



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y
VERTICAL, EN EL CAMINO SAN SIMÓN DE GUERRERO-
RANCHO VIEJO, DEL KM. 3+000 AL KM 8+610.804 EN EL
MUNICIPIO DE SAN SIMÓN DE GUERRERO, EN EL
ESTADO DE MÉXICO**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Mauricio Antonio Becerril Valencia

ASESORA DE INFORME

M.H.D. Norma Legorreta Linares



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

Agradecimientos

A Dios por poner en mi camino a las personas para poder seguir con mis estudios, por darme salud y la estabilidad necesaria para tener la tranquilidad de poder concluir con este gran paso en mi vida.

A mi padre por formarme en el mundo de la ingeniería, también por ser mi mejor maestro en mi formación como hombre de bien.

A mi hermano Antonio, por su apoyo en el trabajo, en la vida y en especial en este pasó por mi carrera.

A mi madre por su amor incondicional.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO por acogerme en sus brazos y cuidarme con todos sus programas y servicios.

A todos los profesores por mi paso en la FACULTAD DE INGENIERÍA en especial para el ingeniero Manuel Rubio Suárez y al Doctor Luis Antonio García de quienes recibí todo el apoyo.

A la Ingeniera Norma Legorreta por siempre estar disponible y por ayudarme a terminar este paso en mi carrera.

Al ingeniero Marcos Trejo por siempre estar en apoyo de todos los alumnos.

A mi esposa Jennifer Arzola Gallegos y a mi pequeño hijo "Leonel" por ser un gran impulso en mi vida.

Índice

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | ANTECEDENTES..... | 2 |
| 2.1.1 | OBJETIVO DEL TRABAJO..... | 4 |
| 2.1.2 | METODOLOGÍA..... | 4 |
| 3 | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| 3.1 | UBICACIÓN DE LA OBRA | 5 |
| 3.2 | SAN SIMÓN DE GUERRERO..... | 7 |
| 3.3 | TIPO DE OBRA..... | 8 |
| 4 | MEMORIA DESCRIPTIVA | 8 |
| 4.1 | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TIPO DE SERVICIO..... | 8 |
| 4.2 | JUSTIFICACIÓN AL PROYECTO DE TERRACERÍAS DE SAN SIMÓN DE GUERRERO | 10 |
| 5 | PROYECTO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL | 11 |
| 5.1 | SEÑALAMIENTO HORIZONTAL..... | 11 |
| 5.1.1 | MARCAS EN EL PAVIMENTO | 11 |
| 5.1.2 | BOTONES REFLEJANTES, DELIMITADORES Y BOTONES..... | 19 |
| 5.1.3 | DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD | 21 |
| 5.2 | SEÑALAMIENTO VERTICAL..... | 23 |
| 5.2.1 | SEÑALES PREVENTIVAS..... | 23 |
| 5.2.2 | SEÑALES RESTRICTIVAS..... | 32 |
| 5.2.3 | SEÑALES INFORMATIVAS..... | 35 |
| 6 | CONCLUSIONES..... | 71 |

PREFACIO

Mi nombre es Mauricio Antonio Becerril Valencia, he completado mis créditos en la Facultad de ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, con este proyecto espero poder obtener el grado de Ingeniero civil por la modalidad de experiencia laboral, a continuación, hablaré un poco de mi experiencia trabajando.

Empecé a laboral en un despacho con mi papá en el año 2002, yo no tenía nociones de nada con respecto a la ingeniería civil, sin embargo, poco a poco fui aprendiendo a usar programas como AutoCAD, y preparándome con cursos, como Microsoft Office.

Al principio mis tareas eran básicas, como editar en AutoCAD los proyectos geométricos, pero poco a poco fui avanzando, entendiendo más lo que hacía, más adelante empecé también a trabajar de cadenero en las brigadas topográficas. Entendiendo lo que se realizaba desde campo, presenciado que era un talud, como era cadeneado un eje, como se obtenían las secciones, aprendí a hacer una nivelación y como se obtenía el perfil de un eje (alineamiento vertical). Después llegó el turno de empezar a usar una estación total, comenzar un proyecto desde el inicio, más adelante pude empezar a aprender a usar CivilCad, aprendí a crear una superficie con los datos obtenidos previamente en campo con la estación total, aprendí a cadenear los ejes, y poder obtener secciones y perfiles desde Civil 3D, más adelante tuve la oportunidad de hacer diversos proyectos de señalamiento, tanto de caminos federales, autopistas así como entronques a nivel y desnivel, en trébol, en trompeta, etcétera, siempre apoyado de mi padre y hermano.

El trabajo que enseguida presento, es muy importante para mí, pues es de los primeros trabajos que hicimos dentro de un concurso directamente con el gobierno. Las normativas y los manuales son anteriores al año dos mil once, pues es la fecha en que se realizó el proyecto y fue con la información que se tenía en ese momento.

1 INTRODUCCIÓN

¿Cómo se proyecta el señalamiento de un camino?

Antes de adentrarme al mundo de la ingeniería civil, no sabía, es más, me atrevo a decir que ni siquiera era una pregunta que rondara mi cabeza, durante esta parte de mi vida he entendido y lo he vivido, tal vez sin preguntármelo, el cómo, el por qué y para qué de este bello mundo de las vías terrestres.

Las vías terrestres son obras de infraestructura, que se diseñaron para mejorar el transporte, entre las vías terrestres están: túneles, puentes, caminos, autopistas, carreteras y vías férreas. Su construcción es especialmente para la circulación de vehículos. El señalamiento de una vía debe regular el uso de la vialidad, facilitando a los usuarios su utilización segura y eficiente, así como proporcionar la información necesaria al usuario para llegar de un punto A a un punto B, de este modo se puede asegurar que miles de vidas que circulen por estas vías, tengan bienestar propio y de los demás usuarios.

Los posibles beneficios socioeconómicos proporcionados por las vías terrestres, incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en obras, el mayor acceso a la atención médica y otros servicios sociales y el fortalecimiento de las economías locales.

En este documento se encontrará el proceso a seguir para el proyecto ejecutivo de un señalamiento, en el tramo de “San Simón de Guerrero a Rancho Viejo”. Por cuestiones prácticas el presente escrito desarrolla el proyecto de señalamiento únicamente del sub-tramo comprendido entre el kilómetro 3+000 y el kilómetro 8+660; sujeto a la normativa y manuales de la S.C.T., para equipar al sub-tramo con los elementos necesarios de señalamiento horizontal y vertical a fin de proveer al usuario la información necesaria para facilitarle al usuario la utilización segura y eficiente del camino.

2 ANTECEDENTES

La Red Nacional de Caminos, como podemos observar en la Figura 1, además de integrar el modelado de los diversos elementos que conforman las vías para el tránsito de vehículos automotores, integra diversos elementos asociados a este tipo de infraestructura, tales como destinos (ciudades y poblaciones rurales), sitios atractivos para el turismo relevantes en cada entidad federativa (culturales y naturales), diversos servicios (estaciones de abastecimiento de combustible, entre otros a lo largo de carreteras), terminales (aéreas, férreas y portuarias), así como estructuras existentes a lo largo de carreteras (puentes, túneles y plazas de cobro). También lo podemos observar en la tabla 1.

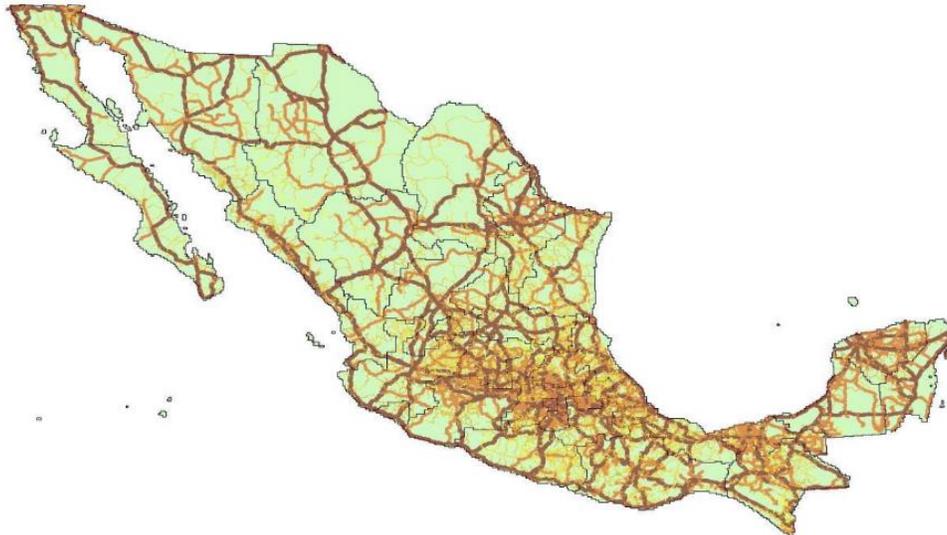


Figura 1. Red Nacional de Caminos.

Fuente: INEGI. (2015, Diciembre). [Red Nacional de Caminos]. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. https://www.imt.mx/images/files/USIG/rnc/Documento_Tecnico.pdf

Inventario de elementos 2015

| Rasgo | Cantidad |
|---|----------------------|
| Total de líneas de la red | 633,257 km |
| Total de kilómetros de la red | 328,437.79 km |
| Carreteras * | 161,365 km |
| Peaje - derecho de tránsito | |
| De cuota * | 9,764 km |
| Libre * | 151,601 km |
| Por administración | |
| Federal* | 49,206 km |
| Estatal* | 94,978 km |
| Municipal* | 16,394 km |
| Particular y otros* | 786 km |
| Caminos rurales | 110,689 km |
| Vialidades urbanas | 37,020 km |
| Elementos de transición (enlaces, retornos, glorietas) y rampas de frenado | 3,746 km |
| Transbordadores | 40 |
| Localidades | 27,737 |
| Urbanas | 4,521 |
| Rurales | 23,216 |
| Sitios de interés | 11587 |
| Relación Red Vial – Sitios de interés | 13,836 |
| Maniobras Prohibidas | 26,295 |
| Estructuras | 3,847 |
| Puentes | 3,663 |
| Túneles | 184 |
| Plazas de Cobro | 944 |
| Sistema abierto | 773 |
| Sistema cerrado | 153 |
| Sistema mixto | 18 |
| Tarifas (registros) | 2,031 |
| Puentes SCT | 13,463 |
| Marcas de Kilometraje | 46,698 |
| * La suma de kilómetros simplifica aquellas líneas paralelas modeladas por existencia de camellón o barra separadora (flujo y contraflujo de un solo sentido de circulación vehicular), dividiendo el total de kilómetros entre dos, para obtener un valor unificado en longitud. | |

Tabla 1. Inventario de elementos 2015.

Fuente: INEGI. (2015, Diciembre). [Red Nacional de Caminos]. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. https://www.imt.mx/images/files/USIG/rnc/Documento_Tecnico.pdf

2.1.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo es poder contribuir como una guía del proceso de un proyecto de señalamiento vial con base en los manuales y normativa oficial mexicana, así como mostrar los aspectos pertinentes solicitados por la Secretaria de comunicaciones y transportes.

2.1.2 METODOLOGÍA

La metodología será de la siguiente manera:

Se obtendrá información de diferentes fuentes, sea libros, manuales, normativa, páginas dependientes de la S.C.T. ya que oficialmente es la encargada de regular y normar las especificaciones técnicas para la concepción de proyectos carreteros en México.

Se obtendrá información del camino alimentador, así como información del proyecto ejecutivo, tal sea el caso de plantas, perfil longitudinal, secciones transversales del proyecto en cuestión, de ser posible una galería de fotos.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ¹

Los caminos alimentadores y caminos rurales, son claramente de carácter social, ellos constituyen la mayor relevancia ya que son los accesos al desarrollo regional comunicando con los centros de población, centros de consumo y de producción en el medio rural, así como también el acceso de la comunidad campesina a servicios básicos de salud y educación, lo cual resulta en mayores oportunidades de empleo y desarrollo en general.

¹ Soto Ventura Javier, I. (2015, 29 abril). INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCCIÓN Y LA COMERCIALIZACIÓN EN EL DESARROLLO REGIONAL [Diapositivas]. GOBIERNO DE MÉXICO. <http://www.sct.gob.mx/obrapublica/MarcoNormativo/7/7-4.pdf>

De acuerdo con el Foro Económico Mundial, México se ubica en el lugar 68 de 144 países, en el Índice de Competitividad de Infraestructura, por debajo de países como Barbados (22), Panamá (37), Chile (45), Uruguay (49) y Trinidad y Tobago (55). Conforme a la clasificación de ese Foro, México ocupa el lugar 50 en carreteras, 60 en ferrocarriles, 64 en puertos y aeropuertos de 144 países, esto en materia de infraestructura para el transporte.

En este sentido, el Sector de Comunicaciones y Transportes, es fundamental para detonar el desarrollo regional, generar empleo y bienestar social. Es también, un factor indispensable de productividad, competitividad y crecimiento económico nacional.

En el poblado de San Simón de Guerrero se tiene un camino de terracería, el cual conecta con el poblado “Rancho Viejo”, se propone por el Centro SCT Estado de México la mejora de este mismo de acuerdo a las normas vigentes (2011). Se pone a concurso y a la empresa ABG TOPOGRAFÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A. DE C.V., se le adjudica la licitación.

3.1 UBICACIÓN DE LA OBRA²

El proyecto se localiza en el Estado de México, se localiza en la zona central de la República Mexicana, en la parte oriental de la mesa de Anáhuac. Colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; y al sur con Guerrero y Morelos; al este con Puebla y Tlaxcala; y al oeste con Guerrero y Michoacán, así como con el Distrito Federal, al que rodea al norte, este y oeste. La extensión territorial del estado es de 22,499.95 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 1.09 % del total del país y ocupa el lugar 25 en extensión territorial, respecto a los demás estados. Cuenta con 125 municipios divididos en 16 regiones

² www.travelbymexico.com. (s. f.-b). Estado de México de la República Mexicana. Recuperado 23 de marzo de 2020, de <https://mr.travelbymexico.com/698-estado-de-mexico/>

como lo podemos observar en la Figura 3. Podemos observar la ubicación geográfica del Estado de México en la Figura 2.



Figura 2. Ubicación geográfica del Estado de México.
Fuente: www.travelbymexico.com. (s. f.). Estado de México de la República Mexicana [Gráfico]. www.travelbymexico.com.
<https://mr.travelbymexico.com/698-estado-de-mexico/>

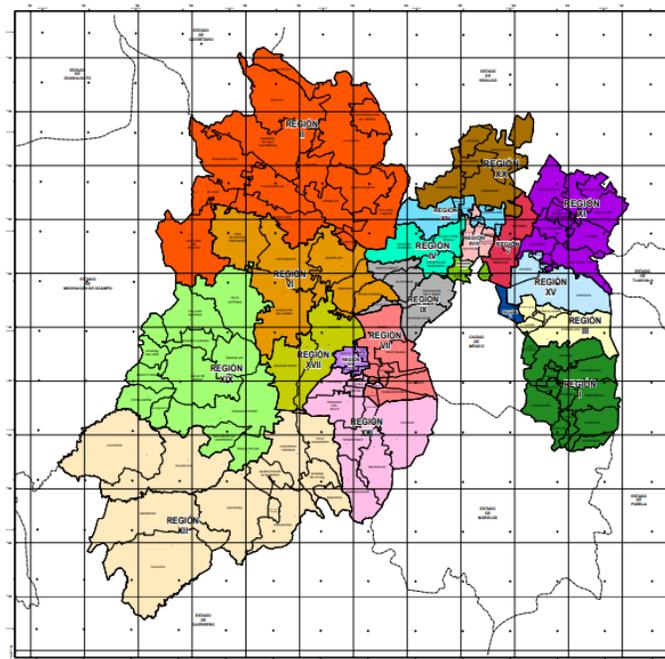


Figura 3. Regionalización del Estado de México 2017-2023.
Fuente: Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México. (s. f.). Dictamen de la División Regional [Gráfico]. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México.
http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

3.2 SAN SIMÓN DE GUERRERO³

San Simón de Guerrero se localiza en la región XIX “VALLE DE BRAVO” se muestra en la Figura 4, a los 19°01'21" de longitud norte y a los 100°00'24" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Sus colindancias son: al norte con el municipio de Temascaltepec, al sur con Tejupilco; al este con Texcaltitlán y al oeste con Tejupilco, ver figura 5. Ubicado en la porción sur de la sección occidental de la entidad, ligeramente al suroeste de la ciudad de Toluca, integrada por los municipios de: Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Otzoloapan, San Simón de Guerrero, Santo Tomás, Temascaltepec, Texcaltitlán, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Victoria y Zacazonapan.

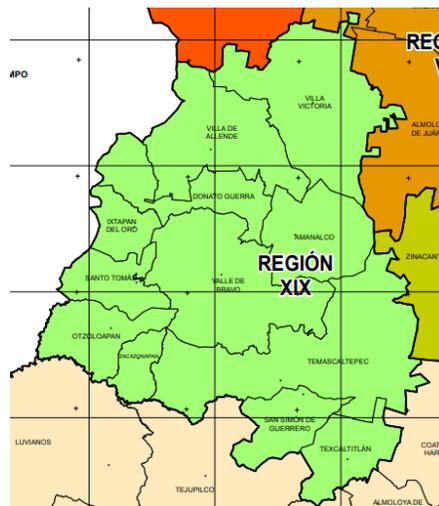


Figura 4. Región XIX “VALLE DE BRAVO”.
Fuente: Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México. (s. f.). Dictamen de la División Regional [Gráfico]. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México.
http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

³ H. Ayuntamiento de San Simón de Guerrero. (s. f.). SAN SIMÓN DE GUERRERO. Recuperado 4 de abril de 2020, de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15077a.html>

3.3 TIPO DE OBRA

La Secretaria de Comunicaciones y Transportes, a través del CENTRO SCT ESTADO DE MEXICO, SUBDIRECCION DE OBRAS y RESIDENCIA GENERAL DE CARRETERAS ALIMENTADORAS, para la “**ELABORACIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y PLANOS EJECUTIVOS PARA LA AMPLIACION DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACION, SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL, EN SAN SIMÓN DE GUERRERO-RANCHO VIEJO, DEL KM. 3+000 AL KM 11+500 EN EL MUNICIPIO DE SAN SIMÓN GUERRERO, EN EL ESTADO DE MÉXICO**”.

4 MEMORIA DESCRIPTIVA

Para este caso, la memoria descriptiva estará integrada por la definición de:

- Tipo de proyecto.
- Zona donde se ubicará la obra.
- Tipo de obra.
- Características generales de su geometría y del servicio que prestará

Se omiten los puntos referentes a estudios geotécnicos y datos sobre las presiones y succiones de viento, ya que el proyecto no contempla la instalación de señales elevadas, decisión que se justificará posteriormente.

4.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TIPO DE SERVICIO.

El principal objetivo de la construcción del tramo alimentador, es continuar con el desarrollo económico dentro del estado de México brindando así caminos con mejores especificaciones técnicas ofreciendo un

rápido y seguro acceso a otros municipios y poblados importantes, dentro de la región, así mismo será una vía segura y cómoda para el usuario que transita por este camino. En la tabla 2 observamos las características geométricas del camino.

| CARACTERISTICAS TECNICAS | A C T U A L | P R O Y E C T O | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------|
| TIPO DE DISEÑO DEL CAMINO | TIPO "D" CON CORONA DE 4.00 M. | TIPO "D" CON CORONA DE 7.00 M. | |
| ANCHO DE CORONA | 4.00 M. | 7.00 M. | |
| ANCHO DE CALZADA | 4.00 M. | 7.00 M. | |
| NUMERO Y ANCHO DE CARRILES | 1 DE 4.00 M. | 2 DE 3.50 M. | |
| ANCHO DE ACOTAMIENTO | NO HAY | NO HAY | |
| ANCHO DE BANQUETA | NO HAY | NO HAY | |
| TDPA | | | |
| VELOCIDAD DE PROYECTO | 20 KM/HR | 30-40 KM/HR | 1 L-6.00X4.50 |
| GRADO MAXIMO DE CURVATURA | 90° | 60° | 1 L-1.50X1.50 |
| PENDIENTE DEL TERRENO PROMEDIO | 12% A 15% | 12% A 15% | 1 2TC-1.50 |
| NUMERO Y TIPO DE OBRAS DE DRENAJE MENOR | | 34 OBRAS ----- | 1 2TC-1.20 |
| ANCHO DEL DERECHO DE VIA | NO HAY | NO HAY | 23 TC-1.20 |
| LONGITUD TOTAL | 8 KM | 8 KM | 2 L-6.00X2.50 |
| SUPERFICIE ADICIONAL POR AFECTAR | | 24,000 M2 | 1 L-2.00X1.50 |
| SUPERFICIE DEL PROYECTO CONSIDERANDO EL DERECHO DE VIA | | 72,000 M2 | |

Tabla 2. Características geométricas.
Fuente: Elaboración propia.

El proyecto es el mejoramiento de un camino de terracerías con la construcción de un trazo cuyas características geométricas obedecen a una Autopista tipo “D” de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la S.C.T. y el “Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que circulan en los caminos y puentes de jurisdicción federal”. El proyecto comprende las características mostradas en la TABLA 2 y en la FIGURA 5.

CARRETERA TIPO “D” Red alimentadora, son carreteras que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principalmente prestan servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria.

4.2 JUSTIFICACIÓN AL PROYECTO DE TERRACERÍAS DE SAN SIMÓN DE GUERRERO

En todo el tramo de terracerías las características del camino existente son hasta de camino tipo “E”. Para la modernización de este camino, se proyectó en algunas curvas con grados de curvatura mayores a 30 grados y hasta 60 grados, mismos que ajustarían dentro de las características de camino tipo “D”.

Todo esto teniendo en cuenta la no afectación a los terrenos aledaños al camino existente, además la existencia de cuantiosas zonas de despeñaderos, además que el camino de terracerías por sí mismo con su semi-ancho de corona y en el caso de curva, su ampliación no es suficiente para que el camino pueda sostenerse en firme, lo que provocaría en el mejor de los casos agregar proyecto de muros lo cual encarecería la construcción del mismo, en el peor de los casos sería caerse a los voladeros.

Se consideró la posibilidad de buscar otra ruta, sin embargo, la situación de la afectación del impacto ambiental que se tendría al cambiar la ruta sería máxima, esto debido a que el tramo en cuestión se encuentra en una zona boscosa, asimismo, hay zonas donde existe roca y esto aumentaría el costo del proyecto.

El Estado de México cuenta con 20,563 km de infraestructura carretera, de los cuales 6,374 km corresponden al total pavimentadas, 469 km a carreteras de más de cuatro carriles, 316 km a carreteras de cuatro carriles, 5,589 km a carreteras de dos carriles.

SECCION TIPO DE LA CARRETERA

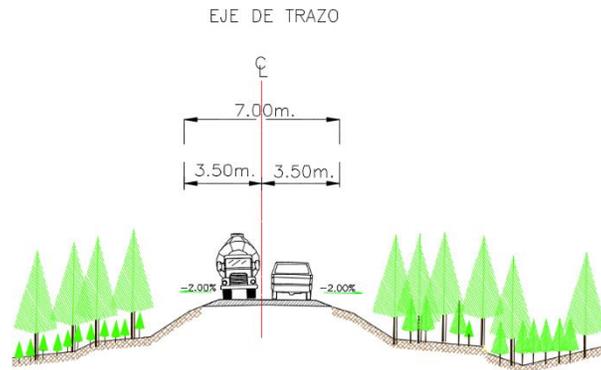


Figura 5. Sección tipo del camino.
Fuente: Elaboración propia.

5 PROYECTO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

5.1 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL⁴

5.1.1 MARCAS EN EL PAVIMENTO

Se usan para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Deben ser de color retrorreflejante, blanco o amarillo, según se indica más adelante, y cuando el pavimento por su color no proporcione el suficiente contraste con las marcas, se recomienda delinearlas en todo su contorno, con franjas de cinco (5) centímetros de ancho de color negro. Los colores blanco y amarillo, deben cumplir con los patrones autorizados por la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría. (SCT, 2005)

⁴ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002>

M-1 Raya separadora de sentidos de circulación

Se utiliza para separar los sentidos de circulación vehicular en calles, carreteras y autopistas. Se sitúa por lo general al centro de la calzada, tanto en tangentes como en curvas, y debe ser de color amarillo retrorreflejante. Esta raya se puede complementar con botones conforme a lo indicado en la Cláusula G. de esta Norma. (SCT, 2005)

Mi primera consideración al empezar un proyecto de señalamiento es revisar qué tipo de camino es, en este caso, un camino tipo “D” con un carril por sentido, sin acotamiento, lo cual nos dice, que, si existieran las condiciones para rebasar, la raya separadora de sentidos de circulación (M-1) será variable, continua doble donde se prohíba el rebase, ya que nuestros caminos tienen un ancho de corona mayor a 6.5m, y discontinua sencilla en donde sea posible, de acuerdo a las condiciones.

Analizaremos si las condiciones nos permiten el rebase, necesitaremos analizar en conjunto, la planta general, y el perfil para este caso.

De acuerdo a la figura 6:

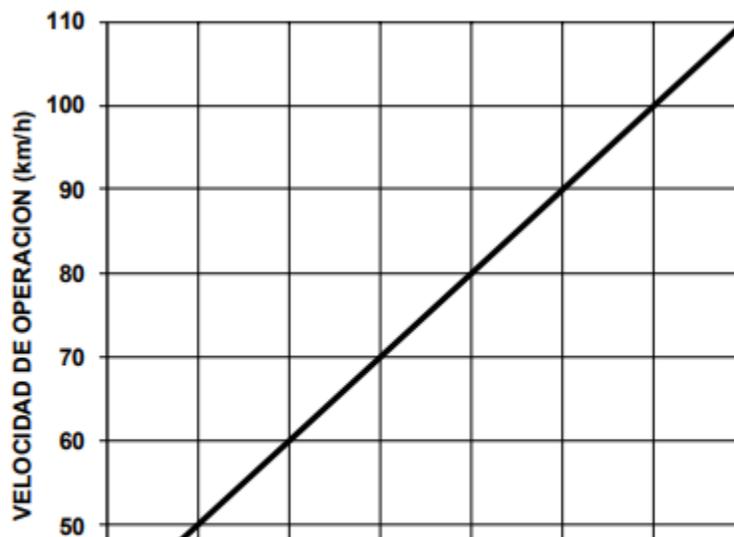


Figura 6. Distancia de visibilidad de rebase.

Fuente: Secretaria de comunicaciones y transportes. (s. f.). Distancia de visibilidad de rebase [GRAFICO]. Secretaria de comunicaciones y transportes.
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/17_NOM-034-SCT-2-2003_01.pdf

Nuestra velocidad de proyecto es de 40 km/h en todo el tramo, por lo tanto, nuestra distancia de visibilidad de rebase es de 180 m, es decir, necesitamos cumplir al menos una tangente de 180 m para revisar si tiene las condiciones necesarias para permitir el rebase. Esta información la podemos revisar en el perfil longitudinal. En la parte de alineamiento horizontal encontramos únicamente una tangente mayor a 180 m como lo podemos observar en la Figura 7.

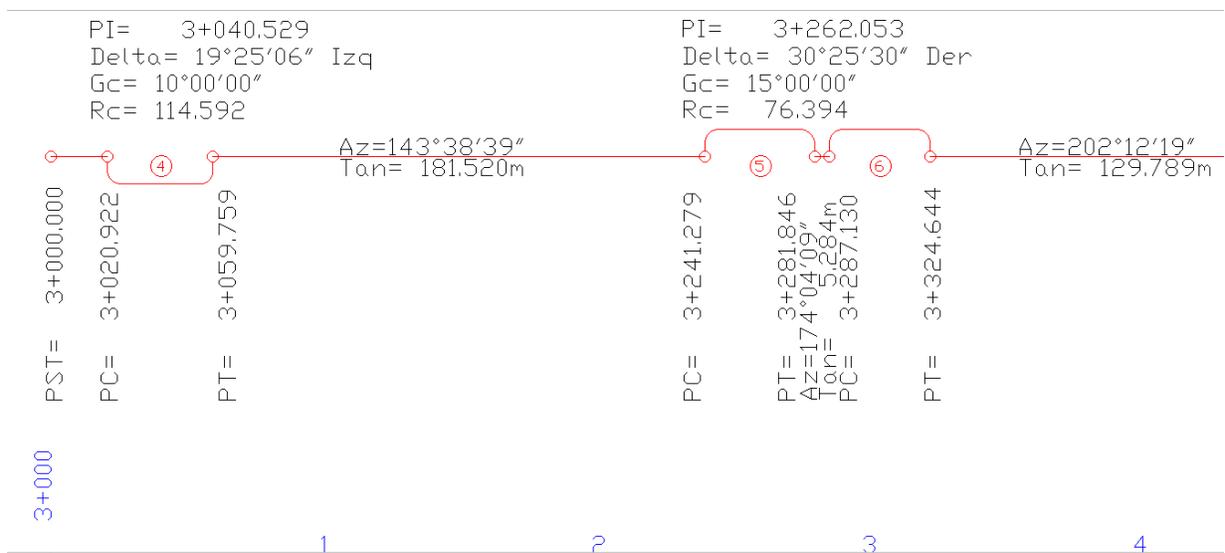


Figura 7. Alineamiento horizontal de un perfil.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, revisaremos el proyecto a nivel de perfil, en este paso, revisamos gráficamente si existe visibilidad de rebase ayudándonos de dos líneas “rojas” que señalan gráficamente el inicio y fin de nuestra tangente, y una raya “azul” de extremo a extremo de la tangente, que nos muestra la visibilidad a una altura de 1.20 m de acuerdo a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-034-SCT2-2003,

SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS, como se muestra en la figura 8.

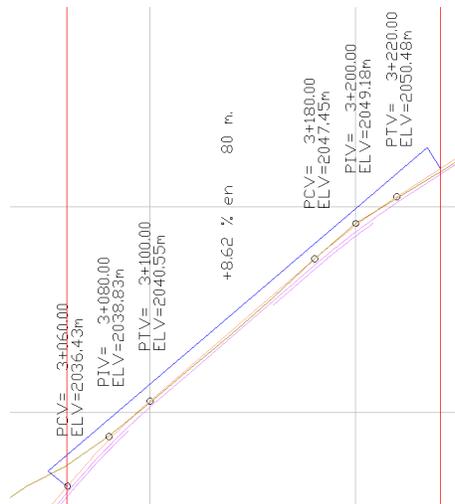


Figura 8. Visibilidad de extremo a extremo de tangente sobre proyecto, en perfil longitudinal.
Fuente: Elaboración propia.

Raya discontinua sencilla (M-1.5)⁵

Se debe utilizar en calles y carreteras de dos carriles, uno por sentido, en los tramos donde, para ambos carriles, la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase, conforme a lo indicado en el Apéndice I de la Práctica Recomendada para el Señalamiento Horizontal en Calles y Carreteras y consiste en segmentos de cinco (5) metros separados entre sí diez (10) metros (Figura 3). En calles se puede reducir la longitud de los segmentos, pero conservando la relación uno a dos (1:2) de raya a espacio. (SCT, 2005)

⁵ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002>

En este único caso en el tramo del km 3+000 al km 8+660, si llevara **Raya M-1.5 discontinua** sencilla (Arroyo vial mayor de 6,5 m) para permitir el rebase, en los cadenamientos 3+060.00 al 3+241.279. en total tendremos 181.279 m lineales, como podemos observar en la figura 9.

Como no encontramos ninguna otra tangente mayor a 180 m (distancia mínima de visibilidad para el rebase) entonces descartamos que en este tramo exista alguna otra zona de rebase, por lo tanto, el resto del tramo será prohibido rebasar, y al ser la calzada mayor a 6.5 m, tendremos una raya separadora de sentidos de circulación M-1.3 Raya continua doble (Calzada mayor de 6,5 m).

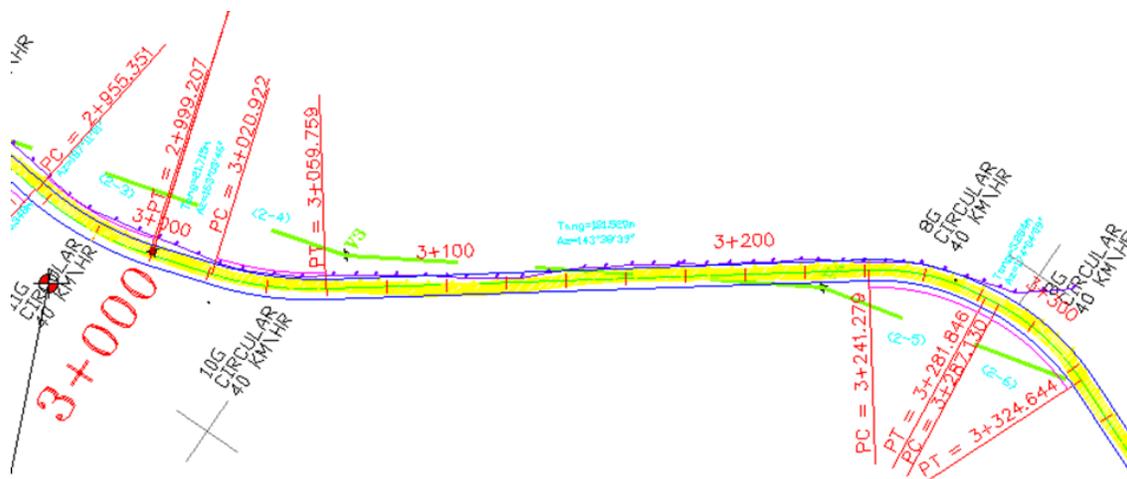


Figura 9. Acercamiento a tangente, planta general.
Fuente: Elaboración propia.

M-3 Raya en la orilla de la calzada⁶

Se utiliza en carreteras y autopistas, así como en calles cuando no existan banquetas o guarniciones, para indicar las orillas de la calzada y delimitar, en su caso, los acotamientos. El ancho de la raya en las orillas de la calzada debe ser el que se indica en la Tabla 3 de esta Norma, en función del tipo de vialidad de que se trate (Figuras 2 a 6). En casos especiales autorizados por la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría, esta raya puede ser de cinco (5) centímetros en calles y carreteras con ancho

⁶ SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002>

de calzada de hasta seis coma cinco (6,5) metros. Esta raya se puede complementar con vialetas conforme a lo indicado en la Cláusula G. de esta Norma. (SCT, 2005)

Procedemos con las orillas de calzada, al ser un camino tipo “D”, no se contará con acotamiento, por lo tanto, se restringe el estacionamiento, por tal motivo usaremos la marca M-3.1, para este caso, será la longitud del tramo menos la longitud de Raya M-1.5 discontinua sencilla (181.279m) lo que nos da 5,435.998m, multiplicado por dos nos dará la longitud lineal de la marca sobre el pavimento 10871.996m de longitud lineal para nuestra Raya en la orilla derecha, continua (M-3.1). Podemos observar en las Figuras 10 y 11.

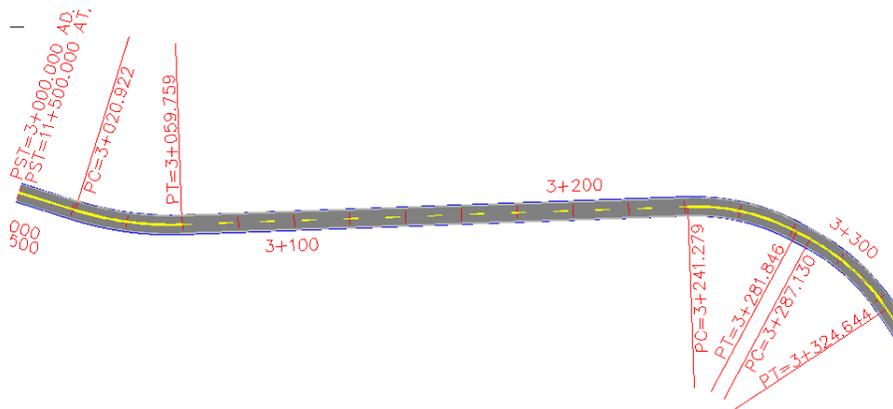


Figura 3. Vista en planta, detalle marca M-1.5.
Fuente: Elaboración propia.

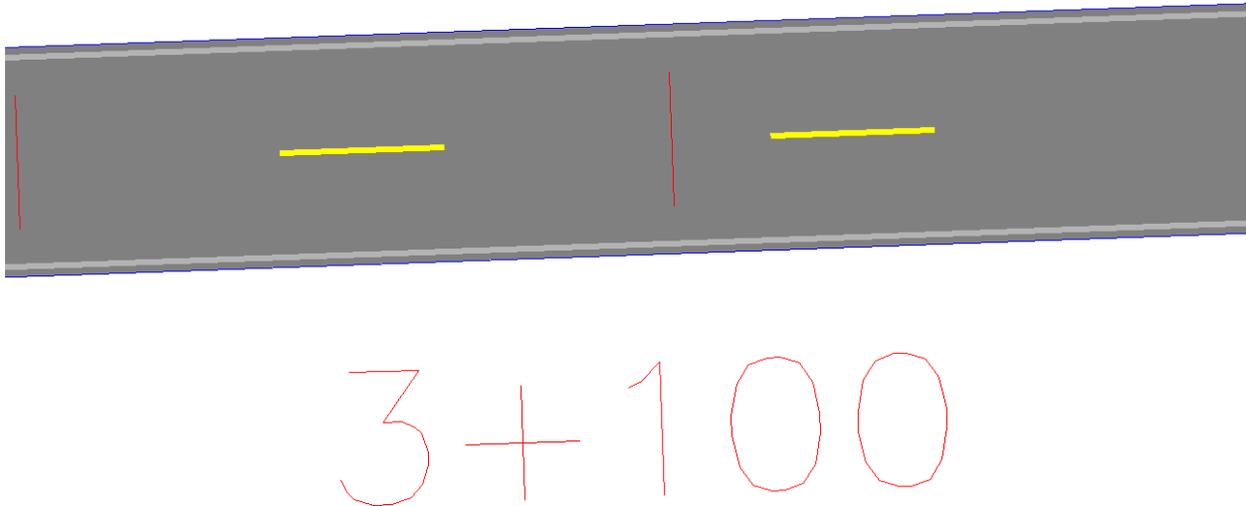


Figura 4. Vista en planta detalle marca M-1.5 y M-3.1.
Fuente: Elaboración propia.

M-9 RAYAS CON ESPACIAMIENTO LOGARÍTMICO ⁷

Se utilizan en calles y carreteras, generalmente en los pasos a nivel de peatones y en zonas escolares, para disminuir la velocidad de los vehículos, produciéndole al conductor la ilusión óptica y auditiva de que su vehículo se acelera. Deben ser de color blanco retrorreflejante, de sesenta (60) centímetros de ancho y colocarse en forma transversal al eje de la carretera en el sentido de circulación (Figura 12). Estas rayas se deben complementar con los botones metálicos a que se refiere la Cláusula G. de esta Norma. La longitud total de la zona por marcar, el número de rayas y su separación, se deben determinar

⁷ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS/ 1.-PROYECTO DE SEÑALAMIENTO / 002 Diseño de Señalamiento Horizontal/ N·PRY·CAR·10·01·002/05 pág. 21

conforme con lo señalado en la Tabla 4 de esta Norma, en función de la diferencia entre la velocidad requerida para la restricción y la velocidad de proyecto en el caso de una carretera nueva, o de operación en una vialidad en uso. (SCT, 2005).

En el final del tramo, nuestra llegada a “Rancho viejo”, requerimos una reducción de velocidad, por lo tanto, nos ayudaremos de para disminuir la velocidad de los vehículos, produciéndole al conductor la ilusión óptica y auditiva de que su vehículo se acelera.

Estas rayas se deben complementar con los botones metálicos a que se refiere la Cláusula G. de esta Norma. La longitud total de la zona por marcar, el número de rayas y su separación, se deben determinar conforme con lo señalado en la Tabla 4 de esta Norma, en función de la diferencia entre la velocidad requerida para la restricción y la velocidad de proyecto en el caso de una carretera nueva, o de operación en una vialidad en uso. Para este caso práctico, utilizaremos la diferencia de velocidades de “40 km/h”, y nuestra velocidad de proyecto es de 40 km/h. podemos observar el detalle ene la Figura 12.

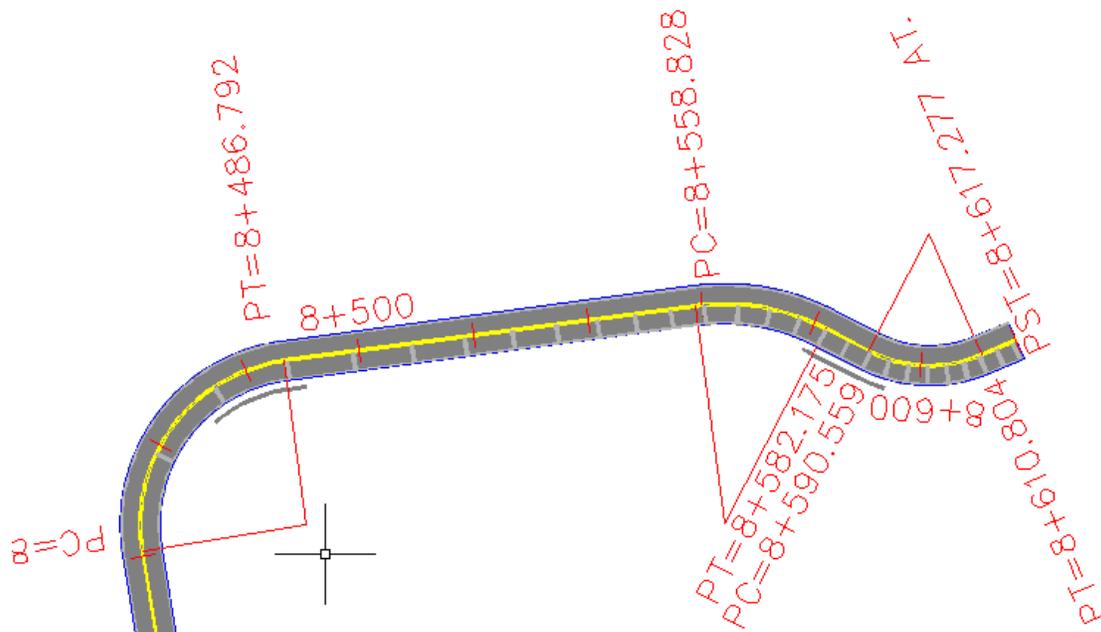


Figura 5. Vista en planta, detalle marca M-9.
Fuente: Elaboración propia.

Como este es un camino alimentador y es de baja velocidad, no encontramos incorporaciones o transiciones con otros caminos, por lo cual descartamos algún otro tipo de marca sobre el pavimento.

5.1.2 BOTONES REFLEJANTES, DELIMITADORES Y BOTONES⁸

Son dispositivos que se colocan en la superficie de rodadura o en el cuerpo de las estructuras adyacentes al arroyo vial. Los botones reflejantes se usan para complementar las marcas, mejorando la visibilidad de la geometría de la vialidad, cuando prevalecen condiciones climáticas adversas y/o durante la noche; los delimitadores se emplean en las marcas para delimitar los carriles en contrasentido o exclusivos, indicados en el apartado III.2.1.11., en sus secciones: Para delimitar un carril en contrasentido (M-11.2) y para delimitar un carril exclusivo (M-11.3) del presente Capítulo, mientras que los botones se emplean colocados en el pavimento, para transmitir al usuario, mediante vibración y sonido, una señal de alerta.

DH-1.3 BOTÓN AMARILLO EN DOS CARAS

En el orden, tenemos a la marca M-1.3 (Continua doble) la cual nos indica “A cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, en medio de las dos rayas”. Por lo tanto, procedemos a la sumatoria de las curvas y tangentes por separado, para continuar con una división conforme a las normas.

Por cuestiones prácticas cerramos las longitudes al ciento inmediato. Quedando de la siguiente manera:

⁸ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo III. Señalamiento horizontal / Botones reflejantes, delimitadores y botones / Versión 1/ pág. 1 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

- Longitud total en curvas 3300 m, a cada 15 m, por lo tanto, necesitaremos 220 dispositivos para curvas.
- Longitud total en tangentes 2700 m a cada 30 m, por lo tanto, necesitaremos 90 dispositivos para tangentes.

DH-1.5 BOTÓN AMARILLO EN DOS CARAS

Continuamos con las botones para nuestra marca sobre el pavimento “raya discontinua sencilla M-1.5”, las normas nos dicen “A cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados. En este caso solo en tangente permitiremos el rebase, nuestra longitud es de 181.52 m entonces simplemente dividimos la longitud entre la distancia de separación en tangentes (30 m) y nos da como resultado 6 botones.

DH-1.10 BOTÓN BLANCA CON CARA AL TRÁNSITO

Los botones para nuestra Raya en orilla derecha continúa M-3., nos indica según la normativa que será a cada 30 m sobre la raya. Por lo tanto, nuestro total será a la longitud por cada una de sus orillas (2). Longitud 5,660 m por 2 orillas de camino, resulta a 11,320 m, un botón a cada 30m nos da un total 377 botones.

5.1.3 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

BOTONES REFLEJANTES SOBRE ESTRUCTURAS (DH-2)⁹

Los botones reflejantes que se adhieren a las estructuras referidas en el apartado Marcas en estructuras (M-13.1) del apartado II.2. Marcas y a las barreras de protección, cuya clasificación se muestra en la Tabla III.3-3., deben ser laminares, de forma cuadrada, rectangular, triangular o trapezoidal, según se indique en el proyecto, de acuerdo con la configuración y tipo de estructura a la que se fijen y contar con los elementos de sujeción adecuados para su fijación. Su tamaño debe ser tal, que al quedar colocados no interfieran con la circulación. La ubicación de estos botones reflejantes, así como el color y posición del reflejante, deben ser los que se indican en la misma Tabla III.3-3. El color del cuerpo de los botones reflejantes colocados sobre estructuras, debe ser gris mate.

DH-2.3 DEFENSA METÁLICA

Estos dispositivos los consideraremos según las características geométricas de la carretera y de las condiciones operacionales del tránsito a 5 m de distancia en cada estructura. Teniendo un total de 531 m de longitud de defensa metálica obtenemos un total de 107 dispositivos para el total de camino con defensa metálica.

Nuestra cuantificación para el señalamiento horizontal quedó como se muestra en la tabla 3.

|

⁹ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo III. Señalamiento horizontal / Botones reflejantes, delimitadores y botones / Versión 1/ pág. 5 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

| SEÑALAMIENTO HORIZONTAL | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|---|-----------|-------------|
| RAYA | COLOR | DIMENSION | CANTIDAD | DESCRIPCION | | |
| M-1.3 | AMARILLO | 10cm continua | 5430 m | RAYA CONTINUA SENCILLA | | |
| M-1.5 | AMARILLO | 10cm discontinua | 60 m | RAYA DISCONTINUA SENCILLA | | |
| M-3.1 | BLANCO | 10cm continua | 11,250 m | RAYA EN ORILLA DERECHA CONTINUA | | |
| M-9 | BLANCO | 60cm continua | 50 m | RAYAS CON ESPACIAMIENTO LOGARITMICO | | |
| BOTONES REFLEJANTES | | | | | | |
| EN RAYA | | BOTÓN REFLEJANTE | | | | |
| RAYA | DESCRIPCION | NOMBRE | COLOR | UBICACIÓN | | CANTIDAD |
| M-1.3 | RAYA CONTINUA SENCILLA | DH-1.3 | AMARILLO EN DOS CARAS | A CADA 15m EN CURVAS Y 30m EN TANGENTES, EN MEDIO DE LAS DOS RAYAS | CURVA | 220 Pzas. |
| | | | | | TANGENTE | 90 Pzas. |
| M-1.5 | RAYA DISCONTINUA | DH-1.5 | AMARILLO EN DOS CARAS | A CADA 30 m EN TANGENTES AL CENTRO DEL ESPACIO ENTRE SEGMENTOS MARCADOS | TANGENTE | 6 Pzas. |
| M-3.1 | RAYA EN ORILLA DERECHA CONTINUA | DH-1.10 | BLANCO EN CARA AL TRANSITO | A CADA 30m SOBRE LA RAYA | | 375 Pzas. |
| BOTONES METALICOS | | | | | | |
| RAYA | DESCRIPCION | NOMBRE | COLOR | UBICACIÓN | | CANTIDAD |
| M-9 | RAYAS CON ESPACIAMIENTO LOGARITMICO | DH-3 | BLANCO | VER DETALLE | | 1,050 Pzas. |
| TIPO DE ESTRUCTURA | | BOTONES REFLEJANTES | | COLOR Y ORIENTACION DEL REFLEJANTE | TOTAL | |
| | | CLASIF | UBICACIÓN | | | |
| DEFENSA METALICA | | DH-2.3 | A CADA 5 m | BLANCA EN LA CARA AL TRANSITO | 107 Pzas. | |

Tabla 3. Cuantificación del señalamiento horizontal.
Fuente: Elaboración propia.

5.2 SEÑALAMIENTO VERTICAL

5.2.1 SEÑALES PREVENTIVAS

UBICACIÓN¹⁰

Longitudinalmente, las señales preventivas se deben colocar antes de la zona de riesgo que se señala, a una distancia determinada en función de la velocidad, conforme con lo indicado en la Tabla 4 de esta Norma. Esta distancia puede variar a juicio del proyectista en situaciones especiales para lograr las mejores condiciones de visibilidad. (SCT, 1999).

| Velocidad ^[1] km/h | ≤30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
|----------------------------------|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Distancia ^[2] m | 30 | 45 | 65 | 85 | 110 | 140 | 170 | 205 | 245 | 285 |

[1] En carreteras y autopistas nuevas se utilizará la velocidad de proyecto; cuando estén en operación, se utilizará la velocidad de operación estimada como el 85 percentil de las velocidades medidas en el tramo. En calles se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

[2] Valor redondeado correspondiente a la distancia de visibilidad de parada (AASHTO, 1994).

*Tabla 4. Secretaria de comunicaciones y transportes. (s. f.-b). Ubicación longitudinal de las señales preventivas [Tabla].
Fuente: Normativa para la infraestructura del transporte. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#003>*

En el tramo de terracerías no existía señalamiento alguno, así que la primera consideración son las señales preventivas, para todo el tramo sus dimensiones serán de 71x71 (cm) de acuerdo con la normativa de 1999 y también con la actual.

¹⁰ SCT. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS/ 1.- PROYECTO DE SEÑALAMIENTO / 003 Diseño de Señales preventivas/ N·PRY·CAR·10·01·003/99 pág.4

SP-6 CURVA¹¹

Se utiliza para indicar las curvas a la derecha o a la izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea menor de 900. La Figura 18. Define los valores límite para su uso. No se deben señalar aquellas curvas que tengan una deflexión menor de 15° o un grado de curvatura menor de 2°.

El pictograma debe indicar si la curva es a la derecha o a la izquierda. Podemos observar la señal en la figura 13.

SP-7 CURVA CERRADA¹²

Se emplea para indicar curvas a la derecha o a la izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea igual o superior a 900. La Figura II.3-4. Define los valores límite para su uso.

El pictograma debe mostrar si la curva es a la derecha o a la izquierda. Podemos observar la señal en la figura 13.

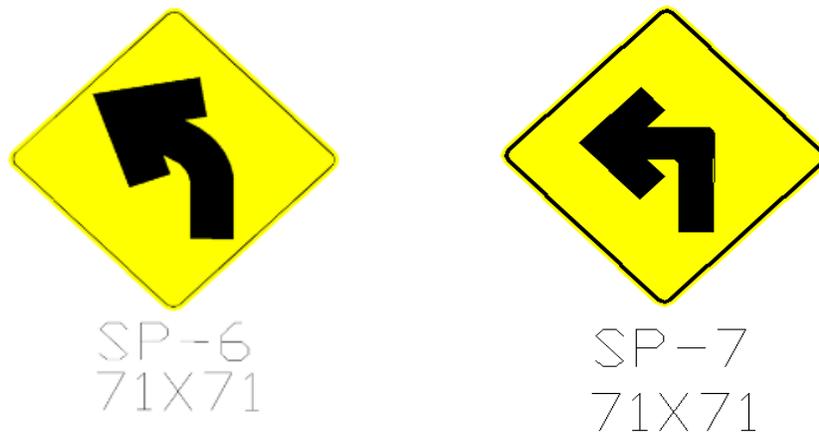


Figura 6. Señales SP-6 Y SP-7 Izquierda.
Fuente: Elaboración propia.

¹¹ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales preventivas / Versión 1/ pág. 11 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

¹² SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales preventivas / Versión 1/ pág. 11 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

Podemos considerar el pictograma extraído del manual de señalamiento en la figura 14.

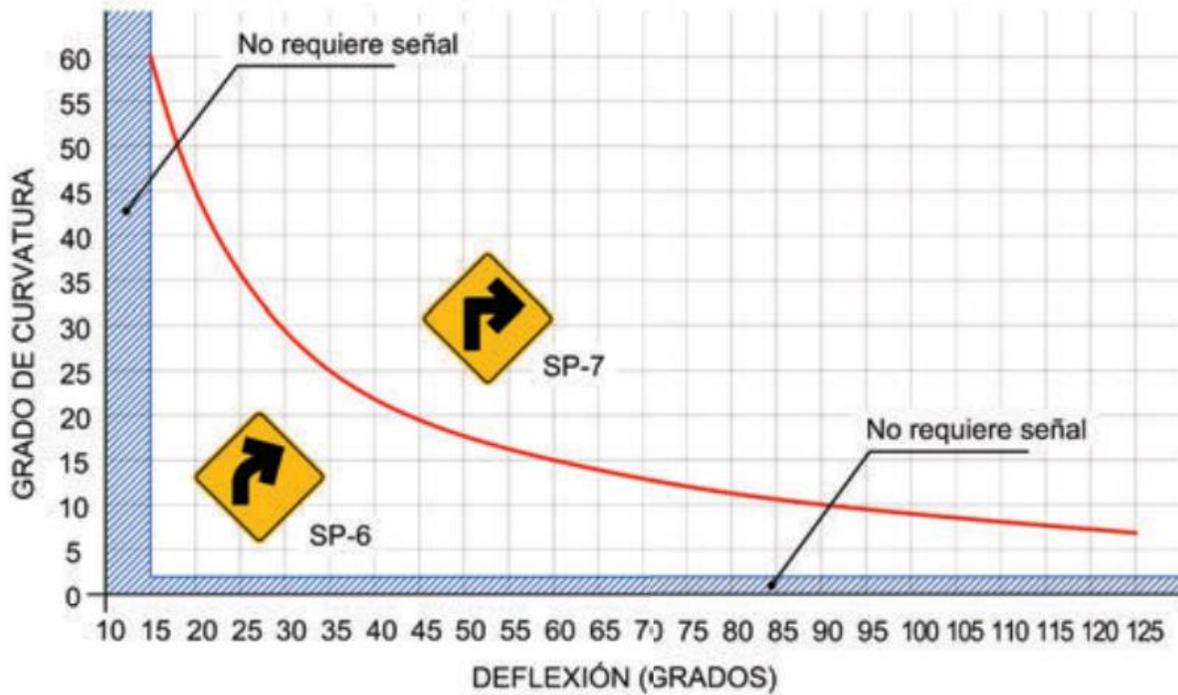


Figura 7. Uso de las señales preventivas tipo SP-6 CURVA y SP-7 CURVA CERRADA.
 Fuente: SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014b, mayo). Uso de las señales preventivas tipo SP-6 CURVA y SP-7 CURVA CERRADA [Gráfico]. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
<http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

CUANTIFICACIÓN DE SP-6 CURVA

Comenzamos con las que nos señalan la presencia de curvas, sean estas sencillas SP-6, tipo codo SP-7, codo inverso SP-9; el criterio para el uso de estas señales cuando el grado de curvatura es igual o mayor de 2° y el producto del grado de curvatura (G) y la deflexión (Δc) es menor de 900, de tal manera para la curva “2-3” se presentan los siguientes datos:

$$G_c = 15^\circ > 2^\circ$$

$$\Delta c = 30^\circ 25' 30''$$

$$G * \Delta c = 15^\circ 00' 00'' * 30^\circ 25' 30'' = 15 * 30.425 = 456.375$$

Nuestro grado de curvatura es mayor que 2° , y el producto de estos es menor a 900, por lo tanto, es factible el uso de la señal SP-6 para la curva “2-3” como lo podemos observar en la figura 15.

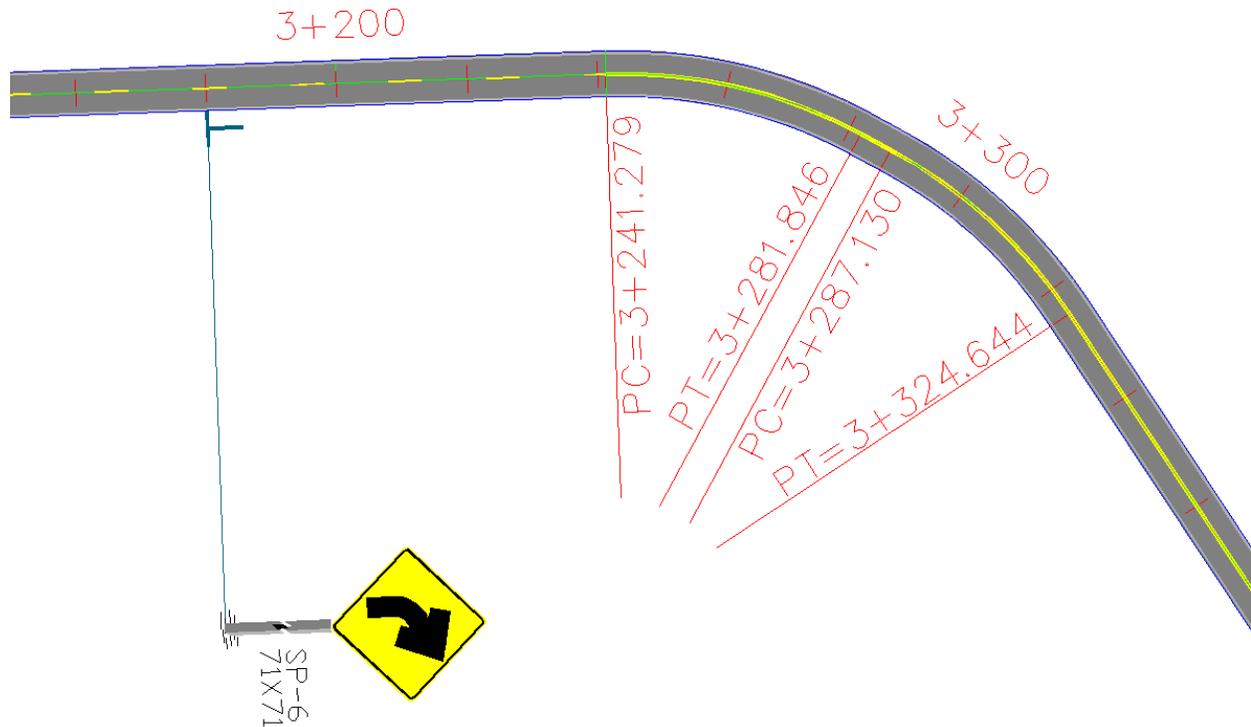


Figura 8. Ubicación en planta de señal de CURVA SP-6.
Fuente: Elaboración propia.

CUANTIFICACIÓN DE SP-7 CODO (SP-7 Curva cerrada)

Esta señal, como lo dice el manual de señalamiento, se utilizará en curvas más que por su delta y ángulo sean más cerradas, para indicar al usuario y este pueda tomar la precaución debida al tomar una curva de este tipo. Tenemos el caso de la curva “31” la cual es una curva espiral, cuya curva circular, tiene un $G_c=30^\circ$ y un $\Delta_c=74^\circ 41' 29''$

Por lo tanto:

$G * \Delta_c = 30^\circ 00' 00'' * 34^\circ 41' 29'' = 30 * 34.691 = 1040.73 > 900$ por lo tanto cumple el requisito para el uso de SP-

7. Se muestra su ubicación en la Figura 16.

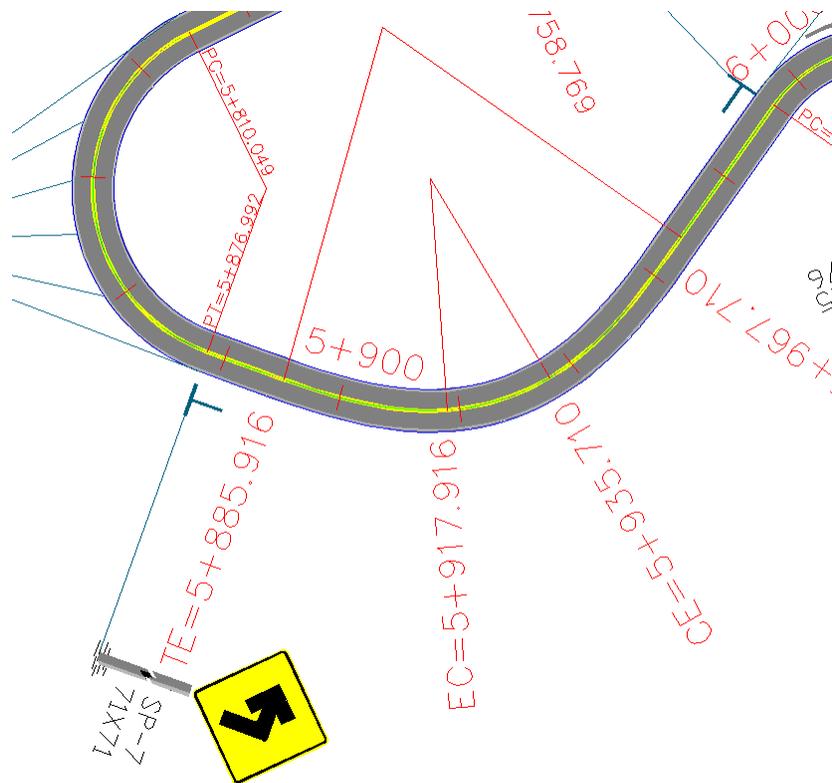


Figura 16. Señal Preventiva Curva cerrada SP-7.
Fuente: Elaboración propia.

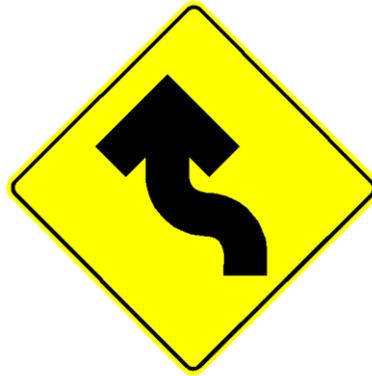
SP-8 CURVA INVERSA¹³

Se utiliza para indicar la presencia de dos curvas consecutivas de dirección contraria, separadas por una tangente de longitud menor al doble de la distancia indicada en la Tabla II.3-4. Y cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión de cada una de ellas sea menor de 900. La Figura II.3.4. Define los valores límite para su uso.

El pictograma debe indicar si la curva inversa es derecha izquierda o izquierda-derecha.

Podemos observar el pictograma en la figura 17.

¹³ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales preventivas / Versión 1/ pág. 12 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>



SP-8
71x71

Figura 17. Señal SP-8.
Fuente: Elaboración propia.

Hacemos uso de la señal SP-8, como se indica en el párrafo anterior, para indicar la presencia de dos curvas consecutivas, en este caso particular, son de gran utilidad, ya que el tramo tiene muchas curvas y poca distancia en tangentes, lo cual limita la visibilidad entre señales, por lo cual, al tener menos señales se puede ahorrar el uso de una señal así como evitar la pérdida de visibilidad.

Podemos ver un ejemplo en la figura 18.

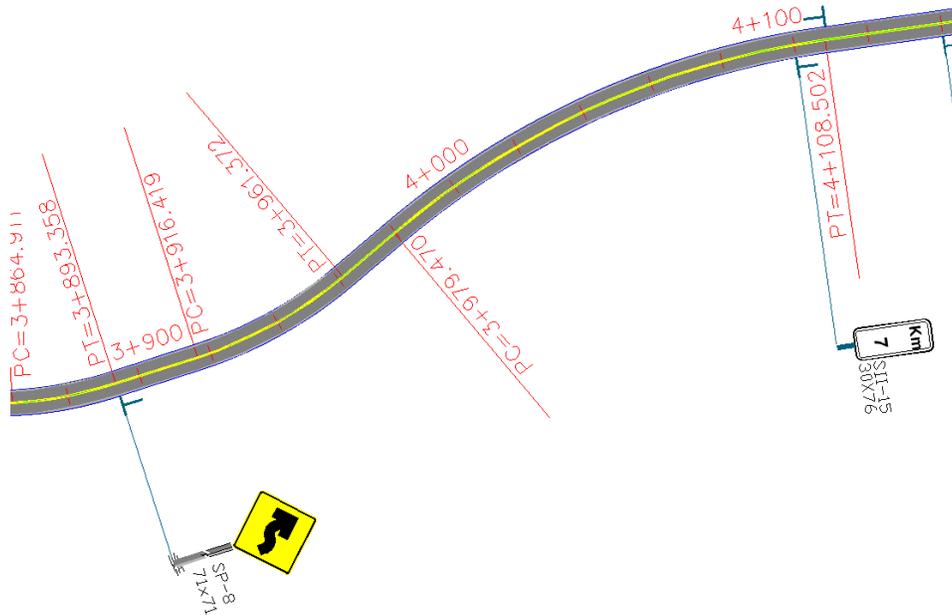


Figura 18. Ubicación Señal SP-8, Curva inversa.
Fuente: Elaboración propia.

SP-9 CURVA INVERSA CERRADA¹⁴ (SP-9 CODO INVERSO)

Se coloca para indicar la presencia de dos curvas consecutivas de dirección contraria, separadas por una tangente de longitud menor al doble de la distancia indicada en la Tabla II.3-4. Y cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea en cualquiera de las curvas igual o superior a 900. La Figura II.3.4. Define los valores límite para su uso.



El pictograma debe indicar si la curva inversa cerrada es derecha-izquierda o izquierda-derecha. (SCT, 1984) Podemos observarla en la figura 19.

Figura 19. Señal SP-8.
Fuente: Elaboración propia.

Como se indica en el párrafo anterior, el uso de esta señal nos sirve para identificar dos curvas consecutivas, haciendo un ahorro tanto en espacio visual como económico. En la figura 20 podemos observar como el ahorro de una señal, nos permite colocar una señal restrictiva de velocidad SR-9.

¹⁴ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales preventivas / Versión 1 / pág. 12 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SEÑALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

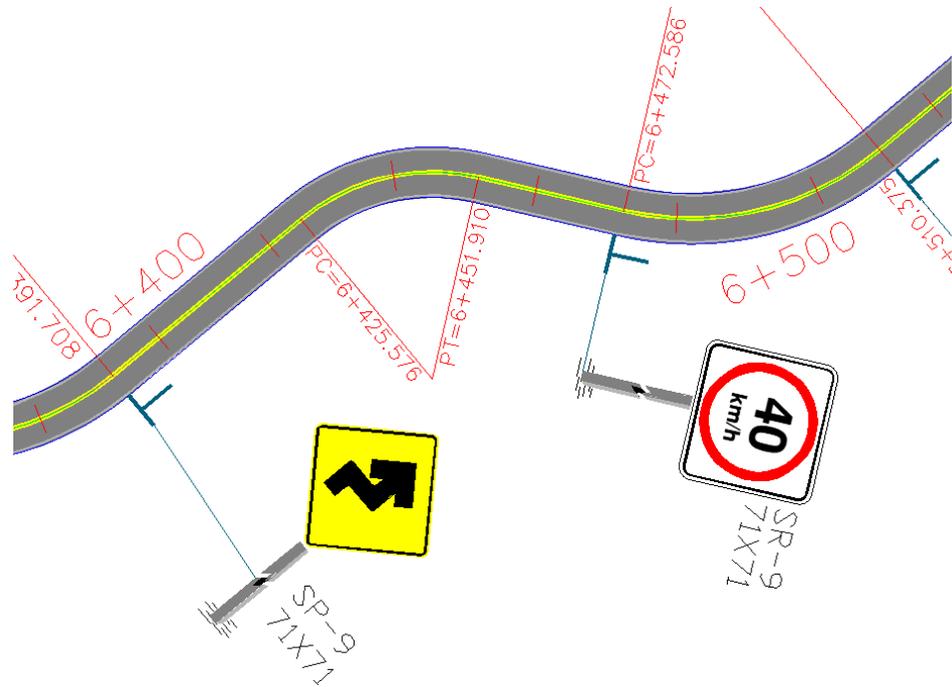


Figura 20. Ubicación Señal SP-9, Curva cerrada inversa.
Fuente: Elaboración propia.

SP-29 PENDIENTE PELIGROSA¹⁵

Se usa para indicar la presencia de un tramo de la vialidad con una pendiente descendente continua en un tramo considerable, en la cual se recomienda reducir la velocidad, de preferencia con motor.

Se colocará un tablero adicional que indique la longitud del tramo de la pendiente en kilómetros, por ejemplo, PRÓXIMOS 10 km o PRÓXIMOS 25 km. Podemos observar el pictograma en la figura 21.



SP-29
71x71

Figura 9. Señal SP-8.
Fuente: Elaboración propia.

¹⁵ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Señalamiento vertical / Señales preventivas / Versión 1 / pág. 19 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SEÑALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

Nuestra siguiente consideración es la señal de “Pendiente peligrosa” pues este tramo tiene pendientes mayores a 8%, por lo cual es recomendable anticipar al usuario.

Para este tramo se consideró ubicar a la distancia de 45m antes de la pendiente, sin embargo, las curvas y sus señales SP-6, no nos dieron espacio para su colocación, entonces se ubicó la primera 100 metros antes como se muestra en la figura 22.

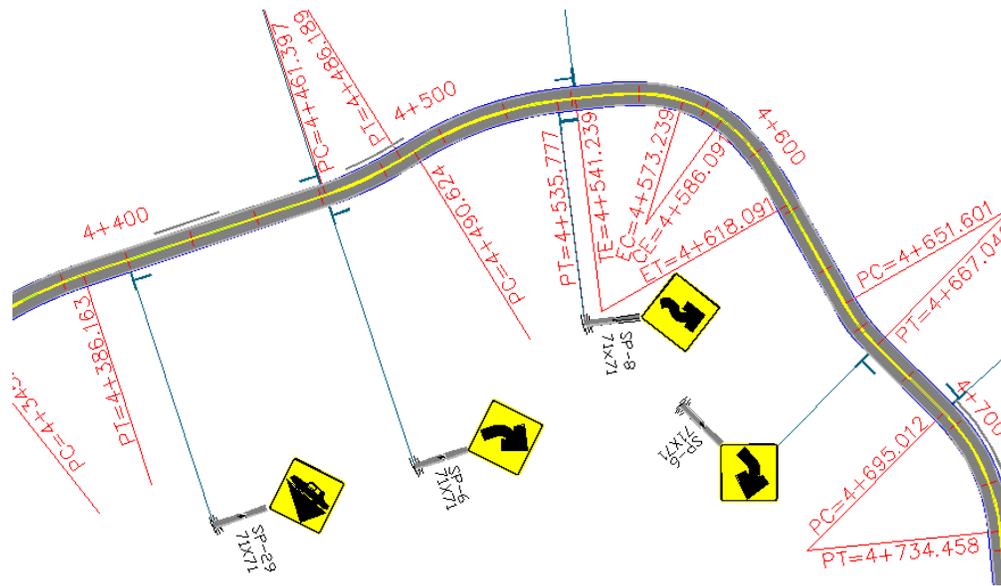


Figura 10. Ubicación de señal SP-29.
Fuente: Elaboración propia.

Para poder proponer estas señales, nos basamos en el perfil longitudinal para proponer las señales de pendiente peligrosa como lo podemos observar en la figura 23.

Las líneas rojas nos ubican en los cadenamientos: 4+400, 4+760 y 5+022.635 respectivamente.

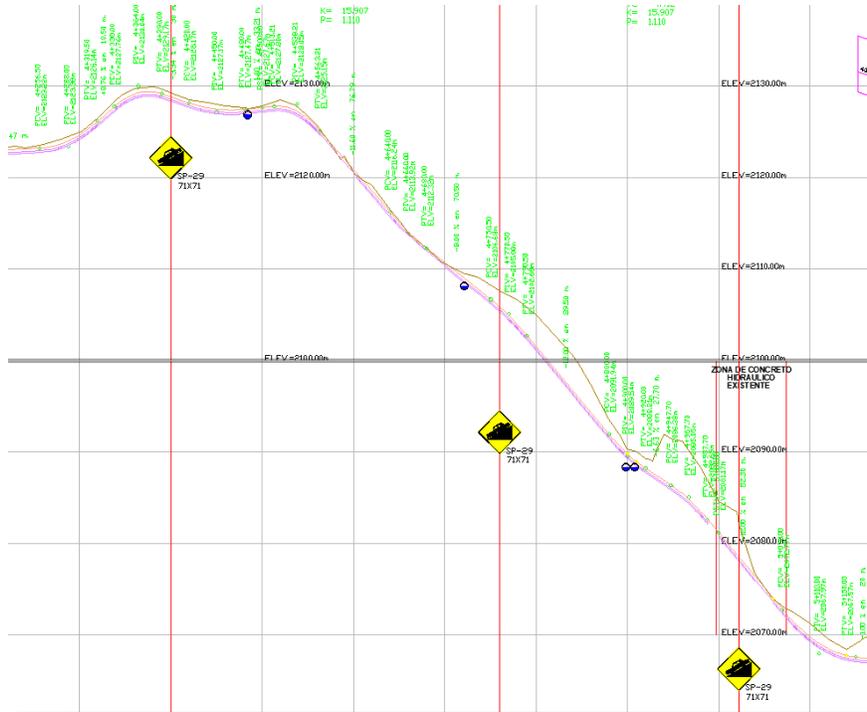


Figura 11. Perfil longitudinal, con la propuesta de señales SP-29.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 SEÑALES RESTRINGIDAS¹⁶

Tienen por objeto indicar al usuario sobre la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad. Generalmente son señales bajas, que se fijan en postes y marcos, aunque en algunos casos pueden ser elevadas cuando se instalan en una estructura existente.

Las señales restrictivas están constituidas por un tablero principal que contiene un pictograma y leyenda y de ser necesario un tablero adicional que especifique condiciones particulares a la indicación que se pretende transmitir.

¹⁶ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales restrictivas / Versión 1 / pág. 1 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

Como se indica en el párrafo anterior nos aseguran un camino seguro, pues restringe peligros que pudieran causar accidentes. Las ocuparemos en nuestro tramo para restringir la velocidad, en algún otro caso se podría usar para restringir el rebase.

SR-9 VELOCIDAD¹⁷

Se utiliza para indicar el límite máximo de la velocidad permitida en el tramo de la carretera o vialidad urbana, pudiendo establecerse también por carril de circulación, misma que es expresada en múltiplos de 10 con la abreviatura km/h. La velocidad máxima en cada tramo de carretera o vialidad urbana se establece en función de un estudio de ingeniería de tránsito o la que se determine por reglamentación, la cual puede establecerse para un determinado tipo de vehículos mediante un tablero adicional en el que así se indique.

En general, esta señal se coloca en los siguientes casos:

- 1. Al inicio del tramo donde se establece la velocidad.*
- 2. En zonas de afluencia peatonal como son escuelas, iglesias y mercados, entre otros.*
- 3. Al principio de curvas o zonas de curvas, y en general en todos aquellos sitios en los cuales se requiere operen con velocidad distinta a la establecida en la carretera o vialidad urbana, como son angostamientos de la sección transversal, paso por vados, entradas y salidas, desviaciones plazas de cobro, etc.*

En los enlaces de salida en los que se tiene que disminuir la velocidad, la señal debe llevar un tablero adicional con la leyenda SALIDA y se coloca en el inicio del enlace.

¹⁷ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales restrictivas / Versión 1 / pág. 13 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

El camino se proyectó para una velocidad de 40 km/h, es decir, las características geométricas del camino nos permiten viajar seguro a una velocidad máxima de 40 km/h, tales son pendientes, y curvas en general. Como todo el camino es para la misma velocidad, intentamos en medida de lo posible ubicar señales de velocidad, debido al poco espacio para colocarlas, pues no es recomendable colocar señales en curvas, sino en tangentes. Se colocaron más o menos cada kilómetro, esto para recordar al automovilista la velocidad máxima, podemos observar el pictograma en la figura 24 y su colocación en planta en la figura 25.



SR-9
71X71

Figura 12. Señal SP-8.
Fuente: Elaboración propia.

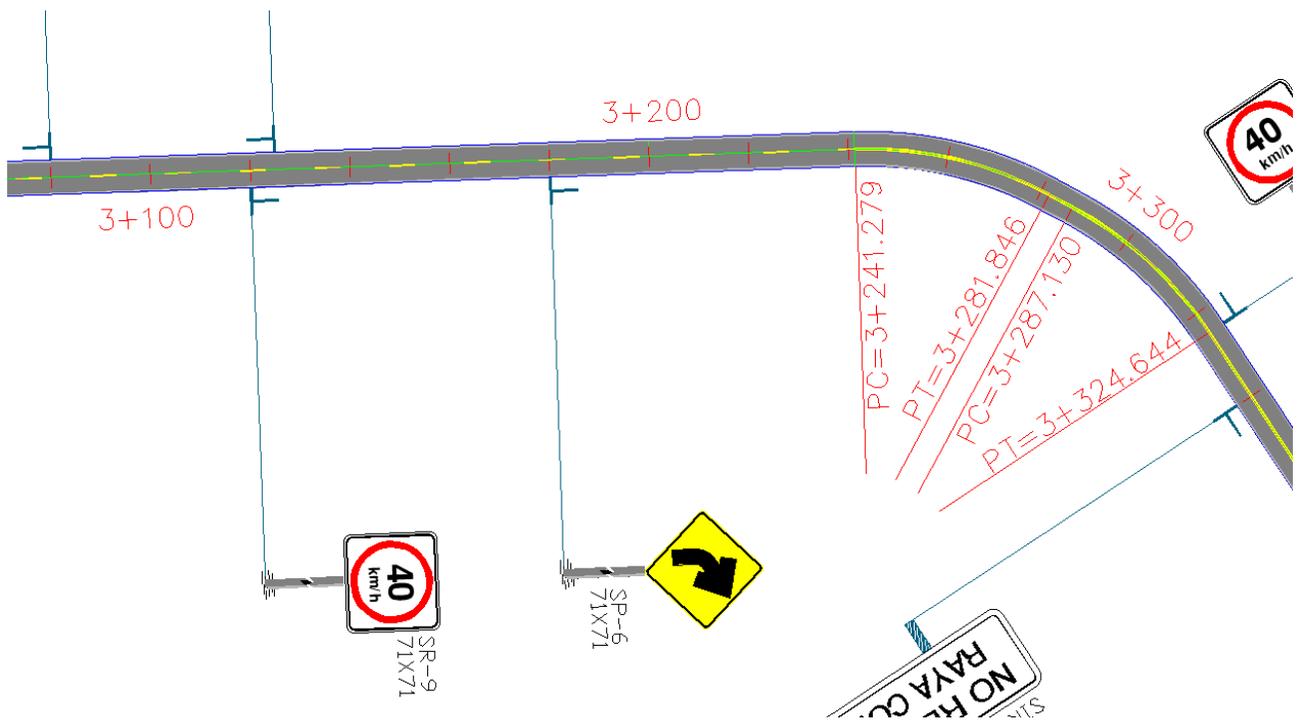


Figura 13. Señal Restrictiva de velocidad SR-9.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 SEÑALES INFORMATIVAS¹⁸

Las señales informativas son tableros con leyendas, escudos, flechas y pictogramas que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por carreteras y vialidades urbanas, e informarle sobre los nombres y la ubicación de las ciudades o localidades y de dichas vialidades, lugares de interés, las distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones que conviene observar. Son señales bajas o elevadas que se fijan en postes, marcos y otras estructuras.

En todas las carreteras de México es necesario indicar el número de kilómetro, así como ciertas recomendaciones, a continuación, mencionaremos el tipo de señales.

SEÑALES DE KILOMETRAJE Y RUTA¹⁹

En las vialidades de dos carriles las señales de kilometraje con escudo de ruta se instalarán a cada 5 km y a cada 1 km las señales sin escudo de ruta. En ambos casos se alternarán, colocando los tableros con números nones a la derecha y los pares a la izquierda, en el sentido del cadenamiento, orientadas hacia el sentido de circulación que corresponda al lado en el que se coloquen. Al inicio de un tramo con nuevo cadenamiento, se colocará la señal de kilometraje con escudo de ruta correspondiente al kilómetro cero, del lado derecho de la vialidad en el sentido ascendente del cadenamiento.

¹⁸ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales informativas / Versión 1/ pág. 1 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

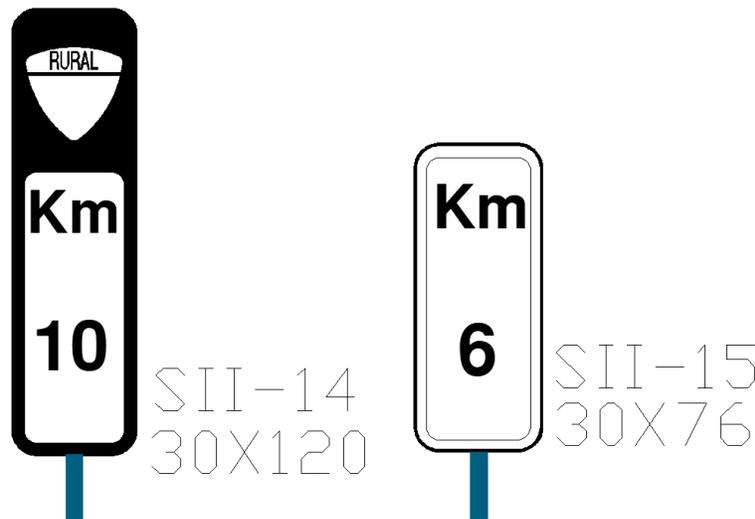
¹⁹ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales informativas / Versión 1/ pág. 11 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

SII-14 KILOMETRAJE CON RUTA²⁰

Esta señal se usará para identificar las carreteras según su número de ruta y kilometraje, como se ilustra en la Figura 26.

SII-15 KILOMETRAJE SIN RUTA²¹

Se usará para identificar el cadenamamiento en la carretera, como se muestra en la Figura 30.



*Figura 26. Señales de kilometraje SII-14 Y SII 15.
Fuente: Elaboración propia.*

Las señales de kilometraje SII-14 Y SII 15, nos indican el kilometraje en los caminos, se ubica de acuerdo a las Normativas antes mencionadas, en este tramo, a petición del municipio, se mantuvo un kilometraje

²⁰ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales informativas / Versión 1/ pág. 18 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

²¹ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales informativas / Versión 1/ pág. 19 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

diferente al cadenamiento del eje de trazo de proyecto, por lo cual nuestra equivalencia a partir del kilómetro 3+000 de proyecto será = km 6 lo podemos observar en la figura 27 y en la figura 28.

Debido a lo sinuoso del camino, se evitó colocar la señal en curvas, y se respetó en medida de lo posible la separación de 45 m entre señales. En este caso al ser el kilómetro un número par, este se ubicó a la izquierda, en el sentido del cadenamiento.

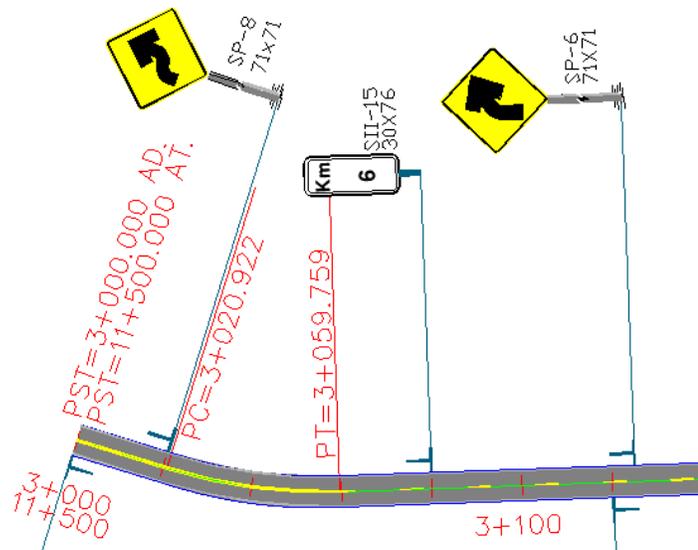


Figura 27. Señal SII-15 ubicada al lado izquierdo en sentido del cadenamiento.
Fuente: Elaboración propia.

acuerdo con lo anterior, las señales informativas de destino son bajas o elevadas y según su función pueden ser:

- 1. Previas: Se colocan antes de la intersección con el propósito de que el usuario conozca los destinos y prepare las maniobras necesarias para tomar la ruta deseada.*
- 2. Diagramáticas: Se colocan en carreteras de cuatro o más carriles, vías de circulación continua y vialidades primarias para indicar al usuario, además de los destinos, la ubicación de los puntos de decisión en una intersección, como se muestra en la Figura II.4-5. Son señales bajas cuando se usan en vialidades urbanas, para indicar en la intersección los movimientos indirectos de vuelta izquierda.*
- 3. Decisivas: Se colocan en los sitios de la intersección donde el usuario debe tomar la ruta deseada.*
- 4. Confirmativas: Son señales bajas que se colocan después de la intersección o a la salida de una población para confirmar al usuario que ha tomado la ruta deseada indicándole la distancia a los destinos que se indican.*

En este tramo no tenemos intersecciones, por lo tanto, descartamos las señales previas, diagramáticas y decisivas, sin embargo, usaremos las confirmativas para que el usuario sepa la distancia a su destino, se usara en ambos sentidos, al inicio de cada uno de estos, y podemos verla en la figura 29

SID-11
40X239

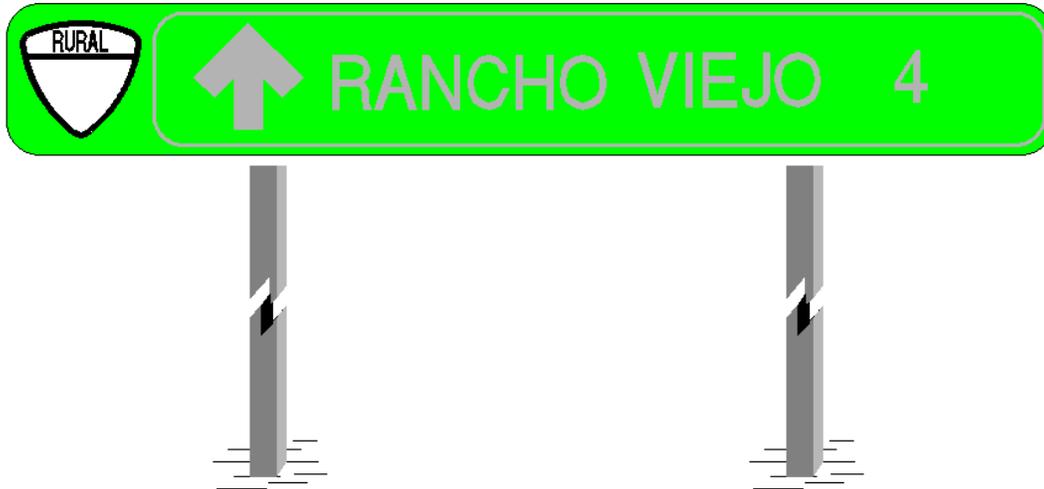


Figura 29. SID-11 CONFIRMATIVA.
Fuente: Elaboración propia.

SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN (SIR)²³

Son señales que se utilizan con fines educativos para proporcionar al usuario información relevante acerca de disposiciones o recomendaciones de seguridad que debe observar durante su recorrido, incluyendo las limitaciones físicas de la vialidad o prohibiciones reglamentarias.

Son señales bajas, con excepción de aquellas para rampas de emergencia para frenado que podrán ser bajas o elevadas.

²³ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales informativas / Versión 1/ pág. 58 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

Se recomienda que los mensajes a transmitir en este tipo de señalización incluyan únicamente información útil que no pueda ser expresada mediante algún pictograma. Se muestra el pictograma en la figura 30.



Figura 14. SIR SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN.
Fuente: Elaboración propia.

Esta señal con la leyenda “NO REBASE CON RAYA CONTINUA” en conjunto con las marcas sobre el pavimento (M-1.3) nos ayudarán a sustituir la señal restrictiva “SR-18”, esto debido al poco espacio para ubicar señales, y el alto número de curvas, se optó por el uso de esta señal al inicio del tramo y a mitad del tramo en cada uno de sus sentidos como se muestra en las figuras 31 y 32 respectivamente.

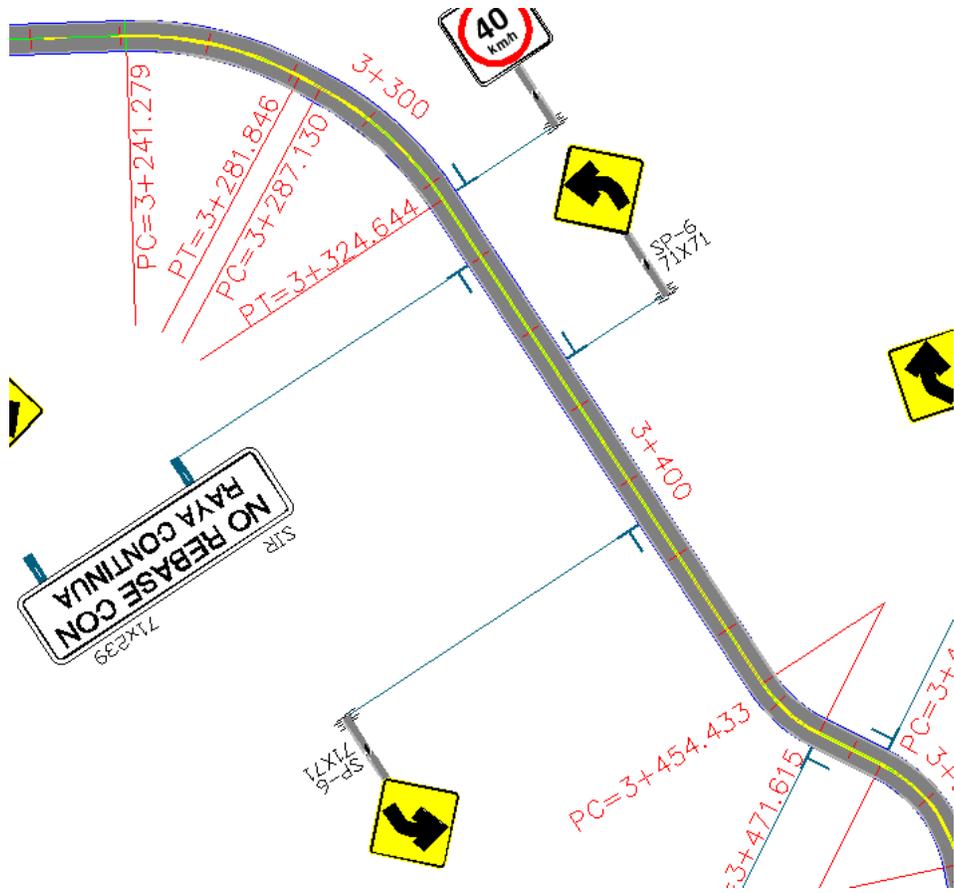


Figura 15. SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN al inicio del tramo.
Fuente: Elaboración propia.

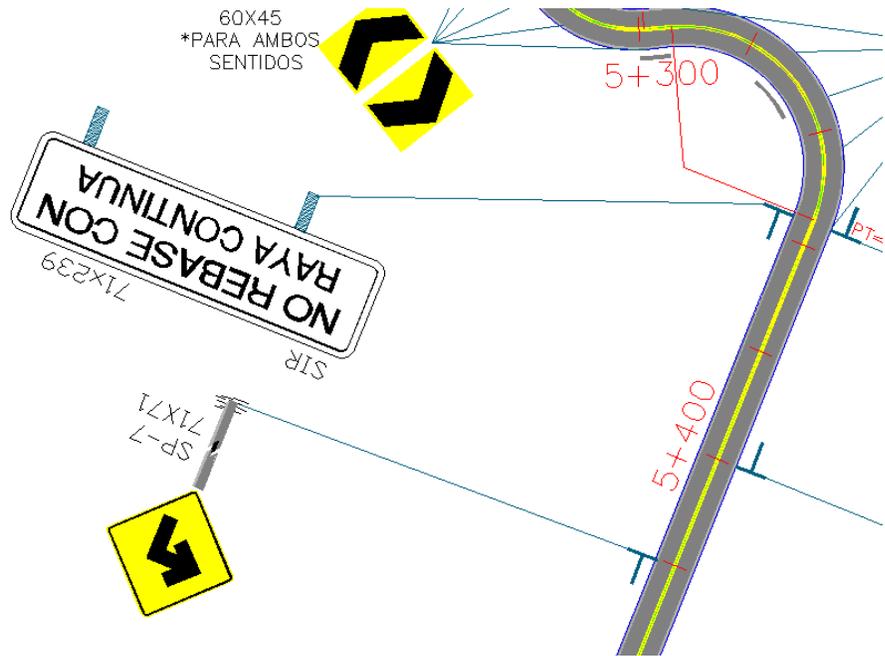


Figura 16. SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN.
Fuente: Elaboración propia.

SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL (SIG)²⁴

Son señales que se emplean para proporcionar a los usuarios información de carácter geográfico y de tamaños de población, así como para indicar nombres de obras importantes en la vialidad, límites políticos, ubicación de elementos de control, como cabinas de cobro y puntos de inspección, entre otras. Son señales bajas, con excepción de aquellas para rampas de emergencia para frenado que podrán ser bajas o elevadas.

Esta señal la usamos para informar la llegada a el poblado “RANCHO VIEJO”, en el sentido del lado derecho con respecto al cadenamiento únicamente, ya que en el sentido izquierdo (de regreso), no nos corresponde en este tramo la llegada a la población, como se muestra en la figura 33 y 34.



Figura 17. Señal de Información General, Poblado.
Fuente: Elaboración propia.

²⁴ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (2014). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014 Capítulo II. (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.) Capítulo II. Señalamiento vertical / Señales informativas / Versión 1/ pág. 66 [Libro electrónico]. Dirección General de Servicios Técnicos. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>

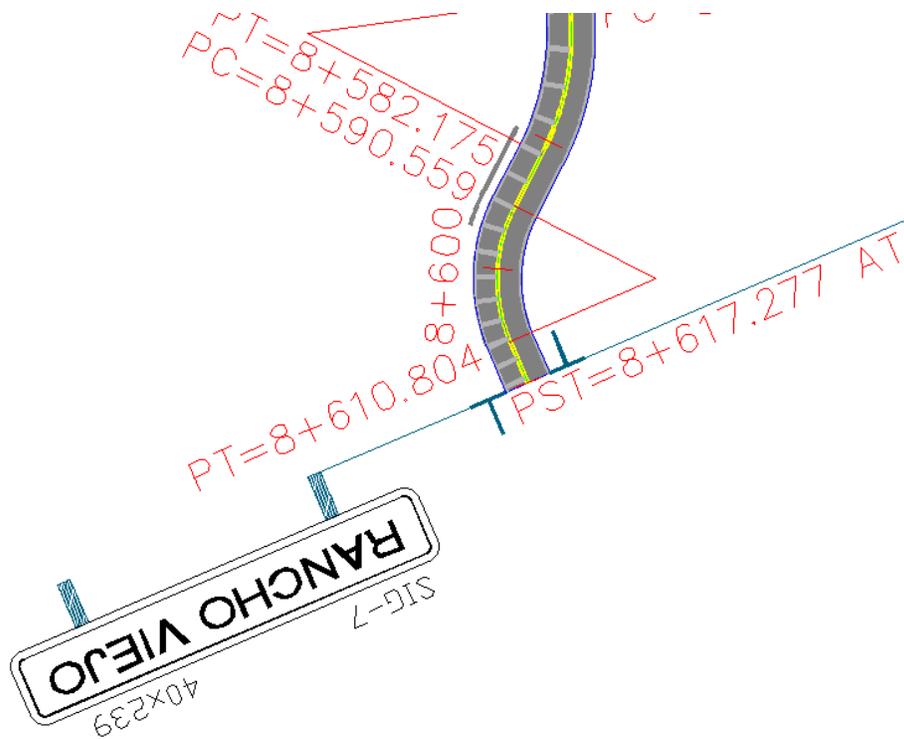


Figura 18. Señal SIG-7 al final del Tramo.
Fuente: Elaboración propia.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD²⁵

Los dispositivos para control de la velocidad son elementos que se instalan en la superficie del pavimento en posición transversal al eje del camino, que combinados entre sí y con otros elementos de señalamiento horizontal y vertical, constituyen un sistema de control de velocidad que contribuye a que los conductores reduzcan la velocidad con que circulan sus vehículos, para disminuir la ocurrencia de accidentes en aquellos sitios no regulados por semáforos, en los que las autoridades no puedan ejercer un control

²⁵ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 4.-PROYECTO DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD / 001 EJECUCION DE PROYECTO DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD / N-PRY-CAR-10-04-001/05 pág.

adecuado de la velocidad por carecer de recursos y donde habitualmente se excedan los límites de velocidad permitidos, particularmente en áreas de conflicto, tales como:

- *Cruce de peatones en intersecciones y zonas escolares, de hospitales, comerciales, residenciales o cualquier otra donde sea necesario proteger el flujo peatonal.*
- *Aproximaciones a zonas urbanas, a intersecciones a nivel con otra carretera o vialidad de mayor importancia o con una vía de ferrocarril, a curvas peligrosas, a casetas de cobro y a estaciones de cuerpos de emergencia, como bomberos y ambulancias, entre otros.*
- *Tramos de pendiente descendente pronunciada.*

RAYAS LOGARÍTMICAS REALZADAS (M-9)²⁶

Las rayas logarítmicas realzadas se utilizan antes de las áreas de conflicto, para disminuir la velocidad de los vehículos, produciéndole al conductor la ilusión óptica y auditiva de que su vehículo se acelera. Las dimensiones, posición, color, número y separación de las rayas con espaciamiento logarítmico y la longitud total de la zona por marcar, se indican en el inciso 4.2.7. de la NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. Serán realzadas de manera que sobresalgan de la superficie de rodadura de cero coma cinco (0,5) a un (1) centímetros o complementadas con los botones DH-3 a que se refiere el inciso 4.7.2. de la misma norma. (SCT, 2008).

²⁶ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#002> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 1.-PROYECTO DE SEÑALAMIENTO / 002 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL / N·PRY·CAR·10·01·002/05 pág. 21

En este tramo es necesario reducir la velocidad a un alto total en la llegada, esto debido a la geometría del camino, pues no existe continuación de este como podemos observar en la figura 35.

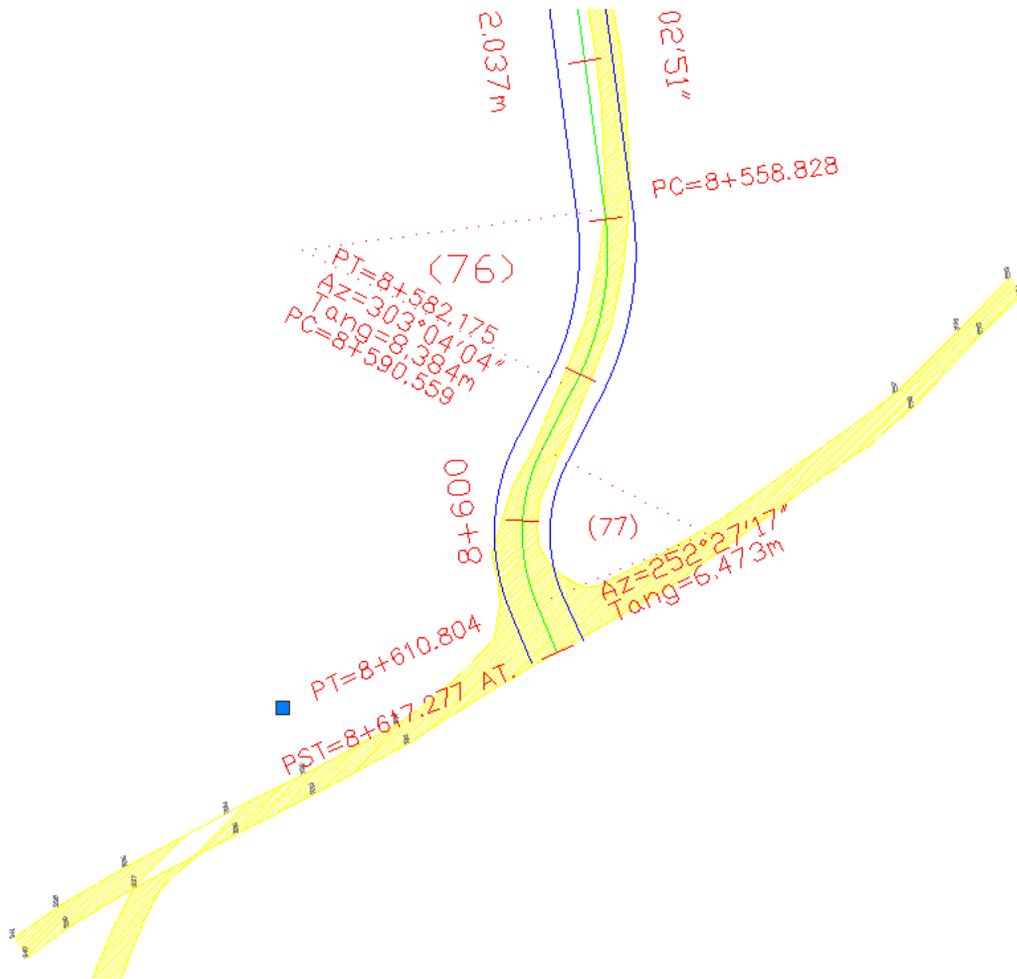
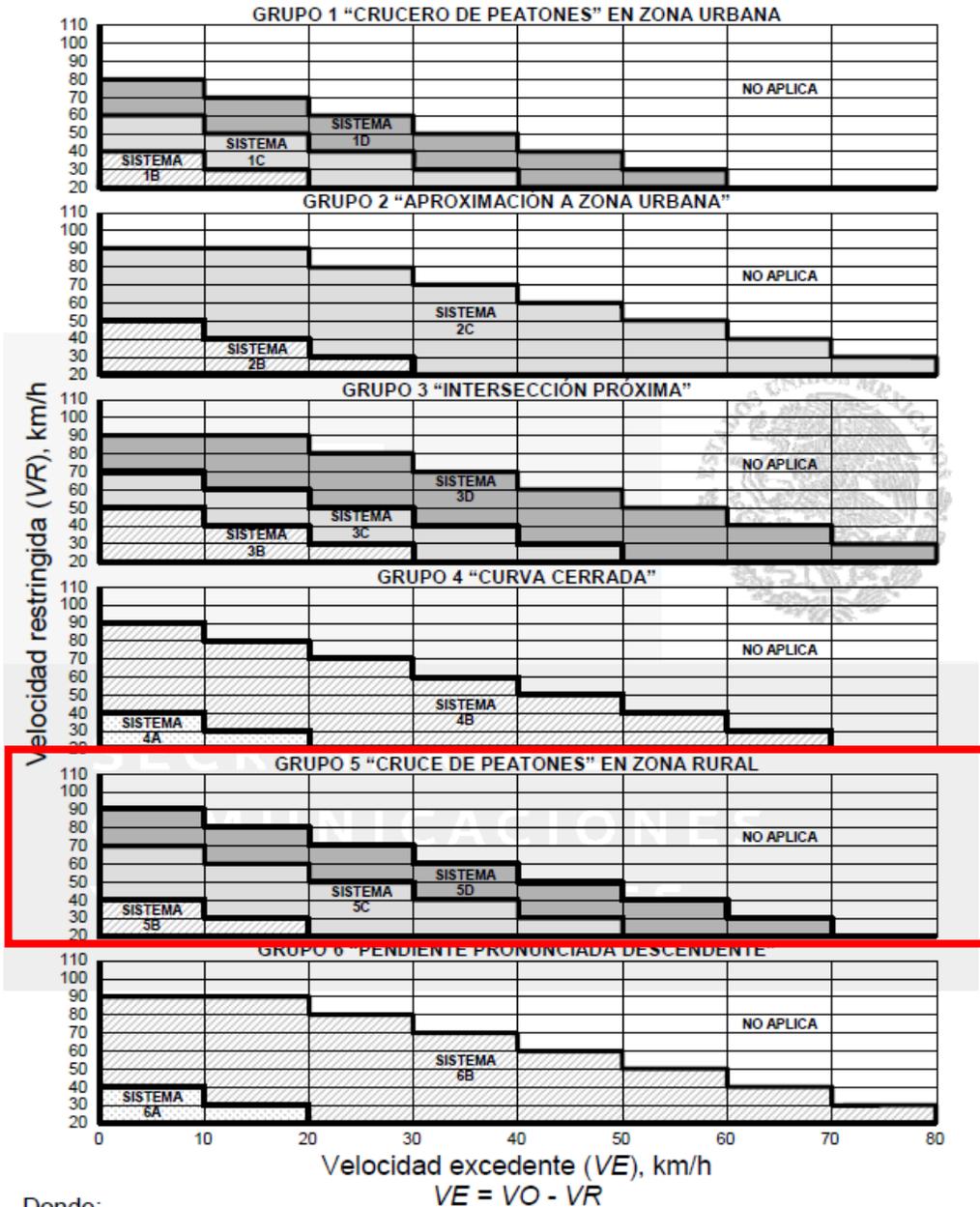


Figura 19. Final del tramo km 8+617.277.
Fuente: Elaboración propia.

Como tenemos que reducir la velocidad de 40 km/h a cero buscaremos la tabla que más se acomode a nuestras necesidades, en este caso buscamos en la normativa, el grupo y el tipo de sistema que usaremos de acuerdo al tipo de proyecto que es indicado para una zona “rural” y la velocidad que en este caso es de “40 km/h” como se puede mostrar en la tabla 5.



Donde:

VE = Velocidad excedente, km/h; VO = Velocidad de operación (85 percentil), km/h

VR = Velocidad restringida, km/h

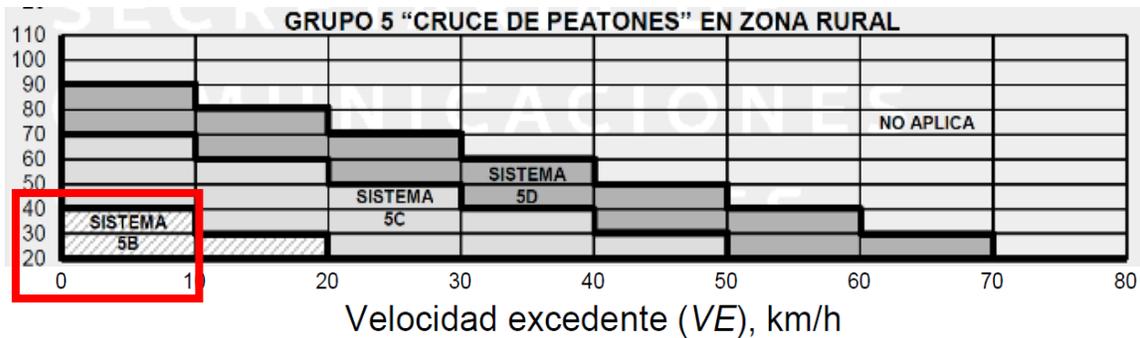
Tabla 5. Gráfica para seleccionar el sistema de control de velocidad.

Fuente: Secretaría de comunicaciones y transportes. (2008, 16 octubre). Gráfica para seleccionar el

sistema de control de velocidad [Gráfico]. Normativa para la infraestructura del transporte.

<https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#006> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 4.- Proyecto de Dispositivos de Seguridad / 006. Dispositivos para Control de la Velocidad y Alertadores de Salida del Camino / N-PRY-CAR-10-04-006/08 / pág. 13

En esta tabla buscamos la velocidad de proyecto (40 km/h) en el eje “X” y la velocidad a la que se quiere reducir (0 km/h, alto total) en el eje “Y”. En la Tabla 6, vemos un acercamiento.



Donde:

$$VE = VO - VR$$

VE = Velocidad excedente, km/h; VO = Velocidad de operación (85 percentil), km/h

VR = Velocidad restringida, km/h

Tabla 6. Acercamiento a Gráfica para seleccionar el sistema de control de velocidad.

Fuente: Secretaria de comunicaciones y transportes. (2008, 16 octubre). Gráfica para seleccionar el sistema de control de velocidad [Gráfico]. Normativa para la infraestructura del transporte. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#006> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 4.- Proyecto de Dispositivos de Seguridad / 006. Dispositivos para Control de la Velocidad y Alertadores de Salida del Camino / N-PRY-CAR-10-04-006/08 / pág. 13

Una vez encontrado el sistema de control de velocidad según sus características, podemos proceder con la búsqueda en PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS, en la sección de Proyecto de Dispositivos de Seguridad. Este sistema se integra con los dispositivos de control de la velocidad apropiados, las marcas sobre el pavimento, aplicables conforme a la NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, tales como rayas de alto y rayas para cruce de peatones, así como las señales preventivas, restrictivas e informativas que se requieran, según el área de conflicto que se desea proteger, de acuerdo con dicha norma. A manera de ejemplo, en las Figuras 36 y 37, se muestran esquemáticamente las ubicaciones de esos elementos en los sistemas de control de velocidad más comunes, para los seis grupos de conflicto considerados como se muestra en la tabla 5 y su acercamiento tabla 6.

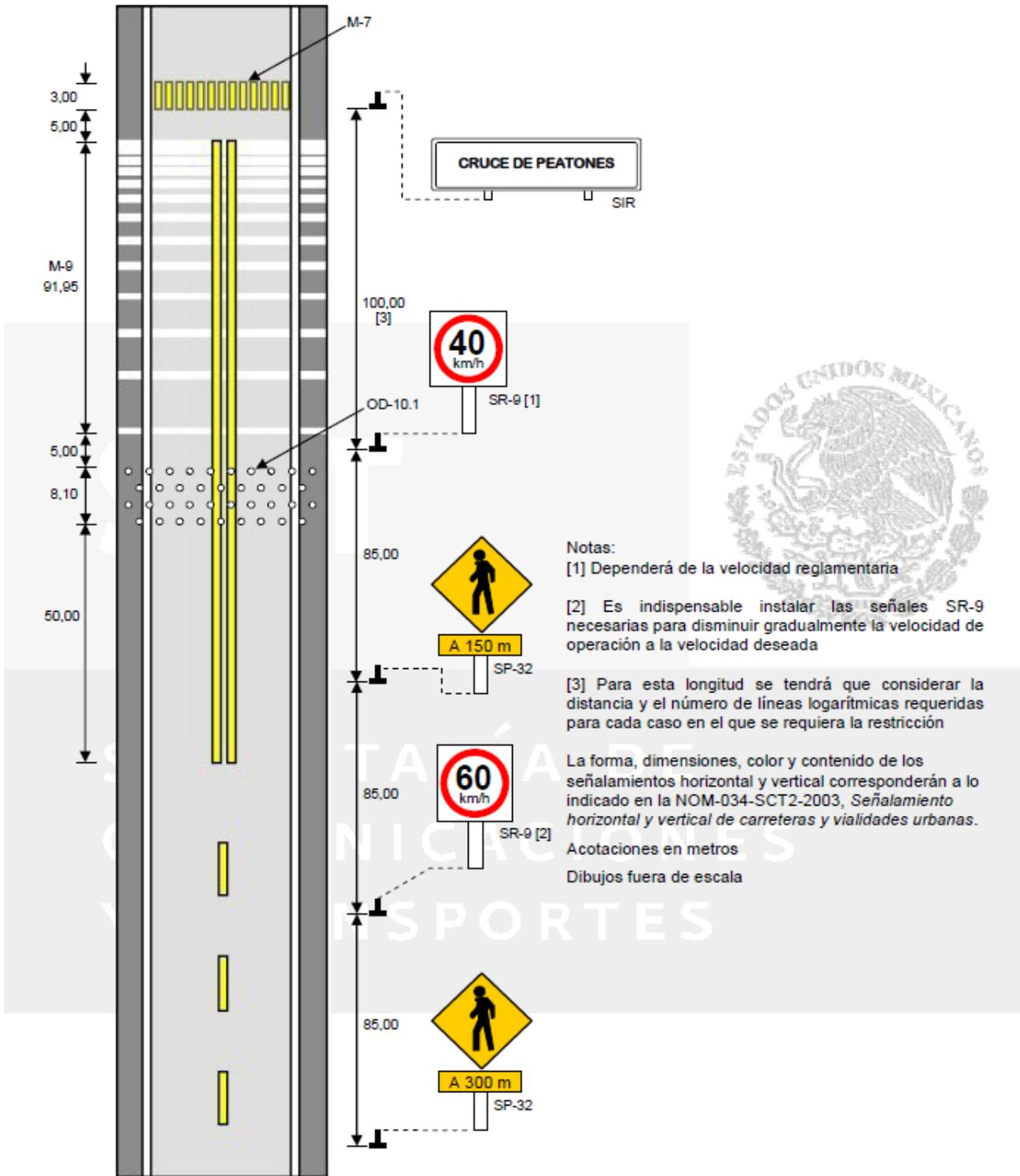


Figura 36. Sistema de control de velocidad 5B, para cruce de peatones en zonas rurales.

Fuente: Secretaria de comunicaciones y transportes. (2008, 16 octubre). Gráfica para seleccionar el sistema de control de velocidad [Gráfico]. Normativa para la infraestructura del transporte. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#006> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 4.- Proyecto de Dispositivos de Seguridad / 006. Dispositivos para Control de la Velocidad y Alertadores de Salida del Camino / N-PRY-CAR-10-04-006/08 / pág. 25

Aquí también presentamos el detalle de las rayas con espaciamiento logarítmico el cual se indica en N-PRY-CAR-10-04-006/08 que lo podemos encontrar en la NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. La podemos observar en la figura 41.

DETALLE DE RAYAS CON ESPACIAMIENTO LOGARITMICO

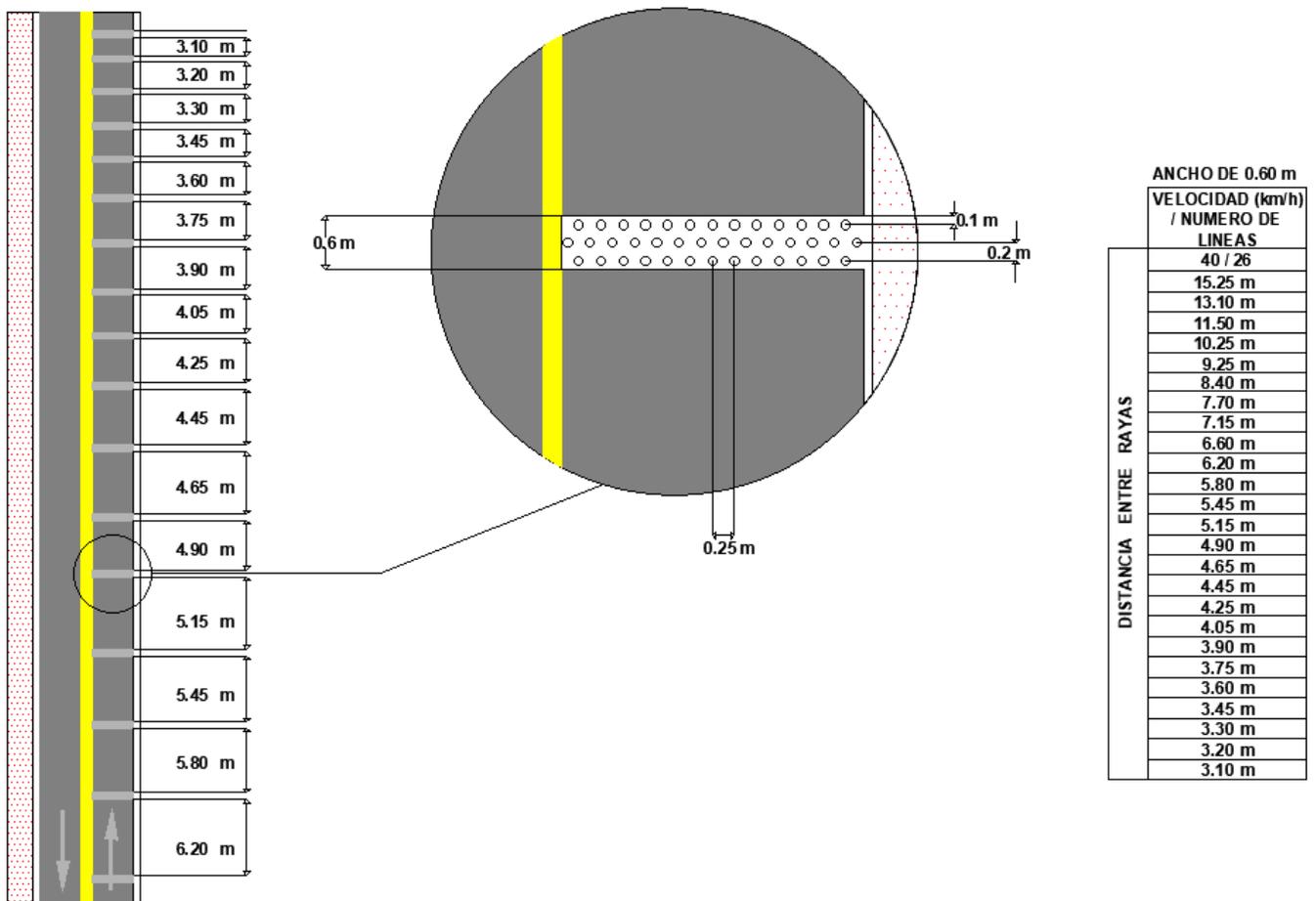


Figura 37. Rayas con espaciamiento logarítmico para velocidad de entrada de 40 km/h.
Fuente: Elaboración propia.

En nuestro proyecto la tabla “DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD”, hacemos la descripción de la marca, en este caso “RAYA CON ESPACIAMIENTO LOGARÍTMICO”, también definimos de que kilómetro a que kilómetro se ubicará, el sentido en el que requiere, así como el ancho de marca, y cantidad total de marcas, en la tabla 7, la podemos observar. Los botones metálicos que en ella se incluyen, fueron ya cuantificados en la tabla de “Señalamiento Horizontal”.

| DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|------|------------------------------------|-----------|---------|--------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| DEL KILÓMETRO | AL KILÓMETRO | TIPO | DESCRIPCIÓN | LADO | | COLOR | ANCHO DE LINEA (cm) | VELOCIDAD DE OPERACIÓN (Km/h) | CANTIDAD DE RAYAS |
| | | | | IZQUIERDO | DERECHO | | | | |
| 8+458.000 | 8+617.000 | M-9 | RAYA CON ESPACIAMIENTO LOGARÍTMICO | | X | BLANCO | 60 | 40 | 26 |
| TOTAL = | | | | | | | | | 26 |

Tabla 7. Cuantificación de Dispositivos de seguridad “Raya con espaciamento logarítmico”.
Fuente: Elaboración propia.

VIBRADORES (OD-10)²⁷

Son dispositivos que se colocan o construyen en el pavimento para producir variaciones en la superficie de rodadura, con el propósito de provocar vibraciones y un efecto sonoro en el vehículo que los atraviesa o circula sobre ellos, alertando así al conductor sobre la existencia de algún peligro potencial para que reduzca su velocidad o rectifique su trayectoria.

²⁷ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#006> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 4.- Proyecto de Dispositivos de Seguridad / 006. Dispositivos para Control de la Velocidad y Alertadores de Salida del Camino / N·PRY·CAR·10·04·006/08 / pág. 4

BARRERAS DE ORILLA DE CORONA (OD-4.1)²⁸

Son defensas flexibles, semiflexibles o rígidas que se colocan en la orilla de las carreteras, en puntos específicos donde exista un peligro potencial, como puede ser una curva cerrada, la altura excesiva de un terraplén o la cercanía de estructuras u objetos fijos, con el propósito de incrementar la seguridad de los usuarios evitando que los vehículos salgan de la corona si el conductor pierde el control, siempre y cuando dichos vehículos circulen en las condiciones normales de operación para las que fueron diseñadas, en cuanto a velocidad, masa y dimensiones. Ocasionalmente pueden ser usadas para proteger a peatones y ciclistas del tránsito vehicular bajo condiciones especiales. Por lo general son concebidas para recibir impactos sólo por uno de sus lados. (SCT, 2005).

Cabe señalar que, con respecto a la normativa vigente, en caminos con velocidades menores a 50 km/h, no es obligatoria la defensa metálica, sin embargo, esta se propuso en el año 2009 y en el proyecto de señalamiento si se incluyó.

Para esta cuantificación haremos uso de las secciones transversales, en el año de la proyección de este camino, nos regíamos con el proyecto de señalamiento y dispositivos de seguridad en calles y carreteras del año 2005, el cual no nos da un criterio claro de la justificación para estos dispositivos, por lo tanto, elegimos el criterio donde existan terraplenes mayores a 2m de altura, se procedió a colocar defensa metálica.

Después de revisar sección por sección, encontramos que en la sección 4+300 figura 43, existe un terraplén mayor a 2m, se revisa la sección posterior, en el caso que ambas tengan una altura mayor a 2m se continuara a la siguiente sección, hasta terminar con los terraplenes de más de dos metros, en ese caso,

²⁸ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#006> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 4.- Proyecto de Dispositivos de Seguridad / 04. Proyecto de Dispositivos de Seguridad/ N·PRY·CAR·10·04·001/05 / pág. 2

nuestra última sección con más de dos metros de altura de terraplén es la sección 4+360 figura 46, la siguiente sección sin altura mayor a 2 m es 20 metros después, consideramos cinco metros de defensa metálica para proteger al conductor, este método también aplica para antes de iniciada la altura mayor a 2m. podemos observar las secciones transversales de la figura 38 a la 43.

Por lo tanto:

Inicio de defensa metálica 4+300 izquierdo

Fin de defensa metálica 4+365 izquierdo

La longitud requerida en este punto es de 65 m. podemos observar su simbología en planta en la figura 44.

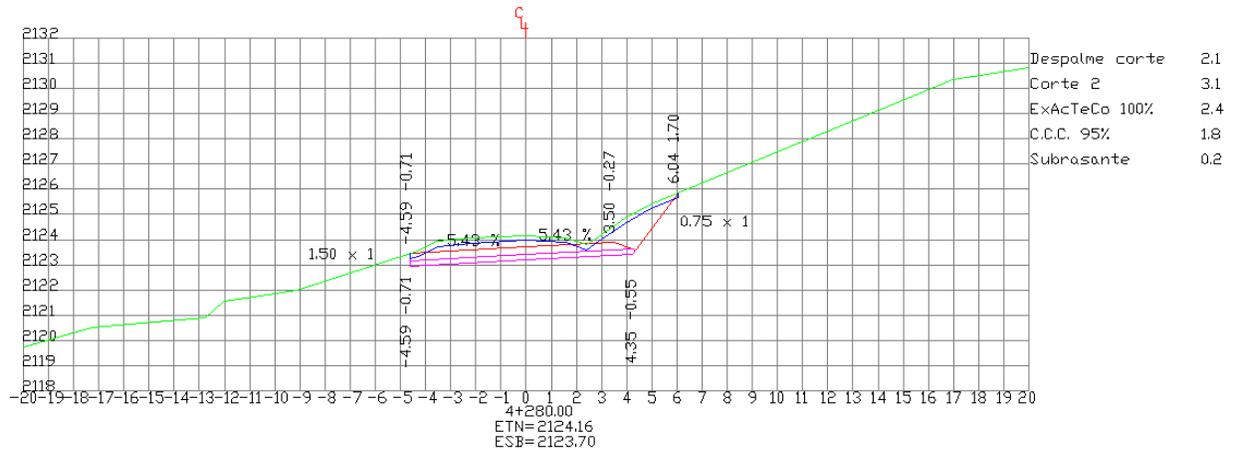


Figura 38. Sección transversal, km 4+280, en zona donde se requiere defensa metálica lado izquierdo.
Fuente: Elaboración propia.

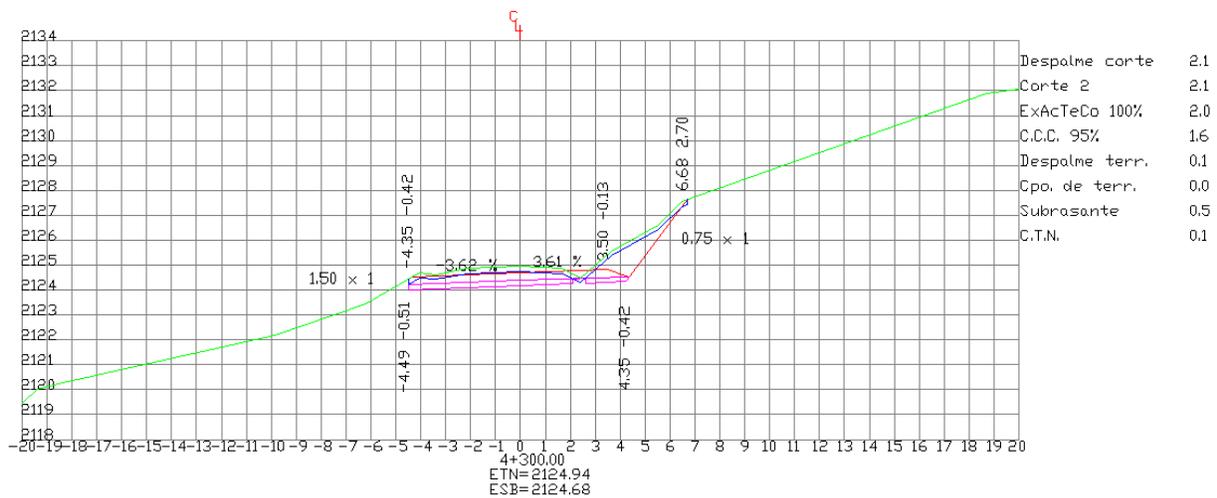


Figura 39. Sección transversal, km 4+300, en zona donde se requiere defensa metálica lado izquierdo.
Fuente: Elaboración propia.

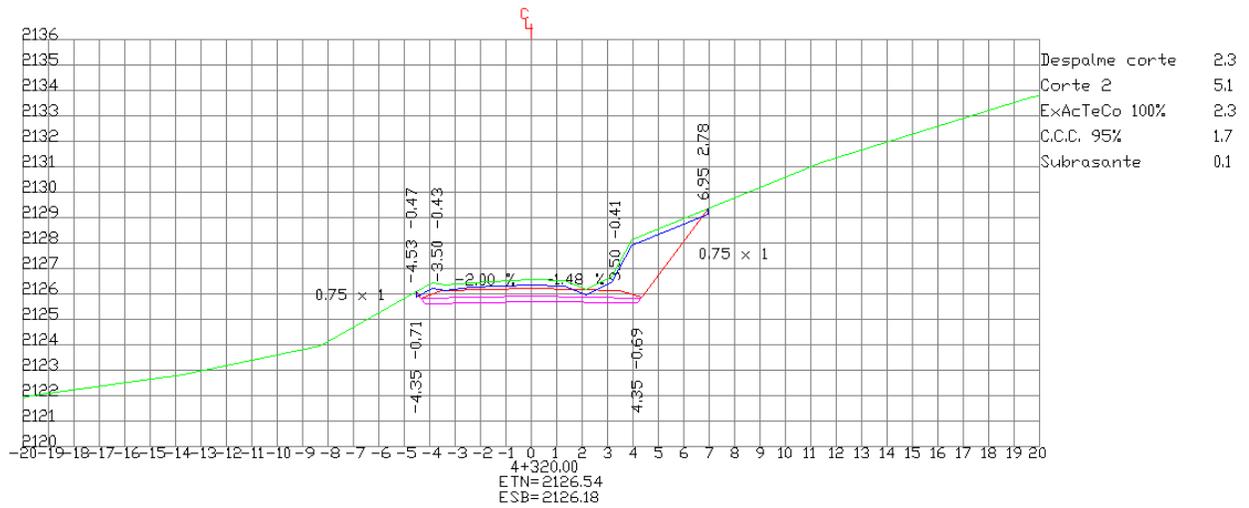


Figura 21. Sección transversal, km 4+320, en zona donde se requiere defensa metálica lado izquierdo.
Fuente: Elaboración propia.

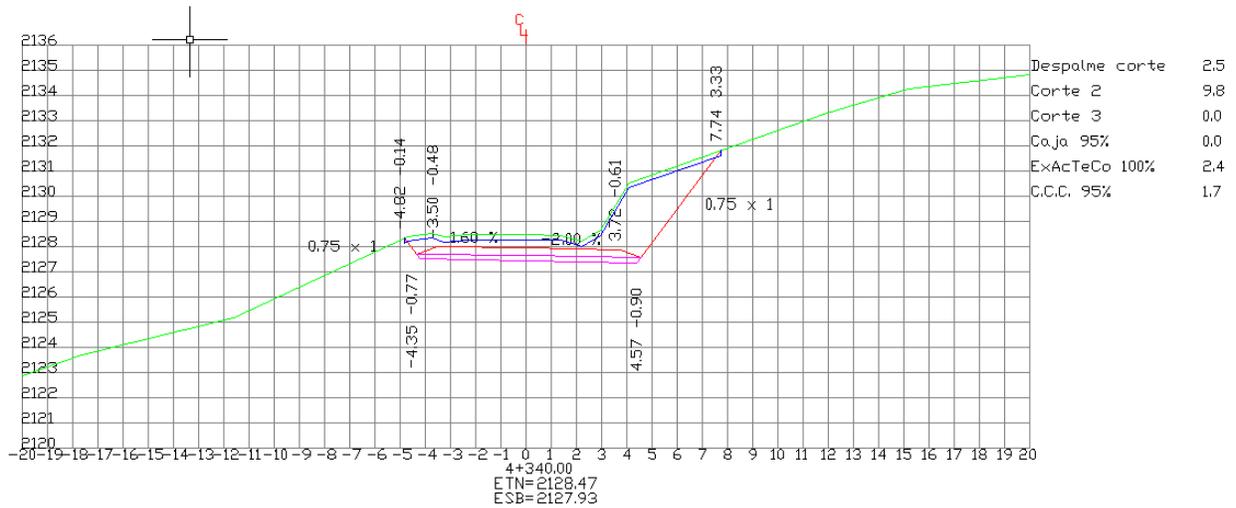


Figura 20. Sección transversal, km 4+340, en zona donde se requiere defensa metálica lado izquierdo.
Fuente: Elaboración propia.

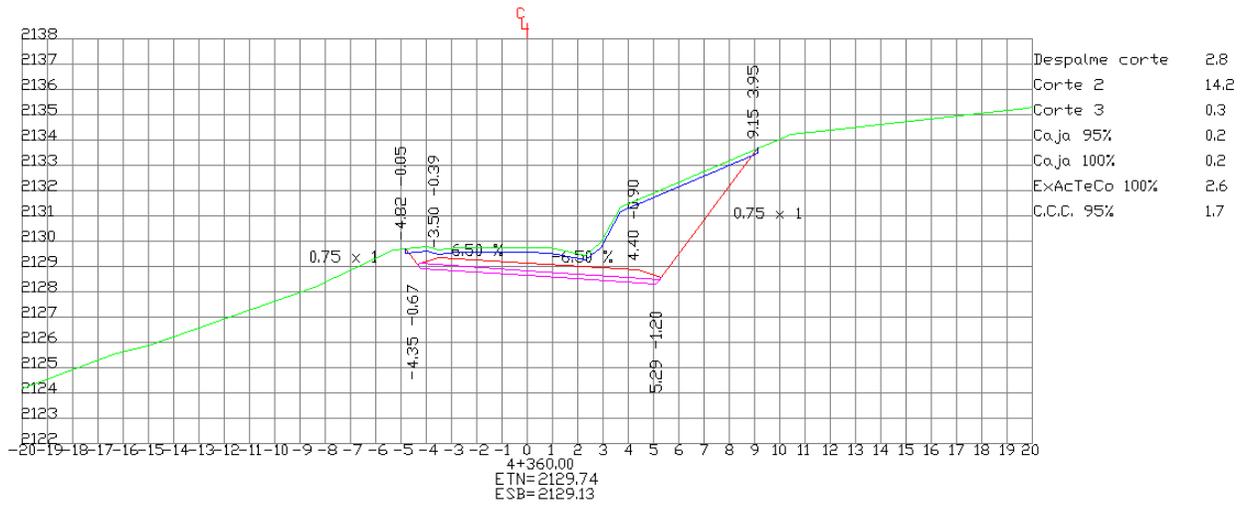


Figura 22. Sección transversal, km 4+360, en zona donde se requiere defensa metálica lado izquierdo.
Fuente: Elaboración propia.

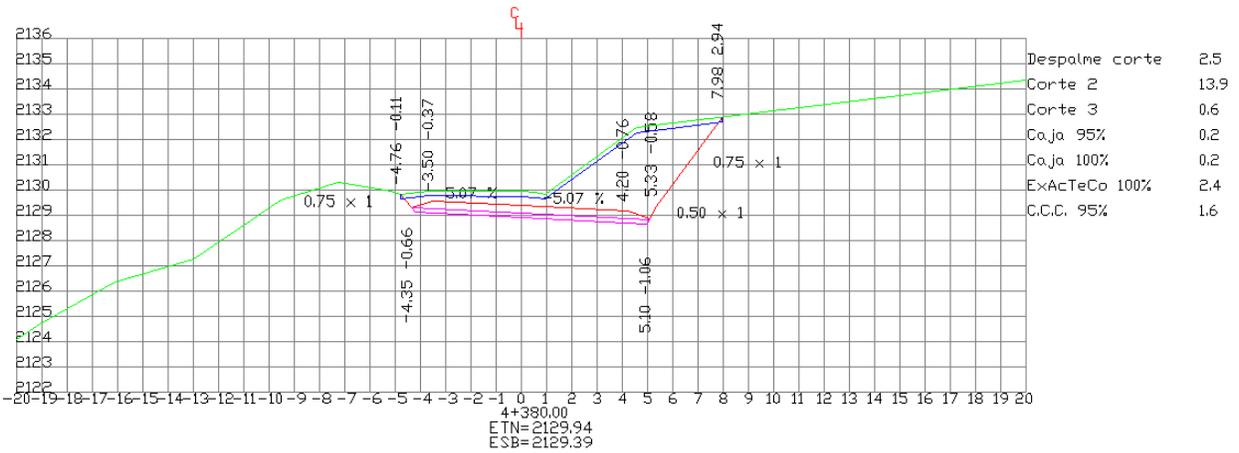


Figura 23. Sección transversal, km 4+380, en zona donde se requiere defensa metálica lado izquierdo.
Fuente: Elaboración propia.

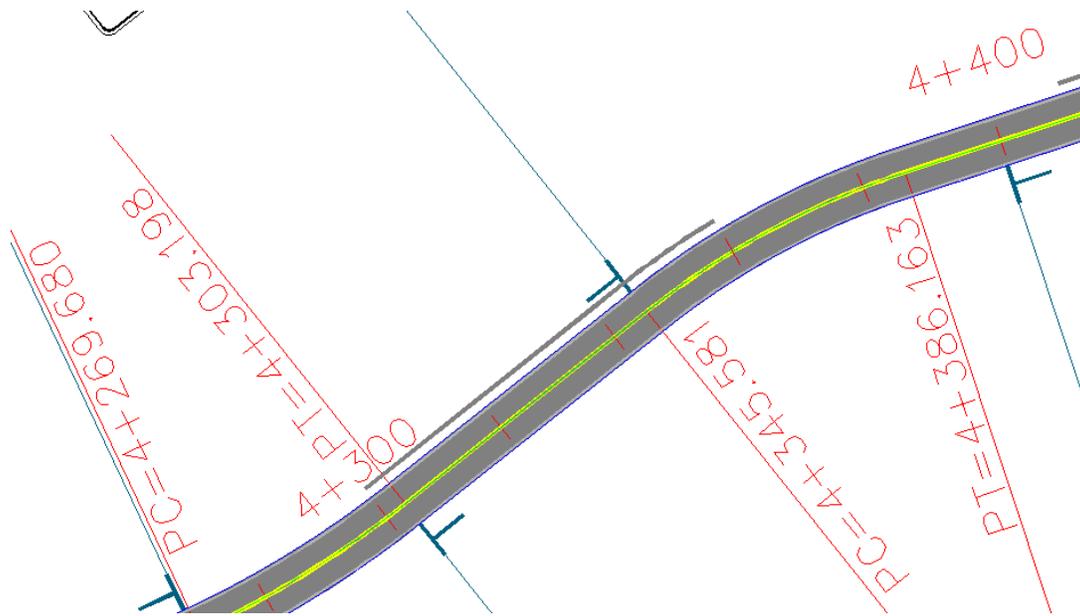


Figura 24. Vista en planta de señalamiento de defensa metálica lado izquierdo.
 Fuente: Elaboración propia.

De este modo concluimos la revisión de todo el tramo, proponemos la defensa metálica y se cuantifica. Quedando la tabla final de la siguiente manera en la tabla 8.

| DEFENSA METALICA (OD-4) | | | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|---------|----------|---|
| CADENAMIENTO | | LADO | | LONGITUD | |
| DEL KM | AL KM | IZQUIERDO | DERECHO | | |
| 4+300.000 | 4+360.000 | X | | 60 | m |
| 4+410.000 | 4+430.000 | X | | 20 | m |
| 4+470.000 | 4+490.000 | X | | 20 | m |
| 4+695.000 | 4+730.000 | X | | 35 | m |
| 5+195.000 | 5+210.000 | X | | 15 | m |
| 6+005.000 | 6+035.000 | X | | 30 | m |
| 6+240.000 | 6+264.000 | X | | 24 | m |
| 6+755.000 | 6+775.000 | X | | 20 | m |
| 7+015.000 | 7+025.000 | X | | 10 | m |
| 4+895.000 | 4+915.000 | | X | 20 | m |
| 5+030.000 | 5+070.000 | | X | 40 | m |
| 5+155.000 | 5+223.000 | | X | 68 | m |
| 5+300.000 | 5+305.000 | | X | 5 | m |
| 5+325.000 | 5+335.000 | | X | 10 | m |
| 5+500.000 | 5+520.000 | | X | 20 | m |
| 5+585.000 | 5+605.000 | | X | 20 | m |
| 6+005.000 | 6+025.000 | | X | 20 | m |
| 6+532.000 | 6+553.000 | | X | 21 | m |
| 7+327.000 | 7+335.000 | | X | 8 | m |
| 7+680.000 | 7+695.000 | | X | 15 | m |
| 8+370.000 | 8+385.000 | | X | 15 | m |
| 8+470.000 | 8+490.000 | | X | 20 | m |
| 8+580.000 | 8+595.000 | | X | 15 | m |
| TOTAL = | | | | 531 | m |

Tabla 8. Cuantificación total de defensa metálica OD-4.
Fuente: Elaboración propia.

INDICADORES DE ALINEAMIENTO (OD-6)²⁹

Son señales bajas que se usan para delinear la orilla de una carretera, en cambios del alineamiento horizontal, para marcar estrechamientos del arroyo vial y para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas.

FORMA

Los indicadores de alineamiento son postes que delimitan la orilla exterior de los acotamientos, sobresaliendo setenta y cinco (75) centímetros respecto al hombro de la vialidad, y que tienen un elemento reflejante en su parte superior, dispuesto de tal forma que al incidir en él la luz proveniente de los faros de los vehículos, se refleja hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso. Los postes pueden ser de concreto hidráulico, metálicos o PVC, a criterio del proyectista.

TAMAÑO

Si los postes son de PVC, deben ser de color blanco, de trece (13) centímetros de ancho, con una curvatura en su sección transversal para evitar que se doblen cuando estén en posición vertical y se deben colocar con la cara convexa hacia el sentido de aproximación del tránsito. El elemento reflejante debe ser de siete coma cinco (7,5) centímetros de altura y estar colocado a diez (10) centímetros del extremo superior del poste, en su lado convexo.

²⁹ SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (s. f.). 10. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS (2005.a ed.) [Libro electrónico]. <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#006> PROYECTO (PRY)/ PROYECTO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN CALLES Y VIALIDADES URBANAS/ 01. Proyecto de Señalamiento / 007. Diseño de Señales Diversas / N·PRY·CAR·10·01·007/99/ pág. 3

UBICACIÓN

Los indicadores de alineamiento se deben colocar de manera que su orilla interior coincida con el hombro de la carretera o autopista, en los siguientes sitios:

- *En el lado exterior de las curvas horizontales, desde el principio de la transición de entrada hasta el final de la transición de salida, con una separación entre postes que depende del grado de curvatura, como se establece en las Figuras 5.7 y 5.8 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras.*
- *En ambos lados de los tramos en tangente, a cada cuarenta (40) metros.*
- *En ambos lados cuando se utilicen para marcar estrechamientos de la carretera o autopista, a cada cinco (5) metros, en un tramo de cincuenta (50) metros antes y después del estrechamiento.*
- *En ambos lados de la carretera o autopista para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas, en los lugares que definan las proyecciones horizontales de los sitios donde principie y termine el muro correspondiente.*

Los indicadores de alineamiento no se deben colocar en los sitios donde existan defensas laterales.

La tabla de indicadores de alineamiento, la podemos observar en la figura 45.

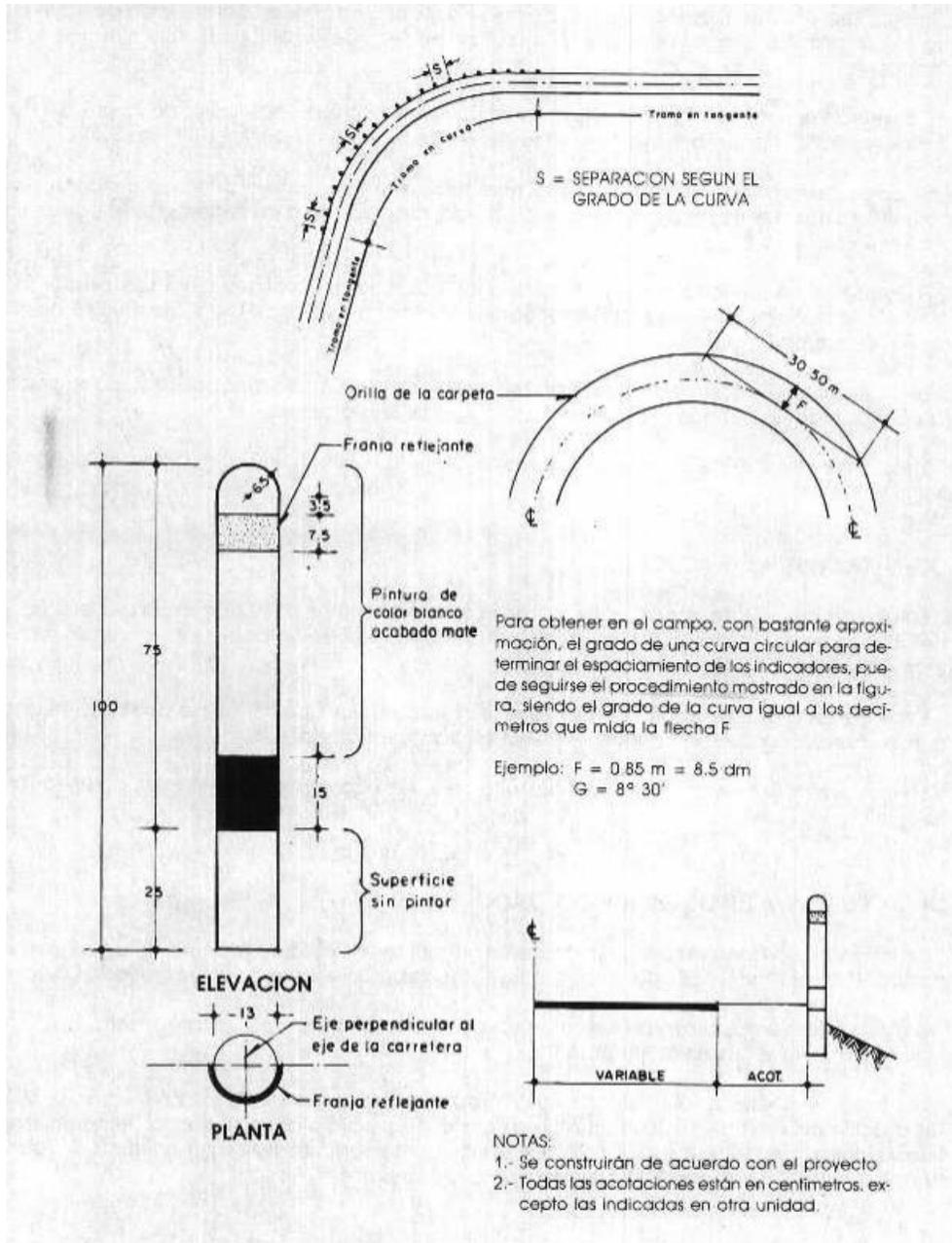


Figura 25. Indicadores de alineamiento (OD-6).

Fuente: SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (1986). Separación de indicadores de alineamiento [Ilustración]. En Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras.

Para calcular los indicadores de alineamiento OD-6, seguimos las indicaciones arriba descritas, las cuales nos indican que para las tangentes se ubicarán a cada 40 metros, para curvas usaremos la figura 50. En esta tabla, nos muestra en la gráfica el comportamiento de la distancia, la cual obtendremos con el eje “y”, el cual corresponde al grado de curvatura y la podemos observar en la tabla 50.

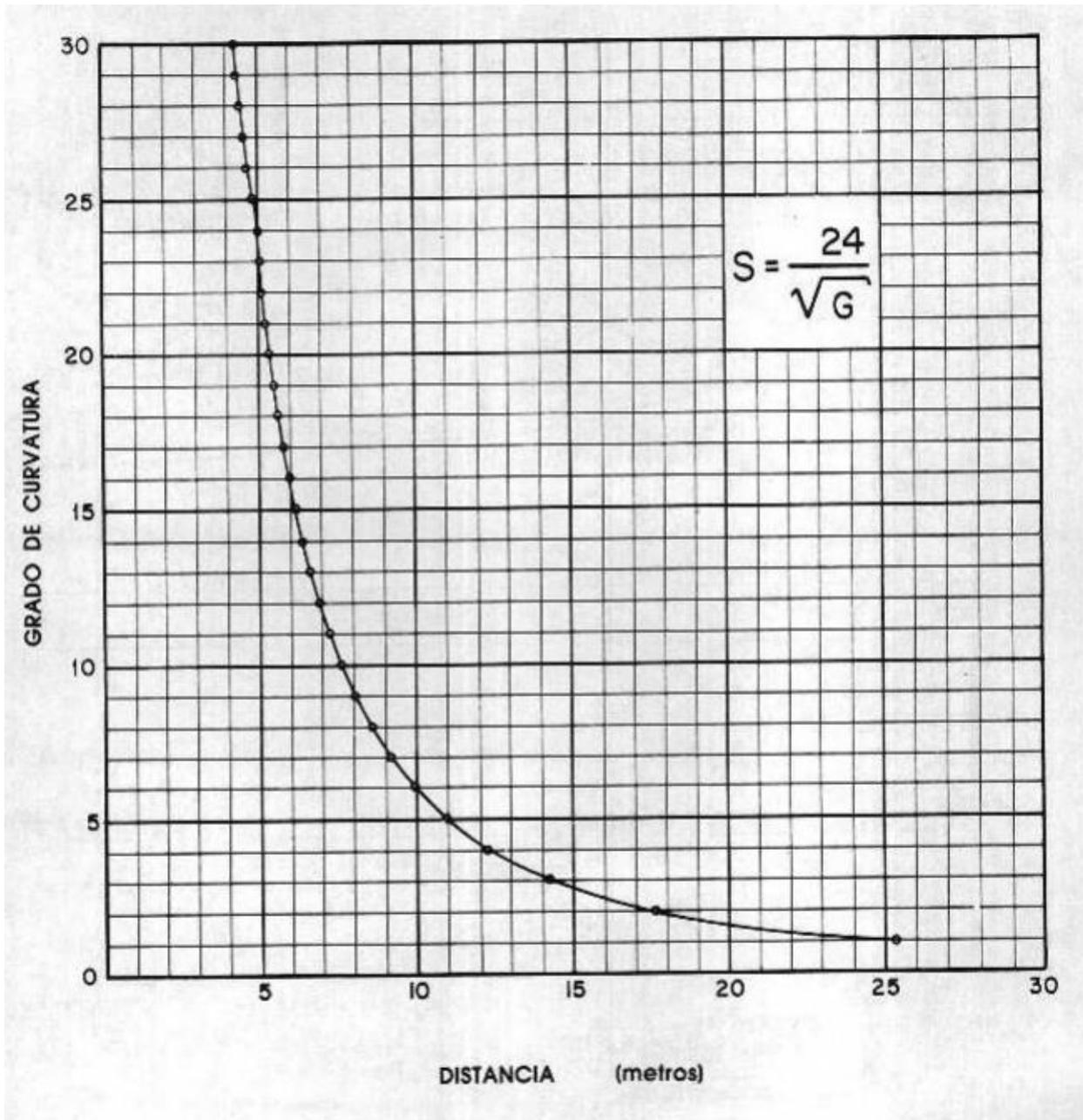


Figura 26. Distancia centro a centro de indicadores de alineamiento en curvas horizontales.
Fuente: SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (1986). Separación de indicadores de alineamiento [Ilustración]. En Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras.

De acuerdo a la normativa, calculamos los dispositivos para el tramo, dividiéndolo en dos partes, sumando la longitud de las tangentes, y dividiéndolo entre 40, y calculando la separación de dispositivos para cada curva.

CUANTIFICACIÓN

En la tabla 9. se muestra como se ingresaron los cadenamientos de cada tramo de tangente del cuerpo izquierdo.

| INDICADORES DE ALINEAMIENTO "OD-6" TANGENTE IZQUIERDA | | | | |
|--|--------------|----------|---------------|-------------|
| DEL KILÓMETRO | AL KILÓMETRO | LONGITUD | A CADA (m) | # DE PIEZAS |
| 3+059.759 | 3+241.279 | 182 | 40 | 5 |
| 3+281.846 | 3+287.130 | 5 | 40 | 0 |
| 3+324.644 | 3+454.433 | 130 | 40 | 3 |
| 3+471.615 | 3+487.030 | 15 | 40 | 0 |
| 3+516.473 | 3+521.352 | 5 | 40 | 0 |
| 3+560.054 | 3+607.516 | 47 | 40 | 1 |
| 3+648.318 | 3+706.297 | 58 | 40 | 1 |
| 3+742.166 | 3+777.071 | 35 | 40 | 1 |
| 3+821.691 | 3+864.911 | 43 | 40 | 1 |
| 3+893.358 | 3+916.419 | 23 | 40 | 1 |
| 3+961.372 | 3+979.470 | 18 | 40 | 0 |
| 4+108.502 | 4+186.983 | 78 | 40 | 2 |
| 4+229.736 | 4+269.680 | 40 | 40 | 1 |
| 4+340.000 | 4+345.581 | 6 | 40 | 0 |
| 4+386.163 | 4+410.000 | 24 | 40 | 1 |
| 4+535.777 | 4+541.239 | 5 | 40 | 0 |
| 4+618.091 | 4+651.601 | 34 | 40 | 1 |
| 4+667.049 | 4+695.000 | 28 | 40 | 1 |
| 4+730.000 | 4+846.592 | 117 | 40 | 3 |
| 4+870.681 | 4+893.288 | 23 | 40 | 1 |

| | | | | |
|-----------|-----------|-----|----|---|
| 4+959.943 | 5+022.635 | 63 | 40 | 2 |
| 5+075.170 | 5+155.181 | 80 | 40 | 2 |
| 5+222.881 | 5+236.816 | 14 | 40 | 0 |
| 5+300.880 | 5+305.572 | 5 | 40 | 0 |
| 5+355.294 | 5+475.003 | 120 | 40 | 3 |
| 5+575.570 | 5+580.139 | 5 | 40 | 0 |
| 5+650.229 | 5+659.677 | 9 | 40 | 0 |
| 5+758.769 | 5+810.049 | 51 | 40 | 1 |
| 5+876.992 | 5+885.916 | 9 | 40 | 0 |
| 5+967.710 | 5+994.321 | 27 | 40 | 1 |
| 6+042.155 | 6+062.688 | 21 | 40 | 1 |
| 6+113.256 | 6+125.174 | 12 | 40 | 0 |
| 6+149.600 | 6+153.810 | 4 | 40 | 0 |
| 6+194.722 | 6+234.159 | 39 | 40 | 1 |
| 6+264.346 | 6+312.504 | 48 | 40 | 1 |
| 6+331.684 | 6+334.706 | 3 | 40 | 0 |
| 6+391.708 | 6+425.576 | 34 | 40 | 1 |
| 6+451.910 | 6+472.586 | 21 | 40 | 1 |
| 6+510.375 | 6+532.277 | 22 | 40 | 1 |
| 6+553.734 | 6+583.652 | 30 | 40 | 1 |
| 6+643.385 | 6+687.755 | 44 | 40 | 1 |
| 6+708.263 | 6+723.428 | 15 | 40 | 0 |
| 6+786.902 | 6+828.672 | 42 | 40 | 1 |
| 6+870.531 | 6+883.746 | 13 | 40 | 0 |
| 6+906.353 | 6+925.002 | 19 | 40 | 0 |
| 6+978.297 | 6+987.360 | 9 | 40 | 0 |
| 7+051.414 | 7+108.259 | 57 | 40 | 1 |
| 7+136.083 | 7+157.425 | 21 | 40 | 1 |
| 7+188.630 | 7+191.776 | 3 | 40 | 0 |
| 7+221.837 | 7+236.560 | 15 | 40 | 0 |
| 7+270.923 | 7+298.035 | 27 | 40 | 1 |
| 7+323.402 | 7+327.928 | 5 | 40 | 0 |
| 7+375.339 | 7+416.193 | 41 | 40 | 1 |
| 7+440.501 | 7+506.221 | 66 | 40 | 2 |
| 7+560.926 | 7+578.117 | 17 | 40 | 0 |
| 7+610.425 | 7+619.980 | 10 | 40 | 0 |

| | | | | |
|-----------|-----------|----|----|----|
| 7+644.193 | 7+657.069 | 13 | 40 | 0 |
| 7+680.877 | 7+689.900 | 9 | 40 | 0 |
| 7+710.255 | 7+731.892 | 22 | 40 | 1 |
| 7+763.624 | 7+766.830 | 3 | 40 | 0 |
| 7+794.261 | 7+808.209 | 14 | 40 | 0 |
| 7+845.656 | 7+857.169 | 12 | 40 | 0 |
| 7+897.198 | 7+902.455 | 5 | 40 | 0 |
| 7+923.531 | 7+946.364 | 23 | 40 | 1 |
| 7+972.281 | 7+985.548 | 13 | 40 | 0 |
| 8+017.382 | 8+035.726 | 18 | 40 | 0 |
| 8+054.477 | 8+063.223 | 9 | 40 | 0 |
| 8+082.004 | 8+098.864 | 17 | 40 | 0 |
| 8+119.384 | 8+200.849 | 81 | 40 | 2 |
| 8+242.326 | 8+262.382 | 20 | 40 | 1 |
| 8+294.058 | 8+304.955 | 11 | 40 | 0 |
| 8+355.365 | 8+369.118 | 14 | 40 | 0 |
| 8+405.876 | 8+440.988 | 35 | 40 | 1 |
| 8+486.792 | 8+558.828 | 72 | 40 | 2 |
| 8+582.175 | 8+590.559 | 8 | 40 | 0 |
| 8+610.804 | 8+617.277 | 6 | 40 | 0 |
| TOTAL = | | | | |
| | | | | 58 |

Tabla 9. Cuantificación total de INDICADORES DE ALINEAMIENTO "OD-6" TANGENTE IZQUIERDA.
Fuente: Elaboración propia.

Cuando la distancia es menor a 40 m, no se colocará dispositivos, debido a que estas se compensarán con los dispositivos colocados en curva, o sea el caso, los reflejantes que sustituyen al OD-6 en la defensa metálica.

El total de dispositivos para el cuerpo izquierdo sobre tangentes será de 59 piezas.

En la tabla 10. se muestra como se ingresaron de la misma manera los dispositivos en el cuerpo izquierdo, recordando que en las zonas donde existe defensa metálica, no se colocará indicadores de alineamiento.

| INDICADORES DE ALINEAMIENTO "OD-6" TANGENTE DERECHA | | | | |
|--|--------------|----------|---------------|-------------|
| DEL KILOMETRO | AL KILOMETRO | LONGITUD | A CADA (m) | # DE PIEZAS |
| 3+000.000 | 3020.922 | 21 | 40 | 1 |
| 3+059.759 | 3+241.279 | 182 | 40 | 5 |
| 3+281.846 | 3+287.130 | 5 | 40 | 0 |
| 3+324.644 | 3+454.433 | 130 | 40 | 3 |
| 3+471.615 | 3+487.030 | 15 | 40 | 0 |
| 3+516.473 | 3+521.352 | 5 | 40 | 0 |
| 3+560.054 | 3+607.516 | 47 | 40 | 1 |
| 3+648.318 | 3+706.297 | 58 | 40 | 1 |
| 3+742.166 | 3+777.071 | 35 | 40 | 1 |
| 3+821.691 | 3+864.911 | 43 | 40 | 1 |
| 3+893.358 | 3+916.419 | 23 | 40 | 1 |
| 3+961.372 | 3+979.470 | 18 | 40 | 0 |
| 4+108.502 | 4+186.983 | 78 | 40 | 2 |
| 4+229.736 | 4+269.680 | 40 | 40 | 1 |
| 4+303.198 | 4+345.581 | 42 | 40 | 1 |
| 4+386.163 | 4+461.397 | 75 | 40 | 2 |
| 4+486.189 | 4+490.624 | 4 | 40 | 0 |
| 4+535.777 | 4+541.239 | 5 | 40 | 0 |
| 4+618.091 | 4+651.601 | 34 | 40 | 1 |
| 4+667.049 | 4+695.012 | 28 | 40 | 1 |
| 4+734.458 | 4+846.592 | 112 | 40 | 3 |
| 4+870.681 | 4+893.288 | 23 | 40 | 1 |
| 4+959.943 | 5+022.635 | 63 | 40 | 2 |
| 5+075.170 | 5+155.000 | 80 | 40 | 2 |
| 5+223.000 | 5+236.816 | 14 | 40 | 0 |
| 5+355.294 | 5+475.003 | 120 | 40 | 3 |
| 5+575.570 | 5+580.139 | 5 | 40 | 0 |

| | | | | |
|-----------|-----------|----|----|---|
| 5+650.229 | 5+659.677 | 9 | 40 | 0 |
| 5+758.769 | 5+810.049 | 51 | 40 | 1 |
| 5+876.992 | 5+885.916 | 9 | 40 | 0 |
| 5+967.710 | 5+994.321 | 27 | 40 | 1 |
| 6+042.155 | 6+062.688 | 21 | 40 | 1 |
| 6+113.256 | 6+125.174 | 12 | 40 | 0 |
| 6+149.600 | 6+153.810 | 4 | 40 | 0 |
| 6+194.722 | 6+234.159 | 39 | 40 | 1 |
| 6+264.346 | 6+312.504 | 48 | 40 | 1 |
| 6+331.684 | 6+334.706 | 3 | 40 | 0 |
| 6+391.708 | 6+425.576 | 34 | 40 | 1 |
| 6+451.910 | 6+472.586 | 21 | 40 | 1 |
| 6+510.375 | 6+532.000 | 22 | 40 | 1 |
| 6+553.000 | 6+583.652 | 31 | 40 | 1 |
| 6+643.385 | 6+687.755 | 44 | 40 | 1 |
| 6+708.263 | 6+723.428 | 15 | 40 | 0 |
| 6+786.902 | 6+828.672 | 42 | 40 | 1 |
| 6+870.531 | 6+883.746 | 13 | 40 | 0 |
| 6+906.353 | 6+925.002 | 19 | 40 | 0 |
| 6+978.297 | 6+987.360 | 9 | 40 | 0 |
| 7+051.414 | 7+108.259 | 57 | 40 | 1 |
| 7+136.083 | 7+157.425 | 21 | 40 | 1 |
| 7+188.630 | 7+191.776 | 3 | 40 | 0 |
| 7+221.837 | 7+236.560 | 15 | 40 | 0 |
| 7+270.923 | 7+298.035 | 27 | 40 | 1 |
| 7+323.402 | 7+327.000 | 4 | 40 | 0 |
| 7+375.339 | 7+416.193 | 41 | 40 | 1 |
| 7+440.501 | 7+506.221 | 66 | 40 | 2 |
| 7+560.926 | 7+578.117 | 17 | 40 | 0 |
| 7+610.425 | 7+619.980 | 10 | 40 | 0 |
| 7+644.193 | 7+657.069 | 13 | 40 | 0 |
| 7+710.255 | 7+731.892 | 22 | 40 | 1 |
| 7+763.624 | 7+766.830 | 3 | 40 | 0 |
| 7+794.261 | 7+808.209 | 14 | 40 | 0 |
| 7+845.656 | 7+857.169 | 12 | 40 | 0 |
| 7+897.198 | 7+902.455 | 5 | 40 | 0 |

| | | | | |
|-----------|-----------|----|----|----|
| 7+923.531 | 7+946.364 | 23 | 40 | 1 |
| 7+972.281 | 7+985.548 | 13 | 40 | 0 |
| 8+017.382 | 8+035.726 | 18 | 40 | 0 |
| 8+054.477 | 8+063.223 | 9 | 40 | 0 |
| 8+082.004 | 8+098.864 | 17 | 40 | 0 |
| 8+119.384 | 8+200.849 | 81 | 40 | 2 |
| 8+242.326 | 8+262.382 | 20 | 40 | 1 |
| 8+294.058 | 8+304.955 | 11 | 40 | 0 |
| 8+355.365 | 8+369.118 | 14 | 40 | 0 |
| 8+405.876 | 8+440.988 | 35 | 40 | 1 |
| 8+490.000 | 8+558.828 | 69 | 40 | 2 |
| 8+610.804 | 8+617.277 | 6 | 40 | 0 |
| TOTAL = | | | | 61 |

Tabla 10. Cuantificación total de INDICADORES DE ALINEAMIENTO "OD-6" TANGENTE DERECHA.
Fuente: Elaboración propia.

Para el cuerpo derecho sobre tangentes se colocó un total de 61 dispositivos, ya descontando la longitud donde se colocará defensa metálica.

A continuación, se mostrará la tabla 11. para calcular los dispositivos OD-6 en curva, recordando que estos sólo se ubican en la parte externa de la curva, por lo que no se dividirá en lado izquierdo o derecho, sino únicamente por curva y en qué lado se colocó.

| INDICADORES DE ALINEAMIENTO CURVA OD-6 | | | | | | |
|--|--------------|-----------|---------|------------|----------|-------------|
| DEL KILÓMETRO | AL KILÓMETRO | LADO | | A CADA (m) | LONGITUD | # DE PIEZAS |
| | | IZQUIERDO | DERECHO | | | |
| 3+020.922 | 3+059.759 | X | | 6 | 39 | 6 |
| 3+241.279 | 3+281.846 | | X | 6 | 41 | 7 |
| 3+287.130 | 3+324.644 | | X | 6 | 38 | 6 |
| 3+454.433 | 3+471.615 | X | | 4 | 17 | 4 |
| 3+487.030 | 3+516.473 | | X | 4 | 29 | 7 |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|---|---|---|-----|----|
| 3+521.352 | 3+560.054 | X | | 4 | 39 | 10 |
| 3+607.516 | 3+648.318 | X | | 6 | 41 | 7 |
| 3+706.297 | 3+742.166 | X | | 6 | 36 | 6 |
| 3+777.071 | 3+821.691 | | X | 6 | 45 | 7 |
| 3+864.911 | 3+893.358 | X | | 6 | 28 | 5 |
| 3+916.419 | 3+961.372 | X | | 6 | 45 | 7 |
| 3+979.470 | 4+108.502 | | X | 8 | 129 | 16 |
| 4+186.983 | 4+229.736 | X | | 8 | 43 | 5 |
| 4+269.680 | 4+300.000 | X | | 8 | 30 | 4 |
| 4+345.581 | 4+386.163 | | X | 6 | 41 | 7 |
| 4+461.397 | 4+470.000 | X | | 6 | 9 | 1 |
| 4+490.624 | 4+535.777 | | X | 6 | 45 | 8 |
| 4+541.239 | 4+618.091 | | X | 4 | 77 | 19 |
| 4+651.601 | 4+667.049 | X | | 4 | 15 | 4 |
| 4+695.012 | 4+734.458 | | X | 4 | 39 | 10 |
| 4+846.592 | 4+870.681 | X | | 8 | 24 | 3 |
| 4+893.288 | 4+959.943 | X | | 4 | 67 | 17 |
| 5+022.635 | 5+075.170 | X | | 8 | 53 | 7 |
| 5+475.003 | 5+575.570 | X | | 4 | 101 | 25 |
| 5+580.139 | 5+650.229 | X | | 4 | 70 | 18 |
| 5+885.916 | 5+967.710 | X | | 4 | 82 | 20 |
| 6+062.688 | 6+113.256 | X | | 4 | 51 | 13 |
| 6+125.174 | 6+149.600 | | X | 4 | 24 | 6 |
| 6+153.810 | 6+194.722 | X | | 4 | 41 | 10 |
| 6+312.504 | 6+331.684 | | X | 4 | 19 | 5 |
| 6+334.706 | 6+391.708 | X | | 4 | 57 | 14 |
| 6+425.576 | 6+451.910 | | X | 4 | 26 | 7 |
| 6+472.586 | 6+510.375 | X | | 4 | 38 | 9 |
| 6+687.755 | 6+708.263 | X | | 6 | 21 | 3 |
| 6+828.672 | 6+870.531 | X | | 4 | 42 | 10 |
| 6+883.746 | 6+906.353 | | X | 4 | 23 | 6 |
| 7+108.259 | 7+136.083 | | X | 4 | 28 | 7 |
| 7+157.425 | 7+188.630 | X | | 4 | 31 | 8 |
| 7+191.776 | 7+221.837 | X | | 4 | 30 | 8 |
| 7+236.560 | 7+270.923 | | X | 4 | 34 | 9 |
| 7+298.035 | 7+323.402 | | X | 4 | 25 | 6 |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|---|---|---|----|-----|
| 7+327.928 | 7+375.339 | X | | 4 | 47 | 12 |
| 7+416.193 | 7+440.501 | X | | 6 | 24 | 4 |
| 7+578.117 | 7+610.425 | X | | 4 | 32 | 8 |
| 7+619.980 | 7+644.193 | | X | 4 | 24 | 6 |
| 7+657.069 | 7+680.877 | X | | 4 | 24 | 6 |
| 7+695.000 | 7+710.255 | | X | 4 | 15 | 4 |
| 7+731.892 | 7+763.624 | X | | 4 | 32 | 8 |
| 7+766.830 | 7+794.261 | X | | 4 | 27 | 7 |
| 7+857.169 | 7+897.198 | X | | 4 | 40 | 10 |
| 7+902.455 | 7+923.531 | | X | 4 | 21 | 5 |
| 7+946.364 | 7+972.281 | X | | 4 | 26 | 6 |
| 7+985.548 | 8+017.382 | X | | 8 | 32 | 4 |
| 8+035.726 | 8+054.477 | X | | 4 | 19 | 5 |
| 8+063.223 | 8+082.004 | | X | 4 | 19 | 5 |
| 8+098.864 | 8+119.384 | | X | 4 | 21 | 5 |
| 8+200.849 | 8+242.326 | X | | 4 | 41 | 10 |
| 8+262.382 | 8+294.058 | | X | 4 | 32 | 8 |
| 8+304.955 | 8+355.365 | X | | 4 | 50 | 13 |
| 8+385.000 | 8+405.876 | | X | 4 | 21 | 5 |
| 8+558.828 | 8+580.000 | | X | 4 | 21 | 5 |
| 8+590.559 | 8+610.804 | X | | 4 | 20 | 5 |
| TOTAL = | | | | | | 499 |

Tabla 11. Cuantificación total de INDICADORES DE ALINEAMIENTO CURVA OD-6.
Fuente: Elaboración propia.

La separación en curva se determina mediante la operación

$$S = \frac{24}{\sqrt{Gc}}$$

Donde:

S es la separación

Gc es el Grado de curvatura

A continuación, mostraremos el ejemplo de la curva del km 4+345.581 al 4+386.163 cuyo grado de curvatura es 35°, entonces:

$$S = \frac{24}{\sqrt{Gc}} = \frac{24}{\sqrt{35}} = \frac{24}{5.91} = 4.05$$

Por lo tanto, nuestra separación es de 4 m para esta curva.

Por lo tanto, el total de señales para indicadores de alineamiento curva od-6 es de 400 unidades.

6 CONCLUSIONES

El propósito de este documento es mostrar cómo se realizó de manera general, cada uno de los proyectos de señalamiento que realicé, la organización y cada uno de los estudios previos que se requieren, así como los manuales y normas que usé de guía para poder dar solución a cada uno de los puntos arriba descritos, además de recalcar la importancia del proyecto de señalamiento en cada una de las autopistas y carreteras de México y el mundo, pues es el que nos ayudara a transitar. De algún modo, el señalamiento de una carretera será el mejor copiloto, pues nos dará las indicaciones restrictivas y preventivas, nos indicara cual es la velocidad máxima en cada tramo, donde es seguro rebasar y donde no, nos ayudara en noches de fuertes lluvias y madrugadas de intensa niebla, nos preverá de pendientes peligrosas, de qué tipo de curva es la que nos espera más adelante, nos delinearé el camino y las curvas en los casos donde sea necesario de manera eficiente y comprobada. Nos cuidará con sus dispositivos de seguridad ante cualquier accidente fuera de nuestro alcance.

Toda esta información ha sido calculada y comprobada en su eficiencia.

Este camino fue proyectado en una zona boscosa del país, sobre una terracería existente, lo que nos invitó a apegarnos de manera fiel al trazo existente, para así poder evitar gastos excedentes de cortes y terraplenes, se pudieron ajustar la rasante y pendientes para estar en normas. Esto nos dio como resultado un camino con curvas continuas y poco espacio para la señalización en algunos tramos, sin embargo, se pudo solucionar de acuerdo a las normas vigentes. Es importante recalcar que este señalamiento se proyectó en el año 2010, sus normas vigentes más actuales fueron las del año 1999 y 2005, en algunos casos me referencié del **MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD 2014** (Sexta edición 2014 corregida y aumentada ed.), verificando que hayan sido las mismas indicaciones del año de ejecución del proyecto (2009-2010).

Quiero resaltar la importancia que tienen todos los caminos, pues a pesar que en mi trabajo profesional he proyectado diversos proyectos importantes, tanto de entronques como autopistas, este camino rural se ejecutó con la misma importancia y profesionalismo que cualquier otro.

El conocimiento no es un asunto con punto final. Por el contrario, es algo que se construye indefinidamente y este proyecto es el resultado de diversas investigaciones, confío que se sigan mejorando las investigaciones del sector para mejorar así la seguridad de nuestros caminos y carreteras. En mi existir, he tenido la oportunidad de estar en otros países y poder observar y hacer uso de autopistas y sus dispositivos de seguridad e información, y tengo la firme creencia que México es capaz de tener ese tipo de sistemas en nuestra red de caminos, la confianza de mejorar e incluso ser capaces de poder contribuir nosotros al mundo en la mejora de la señalización de caminos en todo el mundo, como ya lo ha hecho nuestro país en otros rubros de los caminos.