



Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos



Trabajo final de master Tipo Profesional

Estudio de mejora de la seguridad vial en la carretera CV-372 desde PK 0+000 al PK 4+450, entre los municipios Pobla de Vallbona y Riba Roja del Turia (Valencia)

Valencia, 25 de Julio de 2017

TITULACIÓN: Master en Transporte, Territorio y Urbanismo

Curso 2016/17

Autor: Alberto Blasco Montañana

Tutor: Jordi Albert Esparza Soria

Índice

1.	Introducción	4
2.	Factores que influyen en la seguridad vial	4
3.	Objetivos	7
4.	Análisis de la carretera CV-372	7
4.1.	Ubicación.....	7
4.2.	Características	8
4.3.	Análisis de la IMD	9
4.4.	Análisis de la accidentabilidad	12
4.5.	Estudio de la problemática.....	16
4.5.1.	Sección transversal.....	16
4.5.2.	Trazado en planta.....	20
4.5.3.	Intersecciones y accesos	27
4.5.4.	Visibilidad	43
5.	Soluciones propuestas	46
5.1.	Metodología	46
5.2.	Cuadro resumen propuestas.....	47
5.3.	Propuesta A.....	48
5.3.1.	Propuesta A.1	48
5.3.2.	Propuesta A.2	56
5.4.	Propuesta B	61
5.4.1.	Propuesta B.1	61
5.4.2.	Propuesta B.2	72
5.5.	Propuesta C	76
5.5.1.	Propuesta C.1	76
5.5.2.	Propuesta C.2	82
5.6.	Propuesta D.....	98
5.6.1.	Propuesta D.1.....	99
5.6.2.	Propuesta D.2.....	100
6.	Elección y justificación de las propuestas	101
7.	Conclusiones.....	103
8.	Bibliografía	104
9.	Anexos.....	105
9.1.	Informe de visibilidad de la carretera existente	105

9.2. Listado de los puntos singulares en planta del trazado existente 109

1. Introducción

La función de un ingeniero de carreteras es diseñar y proyectar viales que permitan el desplazamiento de personas y mercancías en condiciones de seguridad. La seguridad es un aspecto fundamental en el diseño de las mismas y es en lo que se basan las prescripciones que aparecen en la normativa de carreteras.

Para el presente estudio, correspondiente al trabajo final del Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo, se ha escogido una carretera de la Diputación de Valencia sobre la cual se va a identificar la problemática de seguridad vial, caracterizando su tráfico y su accidentabilidad y se propondrán diferentes soluciones analizando su mayor o menor idoneidad basándose en diversos criterios. Para ello me valdré de la literatura y la experiencia recabada hasta la fecha en materia de diseño, explotación y seguridad en carreteras adquirida en el presente máster

2. Factores que influyen en la seguridad vial

Para la evaluación de la seguridad vial es preciso conocer qué factores intervienen en la ocurrencia de accidentes. Un accidente de tráfico se define como un suceso imprevisto que causa una alteración de la marcha normal de las cosas estando implicado al menos un vehículo en movimiento, que produce un daño y que tiene lugar en la vía pública. Los accidentes también se pueden clasificar en función de las víctimas involucradas y de su gravedad, lo cual nos permite clasificar los accidentes para así obtener estadísticas que nos ayuden a diseñar los cambios y mejoras en materia de seguridad vial.

Así pues, los factores que influyen en la seguridad se distinguen en 5:

Factor humano: Para entender la incidencia del factor humano en la siniestralidad es preciso conocer la interacción entre la carretera y el conductor y los procesos mentales que están detrás de dicha tarea. En primer lugar, el conductor percibe a través de diversas fuentes una gran cantidad de información sobre la carretera por la que está circulando (Infraestructura, tráfico, entorno etc.). Esta información es sesgada por el conductor en función de su experiencia previa, su nivel de estrés, edad, destreza... Si la información percibida es muy poca, el conductor tiende a llenar capacidad mental con información no relacionada con la conducción, lo que causa distracciones que originan accidentes. En el caso de vías interurbanas, las distracciones están presentes en el 42% de los accidentes, mientras que en vías urbanas este porcentaje se reduce al 31.

Por otra parte, si la cantidad de información percibida es demasiado grande puede haber información no procesada, que puede ser o no importante para la conducción. En el caso de serlo la probabilidad de accidentes aumenta considerablemente.

En resumen y como se muestra en la gráfica inferior, si la carga de trabajo, que es la cantidad de información que una persona procesa por unidad de tiempo es demasiado baja, la posibilidad de accidentes aumenta por la aparición de distracciones, mientras que si es muy alta lo hace si la información no percibida es importante para la conducción.

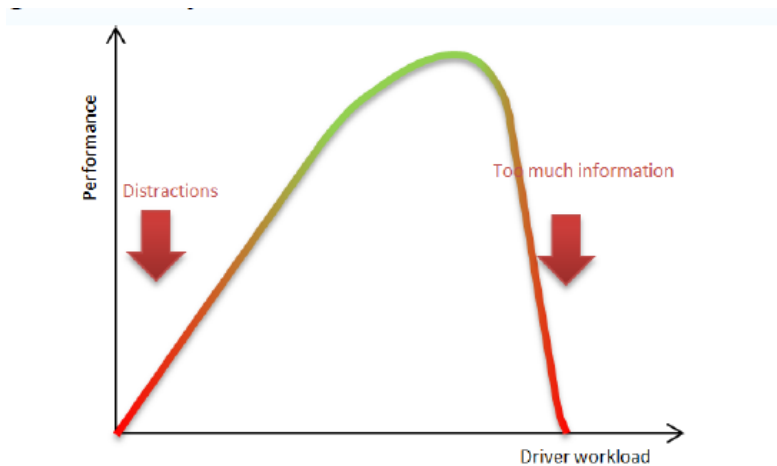


Gráfico 1. Relación entre la carga de trabajo y el rendimiento del conductor

Esto traducido a la labor del ingeniero de carreteras conlleva hacer diseños más homogéneos de forma que la información virtual (expectativas) sea mayor y por tanto la información percibida menor. Es lo que se conoce como consistencia de trazado, que debe ser tanto espacial (consistencia de la carretera con su entorno y con los tramos sucesivos de esta) y temporal, que implica la planificación de carreteras.

Siguiendo el precepto de reducir cantidad de información a procesar, la calidad en el diseño juega un papel fundamental. Por un lado, la visibilidad tiene que ser lo suficientemente amplia como para que el conductor tenga tiempo de filtrar y procesar información. Esto implica tanto diseño en planta y alzado como la orografía (taludes) o la vegetación. También los diseños autoexplicativos, que prescinden de la mayor parte de la señalización, son otro paso en la misma dirección.

Una vez el conductor ha percibido y procesado la información toma decisiones que afectan a la conducción. En esta fase, si la cantidad de información a procesar es muy elevada, disminuye la velocidad para equilibrar sus capacidades a la demanda, mientras que en una situación de velocidad reducida el conductor tenderá a llenar su capacidad realizando una tarea no relacionada con la conducción. Estos supuestos corresponden al modelo racional de toma de decisiones.

También existen otros modelos, como los motivacionales que definen el riesgo objetivo (riesgo real de una carretera) y el riesgo percibido (aquel que es asumido por el conductor en base a su percepción, experiencia, destreza...). En este caso se podría dar la circunstancia de que el riesgo percibido es menor que el objetivo, en cuyo caso el usuario asume un riesgo mayor aumentando la probabilidad de accidente. Como medidas preventivas se debería aumentar el riesgo percibido (añadir señalización) o disminuir el umbral de riesgo objetivo, mejorando tanto la carretera en cuanto a diseño geométrico, sección transversal etc. como los vehículos (medidas de seguridad) y los pasajeros (casco).

Factor vehículo: Los accidentes debidos al vehículo se dan mayoritariamente por un déficit de mantenimiento, como en el caso de los pinchazos, falta de frenado o fallos en la dirección.

En los últimos años se han ido incorporando a los vehículos cada vez más y mejores medidas de seguridad. A los ya conocidos airbag, cinturón de seguridad o ABS cada vez son más vehículos incorporan sensores y actuadores para evitar atropellos o colisiones por alcance,

salidas de vía, reproducción de señalización vertical etc. bien por reclamo comercial o en otros casos por directiva europea, como es el caso del *e-call*.

Factor infraestructura: El factor infraestructura presenta una elevada interacción con el factor humano. En este caso se puede intervenir de manera directa identificando los riesgos y actuando en base a la experiencia. A menudo estas actuaciones están limitadas por la dotación presupuestaria, lo que obliga a priorizar y establecer una jerarquización de los problemas identificados en el que suele pesar más el coste y la eficacia esperada valorada en términos de accidentabilidad y mortalidad.

En cuanto a la distribución de accidentes, las tasas son entre 2 y 4 veces mayores en carreteras convencionales que en autopistas y autovías. Esto se explica en gran parte por las medianas, ya que cuanto mayor sea su ancho se dará una probabilidad menor de invadir el sentido contrario. Por otra parte, la existencia de barreras, ya sean *biondas* o de tipo *new jersey* disminuyen la gravedad de los accidentes, aunque aumentan su frecuencia.

En ocasiones estas barreras junto con la vegetación que suele colocarse en las medianas por razones de integración paisajística dificultan la visibilidad, por lo que habrá que procurar minimizar sus efectos adversos.

En carreteras convencionales los accesos e intersecciones influyen de forma muy negativa en la siniestralidad, siendo necesarias actuaciones como canalizar los accesos por una vía de servicio y sustituir intersecciones por glorietas, lo que habitualmente aumentan los accidentes pero disminuye su gravedad. A su vez estos accesos suelen disponer de pasos sobre la cuneta, lo que aumenta la gravedad considerablemente en caso de salida de vía.

En lo que respecta al pavimento los problemas de deslizamiento se suelen dar cuando este se encuentra húmedo, lo que obliga a reducir la velocidad. En casos en los que el pavimento se encuentre en mal estado es contraproducente mejorar la superficie mediante un recricado de firme si la geometría no acompaña a dicha actuación, dado que aumentaría el riesgo asumido por el conductor sin que el riesgo objetivo disminuyera simultáneamente.

Por último, los márgenes de las carreteras deben estar libres de obstáculos o estar protegidos adecuadamente para disminuir la gravedad de las salidas de vía.

Factor tráfico: El tráfico tiene su influencia en la siniestralidad principalmente por la velocidad de circulación. Una velocidad elevada aumenta tanto la probabilidad como la gravedad de accidente, lo cual no significa que la velocidad sea la causa, sino una combinación de esta junto con otros factores. La distribución de la velocidad entre los usuarios de la vía también guarda relación con la accidentabilidad, siendo menos deseable una mayor dispersión de la misma (alcances).

Por último, la composición del tráfico también juega un papel determinante, ya que a mayor porcentaje de vehículos pesados (más lentos) mayor dispersión de velocidades y se pueden dar colisiones por alcance.

Factor entorno: la meteorología adversa influye principalmente disminuyendo la adherencia de los neumáticos al pavimento en caso de lluvia, nieve o hielo y dificultando la visibilidad en situaciones de lluvia, niebla o en caso de deslumbramientos debidos al sol, especialmente en salidas de túneles.

3. Objetivos

El objetivo de este trabajo es aplicar los conocimientos adquiridos en materia de carreteras (diseño, seguridad vial, mantenimiento y explotación etc.) a un caso concreto, la CV-372, que une los municipios de Riba Roja del Turia y Pobla de Vallbona, en la provincia de Valencia. En ella se identificarán los principales problemas de seguridad y se establecerán una serie de medidas correctoras y paliativas, evaluando su coste, efectividad, tiempo de ejecución y demás parámetros y finalmente escogiendo la más idónea basándose en los criterios anteriormente mencionados. Para ello será preciso analizar tanto la distribución del tráfico como de la accidentabilidad, sus posibles problemas de sección transversal, trazado en planta, trazado en alzado, intersecciones, accesos y visibilidad, analizando y justificando su efecto adverso sobre la seguridad vial para así poder formular propuestas efectivas que permitan a los usuarios de esta carretera realizar las actividades del transporte en condiciones de seguridad y con un coste asequible con las condiciones presupuestarias actuales.

4. Análisis de la carretera CV-372

4.1. Ubicación

La CV-372 pertenece a la red local de carreteras de la Comunidad Valenciana y su titular es la Diputación de Valencia. Se inicia en el municipio Pobla de Vallbona, en la glorieta que enlaza la salida de del mismo pueblo, por la calle Mestre Barona y la CV-375 que une la CV-50 con el municipio de L'Elia. Discurre por una zona mayoritariamente agraria a excepción de un pequeño tramo que corresponde a una zona residencial con viviendas adosadas y unifamiliares perteneciente administrativamente a Pobla de Vallbona. Tras una curva cerrada la CV-372 queda paralela al río Turia finalizando en una intersección con la CV-336.

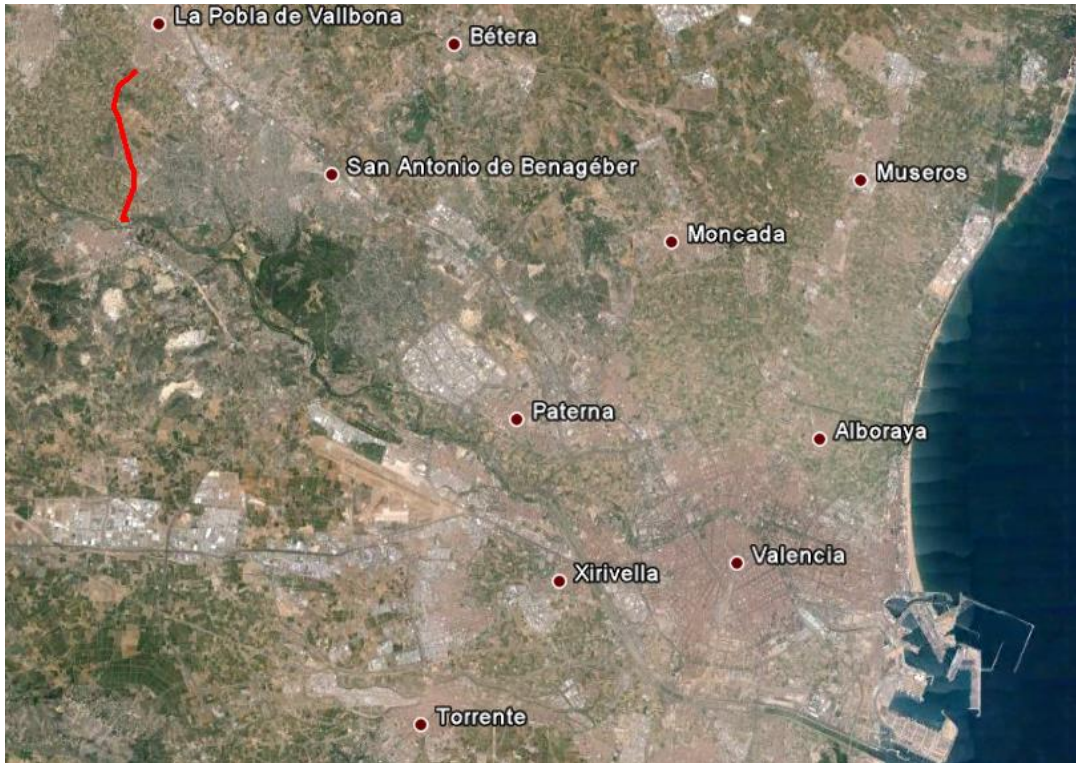


Imagen 1. Ubicación general

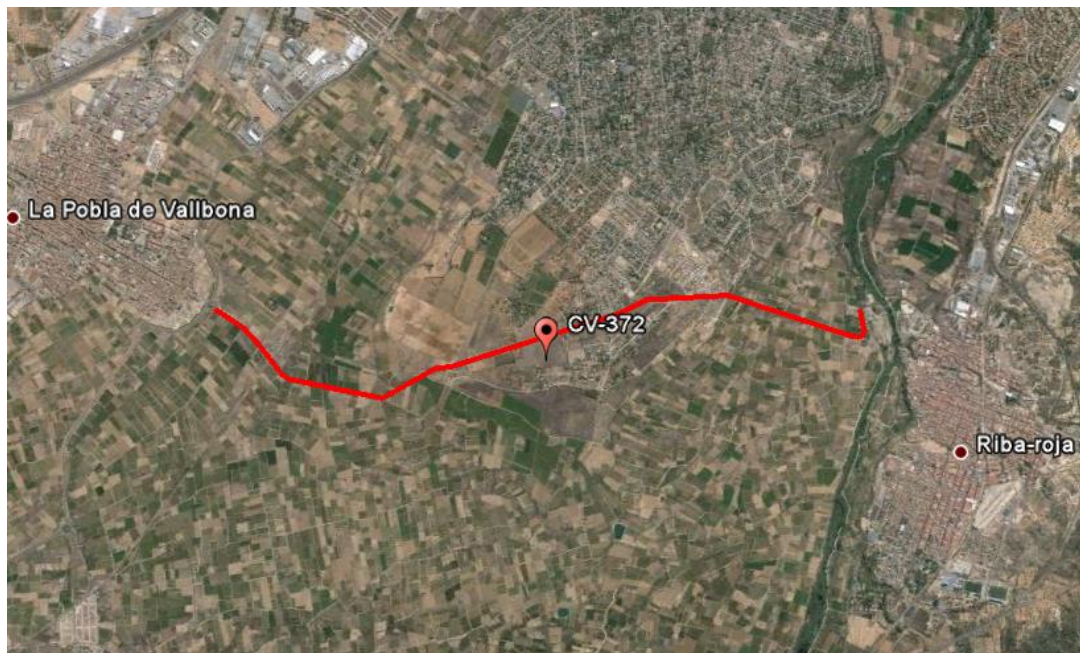


Imagen 2. Ubicación detalle

4.2. Características

La CV-372 es una carretera convencional de dominio público con una calzada única y un carril por sentido de circulación. El ancho medio de la calzada a lo largo de su recorrido es de 6.45 metros y no dispone de arcenes en ningún tramo. El firme está en buen estado a lo largo de su

recorrido y dispone de señalización vertical en buen estado, aunque posteriormente se analizará si cumple con los requerimientos de la normativa.

En su tramo inicial tiene un paso superior sobre la línea 2 de Metrovalencia.

Por su entorno agrario, sobre el trazado confluyen un buen número de caminos agrarios.

En ciertos tramos la carretera dispone de barrera bionda siempre equipada con faldón para la protección de motoristas.

La visibilidad en general es buena, aunque en ciertos tramos, como el paso superior u otros en los que la vegetación interfiere en la visibilidad se deberán tener en cuenta

4.3. Análisis de la IMD

La intensidad media diaria nos indica el número de vehículos que circula diariamente por una carretera o un tramo de esta. Es importante conocer este dato junto con la composición del tráfico para realizar cualquier acondicionamiento o mejora de la misma, así como para planificar la red de carreteras basándose en su evolución a lo largo del tiempo. También es útil para obtener datos de accidentabilidad, peligrosidad y mortalidad que nos ayuden a identificar los puntos más peligrosos de la carretera.

En el gráfico inferior se muestran las IMD entre los años 2007 y 2014 obtenidos de *Libro de Aforos 2014* publicado por el área de carreteras de la diputación de Valencia. Del año 2009 no se tiene aforo en esta carretera. Como se puede ver, la IMD tiene una tendencia creciente en los últimos años, aunque se observa un descenso medio desde el año 2007, cuando aún no había comenzado la crisis económica en nuestro país.

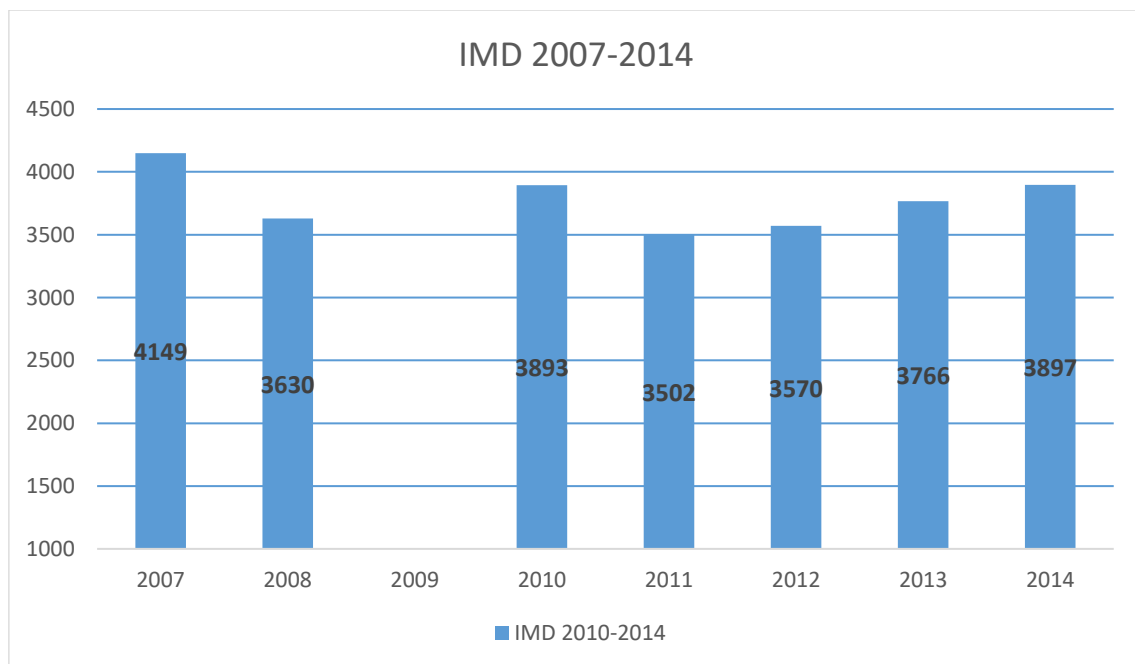


Gráfico 2. IMD entre los años 2007 y 2014

En el capítulo de sección transversal de la normativa 3.1 IC de trazado, se establece el límite de 3000 veh/día considerado como baja intensidad y por debajo del cual se puede justificar una reducción o eliminación de elementos de la sección como es el caso de arcenes y bermas. Al estar por encima de este valor, aunque no de forma significativa podemos concluir que se trata de una carretera de intensidad media.

Por otra parte, es importante analizar el porcentaje que vehículos pesados que circula por la carretera como porcentaje del total. El gráfico inferior nos muestra los porcentajes de vehículos pesados sobre la IMD desde el año 2007 al año 2014.

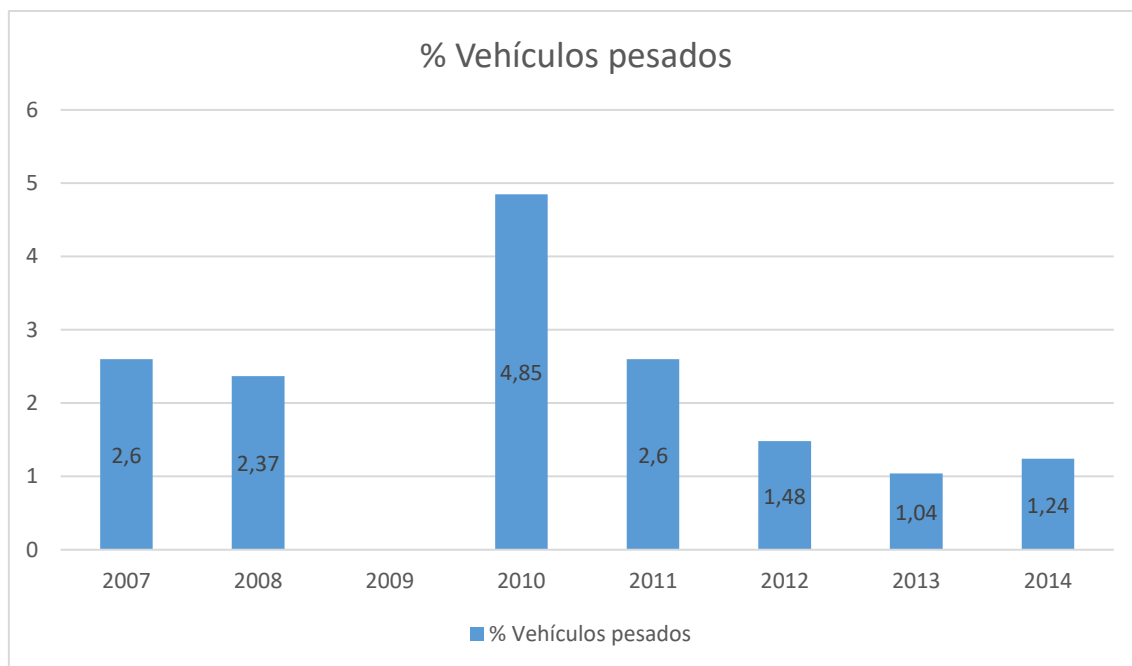


Gráfico 3. IMDp entre los años 2007 y 2014

Como se puede apreciar en los últimos años el porcentaje de pesados sigue siendo inferior al año 2010 y anteriores.

Atendiendo a la distribución por sentidos vemos que ambos están más o menos igualados y no hay un sentido que predomine sobre el otro, como muestra la tabla siguiente sobre un aforo realizado en mayo de 2015. También podemos ver más detalladamente la composición del tráfico en ambos sentidos y el total.

Intensidades diarias registradas	Laborable			
	Total (vh/día)	Ligero	Pesado	Moto
Sentido creciente PK	1949	95.40 %	1.36 %	3.23 %
Sentido decreciente PK	2072	95.84 %	1.13 %	3.04 %
Total	4021	95.62 %	1.24 %	3.13 %

Tabla 1. Porcentajes IMD por tipo de vehículo y sentido

Por otra parte, en lo que respecta a la distribución horaria observamos los típicos patrones horarios con picos a primera hora de la mañana, a mediodía y al final de la tarde. En la gráfica inferior se puede apreciar los patrones mencionados distribuidos por sentidos. El sentido 1, en rojo (s1) indica un sentido creciente de los PK, es decir, comenzando en la Poble de Vallbona y finalizando en el término municipal de Riba Roja del Turia, mientras que el sentido 2 en azul representa el sentido decreciente de los PK.

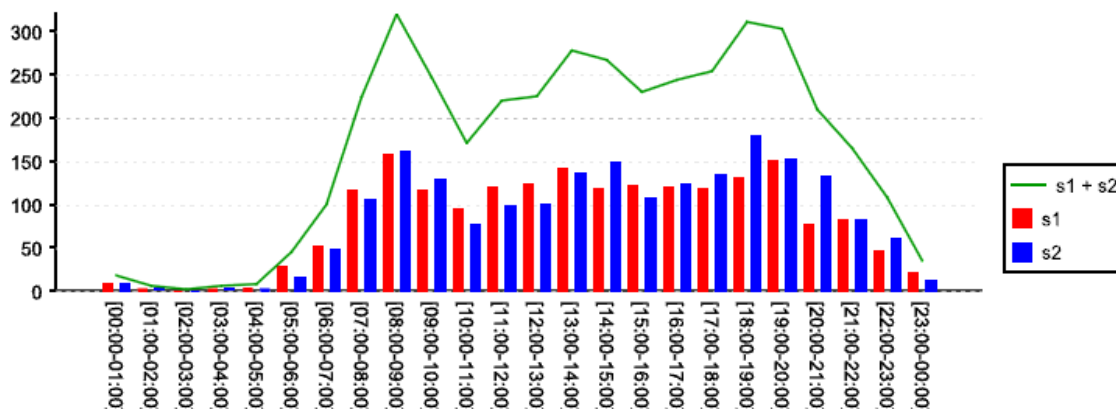


Gráfico 4. Distribución de la IMD por horas y sentidos.

En lo que respecta a las velocidades de circulación, las medias registradas en un día laborable diferenciando por sentido de circulación siendo s1 creciente y s2 decreciente son las que figuran en la gráfica inferior. Como vemos no hay apenas diferencias sustanciales durante el día, aunque de noche sí se puede observar una ligera disminución en la velocidad que es más acusada en el sentido creciente.

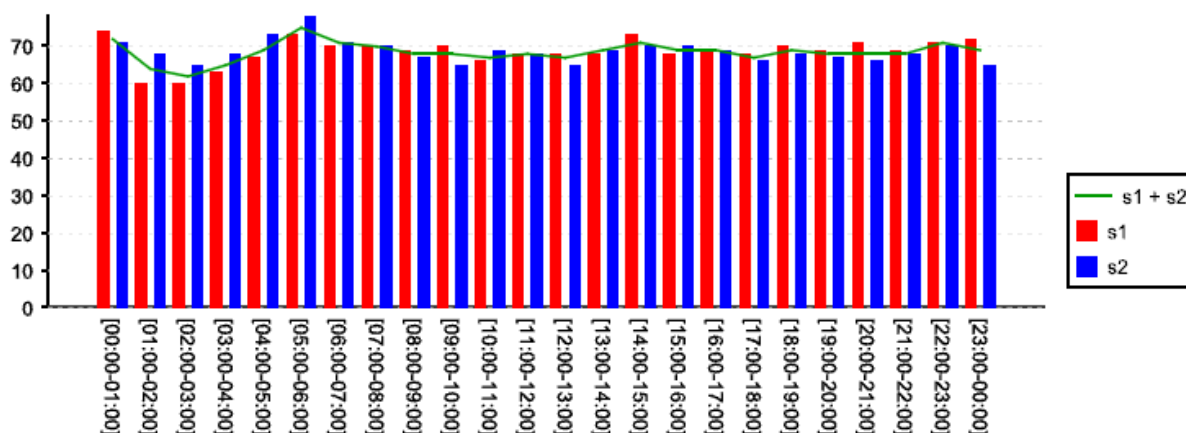


Gráfico 5. Distribución de la IMD por horas y velocidades.

Por último, y siguiendo con la caracterización de la velocidad en la carretera objeto de estudio, la diputación de Valencia facilita las velocidades características medidas en el punto de aforo, que son las siguientes: *v50*, *v85* y *v99*. Estas velocidades hacen referencia al porcentaje de vehículos que circulan por debajo de dicha velocidad. Para este tipo de trabajos nos interesa especialmente la *v85*, denominada velocidad de operación y cuya magnitud tan solo es superada por el 15% de los vehículos. La *v85* se utiliza entre otras cosas en métodos de evaluación de la consistencia del trazado, como es el caso de los Criterios I y II de Lamm. Las velocidades características de la CV-372 medidas en un día laborable son las que figuran en la tabla siguiente:

v50	v85	v99
67	79	104

Tabla 2. Velocidades características.

4.4. Análisis de la accidentabilidad

Para el análisis de la accidentabilidad de la carretera estudiada nos valdremos de los datos de accidentes facilitados por la diputación de Valencia. Los datos van del 2008 a 2015 y contienen información sobre el punto kilométrico, la luminosidad, el sentido, el tipo de accidente, el número de vehículos implicados y el número de víctimas y su gravedad.

Antes que nada, es preciso definir los tipos de accidentes según su tenencia o no de víctimas y de qué tipo para poder clasificarlos.

- **Accidente con víctimas:** aquel en el que una o varias personas resultan muertas o heridas
- **Víctima:** toda persona que resulte muerta o herida como consecuencia de un accidente de circulación
- **Muerto:** Toda persona que, como consecuencia del accidente, fallezca en el acto o dentro de los 30 días siguientes
- **Herido:** Toda persona que no ha resultado muerta en un accidente de circulación, pero que ha sufrido una o varias heridas graves o leves. Estas se diferencian de la siguiente forma:

-Herido grave: Toda persona herida en un accidente de circulación y cuyo estado precisa una hospitalización superior a 24 horas

-Herido leve: Toda persona herida en un accidente de circulación al que no pueda aplicarse la definición de herido grave

En la tabla inferior se muestra el número de accidentes ocurridos en el periodo 2008-2015 y en cuáles de ellos se produjeron víctimas y de que gravedad.

Tipo de accidente		Número
Sin víctimas		12
Con víctimas	Total	12
	Heridos leves	11
	Heridos graves	0
	Muertos	1
Total		24

Tabla 3. Accidentes ocurridos y su gravedad

Vemos que a pesar de no tratarse de una carretera con una alta IMD ni un tramo demasiado largo, se producen accidentes con una probabilidad del 50% de que sean con víctimas.

Clasificando los datos de accidentes por sentido de circulación y la existencia o no de víctimas obtenemos la tabla siguiente. Como se puede ver la frecuencia de accidentes es superior en el sentido decreciente y también se aprecia una gravedad superior en estos, lo cual precisa de un análisis más pormenorizado de las causas de la mayor propensión a la accidentabilidad.

Tipo	Creciente	Decreciente	Ambos	No identificado
Sin víctimas	4	5	2	1
Con víctimas	4	7	1	0
Total	8	12	3	1

Tabla 4. Distribución de accidentes por sentido y gravedad

Por otra parte, es importante conocer de qué forma se han producido los accidentes para así poder valorar qué medidas van a ser las más efectivas en lo que a reducción de siniestralidad se refiere. En la tabla inferior se clasifican según su localización, tipo de superficie, iluminación y tipo de accidente.

Tipo	Nº de veces
Colisión frontal	0
Colisión por alcance	4
Colisión lateral	2
Colisión frontolateral	2
Salida de calzada sin choque	8
Salida de calzada con choque	3
Salida de calzada con vuelco	3
Otro	2

Tabla 5. Número de accidentes de cada tipo

Como vemos el accidente más recurrente es una salida de calzada sin choque ni vuelco. Dentro de las salidas de calzada con choque, que son tres, estos se producen contra muro, árbol y cuneta respectivamente. En cuanto al vuelco, de los tres registrados dos se producen entre los PK 2+700 y 2+800 y con superficie mojada, lo cual es algo a tener en cuenta.

Por lo que respecta a las colisiones la más recurrente es la colisión por alcance, con 4 casos, aunque tan solo con dos heridos leves. También la frontolateral, que suma 2 casos con resultado de 4 heridos leves y un herido mortal, lo cual pone en relieve la gravedad y violencia de este tipo de accidentes.

Como hemos visto antes en los factores concurrentes en la seguridad vial, los factores infraestructura y entorno tienen una influencia importante en la ocurrencia de accidentes. En la tabla inferior vemos el número de accidentes y su gravedad según el estado de la superficie y la iluminación.

Factores		Accidentes sin víctimas	Accidentes con víctimas	Total
Superficie	Seca y limpia	10	10	20
	Gravilla	0	1	1
	Mojada	2	1	3
Iluminación	Noche. Sin iluminación	4	4	8
	Día	6	7	13
	Crepúsculo	2	1	3

Tabla 6. Caracterización de accidentes según iluminación, superficie y gravedad

Esto pone en evidencia la poca influencia de la superficie como causante de los accidentes, ya que la mayoría se han producido en superficie seca y limpia, y no con malas condiciones. Por el contrario, vemos que la iluminación sí juega un papel importante ya que, aunque se han producido menos que durante el día, la diferencia de intensidad de tráfico de noche con respecto al día es mucho mayor, con lo que sí que parece tener cierta influencia.

Por último, es necesario ver en qué puntos kilométricos se produjeron los accidentes para ver si hay uno o varios puntos del trazado en el que los accidentes son más recurrentes. En la siguiente tabla se muestran los accidentes ocurridos entre tramos de 500 metros consecutivos en el sentido creciente.

Puntos kilométricos	Accidentes con víctimas	Accidentes sin víctimas
0+000 - 0+500	0	4
0+500 - 1+000	3	1
1+000 - 1+500	2	0
1+500 - 2+000	1	4
2+000 - 2+500	2	0
2+500 - 3+000	1	1
3+000 - 3+500	0	0
3+500 - 4+000	2	1
4+000 - 4+450	1	1

Tabla 7. Caracterización de accidentes gravedad y punto kilométrico

No obstante, además de valorar el número de accidentes también es importante ver cuántas víctimas se ven implicadas en cada tramo para así averiguar en qué tramos se producen los accidentes de mayor gravedad.

Puntos kilométricos	Nº de víctimas
0+000 - 0+500	0
0+500 - 1+000	3
1+000 - 1+500	2
1+500 - 2+000	1

2+000 - 2+500	2
2+500 - 3+000	1
3+000 - 3+500	0
3+500 - 4+000	5
4+000 - 4+450	2

Tabla 8. Puntos kilométricos más conflictivos

Clasificado por número de víctimas, vemos que el tramo comprendido entre los puntos kilométricos 3+500 y 4+000 destaca claramente como el más peligroso, seguido por el 0+500 al 1+000, con 3 víctimas.

Todos estos datos se suelen ponderar para obtener unas tasas que nos permitan obtener información relativa sobre la peligrosidad de una carretera. Normalmente se evalúan el número de accidentes con víctimas o mortales según parámetros temporales, espaciales o según su exposición al riesgo. La exposición al riesgo se obtiene considerando dos o más variables, como pueden ser la longitud del tramo analizado o el número de vehículos que circulan por la misma.

En nuestro caso obtendremos únicamente las tasas de siniestralidad y peligrosidad.

-Tasa de siniestralidad

Se obtiene dividiendo el número de accidentes, los cuales consideraremos los ocurridos en el periodo 2008-2015, entre su exposición al riesgo, que en este caso obtendremos de la longitud del tramo objeto de estudio y la IMD del último año.

$$\text{Tasa de siniestralidad} = \frac{\text{Número de accidentes (2008-2015)}}{\text{IMD (2008-2015)} * 4.45 \text{ km} * 365}$$

Calculando con la formula anterior obtenemos que el índice de siniestralidad en el periodo analizado es de **0.499** accidentes por cada 10⁶ vehículos.

-Índice de peligrosidad

A diferencia de la tasa de siniestralidad, el índice de peligrosidad contabiliza únicamente los accidentes con algún tipo de víctima.

$$\text{Índice de peligrosidad} = \frac{\text{Número de accidentes con víctimas (2008-2015)}}{\text{IMD (2008-2015)} * 4.45 \text{ km} * 365}$$

En este caso, el resultado es de **0.25** accidentes con víctimas por cada 10⁶ vehículos.

4.5. Estudio de la problemática

4.5.1. Sección transversal

Para el diseño de la sección transversal, la normativa 3.1 IC de trazado de carreteras establece unas dimensiones de los elementos en función del tipo de carretera, su velocidad de proyecto y en algunos casos su IMD, como vemos en la tabla 7.1 de la normativa mostrada a continuación.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100	3,5	2,5	0,75	1,5	C
		80	3,5	2,5	0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5	0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***	0,75 **	1,5 **	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***	0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5	-	-	E
40 IMD < 2000	3,0	0,5	-	-	E		

- * El valor 1,5 se exigirá para medianas en las que, de forma continuada, la barrera esté adosada al arcén.
 - ** Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá justificar la ausencia o reducción de berma.
 - *** Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.
 - **** Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc).
- NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

Tabla 9. Dimensiones de la sección transversal

En nuestro caso se trata de una carretera convencional. Para la velocidad de proyecto, observando la señalización vertical que la limita a 80, consideraremos que se trata de una carretera C-80.

Como vemos en la tabla, para una C-80 la anchura del carril debe de ser de al menos 3.5 metros. También se establece la necesidad de incorporar arcenes exteriores de 1.5 metros, dado que nuestra carretera no discurre por un terreno accidentado y tiene una IMD superior a 3000 vehículos diarios. Por último, la anchura mínima de berma de 0.75.

En la descripción de la carretera ya hemos señalado que la anchura de calzada está en torno a 6.5 metros, lo cual es inferior a esta prescripción de la normativa. Además, carece de arcenes

y en muchos casos de berma, por lo que es evidente que presenta deficiencias en su sección transversal en lo que a dimensiones de refiere.

En las imágenes inferiores podemos ver la sección más común de la carretera. Dado que discurre en un entorno agrario la presencia de campos a uno o ambos lados es constante, con una alta frecuencia de elementos separadores tipo muro de mayor o menor altura, lo que provoca que existan obstáculos en gran parte del recorrido, como veremos posteriormente.



Imagen 3. Calzada en el PK 0+800



Imagen 4. Calzada en el PK 1+100

En ciertos tramos curvos también se pueden ver barreras bionda para la protección frente a las salidas de vía. En todos los casos llevan incorporado faldón de protección para motoristas.



Imagen 5. Calzada en el PK 1+800

Por otra parte, la carretera dispone de cunetas en gran parte del tramo, aunque en algunos puntos están sobredimensionadas o existen pasos *salvacunetas* para permitir el acceso al tronco desde los caminos colindantes, lo cual agrava considerablemente una eventual salida de vía. A continuación, se muestran imágenes de puntos en los que existen las deficiencias que acabamos de describir.



Imagen 6. Cuneta sobredimensionada en la margen derecha. PK 2+200.



Imagen 7. Paso salvacuneta en la margen izquierda. PK 2+200.



Imagen 8. Cuneta sobredimensionada y paso en la margen derecha. PK 2+700.



Imagen 9. Paso salvacunetas en la margen izquierda. PK 4+200.



Imagen 10. Paso salvacuneta en la margen izquierda. PK 4+300.

4.5.2. Trazado en planta

Para el análisis del trazado en planta nos basaremos en la instrucción española de trazado, la 3.1 IC para ver si la carretera analizada cumple con las recomendaciones que ahí aparecen.

Cuando se realiza el trazado desde el punto de vista de la seguridad vía, debemos prestar especial atención a la coordinación planta-alzado y a la consistencia. La coordinación planta-alzado hace referencia a la sincronización de ambos trazados para que en el tránsito por la misma no existan defectos de visibilidad y efectos ópticos que pueden confundir al conductor afectando al normal desarrollo de la marcha. Por lo general, se aconseja que los vértices de los

acuerdos verticales coincidan con el centro de las curvas circulares en planta, ya que así se evitan los efectos negativos mencionados anteriormente.

Por otro lado, la consistencia hace referencia a la información virtual del conductor al circular por una carretera se ajuste a lo que realmente espera que ocurra (expectativas).

Para obtener la información del trazado ha sido necesario restituir el trazado original lo más aproximadamente posible mediante un software de diseño de carreteras, Clip en este caso, para poder conocer los elementos geométricos que componen el tramo analizado y así poder realizar nuestro estudio del trazado.

Tras realizar una restitución del trazado, las alineaciones que lo componen y sus valores característicos son los que aparecen en la tabla inferior. En algunos casos los radios muy elevados como en el caso de las alineaciones 10, 12, 14 y 20 corresponden a dos rectas con giro entre ellas de muy pocos gonios y en los que al restituirla se hacía necesario incorporar un elemento curvo entre ellas.

Alineación	Elemento	Estación inicial	Estación final	Longitud	Radio
1	Recta	0+000	0+183,9	183,9	-
2	Curva	0+183,9	0+298,4	114,5	200
3	Recta	0+298,4	0+602,2	303,8	-
4	Curva	0+602,2	0+705,4	103,2	85
5	Recta	0+705,4	1+194,6	489,2	-
6	Curva	1+194,6	1+300,7	106,1	-80
7	Recta	1+300,7	1+509,9	209,2	-
8	Curva	1+509,9	1+656	146,1	225
9	Recta	1+656	1+682,7	26,7	-
10	Curva	1+682,7	1+887,7	205	-750
11	Recta	1+887,7	2+321,1	433,4	-
12	Curva	2+321,1	2+418,2	97,2	-2500
13	Recta	2+418,2	2+647,8	229,6	-
14	Curva	2+647,8	2+855,1	207,3	-880
15	Recta	2+855,1	2+898,5	43,4	-
16	Curva	2+898,5	3+038,2	139,7	200
17	Recta	3+038,2	3+383,2	345	-
18	Curva	3+383,2	3+512,8	129,6	225
19	Recta	3+512,8	3+716,9	204,1	-
20	Curva	3+716,9	3+952,9	236	-3500
21	Recta	3+952,9	3+964,8	11,9	-
22	Curva	3+964,8	4+113,8	149	450
23	Recta	4+113,8	4+146,3	32,5	-
24	Curva	4+149,3	4+226,6	77,3	-130
25	Recta	4+226,6	4+236,2	9,6	-
26	Curva	4+236,2	4+373,3	137,1	-40
27	Recta	4+373,3	4+454,3	81	-

Tabla 10. Estado de alineaciones en planta de la carretera actual

Según figura en la normativa de trazado, en los tramos circulares hay una relación entre el radio de las curvas y la velocidad específica, que para las carreteras de grupo 2 son los que figuran en la tabla inferior, la 4.4 de la instrucción 3.1 IC. Al obtener las velocidades específicas aproximadas en las curvas, excluyendo los grandes radios que simulan pequeños giros en recta, tenemos lo siguiente: 70, 50, 50, 75, 70, 75, 95, 60 y 40 km/h. Como vemos la velocidad media oscila en torno a 70, y baja significativamente entre los PK. 0+600 y 0+700, donde los radios son de 80 y 85 respectivamente, y casi al final del recorrido donde encontramos una curva cerrada de radio 40 que obliga a reducir la velocidad drásticamente.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (km/h)	RADIO (m)	PERALTE (%)
40	50	7,00
45	65	7,00
50	85	7,00
55	105	7,00
60	130	7,00
65	155	7,00
70	190	7,00
75	225	7,00
80	265	7,00
85	305	7,00
90	350	7,00
95	410	6,50
100	485	5,85
105	570	5,24
110	670	4,67

Tabla 11. Radios y peraltes para las velocidades específicas

Por otra parte, es necesario comprobar la relación entre radios consecutivos. La normativa establece para una curva de un radio determinado, unos radios consecutivos que deben estar entre unos mínimos y máximos. Para carreteras de Grupo 2, los radios consecutivos tienen que cumplir los valores de la tabla inferior cuando no haya una recta de por medio o cuando de haberla ésta sea inferior a 400 metros.

Además, según la normativa, *en las carreteras C-80, C-60 y C-40 cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a cuatrocientos metros (400 m), el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que trescientos metros (300 m).*

RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA MÁXIMO	RADIO SALIDA MÍNIMO	RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA MÁXIMO	RADIO SALIDA MÍNIMO
50	75	50	360	> 670	212
60	90	50	370	> 670	216
70	105	50	380	> 670	220
80	120	53	390	> 670	223
90	135	60	400	> 670	227
100	151	67	410	> 670	231
110	166	73	420	> 670	234
120	182	80	430	> 670	238
130	198	87	440	> 670	241
140	215	93	450	> 670	244
150	232	100	460	> 670	247
160	250	106	470	> 670	250
170	269	112	480	> 670	253
180	289	119	490	> 670	256
190	309	125	500	> 670	259
200	332	131	510	> 670	262
210	355	137	520	> 670	265
220	381	143	530	> 670	267
230	408	149	540	> 670	270
240	437	154	550	> 670	273
250	469	160	560	> 670	275
260	503	165	570	> 670	278
270	540	171	580	> 670	280
280	580	176	590	> 670	282
290	623	181	600	> 670	285
300	670	186	610	> 670	287
310	> 670	190	620	> 670	289
320	> 670	195	640	> 670	294
330	> 670	199	660	> 670	298
340	> 670	204	680	> 670	302
350	> 670	208	700	> 670	306

Tabla 12. Radios máximos y mínimos en curvas consecutivas

Aplicado a nuestro caso, las alineaciones 2 y 4 tienen unos radios de 200 y 85 respectivamente. Atendiendo a la tabla, el radio de salida (alineación 4) debe ser superior a 131 metros dado que la recta intermedia es inferior a 400 metros. De la misma forma las alineaciones 6 y 8 incumplirían por el mismo motivo y en ambos sentidos.

Si consideramos las alineaciones 10, 12 y 14 como rectas, debido a su elevado radio y a que en la práctica lo son, entonces las alineaciones de entrada y salida a este tramo deben tener un radio mínimo de 300, cosa que incumplen ya que son de 225 y 200 respectivamente.

Más adelante encontramos la alineación 18 con 225 metros de radio seguida de otra gran curva de 3500 metros de radio que consideraremos como recta, que conjuntamente supera los 400 metros y que por lo tanto obliga a la alineación 22 a tener un radio mayor de 300 metros, que cumple holgadamente (450). No obstante, la penúltima curva, de radio 130 no llegaría al mínimo requerido, lo que obligaría a aumentarlo o a reducir en anterior para llevarlo hasta los 300 que recomienda la normal.

Por último, tenemos una curva muy cerrada de radio 40 que resulta muy inferior tanto para el anterior como para el valor mínimo que exige una carretera de estas características. Además, es particularmente peligroso tomar estas dos curvas consecutivas en el sentido creciente de los PK especialmente para los vehículos pesados, ya que al mismo tiempo que disminuye el radio la pendiente es descendente.

Al hilo de lo anterior, se debe comprobar la consistencia de la carretera mediante los criterios correspondientes. Como ya hemos mencionado en el punto 4.3 donde se han mostrado las velocidades características, la más útil para estos casos es la V_{85} , también llamada velocidad de operación. Para el análisis de la consistencia del diseño geométrico basado en velocidades, Lamm et al. (1995) establecieron tres criterios para determinarlo, de los cuales tan solo vamos a emplear dos.

El criterio I de Lamm mide la calidad de la consistencia comparando las velocidades de diseño (o proyecto) y operación, de tal forma que si:

$V_{85}-V_p \leq 10$ Km/h, entonces la consistencia es **buena**.

$10 < V_{85}-V_p \leq 20$ km/h, entonces la consistencia es **acceptable**.

$V_{85}-V_p > 20$ km/h, entonces la consistencia es **mala**.

Por otra parte, el criterio II de Lamm únicamente tiene en cuenta las variaciones de la velocidad específica entre tramos consecutivos, de tal forma que si:

$|\Delta V_{85}| \leq 10$ km/h, entonces la consistencia es **buena**.

$10 < |\Delta V_{85}| \leq 20$ km/h, entonces la consistencia es **acceptable**.

$|\Delta V_{85}| > 20$ km/h, entonces la consistencia es **mala**.

De los datos que nos aporta la Diputación de Valencia únicamente tenemos la velocidad específica en un punto del trazado, correspondiente al PK 0+030 metros, lo cual es claramente insuficiente para la información que queremos obtener. Por tanto, es necesario emplear algún método para calcular velocidades de operación en todos los tramos y así evaluar su consistencia.

En este caso emplearemos los modelos de velocidad de operación de Pérez et. al. (2010), que establecen fórmulas para el cálculo de velocidades específicas tanto en tramos rectos como en curvos.

Para tramos curvos tenemos las dos siguientes fórmulas, que se utilizan dependiendo de su radio:

$$v_{85} = 97.4254 - \frac{3310.94}{R} ; 400\text{m} < R \leq 950 \text{ m}$$

$$v_{85} = 102.048 - \frac{3990.26}{R} ; 70\text{m} < R \leq 400 \text{ m}$$

Para los tramos rectos utilizaremos una única fórmula:

$$v_{85} = v_{85C} + (1 - e^{-\lambda \cdot L}) \cdot (v_{des} - v_{85C})$$

$$\lambda = 0.00135 + (R - 100) \cdot 7.00625 \cdot 10^{-0.6}$$

Donde: v_{85C} es la velocidad de operación de la curva anterior (km/h)
 R es el radio de la curva precedente (m)
 L es la longitud de la recta (m)

A partir de las fórmulas anteriores obtenemos las velocidades específicas para ambos sentidos de circulación. Al igual que hemos señalado antes, las alineaciones 11, 12 y 13 y las 19, 20 y 21 se han tratado como rectas debido a su gran radio y pequeño giro.

Alineación	Elemento	V85 creciente	V85 decreciente
1	Recta	57	87
2	Curva	82	82
3	Recta	95	72
4	Curva	55	55
5	Recta	80	77
6	Curva	52	52
7	Recta	65	86
8	Curva	84	84
9	Recta	86	96
10	Curva	93	93
11	Recta	109	110
12	Curva		
13	Recta		
14	Curva	93	93
15	Recta	97	84
16	Curva	82	82
17	Recta	96	98
18	Curva	84	84
19	Recta	110	106
20	Curva		

21	Recta		
22	Curva	96	90
23	Recta	97	71
24	Curva	71	71
25	Recta	71	46
26	Curva	45	45
27	Recta	49	50

Tabla 13. Velocidades específicas de las alineaciones de la carretera

Una vez obtenidas las velocidades específicas, la siguiente tabla muestra las diferencias con respecto a la velocidad de diseño en el caso del criterio I y las diferencias de velocidad de operación entre elementos consecutivos cuando la velocidad es descendente para el criterio II, resaltando en rojo aquellas que incumplen el criterio correspondiente.

Criterio I		Criterio II	
Creciente	Decreciente	Creciente	Decreciente
23	7		5
2	2	25	10
15	8	13	17
25	25	40	22
0	3	25	25
28	28	28	34
15	6	13	2
4	4	19	12
6	16	2	3
13	13	7	17
29	30	16	16
13	13	16	9
17	4	4	2
2	2	15	16
16	18	14	14
4	4	12	22
30	26	26	14
16	10	14	19
17	9	1	0
9	9	26	25

9	34	0	1
35	35	26	5
31	30	4	

Tabla 14. Valores de los criterios de consistencia

Como vemos hay varios tramos que incumplen ambos criterios y que suelen coincidir. Si obviamos las primeras dos alineaciones que están desvirtuadas puesto que parten de cero, las alineaciones 4 y 6 compuestas por curvas de radios 80 y 85 respectivamente hacen caer considerablemente la velocidad de operación, provocando el incumplimiento de ambos criterios de consistencia.

Posteriormente, en el PK 2+300 el conjunto de alineaciones 11, 12 y 13 que forman una recta incumplen el criterio I puesto que en ella se alcanza una velocidad considerablemente más alta que la de diseño.

Más adelante en el punto kilométrico 3+700 vuelve a haber otra curva de gran radio (3500) que consideramos como recta y que dado su longitud se alcanza una velocidad de operación de en torno a 110 Km/h, lo que tiene como resultado una mala consistencia para ambos criterios.

Por último, la diferencia más acusada de la velocidad de operación se produce en la última curva de radio 40 que hace caer la V_{85} hasta 45.

Como se observa, la carretera estudiada presenta graves deficiencias en cuanto a consistencia y sería necesaria una actuación orientada a conseguir unas velocidades de operación sin grandes saltos a lo largo del trazado.

Para finalizar con el análisis del trazado procederemos a comprobar la longitud máxima de recta. Esta limitación está establecida al hilo de lo comentado al principio del presente trabajo en relación con la carga de trabajo, ya que un diseño demasiado rectilíneo produciría un descenso en la carga de trabajo a unos niveles que el conductor rellenaría con información no necesaria para la conducción. También se establece dicha limitación para limitar el aumento de velocidad.

En la instrucción española de trazado se establece la limitación de recta máxima como:

$$L_{\text{máx}} = 16,70 \cdot V_p$$

Dado que la velocidad de diseño es 80 km/h, la longitud máxima de recta será de **1336 m**. Observando el estado de alineaciones vemos que ninguna recta tiene una longitud superior a ese valor con lo que cumple con la normativa.

4.5.3. Intersecciones y accesos

Por intersección entendemos el punto en el que dos o más carreteras se cruzan, mientras que acceso es la zona en el que desde fincas, campos o zonas industriales colindantes acceden al tronco desde caminos habitualmente no pavimentados. En nuestro caso, estos segundos

aparecen con bastante frecuencia mientras que intersecciones encontramos en menor medida.

Empezaremos por definir los tipos de intersecciones que nos vamos a encontrar en carreteras.

Intersección en T: Intersección en la que confluyen tres ramales en un punto con un ángulo mayor de 60°

Intersección en Y: Intersección de 3 ramales cuando el ángulo entre dos de ellos sea inferior a 60°.

Intersección en cruz: Intersección de cuatro ramales cuando el ángulo mínimo sea superior a 60°.

Intersección en X: Intersección de 4 ramales cuando alguno de los ángulos sea inferior a 60°.

Uno de los principales problemas en intersecciones y accesos es la visibilidad. Si no hay buena visibilidad se dificulta la incorporación a la vía principal originando alcances e incluso colisiones frontolaterales. Esta visibilidad puede ser causada por el trazado o por elemento que dificultan la visión como pueden ser muros, árboles, vallas... En este tipo de carretera la solución se da diseñando o mejorando estos accesos o reduciendo la velocidad del tronco en los puntos en los que no se pueda realizar.

Otra problemática habitual que se encuentra es el ángulo de intersección. Se debe procurar que sea lo más ortogonal posible facilitando la visibilidad del tronco, facilitando la incorporación especialmente a los vehículos pesados y furgonetas.

A continuación, se mostrarán los accesos e intersecciones de confluyen en el trazado de la carretera estudiada.

Acceso 1

Tiene lugar en el PK 0+204 y da acceso a parcelas agrícolas de la margen derecha. Tiene mala visibilidad en el sentido decreciente, ya que está situada en el vértice de una curva.



Imagen 11. Acceso PK 0+204. Vista aérea



Imagen 12. Acceso PK 0+204. Vista en superficie

Accesos del paso superior

Forman parte de los caminos de acceso a parcelas colindantes y a la estación de metro situada en la parte inferior del paso. Resultan peligrosos en el sentido decreciente dado que está situado tras un cambio rasante.



Imagen 13. Accesos paso superior. Vista aérea



Imagen 14. Accesos paso superior. Vista en superficie

Accesos entre los PK 0+660 y 1+150

Son una serie de caminos muy estrechos y sin asfaltar que dan acceso a las fincas colindantes. Hay que tener especial cuidado con los dos primeros ya que están situados tras una curva con baja visibilidad.



Imagen 15. Accesos PKs 0+660 a 1+150 Vista aérea

Accesos en el PK 1+200

Se trata de una intersección en Y que se convierte en T justo antes de confluir con el tronco. Tiene una visibilidad aceptable y se puede apreciar que ha sido mejorada para evitar el escalón.

Por otra parte, en la margen izquierda hay un acceso justo enfrente con peores características, ya que su calzada es más estrecha y se encuentra en la parte cóncava de la curva, lo que sí afecta negativamente a su visibilidad.



Imagen 16. Acceso PK 1+200. Vista aérea



Imagen 17. Acceso PK 1+200 margen derecha. Vista en superficie



Imagen 18. Acceso PK 1+200 margen izquierda. Vista en superficie

Accesos en el PK 1+500

Son dos caminos agrarios que confluyen uno a cada lado de la calzada en el mismo punto, que corresponde a una curva de transición.

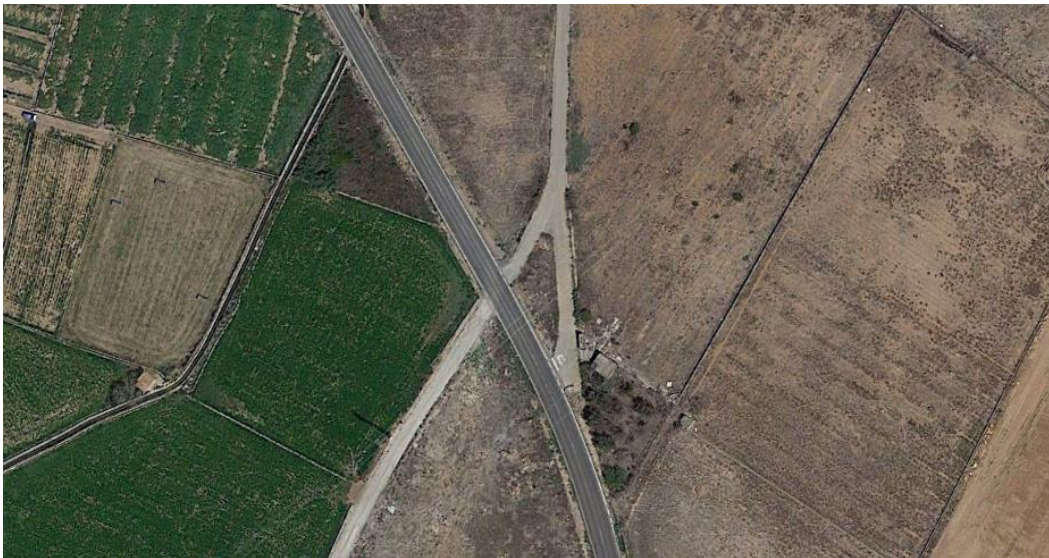


Imagen 19. Accesos PK 1+500. Vista aérea



Imagen 20. Accesos PK 1+500. Vista en superficie

Accesos entre los PK 1+700 y 2+700

Este tramo se adentra en una zona en el que se empiezan a ver viviendas de tipo unifamiliar, por lo que los caminos ya no solo conducen a parcelas agrarias, sino también a dichas viviendas. Al tratarse de una recta los posibles defectos de visibilidad disminuyen.

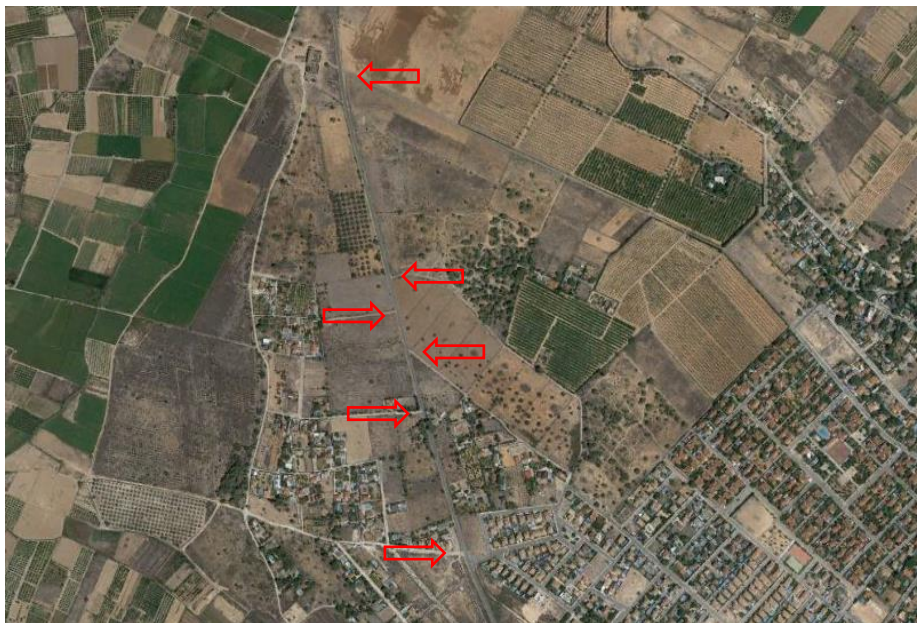


Imagen 21. Accesos entre los PK 1+700 y 2+700. Vista aérea

Intersección canalizada en el 2+700

Es el principal acceso de la CV-372 a una gran cantidad de viviendas unifamiliares, y por lo tanto la intersección presenta un mejor diseño, con canalizaciones de los diferentes movimientos, con ángulo casi ortogonal y señalización a diferencia que los vistos anteriormente.



Imagen 22. Intersección canalizada en el PK 2+700. Vista aérea



Imagen 23. Intersección canalizada en el PK 2+700. Vista en superficie

Accesos entre los PK 3+100 y 3+400

Se trata nuevamente de caminos de acceso principalmente a viviendas, aunque también a campos colindantes. Presentan peor sección y ninguna está afirmada.



Imagen 24. Accesos entre los PK 3+100 y 3+400. Vista aérea

Accesos entre los PK 3+400 y 3+700

En esta zona vuelven a primar los pequeños caminos que dan acceso a los campos del entorno de la carretera. Todos ellos son bastante ortogonales y están situados en un tramo recto.



Imagen 25. Accesos entre los PK 3+400 y 3+700. Vista aérea

Intersecciones entre los PK 4+300 y 4+450

Al final del recorrido hay un acceso con un ángulo reducido tras una curva de radio cerrado, lo que resulta contraproducente.

Por último, encontramos una intersección en T con un ángulo prácticamente recto entre las carreteras CV-372 que estamos estudiando en el presente trabajo y la CV-336, que proviene de Riba Roja del Turia. Se trata de una intersección canalizada con abundante señalización vertical y horizontal que a pesar de estar ejecutada correctamente resulta poco intuitiva.



Imagen 26. Accesos entre los PK 4+300 e intersección final del recorrido Vista aérea



Imagen 27. CV-372. Final del recorrido. Vista en superficie



Márgenes Imagen 28. CV-336. Final del recorrido. Vista en superficie

Los márgenes de la calzada tienen que ser seguros para que una eventual salida de vía no produzca consecuencias mayores. Como ya hemos observado antes en el estudio de la accidentalidad, las salidas de vía representan el 58% de los accidentes ocurridos en esta carretera en el periodo analizado, con un total de 14 casos. A continuación, se detallan las salidas de vía y sus consecuencias por puntos kilométricos.

Punto kilométrico	Tipo de salida
0+100	Salida de calzada
0+700	Salida por la derecha
0+800	Salida por la derecha
1+100	Salida por la izquierda. Choque cuneta
1+500	Salida por la izquierda. Vuelco
1+600	Salida de calzada
1+900	Salida de calzada
2+000	Salida de calzada
2+000	Salida de calzada
2+100	Salida de calzada derecha. Choque muro
2+100	Salida de calzada izquierda. Choque árbol
2+700	Salida de calzada derecha. Vuelco
2+800	Salida de calzada. Vuelco

Tabla 15. Accidentes con salida de vía y punto kilométrico

Como se puede ver, la salida más recurrente es aquella que no tiene mayores consecuencias posteriores, es decir, no se produce choque ni vuelco tras la salida. Dentro de las salidas con choque vemos que los elementos contra los que colisionaron los vehículos son un árbol, un muro y la cuneta. Estas colisiones se deben tratar de evitar o suavizar eliminando los obstáculos de las márgenes o protegiéndolos mediante barreras y otros elementos. Los problemas que nos podemos encontrar en los márgenes son los siguientes:

Cunetas

En el caso de las cunetas ya hemos visto los dos problemas principales en caso de salida de vía: el sobredimensionamiento y la existencia de pasos. Para que las cunetas no supongan un obstáculo es conveniente que no tengan un talud muy acusado en forma de triángulo o zanja ya que aumenta la violencia del impacto en caso de salida y elimina la posibilidad de recuperar la trayectoria del vehículo al quedar más que probablemente atrapado en ella, como sucede en la imagen inferior.



Imagen 29. Salida de vía en cuneta sin pavimentar

Para las cunetas ya existentes la solución pasaría por la utilización de cunetas modulares que disponen de un canal celular envuelto en geotextil y recubierto con grava. En caso de tratarse de obra nueva se debería proyectar una cuneta "amigable" que favorezca el retorno a la calzada en caso de salida. Además, para los pasos salvacunetas sería necesario un acabado franqueable o en *pico de flauta*.



Imagen 30. Cuneta amigable

Árboles

Otro de los obstáculos que se encuentran comúnmente en los márgenes de las carreteras y en especial en aquellas que transcurren por una zona poco urbanizada como es nuestro caso son árboles. Además del peligro de un eventual impacto (a más de 70 km/h pueden provocar víctimas mortales) también reducen la visibilidad en curvas cuando se encuentran próximos a la calzada.

Pilas y postes

En el caso de carreteras con accesos a desnivel es habitual que existan pasos superiores con sus correspondientes pilas que deben ser protegidas con antelación mediante barreras bionda o de hormigón. Igualmente, los desniveles, postes y demás elementos peligrosos hay que protegerlos de la misma forma.

Muros

Como ya se ha mencionado anteriormente, a lo largo del trazado es habitual ver muros que delimitan las propiedades cuya altura puede variar desde unos centímetros a más de un metro. Por otra parte, la existencia de acequias que transportan agua hasta las parcelas agrarias también supone un peligro considerable.

Deficiencia en las barreras

Estas deficiencias pueden ser causadas por una altura insuficiente de la barrera o una mala colocación. Si la barrera es baja, no impedirá la salida del vehículo y por lo tanto no cumplirá su función, llegando incluso a agravarlo. También una mala colocación puede venir al no hacer terminar la misma en el suelo, sino una terminación en *cola de pez* que podría atravesar el vehículo en caso de salida. Otra mala colocación sería una barrera no colocada con la suficiente anticipación con respecto al obstáculo, perdiendo gran parte de su eficacia.

Las siguientes imágenes muestran puntos del trazado con los problemas en los márgenes señalados.



Imagen 31. Pk 0+200



Imagen 32. Pk 0+800



Imagen 33. Pk 1+400



Imagen 34. Pk 1+900



Imagen 35. Pk 2+100



Imagen 36. Pk 2+200



Imagen 37. Pk 3+300



Imagen 38. Pk 3+400



Imagen 39. Pk 4+000



Imagen 40. Pk 4+200

4.5.4. Visibilidad

En lo que respecta a la visibilidad, se ha evaluado mediante el software de trazado Clip. Al restituir la carretera en alzado, en la cartografía nos ajustamos al terreno (carretera existente) lo máximo posible para obtener los parámetros de la geometría en alzado y así conocer sus puntos singulares, pendientes, radios... Una vez se ha obtenido esto se puede generar un informe de visibilidad. En este se determina en qué puntos la distancia de parada es inferior a la visibilidad de parada para la velocidad de proyecto adoptada (80 km/h). En los puntos en los que se incumple, la velocidad necesaria para reducir la velocidad del vehículo a cero es inferior al horizonte de visibilidad del conductor para una altura de observador y de objeto dadas. Además, se especifica el tipo de error, que puede ser de sección (radio en planta) o en alzado (parámetro kv). En la siguiente tabla se resume lo obtenido en dicho informe, que se encuentra completo en el punto 9.1.

Punto kilométrico	Tipo de error
0+440	Alzado
0+520	Alzado
0+600	Fuera de sección
1+200	Fuera de sección
1+540	Fuera de sección
2+900	Fuera de sección
3+160	Alzado
4+240	Fuera de sección

Tabla 16. Defectos de visibilidad

Evidentemente, hay puntos con errores de visibilidad antes y después de los PK señalados que se han obviado para no extender en exceso la tabla, pero cuyo defecto proviene del mismo problema que los que aparecen en la tabla. En primer lugar, los dos primeros fallos de alzado se dan lugar en el paso superior sobre la línea de metro cuyo radio en alzado provoca elevadas pendientes, como se aprecia en la imagen inferior.



Imagen 41. Cambio de rasante en el paso superior

Los siguientes errores se producen al igual que los fallos en la consistencia analizados anteriormente debido a los radios de giro inferiores a lo requerido para una carretera con esta velocidad de diseño. Así, los radios que hacen saltar las advertencias son de 85, 80, 225 y 200 respectivamente, inferiores al 265 recomendado para esta velocidad de diseño.

Más adelante tenemos otro error por alzado debido a otro acuerdo parabólico de radio inferior a lo requerido y que produce las deficiencias de visibilidad que se observan en la imagen inferior.



Imagen 42. Cambio de rasante en un punto del trazado

El último defecto se produce en la ya mencionada curva cerrada al final del trazado de radio 40 que causan que en el punto más desfavorable la visibilidad de parada sea 50 metros inferior a lo necesario.



Imagen 43. Curva cerrada al final del trazado

A continuación, se expone un cuadro resumen con la problemática expuesta en los apartados anteriores.

Tipo	Problemática
Sección transversal	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de carril insuficiente • Ausencia de arcén y berma • Cunetas sobredimensionadas en algunos puntos y poco seguras en general.
Trazado en planta	<ul style="list-style-type: none"> • Numerosos radios por debajo de las recomendaciones de trazado • Rectas quebradas con giros muy pequeños que generan codos y deficiencias en la visibilidad • Inconsistencia en el diseño en varios puntos del trazado • Mala relación entre elementos consecutivos
Intersecciones y accesos	<ul style="list-style-type: none"> • Numerosos accesos de caminos agrarios al tronco en tramos curvos, con vegetación que dificulta la visibilidad, o en ángulo oblicuo. • Dos colisiones por alcance en el acceso del PK 0+200 curva cerrada • Colisión por alcance y frontolateral en el acceso del PK 3+700 • Colisión frontolateral en el acceso del PK 4+300 • Intersección en el PK 4+450 en T poco intuitiva y tras una curva de radio muy reducido.

Márgenes	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia constante de obstáculos en los márgenes (vegetación, muros, acequias) • Presencia de desniveles importantes no protegidos • Numerosos pasos salvacunetas mal ejecutados en los accesos al tronco. • Barrera bionda mal ejecutada de forma intermitente en el 3+300. • Barrera bionda con acabado en cola de pez en el PK 4+000
Visibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Numerosos tramos donde la visibilidad de parada es inferior a la distancia de parada, causado principalmente por curvas circulares de radio insuficiente y también por trazado en alzado. • Presencia de vegetación y obstáculos que dificultan la visibilidad • Sin iluminación nocturna en casi todo el trazado

Tabla 17. Problemas localizados y su clasificación

5. Soluciones propuestas

Una vez hemos analizado la seguridad en la carretera desde diversos puntos de vista, en este apartado trataremos de dar solución a la problemática descrita proponiendo dos soluciones para cada caso. Dichas soluciones se basarán principalmente en las recomendaciones de trazado de la instrucción española y se valorará tanto su eficacia como otros aspectos relacionados con el coste y tiempo de ejecución entre otros, como veremos a continuación. Las soluciones deberán ir orientadas a solventar los problemas más graves encontrados en el análisis teniendo en cuenta las limitaciones presupuestarias que suele haber en estos casos. Para cada problema se propondrán al menos dos soluciones, de las que más adelante se escogerá la que mejor puntuación general tenga. Por último, se realizará una elección final de entre las 3 propuestas seleccionadas para cada problemática concreta.

En el apartado 5.1 se explicará la metodología utilizada para valorar cada solución.

5.1. Metodología

Con el fin de valorar la idoneidad de cada medida se elaborará un presupuesto estimado para cada una de ellas, lo que nos dará el coste de cada posible solución. Se tendrán en cuenta otros indicadores, que serán los siguientes:

Efectividad: Se determinará como la mejora potencial en materia de seguridad vial que experimentarían la carretera al acometer cada una de las medidas. Es por tanto, un indicador de mejora de la seguridad, que al fin y al cabo es el objetivo de toda actuación y en particular de este trabajo.

Impacto sobre la población: Se estimará tanto el tiempo de ejecución como los posibles cortes de vía o desvíos que serían necesarios para acometer alguna de las medidas.

Medioambiente: En este indicador se valorará el impacto ambiental que resultaría de llevar a cabo cada solución, tanto acústico como sobre la calidad del aire, paisajístico y en su caso la eliminación de vegetación.

Coste: Valoración económica de cada medida en relación con las demás soluciones, basada en un presupuesto estimado.

Con el fin de que las valoraciones sean más implícitas, cada medida tendrá una puntuación de entre 1 y 4, que implicará la siguiente valoración:

4: Muy bueno

3: Bueno

2: Normal

1: Mala

Asimismo, se le asignará un peso a cada indicador, ya que no todos tienen la misma importancia. El valor de los pesos será de 1 para los indicadores con un peso bajo, 2 para los indicadores con un peso medio y 3 para los indicadores con un peso alto. Los pesos de cada parámetro serán los siguientes:

Coste: 2

Efectividad: 3

Impacto sobre la población: 1

Medioambiente: 1

Por último, la puntuación final de cada medida será el resultado de multiplicar la puntuación de cada indicador por el peso del mismo, como indica la fórmula inferior.

$$\text{Puntuación Total} = \sum_i \text{puntuación}_i * \text{peso}_i$$

Donde i será cada uno de los indicadores

5.2. Cuadro resumen propuestas

De todas las deficiencias identificadas en el apartado 4.5, se seleccionarán las 3 de mayor importancia que nos servirán de guía para trazar las líneas de actuación destinadas a solucionarlas. En el cuadro inferior vemos los apartados A, B y C que definen los problemas y línea de solución de mismo nombre que se proponen para cada uno.

Problema	Problemática	Propuestas
A	Sección tipo con una anchura de calzada inferior a lo recomendado, sin arcenes ni bermas y con obstáculos en los márgenes en casi todo el trazado.	Adecuar la sección transversal a las características de la carretera, haciendo más segura la circulación.
B	Diseño inconsistente con saltos excesivos en las velocidades de operación, radios muy inferiores a los recomendados en algunos puntos y problemas de visibilidad principalmente debido al diseño en planta.	Modificar el trazado en planta de tal forma que la consistencia sea la adecuada y no surjan problemas de visibilidad

C	Incontables accesos desde caminos colindantes sin afirmar y en ángulo oblicuo. Intersecciones a menudo con baja visibilidad. Intersección final con la CV-336 poco intuitiva.	Adecuar los accesos e intersecciones más importantes para que las incorporaciones se realicen en condiciones de seguridad.
D	Márgenes con obstáculos casi permanentes que agravan el resultado de una eventual salida de vía.	Reducir el riesgo de choque con obstáculos en caso de salida de vía, ya sea eliminándolos, protegiéndolos o evitando de otras maneras un hipotético impacto.

Tabla 18. Propuestas para solucionar los problemas localizados.

5.3. Propuesta A

La propuesta A tiene como objetivo dar solución a la problemática encontrada en la sección transversal, que como ya hemos señalado es insuficiente para una carretera de estas características si queremos llevarla a la recomendada por la instrucción. La actual sección transversal de la carretera tiene una anchura de calzada media de en torno a 6.50 metros, es decir, de unos 3.25 metros de anchura de carril y carece de arcén en todo su recorrido. En la imagen inferior se ilustra la sección transversal actual.

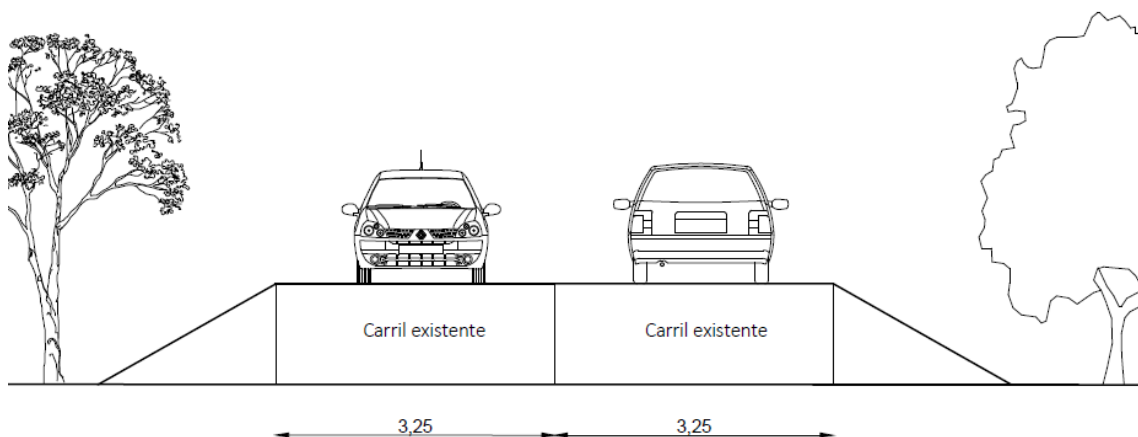


Imagen 44. Sección transversal actual

5.3.1. Propuesta A.1

Modificación de la sección transversal según la instrucción 3.1 IC.

También hemos asumido que la carretera es una C-80 de grupo 2, por lo que atendiendo a la normativa debemos llevar la anchura de carril a 3.5 metros y añadir arcén de 1.5 metros de ancho, ya que no se trata de un terreno accidentado ni la IMD es inferior a 3000 metros. Así pues, nuestra nueva sección tipo quedaría como se ilustra a continuación.

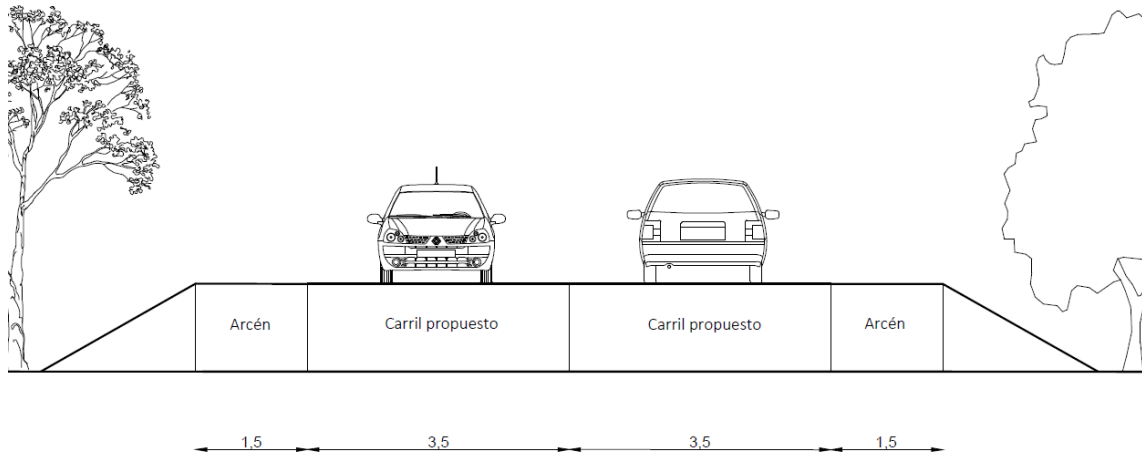


Imagen 45. Sección transversal propuesta

Por otra parte, aumentar el ancho del carril puede tener también efectos negativos, ya que también lo hará la velocidad de circulación de los vehículos, lo que en algunos casos puede generar un aumento de la accidentalidad.

Para la ampliación de la plataforma existente debemos conocer la clasificación del suelo según el PG3 para poder escoger la mezcla adecuada. También sería necesario conocer los materiales actuales de la carretera existente, ya que es conveniente ejecutar la ampliación de la calzada y el arcén con los mismos materiales con los que se hizo inicialmente. No obstante, carecemos de esa información, por lo que se tomará como suelo existente uno de tipo 1 (adecuado) y se seleccionará la composición de explanada y firme de forma independiente de la existente.

La formación de explanada viene dada por el terreno existente y la categoría de tráfico pesado. El terreno que subyace a la carretera existente ya hemos asumido que es de tipo adecuado mientras que la categoría de tráfico pesado podemos obtenerla con los datos de aforo.

En el año 2014 la IMD fue de 3897 vh/día con un porcentaje de vehículos pesados de 1.24. Así pues, la IMD de pesados en dicho año fue de 48. Dado que el porcentaje de pesados en los años anteriores es superior al 2%, tendencia es ascendente hacia esa media y que estamos en el límite inferior, asumimos que la categoría de tráfico pesado es T32.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 19. Categorías de tráfico pesado

La formación de explanada estará dada por el tipo de suelo existente y el módulo de resistencia que queramos obtener. En este caso vamos a obtener una explanada E2 con módulo de compresibilidad de 120 MPA. Así pues, la explanada tendrá la siguiente composición.

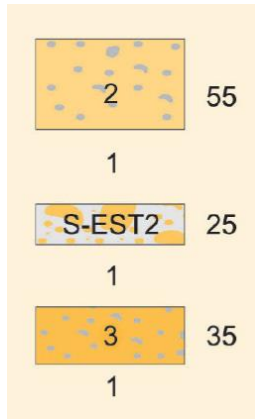


Imagen 46. Capas para la formación de explanada seleccionada.

Una vez escogida la explanada debemos seleccionar la sección de firme. Para una explanada E2 y una categoría de tráfico T32 tenemos las siguientes opciones:

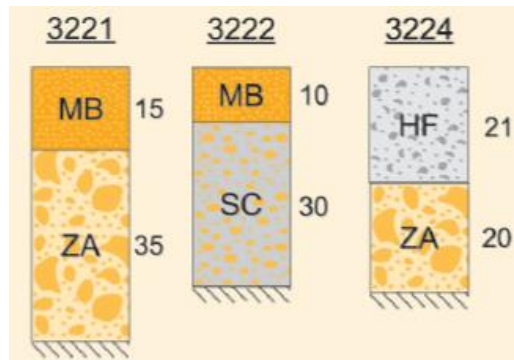


Imagen 47. Capas para la formación de firme posibles

La sección escogida consta de 55 cm de suelo seleccionado 2, 35 cm de zahorra y 15 cm de mezcla bituminosa. La imagen inferior muestra un esquema de la misma.

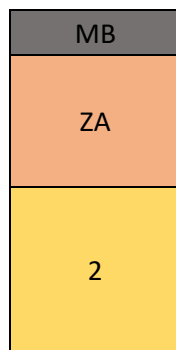


Imagen 48. Elección del paquete de firme

Por su parte el arcén tendrá un pavimento constituido por un riego de gravilla. El firme del arcén estará constituido por zahorra artificial, procurando enrasar con una de las capas del firme de la calzada; y el resto, hasta la explanada, podrá ser de zahorra artificial o de suelo seleccionado.

Para la definición de las capas de mezcla bituminosa vamos a la tabla 542.10 de la OC 24/2008, que establece unos rangos de espesores para cada mezcla bituminosa. En nuestro caso tenemos que formar una mezcla asfáltica de espesor total de 15 cm.

Tipo de capa	Espesor (cm)	Tipo de mezcla
Rodadura	4-5	AC16 surf
	5	AC22 surf
Intermedia	5-10	AC22 bin
		AC32 bin
Base	7-15	AC22 base
		AC32 base
Arcenes	4-6	AC16 surf

Tabla 20. Espesores límite y mezclas para cada capa.

En este caso y dado que el espesor total de la mezcla bituminosa es de 15 cm, optaremos por una mezcla AC16 surf de 5 cm en rodadura y una mezcla AC22 bin de 10 cm en capa intermedia.

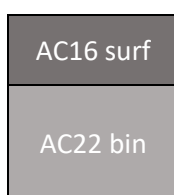


Imagen 49. Elección de las capas bituminosas

Para la ampliación de la sección transversal de tendrán que tener en cuenta las recomendaciones que establece la norma 6.3 IC acerca del procedimiento de ejecución. En el punto 12.3 establece lo siguiente:

“En caso de que sea necesario proyectar ensanches, habrá que tener cuidado no sólo de no perjudicar el drenaje del firme, sino de mejorarlo, siempre que sea posible, realizando el ensanche con un material realmente drenante o colocando los dispositivos adecuados de drenaje del firme. Dadas las dificultades de ejecución de este tipo de obras (estado de los bordes de la zona excavada, dificultades de extensión y compactación de las distintas capas, etc.), deberán realizarse de acuerdo con una programación detallada aprobada con suficiente antelación. La excavación se proyectará escalonada y saneando suficientemente los bordes del firme existente (figura 1). Si el suelo de la explanada es inadecuado o marginal según el artículo 330 del PG-3, se estabilizará con cemento o con cal, según corresponda, para conseguir un material homogéneo y de capacidad de soporte suficiente, así como para evitar una excavación más profunda que pueda modificar la evacuación del agua y dificultar la construcción.

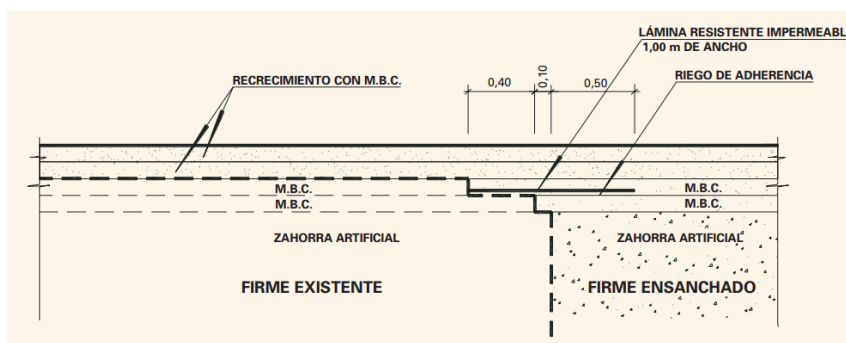


Imagen 50. Procedimiento de ensanche de la plataforma

Los ensanches deberán proyectarse con una sección estructural de capacidad resistente similar a la del resto de la sección del firme, y compactando convenientemente los materiales para que no se produzca, por asiento diferencial, un escalón o una grieta longitudinal. Además, el contacto entre el firme existente y el ensanche nunca deberá coincidir con la futura zona de rodada de los vehículos pesados. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Planos del Proyecto fijarán la longitud máxima de excavación sin rellenar y la señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos que se necesiten, así como el plazo máximo de tiempo que puede transcurrir entre el inicio y la terminación del ensanche. La zona de ensanche se señalizará y balizará de forma adecuada, según la Norma 8.3 IC de Señalización de Obras, y, salvo justificación en contrario, se colocará una barrera de seguridad rígida tipo TD. El dimensionamiento de los ensanches se realizará adaptando al caso que corresponda, las secciones de la Norma 6.1 IC de Secciones de firme. Para paliar los efectos derivados de la dificultad de ejecución, podrá aumentarse en una la categoría del tráfico pesado considerada en el proyecto de la rehabilitación estructural. Por razones constructivas, podrá ser conveniente enrasar la base o subbase del ensanche con la capa superior del firme existente y extender sobre ambos firmes el recrecimiento necesario.”

A continuación, se valorará económicamente y de forma estimativa la solución propuesta.

Valoración económica

La valoración económica tanto de esta propuesta como de las siguientes se realizará de acuerdo con la Orden Circular 37/2016 de bases de precios de referencia. Para comparar las alternativas consideradas se ha obtenido un Presupuesto de Ejecución Material como suma de las unidades de obra más significativas, a lo que se le han sumado un 13% en concepto de gastos generales, un 6% de beneficio industrial y sobre esos tres conceptos un 21% de IVA, con lo que obtenemos el presupuesto base de licitación. Como lo que se pretende es valorar el coste total de cada alternativa de cara a la inversión pública que supone, se ha tenido en cuenta también el coste de las expropiaciones de cada alternativa, que sumado al Presupuesto Base de Licitación se obtiene el Presupuesto para Conocimiento de la Administración.

Para la valoración de los bienes y derechos afectados se aplicará la normativa legal vigente, en especial, la contenida en el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, así como lo contenido en la Ley de Expropiación forzosa. Se adoptan los precios, IVA incluido, contenidos en la tabla siguiente, agrupados en función de la calificación del terreno afectado para simplificar la valoración económica.

Calificación del terreno	Precio (€/m ²)
Suelo urbano	75
Suelo urbanizable	35
Suelo no urbanizable rural	10
Suelo no urbanizable agropecuario	6,50

Tabla 21. Precios de expropiación según el tipo de suelo

Como vemos en la siguiente imagen, el trazado actual discurre por suelo con distintas clasificaciones, siendo predominante la urbanizable, en color marrón. En la zona central también vemos en color rojo un pequeño tramo de zona urbana, que coincide con una gran urbanización consolidada en la margen izquierda.

En la margen derecha del tramo inicial, y en ambas márgenes del tramo final existe también suelo no urbanizable, identificado con el color verde.

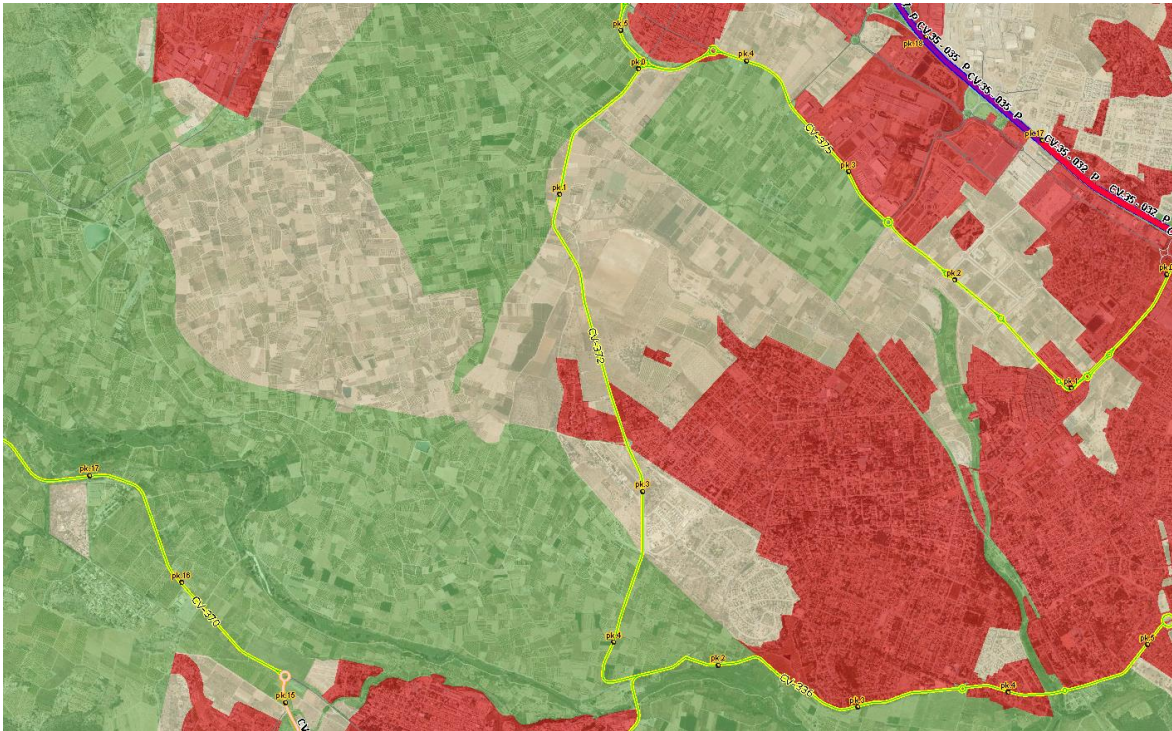


Imagen 51. Clasificación del suelo a lo largo de la traza.

Con esto, en la siguiente tabla procedemos a identificar los usos del suelo para cada punto kilométrico para así poder determinar qué clasificación del suelo tiene la superficie a adquirir

Margen derecha

Tramo	Clasificación
De 0 a 0 + 650	No urbanizable
De 0+650 a 2+550	Urbanizable
De 2+550 a 2+710	Urbano
De 2+710 a 3+410	Urbanizable
De 3+410 a 4+454	No urbanizable

Tabla 22. Metros de suelo afectado por la expropiación en la margen derecha

Margen izquierda

Tramo	Clasificación
De 0 a 2+290	Urbanizable
De 2+290 a 2+720	Urbano
De 2+720 a 3+420	Urbanizable
De 3+420 a 4+454	No urbanizable

Tabla 23. Metros de suelo afectado por la expropiación en la margen izquierda

Por otra parte, las mediciones de las capas que componen el firme se realizarán según lo indicado en el capítulo 9 de la instrucción 6.1 IC de firmes, en la que se establecen

sobreanchos según se desciende en las capas de firme, y que pueden ser por derrames (d), es decir, teniendo en cuenta el talud natural del material extendido, y también por criterios constructivos (s)

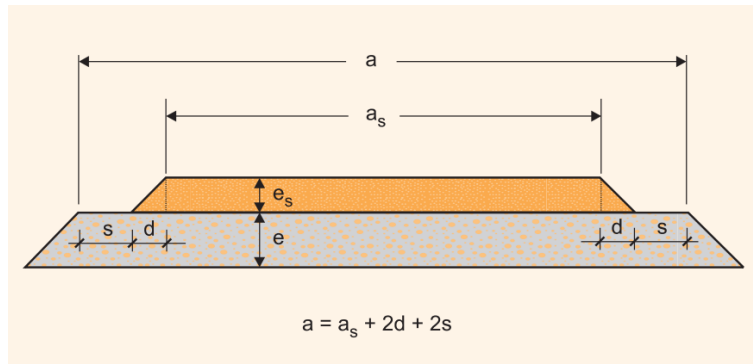


Imagen 52. Sobreanchos a considerar para la medición de las capas.

Con esto ya podemos realizar las mediciones necesarias para calcular el coste de la adquisición de terrenos, que junto con las demás unidades de obra formarán el presupuesto estimado de esta propuesta

PROPUESTA A.1	
DESCRIPCIÓN	Modificar la sección transversal según la normativa 3.1 IC adoptando un ancho de carril de 3.5 metros y arcenes de 1.5 metros

CODIGO	UD.	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-----	------------	----------	----------	---------

Capítulo I. Demoliciones					
A1.1	M2	Desbroce y limpieza de terreno, incluso extracción de árboles matorrales y demolición de fábricas existentes incluido transporte a vertedero	17800	0.58	10.324
A1.2	M3	Demolición muro de fábrica incluso transporte de residuos a vertedero	253.20	23.52	5.955,3

Capítulo II. Movimientos de tierras					
A1.3	M3	Excavación a cielo abierto con medios mecánicos incluido transporte a vertedero	6460	3.64	23.514,4
A1.4	M3	Relleno con suelo seleccionado de CBR>10 extendido y compactado	8.566,25	6.67	57.136,9

Capítulo III. Firme					
A1.5	M3	Relleno de zahorra de préstamo extendido y compactado	7453,75	18.19	135.583,7
A1.6	ton	M.B.C tipo AC16 surf en capa de rodadura extendida y compactada	255,9	41.00	10.455
A1.7	M2	Riego de imprimación sobre capa de zahorra	2492	0.21	523,32
A1.8	ton	M.B.C tipo AC22 bin en capa intermedia extendida y compactada	511,75	39.00	19.958,25
A1.9	M2	Riego de adherencia sobre capa intermedia.	2314	0.21	485,94
A1.10	M2	Riego de gravilla	13.350	13,21	176.353,5

Capítulo IV. Señalización					
A1.11	M	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho para señalización en borde de calzada	8760	0.52	4555,2

Total Presupuesto de Ejecución Material	415.375,8
Gastos generales 13% sobre P.E.M	53.998,8
Beneficio industrial 6% sobre P.E.M	24.922,5
IVA 21% sobre P.E.M + G.G + B.I	103.802,2
Total Presupuesto Base de Licitación	598.099,3

Presupuesto para conocimiento de la administración

El presupuesto para conocimiento de la administración se obtendría de sumar al presupuesto base de licitación el coste de las expropiaciones. Como ya hemos visto anteriormente, la carretera existente cruza con suelos de distinta clasificación, con los precios que se indica, IVA incluido. Midiendo la superficie necesaria para acometer esta alternativa y su naturaleza podemos conocer el coste total que supone la expropiación.

UD	Tipo de suelo	MEDICIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
M2	Suelo no urbanizable	7410	6,5	48.165
M2	Suelo urbanizable	17202	35	602.070
M2	Suelo urbano	1770	75	132.750
Total Expropiaciones				782.985

Que sumado al Presupuesto Base de Licitación obtenemos un presupuesto para conocimiento de la administración de **1.381.084,3 €**.

5.3.2. Propuesta A.2

Una variante a esta propuesta consistiría en dejar la calzada con la anchura actual, ya que como hemos dicho anteriormente se trata de mejorar las características de la carretera proponiendo soluciones que generen los menores efectos adversos posibles, y el aumento del ancho del carril podría conllevar un aumento de la velocidad indeseable para la seguridad vial.

En el caso del arcén, dado que en la situación actual es inexistente, sí que se incluiría en esta alternativa, en las dimensiones vistas anteriormente de 1,5 metros de ancho a cada lado.

Por otro lado, la población conjunta de ambas poblaciones roza los 45.000 habitantes, a lo que habría que sumar los habitantes de pueblos cercanos como La Eliana, Benaguacil, Benisanó y Barranquet. En consonancia con la tendencia actual de promoción y mejora de la movilidad a pie y en bicicleta, se plantea la construcción de un carril bici en una de las márgenes que permita la comunicación de los pueblos nombrados por medios no motorizados en condiciones de seguridad.

El carril bici se puede ejecutar de varias maneras. Una de ellas sería hacerlo en el propio arcén, que vendría pigmentado a lo largo de este, con marcas viales que lo señalicen y con una franja cebreada que delimite claramente la naturaleza ciclista de este.



Imagen 53. Carril bici adosado a la calzada

Otra opción sería ejecutar un carril bici protegido, adosado a la calzada y con elementos laterales que lo separen físicamente de esta.



Imagen 54. Carril bici con protección rígida

También se podría valorar la posibilidad de hacer un carril bici exento, es decir, con un trazado propio independiente de la carretera.

En este caso descartaremos esta última opción ya que requeriría la adquisición de terrenos diferentes a los contiguos a la carretera, lo que ocasionaría en algunos casos una partición de parcelas debido al carril y un efecto barrera que complicaría su uso y aprovechamiento. En cuanto a las otras dos opciones escogeremos la segunda, que consta de un carril bici protegido por elementos rígidos que lo separan de la calzada, para dotar de seguridad y mayor sensación de confort para el ciclista. Estará ubicado en una de las márgenes y permanecerá anexo a la carretera a lo largo del trazado.

Para el dimensionamiento del arcén bici consultaremos el *“Manual de recomendaciones de diseño, construcción, infraestructura, señalización, balizamiento, conservación y mantenimiento del carril bici”* (Madrid, Ministerio del Interior, DGT, 2000)

En él, se establecen las dimensiones mínimas para el conjunto bicicleta-ciclista:

Anchura: 0,75 m

Altura: 2,00 – 2,25 m

Longitud: 1,75 – 1,90 m

Distancias entre suelo y pedal: 0,05 m

Considerando estas dimensiones, el manual establece lo siguiente:

“Para velocidades normales, entre los 15 Km/h y los 30 Km/h, y en condiciones adecuadas para la rodadura, se considera que la anchura ocupada por un ciclista en marcha es de 1,00 m.

Aunque 1,00 m es el ancho mínimo estricto para la circulación de un ciclista, en el diseño de un carril bici se recomienda dar un resguardo de 0,25 m hacia ambos lados, por seguridad ante posibles movimientos, paradas o puestas en marcha.

Por ello, en condiciones adecuadas de circulación, se puede considerar que el ancho estricto necesario en carriles bici unidireccionales es de 1,50 m.”

En nuestro caso, dado que vamos a proyectar un único carril bidireccional, consideraremos 1 metro de ancho para cada sentido, con un resguardo de 0.25 metros por cada lado, así como entre carriles. Así pues, tendremos un carril bici de 2.75 metros de ancho. La imagen inferior ilustra cómo quedaría la sección transversal del conjunto calzada y carril bici.

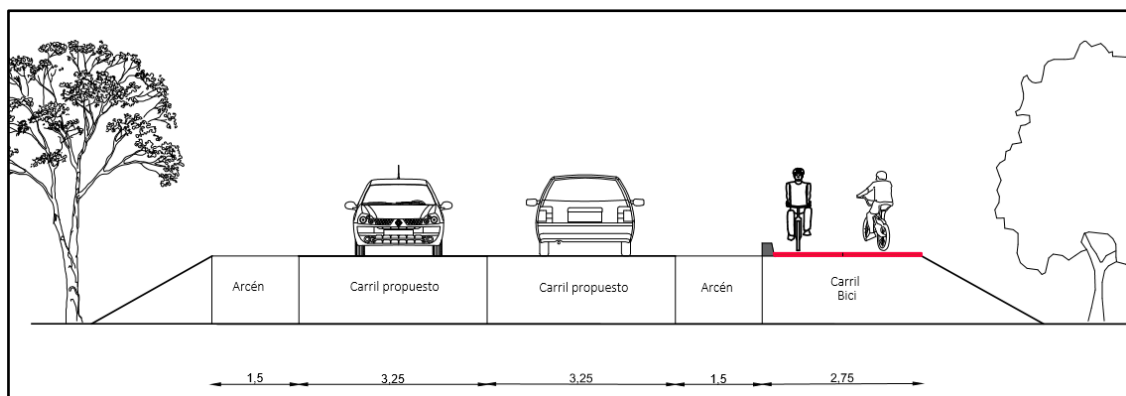


Imagen 55. Sección transversal propuesta para la alternativa A.2

Para el tramo del paso superior, como lógicamente no se puede ampliar la anchura del mismo se mantendrá la calzada actual, mientras que el carril bici continuará por el camino que discurre paralelo al tronco y a la derecha del paso en el sentido creciente de los PK, es decir,

atravesando la línea ferroviaria a nivel, embebiendo el carril en el firme y con la protección de peatones y ciclistas de Clase C según la *ORDEN de 2 de agosto de 2001 por la que se desarrolla el artículo 235 del Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres, en materia de supresión y protección de pasos a nivel*, es decir, señales de contenido fijo, señales luminosas y semibarrera.

Para la formación del carril bici existen diversas opciones acerca del pavimento a escoger, cada una con sus ventajas e inconvenientes. En la siguiente tabla, extraída de la guía *Recomendaciones de diseño para las vías ciclistas en Andalucía* se resumen los distintos tipos de firme con sus pros y sus contras.

Tipo de pavimento	Ventajas	Inconvenientes
Mezcla bituminosa	Regularidad superficial, comodidad. Buena adherencia. Durabilidad. Pigmentable	Costes de ejecución. Fisuración. Puede favorecer la intrusión de vegetación
Tratamiento superficial (riego con gravilla)	Menores costes de ejecución. Pigmentable	Puede favorecer la intrusión de vegetación. Necesidad de mantenimiento
Hormigón	Resistencias elevadas. Facilidad de ejecución. Reducción de mantenimiento. Durabilidad. No intrusión de vegetación. Pigmentable	Menor comodidad en presencia de juntas. Coste ejecución. Fisuración.
Adoquines o baldosas	Aspecto agradable	Incomodidad de rodadura. Coste de ejecución y mantenimiento.
Zahorra	Aspecto natural. Económico Integración visual en espacios naturales	Poca adherencia. Poca durabilidad. Erosionable. Favorece la aparición de vegetación
Suelocemento	Aspecto natural. Económico Buena adherencia	Erosionable Poca durabilidad Mala calidad superficial Necesidad de mantenimiento

Tabla 24. Ventajas e inconvenientes de los materiales para la construcción de carril bici

Es este caso, dado que se va a optar por un firme flexible para la ampliación de la plataforma, nos decantamos por una configuración similar para el carril bici, compuesto por 5 cm de mezcla bituminosa sobre 20 centímetros de zahorra artificial.

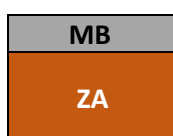


Imagen 56. Capas seleccionadas para la formación del carril bici

Con todo, ya podemos calcular un coste estimativo de la propuesta.

Valoración económica

PROPUESTA A.2	
DESCRIPCIÓN	Sección transversal con carril de 3.25, arcén de 1.5 y carril bici

CODIGO	UD.	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-----	------------	----------	----------	---------

Capítulo I. Demoliciones					
A2.1	M2	Desbroce y limpieza de terreno, incluso extracción de árboles matorrales y demolición de fábricas existentes incluido transporte a vertedero	46.169	0,58	26.778,02
A2.2	M3	Demolición muro de fábrica incluso transporte de residuos a vertedero	253,20	23,52	5.955,3

Capítulo II. Movimientos de tierras					
A2.3	M3	Excavación a cielo abierto con medios mecánicos incluido transporte a vertedero	6460	3,64	23514,4
A2.4	M3	Relleno con suelo seleccionado de CBR>10 extendido y compactado	7.342,5	6,67	48.974,5

Capítulo III. Firme					
A2.5	M3	Relleno de zahorra de préstamo extendido y compactado	9.122,5	18,19	165.938,3
A2.6	ton	M.B.C tipo AC16 surf en capa de rodadura extendida y compactada	1.407,3	41,00	57.699,3
A2.7	M2	Riego de imprimación sobre capa de zahorra	13.572,5	0,21	2.850,2
A2.8	M	Bordillo recto colocado de hormigón, de sección 21x14 cm y 50 cm de longitud para delimitación de carril bici	4.090	21,45	87.730,5

Capítulo IV. Señalización					
A2.9	M	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho para señalización en borde de calzada	8760	0,52	4.555,2
A2.10	UD	Pintado del símbolo de Bicicleta en carril bici	44	17,70	778,8
A2.11	M2	Riego de pigmentación color rojo en carril bici	12.237,5	10,17	124.455,4

Total Presupuesto de Ejecución Material	520.381,5
Gastos generales 13% sobre P.E.M	67.649,6
Beneficio industrial 6% sobre P.E.M	31.222,9
IVA 21% sobre P.E.M + G.G + B.I	130.043,3
Total Presupuesto Base de Licitación	749.297,3

Presupuesto para conocimiento de la administración

UD	Tipo de suelo	MEDICIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
M2	Suelo no urbanizable	12.968	6,5	84.292
M2	Suelo urbanizable	30.104	35	1.053.640
M2	Suelo urbano	3098	75	232.650
Total Expropiaciones				1.370.582

Obtenemos que las expropiaciones ascienden a un total de 1.370.582, que sumado al Presupuesto Base de Licitación hace un total de **2.119.879,3 €**.

Análisis multicriterio

Propuesta	Efectividad	Coste	Medio ambiente	Impacto sobre la población	Puntuación total
A.1	3	2	2	2	17
A.2	4	1	2	3	19

Como vemos la puntuación total queda bastante igualada. Por un lado, en lo que a efectividad de las propuestas respecta, en ambos se propone la adición de arcenes afirmados que hoy no existen y que suponen la principal carencia de esta carretera. La primera propuesta además amplía la anchura de los carriles en 0,25 metros cada uno y que como hemos visto supone un incremento mínimo y que en ciertos casos puede dar lugar a un aumento de la velocidad de circulación con los consiguientes efectos negativos indeseables. Además, la propuesta A.2 ofrece una solución más segura desde el punto de vista de la circulación de bicicletas que la propuesta A.1, cuyo arcén afirmado sin duda mejoraría la situación actual para dichos usuarios, pero que no es suficiente para asumir el esperable aumento de este tráfico según se vaya incrementando la población en las urbanizaciones contiguas a la carretera.

En el indicador de coste hay una diferencia importante entre ambas propuestas, siendo la A.2 aproximadamente 700.000 euros más costosa, y de ahí la diferencia de puntuación.

Por otro lado, el indicador de medio ambiente muestra idénticos valores, dado que son obras de características similares en cuanto a aspectos constructivos (movimiento de tierras, uso de maquinaria pesada, necesidad de grandes cantidades de materiales, polvo, ruido...)

Para finalizar, la opción A.2 tiene un mejor impacto sobre la población por la existencia de carril bici que impulsa los desplazamientos con este medio principalmente entre personas cuya finalidad no es deportiva sino lúdica o por mera necesidad de transporte.

Además de estas dos propuestas se podría considerar la adopción de otras como la pigmentación del propio arcén y su separación de la calzada mediante una franja cebreada

para su uso como carril bici, que permitiría disminuir su coste, aunque no sería tan seguro como la alternativa considerada.

5.4. Propuesta B

La propuesta B pasa por mejorar las características del trazado en planta para solventar todos los problemas descritos anteriormente relacionados con inconsistencia, salidas de vía y falta de visibilidad.

5.4.1. Propuesta B.1

Así pues, se toma como referencia un radio mínimo de 265 metros para las curvas circulares y se llevarán las curvas existentes como mínimo a esa magnitud. También se corregirán las curvas de gran radio con apariencia de rectas que generan pequeños giros inferiores al mínimo recomendado. En la tabla inferior podemos ver el estado de alineaciones del nuevo trazado:

Alineación	Elemento	Estación inicial	Estación final	Longitud	Radio
1	Recta	0+000	0+167,9	167,9	-
2	Curva	0+167,9	0+316,5	148,6	265
3	Recta	0+316,5	0+524,8	208,3	-
4	Curva	0+524,8	0+772,7	247,9	-265
5	Recta	0+772,7	1+104,14	331,4	-
6	Curva	1+104,1	1+372,8	268,7	-265
7	Curva	1+372,8	1+535,9	163,1	380
9	Recta	1+535,9	2+668,2	1132,3	-
10	Curva	2+668,2	2+818	149,8	-380
11	Curva	2+818	3+045,8	227,8	320
12	Recta	3+045,8	3+355,5	309,7	-
13	Curva	3+355,5	3+509,3	153,8	265
14	Recta	3+509,3	3+555,4	46,1	-
15	Curva	3+555,4	3+850,4	295	500
16	Curva	3+850,4	4+229,7	379,3	-265
17	Curva	4+229,7	4+426,2	196,5	-190

Tabla 25. Trazado propuesto para la alternativa B.2

Como se puede ver el número de alineaciones se ha reducido en 10, pasando de las 27 iniciales a 17. Esto es debido a que se ha simplificado el trazado eliminando los pequeños codos que existían en rectas y modificando el trazado en ciertos puntos, sobre en la parte final del trazado, donde había una serie de curvas de magnitudes muy dispares entre sí que además de incumplir la normativa daba un aspecto extraño al mismo.

A continuación, se muestran imágenes de la situación de partida y el nuevo trazado para cada una de las curvas, comentando los principales cambios.

Curva P.K. 0+524

Esta curva se sitúa tras el paso superior sobre la línea de FGV. Inicialmente tiene un radio de 80 metros, que se elevarían hasta los 265 metros en el trazado propuesto. El aumento de radio se lleva hasta el mínimo que marca la instrucción de tal manera que la necesidad de adquirir nuevos terrenos sea mínima y también para evitar la que el inicio de la estructura se produzca en curva.

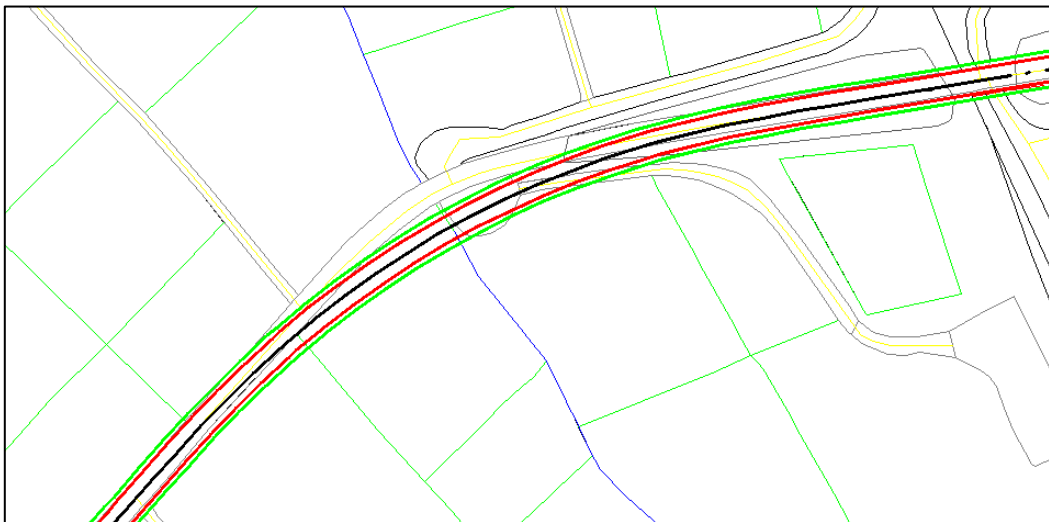
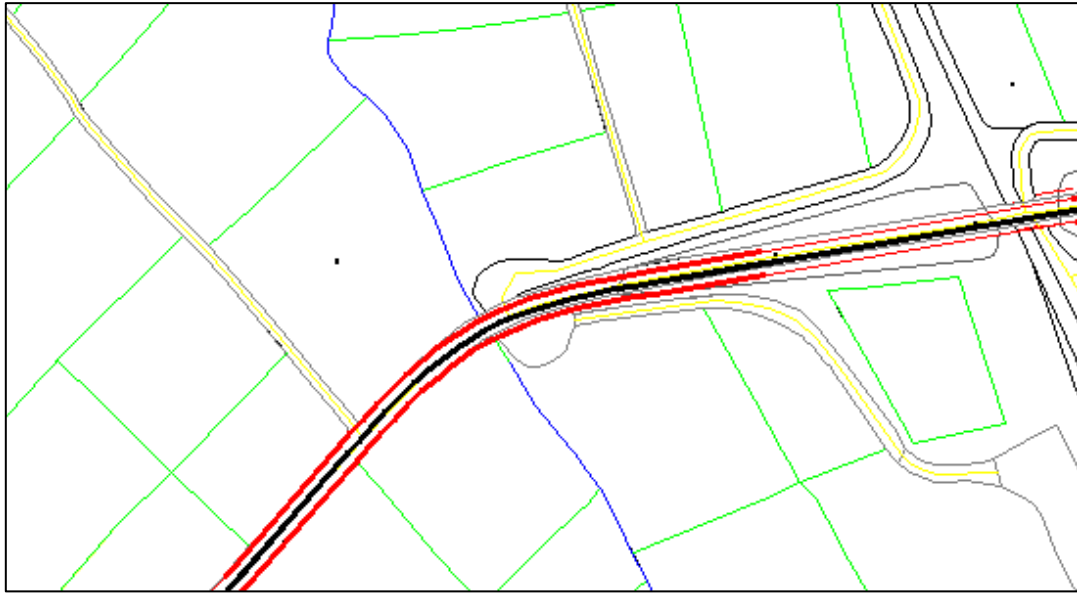


Imagen 57. Curvas existente y propuesta PK 0+524

Curva P.K. 1+104

Se trata de una curva de características similares a la anterior, con un radio de 85 metros. Además, tiene la particularidad de que tiene dos accesos en sendas márgenes en el vértice de la curva circular, lo que es especialmente peligroso en el caso del acceso de la margen izquierda. En este caso también se eleva el radio a 265 metros con una curva a izquierdas.

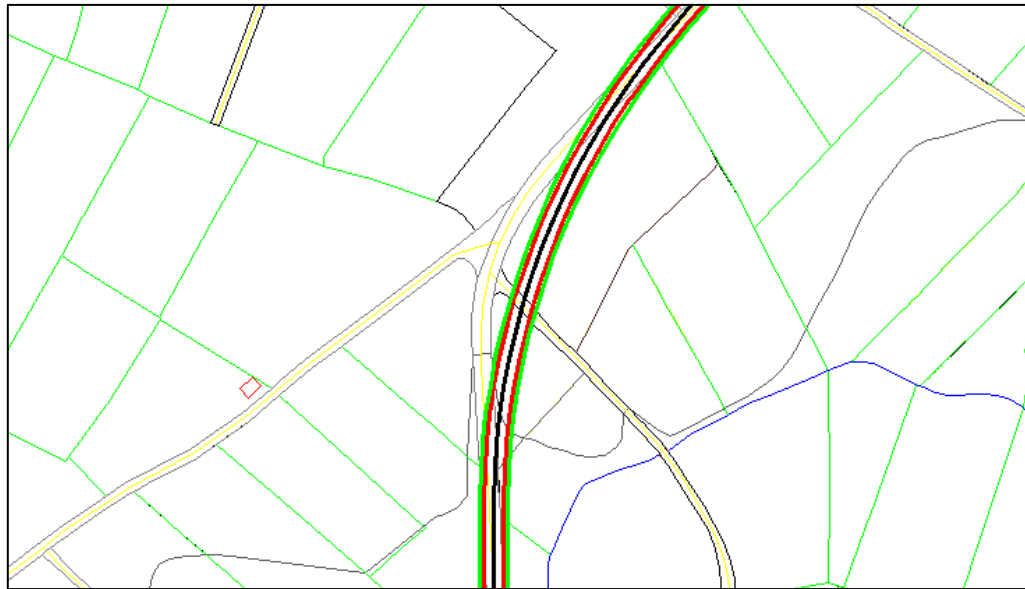
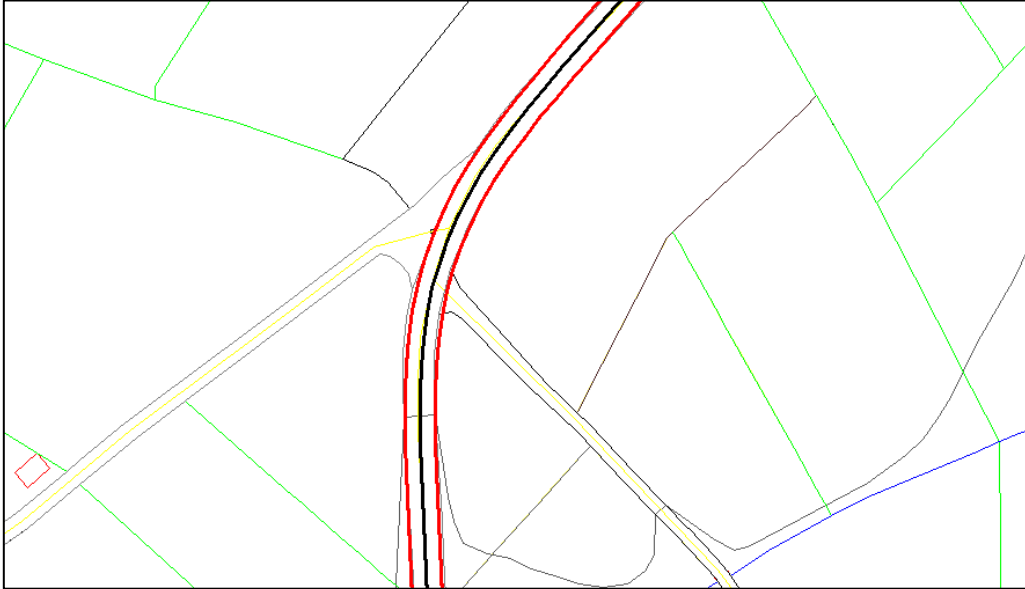


Imagen 58. Curvas existente y propuesta PK 1+104

Curva P.K. 1+550

Originalmente se trataba de una curva a derechas de radio 225 seguida de una curva a izquierdas de radio 750 que precede a una recta de gran longitud. Esto generaba un defecto de trazado por radios consecutivos y por lo tanto y fallo de consistencia. En el trazado propuesto se sustituyen estas dos curvas por una sola de radio 380 metros que precede a la recta. De esta forma se simplifica el trazado y con un radio superior a los 300 metros mínimos tras una recta de longitud superior a 400 metros, visto en el sentido decreciente de los P.K.

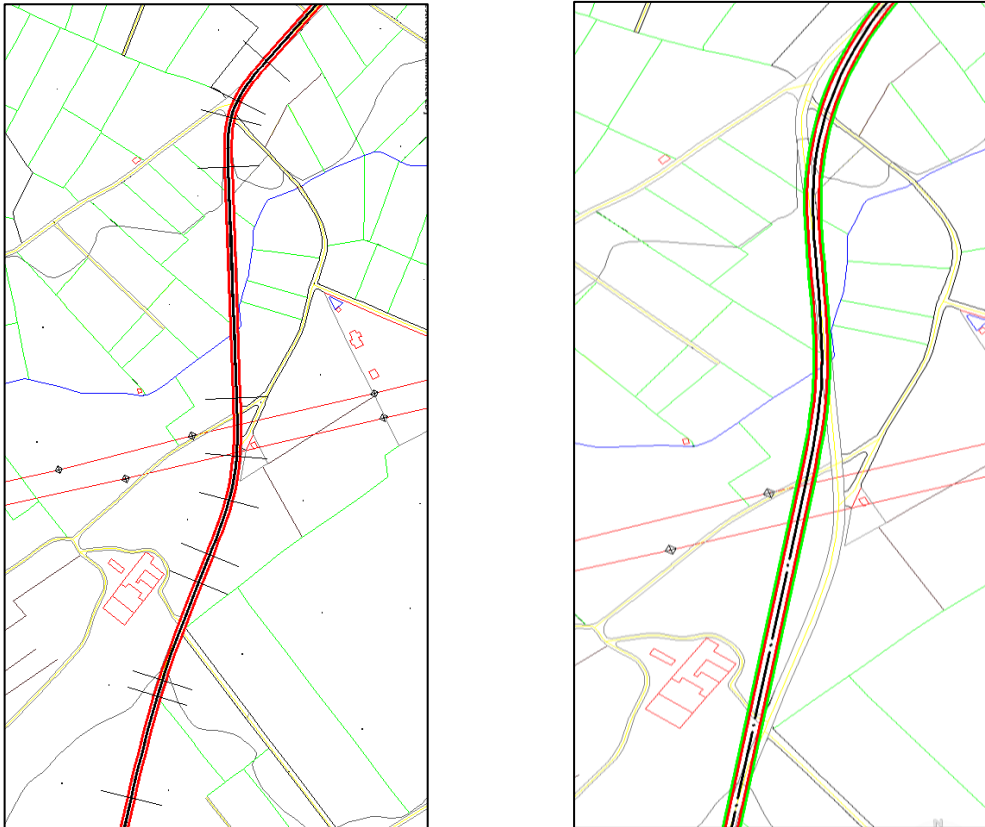


Imagen 59. Curvas existente y propuesta PK 1+550

Curva P.K. 2+900

En este punto hay una curva de 200 metros que se propone elevar hasta los 265, de tal forma que se cumple con las especificaciones variando mínimamente el trazado, ya que no había mucho margen al estar dicha curva en una zona con mayor densidad de viviendas en ambos márgenes.



Imagen 60. Curvas existente y propuesta PK 2+900

Sucesión de curvas entre los P.K. 3+900 y 4+300

En el último tramo de la carretera se produce una serie de curvas que incumple en varios puntos las recomendaciones sobre trazado. En primer lugar, existe un giro a derechas de 450 metros, seguido de sendos giros a izquierdas de 130 y 40 metros, lo que resulta en un descenso brusco de la velocidad y visibilidad. En este caso lo que se propone es una solución que difiere de las vistas anteriormente, ya que no se limita a aumentar los radios si no que requiere de un mayor consumo superficie al haber una diferencia enorme entre lo existente y lo recomendable. Así pues, lo que se propone es un primer giro a la derecha de radio 500 metros que permita abrirse para encarar el final de trazado en mejores condiciones. Le siguen dos curvas circulares de radios 265 y 190 que finaliza en la glorieta también propuesta en lugar de la intersección en "T" actual. A pesar de ese último radio menor de lo recomendable para la velocidad específica establecida, se justifica dado que es final de trazado y es necesario reducir la velocidad en la aproximación a la intersección circular. Además, viene precedida de dos radios escalonadamente mayores lo que conllevará a una reducción natural de la velocidad de operación. Por otro lado, irá acompañado de la señalización correspondiente.

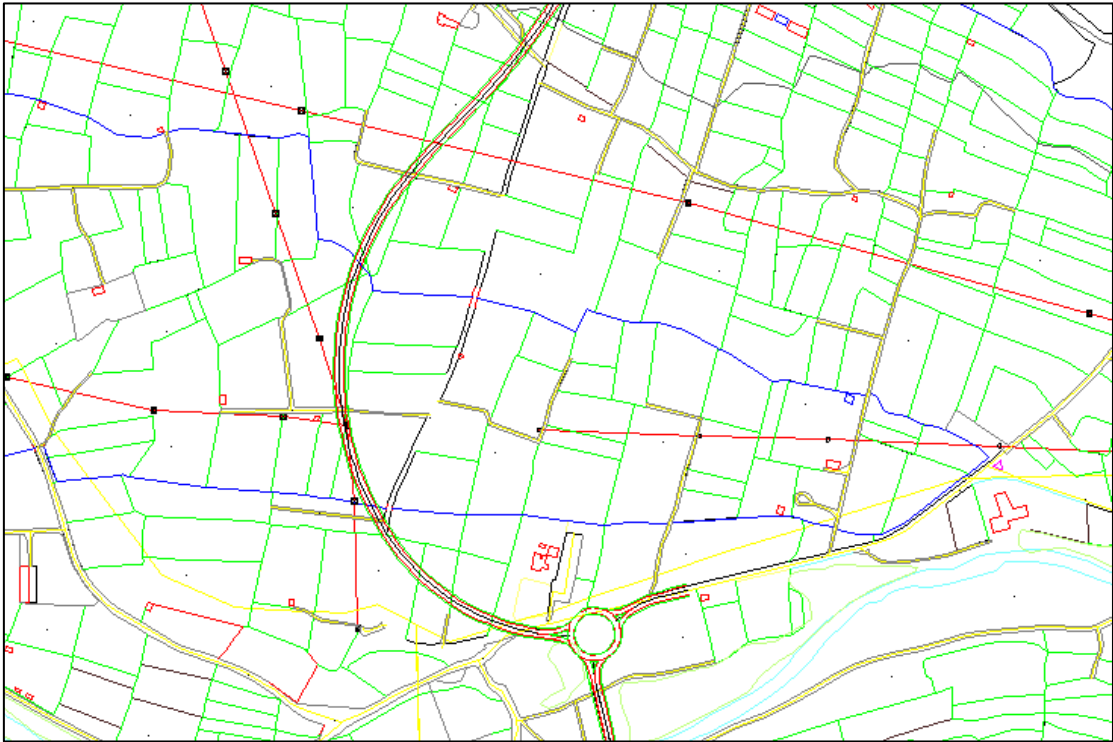
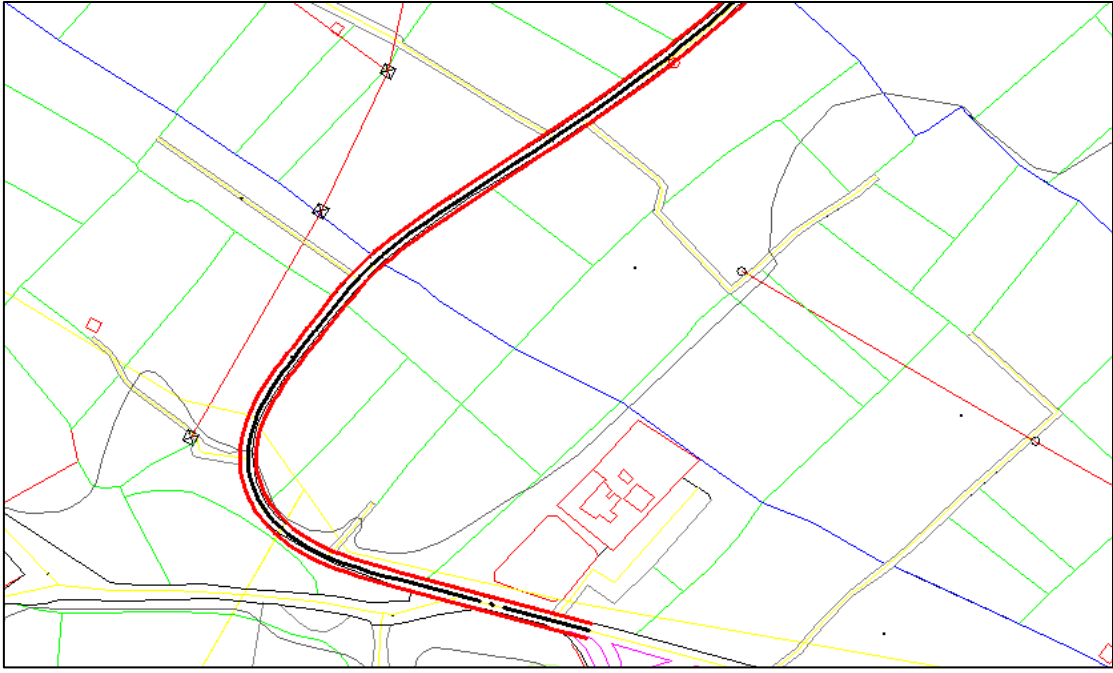


Imagen 61. Trazado existente y propuesta en el tramo final.

Por último y como ya hemos señalado antes, la mejora de trazado incluiría una glorieta en el PK final del trazado que enlace con la CV-336, ya que en la actualidad existe una intersección en T peligrosa y poco intuitiva. En su lugar, se propone una glorieta de 20 metros de radio con carril central de 5 metros. En la imagen inferior se puede ver la intersección existente y la glorieta propuesta.

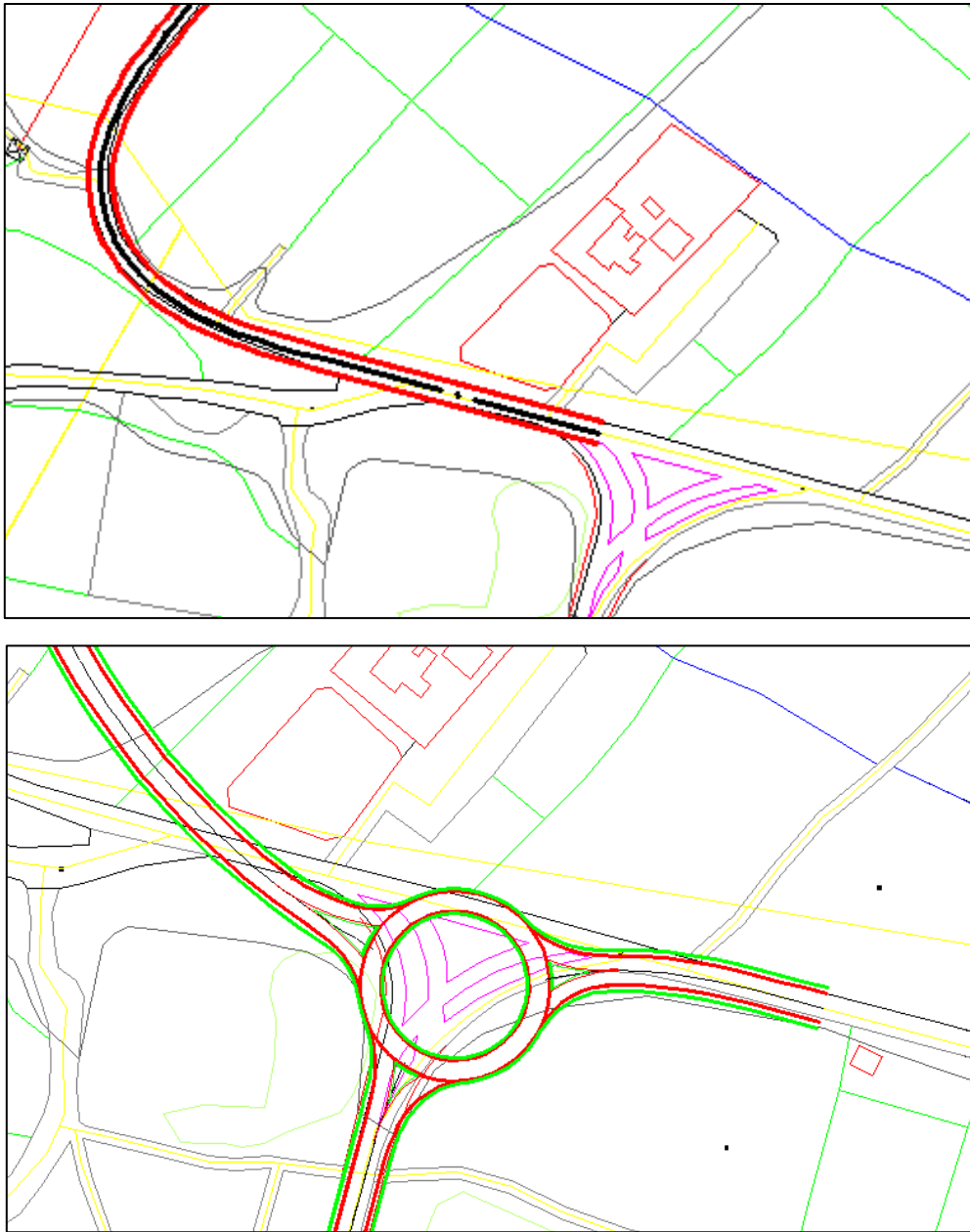


Imagen 62. Intersección existente y propuesta en el final del trazado.

Para asegurarse del buen funcionamiento de la glorieta es necesario calcular la capacidad de la misma. Para ello utilizaremos el método del CETUR francés, que emplea un procedimiento iterativo para garantizar el buen funcionamiento de la glorieta consistente en analizar el tráfico entrante de cada ramal y comprobar que no superan la capacidad máxima de cada entrada. Este método fija la capacidad máxima de un ramal en 1500 vehículos a la hora, que se ve reducida por la presencia del llamado tráfico molesto, que a su vez depende del tráfico circulante por el anillo Q_c y de un porcentaje del tráfico saliente Q_s , concretamente el 20%, del ramal correspondiente. La fórmula para el cálculo del tráfico molesto quedaría de la siguiente forma:

$$TM = Q_c + 0.20 * Q_s$$

A partir de aquí se comprobará cada ramal de entrada para comprobar que la capacidad es superior al tráfico entrante y así garantizar el buen funcionamiento de la intersección circular. Para calcular la capacidad de la entrada se empleará la siguiente fórmula:

$$C_e = 1500 - k * \left[\frac{5}{6} * (Q_c + 0.20 * Q_s) \right]$$

Donde C_e es la capacidad de entrada a la glorieta en vehículos ligeros por hora

Q_c es el tráfico que circula por el anillo frente a la entrada en vehículos ligeros por hora

Q_s es el tráfico de salida en el ramal analizado

Q_e es el tráfico de salida en el ramal analizado

k es el coeficiente de corrección por la geometría de acceso

1.00 para glorietas con calzada anular de un carril

0.90 en glorietas de pequeño diámetro (10-30 metros) con calzada anular de 8 metros de anchura media (2 carriles)

0.7 si se trata de glorietas de mayor diámetro, con calzada anular de al menos 8 metros (2 carriles)

Para obtener los tráficos de entrada y salida y así calcular el tráfico molesto nos apoyamos en los datos de la IMD en el caso de la CV-372 del presente trabajo y de la CV-336 que une Ribarroja del Turia con L'Elia, San Antonio de Benageber y Bétera. En esta última, la IMD es de 9600 vehículos diarios. Al igual que en caso de la CV-372, la repartición por sentidos es igualitaria, es decir que la intensidad es igual en ambos sentidos. Por otra parte, es necesario transformar el aforo diario en horario, ya que en la fórmula anterior se calcula la capacidad horaria del ramal de entrada. Observando los datos de aforos, la hora de mayor intensidad se da entre las 8 y las 9 de la mañana, con una intensidad de 160 vehículos, que representa el 8% del total. Tomando la misma proporción para el caso de la CV-336 tenemos que la intensidad horaria máxima es de 384 vehículos. Asegurándose de que la capacidad es superior a la intensidad de entrada en el pico de intensidad sabremos que el funcionamiento será bueno en el resto de franjas horarias.

El esquema de la glorieta con las intensidades de entrada quedaría de la siguiente forma:

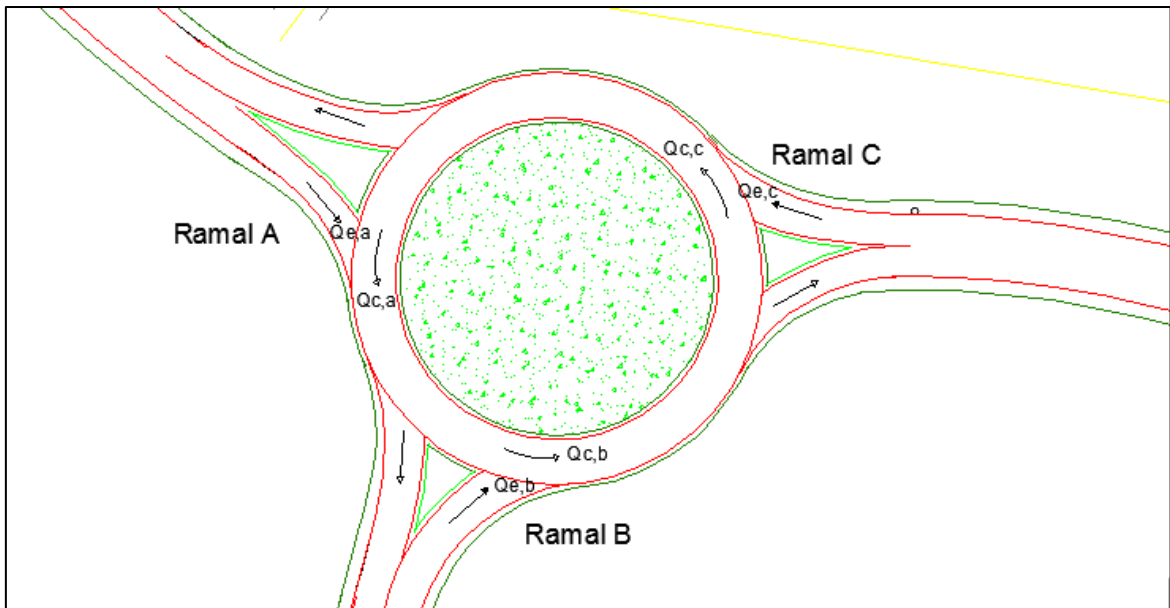


Imagen 63. Esquema de las intensidades de entrada y circulante frente al ramal

En la siguiente tabla se resume los movimientos origen-destino entre los distintos ramales, expresado en vehículos/hora. La matriz es una simplificación de las IMD de la CV-372 del presente trabajo

	A	B	C
A	-	128	32
B	114	-	298
C	46	252	-

Tabla 26. Movimientos origen destino

El tráfico que circula frente a cada ramal sería el siguiente:

$Q_{c,a}=252$ vehículos/hora

$Q_{c,b}=32$ vehículos/hora

$Q_{c,c}=114$ vehículos/hora

EL tráfico molesto se obtendría con la fórmula vista anteriormente y quedaría de la siguiente forma:

$$TM_a = 252 + 0.20 * 160 = 284$$

$$TM_b = 32 + 0.20 * 380 = 108$$

$$TM_c = 114 + 0.20 * 330 = 180$$

Así pues, la capacidad de la entrada quedaría de la siguiente forma:

$$C_{e,a} = 1500 - 1 * \left[\frac{5}{6} * (284) \right] = 1263$$

$$C_{e,b} = 1500 - 1 * \left[\frac{5}{6} * (108) \right] = 1410$$

$$C_{e,b} = 1500 - 1 * \left[\frac{5}{6} * (180) \right] = 1350$$

Por otro lado, las intensidades de entrada son 160 para el ramal A, 380 para el ramal B y 298 para el ramal C, lo cual están muy alejados de las capacidades de entrada en los 3 ramales, así que podemos asegurar que la rotonda dispone de capacidad suficiente y no colapsará.

Valoración económica

PROPUESTA B.1	
DESCRIPCIÓN	Modificar el trazado en planta aumentando los radios de giro para eliminar inconsistencias y problemas de visibilidad.

CODIGO	UD.	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-----	------------	----------	----------	---------

Capítulo I. Demoliciones y desbroce					
B1.1	M2	Desbroce y limpieza de terreno, incluso extracción de árboles matorrales y demolición de fábricas existentes incluido transporte a vertedero	10650	0.58	6.177

Capítulo II. Movimientos de tierras					
B1.2	M3	Relleno con suelo seleccionado de CBR>10 extendido y compactado	5536,96	6,67	36.931,5

Capítulo III. Firme					
B1.3	M3	Relleno de zahorra de préstamo extendido y compactado	3174,1	18,19	57.736,5
B1.4	ton	M.B.C tipo AC16 surf en capa de rodadura extendida y	966,37	41	39.621,17

		compactada			
B1.5	M2	Riego de imprimación sobre capa de zahorra	8652,8	0.21	1.817
B1.6	ton	M.B.C tipo AC22 bin en capa intermedia extendida y compactada	1971	39	76.869
B1.7	M2	Riego de adherencia sobre capa intermedia.	8486,4	0.21	1782.1

Capítulo IV. Glorieta					
B1.8	ud	Glorieta de 35 metros de diámetro interior, dos carriles de 4 metros, situada en la intersección con la CV-336 incluido movimiento de tierras, firme, bordillo, señalización, iluminación, drenaje y acabado decorativo.	1	300.000	300.000

Capítulo V. Señalización					
B1.9	M	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho para señalización en borde de calzada	1664	0.52	865.28
B1.10	M	Marca vial reflexiva de color blanco, 10 cm de ancho y discontinua sobre calzada	832	0.30	249.6
B1.11	ud	Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	4	168,84	675,36
B1.12	ud	Señal circular de 60 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	4	125,10	500,4

Total Presupuesto de Ejecución Material	523.224,9
Gastos generales 13% sobre P.E.M	68.019,2
Beneficio industrial 6% sobre P.E.M	31.393,5
IVA 21% sobre P.E.M + G.G + B.I	130.753,9
Total Presupuesto Base de Licitación	753.391,5

Presupuesto para conocimiento de la administración

UD	Tipo de suelo	MEDICIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
M2	Suelo no urbanizable	5530	6,5	35.945
M2	Suelo urbanizable	5120	35	179.200
Total Expropiaciones				215.145

Si sumamos el coste de las expropiaciones al Presupuesto Base de licitación obtenemos un total de **968.536,5 €**, que sería el presupuesto para conocimiento de la administración.

5.4.2. Propuesta B.2

La segunda alternativa para la mejora del trazado y su adecuación a los valores establecidos en la instrucción 3.1 IC consiste en un trazado idéntico al anterior salvo por el último tramo en el que en lugar de realizar una alineación curva y contracurva a la derecha y posteriormente a izquierda para finalizar en la glorieta por el oeste, la carretera continuaría con una serie de curvas suaves en dirección norte-sur, para finalizar en la glorieta en la que concluye el trazado por el norte. Como vemos en la tabla a continuación esta opción es 194 metros más corta. Con el consiguiente ahorro de coste. Además, permitiría dejar intacta la antigua carretera, que se podría utilizar como camino de servicio, como veremos más adelante.

Por el contrario, tiene el problema de exceso de velocidad en su aproximación a la glorieta, lo cual habría que solucionar con una señalización adecuada, una glorieta con su zona central abultada que interrumpa la visión (aunque sin obstáculos), y si fuera necesario con bandas sonoras también debidamente señalizadas.

Alineación	Elemento	Estación inicial	Estación final	Longitud	Radio
1	Recta	0+000	0+167,9	167,9	-
2	Curva	0+167,9	0+316,5	148,6	265
3	Recta	0+316,5	0+524,8	208,3	-
4	Curva	0+524,8	0+772,7	247,9	-265
5	Recta	0+772,7	1+104,14	331,4	-
6	Curva	1+104,1	1+372,8	268,7	-265
7	Curva	1+372,8	1+535,9	163,1	380
9	Recta	1+535,9	2+668,2	1132,3	-
10	Curva	2+668,2	2+818	149,8	-380
11	Curva	2+818	3+045,8	227,8	320
12	Recta	3+045,8	3+355,5	309,7	-
13	Curva	3+355,5	3+509,3	153,8	265
14	Recta	3+509,3	3+704,5	195,2	-
15	Curva	3+704,5	4+033,9	329,4	-500
16	Curva	3+850,4	4+191,5	341,1	400
17	Curva	4+191,5	4+232,1	40,60	-350

Tabla 27. Trazado propuesto alternativa B.2

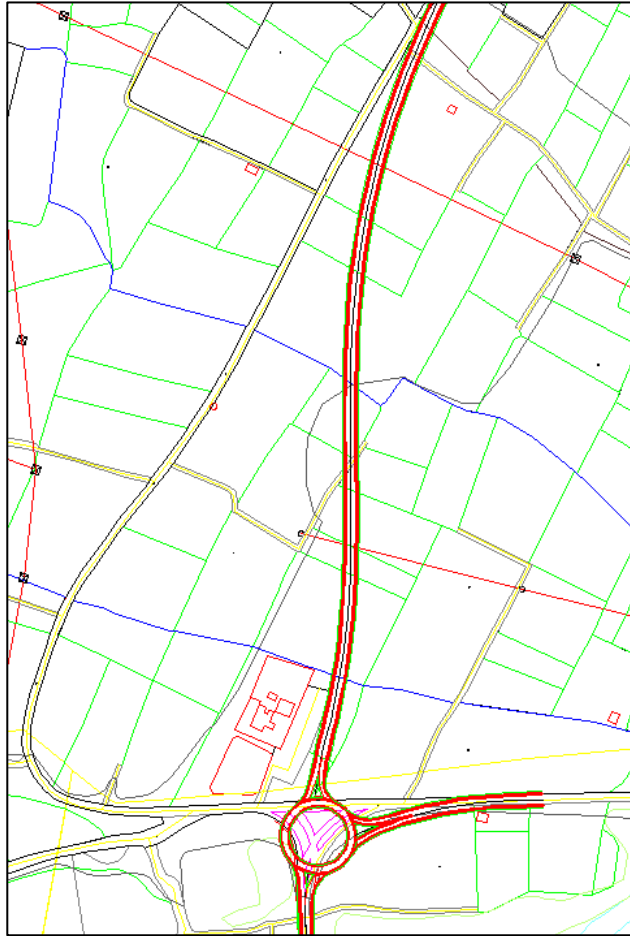


Imagen 64. Final del trazado propuesto.

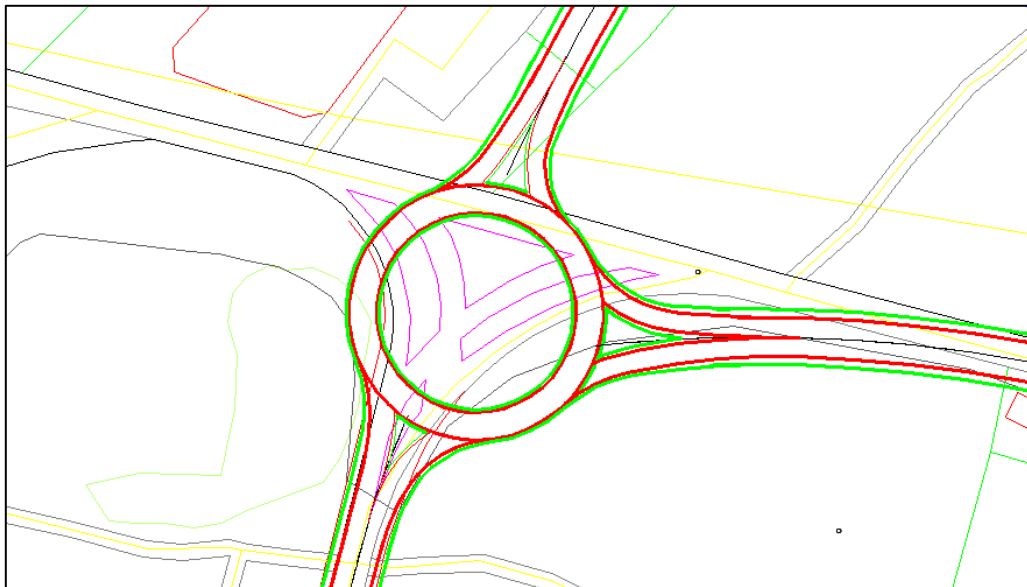


Imagen 65. Detalle glorieta final del trazado propuesto.

Valoración económica

PROPUESTA B.2	
DESCRIPCIÓN	Modificar el trazado en planta elevando los radios de giro para eliminar inconsistencias y problemas de visibilidad.

CODIGO	UD.	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-----	------------	----------	----------	---------

Capítulo I. Demoliciones y desbroce					
B2.1	M2	Desbroce y limpieza de terreno, incluso extracción de árboles matorrales y demolición de fábricas existentes incluido transporte a vertedero	8960	0.58	5.796,8

Capítulo II. Movimientos de tierras					
B3.2	M3	Relleno con suelo seleccionado de CBR>10 extendido y compactado	4658.5	6.67	31.072,195

Capítulo III. Firme					
B2.3	M3	Relleno de zahorra de préstamo extendido y compactado	2670,5	18.19	48.576,39
B2.4	ton	M.B.C tipo AC16 surf en capa de rodadura extendida y compactada	813,05	41.00	33.335,05
B2.5	M2	Riego de imprimación sobre capa de zahorra	7280	0.21	1528,8
B2.6	ton	M.B.C tipo AC22 bin en capa intermedia extendida y compactada	1658,3	39.00	64.673
B2.7	M2	Riego de adherencia sobre capa intermedia.	7140	0.21	1.499,4

Capítulo IV. Glorieta					
B2.8	ud	Glorieta de 35 metros de diámetro interior, dos carriles de 4 metros, situada en la intersección con la CV-336 incluido movimiento de tierras, firme, bordillo, señalización, iluminación, drenaje y acabado decorativo.	1	300.000	300.000

Capítulo V. Señalización					
B2.9	M	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho para señalización en borde de calzada	1400	0.52	728
B2.10	M	Marca vial reflexiva de color blanco, 10 cm de ancho y discontinua sobre calzada	700	0.30	210
B2.11	ud	Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	3	168,84	506,52
B2.12	ud	Señal circular de 60 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	3	125,10	375,3

Total Presupuesto de ejecución Material	488.291,5
Gastos generales 13% sobre P.E.M	63.477,9
Beneficio industrial 6% sobre P.E.M	29.303,5
IVA 21% sobre P.E.M + G.G + B.I	122.025,3
Total Presupuesto Base de Licitación	703.098,2

Presupuesto para conocimiento de la administración

La valoración de las expropiaciones quedaría de la siguiente forma:

UD	Tipo de suelo	MEDICIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
M2	Suelo no urbanizable	3840	6.5	24.960
M2	Suelo urbanizable	5120	35	179.200
Total Expropiaciones				204.170

Por lo tanto el presupuesto para conocimiento de la administración ascendería a **907.268,2 €**.

Análisis multicriterio

Propuesta	Efectividad	Coste	Medio ambiente	Impacto sobre la población	Puntuación total
B.1	3	2	2	2	17
B.2	4	2	2	2	20

En el indicador de efectividad, consideramos la opción B.2 más ventajosa al dejar el tramo final de la carretera actual como camino de servicio, que será utilizado en la propuesta C. A su vez, el hecho de no intersectar dicho camino como sí hace la propuesta B.1 permite seguir utilizándolo en fase de obra, con lo que el impacto sobre la población será menor y no será necesario realizar caminos provisionales. Además, su terminación en recta lo hace más adecuado que la opción anterior que, aunque de gran radio lo hacía en tramo curvo. En el indicador de coste hay una diferencia mínima que es debida dada la menor longitud de la opción B.2 debido en su totalidad al tramo final, por lo que se valora con igual puntuación este indicador. Por otra parte, la afección sobre el medio ambiente se valora con un 2 sobre 4 en ambos casos, ya que, aunque a lo largo de gran parte del trazado el nuevo trazado se adapta bastante al antiguo, en ambos casos el tramo supone una longitud considerable de obra nueva con la consiguiente modificación de la naturaleza de los terrenos, la generación de residuos, ruido, polvo etc.

5.5. Propuesta C

5.5.1. Propuesta C.1

La finalidad de esta propuesta es dar solución a la gran densidad de accesos que hay al tronco a lo largo de su trazado canalizándolos a través de sendas vías de servicio que finalicen en dos glorietas en el tronco principal desde las que acceden y así evitar los riesgos derivados de la incorporación a este con baja visibilidad o sin carriles de cambio de velocidad adecuados.

Los caminos de servicio discurrirán paralelos al tronco, y accederán a este mediante las correspondientes glorietas, por lo tanto, deberíamos determinar el número y la situación de estas. Como hemos visto anteriormente, la mayor parte de accesos se encuentra en el tramo central del trazado, que coincide con la mayor urbanización de la zona, por lo que deberíamos situar las glorietas en ese tramo.

Así pues, se propone situar dos glorietas en los puntos kilométricos 1+810 y 3+040 respectivamente. Dada la baja intensidad de los caminos de servicio y su carácter auxiliar, se proyectarán con una anchura de calzada de 5,50 metros y doble sentido. En las proximidades a las glorietas los caminos bordearán accediendo a las mismas mediante cuñas de transición debidamente canalizadas. En principio no se prevén carriles de espera en la intersección de la cuña con los caminos de acceso, aunque queda la posibilidad de incorporarlos en un futuro si las condiciones del tráfico así lo requieren

En la imagen inferior se muestra la situación de las glorietas en el tronco.

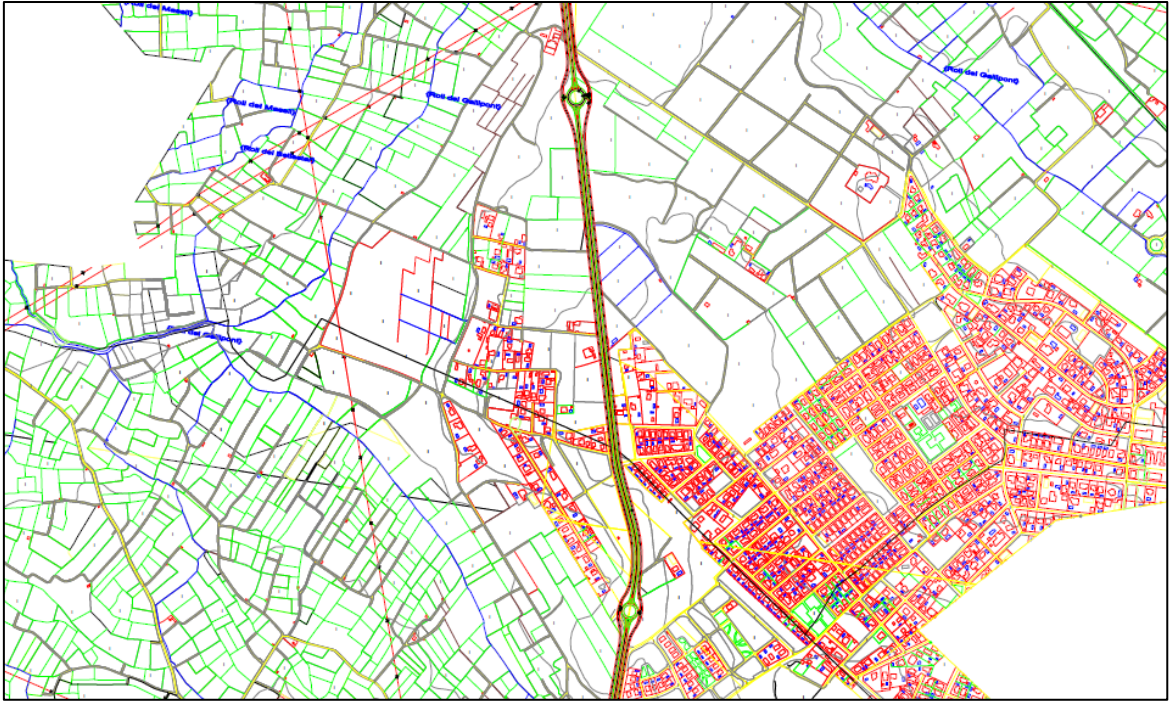


Imagen 66. Propuesta alternativa C.1

Como se ve, en esta zona se concentran la mayor parte de los accesos del tramo estudiado, lo que aconseja su colocación en dicha posición

En la imagen inferior se puede ver el detalle de una de las glorietas y sus accesos descrita anteriormente y de las cuñas de transición con las correspondientes isletas que canalizan los movimientos.

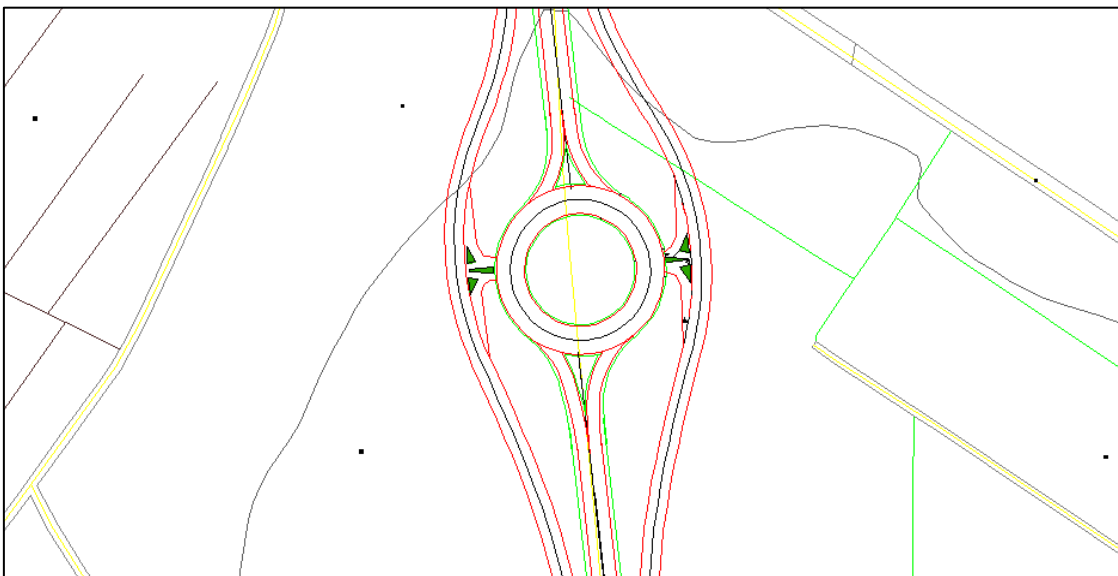


Imagen 67. Detalle glorietta propuesta alternativa C.1

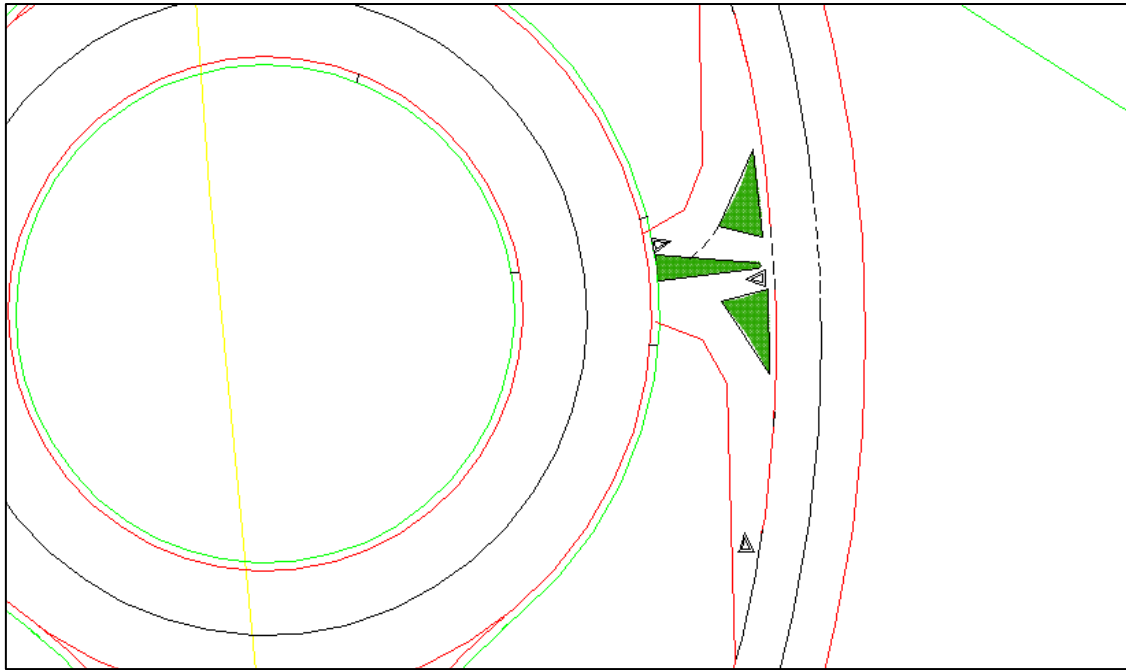


Imagen 68. Detalle entrada glorieta

En el último tramo existe una particularidad con respecto al camino de servicio que discurre paralelo a la derecha del tronco, y es que como se ha explicado anteriormente, dado que se opta por la solución B.1.1 por su menor recorrido y por evitar la intersección con la carretera actual que la dejaría inservible, se utiliza esta como camino de servicio desde el punto en que el nuevo trazado se desvía (PK 3+725) hasta la nueva glorieta que pone fin al tramo estudiado.

Por otra parte, el camino de servicio que discurre a la izquierda del tronco proyectado permanecería paralelo a este hasta la glorieta final que enlaza con la carretera CV-336

En la imagen inferior se puede ver un esquema de cómo quedaría dicho tramo y sus caminos de servicio.

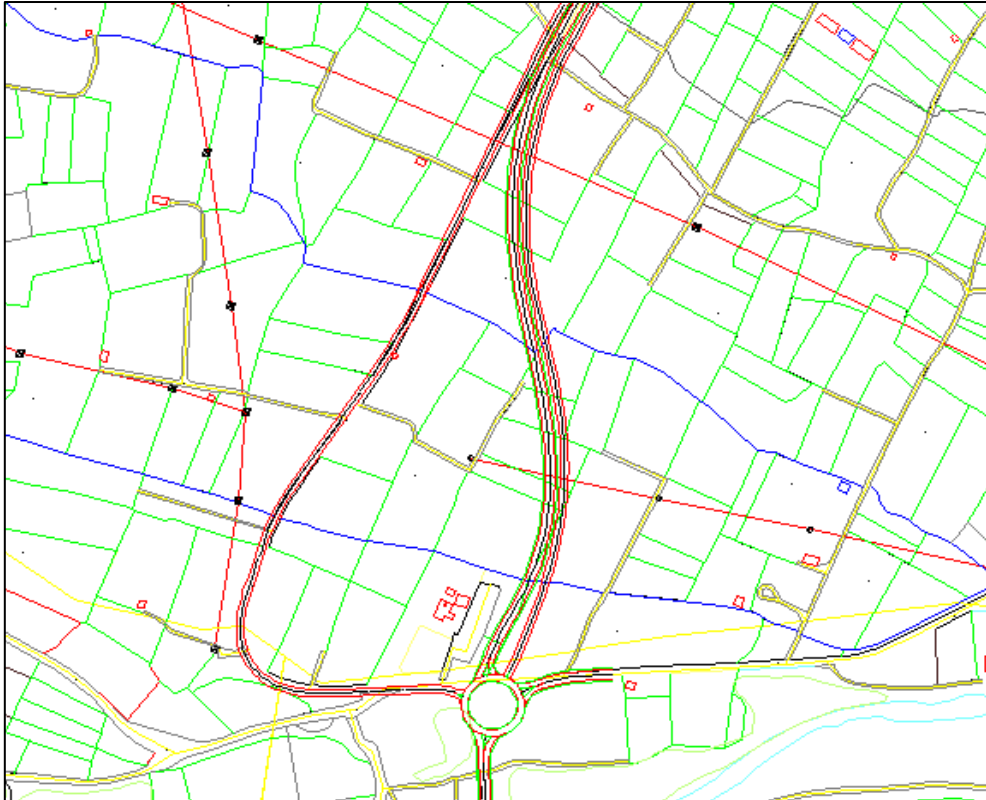


Imagen 69. Final de trazado alternativa C.2

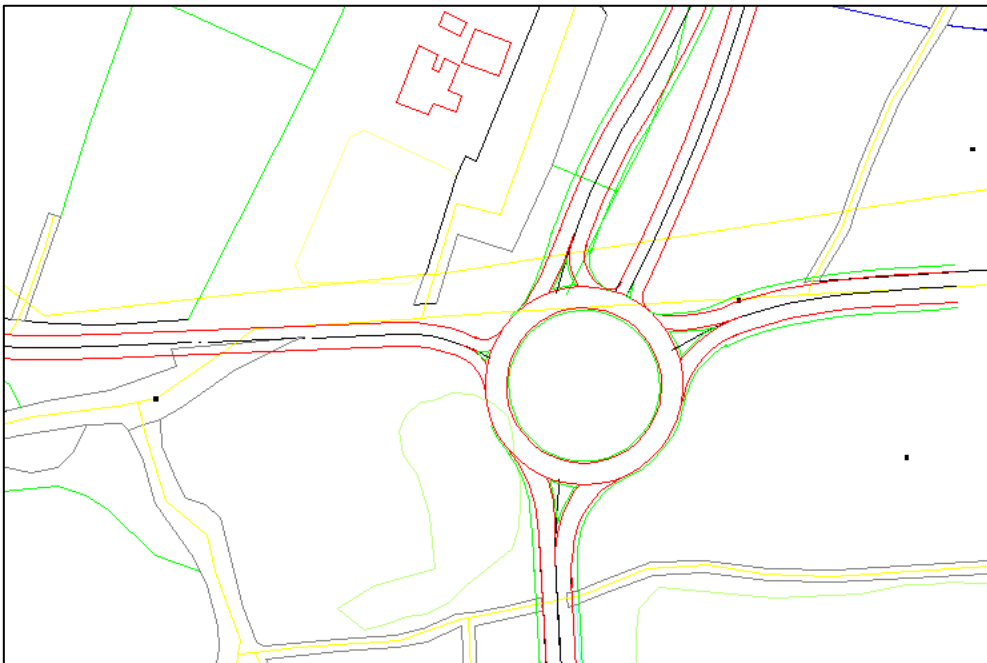


Imagen 70. Detalle glorieta final de trazado alternativa C.2

En cuando a la sección transversal de los caminos de servicio, puesto que no se tienen datos de qué porcentaje de tráfico del tronco principal es generado por aquellos vehículos cuyo origen o destino se encuentra en los terrenos agrícolas o urbanizaciones próximas a este, y dado que

la categoría de tráfico del tronco es T32, se establece una categoría para los caminos de servicio de T41, es decir, un nivel inferior.

Para este caso consideraremos suficiente la una explanada E1, que para un suelo tolerable se alcanza siempre que se encuentre en un espesor superior a 1 metro.

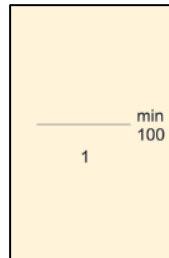


Imagen 71. Formación de explanada E1 con suelo tolerable

Con la explanada E1 tenemos las siguientes posibilidades para la formación del firme.

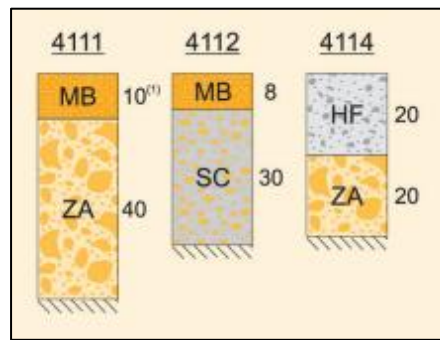


Imagen 72. Firmes posibles para la explanada E1

En línea con la solución adoptada para el tronco, escogemos la solución 4111 formada por 40 cm de zahorra y 10 cm de mezcla bituminosa. Por otra parte, las capas asfálticas se compondrán de 3 cm de BBTM 11B sobre 7 cm de AC22 bin.

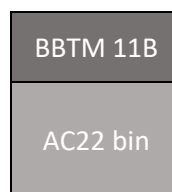


Imagen 73. Elección de capas asfálticas

Valoración económica

PROPUESTA C.1	
Descripción	Canalizar los accesos al tronco principal procedentes de terrenos agrícolas y urbanizaciones a través de caminos de servicio que accedan de forma segura al tronco mediante dos glorietas debidamente situadas.

Capítulo I. Demoliciones y desbroce					
C1.1	M2	Desbroce y limpieza de terreno, incluso extracción de árboles matorrales y demolición de fábricas existentes incluido transporte a vertedero	54725	0.58	31.740,5

Capítulo II. Movimientos de tierras					
C1.2	M3	Relleno con suelo seleccionado de CBR>10 extendido y compactado	1663,75	6.67	11.097,2

Capítulo III. Firme					
C1.3	M3	Relleno de zahorra de préstamo extendido y compactado	16019,75	18.19	291.399,3
C1.4	ton	M.B.C tipo BBTM 11B en capa de rodadura extendida y compactada	2318	48.00	111.264
C1.5	ton	M.B.C tipo AC 16 surf en capa de rodadura en glorietas	290,4	41.00	11.906,4
C1.6	M2	Riego de imprimación sobre capa de zahorra	37835	0.21	7945,4
C1.7	ton	M.B.C tipo AC22 bin en capa intermedia extendida y compactada	6294,4	39.00	245.481,6
C1.8	M2	Riego de adherencia sobre capa intermedia.	36934,5	0.21	7.756,2

Capítulo IV. Glorieta					
C1.9	ud	Glorieta de 25 metros de diámetro interior, dos carriles de 4 metros, incluido movimiento de tierras, firme, bordillo, señalización, iluminación, drenaje y acabado decorativo.	2	300.000	600.000

Capítulo V. Señalización					
C1.10	M	Marca vial reflexiva blanca de 10 cm de ancho para señalización en borde de calzada	24800	0.52	12.896
C1.11	M	Marca vial reflexiva de color blanco, 10 cm de ancho y discontinua sobre calzada	6325	0.30	1.897,5
C1.12	ud	Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	8	168,84	1.350,72
C1.13	ud	Señal circular de 60 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	8	125,10	1.000,8

Total Presupuesto de Ejecución Material	1.335.735,6
Gastos generales 13% sobre P.E.M	173.645,6
Beneficio industrial 6% sobre P.E.M	80.144,1
IVA 21% sobre P.E.M + G.G + B.I	333.800,3
Total Presupuesto Base de Licitación	1.923.325,6

Presupuesto para conocimiento de la administración.

UD	Tipo de suelo	MEDICIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
M2	Suelo no urbanizable	9135	6.5	59.377,5
M2	Suelo urbanizable	41180	35	1.441.300
M2	Suelo urbano	4410	75	330.750
Total Expropiaciones				1.831.427,5

Sumando la partida destinada a expropiaciones al Presupuesto Base de Licitación obtenemos **3.754.753,1 €**.

5.5.2. Propuesta C.2

La propuesta C.2 pasa por un tratamiento individualizado de los accesos, acondicionándolos para que las intersecciones con el tronco sean lo más ortogonales posibles y que no se produzcan defectos de visibilidad debido a curvas o vegetación en las proximidades de los márgenes, eliminando aquellos que tengan difícil solución dando una alternativa más segura, agrupando aquellos próximos entre sí, y en su caso pavimentando y canalizando las entradas a

los mismos. Así pues, se procede a analizar caso por caso para tratar de identificar la mejor solución en cada uno.

Acceso PK 0+204

Este primer acceso lo encontramos próximo al inicio y en el vértice de una curva. Como se puede apreciar en las imágenes, el hecho de que se encuentre en una alineación curva entorpece la visibilidad de los vehículos que acceden al tronco sobre los que circulan en dirección Pobl de Vallbona, en el sentido decreciente de los puntos kilométricos, al haber una densa vegetación que impide la visión a la derecha de este acceso. Por lo demás, el acceso se encuentra en buenas condiciones, por lo que la solución pasaría por el desbroce y limpieza del terreno en la extensión necesaria para garantizar la visibilidad.



Imagen 74. Acceso PK 0+204. Vista aérea



Imagen 75. Acceso PK 0+204. Vista en superficie

Acceso PK 0+380

Se trata de un acceso que da servicio tanto a fincas agrícolas colindantes como a la estación de Metrovalencia Poble de Vallbona y su parking. El principal inconveniente es que se encuentra justo al comienzo del terraplén del paso superior, con lo que está muy próximo al cambio de rasante propio del paso. Para saber si representa un peligro debemos de calcular si la visibilidad desde el punto de cota máxima del paso superior, momento en que un vehículo puede divisar si otro ha accedido al tronco en este punto es superior a la distancia de parada al mismo. Haciendo uso de la instrucción 3.1 IC, la fórmula para calcular esta distancia de parada es la siguiente:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_1 + i)}$$

siendo:

D_p = Distancia de parada (m).

V = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

f₁ = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.

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

t_p = Tiempo de percepción y reacción (s).

En este caso vamos a considerar que la velocidad al comienzo de la maniobra de frenado no llega a la velocidad de específica 80 km/h, debido a las características de ese punto (cambio de rasante pronunciado e incertidumbre que produce, anchura del paso insuficiente y cercanía a sistema de contención). Por lo tanto, vamos a considerar que la velocidad en este punto es de 70 kilómetros por hora.

La distancia entre el punto de cota máxima y el acceso es de 118 metros con un desnivel de 5, con lo que obtenemos que la pendiente en tanto por uno es de -0.0423. El coeficiente de rozamiento movilizado f₁ para una velocidad de 70 km/h es de 0.369. Con todo, tenemos que la distancia de parada es de 97,95 metros, inferior a los 118 metros que los separa, por lo que no sería necesaria ninguna actuación sobre este acceso.



Imagen 76. Acceso inicio del paso superior. Vista aérea.



Imagen 77. Acceso inicio del paso superior. Vista en superficie.

Acceso PK 0+645

Es una entrada muy similar al anterior, ya que se encuentra a pie de terraplén que inicia el paso superior. En este caso la distancia del punto de mayor cota de la rasante y el mismo es de 150 metros, superior a los 118 metros del anterior caso. Puesto que anteriormente hemos realizado los cálculos y cumplía la condición de distancia de parada, el desnivel es el mismo, y la pendiente más tendida, damos por buena esta comprobación.



Imagen 78. Acceso final del paso superior. Vista aérea

Accesos entre los PK 0+640 y 1+130

Este tramo recto cuenta con una serie de caminos en su mayoría asfaltados que dan accesibilidad a los terrenos contiguos a la vía. Dado su carácter agrícola y por lo tanto poco generador de tráfico y al encontrarse en un tramo recto con buena visibilidad, no se acometerán actuaciones en ellos.



Imagen 79. Accesos tramo entre los PK 0+640 y 1+130. Vista aérea

Accesos PK 1+245

En este vértice de la curva a izquierdas tenemos dos accesos, uno a cada lado de la misma.



Imagen 80. Accesos en el PK 1+245. Vista aérea

Como ya hemos visto anteriormente en las imágenes a pie de calzada, el acceso que da al lado convexo de la curva cuenta con una buena visibilidad en la situación actual que se verá mejorada con la ampliación del radio propuesto en las soluciones B.1 y B.2. En cambio, el acceso que da al lado cóncavo tiene graves problemas de visibilidad, dado su ángulo de intersección no ortogonal y el lado de la curva por el que accede. Se podría considerar la posibilidad de mejorar el ángulo de intersección que combinado con el mayor radio de la curva mejoraría la seguridad en el acceso, aunque no obstante seguiría existiendo el problema de tener sendos accesos en el mismo punto de la carretera. Si vemos desde una posición más elevada el tramo, observamos que dicho acceso forma parte de un camino interno en la margen izquierda que finaliza en otro acceso un poco más adelante. Por lo tanto, si eliminamos esta primera entrada del camino al tronco, ya sea mediante barrera o balizamiento, seguiría siendo accesible desde la entrada posterior y no perdería su funcionalidad.



Imagen 81. Vista aérea del camino interior

Accesos PK 1+525

En es un caso similar al anterior, aunque tras la modificación de trazado ambas entradas se encuentran en un tramo recto. Como vemos, el acceso de la margen izquierda forma parte de un camino que bifurca a su intersección con el tronco.



Imagen 82. Acceso PK 1+525. Vista aérea

Tras la modificación del trazado la configuración quedaría algo diferente.

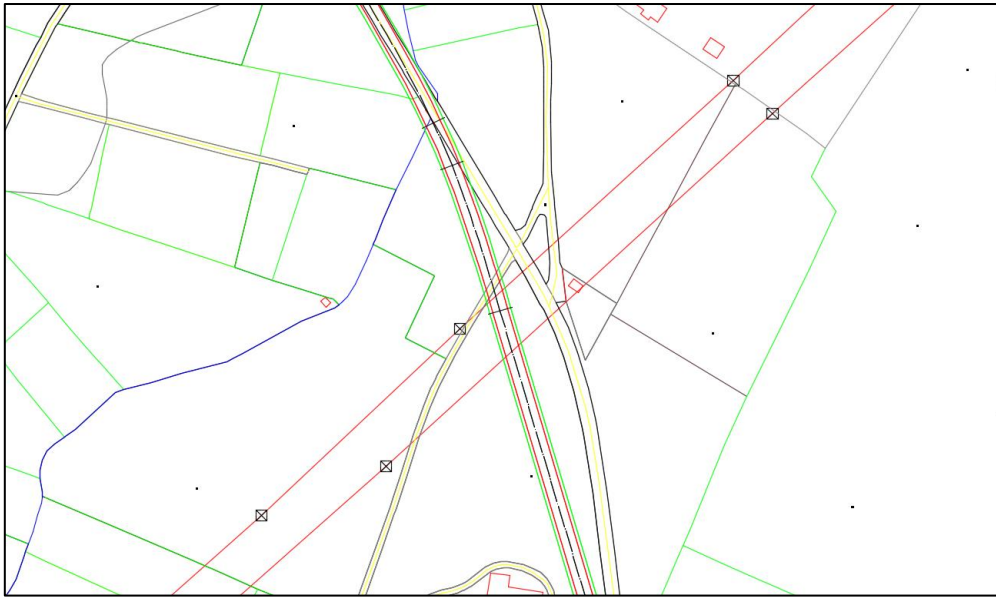


Imagen 83. Acceso PK 1+525. Configuración tras la mejora del trazado.

En este caso se propone la intersección en ambos lados perpendicular, y en el caso de la bifurcación mantener un solo acceso.

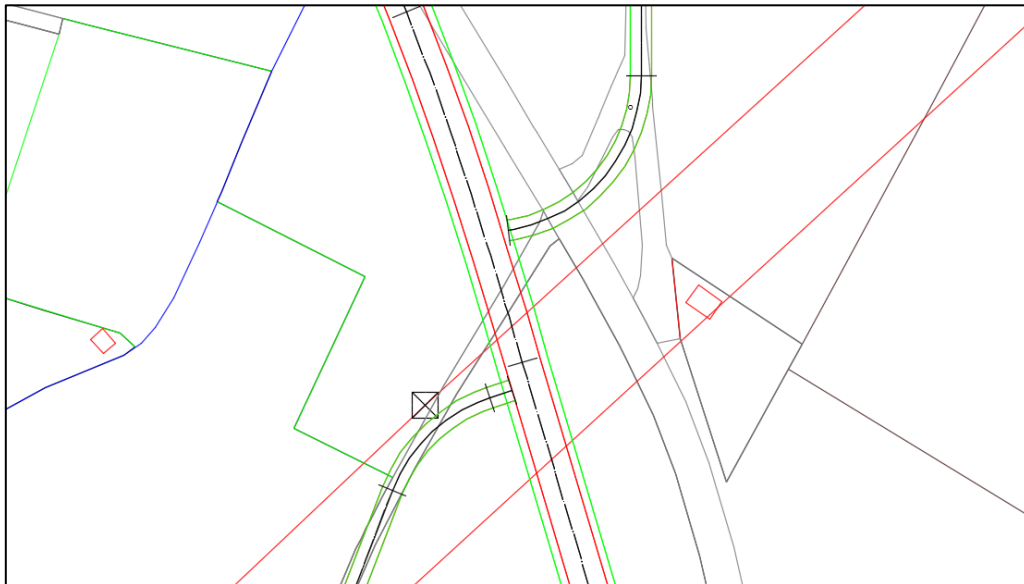


Imagen 84. Acceso PK 1+525. Mejora de accesos propuesta

Acceso PK 1+715

Es casi ortogonal y tiene lugar en un tramo recto con buena visibilidad.

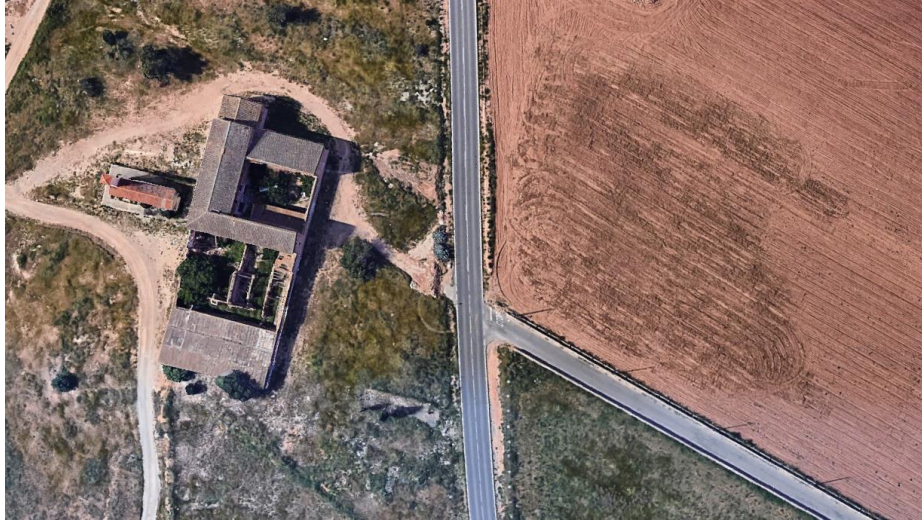


Imagen 85. Acceso PK 1+715. Vista aérea

Acceso PK 2+295

Se encuentra en el mismo tramo recto que el anterior, aunque su intersección forma un ángulo excesivamente oblicuo que habría que corregir

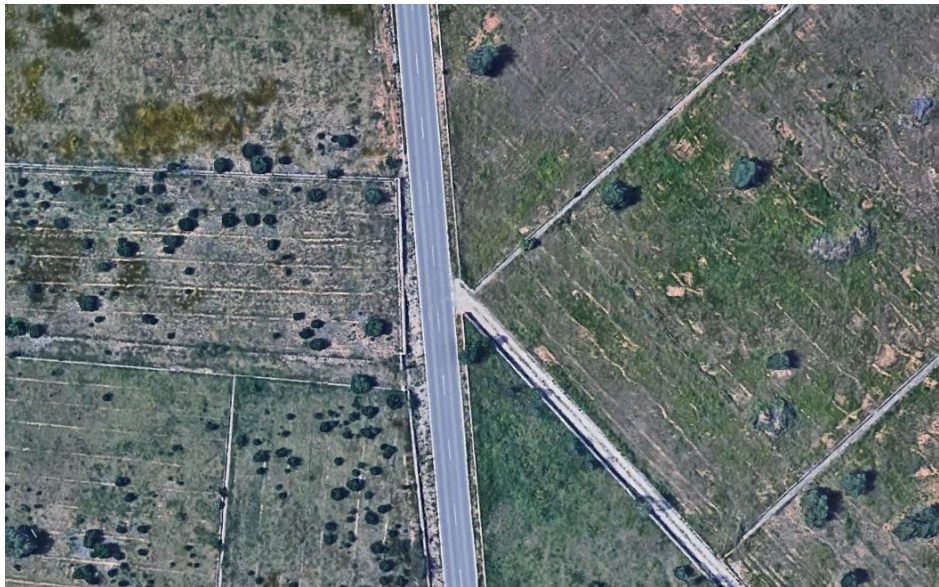


Imagen 86. Acceso PK 2+295. Vista aérea

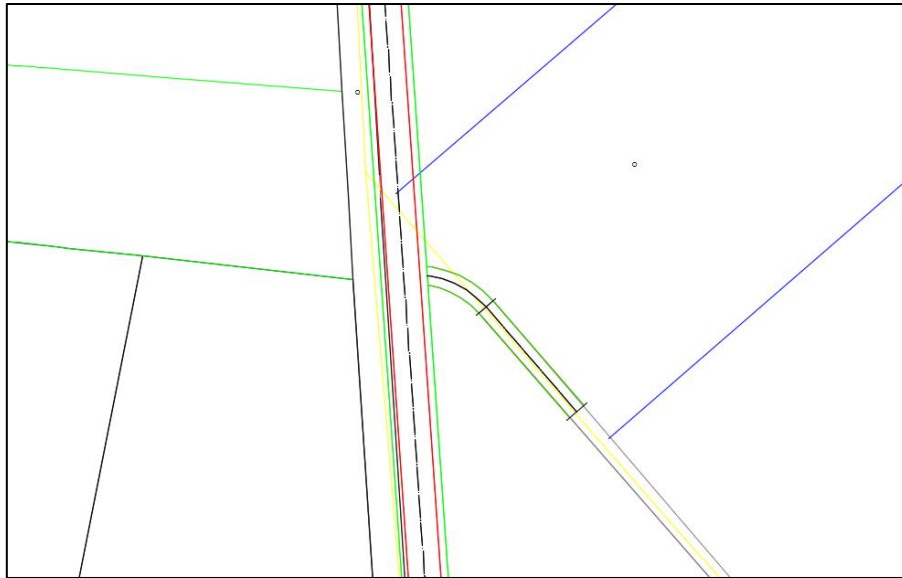


Imagen 87. Acceso PK 2+295. Mejora propuesta

Acceso PK 2+730

Se trata de uno de los puntos más comprometidos del trazado, ya que es el que más intensidad de tráfico soporta. No en vano, es el único acceso canalizado de la carretera analizada y da servicio a una gran zona residencial situada a la derecha de la CV-372. Por otra parte, en la margen izquierda, aunque también urbanizada, lo está en menor medida, y su camino más importante está apenas asfaltado.



Imagen 88. Intersección PK 2+730. Situación actual

Al tratarse de un caso excepcional, y ante la más que probable expansión urbana y crecimiento de la población, la solución más adecuada sería una glorieta que aportara seguridad y moderara la velocidad en este tramo. Dicha glorieta constaría de 4 patas, siendo dos de ellas del tronco. Y las otras dos a cada lado de la misma dando acceso a las urbanizaciones colindantes.

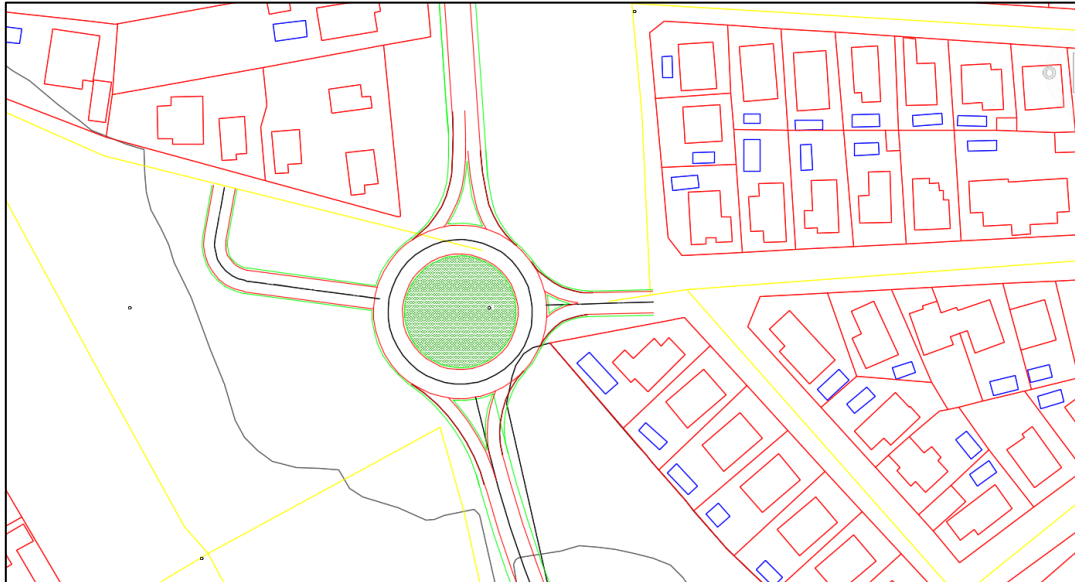


Imagen 89. Intersección PK 2+730. Glorieta propuesta

Acceso PK 3+135

Como vemos, es un estrecho camino sin pavimentar que comunica una calle con viviendas a ambos lados de la misma. Si nos fijamos vemos que la calle termina en el camino que previamente hemos canalizado a través de la glorieta anterior, por lo que se podría eliminar este acceso para que el acceso de estos vehículos a la CV-372 lo hagan a través de la calzada anular diseñada previamente para tal fin.

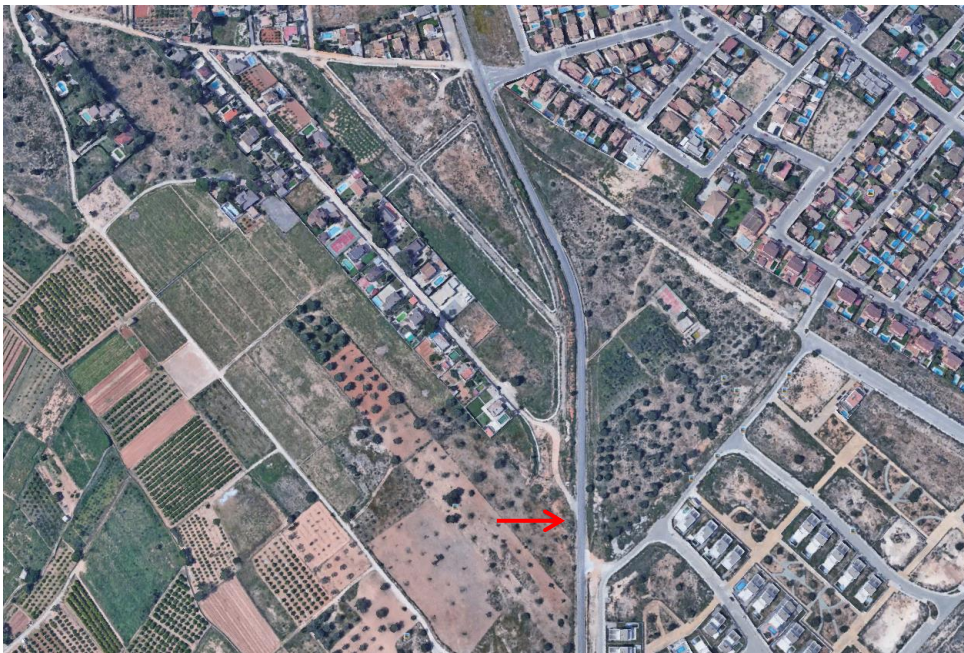


Imagen 90. Intersección PK 3+135.

Acceso PK 3+185

Situado poco después que el anterior en la margen opuesta, da accesibilidad a un sector residencial moderadamente urbanizado y con expectativas de incremento en el medio plazo. El camino por el que accede esta pavimentado y está situado en un tramo recto con buena visibilidad, aunque sin marcas viales ni isletas que lo faciliten, por lo que sería conveniente acometer estas dos actuaciones que confieran seguridad a la intersección.



Imagen 91. Acceso PK 3+185.



Imagen 92. Acceso PK 3+185. Vista en superficie

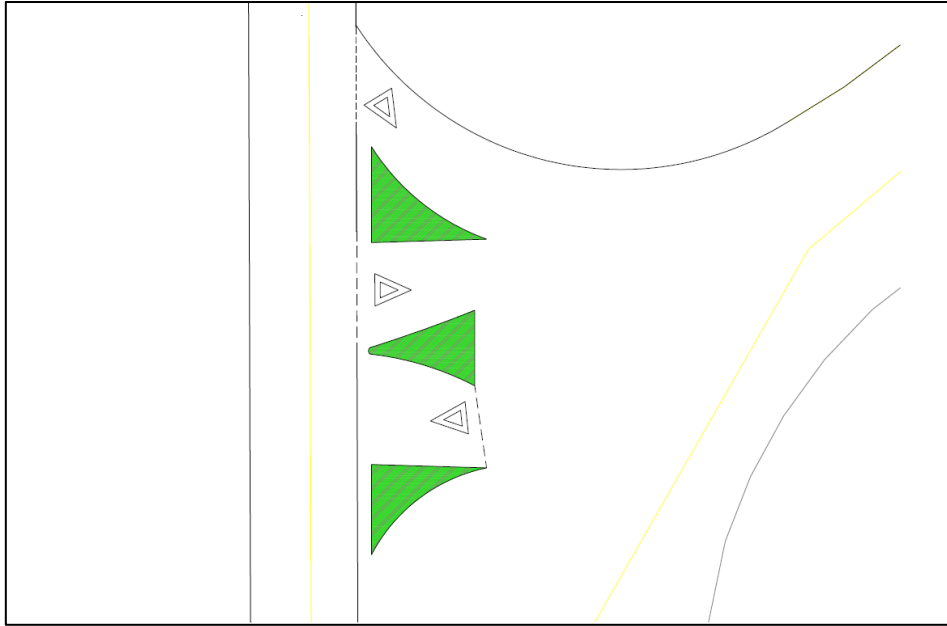


Imagen 93. Acceso PK 3+185. Solución propuesta

Acceso PK 3+420

Es un pequeño camino sin pavimentar que conduce a una zona con numerosas viviendas. Tiene varios problemas, ya que está situado en un tramo en curva y además en un cambio de rasante que lo hace peligroso si los vehículos que acceden al tronco pretenden girar a la izquierda. Si observamos podemos ver que está contiguo al sector residencial visto anteriormente por lo que se podría eliminar este acceso y facilitándolo desde el sector anterior con un coste reducido.

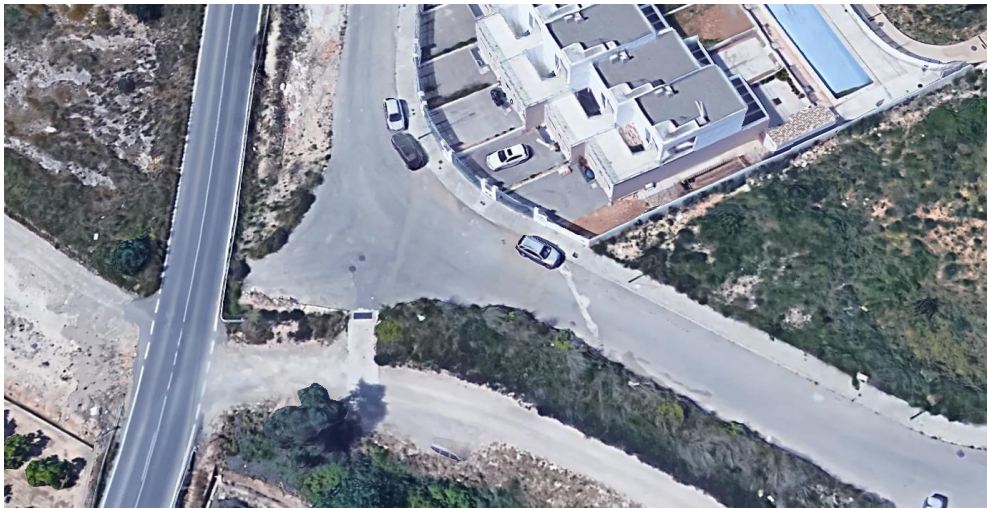


Imagen 94. Acceso PK 3+420. Vista aérea



Imagen 95. Acceso PK 3+420. Vista en superficie

Accesos entre los PK 3+760 y 4+100

En este último tramo se hace patente su carácter más agrícola, como se ha visto anteriormente en la distribución de usos del suelo a lo largo de la traza, con la presencia de numerosos caminos que sirven para dar accesibilidad a los agricultores y demás titulares de terrenos contiguos. Al tratarse de intersecciones más o menos ortogonales y de un tramo recto, no será necesario realizar ninguna actuación



Imagen 96. Accesos entre los PK 3+760 y 4+100. Vista aérea.

En definitiva, con esta propuesta se eliminan 4 accesos y se acondicionan otros 6, incluyendo la glorieta del tramo urbano. Con esto se ahorra una gran cantidad de recursos con respecto a la propuesta anterior, al tratar de forma individualizada cada uno de ellos.

Valoración económica

PROPUESTA C2	
Descripción	Disminución del número de accesos. Acondicionamiento de los existentes

CODIGO	UD.	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-----	------------	----------	----------	---------

Capítulo I. Demoliciones y desbroce					
C2.1	M2	Desbroce y limpieza de terreno, incluso extracción de árboles matorrales y demolición de fábricas existentes incluido transporte a vertedero	940	0.58	545,2
C2.2	M2	Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor i/ demolición de aceras, Isletas y bordillos desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	485	3,85	1.867,25

Capítulo II. Movimientos de tierras					
C2.3	M3	Relleno con suelo seleccionado de CBR>10 extendido y compactado	831,87	6.67	5548,6

Capítulo III. Firme					
C2.4	M3	Relleno de zahorra de préstamo extendido y compactado	638,07	18.19	11.606,5
C2.5	ton	M.B.C tipo AC16 surf en capa de rodadura extendida y compactada	145,19	41.00	5.952,8
C2.6	M2	Riego de imprimación sobre capa de zahorra	1693	0.21	355,5
C2.7	ton	M.B.C tipo AC22 bin en capa intermedia extendida y compactada	296,12	39.00	11.548,7
C2.8	M2	Riego de adherencia sobre capa intermedia.	1642,9	0.21	345

Capítulo IV. Glorieta					
C2.9	ud	Glorieta de 25 metros de diámetro interior, dos carriles de 4 metros, incluido movimiento de	1	300.000	300.000

		tierras, firme, bordillo, señalización, iluminación, drenaje y acabado decorativo.			
--	--	--	--	--	--

Capítulo V. Señalización					
C1.10	ud	Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	4	168,84	675,36
C1.11	ud	Señal circular de 60 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	4	125,10	500,4

Total Presupuesto de Ejecución Material	338.945,3
Gastos generales 13% sobre P.E.M	44.062,9
Beneficio industrial 6% sobre P.E.M	20.336,7
IVA 21% sobre P.E.M + G.G + B.I	84.702,4
Total Presupuesto Base de Licitación	488.047,3

Presupuesto para conocimiento de la administración.

En este caso solo es necesaria la adquisición de una pequeña superficie para la ejecución de la glorieta, que será de naturaleza urbana.

UD	Tipo de suelo	MEDICIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
M2	Suelo urbano	355	75	26.625
Total Expropiaciones				26.625

El presupuesto para conocimiento de la administración ascendería a **514.672,3 €**

Análisis multicriterio

Propuesta	Efectividad	Coste	Medio ambiente	Impacto sobre la población	Puntuación total
C.1	4	1	1	1	16
C.2	2	4	4	3	21

Obviamente desde el punto de vista de la seguridad vial la opción C.1 es mucho más efectiva, ya que elimina el peligro que suponen los vehículos accediendo de forma insegura a la vía. También, como era de esperar, la diferencia de coste de cada propuesta es enorme, debido al contraste entre la alternativa C.1, con una gran superficie ocupada y unos caminos de servicio que discurren a lo largo del trazado con la segunda alternativa, en la que se actúa específicamente y principalmente sobre aquellos puntos más conflictivos, mientras que ciertos caminos que se consideran de bajo riesgo por su ubicación, visibilidad o tráfico que vierten sobre el tronco principal, ya que en la mayoría de los casos dan accesos a uno o varios terrenos contiguos a la carretera. En consecuencia, de la gran superficie requerida para la opción C.2 y de la magnitud de la obra, así como la duración estimada de las obras, los indicadores de Medio Ambiente e Impacto sobre la población salen mal parados en esta comparativa

5.6. Propuesta D

Como ya hemos indicado en apartados anteriores en el análisis de la problemática, a lo largo del trazado nos encontramos con una serie de peligros en las márgenes que en caso de salida de vía podrían resultar peligrosos para la seguridad de los conductores. Los más habituales son árboles, muros que limitan de las parcelas agrícolas, acequias que riegan dichas parcelas y pasos salvacunetas. Según la Orden Circular 35/2014 de criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos, *“Una vez identificadas las zonas con elementos o situaciones potenciales de riesgo, se plantearán las soluciones alternativas que se señalan a continuación, todas ellas preferibles en lo que a seguridad vial se refiere a la instalación de una barrera de seguridad o pretil, con el orden de prioridad siguiente:*

- 1. Ampliar la plataforma o la sección transversal cuando el terreno sea llano y el coste de expropiación bajo.*
- 2. Eliminar el obstáculo o desnivel.*
- 3. Diseñar de nuevo el elemento que suponga un obstáculo o un desnivel (v.g. : taludes de desmontes y terraplenes más tendidos, medianas más anchas y sensiblemente llanas, cunetas más tendidas, arquetas y pasos de cuneta que no sobresalgan del terreno, etc.), de modo que resulte franqueable por los vehículos en condiciones de seguridad.*
- 4. Trasladar el obstáculo a otra zona donde resulte menos probable que el vehículo impacte con él (v.g.: situarlo a mayor distancia del borde de la calzada o disponerlo en un tramo recto en vez de en una alineación curva).*
- 5. Disminuir la severidad del impacto contra el obstáculo disponiendo una estructura soporte eficaz para la seguridad pasiva (v.g.: elementos soporte con fusible estructural), entendiendo*

por tales aquellos elementos que satisfacen los requisitos de la norma UNE EN 12767, siempre que la caída del elemento no pueda provocar daños adicionales a terceros.

Por lo tanto, la colocación de un sistema de contención tiene que ser visto como último recurso, y las soluciones deben ir enfocadas principalmente a eliminar o trasladar el obstáculo y suavizar los taludes, dado que la ampliación de plataforma ya se considera en las propuestas A.1 y A.2.

5.6.1. Propuesta D.1

Esta propuesta va a consistir en la eliminación de los obstáculos cercanos a la carretera objeto de estudio y que puedan incrementar la gravedad de un accidente en caso de salida de vía. Como ya hemos mencionado anteriormente, dichos elementos peligrosos son básicamente árboles de gran tamaño, acequias de riego y pasos salvacunetas, aunque también se observa la existencia de muros que sirven de linde de los terrenos contiguos. Así pues, esta medida consiste en la eliminación y/o acondicionamiento de los obstáculos para que dejen de ser un riesgo para la seguridad de los usuarios de la carretera.

Valoración económica

PROPUESTA D.1	
Descripción	Eliminación de árboles, acequias y pasos salvacunetas cercanos a la carretera

CODIGO	UD.	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-----	------------	----------	----------	---------

Capítulo I. Demoliciones y desbroce					
D1.1	UD	Tala y transporte de árbol de gran porte i/ eliminación del tocón restante, carga y transporte de material a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	26	47,28	1229,28
D1.2	M	Demolición de cajeros de acequia, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	1571	11,60	18.223,6

Capítulo II. Drenaje					
D1.3	UD	Colocación de sistema de protección de pasos salvacunetas "Crossafe", incluida medición de la cuneta, hincado de los dos soportes verticales, instalación de módulos y fijación de pasadores	24	1200	28,800

Capítulo III. Riego					
---------------------	--	--	--	--	--

D1.4	M	Colocación de tubería de hormigón armado, de diámetro interior de 60 cm como entubación de acequia	1571	76,36	120.961,56
-------------	----------	--	------	-------	-------------------

Total Presupuesto de Ejecución Material	169.214,4
Gastos generales 13% sobre P.E.M	21.997,9
Beneficio industrial 6% sobre P.E.M	10.152,8
IVA 21% sobre P.E.M + G.G + B.I	42.286,7
Total Presupuesto Base de Licitación	243.651,4

Presupuesto para conocimiento de la administración.

En este caso no sería necesario ninguna adquisición de terrenos, por lo que el presupuesto para conocimiento de la administración, a falta de otros conceptos menores que se obvian por simplificar en el presente trabajo, coincidiría con el Presupuesto Base de Licitación.

5.6.2. Propuesta D.2

Como alternativa a esta propuesta se podría plantear que en lugar de actuar sobre los obstáculos que se encuentran en las márgenes de carretera, se impida la salida de vehículos y su posterior colisión con los mismos. Una forma de impedir al menos en parte dicha salida sería colocando cunetas de seguridad en ambas márgenes, con un primer talud más tendido, de una relación 1:6, pudiendo llegar incluso a 1:8 y con una profundidad de unos 20 centímetros, seguida de un talud 2:1. Esta es una de las soluciones que aparece el número 3 en el orden de prioridad visto anteriormente, que permitiría ante una salida del vehículo recuperar el control del vehículo en el caso de que la salida no fuera excesivamente perpendicular a la carretera, pero no sería infalible del todo. En las imágenes inferiores se puede ver como se diseñaría con un programa de trazado dicha cuneta y un ejemplo existente.

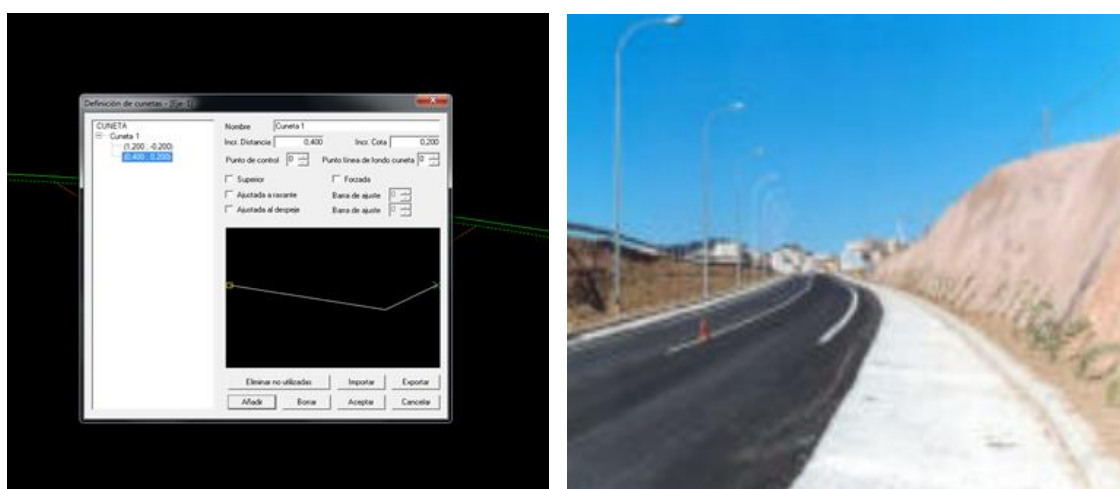


Imagen 97. Cuneta de seguridad. Software de diseño y ejemplo.

Otra posibilidad sería dotar de sistema de contención aquellos puntos del trazado donde existan obstáculos próximos, ya sea un árbol, un muro que limite una parcela o una acequia de riego paralela a la carretera. Esta opción sería adecuada si dichos obstáculos fueran escasos, sin embargo, en este caso no sería coherente poner un sistema de contención para cada árbol, o elemento peligroso próximo a la calzada, ya que al tener que colocarlo con la suficiente anticipación daría como resultado una sensación de compartimentación al mismo tiempo que de intermitencia en su colocación, lo cual no sería estéticamente recomendable y podría ocasionar problemas si los extremos de las barreras no se anclan adecuadamente al terreno.

Por lo tanto, ambas soluciones son menos aconsejables que la eliminación del obstáculo, según lo visto anteriormente en la Orden Circular sobre sistemas de contención de vehículos, principalmente la colocación del sistema de contención. La cuneta de seguridad no sería fiable del todo, mientras que la barrera de contención es la menos desaconsejable. Con esto, vemos que la única solución válida en este caso sería la eliminación de los obstáculos.

6. Elección y justificación de las propuestas

Una vez formulado las propuestas, haber realizado una valoración económica de cada una de ellas y un análisis considerando otros criterios nos encontramos en disposición de seleccionar las alternativas más adecuadas para solventar los problemas descritos en relación con la seguridad y la explotación de la carretera objeto de estudio.

Propuesta A: Sección transversal

Para la sección transversal hemos visto que la alternativa A.2 reúne mejores condiciones que la otra, dado que su impacto en la movilidad en bicicleta es mayor, al tiempo que incluye la pavimentación de arcenes de 1,5 metros de ancho en ambos lados, lo que supone una mejora importante con respecto a la situación inicial y resulta ser una alternativa con una puntuación mayor pese a tener un coste también mayor. Como ya se ha mencionado antes, se podría comparar esta alternativa con otra en la cual el carril bici estuviera a lo largo del arcén con una franja cebreada que lo separara visualmente de esta, lo que resultaría más económico, pero también menos seguro y no cumpliría el objetivo de fomentar los medios de transporte no motorizado entre la mayor parte de los usuarios que pueden ser reacios a circular con bicicleta por el arcén.

Propuesta B: Mejora del trazado

En la mejora del trazado no cabría alternativa más allá del aumento de los radios de las curvas en aquellos puntos en los que se situaba inferior a lo recomendado por la instrucción de trazado y que presentaban problemas de inconsistencia y de visibilidad, a excepción del tramo final, cuya curva de radio tan reducido obligaba a realizar un cambio más drástico en el trazado. La alternativa B.1 a priori parecía menos natural y presentaba el inconveniente de que intersectaba la carretera existente impidiendo su uso posterior en otro rol, como el de camino de servicio. A esto se le suma que tiene mayor longitud, con lo que el coste lógicamente es más elevado. Por su lado la alternativa B.2 termina de forma más natural, siguiendo el trazado de la carretera en dirección Norte-Sur para terminar en la glorieta de nueva construcción propuesta también en esta alternativa, y que permitía a la carretera existente terminar en dicha rotonda por el Oeste. Estas ventajas quedan reflejadas en el análisis multicriterio, con una puntuación total de 20 frente a los 17 de la B.1.

Propuesta C: Mejora de los accesos

Para la mejora de los accesos se proponen dos soluciones radicalmente opuestas. La alternativa C.1 elimina la problemática construyendo sendos caminos de servicio paralelos al tronco, que canalizan todos los accesos y pequeños caminos y que conducen a dos glorietas situadas en la zona central del trazado y que permiten que el tráfico canalizado por dichos caminos acceda a la carretera en condiciones de seguridad. El principal inconveniente es su gran coste, dado que ambos caminos son de doble sentido precisan de la adquisición de una gran superficie para poder ejecutarlos. Se podría haber planteado caminos de sentido único, pero esto habría limitado la accesibilidad y quedaría insuficiente en un corto margen de tiempo ante el auge urbanístico y aumento de la población que está experimentando la zona. Por otro lado, la alternativa C.2, con una puntuación total de 21 (frente a los 16 de la C.1), propone el análisis pormenorizado de cada acceso, proponiendo una solución individualizada si es que la requiere y resultando mucho más económica. Dado que gran parte de caminos son entradas de parcelas agrícolas y por tanto de un tráfico que se reduce a los propietarios de dichas fincas, muchas de ellas, principalmente las que se encuentran en tramos rectos se dejan como están, al no representar grandes problemas en la seguridad vial. Otras en cambio es necesario acondicionar, modificando el ángulo de intersección en algunos casos para que sea totalmente ortogonal, eliminando los redundantes y asfaltando y canalizando mediante isletas otros. Como excepción, en la zona más urbanizada y densamente poblada sí que se prevé una única glorieta en su intersección más importante que dote de seguridad en el acceso a las zonas residenciales y permitiendo un aumento progresivo en la intensidad de la circulación.

Propuesta D: Acondicionamiento de las márgenes

Por último, en lo que respecta al problema de obstáculos, terraplenes y otros objetos dispuestos en las márgenes que puedan convertir una simple salida de vía en un accidente grave existen varias soluciones, si bien la más razonable y efectiva es la eliminación de dichos obstáculos. En el caso de los escasos árboles que se encuentran cercanos a la carretera se propone su tala y transporte. Para los pasos salvacunetas se escoge un sistema prefabricado de vigas que permiten vadearlos (acabado en pico de flauta) evitando colisiones contra estos. Otro de los problemas más abundantes son las acequias de riego que se encuentran principalmente paralelos a la carretera, pero también de forma transversal en ciertos puntos, para los que se propone su entubación para eliminar todo riesgo. También en algunos casos existen muros que delimitan terrenos colindantes, que en muchos casos quedarían eliminados en la ampliación de la sección transversal y en su caso sustituidos por otros menos rígidos.

Como alternativa a esta tenemos dos opciones: La protección con sistemas de contención, que está desaconsejado como primera solución por la propia Orden Circular y que además quedaría poco estético por su efecto de compartimentación sobre la carretera y habría que prestar especial atención en los puntos en los que empieza o termina (acabado en cola de pez) que pudiera entrañar ciertos riesgos. Otra solución sería la ejecución de cunetas con una pendiente más tendida, permitiendo al vehículo retomar el rumbo ante eventuales incidentes. Esto implicaría la adquisición de una gran superficie de terreno y grandes movimientos de tierras y sin embargo no resultaría totalmente eficiente. Así pues, se determina que no existen alternativas reales y efectivas frente a este problema, con que se valora económicamente la D.1 como única propuesta.

7. Conclusiones

La carretera CV-372 presenta problemas de seguridad vial en lo referente a su sección transversal, trazado en planta, accesos e intersecciones y peligros en las márgenes y por ellos se formulan propuestas específicas encaminadas a paliar dichas deficiencias. Hay que tener presente que cualquier mejora que se realice puede tener también sus efectos adversos, como por ejemplo el ensanche de la plataforma que a veces puede derivar en un aumento de la velocidad de operación. También cabe destacar que alternativas propuestas a menudo están sujetas a disponibilidad presupuestaria, y de ahí que el coste sea una variable con un peso importante en el análisis.

Si sumamos los costes de las alternativas A.2, B.2, C.2 y D.1 el presupuesto total para el acondicionamiento de la carretera sería de 3.785.471,2 €, de los cuales más de la mitad, 2.119.879,3 € corresponden a la mejora de la sección transversal. Esto es debido a que dicha mejora supone un aumento significativo de la sección transversal lo que conlleva una gran superficie de terrenos adquiridos, en su mayoría urbanizables, con la correspondiente indemnización a sus propietarios a lo que hay que añadir las tareas típicas de este tipo de obra, como son desbroce, movimientos de tierras extendido y compactado de capas granulares y bituminosas y señalización. Por otra parte, la alternativa B.2 también tiene un coste elevado, ya que, aunque en la mayor parte del trazado se proponen mejoras en los radios que no suponen una diferencia muy grande entre la traza actual y la proyectada, afectando tan solo a unos pocos metros, existe un último tramo de nueva construcción de longitud considerable, además de la glorieta de nueva creación que supone un coste de 300.000 €. En cuanto a las alternativas C.1 y C.2 la diferencia de coste es demasiado elevada para que la C.1 pudiera ser competitiva en un análisis multicriterio, teniendo en cuenta la importancia del coste y máxime cuando la mayoría de accesos no son excesivamente problemáticos dado su carácter particular, con lo que un mero acondicionamiento y reordenación de los mismos resulta más que satisfactorio.

Por último, para el problema que suponen los obstáculos peligrosos en las márgenes no hemos encontrado una solución que sea competitiva respecto a la seleccionada, que pasa por la eliminación de los mismos.

Echando un vistazo a la bibliografía utilizada y a los apartados previos a la propuesta de soluciones, vemos que lo que más nos ha influido a la hora de formular alternativas ha sido en análisis de los accidentes ocurridos, donde hay algunos causados por baja visibilidad (radios reducidos, intersecciones sin visibilidad) y salidas de vía (mejora de las márgenes), en el análisis de la consistencia, que arrojaba deficiencias muy graves en cuanto a esta causada por la falta de continuidad en los radios utilizados, lo que provocaba saltos en la velocidad de operación entre tramos consecutivos. Tras las soluciones propuestas este problema desaparece, y el nuevo trazado permite la adopción de una velocidad constante a lo largo del trazado.

Como apunte, cabe recordar lo dicho en el punto 2 del presente trabajo, donde se describen los factores concurrentes en la seguridad vial. Como ingenieros de carreteras podemos intervenir sobre el factor infraestructura, y merecen nuestro agradecimiento los que se dedican concretamente a la investigación de accidentes y nuevos criterios y métodos para poner entenderlos mejor y así actuar de una forma más eficiente para ir reduciéndolos progresivamente. También merecen especial atención los Sistemas Inteligentes de Transporte, ITS por sus siglas en inglés, que permite incorporar nuevas tecnologías a la gestión del tráfico y

reducción de las víctimas en carretera y cuyo enorme margen de crecimiento permite albergar grandes esperanzas en este fin. Sin embargo, como también se señala en dicha clasificación de factores concurrentes en accidentes, el humano es algo que corre a cuenta de todos, y debemos tenerlo presente desde el momento que nos subimos al vehículo, para que todo el esfuerzo en materia de seguridad vial tenga sentido.

8. Bibliografía

Normativa, guías y material de apoyo

- Norma 3.1IC-Trazado, de la Instrucción de Carreteras. *Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento*
- Norma 6.1IC-Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras. *Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento*
- Norma 6.3IC-Rehabilitación de Carreteras, de la Instrucción de Carreteras. *Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.*
- Norma 8.1IC-Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras. *Dirección general de Carreteras. Ministerio de Fomento.*
- Manual de recomendaciones de diseño, construcción, infraestructura, señalización, balizamiento, conservación y mantenimiento del carril bici. *(Madrid, Ministerio del Interior, DGT, 2000)*
- Recomendaciones de diseño para las vías ciclistas en Andalucía. *Consejería de Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2013*
- *Perez Zuriaga, A.M., Camacho Torregrosa, F.J., & García García, A. (2012).* La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial.
- Libro de Aforos 2014. *Diputación de Valencia. Área de Carreteras Servicio de Seguridad Vial y Supervisión*
- Orden Circular 37/2016 Base de precios de referencia de la dirección general de carreteras. *Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Ministerio de Fomento*
- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos. *Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Ministerio de Fomento*
- Recomendaciones sobre glorietas. *MOPU (1989)*

- Señalización de vías ciclistas en la Comunitat Valenciana. *Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme y Transports. Generalitat Valenciana.*
- Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. PITVI (2012-2024). *Ministerio de Fomento.*
- Nota de servicio 5/2014. Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras. *Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Ministerio de Fomento*
- *Díaz Pineda, J., Díaz Toribio, L., Miralles Olivar, E., de la Peña Gonzalez, E., del Real Suarez, E., Rocci Boccaleri, S., Chicharro Sanchez, R.* Manual de buenas prácticas para el diseño de márgenes de carreteras convencionales. Asociación Española de la Carretera.
- ORDEN de 2 de agosto de 2001 por la que se desarrolla el artículo 235 del Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres, en materia de supresión y protección de pasos a nivel. *Ministerio de Fomento*

Páginas web

- www.terrasit.gva.es
- www.cartoweb.cma.gva.es
- www.habitatge.gva.es
- www.dival.es
- www.fomento.gob.es
- www.dgt.es
- www.carreteros.org

9. Anexos

9.1. Informe de visibilidad de la carretera existente

Estación inicial	0+000	Altura observador	1,100
Estación final	4+454	Altura objeto	0,200
Distancia mínima	2.000	Dist. borde de calzada	1,500
Intervalo de cálculo	20	Despeje	5,000
Velocidad de cálculo	80		

<u>Estación</u>	<u>Visibilidad</u>	<u>Última estación</u>	<u>D.parada</u>	<u>Err.</u>	<u>No cumple por</u>	<u>V.Máx</u>
0+000,000	270	0+270,000	119			
0+020,000	250	0+270,000	119			
0+040,000	230	0+270,000	119			
0+060,000	210	0+270,000	119			
0+080,000	190	0+270,000	119			
0+100,000	170	0+270,000	119			
0+120,000	150	0+270,000	119			
0+140,000	150	0+290,000	119			
0+160,000	130	0+290,000	119			
0+180,000	130	0+310,000	117			
0+200,000	150	0+350,000	117			
0+220,000	277	0+497,000	117			
0+240,000	257	0+497,000	117			
0+260,000	237	0+497,000	117			
0+280,000	217	0+497,000	117			
0+300,000	197	0+497,000	117			
0+320,000	177	0+497,000	117			
0+340,000	156	0+496,000	117			
0+360,000	136	0+496,000	117			
0+380,000	115	0+495,000	114			
0+400,000	87	0+487,000	111	(24)	Alzado	69
0+420,000	73	0+493,000	108	(35)	Alzado	64
0+440,000	47	0+487,000	108	(61)	Alzado	48
0+460,000	30	0+490,000	108	(77)	Alzado	35
0+480,000	190	0+670,000	126			
0+500,000	86	0+586,000	153	(67)	Alzado	60
0+520,000	65	0+585,000	115	(50)	Alzado	57
0+540,000	76	0+616,000	111	(35)	Alzado	64
0+560,000	130	0+690,000	116			
0+580,000	110	0+690,000	122	(12)	Fuera de sección	75
0+600,000	90	0+690,000	123	(33)	Fuera de sección	67
0+620,000	110	0+730,000	123	(13)	Fuera de sección	75
0+640,000	550	1+190,000	123			
0+660,000	590	1+250,000	123			
0+680,000	570	1+250,000	121			
0+700,000	550	1+250,000	119			
0+720,000	530	1+250,000	117			
0+740,000	510	1+250,000	116			
0+760,000	490	1+250,000	116			
0+780,000	470	1+250,000	116			
0+800,000	450	1+250,000	116			
0+820,000	430	1+250,000	116			
0+840,000	410	1+250,000	116			
0+860,000	390	1+250,000	116			
0+880,000	370	1+250,000	116			
0+900,000	370	1+270,000	116			
0+920,000	350	1+270,000	116			
0+940,000	330	1+270,000	116			
0+960,000	310	1+270,000	116			
0+980,000	290	1+270,000	116			
1+000,000	270	1+270,000	116			
1+020,000	250	1+270,000	116			
1+040,000	230	1+270,000	116			
1+060,000	210	1+270,000	116			
1+080,000	190	1+270,000	116			
1+100,000	170	1+270,000	116			
1+120,000	150	1+270,000	116			
1+140,000	130	1+270,000	116			
1+160,000	110	1+270,000	116	(6)	Fuera de sección	77
1+180,000	90	1+270,000	116	(26)	Fuera de sección	69
1+200,000	90	1+290,000	116	(26)	Fuera de sección	69
1+220,000	110	1+330,000	116	(6)	Fuera de sección	77
1+240,000	370	1+610,000	116			
1+260,000	330	1+590,000	116			
1+280,000	310	1+590,000	116			
1+300,000	290	1+590,000	116			
1+320,000	270	1+590,000	116			
1+340,000	250	1+590,000	116			
1+360,000	230	1+590,000	116			
1+380,000	210	1+590,000	116			
1+400,000	210	1+610,000	116			
1+420,000	190	1+610,000	116			

<u>Estación</u>	<u>Visibilidad</u>	<u>Última estación</u>	<u>D.parada</u>	<u>Err.</u>	<u>No cumple por</u>	<u>V.Máx</u>
1+440,000	170	1+610,000	116			
1+460,000	150	1+610,000	116			
1+480,000	130	1+610,000	116			
1+500,000	130	1+630,000	116			
1+520,000	110	1+630,000	116	(5)	Fuera de sección	78
1+540,000	110	1+650,000	116	(5)	Fuera de sección	78
1+560,000	170	1+730,000	116			
1+580,000	450	2+030,000	115			
1+600,000	390	1+990,000	115			
1+620,000	370	1+990,000	115			
1+640,000	370	2+010,000	115			
1+660,000	410	2+070,000	115			
1+680,000	510	2+190,000	115			
1+700,000	750	2+450,000	115			
1+720,000	840	2+560,000	115			
1+740,000	813	2+553,000	115			
1+760,000	794	2+554,000	115			
1+780,000	776	2+556,000	115			
1+800,000	758	2+558,000	115			
1+820,000	740	2+560,000	115			
1+840,000	713	2+553,000	115			
1+860,000	695	2+555,000	115			
1+880,000	677	2+557,000	115			
1+900,000	658	2+558,000	115			
1+920,000	636	2+556,000	115			
1+940,000	618	2+558,000	115			
1+960,000	600	2+560,000	115			
1+980,000	599	2+579,000	115			
2+000,000	571	2+571,000	115			
2+020,000	554	2+574,000	115			
2+040,000	538	2+578,000	115			
2+060,000	513	2+573,000	115			
2+080,000	497	2+577,000	115			
2+100,000	476	2+576,000	115			
2+120,000	460	2+580,000	115			
2+140,000	451	2+591,000	115			
2+160,000	438	2+598,000	115			
2+180,000	415	2+595,000	115			
2+200,000	397	2+597,000	115			
2+220,000	391	2+611,000	115			
2+240,000	371	2+611,000	115			
2+260,000	356	2+616,000	115			
2+280,000	354	2+634,000	115			
2+300,000	338	2+638,000	115			
2+320,000	334	2+654,000	115			
2+340,000	316	2+656,000	115			
2+360,000	312	2+672,000	115			
2+380,000	315	2+695,000	115			
2+400,000	309	2+709,000	115			
2+420,000	300	2+720,000	115			
2+440,000	307	2+747,000	115			
2+460,000	307	2+767,000	115			
2+480,000	307	2+787,000	116			
2+500,000	307	2+807,000	116			
2+520,000	307	2+827,000	116			
2+540,000	307	2+847,000	116			
2+560,000	310	2+870,000	116			
2+580,000	319	2+899,000	117			
2+600,000	316	2+916,000	117			
2+620,000	350	2+970,000	117			
2+640,000	350	2+990,000	117			
2+660,000	330	2+990,000	117			
2+680,000	310	2+990,000	118			
2+700,000	290	2+990,000	118			
2+720,000	270	2+990,000	118			
2+740,000	250	2+990,000	118			
2+760,000	230	2+990,000	119			
2+780,000	210	2+990,000	119			
2+800,000	190	2+990,000	119			
2+820,000	170	2+990,000	119			
2+840,000	150	2+990,000	119			
2+860,000	130	2+990,000	120			
2+880,000	130	3+010,000	120			
2+900,000	110	3+010,000	120	(9)	Fuera de sección	76

<u>Estación</u>	<u>Visibilidad</u>	<u>Última estación</u>	<u>D.parada</u>	<u>Err.</u>	<u>No cumple por</u>	<u>V.Máx</u>
2+920,000	110	3+030,000	120	(9)	Fuera de sección	76
2+940,000	130	3+070,000	120			
2+960,000	300	3+260,000	120			
2+980,000	275	3+255,000	120			
3+000,000	256	3+256,000	120			
3+020,000	238	3+258,000	120			
3+040,000	220	3+260,000	120			
3+060,000	193	3+253,000	120			
3+080,000	175	3+255,000	120			
3+100,000	157	3+257,000	120			
3+120,000	132	3+252,000	120			
3+140,000	114	3+254,000	120	(6)	Alzado	77
3+160,000	97	3+257,000	120	(23)	Alzado	71
3+180,000	88	3+268,000	120	(32)	Alzado	67
3+200,000	270	3+470,000	120			
3+220,000	250	3+470,000	120			
3+240,000	230	3+470,000	126			
3+260,000	210	3+470,000	126			
3+280,000	190	3+470,000	126			
3+300,000	170	3+470,000	126			
3+320,000	170	3+490,000	126			
3+340,000	150	3+490,000	126			
3+360,000	130	3+490,000	126			
3+380,000	130	3+510,000	126			
3+400,000	130	3+530,000	126			
3+420,000	190	3+610,000	126			
3+440,000	670	4+110,000	126			
3+460,000	650	4+110,000	126			
3+480,000	630	4+110,000	126			
3+500,000	610	4+110,000	126			
3+520,000	590	4+110,000	126			
3+540,000	570	4+110,000	125			
3+560,000	550	4+110,000	125			
3+580,000	530	4+110,000	125			
3+600,000	510	4+110,000	125			
3+620,000	490	4+110,000	125			
3+640,000	470	4+110,000	125			
3+660,000	450	4+110,000	125			
3+680,000	430	4+110,000	125			
3+700,000	410	4+110,000	125			
3+720,000	390	4+110,000	125			
3+740,000	370	4+110,000	125			
3+760,000	350	4+110,000	125			
3+780,000	330	4+110,000	125			
3+800,000	310	4+110,000	125			
3+820,000	290	4+110,000	125			
3+840,000	270	4+110,000	125			
3+860,000	250	4+110,000	125			
3+880,000	230	4+110,000	116			
3+900,000	230	4+130,000	116			
3+920,000	210	4+130,000	116			
3+940,000	210	4+150,000	116			
3+960,000	252	4+212,000	116			
3+980,000	234	4+214,000	116			
4+000,000	217	4+217,000	116			
4+020,000	187	4+207,000	116			
4+040,000	169	4+209,000	116			
4+060,000	152	4+212,000	116			
4+080,000	138	4+218,000	116			
4+100,000	133	4+233,000	116			
4+120,000	150	4+270,000	116			
4+140,000	130	4+270,000	116			
4+160,000	130	4+290,000	116			
4+180,000	110	4+290,000	116	(5)	Fuera de sección	77
4+200,000	90	4+290,000	120	(30)	Fuera de sección	68
4+220,000	90	4+310,000	120	(30)	Fuera de sección	68
4+240,000	70	4+310,000	120	(50)	Fuera de sección	59
4+260,000	70	4+330,000	120	(50)	Fuera de sección	59
4+280,000	70	4+350,000	120	(50)	Fuera de sección	59
4+300,000	90	4+390,000	120	(30)	Fuera de sección	68
4+320,000	120	4+440,000	120			
4+340,000	100	4+440,000	120	(20)		72
4+360,000	80	4+440,000	120	(40)		64
4+380,000	60	4+440,000	120	(60)		54

<u>Estación</u>	<u>Visibilidad</u>	<u>Última estación</u>	<u>D.parada</u>	<u>Err.</u>	<u>No cumple por</u>	<u>V.Máx</u>
4+400,000	40	4+440,000	120	(80)		41

9.2. Listado de los puntos singulares en planta del trazado existente

<u>Estación</u>	<u>Longitud</u>	<u>Coord. X</u>	<u>Coord. Y</u>	<u>Acimut</u>	<u>Radio</u>	<u>Parám.</u>	<u>X Centro</u>	<u>Y Centro</u>
0+000,000	0,000	709.670,941	4.384.649,098	237,7570	Infinito			
0+183,959	183,959	709.568,122	4.384.496,555	237,7570	Infinito			
0+237,004	53,045	709.536,584	4.384.453,956	246,1994	200,000	103,000	709.386,977	4.384.586,687
0+245,398	8,393	709.530,884	4.384.447,796	248,8711	200,000		709.386,977	4.384.586,687
0+298,443	53,045	709.490,851	4.384.413,057	257,3135	Infinito	103,000		
0+602,188	303,745	709.252,867	4.384.224,312	257,3135	Infinito			
0+647,411	45,224	709.220,164	4.384.193,283	240,3781	-85,000	62,000	709.288,632	4.384.142,914
0+660,138	12,727	709.213,416	4.384.182,506	230,8462	-85,000		709.288,632	4.384.142,914
0+705,361	45,224	709.199,787	4.384.139,534	213,9108	Infinito	62,000		
1+194,615	489,254	709.093,729	4.383.661,914	213,9108	Infinito			
1+239,615	45,000	709.088,146	4.383.617,421	196,0059	-80,000	60,000	709.167,989	4.383.622,437
1+255,722	16,107	709.090,762	4.383.601,555	183,1880	-80,000		709.167,989	4.383.622,437
1+300,722	45,000	709.110,333	4.383.561,209	165,2831	Infinito	60,000		
1+509,968	209,246	709.218,869	4.383.382,314	165,2831	Infinito			
1+562,773	52,804	709.244,457	4.383.336,160	172,7534	225,000	109,000	709.039,752	4.383.242,776
1+603,200	40,427	709.257,851	4.383.298,074	184,1919	225,000		709.039,752	4.383.242,776
1+656,004	52,804	709.266,783	4.383.246,063	191,6622	Infinito	109,000		
1+682,714	26,709	709.270,271	4.383.219,582	191,6622	Infinito			
1+777,766	95,052	709.284,669	4.383.125,644	187,6281	-750,000	267,000	710.020,551	4.383.270,482
1+792,699	14,933	709.287,699	4.383.111,022	186,3605	-750,000		710.020,551	4.383.270,482
1+887,751	95,052	709.311,808	4.383.019,096	182,3264	Infinito	267,000		
2+321,097	433,346	709.430,573	4.382.602,342	182,3264	Infinito			
2+418,274	97,177	709.459,015	4.382.509,427	179,8518	-2.500,000		711.834,852	4.383.287,502
2+647,868	229,594	709.530,472	4.382.291,235	179,8518	Infinito			
2+750,824	102,956	709.564,411	4.382.194,051	176,1277	-880,000	301,000	710.383,263	4.382.516,358
2+752,113	1,289	709.564,884	4.382.192,852	176,0345	-880,000		710.383,263	4.382.516,358
2+855,069	102,956	709.606,431	4.382.098,668	172,3104	Infinito	301,000		
2+898,509	43,440	709.624,735	4.382.059,273	172,3104	Infinito			
2+951,554	53,045	709.644,923	4.382.010,264	180,7528	200,000	103,000	709.453,994	4.381.950,714
2+985,147	33,593	709.652,191	4.381.977,508	191,4458	200,000		709.453,994	4.381.950,714
3+038,192	53,045	709.654,626	4.381.924,560	199,8881	Infinito	103,000		
3+383,190	344,998	709.655,232	4.381.579,563	199,8881	Infinito			
3+435,994	52,804	709.653,262	4.381.526,827	207,3584	225,000	109,000	709.429,763	4.381.552,776
3+460,031	24,037	709.649,221	4.381.503,144	214,1594	225,000		709.429,763	4.381.552,776
3+512,835	52,804	709.633,593	4.381.452,739	221,6297	Infinito	109,000		
3+716,887	204,052	709.565,591	4.381.260,352	221,6297	Infinito			
3+952,903	236,016	709.494,496	4.381.035,346	217,3368	-3.500,000		712.865,514	4.380.093,944
3+964,899	11,996	709.491,269	4.381.023,792	217,3368	Infinito			
4+038,508	73,609	709.469,552	4.380.953,482	222,5435	450,000	182,000	709.047,472	4.381.109,524
4+040,181	1,673	709.468,969	4.380.951,914	222,7803	450,000		709.047,472	4.381.109,524
4+113,790	73,609	709.439,477	4.380.884,495	227,9870	Infinito	182,000		
4+146,301	32,511	709.425,641	4.380.855,076	227,9870	Infinito			
4+183,993	37,692	709.411,278	4.380.820,265	218,7579	-130,000	70,000	709.535,676	4.380.782,513
4+188,879	4,885	709.409,948	4.380.815,565	216,3655	-130,000		709.535,676	4.380.782,513
4+226,571	37,692	709.403,933	4.380.778,391	207,1364	Infinito	70,000		
4+236,142	9,571	709.402,862	4.380.768,880	207,1364	Infinito			
4+289,042	52,900	709.408,428	4.380.717,301	165,0399	-40,000	46,000	709.442,547	4.380.738,179
4+305,720	16,678	709.419,806	4.380.705,272	138,4964	-40,000		709.442,547	4.380.738,179
4+373,320	67,600	709.485,234	4.380.702,678	84,7020	Infinito	52,000		
4+454,323	81,004	709.563,910	4.380.721,956	84,7020	Infinito			

