Clase

$$L_{\min} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \quad L_{\max.} = (24R)^{0.5}$$

- Sobreancho

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

- Transición de peralte

$$L_{\min} = \frac{p_f - p_i}{i p_{\max}} B$$

Diseño geométrico de perfil

- Curvas convexas

LONGITUD CURVAS: VISIBILIDAD PARADA

Dp < L

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

DP > L

$$L = \frac{A D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

LONGITUD CURVAS: VISIBILIDAD ADELANTAMIENTO

Dp < L

$$L = \frac{A D_a^2}{946}$$

DP > L

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

- Curvas cóncavas

LONGITUD CURVAS: VISIBILIDAD PARADA

Dp < L

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

DP > L

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

- Carriles adicionales

$$L = \frac{6(V + 20)}{5}$$

Para determinar el peralte de manera masiva en función al radio de una curva, el tipo de carretera según la orografía y la velocidad se ha calculado en base a la Figura 302.02, 302.03 302.04 302.05 gráficos detallados en norma DG 2018, generándose 403,515 registros que permiten calcular el peralte de manera automática.

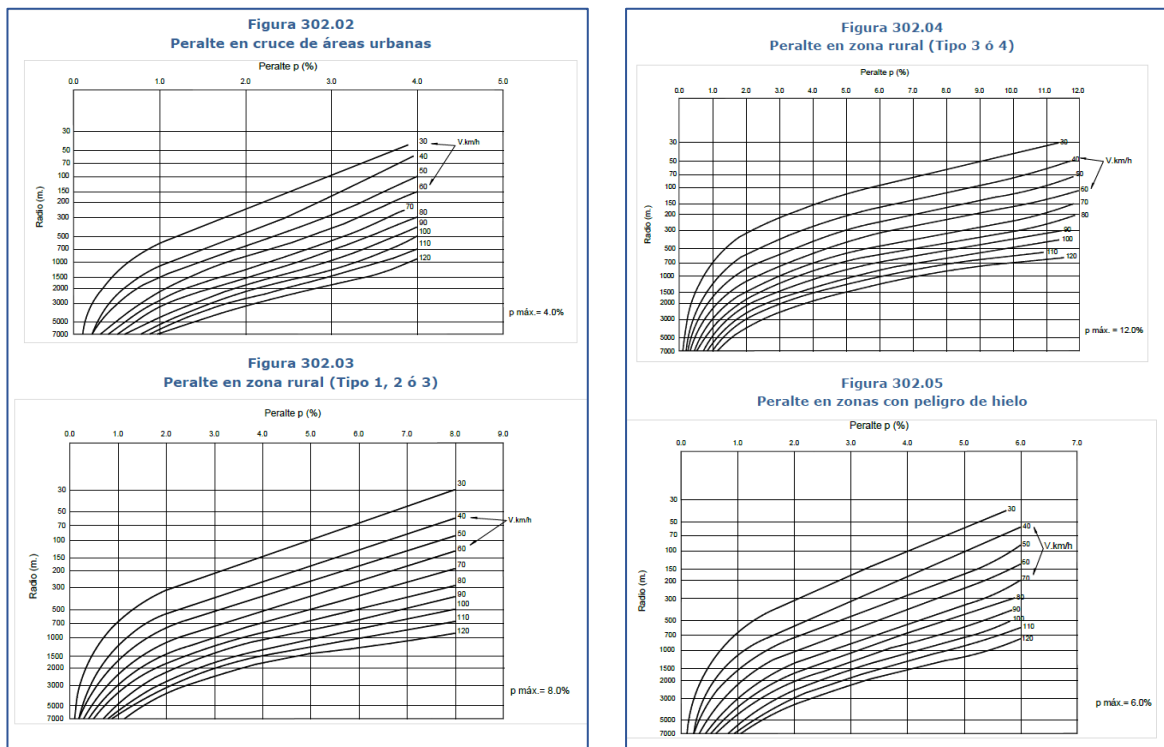


Figura 14: Peralte

El diseño de plantillas de cálculo tiene una hoja de revisión masiva que permite evaluar proyecto ya diseñados y compararlos con la norma técnica para ello es necesario tener la información detalla en Excel para evaluar los elementos de diseño.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** El diseño de plantillas de cálculo Excel es un instrumento válido y confiable y además implementa una solución automatizada de cálculo, con ayuda de las plantillas de cálculo Microsoft Excel, con aplicación de Visual Basic, permitió desarrollar procesamiento de información que facilita el diseño geométrico de carreteras según la DG-2018 teniendo en cuenta las principales características esperadas.
- 2.** Este sistema es fácil de usar, genera información que sobre diseño en planta, perfil y sección transversal de una carretera.
- 3.** La utilización de las plantillas de cálculo Excel minimiza los tiempos empleados para la revisión, diseño y/o supervisión de proyectos de diseño geométricos de carreteras, reduciendo además el margen de error en los mismos.
- 4.** El uso de aplicativos en los diseños de ingeniería no sustituye el criterio, la experiencia y conocimiento de los ingenieros, al contrario, son complementos que buscan diseñar una obra teniendo como base la normatividad.
- 5.** El aplicativo es viable económicamente a lo largo de sus etapas como consecuencia de la utilización de herramientas de diseño libre de pago por licencias, debiendo contar el computador solo con el Microsoft Excel instalado.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Desde el punto de operatividad del aplicativo, se recomienda el uso en el diseño geométrico carreteras complementario al uso de AUTOCAD CIVIL 3D, considerando que este último está diseñado en base a normas internacionales, debiendo ceñirse nuestros diseños a lo establecido en la normatividad peruana.
- 2.** Se recomienda incorporar los procesos automatizados en diferentes tipos de diseño, previamente validados que complemente la labor que desempeña el ingeniero Civil.

REFERENCIAS

AUTODESK, 2013. Normas del perfil en el archivo de normas de diseño | AutoCAD Civil 3D | Autodesk Knowledge Network. [en línea]. [Consulta: 22 junio 2018]. Disponible en: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/civil-3d/learn-explore/caas/documentation/CIV3D/2014/ESP/filesCUG/GUID-F1BDED75-999B-44C3-82B4-9788F049DF43-htm.html?st=aashto>.

BORJA, Manuel, *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo, Perú: s.n., 2012.

CRUZ, Henry, *Creación de aplicativos con la plataforma civil 3D para diseño geométrico en vías de cuarta generación* [en línea]. 2014. S.I.: Universidad Santo Tomás. Disponible en: [http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/676/Creacion de aplicativos con la plataforma civil 3D%2C para diseno geometrico de vias de cuarta generacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/676/Creacion%20de%20aplicativos%20con%20la%20plataforma%20civil%203D%20para%20dise%C3%B1o%20geom%C3%A9trico%20de%20v%C3%ADas%20de%20cuarta%20generaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

INSTITUTO UNIVERSITARIO POLITECNICO SAN MARIÑO, 2014. Método Heurístico. [en línea]. [Consulta: 3 agosto 2018]. Disponible en: <https:// analisisheuristicos.wordpress.com/metodo-heuristico/>.

MACÍAS, Y., GUZMÁN, M.V. y MARTINEZ, Y., Modelo de evaluación para software que emplean indicadores métricos en la vigilancia científico-tecnológica. *Acimed* [en línea], vol. 20, no. 6, pp. 125-140. 2009. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352009001200003&script=sci_arttext. ISSN 1024-9435. DOI 10.1109/tale.2013.6654499.

MTC, *DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES MANUAL DE CARRETERAS : DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018* [en línea]. Lima, Perú: s.n., 2018a. Disponible en: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf.

MTC, *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018* [en línea]. Lima-Perú: Miniterio de Transportes y Comunicaciones, 2018b. Disponible en:

http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf.

REVISTA PERÚ CONSTRUYE, 2015. Las carreteras que frenan al país. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2018]. Disponible en: <http://www.peruconstruye.net/las-carreteras-que-frenan-al-pais/>.

ROJAS, José, FERNANDEZ, Alberto, SERRANO, Ana y HERNANDEZ, David, Una revisión histórica: desde el dibujo de la Ingeniería hacia la Ingeniería del diseño. *DYNA (Colombia)* [en línea], vol. 78, no. 167, pp. 17-26. 2011. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-83155175838&partnerID=40&md5=2c49490ad66db6f4742cad608f8bdad2>. ISSN 00127353 (ISSN).

SALVADOR, F., FREDDY, H. y VILLACORTA, JE Crovetto, Plan estratégico del subsector infraestructura vial en el Perú 2016-2020. [en línea], pp. 172. 2017. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9604/FIGUEROA_CROVETTO_PLAN_VIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ANEXOS

Tablas del diseño geométrico de carreteras procesadas en las plantillas de cálculo excel

Tabla 202.01

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

Tabla 202.02

Vehículo ligero (VL) Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Rmín Interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	7.76 m	5.14 m	5.28 m	17.8°
60°	7.84 m	4.73 m	4.88 m	24.2°
90°	7.87 m	4.59 m	4.74 m	26.4°
120°	7.88 m	4.54 m	4.69 m	27.3°
150°	7.88 m	4.52 m	4.67 m	27.6°
180°	7.88 m	4.51 m	4.66 m	27.7°

Similar a “Minimum Turning Path for Passenger Car (P) Design Vehicle”, en la norma AASHTO.

Tabla 202.03

Ómnibus de dos ejes (B2) Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx Exterior vehículo (E)	R mín Interior Rueda (J)	Ángulo Máximo dirección
30°	13.76 m	10.17 m	20.2°
60°	14.09 m	8.68 m	30.0°
90°	14.24 m	7.96 m	34.9°
120°	14.31 m	7.59 m	37.4°
150°	14.35 m	7.40 m	38.7°
180°	14.37 m	7.30 m	39.3°

Similar a “Minimum Turning Path for City Transit Bus (CITY-BUS) Design Vehicle” en la norma AASHTO.

Tabla 202.04

Ómnibus de tres ejes (B3-1) Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	14.66 m	10.80 m	19.1°
60°	14.95 m	9.67 m	27.2°
90°	15.07 m	9.20 m	30.7°

120°	15.12 m	9.00 m	32.2°
150°	15.14 m	8.91 m	32.9°
180°	15.15 m	8.87 m	33.2°

Similar a “Minimum Turning Path for Intercity Bus (BUS-14 [BUS-45]) Design Vehicle” en la norma AASHTO.

Tabla 202.05

Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior vehículo (E)	R mín. Interior rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	15.06 m	10.83 m	19.3°
60°	15.45 m	9.63 m	27.7°
90°	15.61 m	9.12 m	31.4°
120°	15.68 m	8.89 m	33.0°
150°	15.70 m	8.79 m	33.8°
180°	15.72 m	8.74 m	34.1°

Tabla 202.06

Ómnibus articulado (BA-1)

Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. exterior vehículo (E)	R mín. interior vehículo (I)	Ángulo Máximo dirección	Ángulo Máximo articulación
30°	13.66 m	9.06 m	19.0°	11.6°
60°	14.08 m	8.41 m	26.4°	21.3°
90°	14.25 m	8.05 m	29.4°	27.5°
120°	14.30 m	7.86 m	30.6	30.9°
150°	14.32 m	7.76 m	31.2°	32.7°
180°	14.33 m	7.72 m	31.4°	33.6°

Similar a “Minimum Turning Path for Articulated Bus (A-BUS) Design Vehicle” en la norma AASHTO.

Tabla 202.07

Semirremolque simple (T2S1)

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30°	14.08 m	8.73 m	17.6°	15.1°
60°	14.20 m	6.89 m	23.2°	29.23°
90°	14.24 m	5.41 m	25.0°	41.1°
120°	14.26 m	4.19 m	25.7°	50.8°
150°	14.26 m	3.14 m	25.9°	58.5°
180°	14.27 m	2.22 m	25.9°	65.4°

Tabla 202.08

Remolque simple (C2R1)

Ángulo trayectoria	R máx. exterior Vehículo (E)	R mín. interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación camión	Ángulo máximo articulación remolque
30°	13.25 m	7.94 m	22.1°	5.6°	9.3°
60°	13.49 m	6.21 m	34.2°	10.6°	18.7°
90°	13.61 m	4.81 m	41.3°	14.6°	27.8°
120°	13.68 m	3.66 m	45.6°	17.8°	36.5°
150°	13.71 m	2.67 m	48.3°	20.3°	44.6°
180°	13.74 m	1.79 m	50.1°	22.2°	52.3°

Similar a “Minimum Turning Path for Double-Trailer Combination (WB-20D [WB-67D]) Design Vehicle” en la norma AASHTO.

Tabla 202.09

Semirremolque doble (T3S2S2)

Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación camión	Ángulo máximo articulación remolque
30°	14.06 m	9.25 m	16.7°	12.1°	10.5°
60°	14.17 m	7.95 m	21.3°	22.1°	20.6°
90°	14.20 m	7.02 m	22.7°	28.7°	29.5°
120°	14.21 m	6.35 m	23.0°	32.6°	36.9°
150°	14.21 m	5.87 m	23.2°	34.7°	42.7°
180°	14.22 m	5.53 m	23.2°	35.8°	47.0°

Tabla 202.10**Semirremolque-Remolque (T3S2S2)****Radios máximos/mínimos y ángulos**

Ángulo trayectoria	R máx. exterior vehículo (E)	R mín. interior vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación camión	Ángulo máximo articulación semi-remolque	Ángulo máximo articulación remolque
30°	14.06 m	9.46 m	16.8°	11.0°	6.4°	8.0°
60°	14.18 m	8.38 m	21.5°	19.7°	11.9°	15.5°
90°	14.21 m	7.65 m	22.9°	25.0°	15.8°	21.9°
120°	14.22 m	7.17 m	23.3°	27.9°	18.2°	26.9°
150°	14.22 m	6.87 m	23.4°	29.3°	19.6°	30.5°
180°	14.22 m	6.68 m	23.4°	29.9°	20.3°	32.9°

Similar a “Minimum Turning Path for Turnpike-Double Combination (WB-33D [WB-109D]) Design Vehicle” en la norma AASHTO.

Tabla 202.11**Semirremolque simple (T3S3)****Radios máximos/mínimos y ángulos**

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30°	14.06 m	8.89 m	16.7°	15.5°
60°	14.17 m	7.22 m	21.3°	29.6°
90°	14.20 m	5.91 m	22.7°	41.0°
120°	14.21 m	4.85 m	23.1°	49.9°
150°	14.21 m	3.98 m	23.2°	56.7°
180°	14.22 m	3.24 m	23.2°	62.1°

Tabla 204.01

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por 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											

Tabla 204.04

Valores de velocidades máximas de operación

Clasificación de la carretera	Velocidad máxima de operación (km/h)			
	Vehículos ligeros	Vehículos pesados		
		Buses	Camiones (5)	
Autopista 1 ^{ra} clase	(1)	130	100	90
	(2)	120	90	80
	(3)	100	80	70

	(4)	90	70	60
Autopista 2 ^{da} clase	(1)	120	90	80
	(2)	120	90	80
	(3)	100	80	70
	(4)	90	70	60
Carretera 1 ^{ra} clase	(1)	100	90	80
	(2)	100	80	70
	(3)	90	70	60
	(4)	80	60	50

Tabla 205.01

Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%

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

Nota: La distancia de reacción de frenado calculado en tiempo 2.5 segundos, velocidad de desaceleración de 3.4 m/s²., de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3 de AASHTO.

Tabla 205.01 -A

Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

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

Tabla 205.03

Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

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

Figura 205.01

Distancia de visibilidad de parada

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)

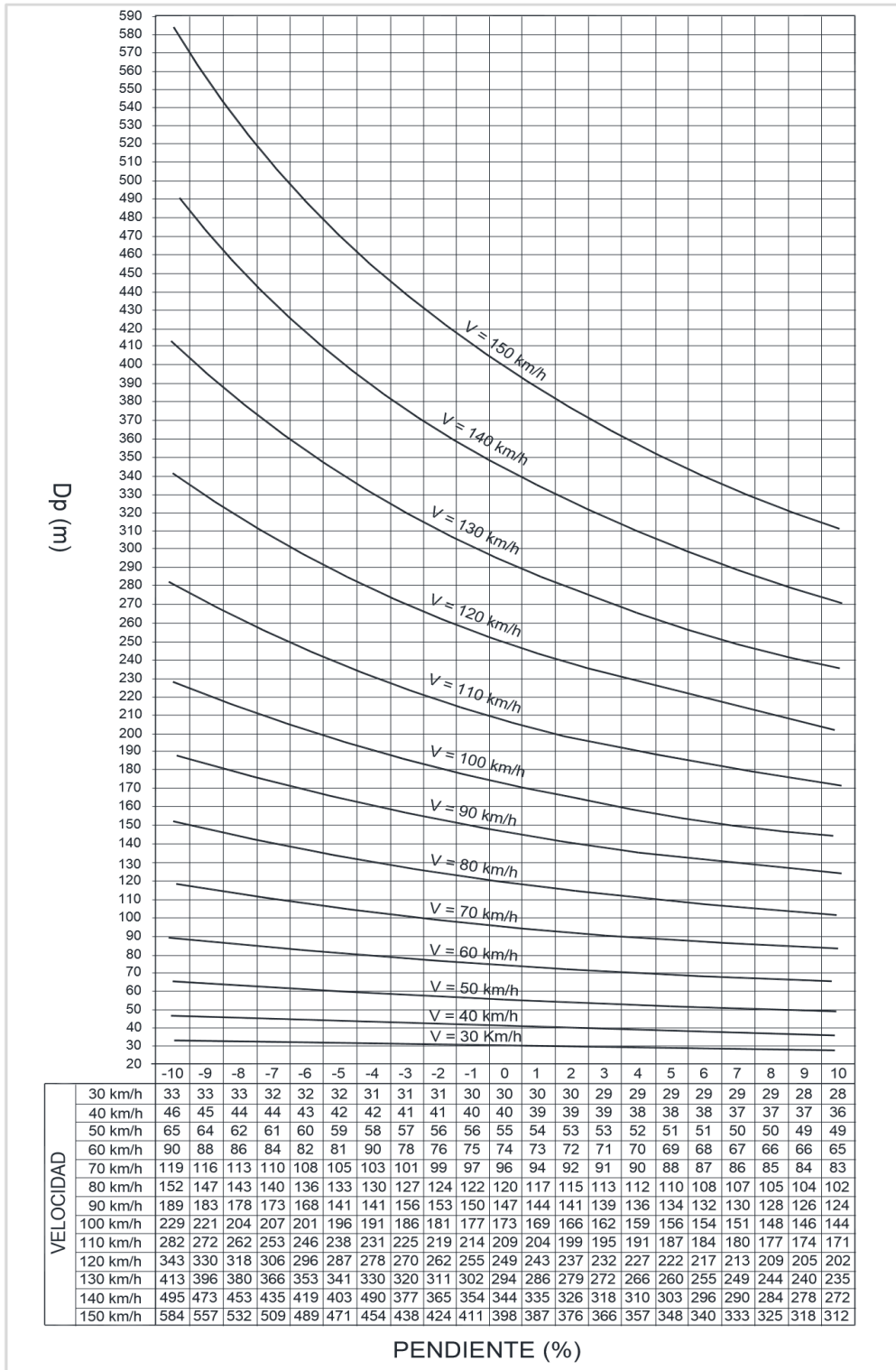


Tabla 205.04*Máximas longitudes sin visibilidad de paso o adelantamiento*

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

Tabla 205.06

Distancias mínimas de visibilidad requeridas a lo largo de una vía con ancho 7.20 m, con dispositivo de control en la vía secundaria

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA VÍA PRINCIPAL km/h	DISTANCIA A LO LARGO DE LA VÍA PRINCIPAL A PARTIR DE LA INTERSECCIÓN d_1 , d_2		
	TIPO DE VEHÍCULO QUE REALIZA EL CRUCE		
	LIVIANO L=5.80m	CAMIÓN DE DOS EJES L=12.30 m	TRACTO CAMIÓN DE TRES EJES CON SEMIREMOLQUE DE DOS EJES L= 20.50 m
40	80	112	147
50	100	141	184
60	120	169	221
70	140	197	158
80	160	225	259
90	180	253	332
100	200	281	369
110	219	316	403
120	239	344	440
130	259	373	475

La longitud mínima de curva (L) será:

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

V = Velocidad de diseño (km/h)

No se requiere curva

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'

Tabla 302.01

Longitudes de tramos en tangente

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

Tabla 302.02

Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670

	130	8.00	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Figura 302.02

Peralte en cruce de áreas urbanas

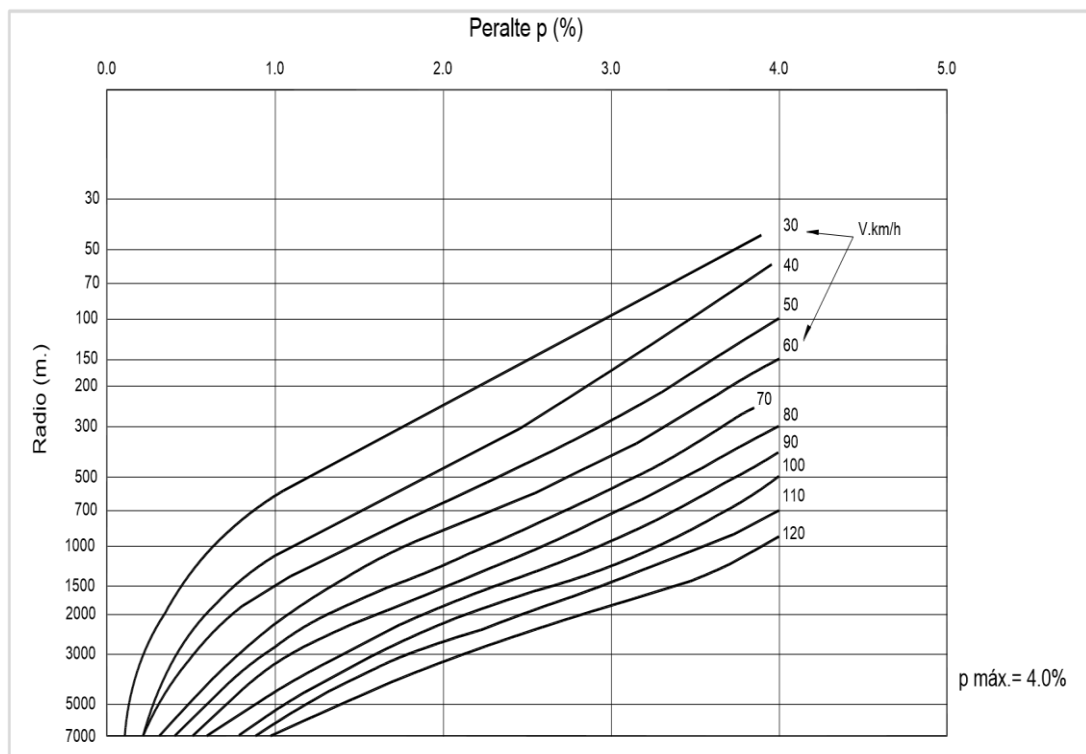


Figura 302.03

Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)

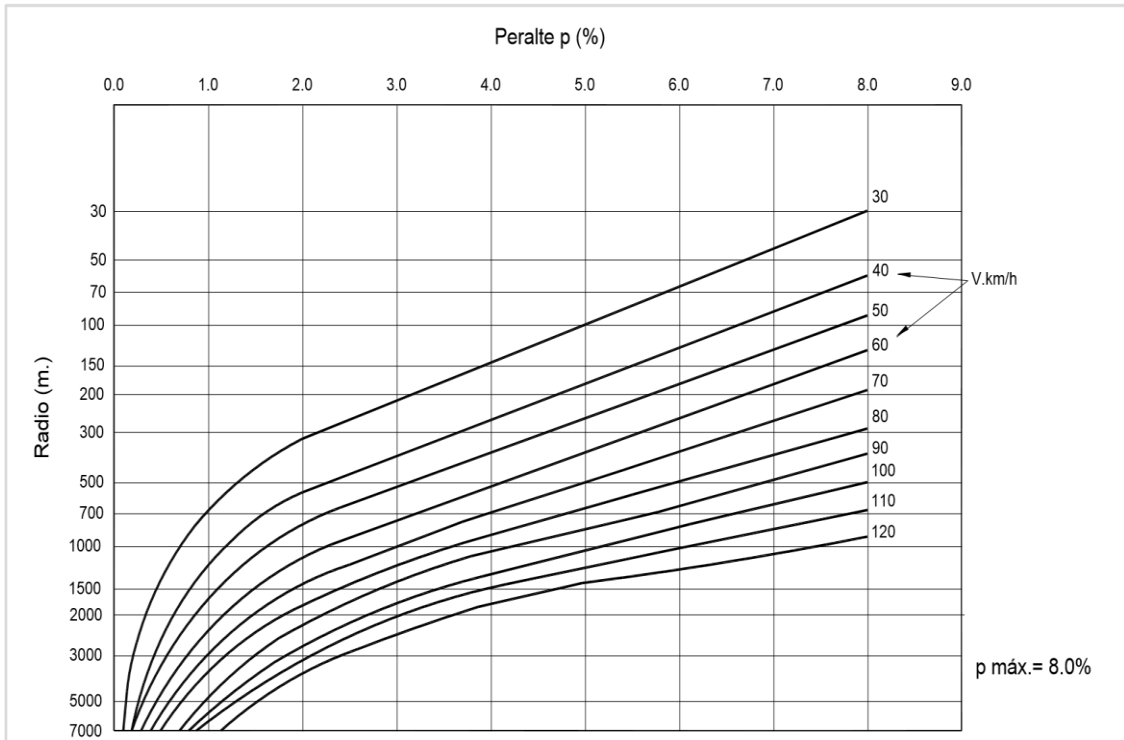


Figura 302.04

Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)

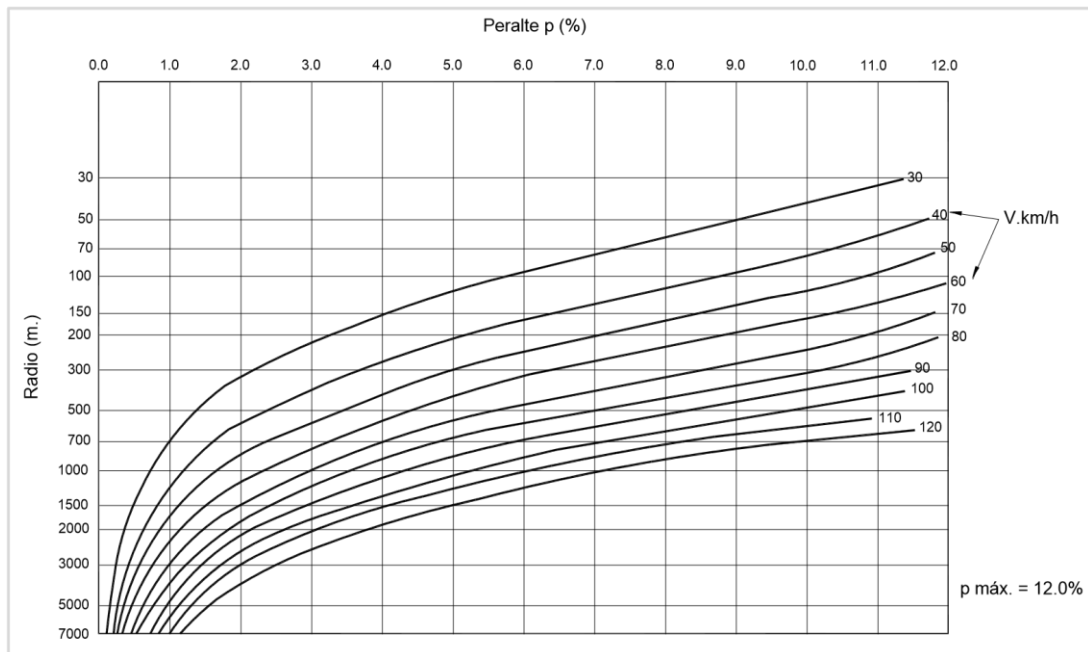


Figura 302.05

Peralte en zonas con peligro de hielo

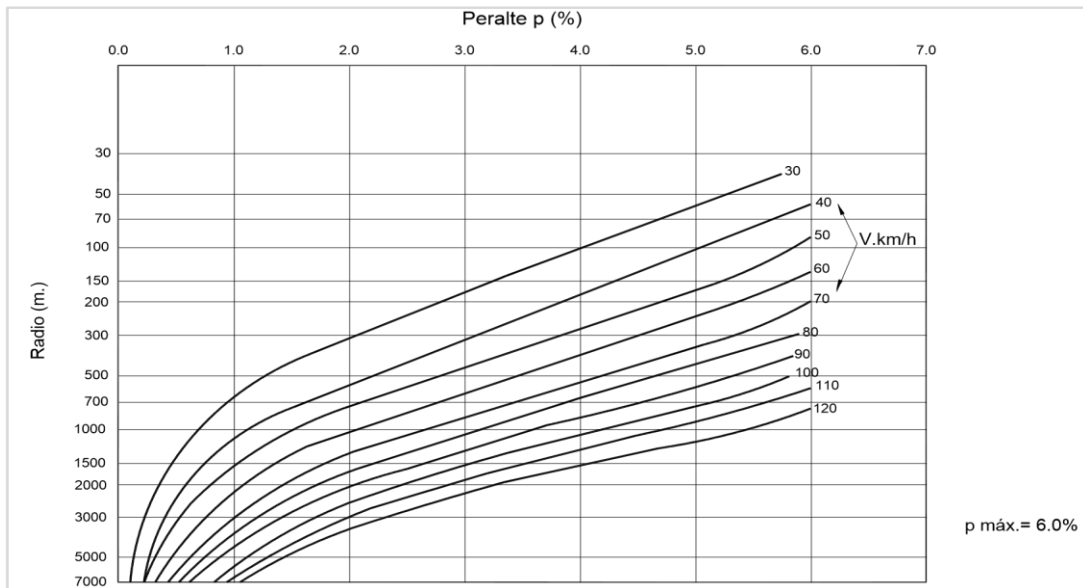


Tabla 302.03

Fricción transversal máxima en curvas

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

Tabla 302.06

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

Tabla 302.04

Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.

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

Tabla 302.07

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
Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
350	529	250	1020	> 1720	561
360	545	250	1040	> 1720	567
370	562	250	1060	> 1720	572
380	579	253	1080	> 1720	578
390	596	260	1100	> 1720	583
400	614	267	1120	> 1720	588
410	633	273	1140	> 1720	593
420	652	280	1160	> 1720	598
430	671	287	1180	> 1720	602
440	692	293	1200	> 1720	607

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

Tabla 302.07

Relación entre radios consecutivos – grupo 1

(Continuación)

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
Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
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	

Tabla 302.08 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
Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
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	

Tabla 302.09

Variación de la aceleración transversal por unidad de tiempo

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

Tabla 302.10

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/s³	Peralte máx.	A mín. m²	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

Tabla 302.11 A

Radios circulares límites que permiten prescindir de la curva de transición

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

Tabla 302. 11 B

Radio que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase

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

Tabla 302.13

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

Tabla 302.14

Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte

Velocidad específica: 30 km/h

Ancho de calzada o superficie de rodadura: 6 m

Eje de giro al borde de la calzada: 6 m

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

Tabla 302.15

Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte

Velocidad específica: 60 km/h

Ancho de calzada o superficie de rodadura: 7.20 m

Eje de giro al borde de la calzada: 7.20 m

Peraltes Final Inicial	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%	23	29	35	41	47	53	58	64	70	76
3%	29	35	41	47	53	58	64	70	76	82	88
4%	35	41	47	53	58	64	70	76	82	88	93
5%	41	47	53	58	64	70	76	82	88	93	99
6%	47	53	58	64	70	76	82	88	93	99	105
7%	53	58	64	70	76	82	88	93	99	105	111
8%	58	64	70	76	82	88	93	99	105	111	117
9%	64	70	76	82	88	93	99	105	111	117	123
10%	70	76	82	88	93	99	105	111	117	123	128
11%	76	82	88	93	99	105	111	117	123	128	134
12%	82	88	93	99	105	111	117	123	128	134	140

Tabla 302.16

Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte

Velocidad específica: 60 km/h

Ancho de calzada o superficie de rodadura: 7.20 m

Eje de giro al borde de la calzada: 3.60 m

Peraltes		-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
Inicia	Fina											
2%	12	15	18	20	23	26	29	32	35	38	41	
3%	15	18	20	23	26	29	32	35	38	41	44	
4%	18	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	
5%	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	
6%	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53	
7%	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53	55	
8%	29	32	35	38	41	44	47	50	53	55	58	
9%	32	35	38	41	44	47	50	53	55	58	61	
10%	35	38	41	44	47	50	53	55	58	61	64	
11%	38	41	44	47	50	53	55	58	61	64	67	
12%	41	44	47	50	53	55	58	61	64	67	70	

Tabla 302.17

Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del Peralte

Velocidad específica: 80 km/h Ancho de calzada o superficie de rodadura: 7.20 m Eje de

giro al borde de la calzada: 7.20 m

Peraltes		-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
Inicia	Fina											
2%	29	36	43	50	58	65	72	79	88	94	101	
3%	36	43	50	58	65	72	79	88	94	101	108	
4%	43	50	58	65	72	79	88	94	101	108	115	
5%	50	58	65	72	79	88	94	101	108	115	122	
6%	58	65	72	79	88	94	101	108	115	122	130	
7%	65	72	79	88	94	101	108	115	122	130	137	
8%	72	79	88	94	101	108	115	122	130	137	144	
9%	79	88	94	101	108	115	122	130	137	144	151	
10%	88	94	101	108	115	122	130	137	144	151	158	
11%	94	101	108	115	122	130	137	144	151	158	166	
12%	101	108	115	122	130	137	144	151	158	166	173	

Tabla 302.18

Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte

Velocidad específica: 100 km/h

Ancho de calzada o superficie de rodadura: 7.20 m

Eje de giro al borde de la calzada: 7.20 m

Peraltes Final Inicial	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117
3%	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135
4%	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144
5%	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153
6%	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162
7%	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171
8%	90	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171
9%	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	189
10%	99	99	108	117	126	135	144	153	162	171	189
11%	99	108	117	126	135	144	153	162	171	189	207
12%	108	117	126	135	144	153	162	171	189	207	216

Tabla 302.20

Factores de reducción del sobrancho para anchos de calzada en tangente de 7.20m

Radio (R) (m)	Factor de reducción	Radio (R) (m)	Factor de reducción
25	0.86	90	0.60
28	0.84	100	0.59
30	0.83	120	0.54
35	0.81	130	0.52
37	0.8	150	0.47
40	0.79	200	0.38
45	0.77	250	0.27
50	0.75	300	0.18

55	0.72	350	0.12
60	0.70	400	0.07
70	0.69	450	0.08
80	0.63	500	0.05

Nota: El valor mínimo del sobreebanco a aplicar es de 0.40 m

Tabla 303.01

Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30																			10	10
40															9	8	9	10		
50											7	7			8	9	8	8	8	
60					6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8		
70			5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7		7	7		
80	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6		6	6			7	7		
90	5	5	5		5	5	6		5	5			6				6	6		
100	5	5	5		5	5	6		5				6							
110	4	4			4															
120	4	4			4															
130	4																			

Figura 303.02

Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

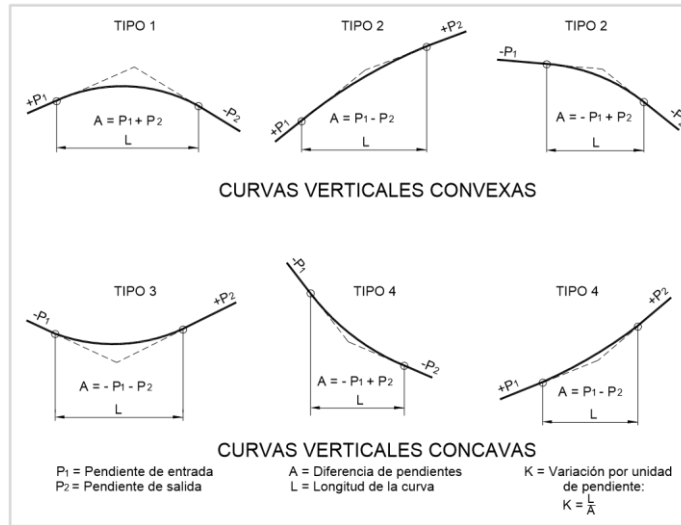


Figura 303.03

Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas

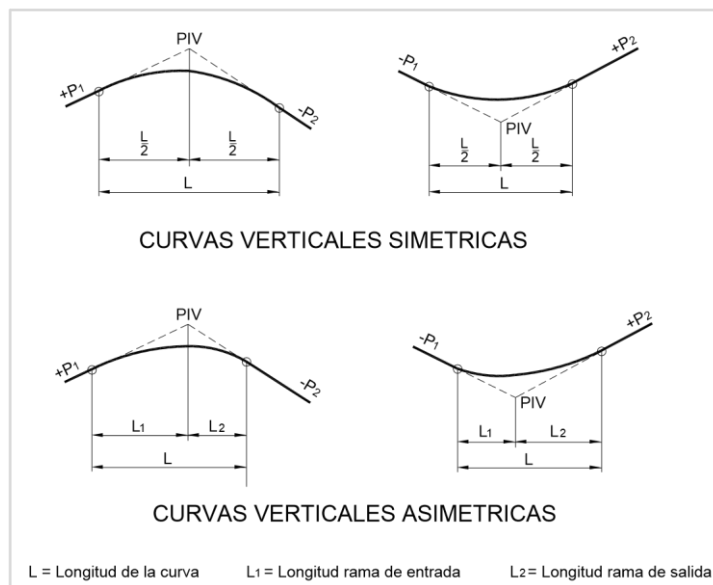


Tabla 303.02

Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase

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

Tabla 303.03

Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase

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

Tabla 304.01

Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Tráfico vehí- culos/día	Tipo	Oro- grafi- a	VELOCIDAD DE DISEÑO										
				30k m/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	100 km/h	110 km/h	120 km/h	130 km/h
Autopista	> 6,000	Prime- ra Clase	1						7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
			2						7.2	7.2	7.2	7,20	7.2	
			3					7.2	7.2	7.2	7.2			
			4					7.2	7.2					
	6,000 - 4,001	Segu- nda Clase	1				7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2		
			2				7.2	7.2	7.2	7.2	7.2			
			3				7.2	7.2	7.2	7.2	7.2			
			4				7.2	7.2	7.2					
Carretera	4,000- 2.001	Prime- ra Clase	1				7.2	7.2	7.2	7.2	7.2			
			2				7.2	7.2	7.2	7.2				
			3			7.2	7.2	7.2	7.2					
			4			7.2	7.2	7.2						
Carretera	2,000- 400	Segu- nda Clase	1				7.2	7.2	7.2	7.2	7.2			
			2				7.2	7.2	7.2					
			3			6.6	6.6	6.6						
			4		6.6	6.6	6.6							
Carretera	< 400	Terce- ra Clase	1		6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6				
			2		6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6				
			3	6	6	6								
			4	6										

Tabla 304.05

Valores de peralte máximo

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

Tabla 304.02
Ancho de berma

Clasificación	Tráfico o vehículos/día	Características	Topografía	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	100 km/h	110 km/h	120 km/h	130 km/h
Autopista	> 6.000	Primera clase	1						3	3	3	3	3	3
			2						3	3	3	3	3	
			3					3	3	3	3			
			4					3	3					
	6.000 - 4001	Segunda clase	1				3	3	3	3	3	3	3	
			2				3	3	3	3	3			
			3				2.6	3	3	3	3			
			4				2.6	3	3					
Carretera	4.000 - 2.001	Primera clase	1				3	3	3	3	3			
			2				3	3	3	3				
			3			2.6	2.6	3	3					
			4			2.6	2.6	3						
Carretera	2.000 - 400	Segunda clase	1				2	2	2	2	2			
			2				2	2	2					
			3			1.2	1.2	1.2						
			4		1.2	1.2	1.2							
Carretera	< 400	Tercera Clase	1		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2				
			2		0.9	0.9	1.2	1.2	1.2	1.2				
			3	0.5	0.5	0.9								
			4	0.5										

Tabla 304.09
Anchos mínimos de Derecho de Vía

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Anexo 01 Código visual basic- hoja de trabajo

- Sub pi_clasifica_carreteras()
" pi_clasifica_carreteras Macro
' Sheets("CLASIFIC CARRETERA").Select
 Range("F15").Select
End Sub
- Sub pag_inicio()
" pag_inicio Macro
' Sheets("PANTALLA DE INCIO").Select
 Range("B11").Select
End Sub
- Sub pi_clasific_demanda()
" pi_clasific_demanda Macro
' Sheets("CLASIFIC CARRETERA").Select
 Range("B11:G11").Select
End Sub
- Sub pi_clasificac_orografia()
" pi_clasificac_orografia Macro
' Sheets("CLASIFIC CARRETERA").Select
 Range("B31:G31").Select
End Sub
- Sub pi_vehiculo_diseño()
" pi_vehiculo_diseño Macro
' Sheets("VEHICULO DISEÑO").Select
 Range("B13").Select
End Sub

- Sub pi_velocidad_diseño()
' pi_velocidad_diseño Macro
' Sheets("VELOCIDAD DISEÑO").Select
Range("B12").Select
End Sub
- Sub pi_distancia_visibilidad()
' pi_distancia_visibilidad Macro
' Sheets("DISTANCIA VISIBILIDAD").Select
Range("I11").Select
End Sub
- Sub pi_visibilidad_parada()
' pi_visibilidad_parada Macro
' Sheets("DISTANCIA VISIBILIDAD").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-30
Range("C20").Select
End Sub
- Sub pi_visibilidad_paso()
' pi_visibilidad_paso Macro
Sheets("DISTANCIA VISIBILIDAD").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=26
Range("C43").Select
End Sub
- Sub pi_visibilidad_cruce()
' pi_visibilidad_cruce Macro
Sheets("DISTANCIA VISIBILIDAD").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=54

```
Range("C67").Select
```

```
End Sub
```

- Sub pi_diseño_geometrico()

```
' pi_diseño_geometrico Macro
```

```
ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=1
```

```
ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=1
```

```
Sheets("DISEÑO PLANTA").Select
```

```
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-21
```

```
Range("B10").Select
```

```
End Sub
```

- Sub pi_planta_diseño()

```
' pi_planta_diseño Macro
```

```
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4
```

```
Sheets("DISEÑO PLANTA").Select
```

```
Range("B16").Select
```

```
End Sub
```

- Sub pi_planta_tangente()

```
' pi_planta_tangente Macro
```

```
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4
```

```
Sheets("DISEÑO PLANTA").Select
```

```
ActiveWindow.SmallScroll Down:=21
```

```
Range("B37").Select
```

```
End Sub
```

- Sub pi_planta_curva_circular()

```
' pi_planta_curva_circular Macro
```

```
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4
```

```
Sheets("DISEÑO PLANTA").Select  
ActiveWindow.SmallScroll Down:=27  
Range("B47").Select
```

End Sub

- Sub pi_planta_curva_transición()

```
' pi_planta_curva_transición Macro  
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=3  
Sheets("DISEÑO PLANTA").Select  
ActiveWindow.SmallScroll Down:=57  
Range("B102").Select
```

End Sub

- Sub pi_planta_transición_peralte()

```
' pi_planta_transición_peralte Macro  
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4  
Sheets("DISEÑO PLANTA").Select  
ActiveWindow.SmallScroll Down:=126  
Range("B145").Select
```

End Sub

- Sub pi_planta_sobrecancho()

```
' pi_planta_sobrecancho Macro  
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4  
Sheets("DISEÑO PLANTA").Select  
Range("B196").Select
```

End Sub

- Sub pi_perfil_pendiente()

```
' pi_perfil_pendiente Macro
```

```
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4  
    Sheets("DISEÑO EN PERFIL").Select  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-39  
    Range("B17").Select  
End Sub
```

- Sub pi_perfil_curvas_verticales()

```
' pi_perfil_curvas_verticales Macro  
ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4  
    Sheets("DISEÑO EN PERFIL").Select  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=33  
    Range("B45").Select  
End Sub
```

- Sub pi_transversal_calzada()

```
' pi_transversal_calzada Macro  
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4  
    Sheets("DISEÑO TRANSV").Select  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-3  
    Range("B15").Select  
End Sub
```

- Sub pi_transversal_berma()

```
' pi_transversal_berma Macro  
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4  
    Sheets("DISEÑO TRANSV").Select  
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=24  
    Range("B42").Select  
End Sub
```


- Sub pi_transversal_bombeo()
'pi_transversal_bombeo Macro
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4
 Sheets("DISEÑO TRANSV").Select
 ActiveWindow.SmallScroll Down:=33
 Range("B60").Select
End Sub
- Sub pi_transversal_peralte()
'pi_transversal_peralte Macro
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4
 Sheets("DISEÑO TRANSV").Select
 ActiveWindow.SmallScroll Down:=57
 Range("B72").Select
 ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
End Sub
- Sub pi_transversal_faja_dominio()
'pi_transversal_faja_dominio Macro
' ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=4
 Sheets("DISEÑO TRANSV").Select
 Range("B114").Select
End Sub