



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE  
VALENCIA**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**TITULACIÓN**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TRANSPORTE, TERRITORIO Y URBANISMO

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER TIPO II

**ESTUDIO DE LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA CARRETERA N-I,  
TRAMO BURGOS-MIRANDA DE EBRO**

**AUTOR**

RUBÉN IBÁÑEZ REQUEJO

**TUTOR**

JORDI ALBERT SORIA ESPARZA

**FECHA**

ABRIL DE 2015



## ÍNDICE

<u>1</u>	<u>PRESENTACIÓN</u> .....	3
<u>2</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u> .....	3
<u>3</u>	<u>LOCALIZACIÓN Y DATOS DE INTENSIDADES</u> .....	5
<u>4</u>	<u>ACCIDENTABILIDAD</u> .....	8
<u>4.1</u>	<u>TIPOLOGÍA DE ACCIDENTES</u> .....	11
<u>5</u>	<u>PROBLEMÁTICA ASOCIADA</u> .....	13
<u>5.1</u>	<u>TRAZADO</u> .....	13
<u>5.2</u>	<u>ACCESOS AGRÍCOLAS, RESIDENCIALES U OTROS</u> .....	27
<u>5.3</u>	<u>INTERSECCIONES</u> .....	49
<u>5.4</u>	<u>TRAVESÍAS</u> .....	57
<u>5.5</u>	<u>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL</u> .....	62
<u>5.6</u>	<u>MÁRGENES</u> .....	82
<u>6</u>	<u>CUADRO RESUMEN DE LA PROBLEMÁTICA</u> .....	86
<u>7</u>	<u>SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA</u> .....	89
<u>7.1</u>	<u>ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAZADO</u> .....	89
<u>7.2</u>	<u>ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN ACCESOS</u> .....	91
<u>7.3</u>	<u>ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES</u> .....	92
<u>7.4</u>	<u>ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN TRAVESÍAS</u> .....	97
<u>7.5</u>	<u>ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LOS MÁRGENES</u> .....	99
<u>7.6</u>	<u>MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN CONDICIONES METEREÓLOGICAS ADVERSAS</u> .....	100
<u>8</u>	<u>CUADRO RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DE MEJORA</u> .....	103
<u>9</u>	<u>VALORACIÓN ECONÓMICA</u> .....	104
<u>10</u>	<u>CONCLUSIONES</u> .....	108
<u>11</u>	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	109
<u>12</u>	<u>ANEJOS</u> .....	109



## 1 PRESENTACIÓN

Los accidentes de circulación constituyen hoy en día una de las principales causas de problemas de salud en todo el mundo. Como consecuencia de ello, ha aumentado la sensibilidad social en el tema y por ello, las exigencias a las administraciones públicas para que inviertan más recursos y así poder aumentar los niveles de seguridad en las carreteras. La atención prioritaria a la seguridad de la circulación constituye hoy en día un componente esencial del servicio que presta la carretera. Por ello, tanto los responsables de la gestión de las redes viarias como todos los que intervienen en el desarrollo de las tareas de planificación, proyecto, construcción, conservación y explotación están obligados a responder dentro de su campo de actuación a la demanda de mejora de la seguridad vial. Resulta necesario para ello plantear una estrategia que permitan reducir los niveles de riesgo de accidente mediante la puesta en práctica de medidas eficaces en todas las fases del proceso de desarrollo y explotación.

En respuesta a este problema latente descrito anteriormente, todos los países desarrollados y muchos otros emergentes han puesto en marcha programa de mejora de la seguridad vial. Estos programas comprenden una serie de actividades de distinto carácter, destinadas a mejorar los niveles de seguridad en una red viaria, siempre optimizando el empleo de los recursos disponibles.

## 2 INTRODUCCIÓN

Si trazamos una línea desde Algeciras a Irún, los setenta kilómetros de la N-I son el único tramo sin desdoblarse. Triste historia. Más triste aún, es el tramo con más puntos negros y con más accidentes en ese trayecto de mil kilómetros.

Todos los partidos políticos, cuando no gobernaban, han hablado de liberalizar la AP-1, vía que discurre paralelamente a nuestra carretera de estudio. Así es muy fácil reivindicar. Pero ningún ministro de Infraestructuras o Carreteras o Fomento, o como se quiera llamar, se ha mojado y ha apostado por evitar la sangría de la N-I. Sí, por muy duro que suene, sangría.

Los puntos negros o tramos de concentración de accidentes de la N-I se cuentan a puñados, la mayoría no reconocidos, por recordar sólo algunos, la curva de salida de Rubena hacia Quintanapalla; los cruces de esta localidad y Atapuerca; la bajada de la Brújula y la travesía de Monasterio; la recta, sí la recta, de Quintanavides; el paso de Prádanos de Bureba; el maldito cruce de El Vallés, en Briviesca, el alto de Parapa, sí éste en el que el toro de Osborne mira de reojo a la carretera; la curva que da entrada a Calzada de Bureba; el cruce de Cubo de Bureba



con la N-232; la travesía de Pancorbo; la bajada de Ameyugo; la rotonda de entrada a Miranda... Suma y sigue.

En todos ellos ha habido muchos muertos y muchas familias han quedado destrozadas. La carretera recuerda en varios puntos, con cruces y flores, al hijo, madre, padre, esposo o esposa fallecidos en accidente. Y las autoridades siguen mirando de perfil a la provincia. Muchos años perdidos y demasiadas vidas gastadas...

Lo realmente indignante es que se destine miles de millones de euros al rescate de las autopistas radiales de Madrid y sea incapaz de frenar la escalada de muertes de la N-I rescatando la AP-1, pero claro, la AP-1 hay que rentabilizarla y beneficiar a la empresa. Aquí vuelve a hacerse realidad el principio liberal de socializar las pérdidas y privatizar los beneficios. Qué mayor beneficio para la sociedad que la vida humana.

Entre las deficiencias detectadas, se vuelve a reiterar los problemas de señalización de los que adolecen muchos de los cruces de esta transitada vía, en los que faltan señales que indiquen, como ejemplo, una limitación específica de velocidad en los tramos de cruce al mismo nivel, o la necesidad de contar con carriles de incorporación en algún tramo especialmente peligroso.

No cabe duda que una de las mejores formas de paliar esta cadena de accidentes, tanto con muertes como heridos leves y graves, es la liberación de la ya mencionada AP-1.

Señalar que la AP-1 se adjudicó en 1974 por un periodo de 20 años de concesión, en el que se le ha concedido (a Europistas) cuatro prórrogas, la última acabará en el año 2018, pero cabe pensar de que haya una quinta o sexta prórroga hasta su liberación. Por todo esto, es necesario ejecutar una serie de medidas de seguridad vial para frenar sobre todo la constante accidentabilidad de la N-I, nuestra carretera. De ahí surge el presente trabajo fin máster, "Estudio de la mejora de la seguridad vial en la carretera N-I, en el tramo Burgos y Miranda de Ebro", cuya finalidad no es más que proponer una serie de medidas, preventivas y paliativas, para reducir la accidentabilidad.

Es cierto que desde hace unos años se realizan obras de mejora, mejoras que se aprobaron en el 2005, pero no es hasta ahora que se lleva a cabo. Pero no es suficiente. Los alcaldes de la zona y las plataforma vecinales, han pedido por activa y por pasiva que se abra y liberalice la autopista y la nacional quede para circulación interna, entre los pueblos. Pues no hay tutía. Nadie se moja, nadie se atreve a apostar por estos vecinos. A nadie le importa un habitante de Atapuerca (ojo, sí lo que se vende de Atapuerca), ni un vecino de Quintanavides, ni un labrador de Monasterio de Rodilla, Prádanos o Grisaleña o Berzosa de Bureba... a nadie.



### 3 LOCALIZACIÓN Y DATOS DE INTENSIDADES

La N-I, carretera convencional y radial, es uno de los principales ejes norte-sur, que en su origen comunicaba Madrid con la frontera francesa, Irún. Por este motivo, buena parte del tráfico procedente de Europa occidental discurre por esta vía.

La N-I comenzó a desdoblarse en los años 70, inicialmente el tramo entre Madrid y San Agustín del Guadalix, para dar como resultado la A-1. Durante los años 80 se desdobló el tramo comprendido entre este último y Burgos, a excepción del tramo que discurre por el Puerto de Somosierra, el cual mantuvo la carretera original y en su lugar se hizo la autovía mediante un túnel bajo dicho puerto, conocido como túnel de Somosierra, que fue finalizado a finales de los 80. Los tramos del País Vasco también fueron construidos durante los años 70 y 80 a excepción del tramo Alsasua-Idiazábal, que se finalizó en 2003. El tramo que discurre por el País Vasco mantiene la antigua denominación de N-I.

Se ha planteado la posibilidad de desdoblar el tramo de la N-I entre Burgos y Armiñón, pero el único tramo abierto es la conexión con la N-I, entre el inicio de la AP-1 y Villafría, que comparte con la BU-30 un tramo de 10 km.

La intensidad media diaria de la N-I está en torno a los 9000 vehículos, de los cuales la mitad son vehículos ligeros y la otra mitad son vehículos pesados. En los meses de verano la intensidad de vehículos ligeros se dispara, disminuyendo los pesados. En el resto de los meses del año hay un equilibrio entre ligeros y pesados, habiendo meses donde el número de pesados fue superior al de los ligeros; esta tendencia se ha repetido a lo largo de los años.

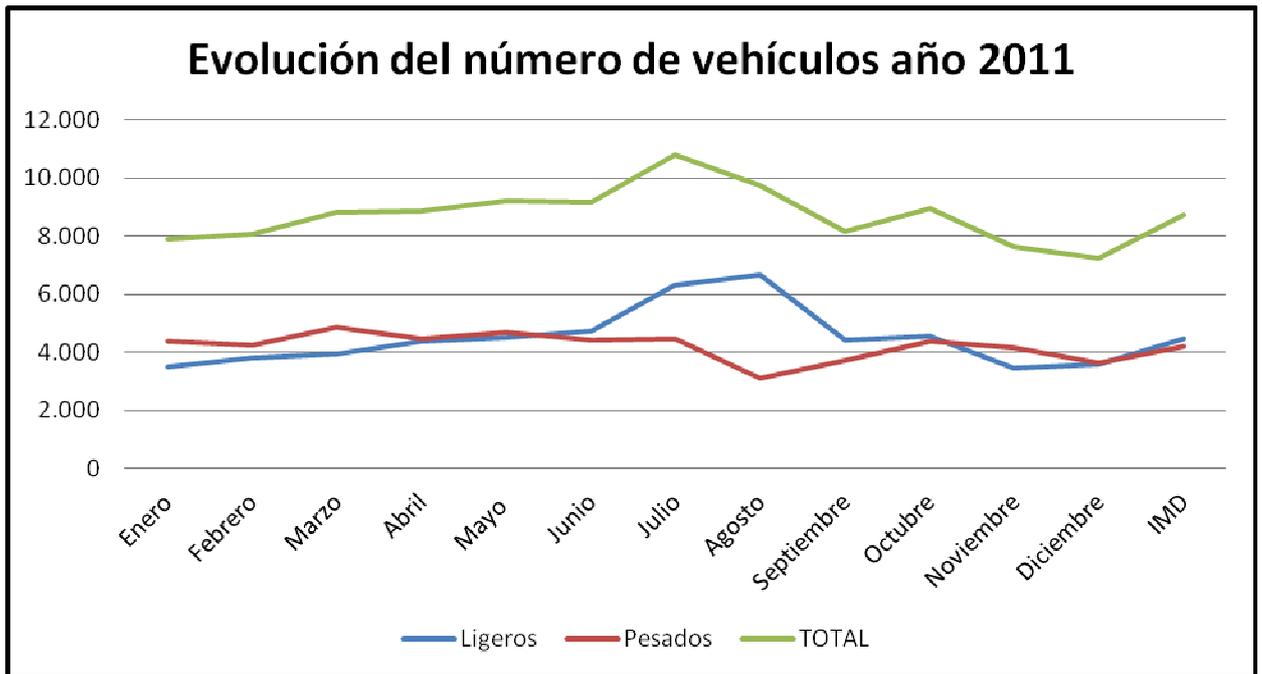


Ilustración 1 Evolución del número de vehículos año 2011

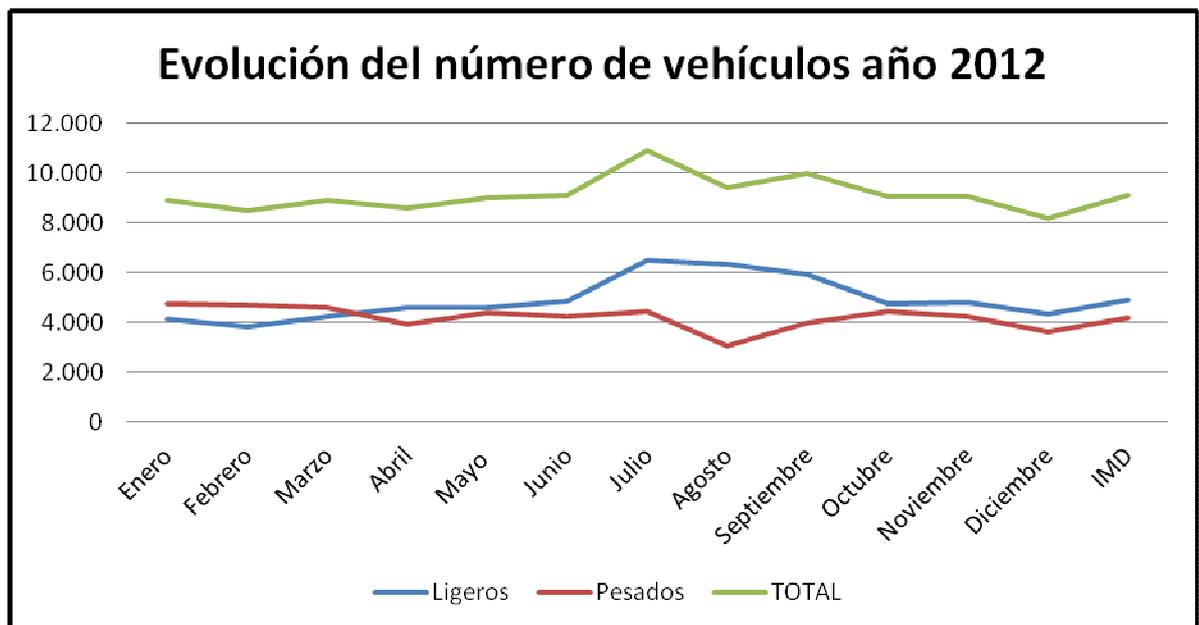


Ilustración 2 Evolución del número de vehículos año 2012

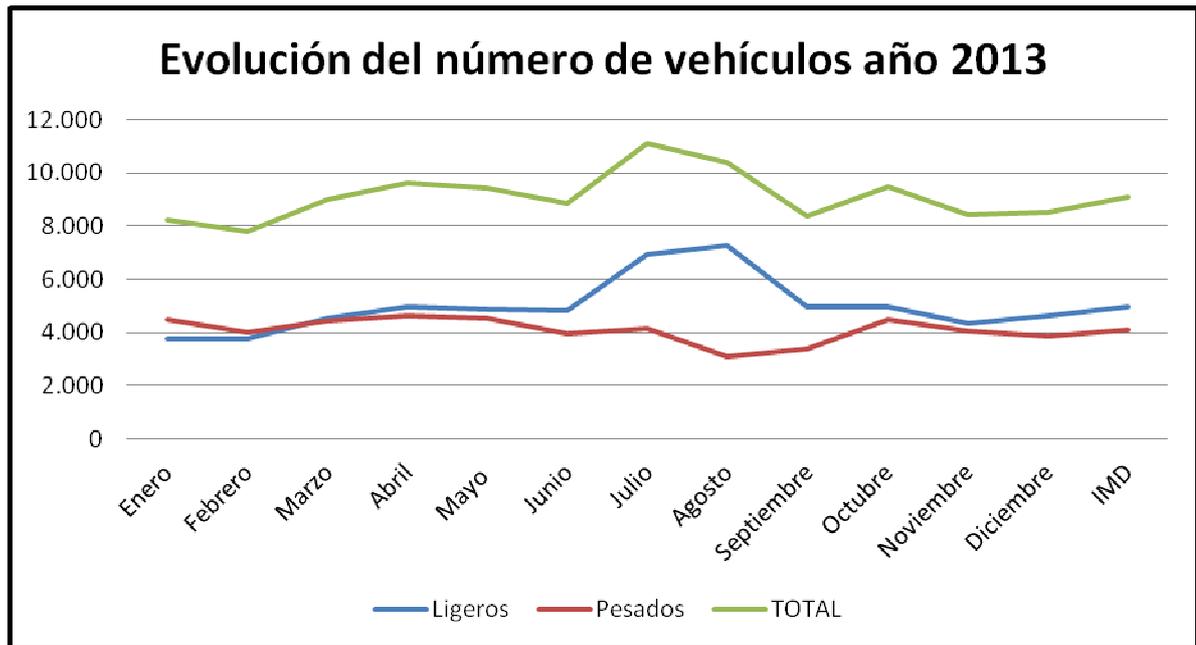


Ilustración 3 Evolución del número de vehículos año 2013

Existe grandes diferencias que hay de tránsito de automóviles y camiones entre los tres corredores que parten o pasan por Burgos. Las tres vías son la N-627, la de Santander; la N-120, hacia Logroño, y la propia N-I.

Las tres carreteras soportan volúmenes de vehículos parecidos, si bien la N-I supera a las otras dos. Así, a su paso por la Brújula por esta carretera circulan una media de 8.716 vehículos diarios. En la N-627, a la altura de Sotopalacios, pasan 8.207. Por la N-120, en Ibeas de Juarros, transitan 7.956.

Según este primer punto de medición podrían surgir dudas sobre qué carretera debería ser desdoblada, dado que la densidad de circulación es pareja. En el segundo lugar de cálculo, la cuestión parece más clara. De este modo, en la N-I, por Briviesca, pasan a diario 9.251 vehículos. Por la N-627, en Montorio -cruce con la carretera de Villadiego- circulan 2.659. A la altura de Belorado, en la N-120, transitan 4.229. Es decir que la carretera de Vitoria triplica en tráfico en este punto a la de Santander y duplica a la de Logroño.

Además del número total de vehículos, hay otros argumentos en favor de la N-I. El primero es el de los vehículos pesados. Mientras por esta vía el 48% del tráfico es de camiones, en la N-627 solo alcanza el 21% y en la N-120, el 42%. Por la primera cada día pasan 19 vehículos con mercancías peligrosas; por la segunda, 2 y por la tercera, diez. Y el número de coches extranjeros que circulan por la N-I es infinitamente superior, 1.906 por jornada, frente a los 19 de la carretera de Santander y los 291 de la de Logroño.

Con todos estos datos estamos en disposición de afirmar que nuestra carretera de estudio, si no es la vía más importante de la provincia, es una de las principales.

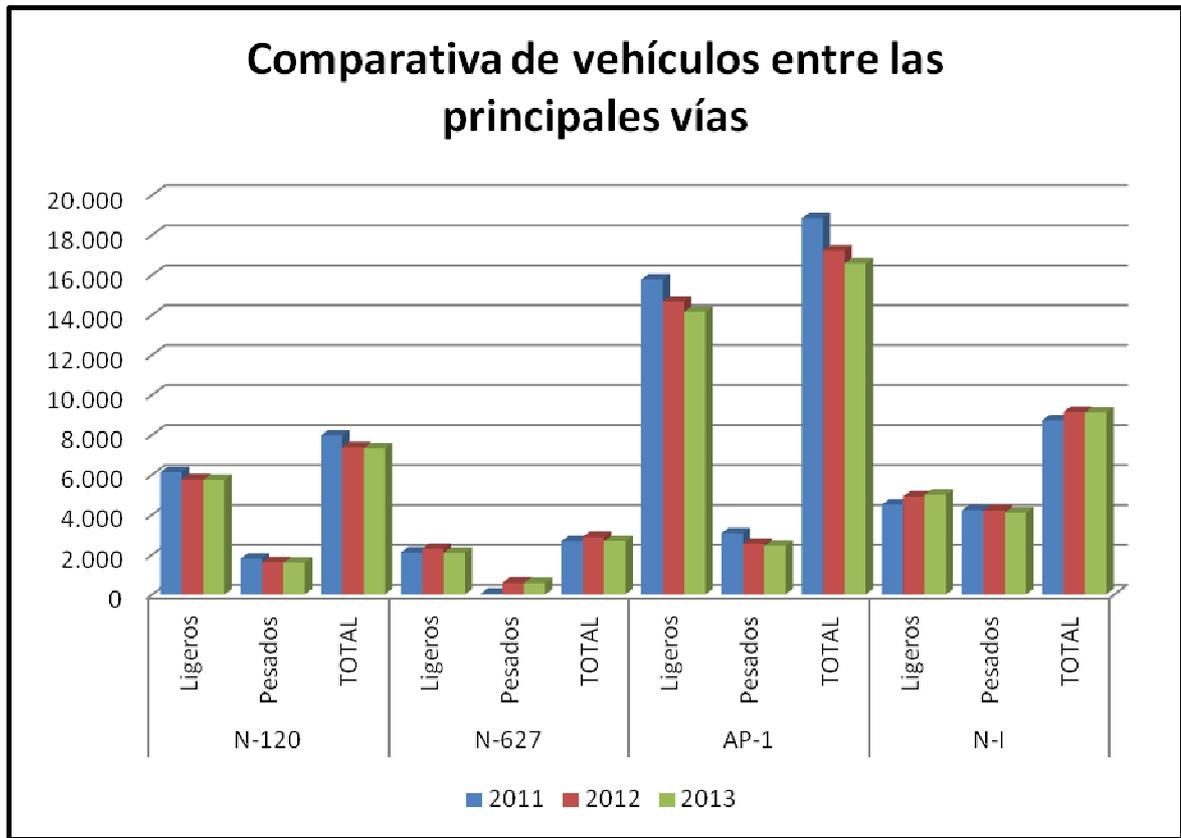


Ilustración 4 Comparativa de vehículos entre las principales vías de la provincia de Burgos

## 4 ACCIDENTABILIDAD

Son numerosos los estudios que analizan la peligrosidad de las carreteras (Racc, Automovilistas Europeos Asociados, etc.) en función de complicadas fórmulas en las que intervienen numerosos factores. En todas ellas la N-I queda mal parada. Ahora bien, nada como contabilizar el número de fallecidos en un periodo de tiempo y compararlo con el resto de las vías que recorren la provincia. Con esta sencilla cuenta la Nacional que separa Burgos capital de Miranda de Ebro se retrata y se sitúa, con mucha diferencia sobre el resto, como la carretera de más riesgo del territorio.

En la última década (2004-2014), han muerto 61 personas en ese trayecto. La AP-1 es la siguiente vía con más fallecidos en accidente de tráfico, con 40, un tercio menos.

El examen de la distribución de los muertos en accidente de tráfico revela datos preocupantes. El primero, que esas 61 víctimas mortales de la última década en la Nacional a Vitoria representan el 17,8% de las 341 vidas que se han cobrado las carreteras en la provincia de



Burgos desde 2004. Las 40 de la autopista suponen el 11,7% del total, siete puntos menos. La siguiente vía con más muertos es la A-1, con 33 y el 9,6% del total.

Después de estas vías de comunicación que destacan por la gran cantidad de tráfico que soportan, en cuarto lugar se encuentra la CL-629 (que une Sotopalacios con Villarcayo y el sur de Vizcaya). En el periodo analizado de tiempo han perecido 26 personas (7,6% del total). Después se sitúan la N-120, con 22 (6,4%); la N-623, con 13 (3,8%); la A-62, con 12 (3,5%); la N-627, también con 12; la N-122, con 9 (2,6%); la N-232, con 8 (2,3%), la N-234, con 6 (1,7%); la A-231, con 4 (1,1%), y, por último, la N-269, con tres fallecidos en los últimos diez años.

En 2012, una tercera parte de las víctimas mortales -cinco- perecieron en la N-I, lo cual sitúa a esta vía como la más peligrosa de Burgos. La siguiente carretera con más muertos ese año es la AP-1, donde se han contabilizado un total de tres.

En 2011 hubo que lamentar ocho víctimas mortales. En 2006 perecían un total de 12 personas. En el siguiente, 2007, la cifra bajaba hasta siete, y en 2008 se registró el mejor dato de la historia, con tan solo tres fallecidos. En 2009 hubo que lamentar seis, y en 2010, cuatro, todos ellos en el mismo accidente, ocurrido en Quintanapalla el 18 de agosto de 2010. Pero también hay que recordar que en estos años la cifra total de muertos en la provincia fue muy superior: en 2008, 42; en 2009, 43; en 2010, 35, y en 2007, 34.

El índice mortalidad de la Nacional -que relaciona el número de fallecidos con tráfico registrado- es un 31% superior al conjunto de las carreteras de la red estatal de naturaleza similar-, un 2,1 frente al 1,6.

No es de extrañar que los habitantes de los pueblos que flanquean la N-I pongan el grito en el cielo cuando se quejan del intenso tráfico pesado en la carretera. La mitad de los vehículos que circulan por esta vía son camiones, un hecho que de por sí solo es suficiente para suscitar el malestar de los vecinos de los pueblos. Pero hay otro dato aún más escalofriante. El 61% de las víctimas mortales que se han contabilizado en la Nacional en la última década perecieron en siniestros en los que estuvieron implicados vehículos pesados (lo cual no quiere decir que sus conductores fueran los responsables de los mismos). Si desde 2004 hasta la fecha han sido 67 los muertos registrados en accidente de tráfico en la N-I, 41 de ellos perdieron la vida en colisiones en las que estuvo presente un camión. Idéntico porcentaje surge al comparar el número de accidentes mortales producidos (independientemente del número de personas que perecieron). Si se han registrado 50 siniestros con uno o más fallecidos, en 31 de ellos se vio involucrado un tráiler.

Cabe destacar que pese a la elevada cifra de víctimas, 302 repartidos en 174 accidentes; que se han registrado en los últimos cinco años, tramo temporal para el cálculo estadístico de los TCA, no se han señalado ningún punto en la N-I al no estar concentrados en un kilómetro de carretera.

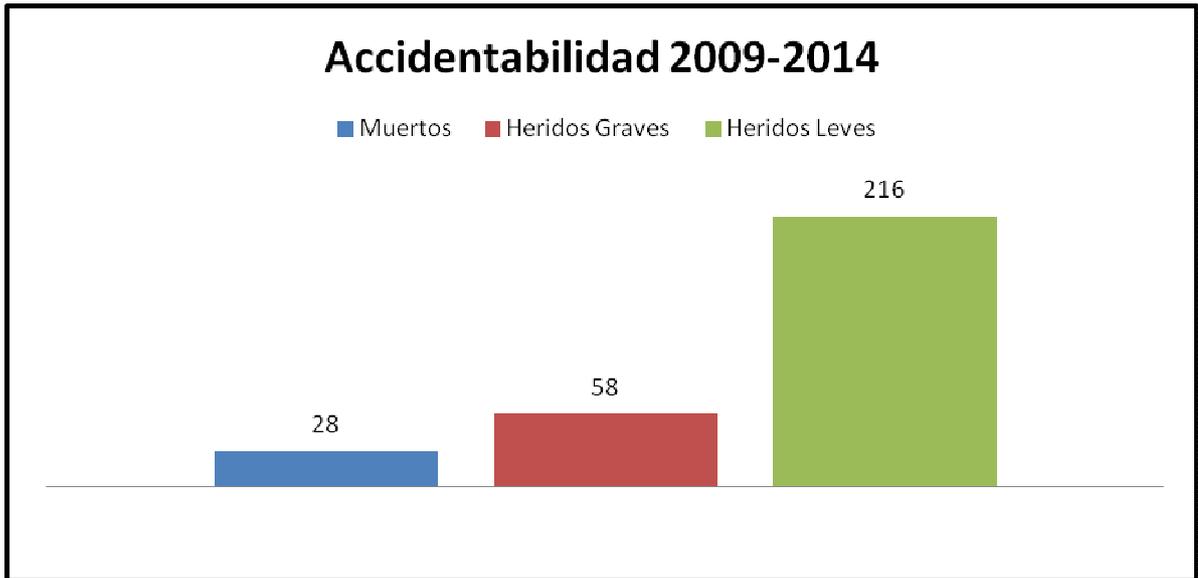


Ilustración 5 Accidentabilidad 2009-2014

Así da la paradoja de que pese a ser una de las vías con mayor accidentes graves de la provincia no se la incluye en las mejoras en seguridad vial del Ministerio de Fomento.

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, la N-I presenta una uniformidad en lo que se refiere a accidentabilidad; no hay un tramo o zona muy marcada que destaque por encima del resto.

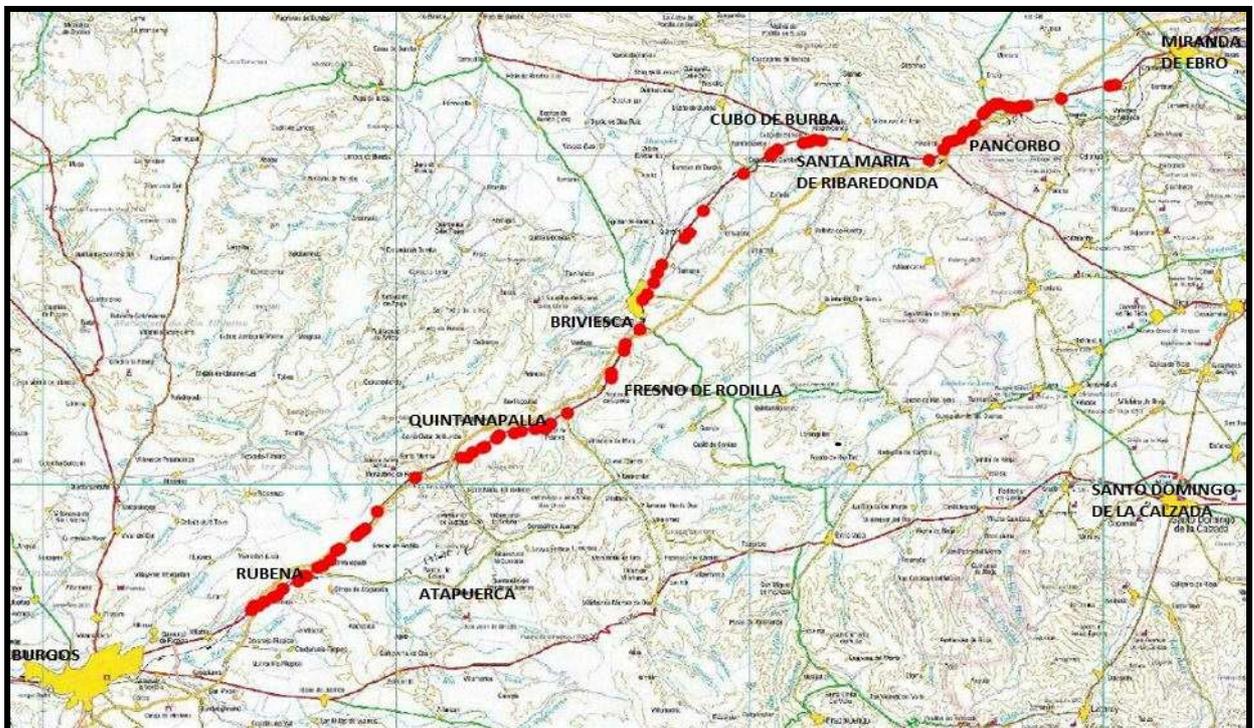


Ilustración 6 Distribución de los accidentes con víctimas mortales en la N-I en los últimos 12 años

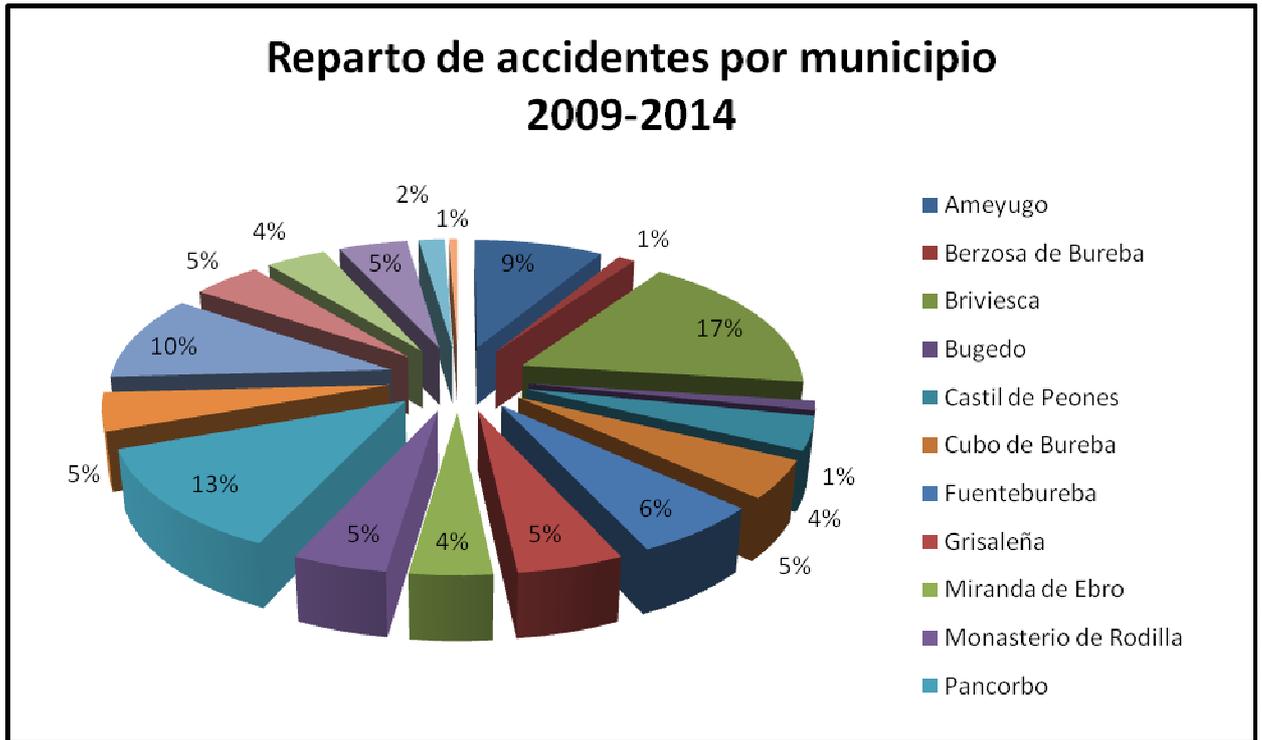


Ilustración 7 Reparto de accidentes por municipio

#### 4.1 TIPOLOGÍA DE ACCIDENTES

Estudiado los 174 accidentes ocurridos en los últimos 5 años, cabe destacar que más de la mitad (55%) fueron por colisión de vehículos en marcha, seguido por salidas de vías (39%), seguido muy de lejos por atropellos (2%), vuelco en la calzada (1%) y otros accidentes (3%).

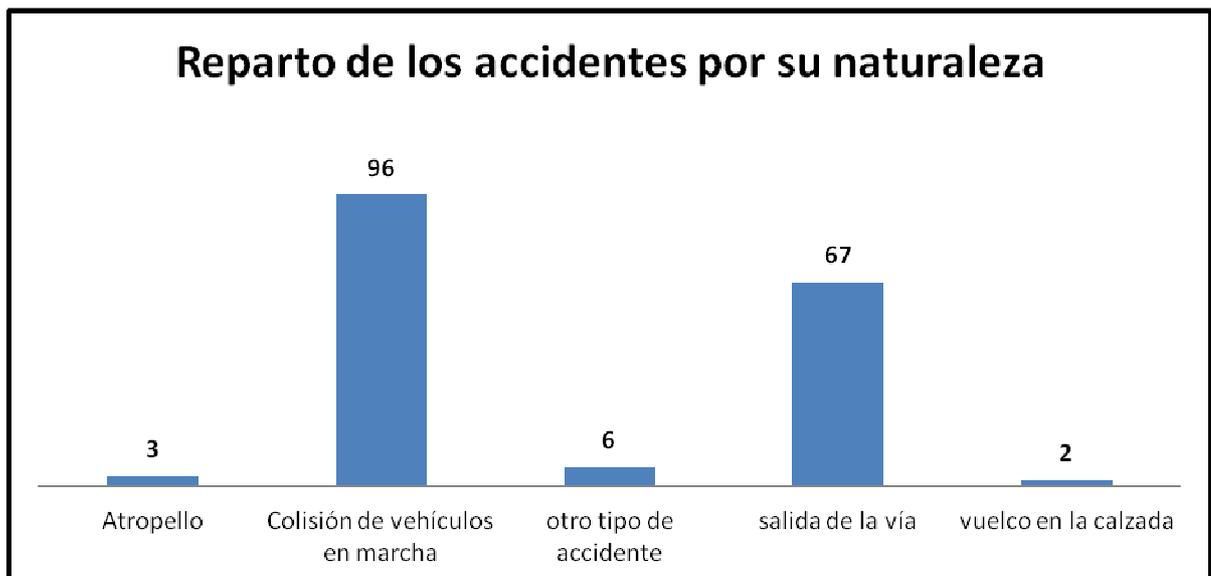


Ilustración 8 Reparto de los accidentes por su naturaleza

Dentro de la colisión de vehículos en marcha podemos diferenciar distintos tipos de colisión, siendo más frecuente la colisión frontolateral y alcance.

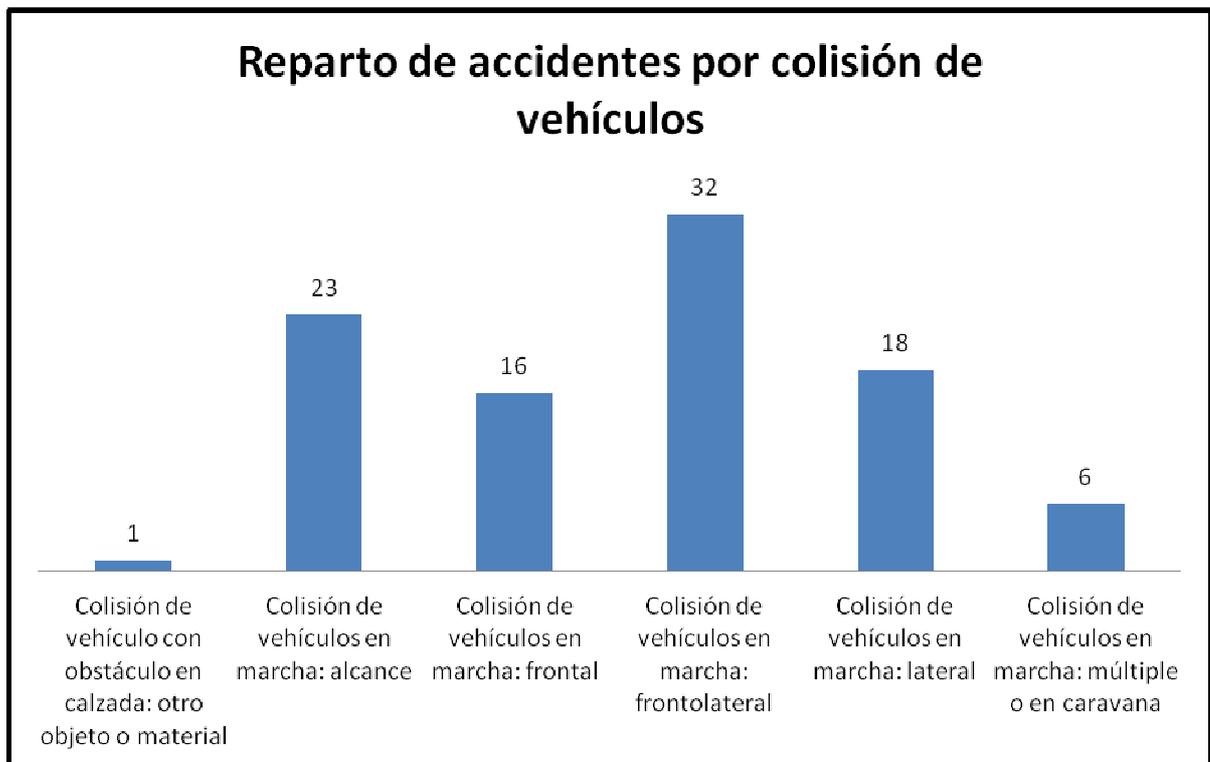


Ilustración 9 Reparto de accidentes por colisión de vehículos

Otro dato a tener en cuenta es que los accidentes producidos en los últimos 5 años se reparten casi por igual entre los 2 sentidos, siendo un poco mayor en el sentido ascendente (Burgos-Miranda de Ebro).

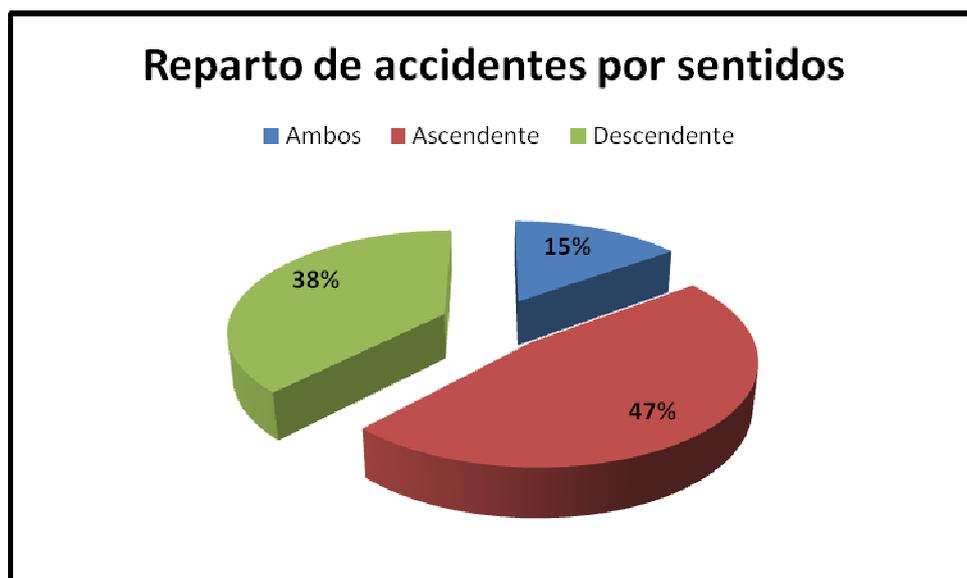


Ilustración 10 Reparto de accidentes por sentidos

También cabe destacar el gran número de accidentes sin víctimas que se han producido a lo largo de estos últimos 5 años; un total de 735 *accidentes*, sólo daños materiales. Un gran número de ellos causados por la salida de animales sueltos.

## 5 PROBLEMÁTICA ASOCIADA

Para el estudio de la problemática de la carretera, dividiremos la carretera en diferentes tramos, analizando en cada tramo el trazado, los accesos agrícolas, intersecciones, señalización horizontal y vertical y márgenes.

### 5.1 TRAZADO

El primer tramo es el correspondiente al municipio de Rubena. Una vez analizados los accidentes de los últimos 5 años, no sólo los accidentes con víctimas sino también los accidentes con sólo daños materiales, podemos dictaminar que el tramo más peligroso se encuentra entre los PK-250+000 y PK-253+000. La tipología de accidente que más se repite es la colisión de vehículos en marcha; también llama la atención los accidentes provocados por atropello de animales.



Ilustración 11 Planta del tramo de Rubena, entre el Pk-250+000 y Pk-253+000

En el plano del "estudio en planta de Rubena", se puede observar la geometría de los distintos elementos que compone en planta. En sentido ascendente podemos alcanzar grandes velocidades debido a los grandes radios de las curvas circulares, que están en torno a los 950 m. Después de esas curvas hay una gran recta que invita a aumentar la velocidad. Pasada la recta llega una serie de curvas circulares de 400 m.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 249+222	299	Recta	-
PK- 249+521	395	Curva	1004
PK- 249+916	388	Recta	-
PK- 250+304	437	Curva	802
PK- 250+741	179	Recta	-
PK- 252+920	152	Curva	907
PK- 251+072	1453	Recta	-
PK- 252+525	131	Curva	454
PK- 252+656	214	Recta	-
PK- 252+870	126	Curva	343
PK- 252+996	198	Recta	-

Esta diferencia de radios nos invita a pensar que puede ser una de las posibles causas de accidentes, produciéndose *una inconsistencia en el tramo*. Según la tabla 4.3 de la Instrucción de Carreteras, Norma 3.1 IC, podemos alcanzar una diferencia entre las diferentes curvas circulares de unos 35 Km/h.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (km/h)	RADIO (m)	PERALTE (%)
80	250	8,00
85	300	8,00
90	350	8,00
95	400	8,00
100	450	8,00
105	500	8,00
110	550	8,00
115	600	8,00
120	700	8,00
125	800	7,51
130	900	6,97
135	1050	6,25
140	1250	5,49
145	1475	4,84
150	1725	4,29

Ilustración 12 Tabla 4.3 Instrucción de Carreteras

En el *tramo de Quintanapalla*, zona de estudio entre los PK-252+000 y PK-256+000, hay que destacar que la recta situada en el PK- 252+612, cumple con las condiciones que marca la

Norma 3.1 IC, en cuestión de relación entre radios consecutivos, cuando la longitud de la recta intermedia es menor o igual a 400 metros.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 252+000	403	Recta	-
PK- 252+403	209	Curva	647
PK- 252+612	162	Recta	-
PK- 252+774	170	Curva	460
PK- 252+944	822	Recta	-
PK- 253+766	115	Curva	336
PK- 253+881	489	Recta	-
PK- 254+370	230	Curva	405
PK- 254+600	625	Recta	-
PK- 255+225	176	Curva	619
PK- 255+401	624	Recta	-

RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA		RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA	
	MÁXIMO	MÍNIMO		MÁXIMO	MÍNIMO
250	375	250	820	> 1720	495
260	390	250	840	> 1720	503
270	405	250	860	> 1720	510
280	420	250	880	> 1720	517
290	435	250	900	> 1720	524
300	450	250	920	> 1720	531
310	466	250	940	> 1720	537
320	481	250	960	> 1720	544
330	497	250	980	> 1720	550
340	513	250	1000	> 1720	556
350	529	250	1020	> 1720	561
360	545	250	1040	> 1720	567
370	562	250	1060	> 1720	572
380	579	253	1080	> 1720	578
390	596	260	1100	> 1720	583
400	614	267	1120	> 1720	588
410	633	273	1140	> 1720	593
420	652	280	1160	> 1720	598
430	671	287	1180	> 1720	602
440	692	293	1200	> 1720	607
450	713	300	1220	> 1720	611
460	735	306	1240	> 1720	616
470	758	313	1260	> 1720	620
480	781	319	1280	> 1720	624
490	806	326	1300	> 1720	628
500	832	332	1320	> 1720	632
510	859	338	1340	> 1720	636
520	887	345	1360	> 1720	640
530	917	351	1380	> 1720	644
540	948	357	1400	> 1720	648
550	981	363	1420	> 1720	651
560	1015	369	1440	> 1720	655
570	1051	375	1460	> 1720	659
580	1089	381	1480	> 1720	662
590	1128	386	1500	> 1720	666
600	1170	392	1520	> 1720	669
610	1214	398	1540	> 1720	672
620	1260	403	1560	> 1720	676
640	1359	414	1580	> 1720	679
660	1468	424	1600	> 1720	682
680	1588	434	1620	> 1720	685
700	1720	444	1640	> 1720	688
720	> 1720	453	1660	> 1720	691

Ilustración 13 Tabla de coordinación de curvas

También resaltar la curva de R=336 que no está acorde con la gran recta que la precede, que ayuda alcanzar velocidades mayores de 100 km/h , provocando una inconsistencia de trazado

ya que la velocidad específica para ese tipo de curvas es aproximado de 87 km/h. Esta inconsistencia puede provocar choques frontales o frontolaterales con el sentido contrario.



Ilustración 14 Curva peligrosa de radio reducido antes de llegar acceso de Quintanapalla

Tramo de Monasterio de Rodilla, PK-256+000 al PK-262+672, vuelve a llamar la atención la disparidad de radios y longitudes de recta que conforman este tramo. Lo más significativo es la longitud de la curva del PK-259+876, está situada entre dos rectas donde se puede alcanzar grandes velocidades ya que la preceden curvas de gran radio. Esta curva es la gran causante de los accidentes en este tramo, ya que produce un efecto garrote incumpliendo así las condiciones estéticas donde la curva puede ser tomada como una recta.

$$e = \frac{L}{2R} \approx \frac{1}{18}$$

$$L_{min} \geq \frac{R}{9}$$

$$L_{min} \geq \frac{234}{9}; L \geq 27 \text{ m}$$

$$L_{min} = 2 \times \sqrt{3 \times R}$$

$$L_{min} = 2 \times \sqrt{3 \times 234} \geq 92 \text{ m}$$



Ilustración 15 Planta de la curva donde se produce el efecto garrote, PK- 259+876

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 256+000	1018	Recta	-
PK- 257+018	93	Curva	394
PK- 257+111	140	Recta	-
PK- 257+251	109	Curva	241
PK- 257+360	600	Recta	-
PK- 257+960	185	Curva	1070
PK- 258+145	573	Recta	-
PK- 258+718	346	Curva	875
PK- 259+064	812	Recta	-
PK- 259+876	14	Curva	234
PK- 259+890	646	Recta	-
PK- 260+586	137	Curva	1084
PK- 260+723	943	Recta	-
PK- 261+666	224	Curva	1001
PK- 261+890	782	Recta	-

Estudiando el *tramo de Santa Olalla de Bureba-Castil de Peones-Quintanavides, PK- 265+200 al PK- 273+000*, llama la atención de que dos de cada tres accidentes con víctimas en este tramo es por salida de vía, y éstos se concentran entre el PK-267+600 y el PK-270+300.

Analizando la tabla del trazado en planta, uno se da cuenta que de nuevo hay una mezcla de grandes longitudes de rectas y con radios grandes de curva que enlazan con radios de curva muy pequeños, con lo que estamos nuevamente frente a una inconsistencia en el trazado.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 265+200	1120	Recta	-
PK- 266+320	192	Curva	1457
PK- 266+512	789	Recta	-
PK- 267+301	216	Curva	418
PK- 267+517	1233	Recta	-
PK- 268+750	389	Curva	6614
PK- 269+139	389	Recta	-
PK- 269+528	305	Curva	1734
PK- 269+833	169	Recta	-
PK- 270+002	360	Curva	535
PK- 270+362	209	Recta	-
PK- 270+571	177	Curva	1025
PK- 270+748	2082	Recta	-
PK- 272+830	144	Curva	966

El uso de curva cuyos radios son grandes y longitudes son pequeñas, para enlazar alineaciones rectas con ángulos muy bajos, provoca que el conductor no perciba la curva como tal, consiguiendo así una trazada recta con lo que provoca la salida en la calzada. En concreto, la curva de radio 1457 metros enlaza alineaciones rectas bajo un ángulo de 9 gonios, y la curva de 6614 metros enlaza rectas bajo un ángulo de 12 gonios.

*Tramo de Prádanos de Bureba, PK-273-400 al 278-700.*

En este tramo se vuelve a encontrar con la misma problemática que en el tramo anterior, grandes curvas con poco desarrollos que unen alineaciones rectas bajo un ángulo muy pequeño.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 273+400	247	Curva	1054
PK- 273+647	1111	Recta	-
PK- 274+758	193	Curva	2902
PK- 274+951	1224	Recta	-
PK- 276+175	394	Curva	7026
PK- 276+569	251	Recta	-
PK- 276+820	238	Curva	10773
PK- 277+058	304	Recta	-
PK- 277+362	134	Curva	598
PK- 277+496	334	Recta	-
PK- 277+830	210	Curva	696
PK- 278+040	42	Recta	-
PK- 278+082	239	Curva	680
PK- 278+321	159	Recta	-
PK- 278+480	153	Curva	700

Según la Norma 3.1 IC, para radios superiores a 5000 metros, para carreteras tipo I, el ángulo de giro entre rectas ( $\Omega$ ) inferiores a seis gonios (6 gon), para mejorar la percepción visual, se realizará la unión de la mismas mediante curva circular de radio tal que se cumpla:

$$D_c \geq 325 - 25 \times \Omega$$

Para la curva de radio 10773, tenemos un  $\Omega = 1,11$ ; con lo que da un  $D_c = 297,25$  metros; un valor superior al que tenemos en la realidad, 238 metros.

También sucede lo mismo con la curva de radio 2902, que tendría que cumplir con los dos requisitos de estética del tramo anterior para evitar el efecto garrote o codo.

$$\alpha = \frac{L}{2R} \geq \frac{1}{18}$$

$$L_{min} \geq \frac{R}{9}$$

$$L_{min} \geq \frac{2902}{9}; L \geq 322,44 \text{ m}$$

$$L_{min} = 2 \times \sqrt{3 \times R}$$

$$L_{min} = 2 \times \sqrt{3 \times 2902} \geq 186,61 \text{ m}$$

Tampoco cumple con la relación entre radios consecutivos del grupo 1, ya que tenemos una recta inferior a 400, 304 metros, que une curvas circulares de radio igual a 10773 metros con



curva circular de 598 metros, provocando así una falta de coordinación entre los elementos del trazado.

*Tramo de Briviesca, PK-278+900 al 284+000.*

En este tramo los accidentes se concentran especialmente en las curvas antes de llegar a la intersección de Briviesca, en la propia intersección de Briviesca y el tramo del Alto de la Parapa, donde el tramo es casi recto y con una elevada pendiente, lo que provoca el alcance de vehículos.

La curva situada en el PK-279+500, su problema radica en que tiene poco desarrollo, con lo que muchos conductores no perciben la curva y la toman como si fuera una recta, por eso es el principal motivo de las salidas de vía en ese punto.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 278+900	547	Recta	-
PK- 279+447	117	Curva	923
PK- 279+564	264	Recta	-
PK- 279+828	311	Curva	1046
PK- 280+139	271	Recta	-
PK- 280+410	130	Curva	538
PK- 280+540	259	Recta	-
PK- 280+799	80	Curva	577
PK- 280+879	1786	Recta	-
PK- 282+665	13	Curva	620
PK- 282+672	590	Recta	-
PK- 283+262	119	Curva	1713
PK- 283+381	626	Recta	-

El tramo del Alto de la Parapa, PK- 281+000 al PK- 285+000, llama la atención que está conformado por rectas de gran longitud unidas por desarrollos circulares muy pequeños de 80 y de 13 metros, esto va provocar salidas de vía y una gran variación de velocidades debidas a la pendiente y al gran número de vehículos pesados que circulan por la nacional.



Ilustración 16 Alto de la Parapa, PK- 283+250, entrada a la curva desarrollo circular de 119 metros, sentido ascendente



Ilustración 17 Tramo del Alto de la Parapa, PK-282+750, sentidos descendente, desarrollo circular de 13 metros provoca efecto garrote

*Tramo de Quintanillabón-Grisaleña, PK-284+000 al 291+000.*

En este tramo continúa con grandes variedades de radios y una gran recta que supera la longitud máxima, 1670 metros para una carretera C-100.

Se vuelve a no cumplir la coordinación de los elementos de trazado, ya que existe una recta menor de 400 metros enlazando curvas de radio 5249 y 470 metros.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 284+000	462	Recta	-
PK- 284+462	123	Curva	43364
PK- 284+585	3344	Recta	-
PK- 287+929	123	Curva	5249
PK- 288+052	366	Recta	-
PK- 288+418	71	Curva	470
PK- 288+489	826	Recta	-
PK- 289+315	147	Curva	379
PK- 289+462	760	Recta	-
PK- 290+222	216	Curva	194
PK- 290+438	175	Recta	-

En la curva de R= 5249 m, volvemos a tener el efecto garrote, como consecuencia del poco ángulo girado entre las alineaciones (4,45 Ω), y del poco desarrollo circular que debería ser:

$$D_c \geq 325 - 25 \times 4.45 \geq 213,75 \text{ m}$$

Como consecuencia de este defecto de la carretera se produce numerosas salidas de vía.



Ilustración 18 Salida de vía de un vehículo pesado en el PK-288+050

*Tramo de Fuentebureba-Cubo de Bureba, PK-291+100 al 296+000.*

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 291+100	182	Curva	292
PK- 291+282	1559	Recta	-
PK- 292+841	70	Curva	568
PK- 292+911	647	Recta	-
PK- 293+558	250	Curva	964
PK- 293+808	354	Recta	-
PK- 294+162	360	Curva	980
PK- 294+522	339	Recta	-
PK- 294+861	321	Curva	1168
PK- 295+182	814	Recta	-

Analizando el anuario de accidentabilidad se aprecia que uno de los puntos críticos de este tramo es la curva de radio reducido de 292 m, PK-291+100, que en sentido descendente le precede una recta de gran longitud. Esta combinación de elementos provoca las numerosas salidas de vía, debido a que los vehículos pueden alcanzar grandes velocidades en la recta, y la baja velocidad específica de la curva de 85 km/h.



**Ilustración 19 Salida de la recta y entrada a la curva de radio 292 m, sentido descendente**

Otro elemento de trazado problemático es la curva de radio 568, PK-292+841, cuya longitud es de 70 m, no cumple con las condiciones de estética, por lo tanto vamos a tener salidas de vía como así lo constata el informe de accidentabilidad. Según la Norma 3.1 IC:

$$L_{min} = 2 \times \sqrt{3 \times R}$$

$$L_{min} = 2 \times \sqrt{3 \times 568} \geq 82,56 \text{ m}$$



Ilustración 20 Curva de longitud de 70 m, sentido descendente

Tramo de Santa María Ribarredonda-Pancorbo, PK-296+000 al 304+000.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 296+000	489	Recta	-
PK- 296+489	125	Curva	1865
PK- 296+614	218	Recta	-
PK- 296+832	108	Curva	413
PK- 296+940	935	Recta	-
PK- 297+875	445	Curva	75511
PK- 298+320	1142	Recta	-
PK- 299+462	85	Curva	1173
PK- 299+547	1249	Recta	-
PK- 300+796	157	Curva	1507
PK- 300+953	481	Recta	-
PK- 301+434	75	Curva	1645
PK- 301+509	172	Recta	-
PK- 301+681	189	Curva	534
PK- 301+870	368	Recta	-
PK- 302+238	262	Curva	206
PK- 302+500	109	Recta	-
PK- 302+609	140	Curva	387
PK- 302+749	409	Recta	-
PK- 303+158	54	Curva	403
PK- 303+212	237	Recta	-
PK- 303+449	180	Curva	322
PK- 303+629	238	Recta	-
PK- 303+867	117	Curva	267

Analizando el anuario de accidentabilidad, destaca el gran número de salidas de vía que se producen en las curvas de PK-299+462 y PK-301+434. Son curvas cuya longitud no cumple con el mínimo exigido, para estos radios en concreto serían de 130 y 182 metros respectivamente. Esta deficiencia provoca que el conductor no perciba la curva con lo que provoca la salida de vía del vehículo.



Ilustración 21 Curva, PK-299+462, donde se produce numerosas salidas de vía

Tramo de Ameyugo, PK-304+000 al 312+210.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 304+000	120	Recta	-
PK- 304+120	193	Curva	125
PK- 304+313	80	Recta	-
PK- 304+393	100	Curva	104
PK- 304+493	101	Recta	-
PK- 304+594	92	Curva	1195
PK- 304+686	304	Recta	-
PK- 304+790	147	Curva	514
PK- 305+137	189	Recta	-
PK- 305+326	120	Curva	293
PK- 305+446	150	Recta	-
PK- 305+596	234	Curva	3126
PK- 305+830	206	Recta	-
PK- 306+036	108	Curva	813
PK- 306+144	99	Recta	-
PK- 306+243	118	Curva	447
PK- 306+361	498	Recta	-
PK- 306+459	138	Curva	193
PK- 306+997	96	Recta	-
PK- 307+093	72	Curva	222
PK- 307+165	136	Recta	-

PK- 307+301	149	Curva	210
PK- 307+450	338	Recta	-
PK- 307+788	156	Curva	589
PK- 307+944	871	Recta	-
PK- 308+815	230	Curva	303
PK- 309+045	360	Recta	-
PK- 309+405	64	Curva	514
PK- 309+469	670	Recta	-
PK- 310+139	63	Curva	387
PK- 310+202	328	Recta	-
PK- 310+530	144	Curva	829
PK- 310+674	1536	Recta	-

En este tramo llama especialmente la atención las numerosas rectas que no cumplen con las longitudes mínimas admisibles.

Estas longitudes son de 139 metros para alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario, y de 278 metros para alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido.

Estudiando la accidentabilidad en el tramo se descubre que casi la mitad de los accidentes se produce en la curva, PK- 308+815, en sentido ascendente, cuya tipología de accidente es salida de vía. Una de las causas podría ser el pequeño radio de la curva con lo que conlleva a una baja velocidad específica, 85 km/h, todo esto se ve agravado por el acceso al municipio de Ameyugo situado en la propia curva.



Ilustración 22 Curva de radio reducido, en la entrada al municipio de Ameyugo

Tramo de Miranda de Ebro, PK- 312+940 al 318+700.

Origen	Longitud (m)	Tipo de alineación	Radio (m)
PK- 312+940	1041	Recta	-
PK- 313+981	32	Curva	4091
PK- 314+013	542	Recta	-
PK- 314+555	295	Curva	565
PK- 314+850	1810	Recta	-
PK- 316+660	282	Curva	554
PK- 316+942	1073	Recta	-
PK- 318+015	164	Curva	564
PK- 318+179	518	Recta	-

En el tramo de Mirando de Ebro es necesario señalar que hay una recta que excede la longitud máxima recomendada por la Norma 3.1 IC, con lo que provoca excesos de velocidad.

## 5.2 ACCESOS AGRÍCOLAS, RESIDENCIALES U OTROS

Se consideran accesos a una carretera estatal:

- ✓ Las conexiones de ésta con las vías de servicio de la propia carretera o con otras vías no estales.
- ✓ Las entradas y salidas directas de vehículos a núcleos urbanos e industriales, y a fincas y a predios colindantes.

Los accesos constituyen un elemento de potencial alteración de las condiciones de circulación debido a la baja velocidad de los movimientos de incorporación o de la salida de vehículos y a la interferencia de estos movimientos con las trayectorias de la circulación principal. En muchos casos, los problemas se deben a la ausencia de la canalización de los accesos o es inadecuada para los movimientos que soporta.

En carreteras que soportan intensidades de tráfico elevadas como es nuestro caso, las reducciones de velocidad o incluso las detenciones de los vehículos que inician la maniobra de giro hacia el acceso y los movimientos de incorporación a la carretera originan diferencias de velocidad acusados y pueden dar lugar a alcances, colisiones laterales o maniobras de adelantamiento inapropiadas. Todo esto se puede ver agravado por los ángulos agudos en la incorporación o la existencia de acuerdos verticales, construcciones o vegetación que obstruyan la visión.

En este *tramo de Rubena*, los principales accesos se encuentran en la recta de más de 1400 m, son accesos a complejos industriales, por lo tanto; la entrada y salida de vehículos pesados están asegurados.



Ilustración 23 Localización de los accesos a núcleos industriales, tramo de Rubena

En las fotografías se puede apreciar roderas y suciedad que dejan a su paso los vehículos, esto puede contribuir accidentes. Señalar también la ausencia de isletas de canalización en el acceso al complejo de la empresa de transporte.

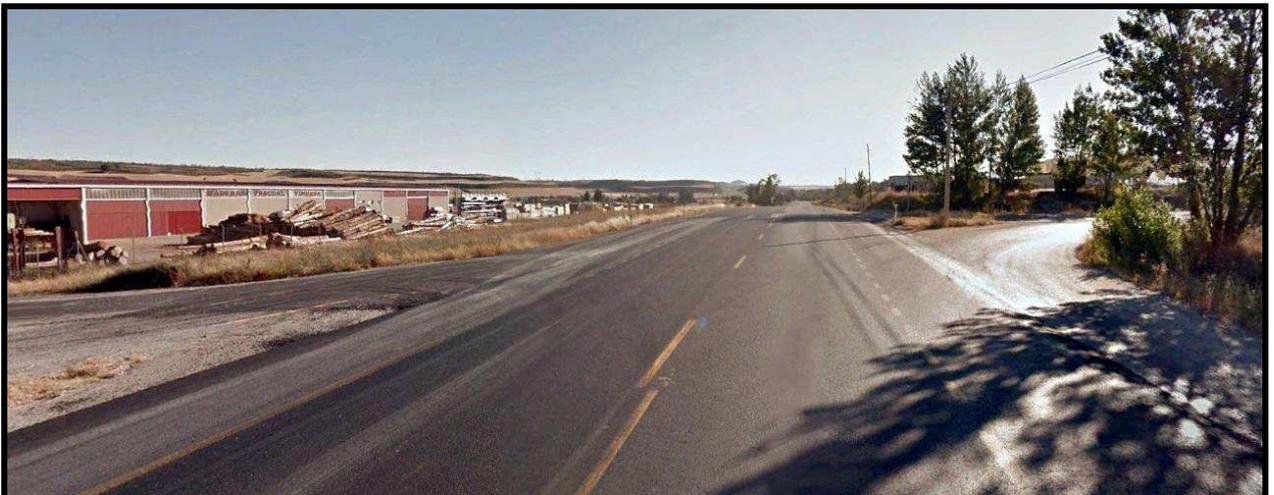


Ilustración 24 Accesos en el tramo de Rubena, Pk-252, sentido ascendente



Ilustración 25 Entrada a la empresa de cementos



Ilustración 26 Acceso a la empresa de transportes sin canalizar, sentido descendente

Pero la verdadera problemática que se da es el cruce de vehículos, para tal fenómeno se estudiará a continuación la distancia de cruce tal como aparece en la Norma 3.1-IC .

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

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



Siendo:  $D_c$  = distancia de cruce (m).  
 $V$  = velocidad (km/h) de la vía preferente.  
 $t_c$  = tiempo en segundos que se tarda en realizar la maniobra completa de cruce.

El valor de  $t_c$  se obtiene de la fórmula:

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

Siendo:  $t_p$  = tiempo de reacción y percepción del conductor, en segundos. Se adoptará siempre un valor constante igual a dos segundos ( $t_p = 2$  s).  
 $l$  = longitud en metros del vehículo que atraviesa la vía principal. Se considerarán los siguientes valores, en función del estudio del tipo de tráfico en el cruce:  
 $l = 18$  m para vehículos articulados.  
 $l = 10$  m para vehículos pesados rígidos.  
 $l = 5$  m para vehículos ligeros.  
 $w$  = anchura del 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.

Para nuestra vía tenemos:

Una  $V$ , igual a 100 Km/h, ya que nuestra carretera 7/10.

$t_p=2$  segundos, tal y como marca la norma.

$l= 10$  m, por tener vehículos pesados. rígidos.

$w= 7$  m, anchura de la calzada

$j=0,0075$  por tener vehículos pesados rígidos.

Con todos estos datos nos da una *distancia de cruce de 261 metros*.

Se puede comprobar que esa distancia se cumple para los dos accesos.



Ilustración 27 Visibilidad en la salida de la industria de cerámicas



Ilustración 28 Visibilidad en la salida de la industria maderera

También es reseñable la *ausencia de carriles de deceleración* para la entrada a la industria cerámica y *carriles de deceleración* para las dos instalaciones. Esta ausencia de carriles es muy probable que sea el causante de los accidentes de colisión del tipo alcance, que se produce en este punto kilométrico de la vía. Los vehículos ligeros pueden alcanzar grandes velocidades debido a la gran recta, y los vehículos pesados están obligados a reducir (vía de deceleración), y aumentar la velocidad (vías de aceleración) en un espacio muy pequeño.

Esta ausencia de carriles de cambio de velocidad, no está en consecuencia con la Norma 3.1-IC de trazado, exige la proyección de carriles de cambio de velocidad de aceleración y deceleración, independientemente de la existencia o no de carriles adicionales en los siguientes casos:

- ✓ Entradas y salidas de carreteras de calzadas separadas, vías rápidas y carreteras convencionales de clase C-100, que es nuestro caso, y C-80.
- ✓ Entradas y salidas de carreteras de clase C-60 que tengan una IMD superior a mil quinientos.

- ✓ En cualquier otro caso previa justificación.

En el *tramo de Quintanapalla*, PK- 254+000, nos encontramos con el acceso al municipio de Quintanapalla. Su situación no es la más apropiada ya que está situado justo a la salida de la curva de R= 336 metros.



Ilustración 29 Situación del acceso al municipio de Quintanapalla

El acceso es una intersección en T, que cuenta con una raqueta para facilitar los giros a izquierda, que a su vez está conectado a un camino rural, que no está pavimentado dotando así suciedad al acceso. La raqueta proporciona trayectorias más rectas a la hora de realizar el giro a izquierda, que los carriles de espera; pero éstos son menos peligrosos que las raquetas, ya que en éstas últimas hay que atravesar los dos sentidos de circulación.



Ilustración 30 Acceso al municipio de Quintanapalla, sentido ascendente

Nuestro acceso dispone de isleta central que canaliza los movimientos, de entrada y de salida. Los giros a derecha no son muy elevados aunque debido a la estacionalidad de la carretera, aumentan en meses de verano llegando a intensidades horarias para ese movimiento de 25 o

más vehículos, por lo que sería conveniente la implantación de isletas triangulares cuyo lado sea de al menos de 4 metros y complementarlas con un carril de deceleración.



Ilustración 31 Acceso del municipio de Quintanapalla

La distancia de visibilidad de cruce para este acceso, es de 180 metros. Se ha calculado con la fórmula anterior del tramo de Rubena, con las siguientes variables:

Una  $V$ , igual a 100 Km/h, ya que nuestra carretera 7/10.

$t_p=2$  segundos, tal y como marca la norma.

$l= 5$  m, para vehículos ligeros.

$w= 7$  m, anchura de la calzada.

$j=0,15$  para vehículos ligeros.

La distancia de visibilidad de cruce se puede visualizar en la entrada y salida del acceso, pero habría que cuidar la disposición de la señalización ya que podría influir en la visual.



Ilustración 32 Visibilidad en la salida de Quintanapalla

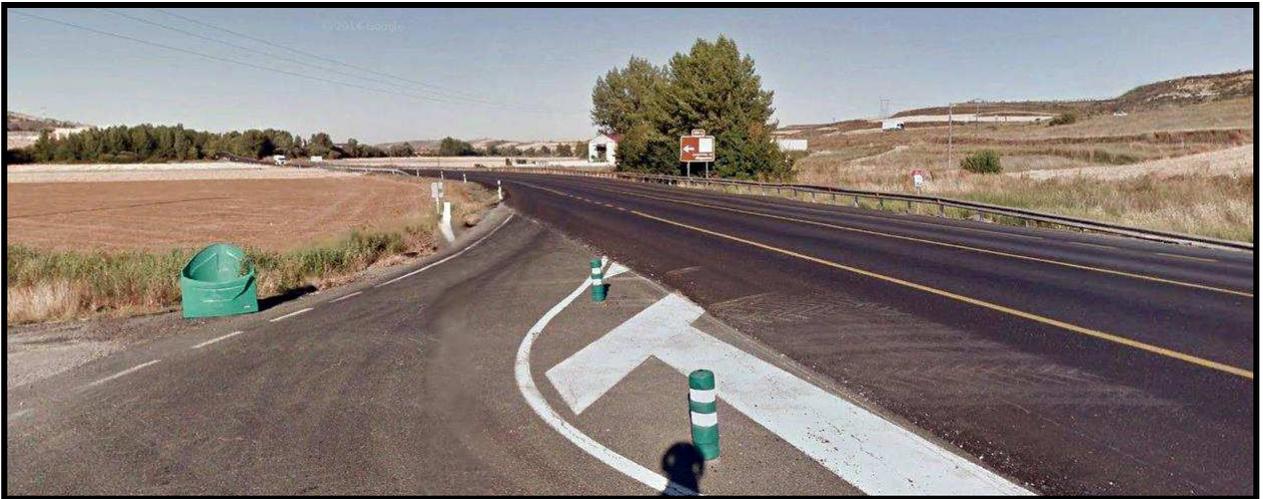


Ilustración 33 Visibilidad en la entrada a Quintanapalla



Ilustración 34 Salida del municipio de Quintanapalla, la visual es afectada por la vegetación y la señalización

A continuación del acceso principal del municipio de Quintanapalla, nos encontramos con una serie de accesos rurales y otros que dan al pueblo. Estos accesos se concentran en poco más de 1 km, incumpliendo así las recomendaciones que aconsejan limitar los accesos a 0,5 accesos/km, ya que a partir de ese valor el índice de peligrosidad se dispara. También se aconseja que la distancia entre accesos sucesivos sea de al menos de 600 metros.

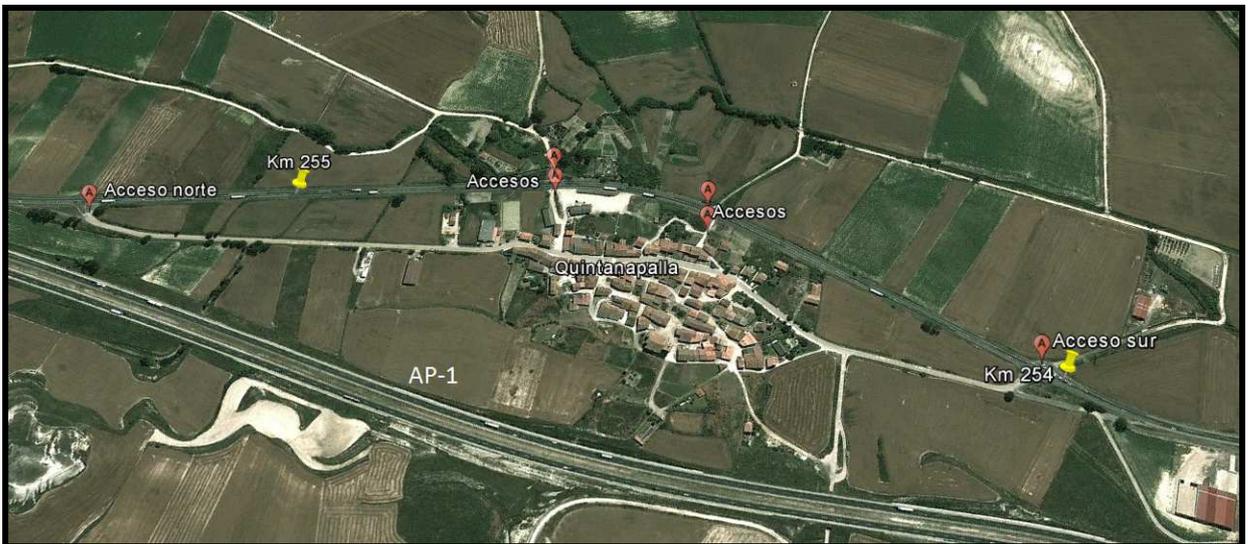


Ilustración 35 Planta de los accesos del tramo de Quintanapalla

Muchos de estos accesos se encuentran en la entrada o salida de curva, teniendo problemas de visibilidad debido a la vegetación, incumpliendo así la distancia de cruce. En la mayoría de estos accesos, los movimientos no están canalizados mediante isletas y no están asfaltados al provenir de caminos rurales dejando así suciedad en la calzada principal



Ilustración 36 Accesos en el tramo de Quintanapalla, PK-254+400



Ilustración 37 Accesos en el tramo de Quintanapalla, PK-254+600

En el PK- 255+200, se sitúa el acceso norte a Quintanapalla, justo en la salida de la curva, en sentido descendente, de  $R= 619$  m. Es una intersección en T canalizada mediante isleta central, donde el giro a la izquierda está prohibido desde la principal.



Ilustración 38 Acceso norte del tramo de Quintanapalla, PK-255+300



Ilustración 39 Visibilidad en la salida del acceso norte de Quintanapalla, PK-255+300



Ilustración 40 Entrada al acceso norte, sentido descendente, PK-255+300

Tramo de Monasterio de Rodilla, PK-256+000 al PK-262+672, antes de llegar a la travesía de Monasterio de Rodilla nos encontramos con una serie de todo tipo de accesos, a áreas de servicio, caminos rurales a predios...



Ilustración 41 Planta de los accesos en tramo de Monasterio de Rodilla

Podemos observar que el gran número de accesos, excede a la recomendación de no más de 0,5 accesos por kilómetro también se aprecia que los accesos no están pavimentados en los 20 últimos metros y algunos no son horizontales, están en pendiente.



Ilustración 42 Acceso rural en el PK- 257+600



Ilustración 43 Acceso rural en el PK-258+500



Ilustración 44 Acceso rural en el PK-261+300



Ilustración 45 Acceso a vía de servicio, PK- 259+800



Ilustración 46 Acceso a vía de servicio, PK- 259+800

*En el tramo de Santa Olalla de Bureba-Castil de Peones-Quintanavides, PK- 265+200 al PK- 273+000, la densidad de accesos no es muy elevada comparada con el resto de tramos de la carretera.*

Nos volvemos a encontrar con accesos rurales bastante descuidados, y accesos a las localidades limítrofes, Santa Olalla de Bureba, Castil de Peones y Quintanavides.



Ilustración 47 Salida de la localidad de Castil de Peones

*Tramo de Prádanos de Bureba, PK-273-400 al 278-700.*

Se vuelve a cumplir en que los accesos a las localidades, se resuelve mediante una raqueta, sin carriles de deceleración ni de aceleración, con el peligro que conlleva, produciéndose numerosos alcances.



Ilustración 48 Entrada a Prádanos de Bureba

También nos encontramos, en menor medida, accesos a caminos rurales, cuya apariencia no es la más recomendable.



Ilustración 49 Estado en el que se encuentra el acceso a Valdesorda

*Tramo de Briviesca, PK-278+900 al 284+000.*

En este tramo nos encontramos el acceso más complicado de la N-I, que es el cruce a Briviesca, que se estudiará más adelante en las intersecciones. En este tramo se encuentra el acceso al municipio de Cameno, donde se vuelve a cumplir la problemática de los anteriores accesos, carencia de carriles de deceleración y de aceleración.

La visibilidad en este acceso concreto es buena, cumpliéndose con la distancia de cruce, 180 metros.



Ilustración 50 Acceso a la localidad de Cameno, PK-282+800

*Tramo de Quintanillabón-Grisaleña-Fuentebureba-Cubo de Bureba, PK-284+000 al 296+000.*



Ilustración 51 Acceso a Fuentebureba



Ilustración 52 Acceso a Cubo de Bureba

*Tramo de Santa María de Ribarredonda-Pancorbo, PK-296+000 al 304+000.*

En este tramo vuelve haber numerosos accesos a lo largo de la carretera, muy superior al número de lo aconsejado; estos accesos lo que provocan grandes discrepancias de velocidades.



**Ilustración 53 Planta del tramo Santa María de Ribarredonda-Pancorbo**

Se vuelve a encontrar accesos sin canalizar, esto va provocar un aumento de áreas de conflicto, comportamientos desordenados y confusión aumentando la accidentabilidad. Sin una adecuada canalización se va producir giros en puntos no convenientes, que con una isleta se resolvería ese problema y a poder ser mejor elevadas.

Accesos cuyo ángulos de intersección con la vía principal es menor de 60 grados, disminuyendo así la visibilidad de cruce.



**Ilustración 54 Acceso sin canalizar a Villanueva de Teba, PK-296+600**

También se aprecia accesos en cambios de rasante, donde claramente la visibilidad disminuye muy por debajo de la necesaria.



Ilustración 55 Acceso a camino rural justo antes de cambio de rasante

Accesos complejos, como el acceso sur a Pancorbo, crean en el conductor un estado de duda y confusión, lo que provoca que se cometa errores en la elección de la trayectoria e intente rectificarla, aumentando el riesgo de accidentes.



Ilustración 56 Acceso sur a Pancorbo



Ilustración 57 Acceso norte a Pancorbo, con ángulo de intersección bajo

*Tramo de Ameyugo, PK-304+000 al 312+210.*

En este tramo la densidad de accesos no es muy elevado, el principal problema se sitúa en los accesos a los recintos hosteleros, ya que no se da la visibilidad de cruce no es muy elevada.



Ilustración 58 Acceso al complejo hostelero



Ilustración 59 Visibilidad en la salida sentido Miranda de Ebro



Ilustración 60 Visibilidad en el acceso en el sentido a Burgos

También el acceso a la autopista desde la Nacional, presenta problemas de visibilidad.



Ilustración 61 Acceso a la AP-1 desde la N-I

*Tramo de Miranda de Ebro, PK- 312+940 al 318+700.*

El acceso más importante es el de hospital, presenta carriles de espera y de carriles de aceleración y deceleración. Los movimientos están encauzados mediante isletas separando los giros a derechas. Tampoco se puede decir que presente problemas de visibilidad.



Ilustración 62 Acceso al hospital de Miranda de Ebro

En este tramo el problema principalmente es la alta densidad de accesos al polígono y a las edificaciones próximas a la travesía.



Ilustración 63 Accesos en la N-I



Ilustración 64 Accesos a propiedades colindantes

### 5.3 INTERSECCIONES

Las intersecciones se consideran puntos singulares, que modifican las condiciones de circulación de los vehículos, por lo que en ellas la accidentabilidad es por lo general más elevada que en los tramos contiguos de carreteras.

A la hora de estudiar las intersecciones se tendrá que tener en cuenta la capacidad, la velocidad e intensidades de la vía principal, pero no sólo basta con esto, también hay que tener en cuenta, la disposición y acondicionamiento de la intersección, fijándose en los ángulos de cruce, canalización de giros, disposición de carriles centrales de espera, disposición y longitudes de carriles de aceleración y deceleración, distancias de visibilidad y la situación de la intersección con respecto al trazado en planta y alzado.

*Tramo Quintanapalla, PK-253+000 y PK-256+000.*

En este tramo se localiza una de las intersecciones más peligrosas de la carretera objeto de estudio, una de ellas es la intersección (PK- 253+500) de la N-I con la carretera de Atapuerca (BU-701), cuya IHP no es muy elevada, < 100 vehículos.



Ilustración 65 Intersección N-I con la carretera de Atapuerca

En la imagen podemos observar que la intersección está dispuesta en forma de T, que hay una carencia de carriles de deceleración y de carriles centrales de espera. Además en el sentido hacia burgos, sentido descendente, la maniobra de giro a la izquierda es poco intuitiva, y la falta de espacio es notable.

La intersección es de tipo T, con isleta de separación en la carretera secundaria que contribuye a que las trayectorias se corten en ángulos aproximadamente rectos. En general será suficiente en nuestro caso ya que en la carretera secundaria no tiene una elevada intensidad de vehículos y tampoco se produce una gran cantidad de giros a la derecha.



Ilustración 66 Isleta central en la intersección de Atapuerca

La distancia de visibilidad de cruce se ha calculado como marca la Norma 3.1 IC, su valor en este caso es de 180 metros.



Ilustración 67 Vista de la N-I a 180 m antes del cruce de Atapuerca, sentido ascendente



Ilustración 68 Percepción visual desde el cruce en sentido descendente



Ilustración 69 Visual desde la carretera secundaria a 3 metros de la principal, en el cruce de Atapuerca, afectada por la vegetación

Con las imágenes podemos constatar que el cruce no tiene buena visibilidad por culpa de la vegetación, ya que la distancia que hay a 3 metros de la calzada principal es inferior a la distancia de visibilidad de cruce incumpliendo así con la normativa.

#### *Tramo de Santa Olalla de Bureba-Castil de Peones-Quintanavides*

En el tramo PK-264+500, nos encontramos con otra intersección muy parecida a la anterior. Es una intersección entre la N-I y la BU-702, que da acceso a los municipios de Santa María de Invierno y Villaescusa.



Ilustración 70 Situación de la intersección en la N-I

Es un intersección en T, donde nuevamente carece de carriles de aceleración y de deceleración provocando alcances.

La visibilidad de cruce tiene que ser superior a 190 metros, para una C-100 y pendiente del 2%, pero esta visibilidad no se cumple por culpa de la vegetación de los márgenes y cartelería.



Ilustración 71 Visibilidad en la salida de la BU-702 a su cruce con la N-I

Además esta intersección, está situado después de una pendiente del 3,5%, por lo que hace pensar que lo vehículos alcanzarán mayores velocidades de 100 km/h, y por lo tanto la distancia de cruce será mayor de 190 metros.

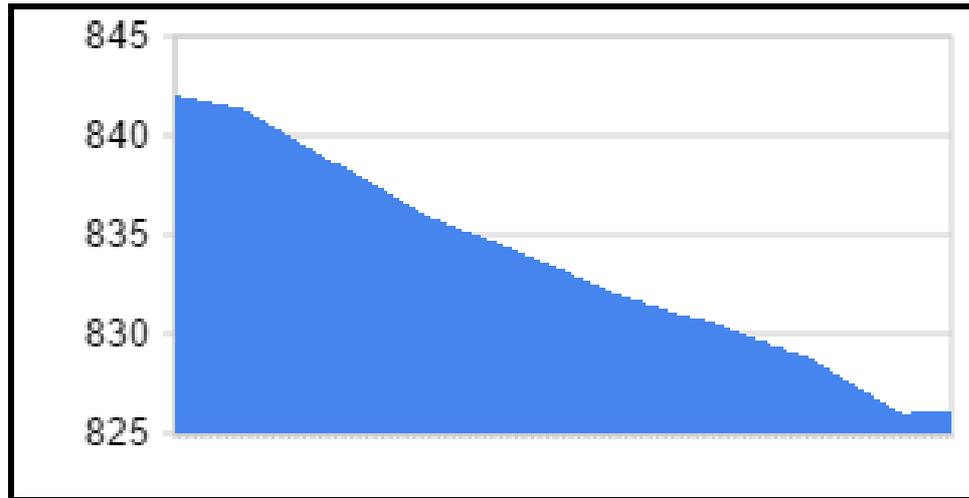


Ilustración 72 Perfil longitudinal del terreno a 400 metros antes de llegar a la intersección, en sentido ascendente

*Tramo de Briviesca, PK-278+900 al 284+000.*

En este tramo nos encontramos a la intersección que se ha llevado más vidas humanas a lo largo de la historia de la N-I. Esta intersección conocida como el Cruce del Vallés está situada en el PK-280+300, confluye el acceso al municipio de Briviesca, la N-I y la BU-720.

Cabe señalar que en verano del 2014 se inauguró la medida tomada por Fomento a esta intersección, un paso elevado con rotondas que más adelante se detallará.

Pero hasta la fecha el estado de la intersección era la siguiente, estaba situada a continuación de una alineación curva. Es una intersección de tipo en cruz donde no hay carriles de aceleración ni deceleración, tampoco hay carriles de espera. Los movimientos están segregados mediante isletas.

Como se ha dicho al principio del trabajo, la intensidad de la vehículos pesados en la carretera es elevada al igual que en los accesos de la intersección, ya que este cruce es frecuentado por los vehículos pesados que se dirigen al polígono industrial de Briviesca, por lo tanto nuestra distancia de cruce se eleva a los 261 metros, por lo tanto esto es un peligro más a la ya peligrosa intersección.



Ilustración 73 Intersección en el PK-280+300, en Briviesca



Ilustración 74 Estado de la intersección del Vallés antes del inicio de las obras de mejora



Ilustración 75 Estado de la intersección del Vallés antes del inicio de las obras de mejora



Ilustración 76 Estado del Cruce del Valles, antes de las obras de mejora

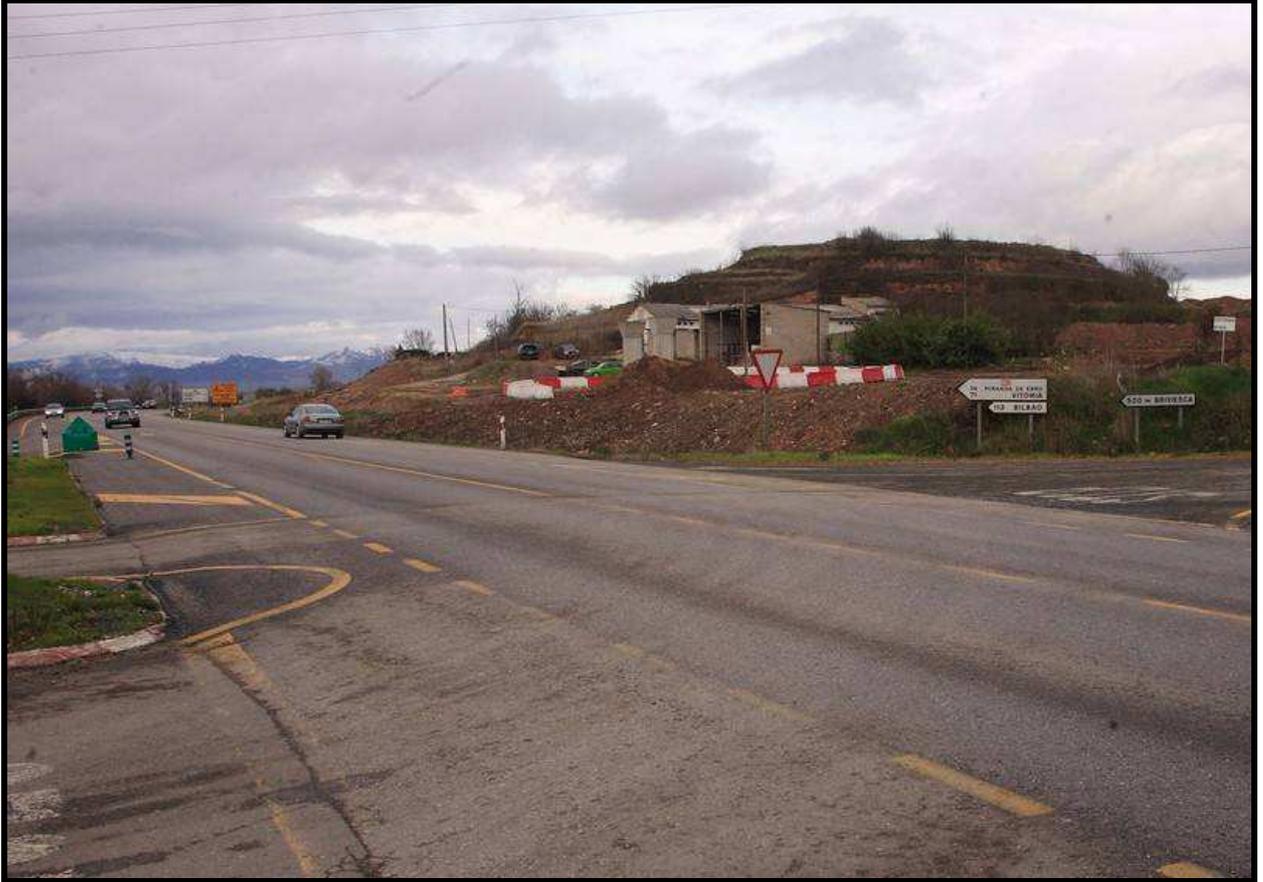


Ilustración 77 Cruce del Vallés, antes de la obra

## 5.4 TRAVESÍAS

Las travesías de población plantean un problema de seguridad debido a la existencia de dos tipos de tráfico, como son los desplazamientos locales y los tráficos peatonales. En muchos casos, estos problemas se deben a la falta de adaptación de las condiciones de circulación al entorno urbano, que da lugar a velocidades de circulación elevadas con el consiguiente aumento del riesgo de accidente por la interferencia con peatones o vehículos locales.

No hay sólo hay que fijarse en la travesía lo que es en sí misma, también hay que centrarse en la zona de influencia de la misma, en la cual se produce conflictos entre los movimientos y peatones propios de la zona poblada y los del tráfico de paso. Se considera normalmente que en la zona de influencia de las travesías es de 500 metros.

Parte del *tramo de Monasterio de Rodilla*, es una travesía que discurre por el mismo municipio que lleva el nombre del tramo concretamente entre los PK- 261+600 y 262+600.

Señalar, como se ha dicho anteriormente, que se ha tenido en cuenta para el estudio la zona de influencia de las travesía.

En la travesía nos encontramos flujo peatonal, dónde cruza por el medio de la calzada ya que carece de paso peatonal, las aceras son estrechas y las medidas de calmado del tráfico brillan por su ausencia; pudiendo provocar atropellos.



Ilustración 78 N-I, a su paso por Monasterio de Rodilla



Ilustración 79 Aceras estrechas, y ausencia de paso de peatones y de medidas de calmado de tráfico en la travesía

También nos encontramos numerosos accesos no horizontales, en mal estado ni pavimentados, dejando rastros de suciedad.



Ilustración 80 Estado de los márgenes de la carretera



Ilustración 81 Acceso a la N-I, en la travesía de Monasterio de Rodilla



Ilustración 82 Suciedad en los terrenos colindantes de la N-I

También se localizan intersecciones dónde el tráfico es provenientes de municipios limítrofes. En estas intersecciones se ven afectadas por el estacionamiento de vehículos locales, lo que provoca una reducción de visibilidad.



Ilustración 83 Intersección entre la N-I y la BU-V-5005 (Temiño)

En el tramo de Santa María de Ribarredonda, localizado entre los PK- 266+000 y 267+000, la N-I discurre por otra travesía a travessando el municipio. Este tramo tiene prácticamente los mismos problemas que la travesía de Monasterio de Rodilla, aceras de anchura reducida, falta de elementos de templado de la velocidad, ausencia de pasos de peatones...



Ilustración 84 Travesía de Santa María de Ribarredonda

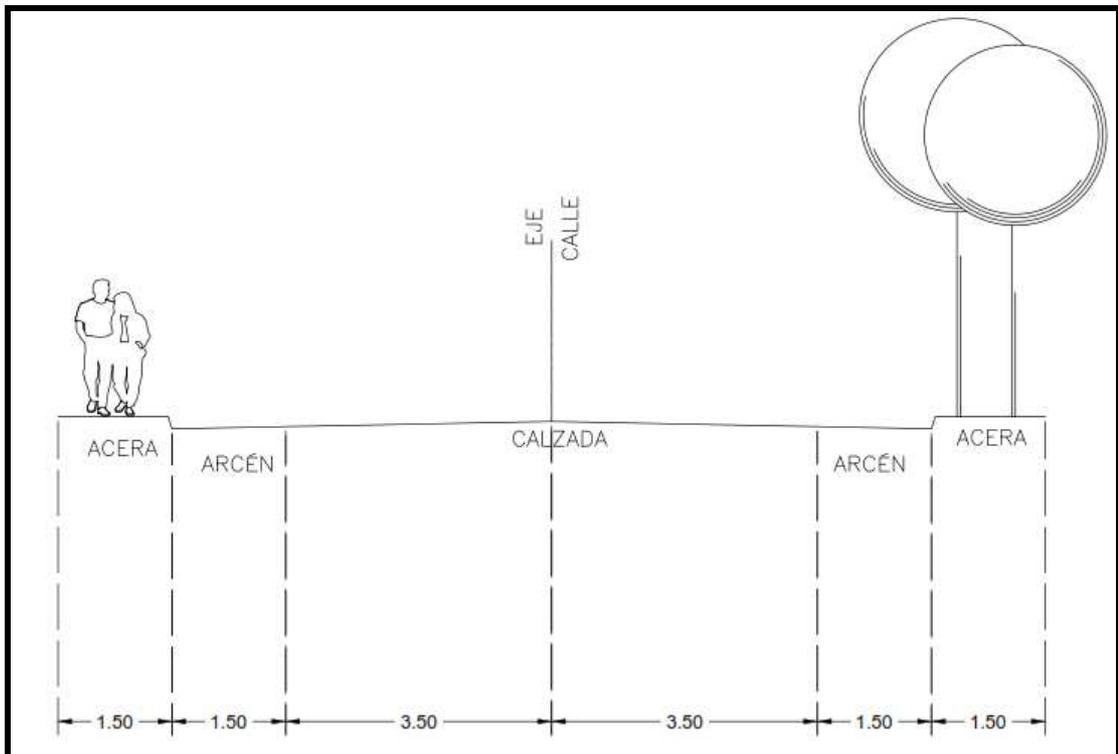


Ilustración 85 Sección transversal de la travesía



## 5.5 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

Las señales verticales deben cumplir cinco condiciones básicas para resultar eficaces:

- ✓ Transmitir una información útil y oportuna para el conductor.
- ✓ Atraer la atención.
- ✓ Resultar fácilmente comprensibles.
- ✓ Permitir un tiempo de respuesta adecuado.

Las marcas longitudinales son un apoyo básico para la identificación de la trayectoria a seguir por parte de los conductores, por lo que en la medida de lo posible se debe dotar de marcas adecuadas a todas las carreteras.

Las marcas deben ser uniformes en cuanto a su diseño, posición y su aplicación, con objeto que puedan ser fácilmente reconocidas y entendidas por todos los conductores en cualquier circunstancia y lo más importante deben de estar coordinadas con la señalización vertical.

La señalización vertical debe cumplir con lo establecido por la Norma 8.1-IC "Señalización Vertical", que habla de las características de los elementos.

Las señales que hayan de ser vistas desde un vehículo en movimiento desde una carretera convencional tendrán el tamaño indicado en la ilustración 86, según la clase de carretera de que se trate. Previa justificación, se podrán utilizar de otro tamaño, según las características de la circulación y, en especial, la velocidad.

La altura de las señales rectangulares de servicio, y en general de indicaciones, será igual a vez y media su anchura. No obstante, las dimensiones concretas de cada señal vienen establecidas por el Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras. El tamaño del octógono de la señal R-2, como mínimo, se podrá circunscribir en la señal circular correspondiente a la carretera a la que se acceda, si esta fuera de clase superior.

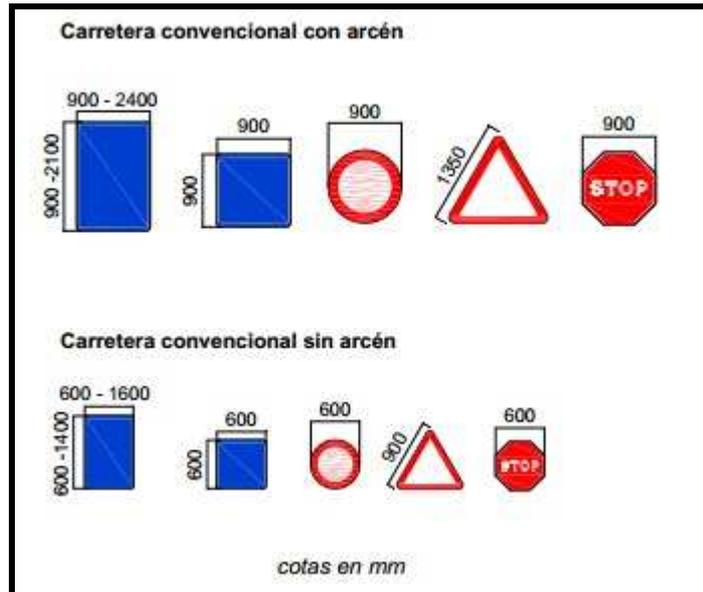


Ilustración 86

Las dimensiones de los paneles complementarios se deducirán del tamaño de la señal a la que complementan, siendo su anchura igual al lado de las señales triangulares y cuadradas, a la anchura de las señales rectangulares o al diámetro de las circulares. La altura dependerá de las inscripciones contenidas, y de las separaciones entre líneas, márgenes y orlas. Los paneles complementarios deberán colocarse debajo de la señal a la que complementan.

Las dimensiones de los carteles se deducirán del tamaño de los caracteres y orlas utilizados, así como de las separaciones entre líneas, orlas y bordes. Además, los carteles formados por lamas ajustarán sus dimensiones a un número múltiplo de estas. Los carteles flecha en carreteras convencionales solo podrán tener las alturas y longitudes siguientes:

- ✓ Altura: 250, 300, 350, 400, 450, 500 o 550 mm.
- ✓ Longitud: 700, 950, 1.200, 1.450, 1.700, 1.950 o 2.200 mm.
- ✓ El ángulo exterior en la punta de los carteles flecha será de 75°.

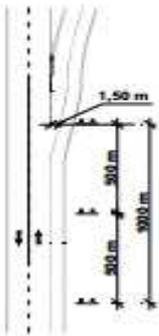
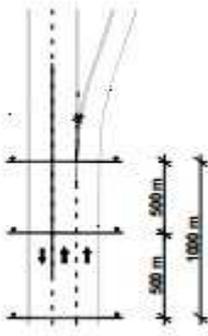
También es importante la disposición de las señales, por ello la Norma 8.1-IC "Señalización Vertical" marca una serie de criterios en lo que respecta a la posición longitudinal y trasversal.

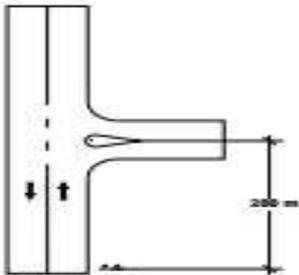
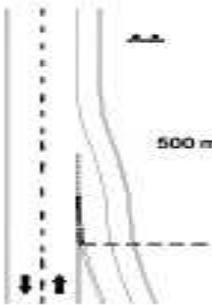
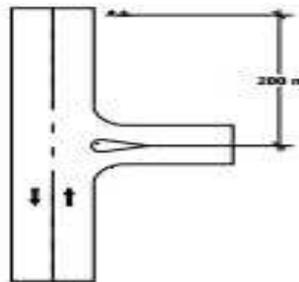
En general, las señales de advertencia de peligro se colocarán entre 150 y 250 m antes de la sección donde se pueda encontrar el peligro que anuncien, en función de la velocidad de recorrido, de la visibilidad disponible, de la naturaleza del peligro y, en su caso, de la maniobra necesaria. Cuando se refieran a una advertencia que afecte a un tramo de la carretera, se acompañarán con un panel complementario que indique la longitud del tramo afectado por la advertencia.

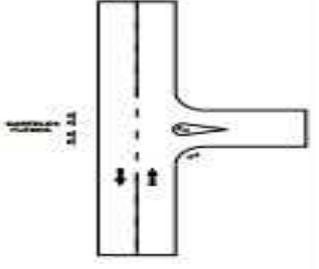
Normalmente, las señales de reglamentación se situarán en la sección donde empiece su aplicación, reiterándose a intervalos correspondientes a un tiempo de recorrido del orden de un minuto, excepto en tramos homogéneos de velocidad, en los que el espaciamiento de estas señales podrá ser mayor; y especialmente, se situarán también, después de una entrada o convergencia.

Como mínimo, las señales se distanciarán entre sí 50 m para dar tiempo al conductor a percibir las, analizarlas, decidir y actuar en consecuencia.

En cuanto a la cartelería se colocará según los siguientes casos:

CASO	POSICIÓN DE LAS SEÑALES	
<p>1. Preseñalización y salida inmediata en enlace con carril de deceleración.</p>	<p>El cartel de salida inmediata se colocará en el punto en el que el carril de deceleración alcanza una anchura de 1,5 m.</p>	
<p>2. Preseñalización y salida inmediata en enlace con pérdida de carril directo.</p>	<p>El cartel de salida inmediata se colocará en el punto donde comienza la línea continua que da origen al cebreado. No obstante, por circunstancias de velocidad o trazado se podrá adelantar esta posición.</p>	

CASO	POSICIÓN DE LAS SEÑALES	
<p>3. Preseñalización en intersección.</p>	<p>En intersecciones con carril de deceleración se aplican los mismos criterios de los puntos 1 y 2.</p> <p>En intersecciones sin carril de deceleración, el cartel de salida inmediata se dispone 200 m antes del eje de la carretera secundaria.</p>	
<p>4. Carteles de confirmación después de un enlace.</p>	<p>El cartel de confirmación se colocará a 500 m del punto donde comienza el cebreado del carril de aceleración.</p>	
<p>5. Carteles de confirmación después de una intersección.</p>	<p>En intersecciones con carril de aceleración se aplica el mismo criterio del punto 4.</p> <p>En intersecciones sin carril de deceleración, el cartel de confirmación se dispone 200 m después del eje de la carretera secundaria.</p>	

CASO	POSICIÓN DE LAS SEÑALES	
<p>6. Carteles flecha en una intersección.</p>	<p>Se situarán al principio de isletas tipo "lágrima" o de encauzamiento, y, excepcionalmente, en el margen opuesto a aquél por el que se accede a la carretera. No se podrán colocar sobre asfalto. Los carteles flecha no se utilizarán como preavisos de la intersección. Por tanto no se colocará nunca antes del desvío cuya dirección confirma. Siempre se ubicarán en la isleta o, en su defecto, en el margen posterior al desvío, en el sentido de la marcha.</p>	
<p>7. Señales de localización.</p>	<p>Los carteles de localización de poblado se colocarán al principio de la travesía, considerando como tal la parte de tramo urbano en la que existan edificaciones consolidadas al menos en las dos terceras partes de su longitud y un entramado de calles en uno de los márgenes al menos. El resto de los carteles de localización, se situarán lo más cerca posible del principio del punto característico al que se refieran, salvo especificación contraria.</p>	

Por razones de trazado se podrán modificar estas distancias.

Sobre lo que respecta a la posición transversal, las señales de contenido fijo se colocarán en el margen derecho de la plataforma, y también en el margen izquierdo si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha. Se duplicarán siempre en el margen izquierdo las señales R-305, R-306, P-7, P-8, P-9a, P-9b, P-9c, P-10a, P-10b y P-10c.

Estas señales se colocarán en puntos en los que no interfieran con ningún elemento del entorno viario como accesos a fincas, vías pecuarias, etc.

Las señales y carteles situados en los márgenes de la plataforma se colocarán de forma que su borde más próximo diste al menos (ilustración 87):

- ✓ 2,5 m del borde exterior de la calzada, o 1,5 m donde no hubiera arcén, que se podrán reducir a 1 m previa justificación.
- ✓ 0,5 m del borde exterior del arcén.

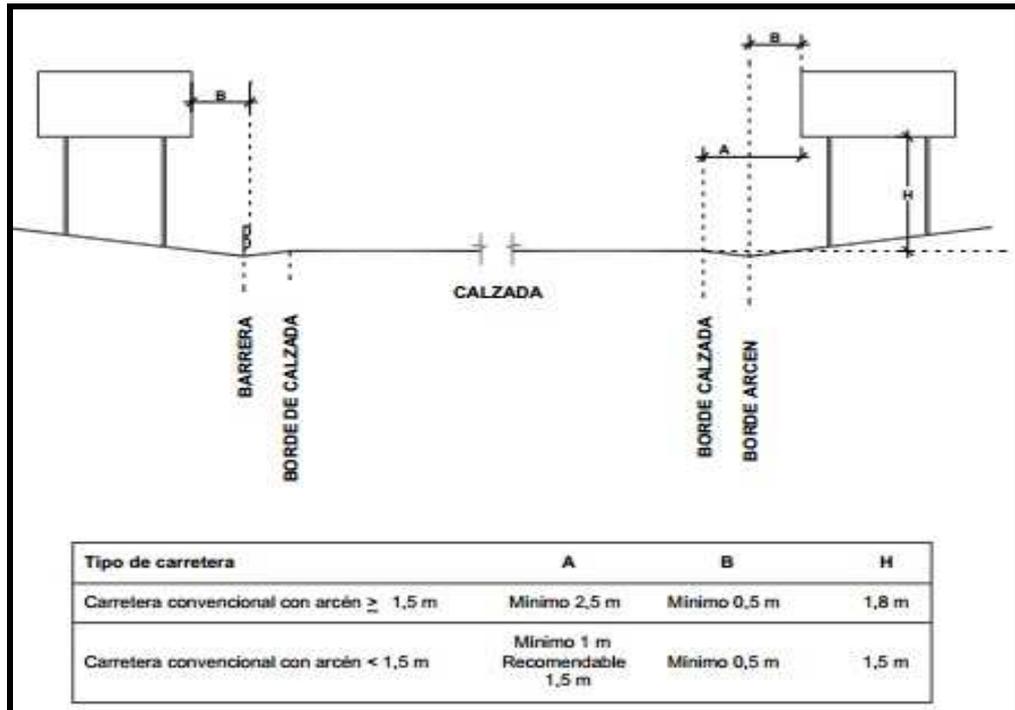


Ilustración 87

Cuando existan restricciones de espacio (por ejemplo, junto a una barrera rígida) el borde más próximo de la señal o cartel lateral se podrá colocar a un mínimo de 0,5 m del borde de la restricción más próximo a la calzada, siempre que con ello no se disminuya la visibilidad disponible.

En zona urbana, terreno muy accidentado o isletas de reducidas dimensiones, la separación entre el borde de la calzada y el de la señal o cartel más próximo a esta no bajará de 0,5 m. Excepcionalmente, en vías urbanas con báculos de iluminación junto al bordillo, dicha separación podrá ser igual a la de aquellos, siempre que no baje de 0,3 m.(ilustración 88).

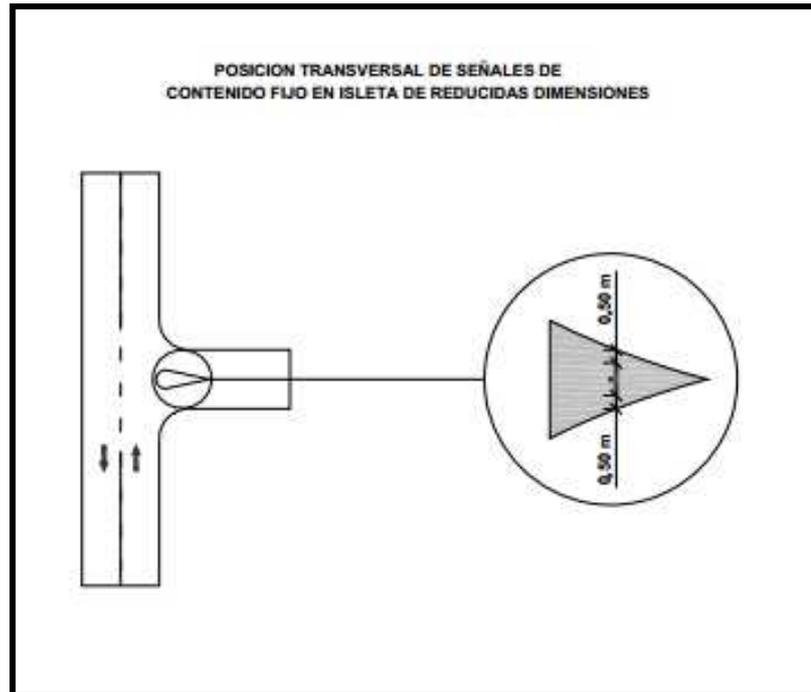


Ilustración 88

Se evitará que unas señales o carteles laterales perturben la visibilidad de otros, o que lo hagan otros elementos situados cerca del borde de la plataforma.

Los postes que sustentan las señales en banderolas y pórticos cumplirán las mismas prescripciones que los carteles laterales en cuanto a la distancia al borde de la calzada en el margen derecho. Siempre que sea posible, las ubicaciones en el margen izquierdo de calzada cumplirán las mismas prescripciones que en el margen derecho.

En función de los distintos usos posibles, los carteles flecha se situarán de acuerdo a las ilustraciones 89 y 90.



Ilustración 89

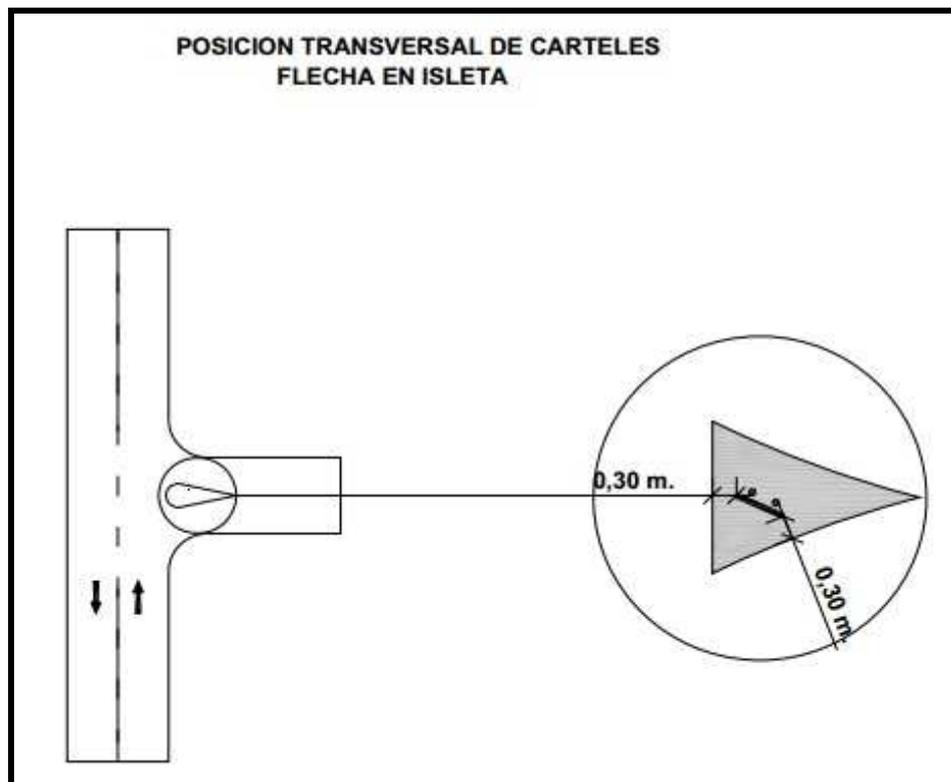


Ilustración 90

Los carteles flecha nunca se colocarán sobre cebreados, siendo necesaria su ubicación sobre isletas con bordillos.

En cuanto a la altura de las señales o carteles situados en los márgenes de la plataforma (excepto carteles flecha) la diferencia de cota entre el borde inferior de la señal o cartel y el borde de la calzada situado en correspondencia con aquellos será la siguiente:

- ✓ Carreteras convencionales con arcén 1,5 metros: 1,8 metros.
- ✓ Carreteras convencionales con arcén < 1,5 metros ó sin arcén: 1,5 metros.

En zona urbana, si la señal o cartel se situase sobre aceras o zonas destinadas a la circulación de peatones, la diferencia de cota entre el borde inferior de la señal o cartel y dicha acera o zona no será inferior a 2,2 metros.

Los carteles flecha empleados se situarán a una altura de al menos 2,20 metros para no entorpecer la visión del tráfico, excepto cuando haya varios apilados, que se podrán colocar dejando libre una altura de 1,70 metros.

Las señales o carteles situados en los márgenes de la plataforma (excepto los carteles flecha) se girarán ligeramente hacia fuera, con un ángulo de 3º (aproximadamente 5 cm/m) respecto de la normal a la línea que una el borde de la calzada frente a ellos, con el punto del mismo borde situado 150 metros antes.

Los carteles situados sobre la calzada se inclinarán ligeramente en desplome (aproximadamente 4 cm/m).

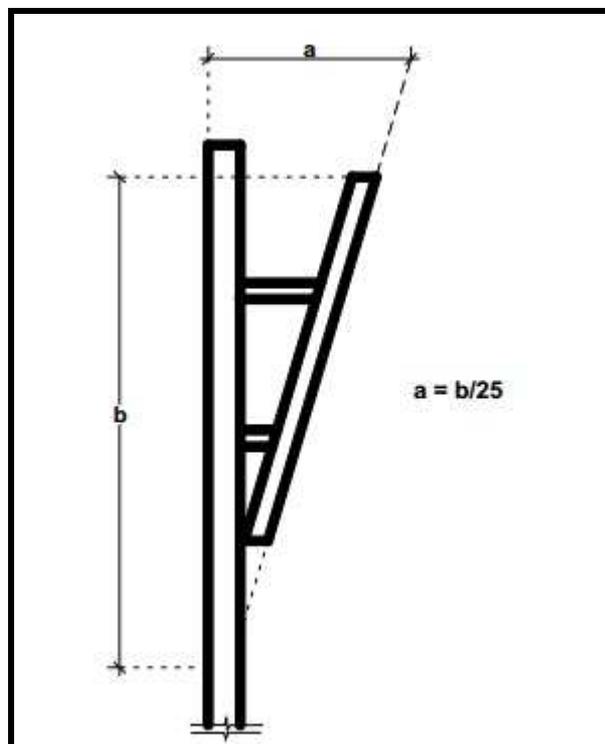


Ilustración 91 Posición de los carteles situados sobre la calzada

Los carteles flecha se orientarán perpendiculares a la visual del conductor a quien vaya destinado su mensaje, situado 50 m antes de ellos. Si orientasen a conductores procedentes de tramos distintos, se dispondrán perpendiculares a la bisectriz del mayor ángulo que formen las respectivas visuales, sin que el ángulo entre la señal y estas resulte menor de  $45^\circ$  (ilustración 92); si para cumplir este requisito fuera necesario, se podrá repetir la señal tantas veces como sea preciso.

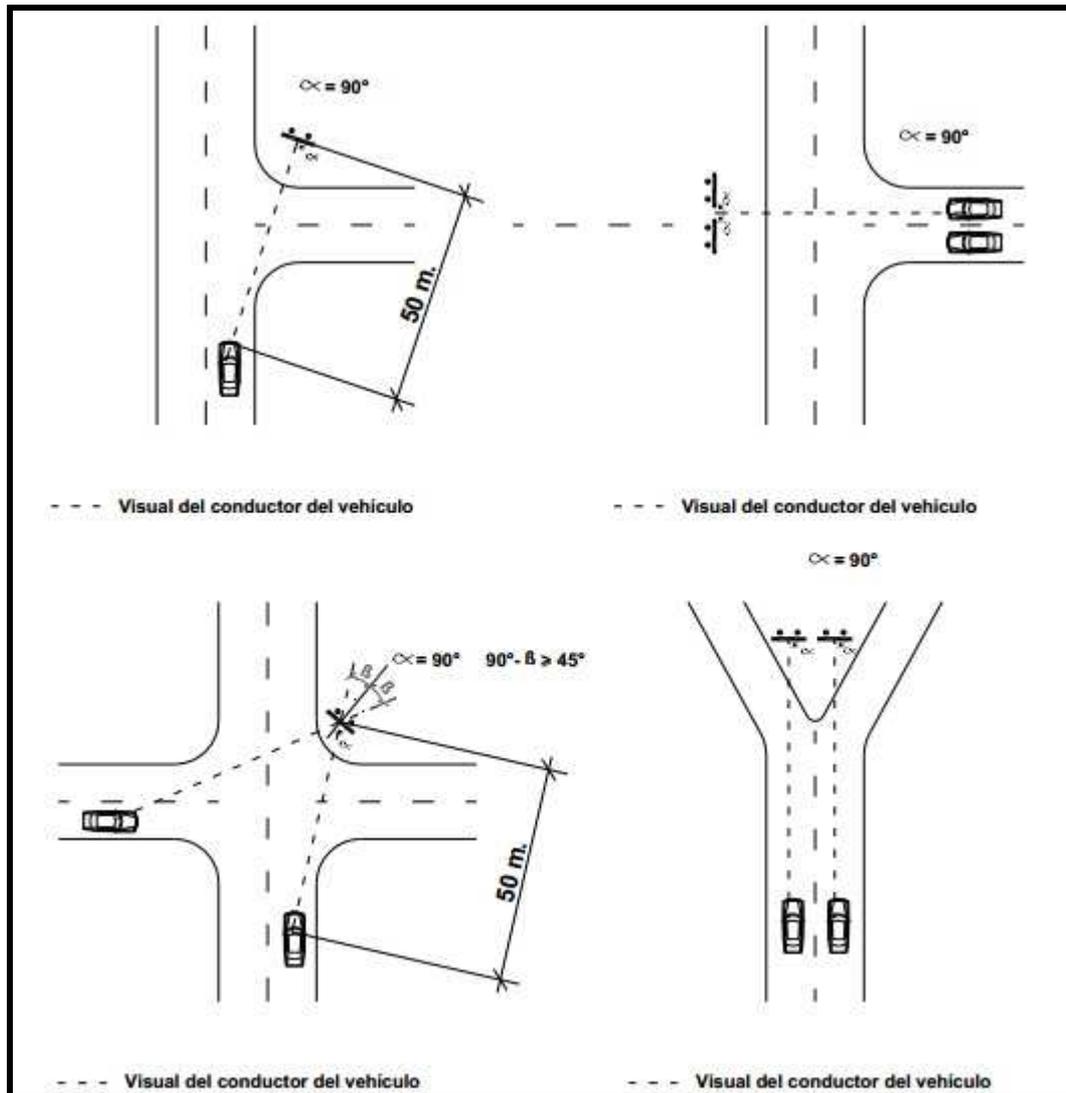


Ilustración 92

Debido al gran índice de accidentabilidad de nuestra carretera en intersecciones, tenemos que poner especialmente atención a la señalización en las intersecciones y podremos constatar que en varias intersecciones no cumple con los principios que marca la Norma 8.1-IC "Señalización Vertical".

La ordenación de la circulación en cruces a nivel o en convergencias se podrá hacer estableciendo una prioridad fija de paso para una de las dos trayectorias que se cruzan o



convergen (que se denominará principal) sobre la otra (que se denominará secundaria), o alternando dicha prioridad en el tiempo mediante un semáforo.

Excepto en cruces con vías sin pavimentar, las prioridades fijas deberán estar explícitamente señalizadas. La ordenación de la circulación en la trayectoria secundaria podrá obligar a su detención en todo caso (STOP), o solo si interfiriese con la circulación de un vehículo por la trayectoria prioritaria (ceda el paso).

La decisión de establecer una prioridad alternativa por medio de semáforos, fuera de poblado y donde fuera posible una velocidad de aproximación superior a 50 km/h, debe estar muy justificada, ya que implica la pérdida temporal de la prioridad de los vehículos que circulen por la trayectoria principal que, normalmente, forma parte de un itinerario de largo recorrido, por lo que podrán tener que detenerse inopinadamente, con el consiguiente peligro de alcance. En estos casos, se estudiarán todas las alternativas posibles de ordenación de la circulación antes de tomar la citada decisión, y se garantizará que la velocidad de aproximación no rebase 50 km/h desde 75 metros antes del primer semáforo.

Se adoptará la puesta de un STOP en la trayectoria secundaria cuando se den las siguientes circunstancias:

- ✓ En cruces con otra trayectoria de igual o mayor importancia, bien por su IMD o porque establezca la continuidad de un itinerario.
- ✓ Donde no se instalen semáforos en el cruce con otra carretera en la que la mayoría de los cruces tengan tal ordenación.
- ✓ Donde la visibilidad de cruce sobre la trayectoria principal sea restringida.

Se adoptará la puesta de un ceda el paso en la trayectoria secundaria cuando se den las siguientes circunstancias:

- ✓ Al principio de un carril de aceleración (no en su final).
- ✓ En la convergencia de una trayectoria, a través de un carril reservado para girar a la derecha.
- ✓ En la entrada a una glorieta, en la que tendrán prioridad los vehículos que circulen por la calzada anular.
- ✓ En intersecciones urbanas secundarias, con visibilidad de cruce suficiente y velocidad de aproximación no superior a 50 km/h.

En cruces, se instalarán señales P-1, P-1a o P-1b aproximadamente a las siguientes distancias antes del punto de cruce para señalar la trayectoria principal:

- ✓ Vías urbanas: 25 a 50 metros

- ✓ Carreteras convencionales con arcén: 200 metros.
- ✓ Carreteras convencionales sin arcén: 150 metros.

Siempre que se utilicen estas señales, las trayectorias secundarias deben tener instaladas señales R-1 o R-2.

En redes urbanas, con cruces frecuentes y velocidad de aproximación inferior a 50 km/h, se podrá prescindir de estas señales. Cuando existan varias intersecciones próximas entre sí, se podrán sustituir las señales P-1 por la R-3, señalizando el fin de prioridad por medio de la señal R-4.

Donde la trayectoria principal no sea recta, se recomienda instalar una señal R-3, acompañada por un panel S-850 que indique la dirección de aquella y la situación de las secundarias.

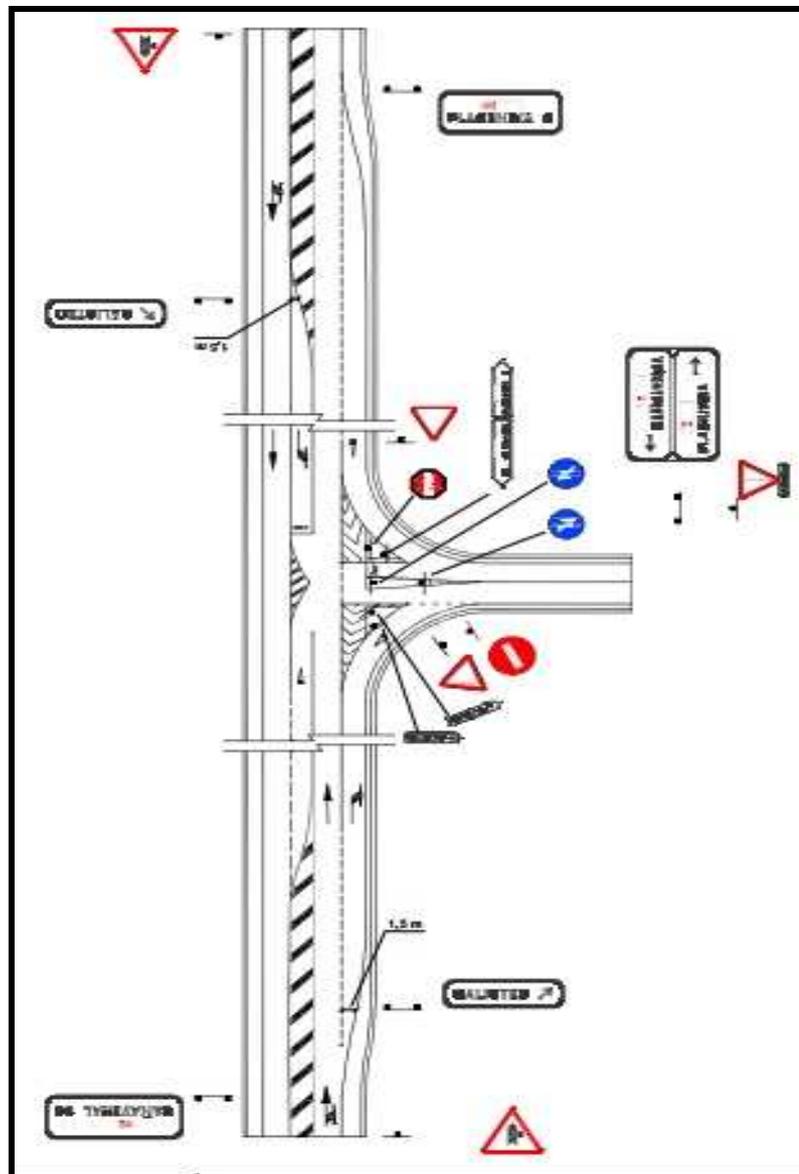


Ilustración 93 Ejemplo de señalización de una intersección en T



Como ya se ha comentado anteriormente las principales causas de accidente son la velocidad, la causante de alcances y salidas de vía, y los adelantamientos, que son los culpables de choques frontales o frontolaterales. La Norma 8.1-IC "Señalización Vertical" marca una serie de directrices a lo que respecta.

Para ser respetadas y exigibles, las limitaciones de velocidad deben parecer razonables, y no innecesariamente restrictivas. No se impondrán límites excesivos que perjudiquen la credibilidad de la señalización, tengan repercusiones en la capacidad de la carretera o

puedan provocar accidentes por alcance o formación de colas. En todo caso, los límites de velocidad se establecerán como múltiplos de 10 km/h.

La deceleración necesaria para alcanzar una velocidad limitada a partir de otra de aproximación responderá a un modelo de deceleración uniforme por la acción de los frenos, a razón de 7 km/h/s (correspondiente a una suave aplicación de aquellos) complementada por el efecto de la inclinación de la rasante, después de un tiempo de percepción y decisión de 2 segundos.

Cuando se reduzca el ancho de los carriles se reducirá la velocidad genérica del tramo.

En travesías, la velocidad máxima genérica es de 50 km/h, aunque justificadamente se podrán señalar limitaciones diferentes, en función de la configuración del poblado.

Limitación inferior a 50 km/h si:

- ✓ d1 (Distancia entre fachadas) < 10 metros.
- ✓ d2 (Anchura de carriles) < 3,5 metros.
- ✓ d3 (Distancia entre fachada y calzada) < 3 metros.
- ✓ presencia de peatones incontrolados o de numerosos pasos para peatones.



Ilustración 94 Entrada al municipio de Monasterio de Rodilla con la limitación de velocidad a 50 km/h

Con el paso del tiempo se ha demostrado que solamente con la limitación de velocidad no se resuelve la problemática asociada a las travesías, ya que se produce numerosos alcances y atropellos a viandantes. Más adelante se hará una propuesta de mejora.

Para las limitaciones de velocidad se tendrán en cuenta la distancia de parada y la visibilidad de parada tal como marca la Instrucción de Carreteras 3.1-IC.

La distancia de parada se define como la 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 la detención. se calculará 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.  
 $i$  = inclinación de la rasante (en tanto por uno).  
 $t_p$  = tiempo de percepción y reacción (s).

A efectos de aplicación de la presente Norma se considerará como distancia de parada mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto.

A efectos de cálculo, el coeficiente de rozamiento longitudinal para diferentes valores de velocidad se obtendrá de la tabla 3.1. Para valores intermedios de dicha velocidad se podrá interpolar linealmente en dicha tabla. El valor del tiempo de percepción y reacción se tomará igual a dos segundos (2 s).

TABLA 3.1.

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
$f_l$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263	0,249

En la figura 3.1 se representan los valores de la distancia de parada en función de la velocidad, para distintas inclinaciones de la rasante.

Siendo en nuestro caso:

$V= 100 \text{ Km /h}$ ,  $f_l=0.320$ ,  $i=0.026$   $t_p= 2$ segundos.

Nos da una distancia de visibilidad de 190 metros para una  $V=100 \text{ km/h}$ .

Para una distancia de visibilidad deseable,  $V=120 \text{ km/h}$ , nos da 280 metros.

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 veinte kilómetros por hora (20 km/h). En cualquiera de estos casos se dice que existe que existe visibilidad de parada.

En el caso de que las causas por las que no exista visibilidad de parada mínima sean suficientemente justificadas, se establecerán medidas oportunas como la limitación de velocidad.

Analizada la consistencia de la carretera se verifica que la falta de ésta provoca numerosas salidas de vía en curvas, por ello es necesario hacer una buena señalización y un buen balizamiento de las curvas donde vengán precedidas de grandes longitudes de recta.



Ilustración 95 Curva peligrosa sin señalar ni balizar

La seguridad de la circulación en curvas requiere no sobrepasar cierta velocidad. Si para ello el conductor precisase reducir la velocidad de aproximación, deberá valorar la situación con suficiente antelación, para no tener que frenar bruscamente y asegurar el control de su vehículo.

La utilización del balizamiento, de señales de advertencia de peligro, de señales de recomendación de la velocidad máxima, de señales de limitación de velocidad, o de una combinación de todos estos elementos, debe ayudar al conductor a tomar sus propias decisiones. Solo se recurrirá a señales de limitación de velocidad donde no se disponga de la visibilidad necesaria para reducirla con el fin de hacer frente a otras circunstancias (paso a nivel, intersección sin prioridad, etc.) en las que pudiera haber vehículos detenidos o por razones de siniestralidad o por otras características de dichos tramos.

En el balizamiento de curvas se emplearán paneles de balizamiento de curvas compuestos por una placa con franjas de material retrorreflectante blanco de clase RA2 sobre fondo de color azul clase NR, definido en la norma europea.

Los paneles de balizamiento de curvas se utilizan para ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva. Además, el primero de los paneles advierte de la peligrosidad de esta ya que puede ser simple, doble o triple en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para tomar la curva.

Por tanto, es necesario conocer la velocidad a la que se puede recorrer cada curva y la velocidad de aproximación del vehículo a la curva ( $V_a$ ).

- ✓ La velocidad de aproximación del vehículo se calcula teniendo en cuenta los siguientes parámetros:
- ✓ Distancia entre el fin de limitación de un tramo y el principio de la limitación del siguiente ( $D$ ).

- ✓ Pendiente del tramo intermedio (p).
- ✓ Velocidad de la curva anterior, o limitación anterior en su caso (V1).
- ✓ Velocidad de recorrido de la curva a balizar.

En función de la diferencia entre la velocidad de aproximación ( $V_a$ ) y la velocidad de la curva ( $V_2$ ) se dispone un primer panel simple, doble o triple, de acuerdo a la siguiente tabla:

$V_a - V_2$	Panel		Señales
Entre 15 km/h y 30 km/h	Simple		P-13 o P-14
Entre 30 km/h y 45 km/h	Doble		P-13 o P-14 + S-7
Más de 45 km/h	Triple		P-13 o P-14 + 2 S-7

Ilustración 96 Criterios de colocación de panel simple, doble o triple

La señalización de una curva puede ser de recomendación o de limitación de velocidad.

Las recomendaciones de velocidad representan la velocidad que se aconseja no sobrepasar aunque las condiciones meteorológicas y ambientales de la vía y la circulación sean favorables y para que la sensación de incomodidad de los ocupantes no sea inaceptable.

Se utilizan limitaciones de velocidad cuando no exista visibilidad suficiente para detenerse ante un obstáculo imprevisto. Aun cuando el trazado de la curva no imponga esta restricción, también puede ser utilizada en tramos como consecuencia de la siniestralidad detectada, o por otras características de dichos tramos.

Cuando se disponga una limitación de velocidad, al terminar esta se colocará una señal de fin de limitación o bien una señal con la velocidad genérica de la carretera, o la de la limitación correspondiente al tramo siguiente.

Se recomienda poner escalones de velocidad, tanto en la recomendación como en la limitación, de 20 km/h cuando sea posible, y como máximo de 40 km/h.

En carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, en las que para adelantar a otro vehículo más lento haya que invadir un carril reservado al sentido contrario, a efectos de la ordenación de la circulación se definirán:

- ✓ Tramos de adelantamiento permitido.
- ✓ Tramos de preaviso, dentro de los cuales no se debe iniciar un adelantamiento, pero sí se puede completar uno iniciado con anterioridad.
- ✓ Tramos de prohibición de adelantamiento, dentro de los cuales no se debe invadir el carril contrario.

La definición de tramos de preaviso y de prohibición de adelantamiento, así como de las distancias de visibilidad, se atenderán a lo dispuesto sobre ellos en la Norma 8.2-IC "Marcas Viales".

La Instrucción de Carreteras, fija la distancia de adelantamiento en unos 600 metros para las carreteras cuya velocidad de proyecto es igual a 100 km/h como es el caso de la carretera objeto de estudio.

$V_p$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
$D_a$ (m)	200	300	400	450	500	550	600

Siendo:  $V_p$  = velocidad de proyecto.  
 $D_a$  = distancia de adelantamiento.

Ilustración 97 Tabla de distancias de adelantamiento

Según la Norma 8.1-IC, se considera 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.

Para poder establecer zonas de adelantamiento en carreteras de dos sentidos en una calzada, será necesario que la visibilidad de adelantamiento sea superior a la distancia de adelantamiento ( $D_a$ ).

De cualquier modo, se recuerda que para efectuar el adelantamiento es condición necesaria, pero no suficiente, que la señalización lo permita, pues en determinados tramos en que se permite el adelantamiento pueden existir períodos de tiempo en que por el tráfico o las condiciones meteorológicas sea peligroso o imposible efectuar la citada maniobra.

Analizando los índices de accidentabilidad uno se percata del gran número de accidentes que se produce en las curvas a derechas. Aunque éstas cumplan con lo establecido en materia de distancia de visibilidad, hay que tener en cuenta el gran número de vehículos pesados que transcurren por la N-I, reduciendo de manera considerable la distancia de visibilidad. Por ello sería muy recomendable eliminar los adelantamientos en curvas a derecha.

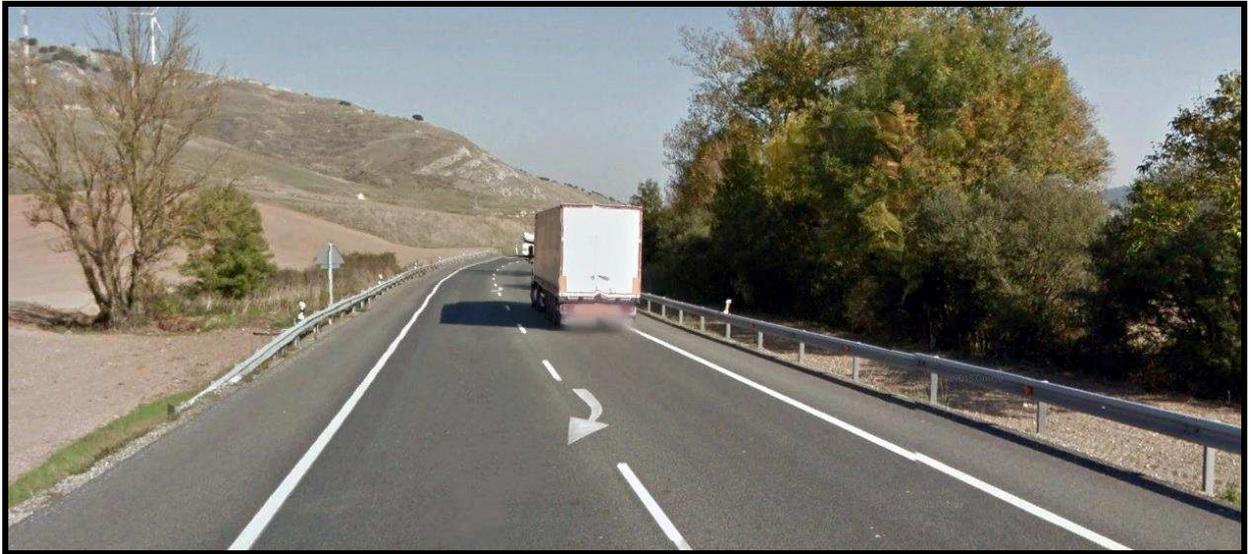


Ilustración 98 Adelantamiento a vehículo pesado en curva a derechas



Ilustración 99 Curva a derechas con posibilidad de adelantar, antes del cruce de Briviesca



Ilustración 100 Curva a derechas antes del cruce de Pancorbo



## 5.6 MÁRGENES

El estado de las márgenes es determinante en los tramos de carretera que se producen accidentes por salida de la calzada. Para disminuir los accidentes se debería disponer una zona despejada anexa a la carretera que permita maniobrar a los vehículos que se salgan y reincorporarse a la vía.

Las características necesarias para el estudio de las márgenes se centran en:

- ✓ Presencia de obstáculos no protegidos en márgenes (señales, postales, luminarias, rocas, obras de fábricas...)
- ✓ Presencia de cunetas peligrosas: perfiles en V, trapezoides con grandes pendientes o de cualquier tipo con profundidades superiores a 60 centímetros.
- ✓ Taludes: pendientes y alturas.

Analizados los márgenes podemos afirmar que éstos no son el principal problema de la N-I, ya que la carretera discurre principalmente por campos de cereal, aunque nos encontramos con casos puntuales de:

- ✓ Árboles
- ✓ Construcciones
- ✓ Muretes
- ✓ Taludes con fuerte pendiente
- ✓ Formaciones rocosas



Ilustración 101 Arbolado en los márgenes de la N-I



Ilustración 102 Arbolado en los márgenes de la N-I



Ilustración 103 Edificaciones próximas a la N-I



Ilustración 104 Edificación junto a la N-I



Ilustración 105 Talud con fuerte pendiente, tramo de Rubena



Ilustración 106 Talud con fuerte pendiente en el tramo de Quintanavides



Ilustración 107 Murete que separa la N-I y la vía de tren

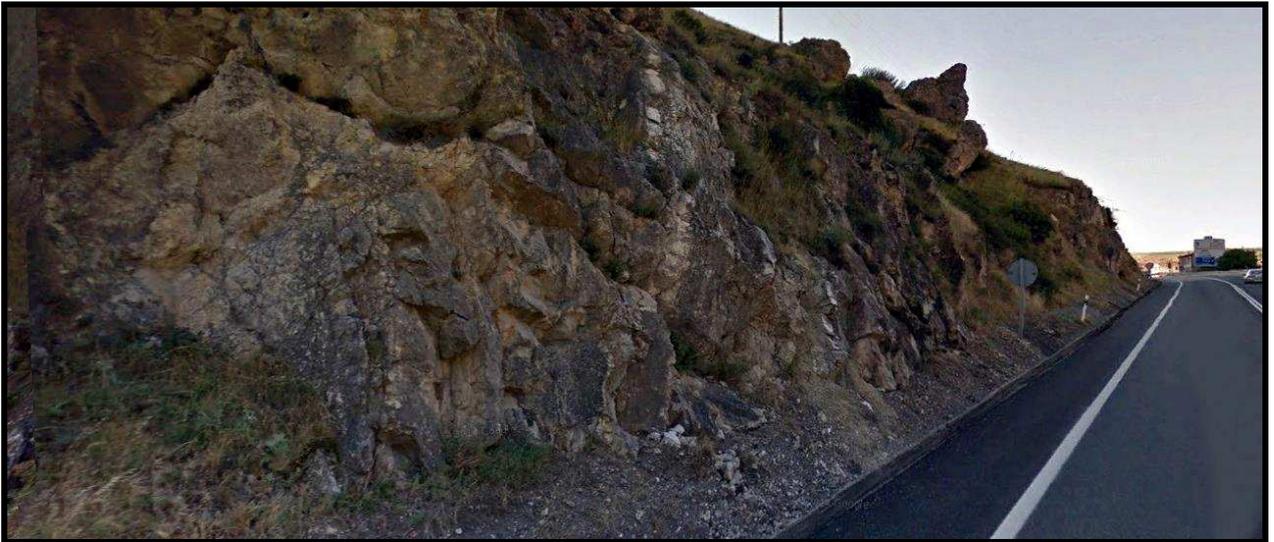


Ilustración 108 Rocas en el margen de la carretera, a su paso por Pancorbo



Ilustración 109 Formaciones rocosas con alta pendiente

## 6 CUADRO RESUMEN DE LA PROBLEMÁTICA

TRAMO	NATURALEZA	DESCRIPCIÓN
<b>Rubena</b>	Trazado	✓ Inconsistencia
	Accesos	✓ Suciedad ✓ Ausencia de carriles de aceleración y deceleración
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Taludes con fuerte pendiente
<b>Quintanapalla</b>	Trazado	✓ Inconsistencia
	Accesos	✓ Suciedad ✓ No carriles de aceleración y deceleración ✓ Mala visibilidad ✓ Numerosos accesos por km
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Campos de cereal
<b>Monasterio de Rodilla</b>	Trazado	✓ "Efecto garrote", no cumple con las condiciones estéticas

	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Travesía	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aceras estrechas</li> <li>✓ Falta de paso de peatones</li> <li>✓ Ausencia de elementos de templado del tráfico</li> <li>✓ Intersecciones</li> </ul>
	Accesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accesos rurales no pavimentados</li> <li>✓ Numerosos accesos por km</li> </ul>
<b>Santa Olalla de Bureba-Quintanavides</b>	Trazado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inconsistencia</li> <li>✓ Bajos ángulos de alineación de rectas</li> </ul>
	Accesos	✓ Descuidados
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Talud con fuerte pendiente
<b>Prádanos de Bureba</b>	Trazado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bajos ángulos de alineación de rectas</li> <li>✓ Desarrollos circulares bajos</li> <li>✓ No hay coordinación de radios consecutivos</li> </ul>
	Accesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sin carriles de aceleración ni deceleración</li> <li>✓ Accesos a caminos rurales descuidados</li> </ul>
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Buen estado
<b>Briviesca</b>	Trazado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desarrollos circulares bajos</li> <li>✓ Rectas de gran longitud</li> <li>✓ Pérdida de trazado</li> </ul>
	Accesos	✓ Ausencia de carriles de aceleración y de deceleración
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria

	Márgenes	✓ Muretes
<b>Quintanillabón-Grisaleña</b>	Trazado	✓ Rectas de gran longitud, por encima de la Norma
	Accesos	✓ Descuidados
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Buen estado
<b>Fuentebureba-Cubo de Bureba</b>	Trazado	✓ Inconsistencia ✓ "Efecto garrote", no cumple condiciones de estética
	Accesos	✓ Caminos rurales ✓ No carriles de aceleración ni de deceleración
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Campos de cereal
<b>Santa María Ribarredonda-Pancorbo</b>	Trazado	✓ Desarrollos circulares bajos
	Accesos	✓ Ángulo de intersección bajo, menor 60º ✓ Complejos ✓ Baja visibilidad ✓ Sin canalizar ✓ Alta densidad
	Travesía	✓ Aceras estrechas ✓ Falta de paso de peatones ✓ Ausencia de elementos de templado del tráfico ✓ Intersecciones
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Árboles ✓ Construcciones abandonadas ✓ Rocas
<b>Ameyugo</b>	Trazado	✓ Longitudes mínimas de recta no cumple con la Norma
	Accesos	✓ Poca visibilidad
	Señalización horizontal,	✓ Deficitaria

	vertical y balizamiento	
	Márgenes	✓ Rocas
<b>Miranda de Ebro</b>	Trazado	✓ Altas longitudes de recta ✓ Longitud máxima de recta no cumple con la Norma
	Acceso	✓ Accesos no pavimentados ✓ Alta densidad
	Señalización horizontal, vertical y balizamiento	✓ Deficitaria
	Márgenes	✓ Rocas ✓ Árboles

## 7 SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA

### 7.1 ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAZADO

Para resolver la problemática en cuanto al trazado se refiere, se presenta dos alternativas.

#### Primera alternativa

No cabe duda que para eliminar las deficiencias que presenta el trazado lo mejor opción es actuar de raíz, modificando curvas y rectas.

Para alcanzar el objetivo del presente estudio de la mejora de la seguridad vial, que no es otro que mejorar la seguridad vial de la carretera; identificando las zonas problemáticas y así reducir la accidentabilidad de la carretera. Para tal fin, sería necesario modificar un gran número de curvas y rectas con lo que estaríamos haciendo una nueva carretera.

Hay que recordar la existencia de la autopista AP-1, autopista de peaje que transcurre paralelamente a nuestra carretera objeto de estudio.

Por lo tanto invertir grandes recursos y sumas de dinero en una carretera, cuando hay otra carretera próxima, resulta un derroche injustificado; por este motivo, la primera alternativa queda descartada.

#### Segunda alternativa

Para resolver las deficiencias del trazado, esta segunda alternativa trata de solventarlo mediante la mejora de señalización, tanto horizontal y vertical, y balizamiento.

Para ello se va tener en cuenta:



- ✓ Si la distancia de parada es mayor que la visibilidad de parada, se limitará la velocidad respecto a la visibilidad de parada.
- ✓ Si la distancia de adelantamiento es mayor que la visibilidad de adelantamiento, se prohibirá el adelantamiento.
- ✓ Se dispondrá de una señal P-13 siempre que la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad de la curva sea mayor de 15 km/h. Cuando esta diferencia sea superior a 30 km/h, se acompañará la señal P-13 por una señal de recomendación de limitación de velocidad.
- ✓ Si la diferencia entre la velocidad de aproximación y velocidad específica está entre 15 y 30 km/h, se colocará panel direccional simple.
- ✓ Si la diferencia entre la velocidad de aproximación y velocidad específica está entre 30 y 45 km/h, se colocará panel direccional doble.
- ✓ Si la diferencia entre la velocidad de aproximación y velocidad específica está en más de 45 km/h, se colocará panel direccional triple.
- ✓ Además se prohibirá el adelantamiento en las curvas a derechas, debido a la problemática que surge a la hora de adelantar a vehículos pesados en curvas.

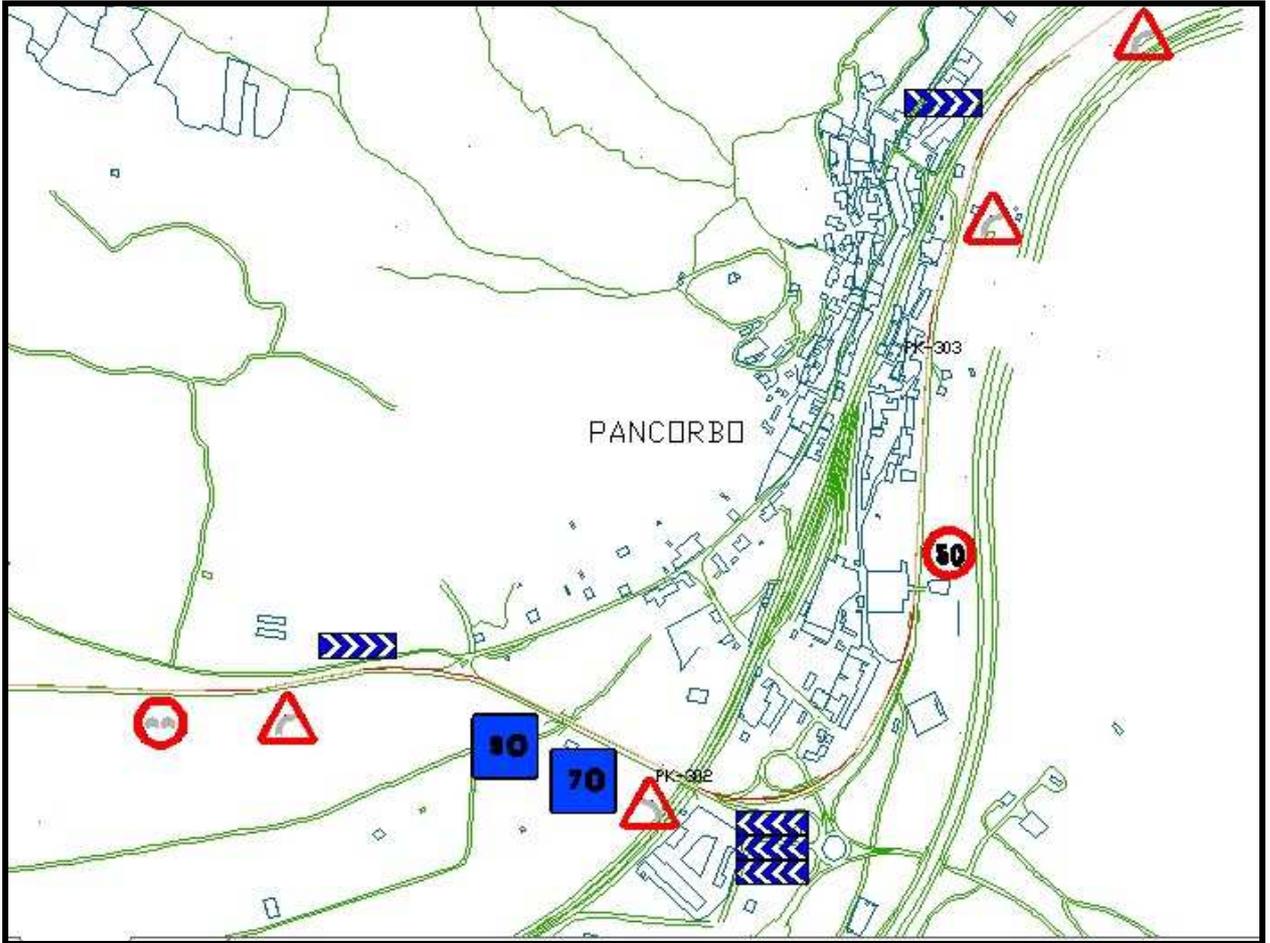


Ilustración 110 Ejemplo de señalización en el tramo de Pancorbo

## 7.2 ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN ACCESOS

Cuanto mayor sea la densidad de los accesos en la carretera mayor es la probabilidad de producirse un accidente, por eso lo conveniente sería reducir los accesos a 0.5 accesos/km, para ello la mejor solución es concentrar los accesos en los puntos de la carretera donde se puedan conseguir una visibilidad suficiente y un acondicionamiento adecuado para la realización de las maniobras de entrada y salida. Si no es posible, se tiene que acondicionar los accesos existentes con elementos de canalización de los giros, de señalización y balizamiento y con carriles de aceleración y deceleración adecuados.

En cuanto los accesos a caminos rurales se pavimentará los últimos 20 metros de tal forma que el acceso sea lo más horizontal posible. Con esta medida se consigue erradicar la suciedad que estos accesos origina en la vía.



En los accesos a municipios, es preferible colocar carriles de almacenamiento en los giros a izquierda, ya que resultan más seguro que las raquetas existentes, ya que los vehículos tienen que cruzar dos carriles.

En este tipo de accesos no es necesario hacer grandes obras ni pasos elevados, debido a que estos accesos sirven a municipios que cuentan con un número de habitantes de no más de 100 habitantes.

En accesos donde el principal problema es la visibilidad de cruce, lo ideal sería despejar la carretera, eliminando los obstáculos que impiden alcanzar la visibilidad necesaria. Cuando no se pueda despejar la zona se limitará la velocidad en el tramo, acorde con la visibilidad disponible.

### 7.3 ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES

Los principios básicos a la hora de tratar las intersecciones son:

- ✓ Ser claramente perceptible desde todos los accesos para adaptar la velocidad y la selección del carril adecuado.
- ✓ Disponer de una visibilidad de cruce adecuada.
- ✓ Ser simple y claramente comprensible.
- ✓ Ser accesible.
- ✓ Evitar en lo posible los ángulos conflictivos.

Como solución a las intersecciones donde los giros a la izquierda no son tan relevantes como es el caso del cruce de Atapuerca con la N-I, tenemos diferentes alternativas:

#### Primera alternativa

Eliminar los árboles del margen que impide que la visibilidad de cruce sea menor a la distancia de cruce, 180 metros.

Realizar carriles de aceleración, deceleración y de espera todo ello perfectamente señalizado.

### Segunda alternativa

Limitar la velocidad a 80 km/h en el tramo, con lo que la distancia de cruce se reduciría a 145 metros y se cumpliría que la distancia de cruce es menor que la visibilidad de cruce.

También se realizaría carriles de aceleración, deceleración y de espera, con mejora también de la señalización.

### Tercera alternativa

Desplazar la intersección hasta que la visibilidad de cruce sea mayor que los 180 metros de la distancia de cruce necesaria, con carriles de aceleración y deceleración, totalmente señalizado.

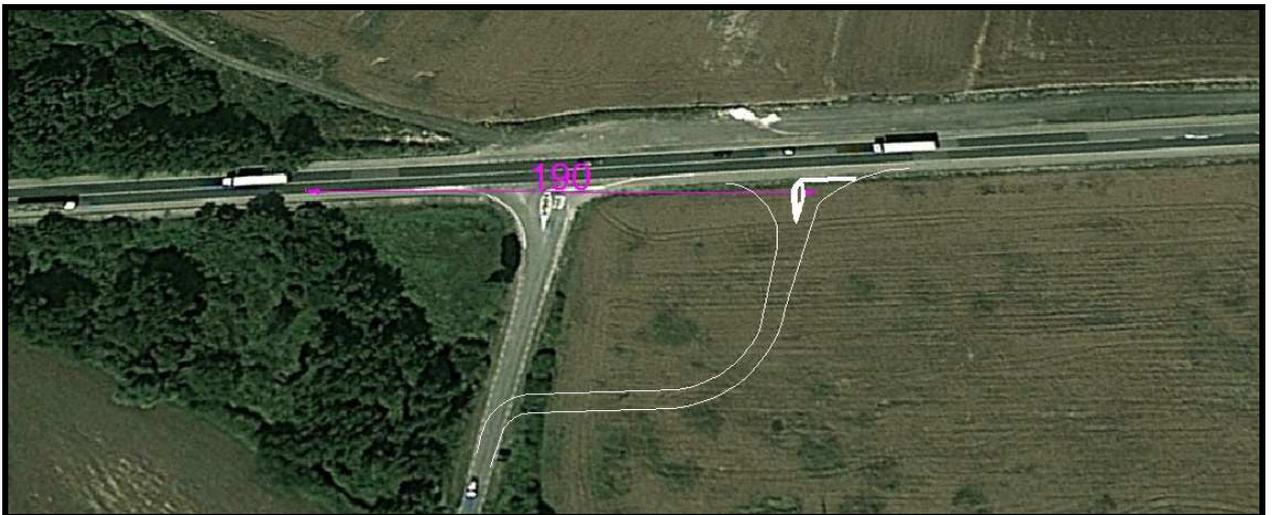


Ilustración 111 Desplazamiento de la intersección

Para dar solución a la intersección más peligrosa de la carretera, "el Cruce del Vallés", hay que tener en cuenta todo lo citado anteriormente. Para esta intersección se muestra dos alternativas.

Primera alternativa

Esta primera alternativa es una propuesta del Ministerio de Fomento, que entró en funcionamiento el verano del 2014, se trata de un paso elevado de tipo pesas.

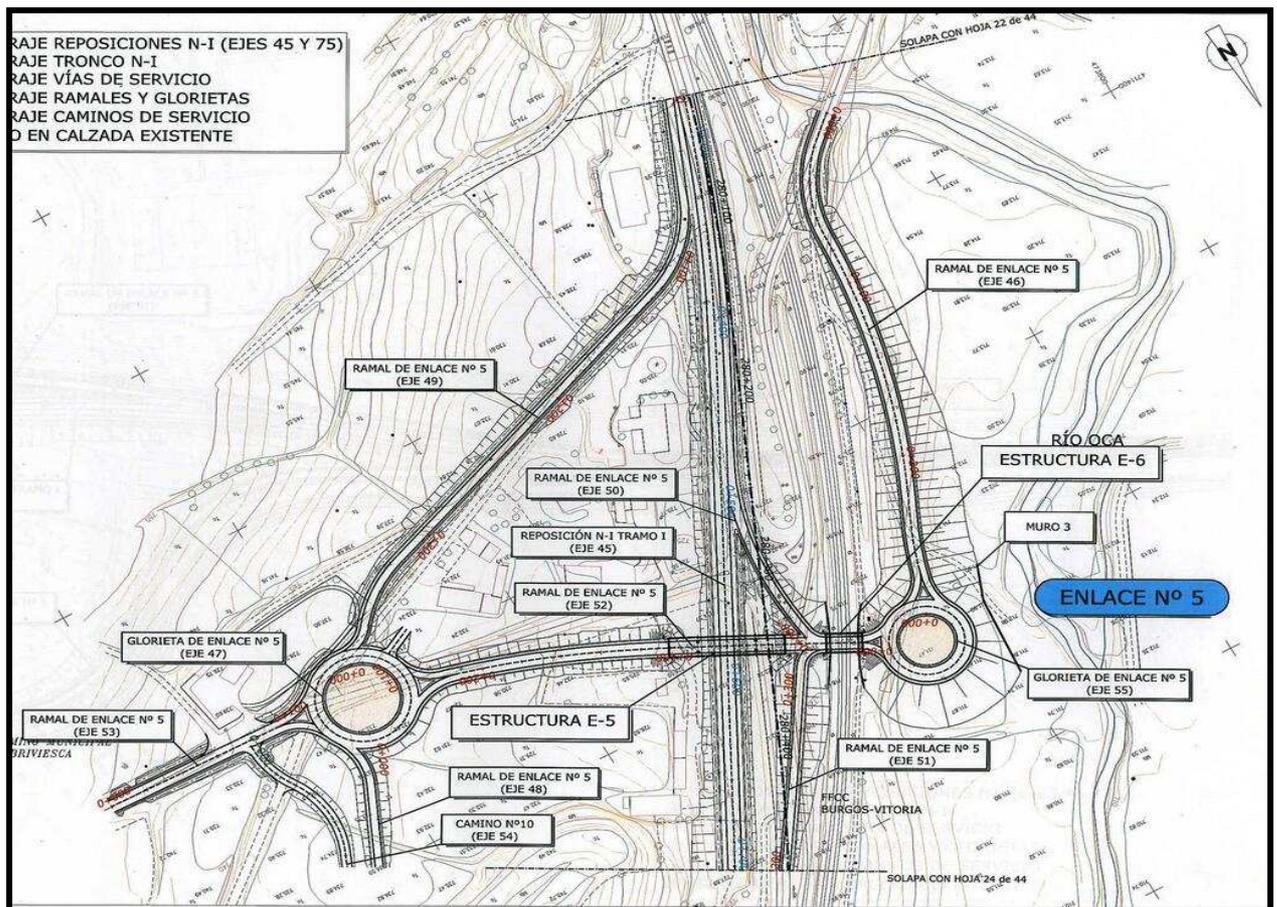


Ilustración 112 Alternativa, paso elevado de tipo pesas



Ilustración 113 Vista del paso elevado desde la N-I



Ilustración 114 Vista del paso elevado

Segunda alternativa



Ilustración 115 Segunda alternativa, glorieta elevada en el PK-280+600

También se ha adoptado por un paso elevado, con glorieta elevada, debido a la gran intensidad de vehículos de la carretera y el gran número de giros a la izquierda. A pesar de estar compuesto por tres obras de fábrica y muretes de hormigón, está alternativa es más barata que la primera, al ocupar menos espacio.

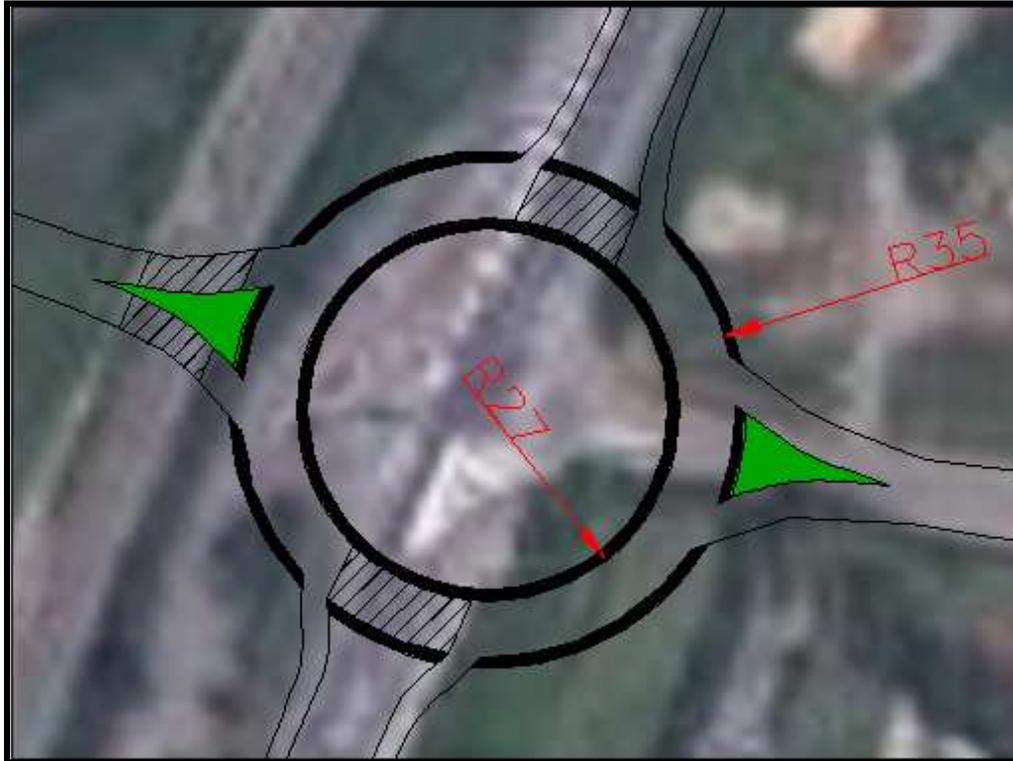


Ilustración 116 Dimensiones de la glorieta elevada

La alternativa está compuesta por dos carriles de aceleraciones y deceleración que vienen de la N-I, y dos ramales que forman parte de la BU-720. Además se ha proporcionado un nuevo acceso a la localidad de Briviesca.

#### 7.4 ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN TRAVESÍAS

Las poblaciones pequeñas como son el caso de Monasterio de Rodilla y Santa María de Ribarredonda han crecido a lo largo de la carretera, la siniestralidad está agravado, como se ha visto con anterioridad, por la presencia de accesos, intersecciones y de numerosos usuarios vulnerables.

La problemática es muy similar en las dos travesías, grandes IMD, atropellos, alcances en la entrada y salida de las travesías, para ello se propone una serie de medidas para paliar la accidentabilidad en estos tramos:

- ✓ Estrechar los carriles a 3 metros.
- ✓ Sustituir los arcenes y así aumentar las aceras.
- ✓ Colocación de semáforos de aviso de peligro y paso de cebr.
- ✓ Encauzamiento de los peatones mediante barandillas, hacia el paso de peatones.

- ✓ Colocación de elementos de moderación de la velocidad, como pavimento de alta fricción de color rojo en las entradas de la travesías, para reducir la velocidad y alertar al conductor de la proximidad de la travesía.
- ✓ Prolongar la limitación de velocidad de 80 km/h hasta más allá de la zona de influencia de la travesía.



Ilustración 117 Pavimento de alta fricción en una travesía Sant Josep, Ibiza

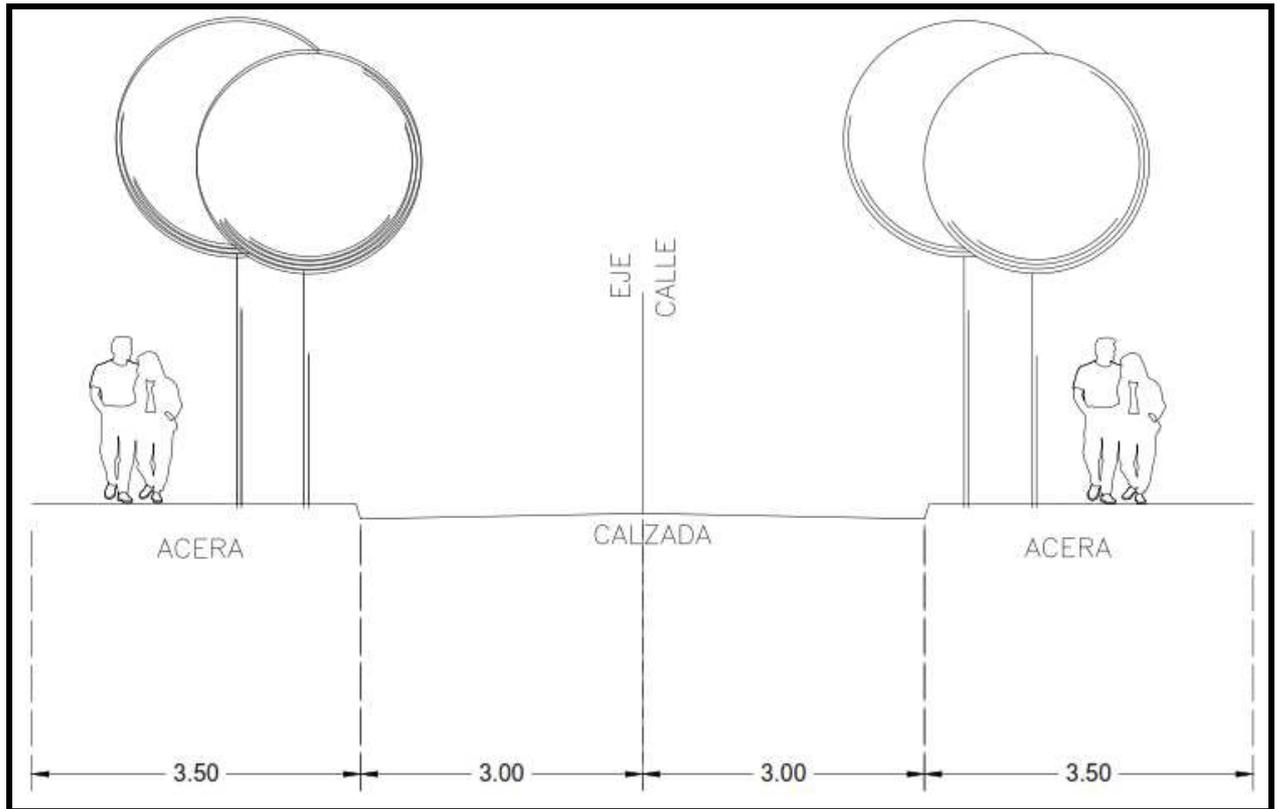


Ilustración 118 Alternativa a la sección transversal de la travesía, aumentando las aceras

## 7.5 ACTUACIONES DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LOS MÁRGENES

Una de las medidas más importante a la hora de tratar en la seguridad vial es el tratamiento de los márgenes. Lo más importante es que esté libre de obstáculos en una anchura suficiente a ambos lados de la calzada para poder permitir la recuperación del control de los vehículos que sufran una salida de la vía.

Entre los obstáculos que se tendrían que eliminar en los márgenes están:

- ✓ Aquellas cunetas que no tengan el perfil de seguridad.
- ✓ Soportes de luminarias, señalización y de servicios públicos.
- ✓ Los muretes y los pasos salva-cunetas.
- ✓ Elementos de apoyo de estructuras y de obra de paso.
- ✓ Árboles y elementos del tratamiento paisajístico.
- ✓ Taludes de pendientes superiores 5:1.

En los casos en los que no sea posible la eliminación de los obstáculos, deben instalarse dispositivos de contención adecuados.

Se debe tener en cuenta qué la colisión con los dispositivos de contención puede conllevar más riesgos para el conductor, que la ausencia de las mismas; por ello es recomendable valorar las consecuencias en uno y otro caso.



Ilustración 119 Colocación de biondas como medida de seguridad en los márgenes

## 7.6 MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN CONDICIONES METEREÓLOGICAS ADVERSAS

Dada la situación en que se encuentra nuestra carretera objeto de estudio dónde la climatología es adversa a lo largo del año, especialmente en época invernal, sería recomendable plantearse medidas de seguridad vial en condiciones adversas. Estas medidas están destinadas a conseguir uno o varios de los siguientes efectos:

- ✓ Optimizar las tareas de conservación invernal para disminuir todo lo posible la duración del periodo en que existe nieve o hielo sobre la calzada.
- ✓ Disminuir la velocidad y el aumento de la distancia entre vehículos sucesivos para compensar el menor margen de seguridad debido a las condiciones presentes.



- ✓ Transmitir a los usuarios de información precisa y oportuna sobre el estado de las carreteras en las épocas en que se pueden dar condiciones meteorológicas adversas.

Esto supone que una organización eficaz en las tareas de conservación invernal minimiza el periodo de tiempo en que el pavimento esté pésimas condiciones de adherencia. Por otro lado resulta importante que los conductores adecuen su conducta a la hora de circular en condiciones difíciles, por esto y por todo lo anterior se puede utilizar sistemas de advertencia de peligro por condiciones meteorológicas adversas, SAPMA.

Los elementos que componen un SAPMA son los siguientes:

- ✓ Dispositivos de detención de las condiciones desfavorables: detectores de visibilidad, de precipitación, sensores para las condiciones del pavimento, anemómetros estaciones meteorológicas viales, cámaras de TV, detectores de tráfico...
- ✓ Dispositivos de transmisión de los mensajes de advertencia mediante señales convencionales, con destellantes, paneles de señalización variable fijos y móviles.
- ✓ Elementos de control y accionamiento de sistema

Dependiendo el factor meteorológico predominante de la zona, la configuración del SAPMA varía. En el caso de la N-I el factor predominante es la nieve que normalmente cae en el Puerto de la Brújula, para tal efecto sería necesario:

- ✓ 4 detectores de estado y de temperatura del pavimento por km y un detector óptico de precipitación en cada tramo.
- ✓ Un panel de señalización variable móvil autónomo y otro sobre vehículo.
- ✓ Un controlador remoto y un equipo de retransmisión de datos por GSM.

La posición de los paneles debe ser tal que el primer mensaje de advertencia sea recibido por los conductores con una anticipación suficiente con respecto a su llegada al tramo en el que se encuentra el problema, pero no tan lejos como para que el efecto de la advertencia desaparezca, la distancia aconsejable está entre 1 km y 10 km.

Los mensajes que se transmiten a través de la señalización variable es decisivo en el que tienen sobre el comportamiento de los usuarios, por ello debe ser una información clara y concisa y tiene que incluir una recomendación que tiene que llevar a cabo el conductor.



Ilustración 120 N-I cortada por condiciones adversas a su paso por el Puerto de la Brújula

Muchas veces debido al carácter esporádico de las precipitaciones y la presencia inmediata de hielo que se da en el Puerto de la Brújula generan problemas serios de vialidad, las precipitaciones no son de gran intensidad, y una actuación rápida que impida la formación de placas de hielo, puede ser suficiente.

Para este tipo de problema lo más aconsejable es instalar sistemas de extendido automático de fundentes, que consta de un sistema de control, información y accionamiento, depósito de salmuera y una estación de bombeo conectada mediante tuberías con una serie de aspersores dispuestos a lo largo de la zona a tratar.

El sistema de control incluye una serie de detectores de estado de pavimento y una estación meteorológica vial, que transmiten la información que captan a un procesador. El algoritmo de control determina cuando existe riesgo de que se forme hielo sobre la calzada y la dosificación de salmuera necesaria para extender a través de los aspersores.

Las estaciones meteorológicas viales (EMV) se instalan generalmente sobre una torre en el margen de la carretera en la que se alojan los sensores atmosféricos

Los detectores se deben situar en los carriles de menor intensidad de tráfico y, en todo caso fuera de la zona de pisado de los neumáticos para evitar que el paso frecuente de las ruedas sobre ellos altere las medidas. Tampoco deben situarse en el centro de los carriles para evitar que el calor despedido por el vehículo afecte a las lecturas de temperatura.

## 8 CUADRO RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DE MEJORA

NATURALEZA	SOLUCIÓN
<b>Trazado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento de señalización</li> </ul>
<b>Accesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limitar accesos</li> <li>✓ Canalización de movimientos</li> <li>✓ Carriles de espera para los giros a izquierda</li> <li>✓ Disminuir la velocidad en el tramo para reducir la visibilidad necesaria</li> <li>✓ Pavimentar los accesos a caminos rurales</li> </ul>
<b>Intersecciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Canalización de movimientos</li> <li>✓ Carriles de espera para los giros a izquierda</li> <li>✓ Desplazamiento de la intersección</li> <li>✓ Glorieta elevada, donde la IMD es elevada</li> </ul>
<b>Travesías</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Paso de peatones</li> <li>✓ Semáforo</li> <li>✓ Eliminación de arcenes y estrechamiento de la calzada</li> <li>✓ Ampliación de aceras</li> <li>✓ Aumento de señalización</li> <li>✓ Pavimento de alta de fricción en las curvas precedentes</li> </ul>
<b>Márgenes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Barreras de seguridad, biondas</li> </ul>
<b>Meteorológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ SAPMA</li> <li>✓ Sistema extendido automático de fundentes</li> </ul>



## 9 VALORACIÓN ECONÓMICA

### Desbroce

- ✓ M<sup>2</sup> desbroce y limpieza superficial de terreno de bosque por medios mecánicos, hasta una profundidad de 30 cm. y retirado de arbolado de diámetro menor de 30 cm., carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero..... 0,98 €/m<sup>2</sup>

### Señalización vertical

- ✓ Ud señal vertical tipo R-301, incluso soporte, cimentación y colocación.....150,00 €/ud
- ✓ Ud señal vertical tipo P-1a, incluso soporte, cimentación y colocación.....150,00 €/ud
- ✓ Ud señal vertical tipo R-502, incluso soporte, cimentación y colocación.....150 €/ud
- ✓ Ud señal vertical tipo R-305, incluso soporte, cimentación y colocación..... 150,00 €/ud
- ✓ Ud reposición señal vertical tipo P-4..... 150,00 €/ud
- ✓ Ud de panel direccional reflexivo de 195x45 cm., en azul y blanco para señalización de curvas, incluso poste galvanizado de sustentación, tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocado..... 228,32 €/ud
- ✓ Suministro y colocación de báculo para semáforos de acero galvanizado de 6 m. de altura y 5,5 m. de brazo, i/conexiones..... 676,68 €/ud



- ✓ Semáforo de aluminio inyectado de 2 focos de 300 mm. de diámetro con lámpara incandescente de 70 W..... 385,90 €/ud

### Señalización horizontal

- ✓ MI de marca vial blanca reflexiva tipo I, de 15 cm. de anchura, con pintura acrílica en emulsión acuosa en borde continuo de carreteras o isletas, incluso preparación y limpieza de la superficie y premarcaje, realmente ejecutada..... 0,51 €/ml
- ✓ M<sup>2</sup> de marca vial blanca reflexiva tipo I, con pintura acrílica en emulsión acuosa, para cebreado, líneas transversales de detención y ceda el paso, flechas, símbolos, palabras, etc., incluso preparación y limpieza de la superficie y premarcaje, realmente ejecutada..... 11,51 €/m<sup>2</sup>
- ✓ MI de Resaltes con pintura acrílica termoplástica, cada 10 cm., en borde continuo de 15 cm., totalmente ejecutado..... 1,15 €/ml

### Defensa

- ✓ MI de suministro y colocación de barrera metálica tipo BMSNA2/C con cimiento de hormigón, incluso captafaros reflectantes cada 8 m, amortiguadores, soportes tipo CPN y apoyos..... 27,00 €/ml

### Arbolado

- ✓ Unidad de Eucalyptus globulus (Eucalipto) de 14 a 16 cm. de perímetro de tronco, suministrado en contenedor y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego..... 35,61 €/ ud



Pavimentación

- ✓ MI de bordillo de hormigón bicapa, achaflanado, de 12-15x28 cm. colocado sobre solera de hormigón HM-15/P/40, de 10 cm. de espesor, i/excavación necesaria, rejuntado y limpieza..... 8,75 €/ ml
  
- ✓ M<sup>2</sup> de pavimento peatonal de hormigón HM-20/P/20/I, de 10 cm. de espesor, acabado superficial fratasado a mano, sobre firme no incluido en el presente precio, i/preparación de la base, extendido, reglado, vibrado, fratasado, curado, y p/p. de juntas..... 12,40 €/m<sup>2</sup>
  
- ✓ T de mezcla bituminosa en frío tipo AF-20 en capa de rodadura o intermedia, con áridos con desgaste de Los Ángeles < 25, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, excluido emulsión ..... 12,48 €/t
  
- ✓ Emulsión asfáltica ECL-1 empleada en mezcla bituminosa en frío densa, puesta a pie de planta..... 214,53 €/t
  
- ✓ T de pavimento de alta fricción en color rojo, colocado, reglado, vibrado, fratasado, curado y p/p. de juntas..... 3.000,00 €/t



Partida alzada

- ✓ Obra de paso con glorieta a distinto nivel, totalmente ejecutada y entregada en llave en mano en el municipio de Briviesca..... 1.250.000,00 €
- ✓ Sistema SAPMA y sistema de aspersión automático de fundentes, instalado y listo para funcionar..... 500.000,00 €

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO (€)
Desbroce y limpieza	1000 m <sup>2</sup>	980,00
Señal vertical tipo R-301	40 ud	6.000,00
Señal vertical tipo P-1a	5 ud	750,00
Señal vertical tipo R-502	40 ud	6.000,00
Señal vertical tipo R-305	40 ud	6.000,00
Señal vertical tipo P-4	6 ud	900,00
Panel direccional reflexivo de 195x45	60 ud	13.699,20
Suministro y colocación de báculo	2 ud	1.353,36
Semáforo de aluminio	2 ud	771,80
Marca vial blanca reflexiva tipo I, de 15 cm	3500 ml	1.785,00
Marca vial blanca reflexiva tipo I	25 m <sup>2</sup>	287,75
Resaltes con pintura acrílica termoplástica	400 ml	460,00
Suministro y colocación de barrera metálica	250 ml	6.750,00
Unidad de Eucalyptus globulus	40 ud	1.424,40
Bordillo de hormigón bicapa	1500 ml	13.125,00
Pavimento peatonal de hormigón HM-20/P/20/I	48 m <sup>2</sup>	595,20
Pavimento de alta fricción	70 t	210.000,00
Mezcla bituminosa en frío tipo AF-20	1750 t	21.840,00
Emulsión asfáltica ECL-1	90 t	19.307,70
Obra de paso con glorieta a distinto nivel	1 ud	1.250.000,00
Sistema SAPMA y sistema de aspersión automático de fundentes	1 ud	500.000,00
		2.062.029,41
GASTOS GENERALES	16%	329.924,71



BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	123.721,77
		2.515.675,89
IVA	21%	528.291,93
<b>TOTAL</b>		<b>3.043.967,82</b>

## 10 CONCLUSIONES

Una vez analizado el estado de la carretera podemos afirmar que no se encuentra en óptimas condiciones y que incumple la normativa en la mayor parte de su trazado, incluyendo deficiencias en la señalización.

Este motivo es debido a que la carretera es más antigua que la propia normativa, pero esto no tiene que ser un motivo de excusa y de dejadez para realizar actuaciones de mejora además, como se ha visto con anterioridad, las altas tasas de IMD y de accidentabilidad acentúan la necesidad de ellas.

Tampoco hay que esperar a la deseada liberación de la AP-1, porque no se sabe muy bien cuando llegará, puede ser dentro de un año como dentro de diez. Otra de tantas medidas que han puesto encima de la mesa es la de "obligar" a los vehículos pesados circular por la AP-1, tanto esta medida como otras están muy bien, pero no van a eliminar la peligrosidad de la N-I, solamente se reduciría la gravedad de accidentes al eliminar vehículos de la carretera.

Esta reducción de vehículos, especialmente de vehículos pesados, haría una carretera más rápida, un incremento de velocidad que la propia vía no es capaz de absorber ya que muchas curvas tienen una velocidad específica de 60 km/h. Por lo tanto no resolvería del todo la lacra de accidentes que se produce en esta vía. La mejor ecuación para la seguridad de la carretera es menos vehículos pesados en la carretera y las medidas presentadas en este estudio de seguridad vial, ambas deben funcionar como una sinergia con el fin de conseguir la solución a este lúgubre problema.

El coste de la mejora, poco más de tres millones de euros, no debe ser un impedimento; es una cantidad irrisoria en comparación con el dinero destinado a rescatar las radiales de Madrid.

Con todo lo dicho anteriormente, y para finalizar, decir que no hay motivos ni excusas para no invertir en la N-I, nuestra carretera, la de todos.



## 11 BIBLIOGRAFÍA

### Normativa

- ✓ *"Norma 3.1-IC. Trazado, de la instrucción de carreteras". Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.*
- ✓ *"Norma 8.1-IC, Señalización Vertical". Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.*
- ✓ *"Norma 8.2-IC, Señalización horizontal". Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.*
- ✓ *"Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, 1975". Dirección general de carreteras y camino vecinales, Madrid.*
- ✓ *"Recomendaciones sobre glorietas". Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.*

### Libros

- ✓ *"Procedimientos de estudio, diseño y gestión de medidas de seguridad vial en las infraestructuras". José María Pardillo Mayoral.*

### Material de apoyo

- ✓ *Apuntes de Ingeniería de Carreteras. MATTU*
- ✓ *Apuntes de Ingeniería de Tráfico. MATTU*
- ✓ *Apuntes de Explotación y Conservación de Carreteras. MATTU*
- ✓ *Anuario de accidentabilidad de la DGT.*

### Páginas web

- ✓ *<http://www.diariodeburgos.es/> Diario de Burgos*
- ✓ *<http://www.dgt.es/es/> Dirección General de Tráfico*
- ✓ *[http://www.fomento.gob.es/mfom/lang\\_castellano/](http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/) Ministerio de Fomento*
- ✓ *<http://www.carreteros.org/>*

## 12 ANEJOS