



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

NORMA PARA LA SEGURIDAD EN PASOS A NIVEL

DIRECCIÓN NACIONAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO

Noviembre 2020

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

| Revisión | | Modificaciones | Puntos Revisados |
|-----------------|--------------|-----------------------|-------------------------|
| N° | Fecha | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



| | |
|---|----|
| ÍNDICE | |
| <u>OBJETO</u> | 2 |
| <u>ALCANCE</u> | 3 |
| <u>PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN</u> | 3 |
| <u>FACTORES A CONSIDERAR PARA MEDIR EL NIVEL DE RIESGO</u> | 4 |
| <u>ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN UN PASO A NIVEL</u> | 6 |
| <u>DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD:</u> | 7 |
| <u>TIPOS DE PROTECCIÓN DEL PASO NIVEL</u> | 9 |
| <u>DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA</u> | 10 |
| <u>ANEXO 1: DISEÑO DE TABLERO DE CRUCE (CRUZ DE SAN ANDRÉS), Y SEÑALES REGLAMENTARIAS DE VIALIDAD.</u> | 11 |
| <u>ANEXO 2: DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN ACTIVA</u> | 11 |
| <u>ANEXO 3: ASPECTOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS DEL PASO A NIVEL:</u> | 15 |
| <u>ANEXO 4: GUÍA DE APLICACIÓN</u> | 19 |
| <u>ANEXO 5: FORMULARIO PARA RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO.</u> | 25 |
| <u>ANEXO 6: CRITERIO ADOPTADO PARA LOS PASOS A NIVEL EN EL NUEVO TRAMO DE LÍNEA RIVERA, ENTRE MONTEVIDEO Y PASO DE LOS TOROS.</u> | 27 |

OBJETO

Esta norma establece los requisitos mínimos de seguridad que debe cumplir un paso a nivel ferroviario, en función de su categoría.

El concepto fundamental es que en el paso a nivel confluyen dos tránsitos muy diferentes: el tránsito ferroviario, más pesado y con menor capacidad de frenado, y el tránsito vehicular, más vulnerable, pero con mejor capacidad de maniobra. Por lo tanto, la presente norma procura brindar al tránsito vehicular todos los elementos necesarios para prevenir cualquier riesgo de colisión.

ALCANCE

Esta norma es aplicable a las intersecciones de una vía férrea con todo tipo de vías de circulación de vehículos, cuando ocurren a un mismo nivel. Las vías de circulación pueden ser: carreteras, caminos departamentales, caminos vecinales, vía de acceso a establecimientos, etc. No comprende pasajes peatonales.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

- 1) Identificar y cuantificar los distintos factores que afectan a la seguridad en el paso a nivel, que se detallan en el Art. 4.
- 2) Calcular el Índice de Peligrosidad (IP).
- 3) Clasificar el paso a nivel en base al IP, en base a una escala de rangos, y



- 4) Determinar el grado de protección mínima que deberá colocarse, de acuerdo a la categoría.

FACTORES A CONSIDERAR PARA MEDIR EL NIVEL DE RIESGO

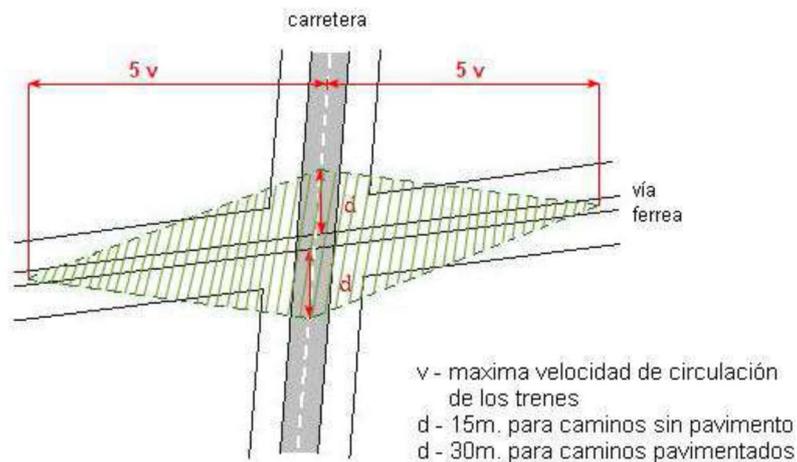
A los efectos de medir el nivel de riesgo en una intersección se procurará cuantificar los principales factores, para introducirlos en una única fórmula de cálculo.

- a.** Parámetros geométricos: ancho de la faja de vía, ancho de la faja del camino, ancho de la calzada, cantidad de sendas de circulación en ambos sentidos, ángulo de intersección (menor ángulo formado por los ejes de ambas vías), altimetría de ambas vías. **Ancho mínimo:** A los efectos de esta norma se establece que el ancho mínimo de un paso a nivel será de 5m, que es el ancho de calzada usual en los caminos departamentales. Angulo del paso a nivel es el menor ángulo que forman entre sí el eje de la vía férrea y el eje del camino. **Angulo mínimo:** El ángulo de todo paso a nivel no podrá ser menor a 70°. Pendiente de aproximación: es la pendiente con la que el camino llega a la vía. **Pendiente máxima:** en los 8 metros adyacentes al paso a nivel la pendiente no podrá superar el 3.5%, y fuera de esa zona, la pendiente máxima de aproximación será de 5%, tanto ascendente como descendente (ver Corte transversal).
- b.** velocidad de los trenes que circulan por ese tramo de vía

- c.** velocidad promedio del tránsito vehicular

- d.** Volúmenes de tránsito vehicular, en ambos sentidos. Se deberá registrar la cantidad de vehículos en un período de 12 hs, el cual se debe actualizar en forma periódica, y cada vez que se produzcan cambios significativos en el uso del paso a nivel.

- e.** Visibilidad: se deberá determinar el “rombo de visibilidad”, el cual está dado por sus diagonales: la semi-diagonal principal sobre la vía férrea tiene una longitud igual a $5v$ (en metros) desde el punto de intersección de los ejes de ambas vías. “ v ” es la velocidad promedio de los trenes, expresada en km/h. La semi-diagonal menor corresponde a la calle o camino: 15m en caso de camino sin pavimentar, o 30m para camino pavimentado, medidos a partir del riel más próximo. Se debe considerar un observador ubicado sobre el camino, en los vértices del rombo, y a una altura de 1.50m sobre el piso, desde donde se determinarán los posibles obstáculos dentro del rombo (maleza, construcciones fijas, o simplemente la topografía del terreno).



ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN UN PASO A NIVEL

De acuerdo al nivel de riesgo se deberá dotar al paso a nivel con distintos dispositivos de seguridad:

- a) **Nivel básico:** señalización por medio de cartelería: Será obligatorio colocar Tableros de cruce (Cruz de San Andrés), los cuales se ubicarán uno a cada lado del paso a nivel, de cara al tránsito carretero, de modo que sea fácilmente visible por los vehículos que se aproximan al paso a nivel (altura del centro de la cruz: aprox. 1.80m sobre el nivel del suelo) Otros carteles preventivos adicionales: Según la categoría del camino se colocarán también avisos de advertencia complementarios, a cierta distancia del cruce: En rutas nacionales (jurisdicción de la Dirección Nacional de Vialidad) se colocará señal reglamentaria de cruce ferroviario a

100m, y señal de restricción de velocidad a 50m del cruce. En caminos departamentales y vecinales (jurisdicción municipal) se colocará la señal de cruce ferroviario a 100m del cruce.

- b) **Nivel intermedio:** señales acústicas y luminosas (señales fonoluminosas), consistentes en luces intermitentes (oscilantes) que actúan en simultáneo con señales acústicas, y que se activan en forma automática al aproximarse el tren.
- c) **Nivel superior:** barreras físicas removibles (tipo viga rebatible con contrapeso, o barrera deslizante). Pueden ser accionadas en forma manual, (directamente en el paso a nivel o a distancia, mediante dispositivos electromecánicos) o también de accionamiento automático, mediante sensores que se activan con el paso del tren. El tiempo de demora en activarse y en colocarse en posición, debe estar coordinado con la velocidad del tren.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD:

El Índice de Peligrosidad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{T \cdot V}{4 \cdot \text{sen} \varphi} (F_1 + F_2 + F_3 + F_4) \cdot (1 + \sum b_i)$$

Donde:

IP = Índice de peligrosidad

T = cantidad de trenes en un período de 12hs con mayor tráfico.



V = cantidad de vehículos en el período de 12 hs con mayor tránsito

F_i = coeficientes que contemplan la visibilidad de un observador colocado sobre la calle, y dirigiendo la visual hacia ambos lados de la vía férrea. Se calcula como:

$F = \frac{5v}{l}$, en donde $5v$ representa una distancia en metros numéricamente igual a 5 veces la velocidad del tren en km/h, y la longitud l (en metros) es la distancia visible sobre la vía, hasta un máximo de $5v$. Se deben restar las zonas obstruidas por diferentes obstáculos.

b = parámetros que incrementan el Índice

. Tiene en cuenta otros factores que también inciden en el riesgo, de acuerdo a la siguiente tabla:

| Factor a considerar | b |
|--|-----------------------|
| máximo | |
| Pendiente hasta 8% sumando ambos lados | 30% |
| Pendiente hasta 4% un solo lado | 15% |
| Cruce angosto | 10% |
| Calle lateral desembocando a menos de 20m del paso a nivel | 15% |
| Carretera doble vía | 10% |
| Vía triple | 20% |
| Vía múltiple (más de 3 vías) | 30% |
| Posición desfavorable respecto al sol (sol en contra) | 15% |

Los coeficientes b son aditivos, tal como se ilustra en el ejemplo 4 del Anexo.

TIPOS DE PROTECCIÓN DEL PASO NIVEL

En base al Índice de Peligrosidad calculado, la siguiente tabla establece la protección necesaria según la categoría:

| Rango de valores | Categoría del PN | Protección necesaria |
|-------------------------|-------------------------|---|
| IP < 12000 | Baja peligrosidad | Sólo cartel de cruce |
| 12000 < IP < 50000 | Peligrosidad media | Foco destellante y señal acústica |
| 50000 < IP < 150000 | Peligrosidad alta | Barrera física removible |
| IP > 150000 | Peligrosidad muy alta | No se permite paso a nivel, se deberá construir cruce a desnivel. |

La protección correspondiente en cada caso incluye las de los niveles inferiores, es decir que un cruce con barreras debe tener también tablero de cruce y señales fono luminosas.

En el anexo 6 se indica el criterio adoptado para los Pasos a Nivel en la nueva línea Montevideo – Paso de los Toros.



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Especificaciones para la protección de Pasos a Nivel – Administración de Ferrocarriles del Estado.

Anexo 1-P. Norma de Señalización vertical – Dirección Nacional de Vialidad.

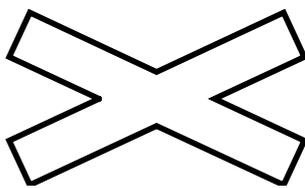
ANEXO 1: DISEÑO DE TABLERO DE CRUCE (CRUZ DE SAN ANDRÉS), Y SEÑALES REGLAMENTARIAS DE VIALIDAD.

a) La Cruz de San Andrés consiste en dos rectángulos de 0.25 x 1.50 mínimo, dispuestos en ángulo de aprox. 60°, con la leyenda:

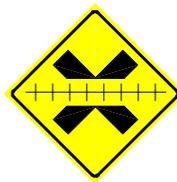
“CRUCE FERROCARRIL” o “CUIDADO TRENES”

Deben estar pintados con pintura reflectiva, texto en negro sobre fondo blanco, y borde negro;

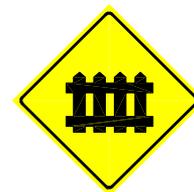
b) La Señal reglamentaria para Paso a Nivel sin barreras y Paso a Nivel con barreras, en rutas nacionales (Dirección Nacional de Vialidad), según el esquema siguiente, que deberá colocarse a la distancia indicada.



Cruz de San Andrés



Paso a nivel sin barreras



Paso a nivel con barreras

ANEXO 2: DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN ACTIVA

a) Señales Fono-luminosas



Estos dispositivos son focos luminosos que emiten destellos en forma intermitente, simultáneamente con dispositivos acústicos que se accionan con el paso de los trenes mediante detectores que pueden ser magnéticos o eléctricos (por circuitos de vía). Estos sensores se ubican sobre la vía a una cierta distancia del Paso a Nivel, que debe estar acorde con la velocidad del tren, de manera que se active 20 segundos como mínimo, antes que el tren llegue al paso a nivel. Estos elementos no excluyen la colocación del tablero de cruce (Cruz de San Andrés).

b) Barreras físicas removibles

Se admiten diferentes diseños, pero en todos los casos deben estar pintadas con pintura reflectiva en tramos alternados rojos y blancos. En el caso de barrera de caño metálico, se debe agregar un disco rojo al medio.

Se admiten diferentes tipos de barreras, según la forma de accionamiento:

- a) Manual
- b) Semiautomática
- c) Totalmente automática

b.1) Barreras de accionamiento manual.

Es accionada directamente por un operario, comunicado con la estación o con el personal del tren.

b.2) Barreras enclavadas o semiautomáticas.

Es accionada a distancia, desde puestos de mando locales o desde un puesto de mando central (control centralizado).

Las barreras enclavadas pueden tener dos tipos de accionamientos: mecánico o eléctrico.

En los casos de enclavamiento eléctrico o electrónico, el funcionamiento de la barrera debe estar coordinado con una señal visual para el tren que se aproxima, que le indique al maquinista si la barrera está en la posición correcta: Por ejemplo, una luz verde que indique que la barrera está baja, y una luz roja cuando la barrera está alta.

Los enclavamientos eléctricos deben tener dispositivos a prueba de fallos, de forma que no indique luz verde estando la barrera levantada y tampoco luz roja con barrera baja.

b.3) Barreras automáticas

Son accionadas mediante sensores ubicados a cierta distancia del PAN. (en función de la máxima velocidad de circulación), a ambos lados, de modo que detecta cuando el tren se está aproximando al paso a nivel, y acciona la barrera, y luego detecta cuando el tren terminó de pasar, para levantar la barrera. Estos sensores deben estar correctamente sincronizados con la velocidad del tren, y ubicados a una distancia adecuada para que la barrera se accione con suficiente anticipación al



Ministerio
de Transporte
y Obras Públicas

paso del tren. Estas barreras deben colocarse conjuntamente con señales fono-luminosas.

En el caso de doble vía se colocará la cantidad de sensores que sean necesarios.

En todos los casos de dispositivos activos de señalización, se deberá disponer la cantidad necesaria de cámaras y ductos para realizar las conexiones tanto mecánicas como eléctricas.

ANEXO 3: ASPECTOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS DEL PASO A NIVEL:

a) Pavimento.

En la mayoría de los casos es recomendable cubrir la estructura de durmientes y balasto de vía con un pavimento de adoquines de hormigón, o algún otro sistema de pavimento removible, hasta llegar el nivel de la cara superior del riel. Se debe cubrir el espacio entre los rieles, y en una franja de 1m como mínimo en las áreas laterales, por fuera de los rieles. Se deberá asegurar el confinamiento de los adoquines, en especial en los casos de caminos sin pavimentar. Se recomienda también el uso de membranas de geotextil para proteger el balasto de vía del agregado fino utilizado como capa de apoyo de los adoquines, y también para evitar la contaminación por el material granular del camino.

También se admite el empleo de planchas metálicas desmontables con una estructura portante de perfiles de acero los cuales se fijan a los durmientes con bulones o tirafondos.

b) Guardarrieles y contrarrieles.

Se deben colocar rieles secundarios a ambos lados del riel principal, que sirven de protección a los rieles principales contra el impacto de las ruedas de los vehículos que circulan por el camino, y al mismo tiempo mantienen libre el espacio por donde debe circular la pestaña de la rueda.



El largo de los contrarrieles debe ser como mínimo igual al ancho del paso a nivel mencionado.

c) Rejillas guarda-ganado.

En zonas rurales, para evitar el ingreso de animales a la faja de vía, se debe instalar rejillas guardaganado (mataburros), que se fijan a los durmientes por medio de tirafondos o grampas. Se deberá prolongar el alambrado de la faja de vía hasta conectar con las rejillas.

d) Sendas peatonales.

En zona urbana, o donde sea frecuente la circulación de peatones, se debe brindar seguridad para los peatones. Para ello y a continuación de la vereda, se pueden colocar losetas de hormigón sobre la vía. Como medida adicional se instalan en el acceso a la zona de vía, molinetes o laberintos que advierten al peatón que está ingresando a una zona de riesgo.

Esquema general de paso a nivel en vía simple, en zona rural.

Diagrama 1: Planta

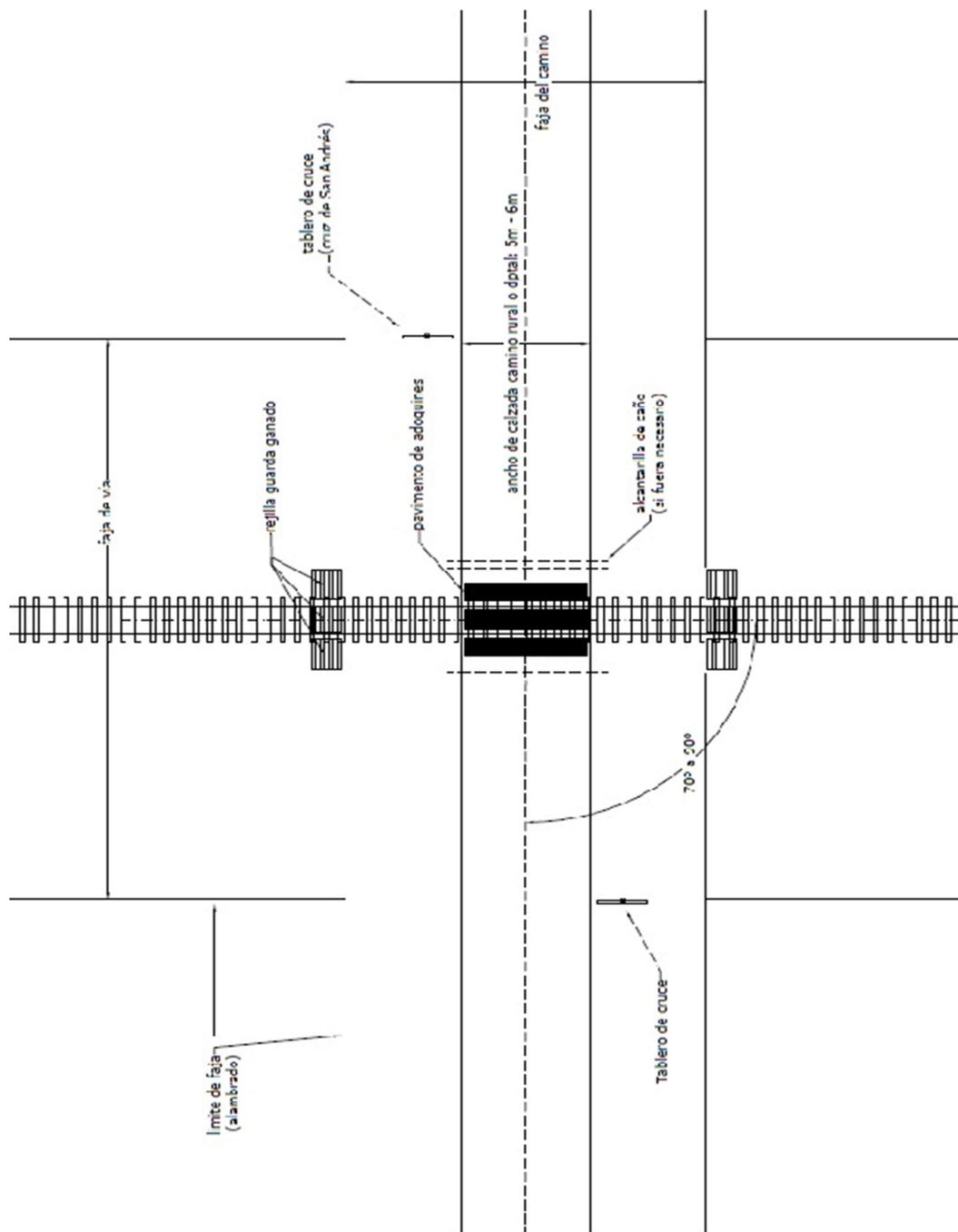
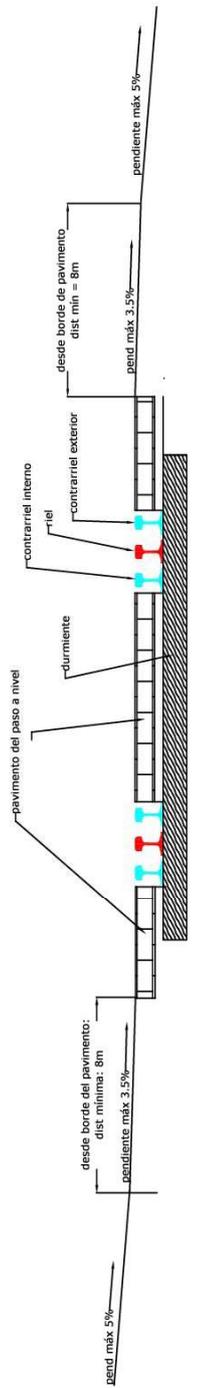




Diagrama 2: corte transversal

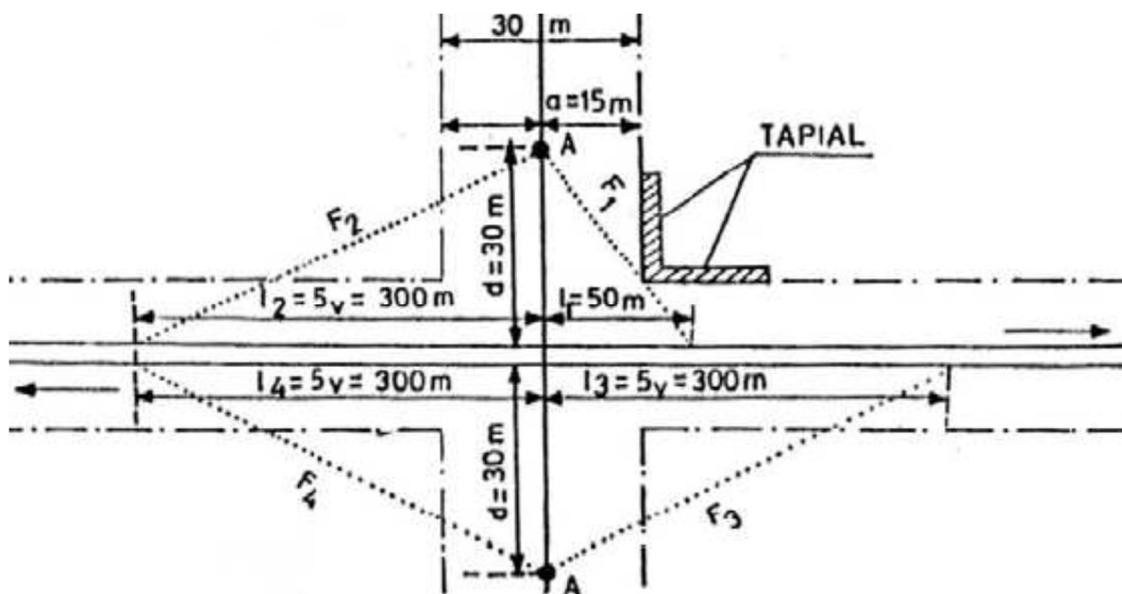
PASO A NIVEL
Corte transversal - esquema



ANEXO 4: GUÍA DE APLICACIÓN

Se indican a continuación 5 ejemplos ilustrativos de la aplicación de la forma de cálculo del Índice de Peligrosidad.

Ejemplo 1 - Cruce a 90°, visibilidad obstaculizada en un sentido, por un muro en el límite de propiedad.



Datos: Cantidad de trenes en 12hs: 87

Cantidad de vehículos en 12hs: 550

Velocidad de los trenes: 60km/h

Camino pavimentado, ancho de faja = 30m

$L_1 = 50\text{m}$ (visibilidad limitada por cerco, según croquis)

$L_2 = L_3 = L_4 = 5V = 300\text{m}$

$F_1 = 300/50 = 6$

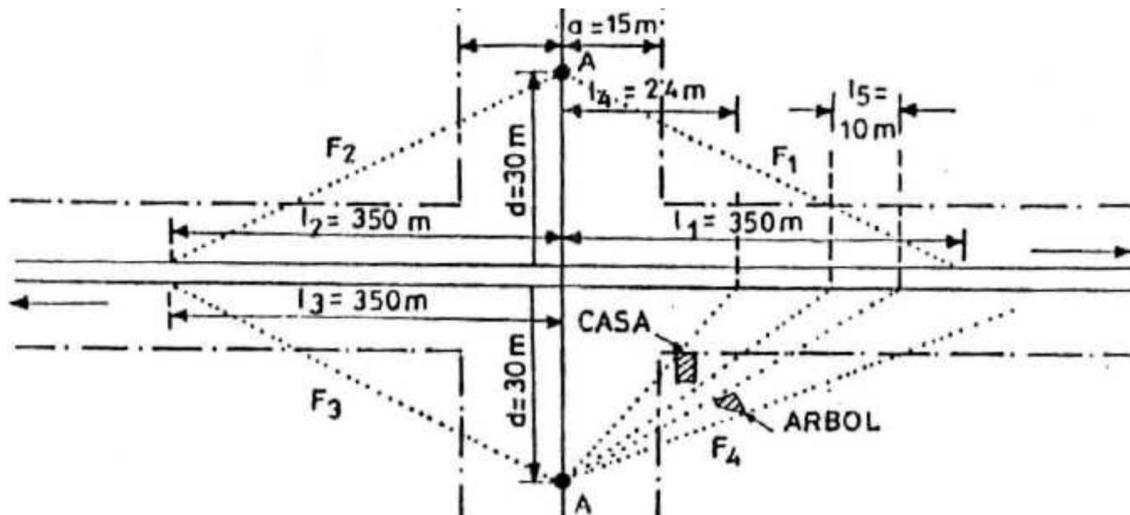
$F_2 = F_3 = F_4 = 1$

$$IP = \frac{87 \cdot 550}{4 \cdot \text{sen}(90)} (6 + 1 + 1 + 1) = 107662.5$$

Peligrosidad alta, se debe colocar barreras.



Ejemplo 2: Cruce a 90°, obstáculos sobre un lado (árbol y construcción)



Cantidad de trenes: 32

Cantidad de vehículos = 80

Cantidad de trenes = 32

Velocidad de los trenes = 70 km/h

Camino pavimentado: ancho de faja 30m

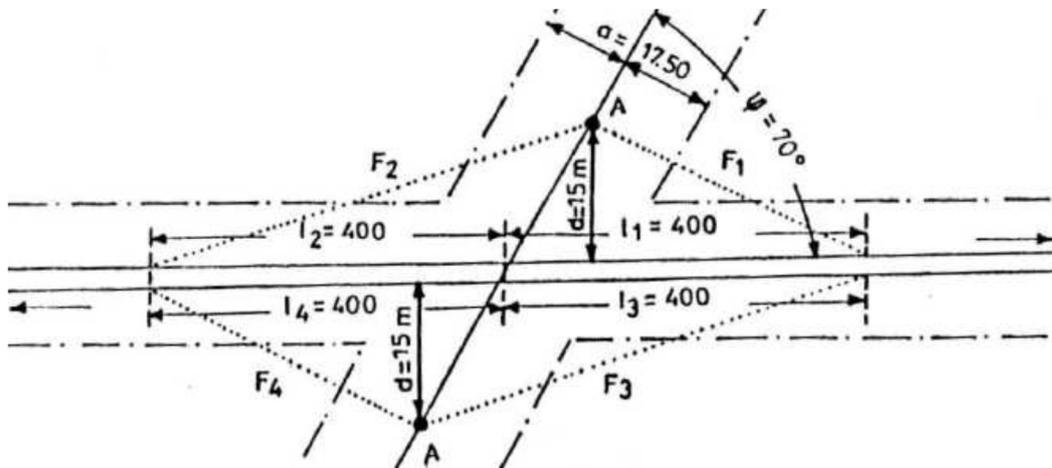
Longitudes de visibilidad: $L4 = 24 + 10$; $L2 = L3 = L4 = 5 \times 70 = 350\text{m}$

Factores de visibilidad: $F4 = 350/(24+10) = 10.3$; $F1 = F2 = F3 = 1$

$$IP = \frac{32.80}{4.\text{sen}(90)} (1 + 1 + 1 + 10.3) = 8512$$

Peligrosidad baja, sólo tablero de cruce.

Ejemplo 3 - Cruce sesgado a 70° , sin restricciones de visibilidad.



Datos:

Cantidad de trenes: 65

Cantidad de vehículos: 380

Velocidad de los trenes: 80 km/h

Camino sin pavimentar, ángulo de cruce 70°

Amplia visibilidad en ambos sentidos: $L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = 5 \times 80 = 400\text{m}$

Factores de visibilidad: $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 1$

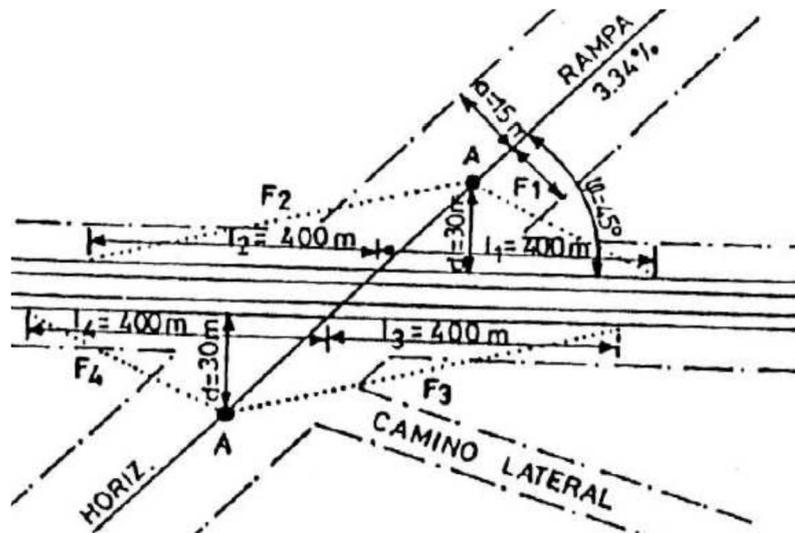
Índice de peligrosidad:

$$\frac{65.380}{4 \cdot \text{sen}(70)} (1 + 1 + 1 + 1) = 26285$$

Peligrosidad media, se deben colocar señales fono-luminosas.



Ejemplo 4 - Cruce a 45° , vía doble, con un camino lateral que confluye en el cruce



Datos:

Cantidad de trenes: 70

Cantidad de vehículos: 420

Velocidad de los trenes: 80 km/h

Camino pavimentado, ancho de faja 30m, ángulo de cruce 45°

Longitudes de visibilidad = $L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = 5 \times 80 = 400\text{m}$

Factores de visibilidad $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 1$

Factores b:

- Rampa de un solo lado: 0.125
- Camino lateral: 0.10
- Vía doble: 0.10

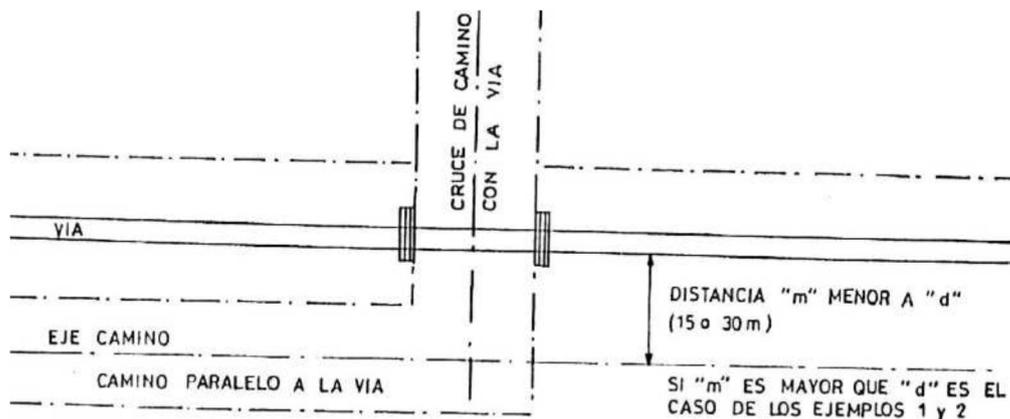
$$\text{Total: } b = 0.125 + 0.10 + 0.10 = 0.325$$

Índice de Peligrosidad =

$$\frac{70.420}{4 \cdot \text{sen}(45)} (1 + 1 + 1 + 1)(1 + 0.325) = 55090.69$$

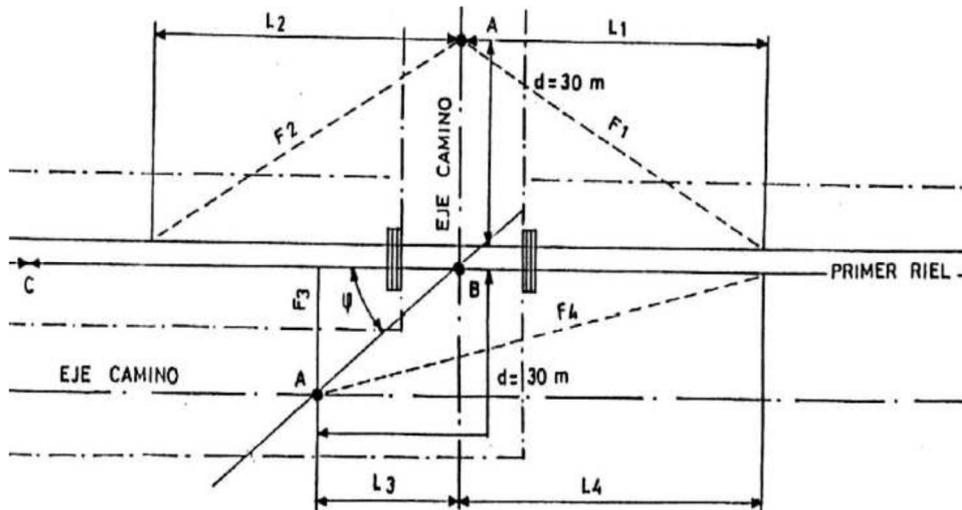
Peligrosidad alta, se debe colocar barreras.

Ejemplo 5 - Camino paralelo a la vía con curva cerrada al llegar al paso a nivel: para localizar el vértice (A) del rombo se deben medir 30m sobre el eje del camino, aunque no sea en recta.





Las longitudes de visibilidad se calculan ubicando el observador en el punto A sobre el eje del camino, y el ángulo de cruce también se determina con el punto A (en el croquis, ángulo φ)



ANEXO 5: FORMULARIO PARA RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO.

| Ítem | Datos | Ítem | Datos |
|------------------------|-------|-------------------------------|----------------------------|
| PaN N° | | Fecha | |
| LINEA | | Intersección | |
| PKM Proyecto | | Cota Nivel Medio | |
| PKM Vía | | Pendiente Pos / Neg | |
| Coordenadas | | Cruce Pub / Priv | |
| | | Cruce Urbano / Rural | |
| Tipo Pavimento | | PaN Autorizado SI/No | |
| Ancho calzada | | Señales Activas | |
| Paso Peatonal SI / No | | Señales Pasivas | |
| PaN Autorizado SI/No | | Angulo de Cruce | |
| Guarda Ganado | | Curva en calle | |
| Parrilla o tratamiento | | Separador central | |
| Alambrado SI/No | | Datos Índice de Riesgo | V T |
| Iluminación | | senφ | A B C |

The diagram illustrates a crossing layout. A central station (Estación Central) is shown with a central line and a central separator. A lateral street (Calle Lateral) crosses it. Four sight triangles (F1, F2, F3, F4) are defined by dashed lines and red triangles. Labels include 'Pendiente %' for slopes, 'm' for distance, and 'Fecha: _____ Intersección _____ Montevideo'. A table for 'Distancia Rombo Visibilidad' is provided below the diagram.

| Distancia Rombo Visibilidad | |
|-----------------------------|-----|
| AFE | |
| F1: | m m |
| F2: | m m |
| F3: | m m |
| F4: | m m |

IP



Ministerio
de Transporte
y Obras Públicas

| | | |
|--|--|-----------------|
| | | |
| Vista de vía Férrea hacia Estación Central | Vista de vía Férrea hacia + | |
| | | |
| Vista de Calle desde F3 - F4 hacia F1 - F2 | Vista de Calle desde F3 - F4 hacia F1 - F2 | |
| | Obstáculos y vegetación: | Observaciones: |
| Responsable: _____ | Fecha: _____ | Firma: _____ |

ANEXO 6: CRITERIO ADOPTADO PARA LOS PASOS A NIVEL EN EL NUEVO TRAMO DE LÍNEA RIVERA, ENTRE MONTEVIDEO Y PASO DE LOS TOROS.

Tipología de los pasos a nivel, según el grado de protección requerido:

- Tipo I: barrera física, con señal acústica y focos destellantes.
- Tipo II: focos destellantes y señal acústica
- Tipo III: cruz de San Andrés más la cartelería habitual de la Dirección Nacional de Vialidad o bien de la Municipalidad correspondiente.
- Tipo IV: paso a nivel peatonal: focos destellantes y señal acústica.

Se realizó un análisis de riesgo en base a la categoría del camino o ruta, realizando conteo de tránsito vehicular en las intersecciones de riesgo significativo, y la protección asignada a cada intersección fue la siguiente:

a) **Intersecciones con conteo de tránsito** – rutas nacionales, calles urbanas y suburbanas, caminos departamentales. Se calcula el IP según la fórmula, con una visibilidad máxima de 500m en cada sentido, y en la hipótesis de la máxima cantidad de trenes que podrá admitir la capacidad de la vía (15 + 15 trenes de carga y 9 + 9 trenes de pasajeros).

$IP \leq 8000$: Tipo II (señal destellante y acústica)

$IP \geq 8000$: Tipo I (barrera física removible)

b) **Intersecciones sin conteo de tránsito:**



Ministerio
de Transporte
y Obras Públicas

- Caminos departamentales, calles urbanas o suburbanas: tipo II.
- Caminos vecinales en zona rural, y acceso a establecimientos privados en zona rural, con tránsito mínimo: Tipo III.