

ANEJO Nº20

# Seguridad Vial

Anejo nº20: Seguridad Vial  
X000018000000006-PC-AN-SEG-o

|               |                                                                                         |           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Índice</b> |                                                                                         |           |
| <b>1</b>      | <b>Introducción</b>                                                                     | <b>1</b>  |
| <b>2</b>      | <b>Situación existente en el itinerario</b>                                             | <b>2</b>  |
| 2.1           | Problemática actual                                                                     | 2         |
| 2.2           | Nivel de accidentabilidad                                                               | 2         |
| 2.2.1         | BI-10 sentido Bilbao                                                                    | 2         |
| 2.2.2         | N-634                                                                                   | 3         |
| <b>3</b>      | <b>Aspectos Seguridad Vial Obra Proyectada</b>                                          | <b>4</b>  |
| 3.1           | Trazado                                                                                 | 4         |
| 3.1.1         | Comprobación de las distancias de visibilidad                                           | 4         |
| 3.1.2         | Distancia de parada                                                                     | 4         |
| 3.1.2.1       | Visibilidad de parada                                                                   | 4         |
| 3.1.2.2       | Distancia de adelantamiento                                                             | 6         |
| 3.1.2.3       | Visibilidad de adelantamiento                                                           | 6         |
| 3.1.2.4       | Distancia de cruce                                                                      | 6         |
| 3.1.2.5       | Visibilidad de cruce                                                                    | 6         |
| 3.1.3         | Características de las alineaciones rectas                                              | 7         |
| 3.2           | Sección transversal                                                                     | 7         |
| 3.2.1         | Dimensiones                                                                             | 7         |
| 3.2.2         | Transición del ancho de carriles y arcenes                                              | 7         |
| 3.2.3         | Gálibos                                                                                 | 7         |
| 3.2.4         | Carriles de cambio de velocidad                                                         | 7         |
| 3.3           | Capa de rodadura y drenaje                                                              | 8         |
| 3.4           | Diseño de puntos singulares                                                             | 8         |
| 3.4.1         | Nudos                                                                                   | 8         |
| 3.4.1.1       | Visibilidad en las rotondas                                                             | 8         |
| 3.4.1.1.1     | Visibilidad en la entrada                                                               | 8         |
| 3.4.1.1.2     | Parámetros mínimos de acuerdos verticales para visibilidad de parada                    | 9         |
| 3.5           | Equipamiento de la carretera                                                            | 9         |
| 3.5.1         | Señalización vertical                                                                   | 9         |
| 3.5.2         | Señalización horizontal                                                                 | 9         |
| 3.6           | Balizamiento                                                                            | 9         |
| 3.7           | Sistemas de contención                                                                  | 9         |
| <b>4</b>      | <b>Condicionantes del entorno</b>                                                       | <b>10</b> |
| 4.1           | Márgenes de la carretera                                                                | 10        |
| 4.2           | Condiciones climáticas                                                                  | 10        |
| 4.3           | Otras medidas relacionadas con la explotación de la vía                                 | 10        |
| <b>5</b>      | <b>Medidas adoptadas para garantizar la seguridad durante la ejecución de las obras</b> | <b>11</b> |

# 1 Introducción

El objeto del presente Anejo es desarrollar los criterios relativos a la seguridad vial que se han adoptado en la redacción del proyecto. Para la redacción de este anejo se ha seguido el Real Decreto 345/2011 sobre la gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado.

Se han tenido en cuenta, así mismo, las directrices incluidas en los Manuales Técnicos sobre procedimientos de Seguridad Viaria en la Red Foral de Carreteras del Territorio Histórico de Bizkaia, aprobados mediante orden Foral de la diputada de Obras Públicas y Transportes 1184/2015, de 11 de marzo.

## 2 Situación existente en el itinerario

### 2.1 Problemática actual

Actualmente no existe ningún acceso que conecte a los vehículos que proceden de la BI-10 desde la margen izquierda tanto con el Hospital como con el barrio de Cruces. Para resolver este problema se propone este acceso, que se plantea mediante una nueva conexión de la carretera BI-10 con la N-634 en el punto inmediatamente anterior al cruce de dicha carretera sobre la autopista. Esto supone la implantación de un ramal de salida de la BI-10 hacia la N-634 y de una rotonda que conecte dicho ramal con la N-634 y con el ramal actualmente existente de acceso a la BI-10 desde la carretera.

### 2.2 Nivel de accidentabilidad

Tal y como establece la Directiva Europea respecto a la seguridad de las infraestructuras viarias, es preciso incrementar el nivel de seguridad de las carreteras en servicio invirtiendo específicamente en aquellos tramos en que exista una mayor concentración de accidentes o un mayor potencial de reducción de los mismos.

Para ello lo primero que se ha estudiado es el nivel de accidentes en los tramos de carretera de este proyecto. Diputación Foral de Bizkaia ha facilitado los datos de accidentalidad de la carretera objeto de estudio. Se cuenta con una base de datos que registra la accidentalidad en los últimos años en las carreteras de Bizkaia, indicando de cada uno de ellos el nivel de luminosidad, el motivo del accidente, la hora, el estado del pavimento, etc.

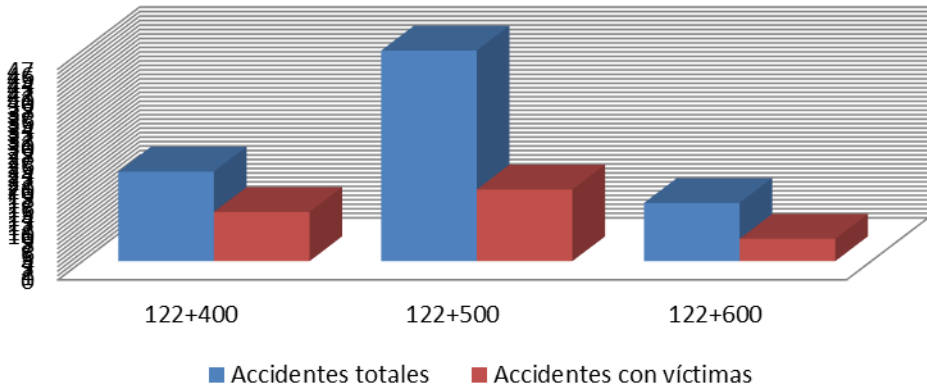
Así, se han analizado los datos de la BI-10 entre los p.p.k.k. 122+700 y 122+400 y N-634 entre los p.p.k.k. 118+400 y 118+700, todos ellos entre los años 2010 y 2019. A continuación se indican las conclusiones más destacables para cada carretera:

#### 2.2.1 BI-10 sentido Bilbao

En la BI-10, en el sentido Bilbao, entre los años 2010 y 2019 se han registrado un total de 80 accidentes, de los cuales 32 fueron con víctimas.

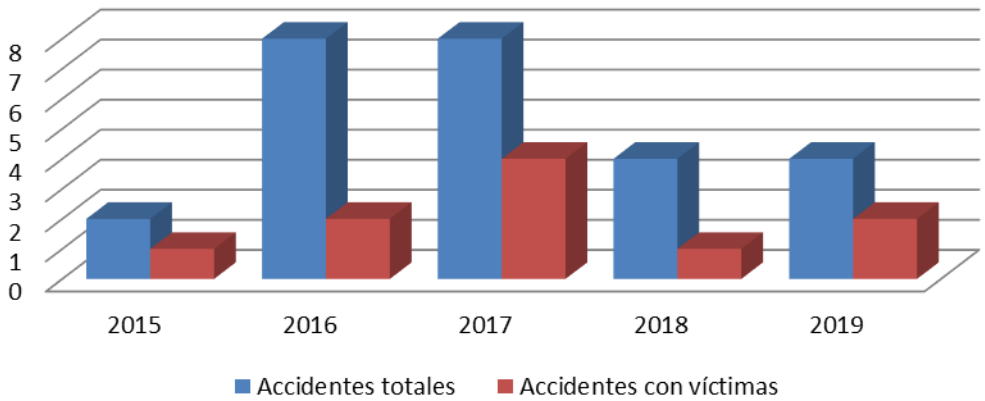
A continuación se añade una gráfica que muestra la tramificación de dichos accidentes.

**BI-10. Sentido Bilbao**  
**Distribución por p.p.k.k. (2015-2019)**



En cuanto a la distribución por años entre los años 2015 y 2019 sería la siguiente:

**BI-10. Sentido Bilbao**  
**Distribución accidentes por años (2015-2019)**



Finalmente, se han analizado los informes de Zonas de Concentración de Accidentes facilitados por la Diputación Foral de Bizkaia.

En estos informes tan sólo se ha considerado este tramo como ZCA en el informe de accidentes de entre 2009-2013, donde se consideraba zona de accidentes la BI-10 entre los pp.kk. 122+100 y 123+000.

En los informes posteriores a este no se ha vuelto a considerar ZCA.

#### **2.2.2 N-634**

En la N-634, tras analizar los accidentes entre los años 2010 y 2019, no se ha detectado ningún accidente en la carretera entre los pp.kk. 118+400 y 118+700 de la misma.

Además, y coincidiendo con lo anterior, no se han detectado Zonas de Concentración de Accidentes en esta carretera.

## 3 Aspectos Seguridad Vial Obra Proyectada

### 3.1 Trazado

#### 3.1.1 Comprobación de las distancias de visibilidad

Si bien la Norma 3.1-IC de Trazado fija tres visibilidades dependiendo de la maniobra a realizar; las visibilidades que deben ser tenidas en cuenta desde el punto de vista de seguridad para la circulación de vehículos son la de parada y la de cruce. En el presente proyecto, al tratarse de un ramal de salida de autovía con incorporación directa a una glorieta no es de aplicación la distancia de cruce.

Dicha norma considera como visibilidad de parada la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

La visibilidad de parada será igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en 20 Km/h.

#### 3.1.2 Distancia de parada

Se define como distancia de parada  $D_p$  la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se calculará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_i + i)}$$

siendo:

- D: distancia de parada (m):
- V: Velocidad (km/h): 60km/h para el ramal
- $f_i$ : coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento. Tomado de la Norma 3.1-IC para velocidad
- i: inclinación de la rasante (en tanto por uno)
- $t_p$ : tiempo de percepción y reacción. Se toma 2 segundos.

Los tramos e inclinaciones se han tomado entre los vértices de los acuerdos verticales.

En la siguiente fase en la que se define la señalización y barreras es cuando se realizará con más detalle el estudio de la distancia de parada.

#### 3.1.2.1 VISIBILIDAD DE PARADA

Tal y como define la Norma de Trazado 3.1-IC, se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.

Para el cálculo de la visibilidad de parada, se fijará la altura del obstáculo sobre la rasante de la calzada en cincuenta centímetros (50 cm), pudiendo situarse en cualquier punto de la sección transversal del carril (sección de obstáculo). En los tramos de carretera donde se considere que puedan existir obstáculos con altura inferior a cincuenta centímetros (< 50 cm) se analizará la conveniencia de fijar otra altura del obstáculo con un valor no inferior a veinte centímetros ( $\nless 20$  cm).

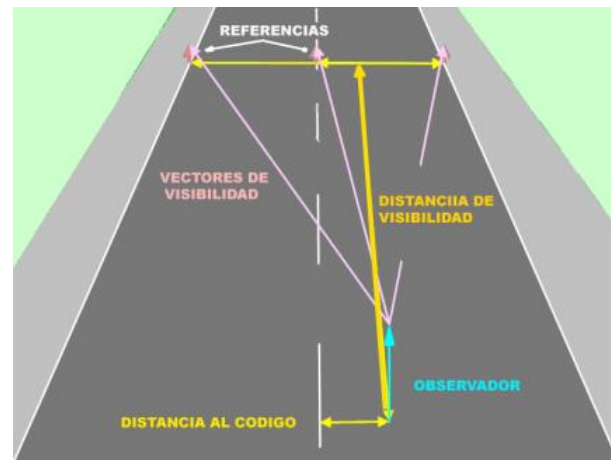
Se considera que un obstáculo es divisible siempre que pueda trazarse una visual entre el punto de vista del conductor y todos los puntos superiores del obstáculo.

Se podrá considerar que las pilas y estribos de estructuras, los sistemas de contención de vehículos y los elementos de señalización e iluminación de la carretera no suponen un obstáculo intermedio para la visual siempre que, una vez divisada completamente la sección de obstáculo, ésta ha quedado parcialmente oculta por el obstáculo intermedio en no más de un metro ( $\nless 1,00$  m).

La visibilidad de parada deberá ser superior a la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto ( $V_p$ ) del correspondiente tramo, en cuyo caso se dice que existe visibilidad de parada.

Este cálculo es complejo ya que interaccionan las características de la plataforma, las obras de tierra, los elementos de contención, estructuras por encima de la rasante, etc. Para su realización se cuenta con el software de obras lineales ISTRAM/ISPOL.

En el estudio se tienen en cuenta todos los objetos visualizados, incluyendo las barreras visuales. El siguiente esquema describe los elementos que intervienen en los estudios de visibilidad:

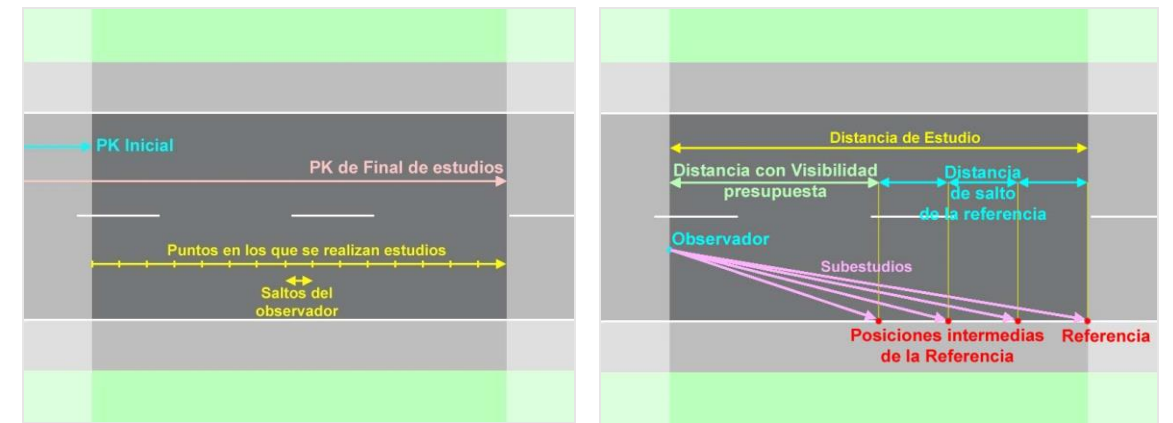


- El observador recorre la vía a una distancia de un código y está a una altura determinada.
- Las referencias se sitúan en una línea transversal al recorrido, cumpliendo un conjunto de condiciones específicas de distancia y altura respecto a los códigos.
- La distancia de visibilidad que separa al observador de la línea transversal en que se sitúan las referencias.
- Los vectores de visibilidad que muestran la línea recta que “une” el ojo del observador y los puntos de referencia.

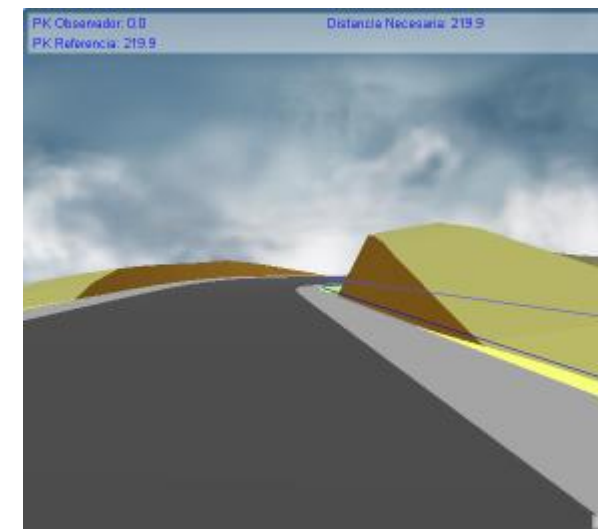
Hay otros parámetros importantes en el estudio referidos a los puntos en los que se realiza:

- PK de Inicio de los estudios.
- PK de finalización de los estudios.
- Distancia entre estudios o análisis.
- Distancia inicial que no se estudia porque se supone visible.
- Distancia de visibilidad a asegurar (de Estudio).
- Distancia de salto de los subestudios entre la distancia inicial y la distancia a asegurar.

Se muestran en las figuras siguientes la representación de los parámetros tenidos en cuenta en el estudio de visibilidad.



Este programa permite visualizar cada punto de estudio mediante realidad 3D todos los elementos que intervienen en el estudio de tal manera que el usuario puede controlar los parámetros, tal y como se observa en las siguientes capturas.



Finalmente, los resultados se muestran en forma de listados o imágenes:

- **Película en AVI**
- **Instantánea.** Una imagen BMP en cada posición de un recorrido o estudio.
- **Curvas animaciones.** Permite la elaboración de animaciones.
- **Listados.** Donde se incluyen todos los datos procedentes de un estudio de visibilidad.
- **Estudio a cartografía.** Plasma en la cartografía y sobre la calzada recintos de color a lo largo del tramo objeto del estudio de visibilidad. Dichos recintos son de color verde en el caso de las zonas donde no hay problemas de visibilidad y rojos en caso contrario.

Se ha hecho un análisis de visibilidad de cada los ejes exteriores de proyecto con ayuda de la herramienta informática ISTRAM/ISPOL que reproduce la formulación de la norma 3.1. -IC a lo largo del carril más extremo y a la distancia y alturas correspondientes de punto de vista y objeto sobre la carretera.

En el presente proyecto se ha realizado un estudio del ramal de salida.

En el Anejo nº5, Apéndice 5.3, se incluyen los listados de visibilidad obtenidos de esta manera.

#### 3.1.2.2 DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO

Se define como distancia de adelantamiento (Da), la distancia necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.

Dado que en el presente proyecto no se proyecta ninguna zona donde se permita el adelantamiento no se calculará esta distancia.

#### 3.1.2.3 VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Se considerará como visibilidad de adelantamiento la distancia que existe a lo largo del carril por el que se realiza el mismo entre el vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que puede divisarlo, sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar el adelantamiento.

#### 3.1.2.4 DISTANCIA DE CRUCE

Se define como distancia de cruce (D<sub>c</sub>), la longitud recorrida por un vehículo sobre una vía preferente, durante el tiempo que otro emplea en atravesar dicha vía. Se calculará mediante la fórmula:

$$D_c = \frac{V \cdot t_c}{3,6}$$

siendo:

- D<sub>c</sub>: distancia de cruce (m):
- V: Velocidad (km/h) de la vía preferente
- t<sub>p</sub>: tiempo en segundos que se tarda en realizar la maniobra completa de cruce.

El valor de t<sub>c</sub> se obtiene de la fórmula:

$$t_c = t_p + \sqrt{\frac{2 \cdot (3 + l + w)}{9,8 \cdot j}}$$

siendo:

- t<sub>p</sub>: tiempo de reacción y percepción del conductor (seg). Se adoptará siempre un valor constante igual a dos segundos (t<sub>p</sub>=2s)
- l: longitud (m) del vehículo que atraviesa la vía principal. Se considerarán los siguientes valores:
  - l= 18 m para vehículos articulados
  - l= 10 m para vehículos pesados rígidos
  - l= 5 m para vehículos ligeros
- w: anchura total de carriles (m) de la vía principal
- j: aceleración del vehículo que realiza la maniobra de cruce, en unidades "g". Se tomará un valor de j=0,15 para vehículos ligeros, j=0,075 para vehículos pesados rígidos, y j=0,055 para vehículos articulados.

Se considerará como distancia de cruce mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto de la vía preferente.

En el presente proyecto, al tratarse de un ramal de salida de autovía con incorporación directa a una glorieta no es de aplicación la distancia de cruce.

#### 3.1.2.5 VISIBILIDAD DE CRUCE

Se considera como visibilidad de cruce la distancia que precisa el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que intercepta su trayectoria, medida a lo largo del eje de su carril.

Para comprobar que existe visibilidad de cruce en todas las intersecciones proyectadas en el presente proyecto se trazan visuales comprobándose que las mismas no interfieran con ningún obstáculo. Las visuales se encuentran definidas por dos puntos:

- El primer punto se situará en la intersección en estudio, a tres metros del borde del carril más próximo de la vía preferente y a una cota de 1,10 m sobre la calzada.
- El segundo punto se situará en la calzada principal a la máxima distancia de cruce deseable, a 1,5 m de la línea blanca de separación de carriles, hacia el interior de la misma en caso de que se esté analizando la visibilidad de giro a la derecha, ó bien hacia el exterior, cuando el giro es a la izquierda. La cota del punto será de 1,10 m sobre la calzada.

Si ni la visual ni las visuales intermedias interceptan ningún obstáculo entonces la visibilidad disponible es la deseable, en caso contrario el segundo punto se irá aproximando a la intersección hasta que las visuales no sean interceptadas. En este caso la visibilidad disponible será la distancia en proyección horizontal entre el punto y la intersección.

Se comprueba que en todos los casos se dispone de la visibilidad de cruce requerida.

Por otra parte habrá que asegurar que previamente a la intersección exista la adecuada visibilidad de parada, para que los vehículos que recorren la calzada principal puedan detenerse en caso de encontrarse con algún vehículo que gira en la intersección.

### 3.1.3 Características de las alineaciones rectas

En la tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC se recogen los valores de las longitudes mínimas admisibles y máxima deseable para diferentes valores de la velocidad de proyecto.

En el Anejo nº 05 Trazado y Replanteo se hace una comprobación de estas características.

## 3.2 Sección transversal

### 3.2.1 Dimensiones

Las dimensiones de los diferentes elementos estarán de acuerdo con las prescripciones del Apartado 7.3 de la Instrucción 3.1-I.C., ya recogido en los criterios de diseño del Anejo 5.

- Carriles:
  - Tronco: 3,5 m.
  - Glorieta: 4m.
- Arcén derecho: 1,5 m
- Arcén izquierdo: 0,5 m
- Berma izquierda: 0,75 m
- Berma derecha: 1,28 m

Los arcenes se dispondrán en todo caso en prolongación de la calzada. En cuanto a las bermas, se deberían proyectar con pendiente mínima del 4% hacia el exterior de la plataforma.

Se comprueba que las dimensiones de las secciones tipo del presente proyecto cumplen con las mínimas establecidas.

### 3.2.2 Transición del ancho de carriles y arcenes

En el caso de tener que modificar el ancho de los carriles de una carretera, la transición de dicho ancho (excepto en ramales de enlace, ramales de transferencia, vías colectoras - distribuidoras y vías de servicio de un (1) carril) se hará gradualmente y preferiblemente en tramos rectos.

La longitud de la transición L cumplirá la relación  $L \geq 40 \cdot \sqrt{T}$ , siendo deseable alcanzar el valor  $L = 80 \cdot \sqrt{T}$ . Siendo:

- L = Longitud de la transición en metros.
- T = Ensanche o reducción en metros

### 3.2.3 Gálibos

La altura libre mínima bajo pasarelas, pórticos o banderolas sobre cualquier punto de la plataforma no será inferior a 5,50 m (Apartado 7.3.7 de 3.1-I.C.).

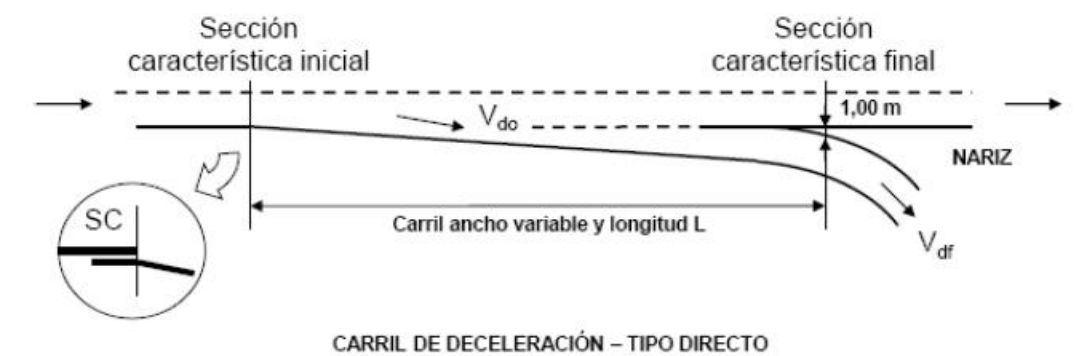
### 3.2.4 Carriles de cambio de velocidad

Las longitudes (L) de los carriles de cambio de velocidad (deceleración) de tipo directo se medirán entre la sección característica de cero metros (0,00 m) y la sección característica de un metro (1,00 m).

Todos los carriles de tipo paralelo como los de tipo directo dispondrán de un arcén derecho igual al de la calzada principal.

En todo caso se dispondrán dando continuidad a la calzada principal en toda su longitud (Artículo 8.2.1.3). Por tanto, el nuevo carril de aceleración tendrá el perfil longitudinal y el peralte deducido del tronco principal existente.

El carril de deceleración se proyectará de tipo directo.



Según la tabla 8.2 (Artículo 8.2.1.2) el carril de deceleración con Velocidad inicial 80 Km/h (tronco BI-10) y velocidad final 40 km/h (ramal) y pendiente entre 2% y 4% tendrá una longitud de 80m.

TABLA 8.2.

| LONGITUDES (L) DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD (m) |     |                        |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Inclinación de la rasante: $-2\% < i < +2\%$              |     |                        |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | Velocidad final (km/h) |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | 40                     | 60  | 80  | 100 | 120 | 140 |
| Velocidad inicial (km/h)                                  | 40  | 20                     | 35  | 85  | 175 | 320 | 615 |
|                                                           | 60  | 40                     | 30  | 50  | 135 | 285 | 580 |
|                                                           | 80  | 95                     | 55  | 40  | 85  | 235 | 530 |
|                                                           | 100 | 170                    | 130 | 70  | 55  | 150 | 445 |
|                                                           | 120 | 250                    | 215 | 160 | 90  | 75  | 295 |
|                                                           | 140 | 360                    | 320 | 265 | 190 | 105 | 95  |
| Inclinación de la rasante: $+2\% < i \leq +4\%$           |     |                        |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | Velocidad final (km/h) |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | 40                     | 60  | 80  | 100 | 120 | 140 |
| Velocidad inicial (km/h)                                  | 40  | 20                     | 40  | 100 | 215 | 455 | NP  |
|                                                           | 60  | 35                     | 30  | 60  | 175 | 410 | NP  |
|                                                           | 80  | 80                     | 50  | 40  | 115 | 350 | NP  |
|                                                           | 100 | 140                    | 105 | 65  | 55  | 240 | NP  |
|                                                           | 120 | 215                    | 180 | 135 | 75  | 75  | NP  |
|                                                           | 140 | 300                    | 265 | 220 | 160 | 95  | 95  |
| Inclinación de la rasante: $-2\% < i \leq -4\%$           |     |                        |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | Velocidad final (km/h) |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | 40                     | 60  | 80  | 100 | 120 | 140 |
| Velocidad inicial (km/h)                                  | 40  | 20                     | 30  | 70  | 140 | 250 | 440 |
|                                                           | 60  | 50                     | 30  | 40  | 110 | 225 | 410 |
|                                                           | 80  | 120                    | 70  | 40  | 70  | 180 | 385 |
|                                                           | 100 | 210                    | 160 | 90  | 55  | 110 | 300 |
|                                                           | 120 | 320                    | 270 | 200 | 110 | 75  | 185 |
|                                                           | 140 | 450                    | 400 | 330 | 240 | 130 | 95  |
| Inclinación de la rasante: $+4\% < i \leq +6\%$           |     |                        |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | Velocidad final (km/h) |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | 40                     | 60  | 80  | 100 | 120 | 140 |
| Velocidad inicial (km/h)                                  | 40  | 20                     | 45  | 115 | 250 | 585 | NP  |
|                                                           | 60  | 30                     | 30  | 70  | 205 | 540 | NP  |
|                                                           | 80  | 75                     | 45  | 40  | 135 | 470 | NP  |
|                                                           | 100 | 130                    | 100 | 55  | 55  | 335 | NP  |
|                                                           | 120 | 195                    | 185 | 125 | 75  | 75  | NP  |
|                                                           | 140 | 275                    | 245 | 200 | 150 | 95  | 95  |
| Inclinación de la rasante: $-4\% < i \leq -6\%$           |     |                        |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | Velocidad final (km/h) |     |     |     |     |     |
|                                                           |     | 40                     | 60  | 80  | 100 | 120 | 140 |
| Velocidad inicial (km/h)                                  | 40  | 20                     | 30  | 65  | 130 | 230 | 385 |
|                                                           | 60  | 60                     | 30  | 40  | 100 | 200 | 360 |
|                                                           | 80  | 140                    | 80  | 40  | 60  | 160 | 320 |
|                                                           | 100 | 240                    | 185 | 105 | 55  | 100 | 250 |
|                                                           | 120 | 370                    | 310 | 230 | 130 | 75  | 160 |
|                                                           | 140 | 520                    | 460 | 380 | 275 | 150 | 95  |

NP: El vehículo de cálculo no puede alcanzar esa velocidad.

### 3.3 Capa de rodadura y drenaje

El dimensionamiento de los firmes se desarrolla atendiendo a los criterios establecidos al respecto en la “Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco” (versión ampliada y revisada de Noviembre de 2012).

Se comprueba que tanto el tipo de pavimento, como el espesor del mismo, resultan adecuados teniendo en cuenta la categoría de tráfico y el entorno, donde no existen problemas de nieve o hielo.

En cuanto a la red de drenaje, se ha comprobado que ninguna de las cunetas se desborda, no entrando de este modo agua a la plataforma.

La pendiente transversal en cualquier punto de la plataforma es o supera el 2%, que se considera suficiente para impedir cualquier acumulación de agua en ella.

### 3.4 Diseño de puntos singulares

#### 3.4.1 Nudos

A lo largo del trazado proyectado se produce un cruce con otras carreteras que se resuelven con mediante la implantación de una glorieta, atendiendo a criterios funcionales, de tráfico y a condiciones de visibilidad.

##### 3.4.1.1 VISIBILIDAD EN LAS ROTONDAS

Se ha comprobado el cumplimiento de las diferentes visibilidades en el diseño de las rotondas que componen el proyecto, según la normativa aplicable.

##### 3.4.1.1.1 VISIBILIDAD EN LA ENTRADA

#### Visibilidad hacia la izquierda

Se han efectuado todas las comprobaciones en cada una de las entradas verificando, desde una distancia a la marca de “ceda el paso” no inferior a la distancia necesaria para la detención, la existencia de una zona de visibilidad despejada tangente a una circunferencia concéntrica con el borde exterior de la calzada anular con un radio 2 metros inferior al de ésta.

Asimismo, el diseño de las glorietas permiten, desde la marca de “ceda el paso” de cada uno de los carriles de entrada, ver toda la calzada anular hasta la correspondiente entrada anterior, disponiendo también de esta visibilidad desde el centro del carril izquierdo, 15 metros antes de la marca de “ceda el paso”.

#### Visibilidad hacia la derecha

Se ha comprobado que desde la marca de “ceda el paso” de cada uno de los carriles de entrada es posible ver toda la calzada anular hasta la siguiente salida. Además existe esta visibilidad desde el centro del carril derecho, 15 metros antes de la marca de “ceda el paso”.

#### **3.4.1.1.2 PARÁMETROS MÍNIMOS DE ACUERDOS VERTICALES PARA VISIBILIDAD DE PARADA**

En general los parámetros del acuerdo vertical existente en los ejes de acceso a las glorietas tienen unos valores que supera el mínimo exigido por la instrucción 3.1-IC para velocidad de proyecto 40 km/h.

### **3.5 Equipamiento de la carretera**

#### **3.5.1 Señalización vertical**

Para la definición de la señalización vertical del tramo diseñado, se han utilizado los criterios de la Norma de Carreteras 8.1-I.C. “Señalización Vertical”. Se ha recurrido a soluciones que eviten confusión a los usuarios de la vía y marque de forma clara las trayectorias a seguir por los vehículos.

Para garantizar que las señales sean vistas desde un vehículo en movimiento las dimensiones a disponer en todo el trazado son:

Para el caso considerado de carreteras convencionales con arcén, la Instrucción 8.1.-I.C establece una dimensión de 1350 mm de lado para las señales de advertencia de peligro, 900 mm de diámetro para las preceptivas de prohibición, 900 x 1350 mm para las informativas triangulares y por último, de 900 x 900 mm para las cuadradas.

El nivel mínimo de retrorreflectancia exigido es de 2 para señales de advertencia de peligro, prioridad y prohibición de entrada, carteles y paneles complementario. Para el resto de señales de código, el nivel mínimo de retrorreflectancia exigido es 1.

Se ha comprobado que las señales verticales dispuestas en el tramo de proyecto se adaptan a las descritas anteriormente, y por tanto a la normativa vigente. Además se comprueba que a lo largo de la carretera la disposición de las señales no interrumpe ni dificulta la visibilidad.

Igualmente se ha tenido en cuenta el número máximo de líneas permitidas por cartel, que la norma establece en 4, sin contar las flechas, que puede aumentar hasta 6 en caso de que se coloquen en varios carteles.

La ubicación transversal de los elementos de sustentación de las señales debe estar lo suficientemente alejados de la plataforma de manera que se garantice la zona de seguridad, pero no tanto como para comprometer su visibilidad y su legibilidad. Para ello, se han respetado las distancias transversales a la calzada especificadas en la norma 8.1-I.C.

Por último, de cara a minimizar las consecuencias en caso de que un vehículo fuera de control choque con un elemento de sustentación, éstos han sido protegidos mediante la colocación de barreras de seguridad metálicas con un nivel de contención Alto al haber sido catalogado como accidente grave.

#### **3.5.2 Señalización horizontal**

Para la definición de las marcas viales, se han utilizado los criterios de la Norma de Carreteras 8.2.-I.C. “Marcas Viales”, considerando una velocidad específica de 40 km/h para el tronco del ramal.

Se comprueba que las marcas son las apropiadas según la norma y además se coordinan adecuadamente con la señalización vertical.

Los materiales constituyentes de las marcas viales han sido escogidos en función de la pluviometría de la zona y de su desgaste, con el fin de garantizar sus propiedades en épocas de lluvias y en el tiempo.

### **3.6 Balizamiento**

Se ha establecido un sistema de balizamiento con el propósito de proporcionar una ayuda visual a los conductores, especialmente de noche y en condiciones de baja visibilidad, formando un sistema óptico continuo de guía, coordinado con la señalización horizontal de borde.

Se considera que este balizamiento es adecuado y suficiente.

### **3.7 Sistemas de contención**

Los sistemas de contención previstos en el proyecto tienen como finalidad mitigar las consecuencias de un accidente de circulación por salida de vía, haciéndolas más predecibles y menos graves.

El tipo de barrera a utilizar en cada situación viene condicionado por el tipo y gravedad del accidente que se produciría en el caso de no colocarse un sistema de contención de vehículos.

La definición de los distintos dispositivos a implantar ha tenido en cuenta lo indicado en la Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

Se comprueba que tanto la disposición como la elección del tipo de contención son correctas y se adecuan a lo recogido en las normas anteriormente citadas.

## 4 Condicionantes del entorno

### 4.1 Márgenes de la carretera

A lo largo del trazado, nos encontramos con diferentes obstáculos y desniveles situados en los márgenes de la carretera, como son elementos de drenaje, muros, cunetas de seguridad, que no han podido suprimirse y por tanto se protegerán convenientemente.

### 4.2 Condiciones climáticas

En cuanto a los posibles problemas que se puedan derivar por las condiciones climáticas de la zona en que se encuentra la vía, se puede decir que se trata de una zona de elevada pluviometría pero sin necesidad de medidas extraordinarias. Tampoco se ha previsto ninguna acción relativa a la aparición de nieve, hielo o nieblas porque no se considera que sean frecuentes en la zona.

### 4.3 Otras medidas relacionadas con la explotación de la vía

En este proyecto no hay ningún elemento significativo que influya en la seguridad vial durante la fase de explotación.

## 5 Medidas adoptadas para garantizar la seguridad durante la ejecución de las obras

La definición de las situaciones provisionales se ha concebido a partir del análisis de las interferencias que produce la construcción de la obra a las carreteras existentes en la zona.

Dado que la interferencia del tráfico con las obras va a ser grande se requiere la definición de las fases de obra, desarrolladas con mayor detalle en el Anejo N°13 del presente proyecto.

Las fases previstas en la obra mantienen una anchura de plataforma de ancho suficiente para dar servicio al tráfico durante las obras. En casos concretos, se tendrán que dar pasos alternativos, convenientemente señalizados para garantizar en todo momento la seguridad vial.