



APÉNDICE 01.04: ESTUDIO DE VISIBILIDAD DE TRAZADO



Índice:

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. VISIBILIDAD DE PARADA.....	1
2.1. DISTANCIA DE PARADA.....	1
2.2. VISIBILIDAD DE PARADA.....	2
3. VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	3
4. CONDICIONES DE VISIBILIDAD DEL CRUCE.....	3
4.1. CONDICIONES DE VISIBILIDAD	3
4.2. VISIBILIDAD DE PARADA Y VISIBILIDAD DE CRUCE.....	4
4.3. CÁLCULO DE LA DISTANCIA DE PARADA Y DISTANCIA DE CRUCE EN EL CAMINO DE ACCESO PK 0+050.....	5
4.4. CÁLCULO DE LA DISTANCIA DE PARADA Y DISTANCIA DE CRUCE EN EL CRUCE FINAL DEL TRAZADO PK 0+370	8
APÉNDICE Nº1: VISIBILIDADES DE PARADA.....	1

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la comprobación de las distancias mínimas de visibilidad que garanticen un trazado seguro para el conductor.

En cualquier punto de la carretera el conductor de un vehículo debe tener una visibilidad que depende de la forma, las dimensiones y la disposición de los elementos del trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse en condiciones de comodidad y seguridad, se necesita una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de dichas maniobras.

Las visibilidades se calculan para condiciones óptimas de iluminación.

El trazado sobre el que se lleva a cabo las anteriores que se indican a continuación es el resultado de la adecuación del trazado recogido en el Proyecto de Construcción Original a los condicionantes que han motivado la redacción del presente Proyecto Modificado N°1.

2. VISIBILIDAD DE PARADA

2.1. DISTANCIA DE PARADA.

Se define como distancia de parada (D_p) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se estima mediante la expresión:

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

Siendo:

D_p = distancia de parada (m).

V = velocidad (km/h).

f_l = coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento.

0,432 para una velocidad de 40 km/h.

i = inclinación de la rasante (en tanto por uno).

t_p = tiempo de percepción y reacción (s) = 2 s.

Para que las maniobras que efectúa el usuario al circular por la carretera se realicen de forma segura, es necesario que exista en todos los puntos de la misma una visibilidad mínima. La visibilidad de parada debe garantizar que para la velocidad de circulación y ante la presencia de un obstáculo en la calzada, el vehículo sea capaz de detenerse de forma segura.

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 (< 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 ha hecho un análisis de visibilidad del eje de proyecto con ayuda de la herramienta informática CIVIL 3D que reproduce la formulación de la norma 3.1.-IC a lo largo del eje y a la distancia y alturas correspondientes de punto de vista y objeto sobre la carretera.

En el **Apéndice 1. Visibilidades de parada** se muestran dichas distancias para velocidades de 40 km/h. Se ha comprobado que el tramo objeto de estudio cuenta con la visibilidad de parada adecuada.

Las visuales se han calculado mediante el programa Civil 3D. El programa traza visuales rectas en 3D desde el punto de vista indicado hasta un punto situado en la plataforma de la carretera a la distancia de parada.

El programa calcula la distancia de parada según la norma 3.1-IC, en función de la velocidad y la pendiente de la carretera en ese punto.

El programa detecta la intersección de la visual con el modelizado (plataforma de calzada, taludes y barreras) del eje. En caso de que la distancia a la intersección sea inferior a la distancia de parada es cuando no se dispone de visibilidad suficiente y lo indica en rojo en los listados.

2.2. VISIBILIDAD DE PARADA.

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 fija 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).

La visibilidad de parada debe 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.



3. VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

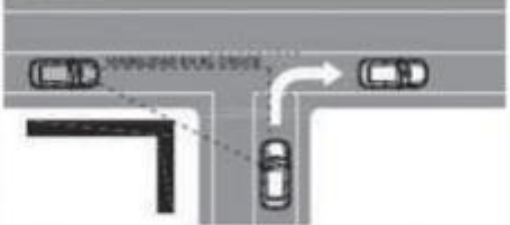
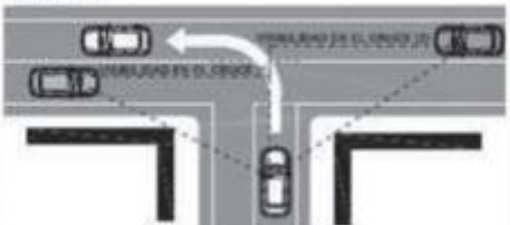
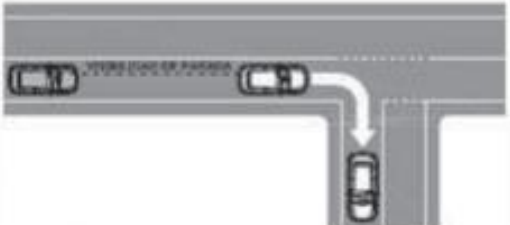
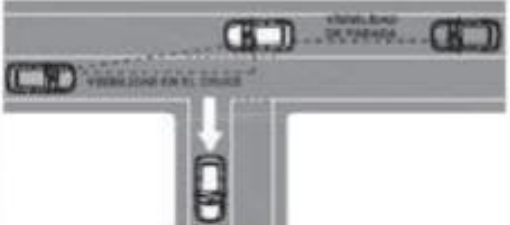
No se han analizado las posibles zonas de adelantamiento, ya que en todo el trazado no se permite el adelantamiento y se señala con línea continua.

4. CONDICIONES DE VISIBILIDAD DEL CRUCE

4.1. CONDICIONES DE VISIBILIDAD

Las condiciones de visibilidad a cumplir en una intersección o acceso para garantizar la seguridad de los usuarios son las siguientes:

- 1- En la incorporación de un vehículo desde la vía secundaria a la vía preferente:
 - a) Realizando la maniobra de giro a la derecha:
 - Visibilidad en el cruce superior a la distancia de parada para el carril y sentido de la circulación de la margen en que se sitúa la vía secundaria.
 - b) Realizando la maniobra de giro a la izquierda:
 - Visibilidad en el cruce superior a la distancia de cruce para el carril y sentido de la circulación de la margen en que se sitúa la vía secundaria.
 - Visibilidad en el cruce superior a la distancia de cruce y de parada para el carril y sentido contrario de la circulación de la margen en que se sitúa la vía secundaria.
- 2- En la salida de un vehículo de la vía preferente hacia la vía secundaria:
 - a. Realizando la maniobra de giro a la derecha:
 - Visibilidad en el cruce superior a la distancia de parada para el carril y sentido de la circulación de la margen en que se sitúa la vía secundaria.
 - b. Realizando la maniobra de giro a la izquierda:
 - Visibilidad de parada superior a la distancia de cruce para el carril y sentido de la circulación de la margen en que se sitúa la vía secundaria.
 - Visibilidad en el cruce superior a la distancia de cruce para el carril y sentido contrario de la circulación de la margen en que se sitúa la vía secundaria.

MANIOBRA	CONDICIONES DE VISIBILIDAD	
	PARA EL CARRIL Y SENTIDO DE LA CIRCULACIÓN DE LA MARGEN EN QUE SE SITUA LA VÍA SECUNDARIA	PARA EL CARRIL Y SENTIDO CONTRARIO DE LA CIRCULACIÓN DE LA MARGEN EN QUE SE SITUA LA VÍA SECUNDARIA
<p>1.1 Incorporación desde la vía secundaria a la vía preferente realizando la maniobra de giro a la derecha</p> 	VISIBILIDAD EN EL CRUCE > DISTANCIA DE PARADA	
<p>1.2 Incorporación desde la vía secundaria a la vía preferente realizando la maniobra de giro a la izquierda</p> 	VISIBILIDAD EN EL CRUCE (1) > DISTANCIA DE CRUCE	VISIBILIDAD EN EL CRUCE (2) > DISTANCIA DE CRUCE VISIBILIDAD EN EL CRUCE (2) > DISTANCIA DE PARADA
<p>2.1 Salida de la vía preferente hacia la vía secundaria realizando la maniobra de giro a la derecha</p> 	VISIBILIDAD DE PARADA > DISTANCIA DE PARADA	
<p>2.2 Salida de la vía preferente hacia la vía secundaria realizando la maniobra de giro a la izquierda</p> 	VISIBILIDAD EN EL CRUCE > DISTANCIA DE CRUCE	VISIBILIDAD DE PARADA > DISTANCIA DE PARADA

4.2. VISIBILIDAD DE PARADA Y VISIBILIDAD DE CRUCE

1. Visibilidad de parada: Se considerará 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.

Las alturas del obstáculo y del punto de vista del conductor sobre la calzada se fijan en veinte centímetros (20 cm.) y un metro con diez decímetros (1,10 m.) respectivamente.

La distancia del punto de vista al obstáculo se medirá a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m.) del borde derecho de cada carril, por el interior del mismo y en sentido de la marcha.

2. Visibilidad de cruce: Se considerará como visibilidad de cruce la distancia a lo largo de un carril que existe entre un vehículo situado en la vía secundaria y a una distancia de tres metros (3,00 m.) del borde exterior del arcén de la vía preferente y la posición de un vehículo que circula sobre la vía preferente hacia el cruce, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

Se considerará a todos los efectos que el vehículo que realiza la maniobra de cruce parte del reposo.

Se adoptará una altura del punto de vista del conductor sobre la calzada principal de un metro con diez centímetros (1,10 m.).

4.3. CÁLCULO DE LA DISTANCIA DE PARADA Y DISTANCIA DE CRUCE EN EL CAMINO DE ACCESO PK 0+050

Se procede al cálculo de la distancia de parada y de cruce:

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

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

v= 40 km/h velocidad de proyecto (como máximo v_{generica} +20 km/h)

f_l= 0.432

i: 0.03 inclinación de la rasante (tanto por uno)

tp: 2 sg se tomará 2 sg

Resultados: dp=35.86 m

Distancia de cruce: Se define como distancia de cruce la longitud recorrida por un vehículo sobre una vía preferente durante el tiempo que otro emplea en atravesar dicha vía. Se calculará mediante la siguiente fórmula:

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

Donde t_c es:

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

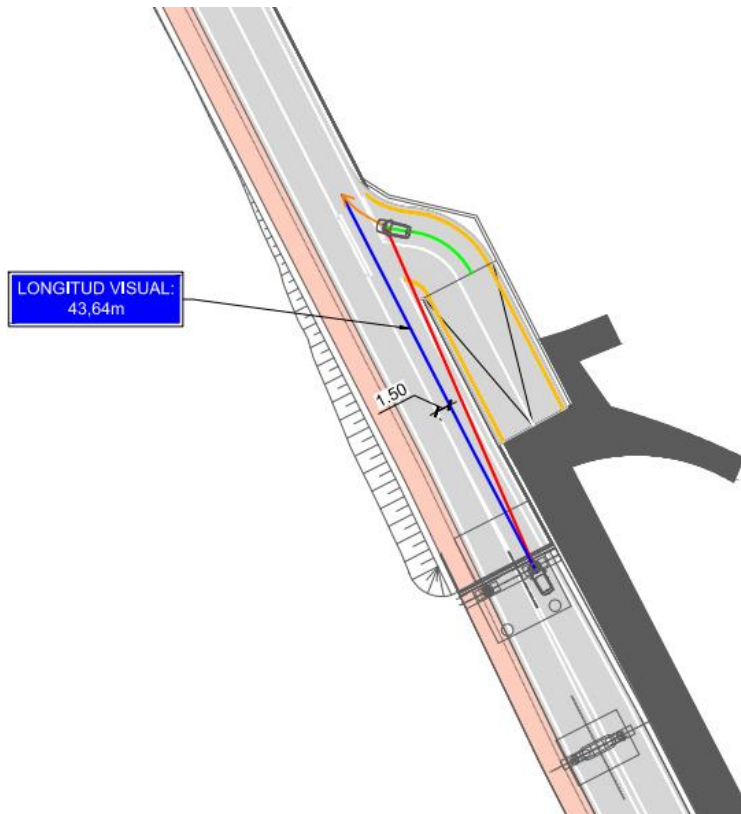
v=	40 km/h	velocidad de proyecto
tp=	2 sg	se tomará 2 sg
l=	5 m	vehiculos ligeros
w=	3 m	anchura de la vía principal
j=	0.15	vehiculos ligeros

Resultados:

Vehiculos ligeros d=65.21 m

Comprobación de las distintas maniobras:

Caso 1.1: (desde la rampa giro a derecha)



Visibilidad de cruce= $43,64 > D_{parada} = 35.86$ CUMPLE

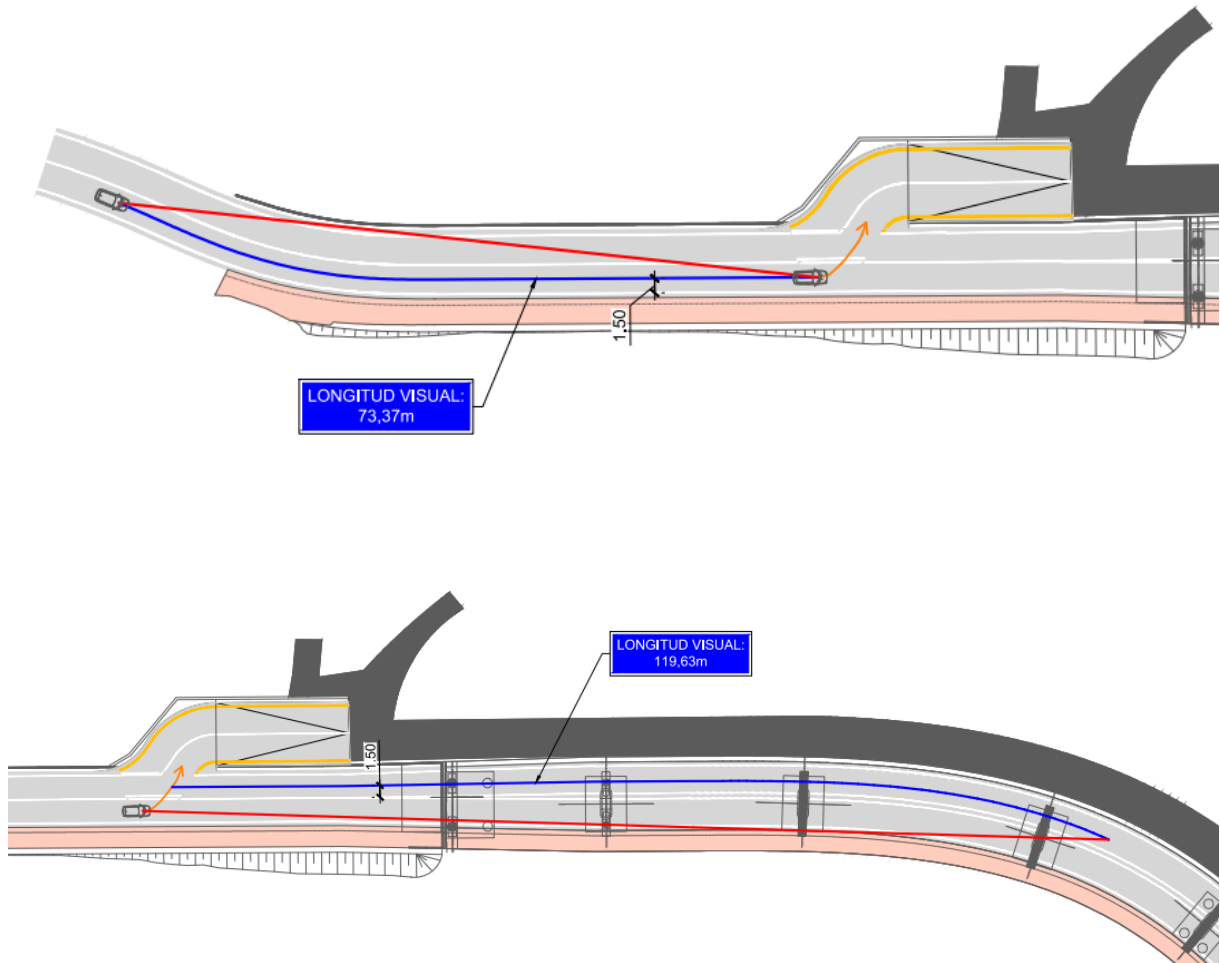
Caso 1.2:

No esta permitido el giro desde la rampa a izquierda.

Caso 2.1:

No esta permitido el giro desde viaducto hacia la rampa.

Caso 2.2:



El coche se aproxima por el mismo carril del coche que se incorpora a la rampa:

Visibilidad de parada= 73,37m > D parada= 35,86 m

El coche se aproxima por el carril contrario del coche que se incorpora a la rampa:

Visibilidad de cruce= 119,63 m > D cruce= 65,21 m

4.4. CÁLCULO DE LA DISTANCIA DE PARADA Y DISTANCIA DE CRUCE EN EL CRUCE FINAL DEL TRAZADO PK 0+370

Se procede al cálculo de la distancia de parada y de cruce:

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

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

v= 40 km/h velocidad de proyecto (como máximo v_{generica} +20 km/h)
 fl= 0.432
 i: 0.0357 inclinación de la rasante (tanto por uno)
 tp: 2 sg se tomará 2 sg

Resultados:

i bajada antes del cruce 3.57% dp=35.69 m
 i despues del cruce 1.29% dp=36.38 m

Distancia de cruce: Se define como distancia de cruce la longitud recorrida por un vehículo sobre una vía preferente durante el tiempo que otro emplea en atravesar dicha vía. Se calculará mediante la siguiente fórmula:

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

Donde t_c es:

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

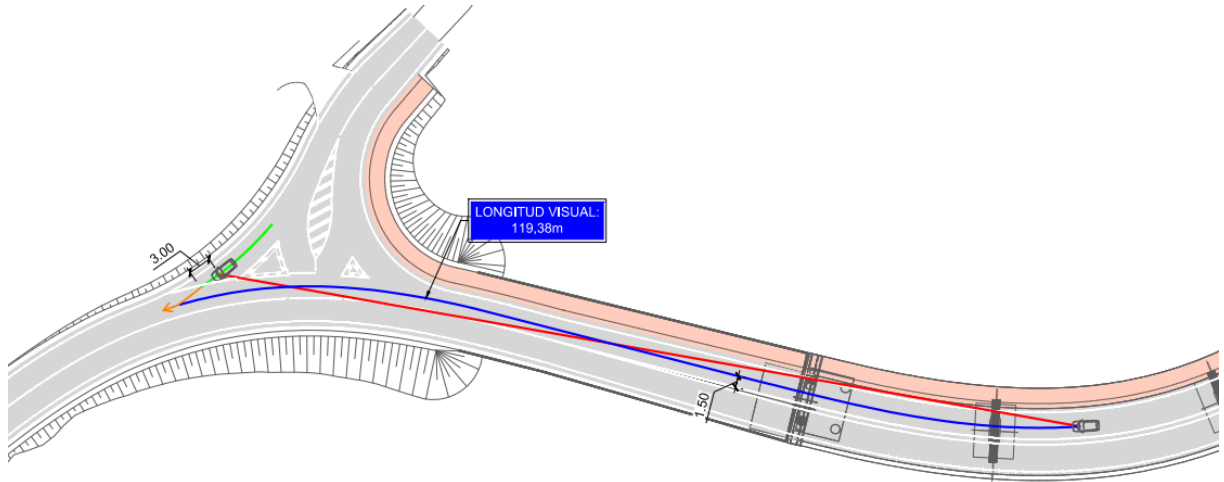
v= 40 km/h velocidad de proyecto
 tp= 2 sg se tomará 2 sg
 l= 5 m vehiculos ligeros
 w= 3 m anchura de la vía principal
 j= 0.15 vehiculos ligeros

Resultados:

Vehiculos ligeros d=65.21 m

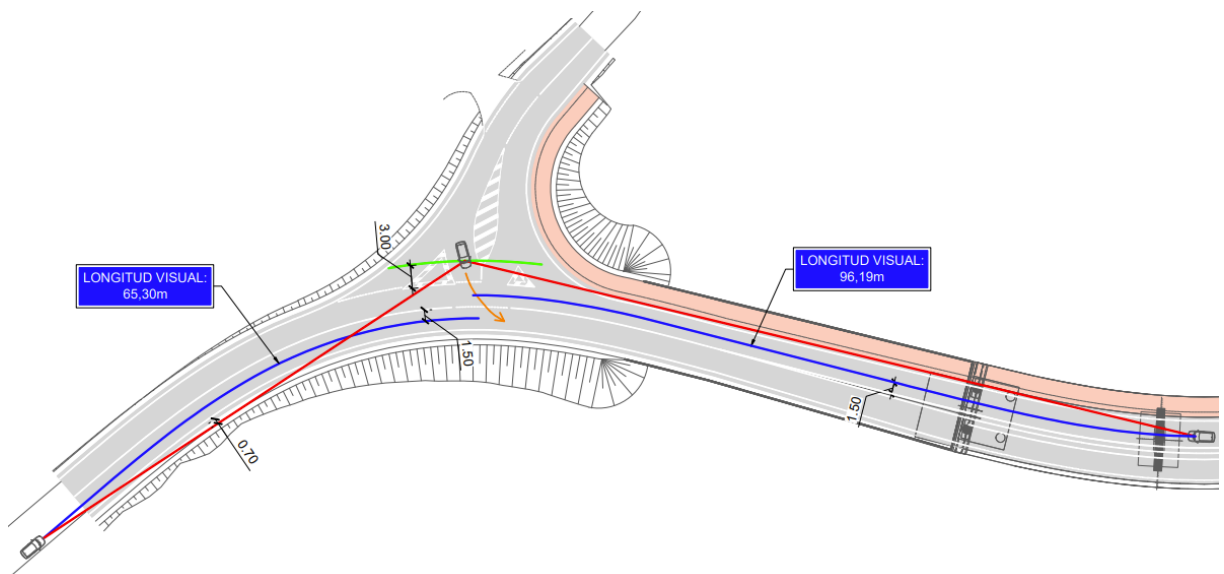
Comprobación de las distintas maniobras:

Caso 1.1:



Visibilidad de cruce= 119.38 > Dparada = 35.36 CUMPLE

Caso 1.2:



carril mismo sentido

visibilidad de cruce= 96.19 > Dcruce= 65.21 CUMPLE

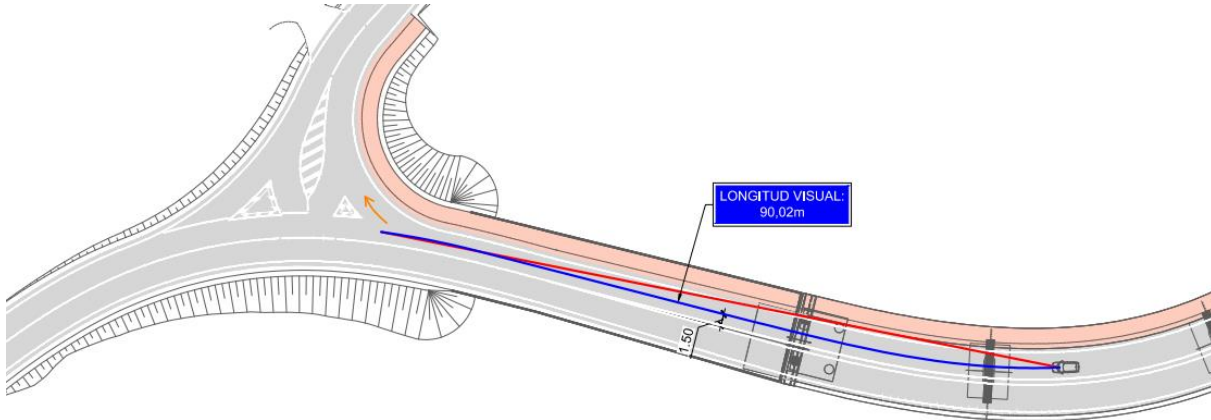
carril sentido contrario

visibilidad de cruce= 65.30 > Dcruce= 65.21 CUMPLE

visibilidad de cruce= 65.30 > Dparada= 36.38 CUMPLE

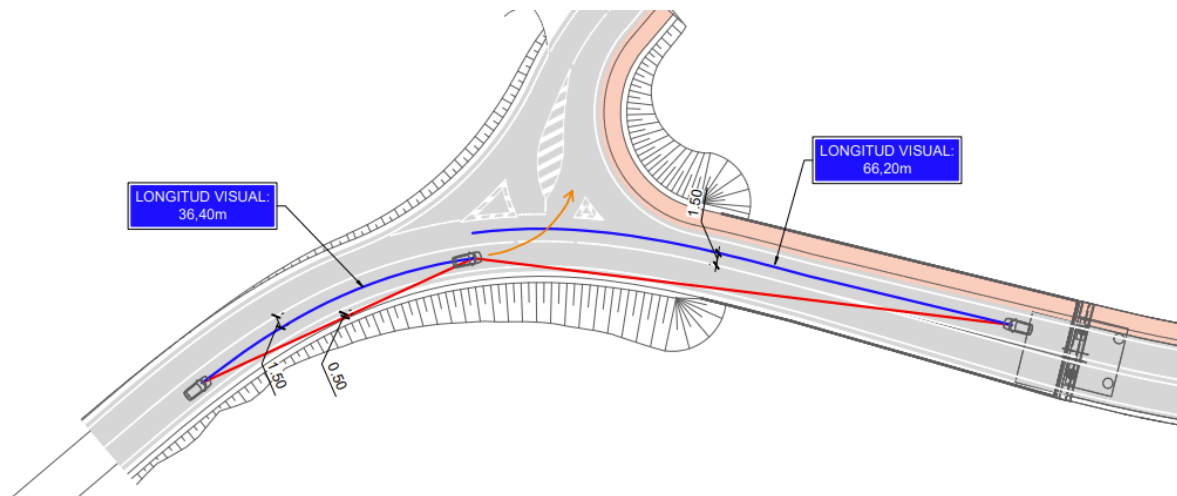
Para obtener esta visibilidad de cruce en el segundo caso es necesario desplazar la bionda una distancia superior a 0,70 metros desde el borde de calzada.

Caso 2.1:



Visibilidad de parada= 90.02 > Dparada= 36.69 CUMPLE

Caso 2.2:



carril mismo sentido

visibilidad de cruce= 66.2 > Dcruce= 65.21 CUMPLE

carril sentido contrario

visibilidad de parada= 36.40 > Dparada 36.38 CUMPLE

Para obtener esta visibilidad de cruce en el segundo caso es necesario desplazar la bionda una distancia superior a 0,50 metros desde el borde de calzada.



APÉNDICE Nº1: VISIBILIDADES DE PARADA

CARRIL IZQUIERDO							
Pk	V km/h	Pendien	Distancia	Visual	d proy	Visibilidad	Obstáculo
-30	40	-2.475	37.69	-1.5			
-20	40	-2.475	37.69	-1.5			
-10	40	-0.668	37.03	-1.5			
0	40	1.15	36.43	-1.5			
10	40	2.93	35.88	-1.5			
20	40	2.211	36.09	-1.5			
30	40	0.895	36.51	-1.5			
40	40	-0.421	36.95	-1.5	36.94	56.62	
50	40	-1.737	37.41	-1.5	37.42	55.61	
60	40	-3.053	37.91	-1.5	37.92	48.52	
70	40	-4.368	38.44	-1.5	38.47	48.78	
80	40	-5.684	39.01	-1.55	39.06	49.33	
90	40	-7	39.62	-1.66	39.69	49.88	
100	40	-7	39.62	-1.77	39.73	50.1	
110	40	-7	39.62	-1.85	39.75	50.94	
120	40	-7	39.62	-1.85	39.77	53.13	
130	40	-7	39.62	-1.85	39.77	58.17	
140	40	-7	39.62	-1.85	39.76	64.36	
150	40	-7	39.62	-1.85	39.74	70.75	
160	40	-7	39.62	-1.85	39.66	65.21	
170	40	-7	39.62	-1.85	39.54	56.75	
180	40	-7	39.62	-1.85	39.37	51.11	
190	40	-7	39.62	-1.85	39.21	48.3	
200	40	-7	39.62	-1.85	39.12	46.82	
210	40	-5.82	39.07	-1.85	38.56	45.68	
220	40	-4.281	38.41	-1.85	37.91	45	
230	40	-2.743	37.79	-1.85	37.3	44.54	
240	40	-1.204	37.22	-1.85	36.72	44.13	
250	40	0.334	36.69	-1.85	36.19	43.75	
260	40	1.873	36.2	-1.85	35.69	43.39	
270	40	3.411	35.74	-1.85	35.26	43.12	
280	40	3.57	35.69	-1.85	35.3	43.36	
290	40	3.57	35.69	-1.85	35.42	44.03	
300	40	3.57	35.69	-1.85	35.54	45.4	
310	40	3.57	35.69	-1.77	35.62	48.19	
320	40	3.57	35.69	-1.66	35.68	51.68	
330	40	3.57	35.69	-1.56	35.69	57.43	
340	40	3.57	35.69	-1.5	35.7	61.33	
350	40	3.57	35.69	-1.5	35.7	65.02	
360	40	3.57	35.69	-1.5	35.67	69.19	
370	40	3.57	35.69	-1.5	35.57	76.13	

CARRIL IZQUIERDO							
Pk	V km/h	Pendien	Distancia	Visual	d proy	Visibilidad	Obstáculo
380	40	2.568	35.99	-1.5	35.67	65.15	
390	40	1.356	36.36	-1.5	35.87	53.06	
400	40	0.144	36.76	-1.5	36.17	48.49	
410	40	-1.068	37.17	-1.5	36.63	44.88	
420	40	-1.291	37.25	-1.5	36.89	44.04	
427	40	-1.291	37.25	-1.5	37.06	44.85	

CARRIL DERECHO							
Pk	V km/h	Pendien	Distancia	Visual	d proy	Visibilidad	Obstáculo
-30	40	2.47	36.01	1.5			
-20	40	2.47	36.01	1.5	35.57	46.98	
-10	40	0.67	36.58	1.5	36.38	53.35	
0	40	-1.15	37.2	1.5	37.2	48.99	
10	40	-2.93	37.86	1.5	37.88	48.03	
20	40	-2.21	37.59	1.5	37.59	47.64	
30	40	-0.89	37.11	1.5	37.11	47.22	
40	40	0.42	36.66	1.5	36.67	46.85	
50	40	1.74	36.24	1.5	36.25	47.52	
60	40	3.05	35.84	1.5	35.87	51.16	
70	40	4.37	35.46	1.5	35.5	56.98	
80	40	5.68	35.11	1.55	35.15	61.36	
90	40	7	34.77	1.66	34.81	60.15	
100	40	7	34.77	1.77	34.75	56.49	
110	40	7	34.77	1.85	34.63	53.24	
120	40	7	34.77	1.85	34.42	50.83	
130	40	7	34.77	1.85	34.15	48.73	
140	40	7	34.77	1.85	33.84	47.37	
150	40	7	34.77	1.85	33.56	46.69	
160	40	7	34.77	1.85	33.36	47.7	
170	40	7	34.77	1.85	33.28	49.2	
180	40	7	34.77	1.85	33.27	49.22	
190	40	7	34.77	1.85	33.26	49.24	
200	40	7	34.77	1.85	33.24	49.24	
210	40	5.82	35.07	1.85	33.51	49.49	
220	40	4.28	35.49	1.85	33.9	50.04	
230	40	2.74	35.93	1.85	34.34	51.25	
240	40	1.2	36.41	1.85	34.92	53.98	
250	40	-0.33	36.92	1.85	35.68	58.85	
260	40	-1.87	37.46	1.85	36.56	66.81	
270	40	-3.41	38.05	1.85	37.48	73.13	

CARRIL DERECHO							
Pk	V km/h	Pendien	Distancia	Visual	d proy	Visibilidad	Obstáculo
280	40	-3.57	38.12	1.85	37.82	71.23	
290	40	-3.57	38.12	1.85	38.01	67	
300	40	-3.57	38.12	1.85	38.12	62.02	
310	40	-3.57	38.12	1.77	38.16	55.19	
320	40	-3.57	38.12	1.66	38.14	50.19	
330	40	-3.57	38.12	1.56	38.05	46.28	
340	40	-3.57	38.12	1.5	37.87	44.67	
350	40	-3.57	38.12	1.5	37.67	43.91	
360	40	-3.57	38.12	1.5	37.56	43.89	
370	40	-3.57	38.12	1.5	37.58	44.97	
380	40	-2.57	37.73	1.5	37.33	47.73	
390	40	-1.36	37.28	1.5			
400	40	-0.14	36.85	1.5			
410	40	1.07	36.45	1.5			
420	40	1.29	36.38	1.5			
427	40	1.29	36.38	1.5			

En el caso que el valor de la celda denominada visibilidad es mayor que el valor de la celda denominada d proy, se cumple la comprobación de visibilidad. En los casos que no se cumple en la columna obstáculo aparece el elemento contra el que choca (barreras, desmontes, etc..)