



ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K.
10+500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA).

AUTOR:

HERNÁN XAVIER COCHA FALCÓN

TUTORA:

ANA MARÍA PÉREZ ZURIAGA

TITULACIÓN:

GRADO DE INGENIRÍA CIVIL

FECHA:

FEBRERO 2021



ÍNDICE GENERAL

Documento nº 1: Memoria

1. ANTECEDENTES
 2. OBJETO DE PROYECTO
 3. LOCALIZACIÓN
 4. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL
 - 4.1 ANÁLISIS DEL TRÁFICO
 - 4.2 ANÁLISIS DEL TRAZADO
 - 4.3 ANÁLISIS DEL ESTADO DEL FIRME
 - 4.4 ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL
 - 4.5 OBRAS DE DRENAJE
 5. CONDICIONANTES
 - 5.1 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
 - 5.2 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
 - 5.3 HIDROLOGÍA
 - 5.4 OTROS CONDICIONANTES
 6. PROPUESTAS DE MEJORA
 - 6.1 TRAZADO DE LA CARRETERA
 - 6.2 FIRMES Y PAVIMENTO
 - 6.3 OBRAS DE DRENAJE
 7. VALORACIÓN ECONÓMICA
 8. AGRADECIMEINTOS
 9. BIBLIOGRAFÍA
 10. APÉNDICE
 - 10.1 APÉNDICE 1. ANÁLISIS DEL TRÁFICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL
 - 10.2 APÉNDICE 2. ANÁLISIS DEL TRAZADO DE LA SITUACIÓN ACTUAL
 - 10.3 APÉNDICE 3. ANÁLISIS DEL TRAZADO DE LA PROPUESTA
-



Documento nº 2: Planos

1. PLANOS DEL ESTADO ACTUAL DEL TRAZADO
 - 1.1 PLANOS EN PLANTA
 - 1.2 PLANOS EN PLANTA-PERFIL
 2. PLANOS DE LA PROPUESTA DEL TRAZADO
 - 2.1 PLANOS EN PLANTA
 - 2.2 PLANOS EN PLANTA-PERFIL
 3. PLANOS DE COMPARACIÓN DEL TRAZADO ACTUAL Y LA PROPUESTA
 4. PLANOS DE LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL
-



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345
ENTRE EL P.K. 10+500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+000
(HIGUERUELAS) (VALENCIA).



ÍNDICE DE MEMORIA

1.	ANTECEDENTES	1
2.	OBJETO DE PROYECTO	1
3.	LOCALIZACIÓN.....	2
4.	ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	4
4.1	ANÁLISIS DEL TRÁFICO.....	5
4.2	ANÁLISIS DEL TRAZADO.....	10
4.3	ANÁLISIS DEL ESTADO DEL FIRME.....	17
4.4	ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL.....	18
4.5	OBRAS DE DRENAJE.....	24
5.	CONDICIONANTES	27
5.1	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.....	27
5.2	GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.....	32
5.3	HIDROLOGÍA.....	37
5.4	OTROS CONDICIONANTES.....	40
6.	PROPUESTA DE MEJORA.....	43
6.1	TRAZADO DE LA CARRETERA.....	43
6.2	FIRMES Y PAVIMENTO.....	56
6.3	OBRAS DE DRENAJE.....	64
7.	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	66
8.	AGRADECIMEINTOS.....	67
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	67
10.	APÉNDICE.....	69
10.1	APÉNDICE 1. ANÁLISIS DEL TRÁFICO.....	69
10.2	APÉNDICE 2. ANÁLISIS DEL TRAZADO.....	81
10.3	APÉNDICE 3. TRAZADO DE LA CARRETERA.....	111



1. ANTECEDENTES

La carretera CV-345, comprendida de Casinos a Titaguas por Villar del Arzobispo y La Yesa, forma parte de la Diputación de Valencia y es la vía de comunicación y acceso entre las poblaciones de Villar del Arzobispo, Higuieruelas, La Yesa, Alpunte y Titaguas, así como de diferentes aldeas integradas en la comarca de Los Serranos.

La CV-345 tiene una longitud total de 55 km, cuyos tramos son heterogéneos en lo que se refiere al tráfico, trazado, plataforma y el estado de conservación. El tramo que une Casinos e Higuieruelas tiene intensidades mayores de tráfico, llegando a superar una intensidad diaria de 2.500 vehículos. A partir de Higuieruelas, la Intensidad Media Diaria (IMD) baja considerablemente siendo 1.000 veh/d. Ocurre algo similar con el porcentaje de pesados, desde Casinos a La Yesa, este tramo posee más del 28% de pesados y a partir de La Yesa, disminuye notablemente por debajo del 8%.

Asimismo, la CV-345 presenta un trazado heterogéneo, puesto que el tramo de Casinos a Higuieruelas tiene una geometría mejorada respecto al tramo posterior a Higuieruelas. Cabe citar, la última mejora que se ha realizado en 2019 del tramo a medio camino que une Higuieruela con La Yesa, en la cuál se ha ampliado la plataforma, mejorado curvas y los sistemas de protección.

El tramo a analizar en el presente proyecto consta de 8.5 km de longitud que inicia en Villar del Arzobispo y finaliza en Higuieruelas. Para el estudio de la intensidad de tráfico, dicho tramo se divide en dos subtramos. El primero que va de Villar del Arzobispo a la CV-341, cuya IMD es de 2.888 vh/d y un 28.10% de pesados, lo cual es debido a la cercanía de varias canteras de arcilla de la comarca. El segundo tramo, de CV-341 a Higuieruelas, hay menos demanda de tráfico, por lo que la IMD pasa a ser de 1.155 vh/d con un 18.18% de pesados, siendo aún una cantidad considerable, según datos del Libro de Aforos del 2019 (ver Figura 7).

Por otro lado, el trazado de la carretera en todo el tramo es prácticamente el mismo, no habiendo diferencias en su geometría, lo cual no es adecuado, puesto que la demanda de tráfico no tiene la misma exigencia en todo su recorrido y por tanto, es necesario diferenciar dichos tramos para asegurar una conservación adecuada del firme y explanada, y una circulación en condiciones de seguridad y comodidad óptimas.

2. OBJETO DE PROYECTO

Antes de todo, cabe citar el impacto positivo que supone la implantación de una infraestructura en el ámbito social y económico de un territorio. Por otra parte, la mejora del trazado en planta y alzado, así como la implantación de sección transversal, explanada y firme de la carretera, acorde con la normativa vigente, persigue garantizar la circulación en condiciones de seguridad y comodidad, mejorando las características funcionales, minimizando los desplazamientos y reduciendo las emisiones, lo cual refleja el compromiso con el medio ambiente.

El objetivo no se debe enfocar meramente en facilitar los accesos entre núcleos urbanos, sino también en la adecuación de dicha infraestructura con el entorno, permitiendo optimizar al máximo el uso de la vía para fines comerciales y sociales.

La existencia de canteras en la comarca, implica un gran porcentaje de pesados en todo el tramo de la CV-345. Por ello las características geométricas de la carretera, su trazado, explanada y firme, así como la capacidad portante del firme, son aspectos de peso a analizar para su posterior actuación en toda su longitud o bien en aquellos casos donde sean necesarios en los que se refiera al tramo de estudio.

Desde la Diputación de Valencia, se ha programado la actuación integral de la CV-345, de hecho, se ha producido la ejecución de las obras de la variante de Higuieruelas. La última actuación se produjo en 2019, en la carretera que discurre entre Higuieruelas y el Cerro de la Nevera, que consta de 10.250 km en dirección a La Yesa. Con ello, se logró mejorar la seguridad vial y la conexión con la red viaria existente.

El tramo de estudio posee unas características orográficas tales, que han dificultado que el diseño del trazado reúna las condiciones necesarias para garantizar al usuario la circulación de forma segura y cómoda. Una de las problemáticas fundamentales son la existencia de curvas excesivamente cerradas y consecutivas, sin coordinación entre los elementos sucesivos tanto en planta como en alzado. Por lo tanto, no cumple la Norma 3.1-IC, Trazado, llegando a causar problemas en la seguridad vial.

En resumen, el presente proyecto se centra en la mejora del trazado del tramo que discurre entre los municipios de Villar del Arzobispo e Higuieruelas, acorde con la Norma 3.1-IC, Trazado, de la Instrucción de Carreteras y criterios básicos de diseños marcados por el Área de Carreteras de la Diputación de Valencia. Para ello, primeramente, se realizará un análisis de la situación actual de carretera en los que se contemplará el análisis del tráfico, del trazado, del estado del firme, de la seguridad vial y de las obras de drenaje, así como de los posible condicionantes a tener en cuenta. Posteriormente con la información del tramo, se planteará la mejor alternativa para conseguir un trazado que garantice el cumplimiento de la normativa, y, por tanto, un tramo seguro y fiable.

3. LOCALIZACIÓN

El tramo de estudio se encuentra situado en España, más concretamente en la Comunidad Valenciana. Se trata de la carretera CV-345 situada en la comarca de los Serranos. Dicha vía tiene una longitud total de 55 km y discurre entre los municipios de Casinos y Titaguas, situada al noroeste de la Provincia de Valencia (ver Figura 1).



Figura 1. Plano de situación de la CV-345. Fuente Wikipedia y Google Maps.

La comarca de los Serranos es un espacio geográfico caracterizado por materiales duros en altitud, como dolomias y calizas predominantemente, y materiales más dúctiles en zonas llanas, sobre todo en la parte noroccidental. A pesar de no llegar a tener grandes altitudes resulta ser un área bastante montañosa.

Los Serranos posee un clima predominantemente mediterráneo (según la clasificación del Instituto Geográfico Nacional) con una orografía abrupta con desniveles entre los municipios, con altitudes mayores en el noroeste y menores hacia el sudeste (según la *Red de carreteras*, s. f.).

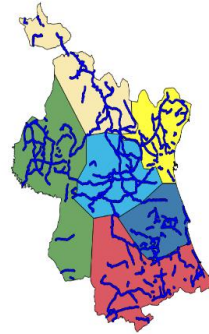


Figura 2. Comarca de los Serranos. Fuente Wikipedia y SIG

La carretera CV-345 pertenece a la Diputación Provincial de Valencia, ubicada en la comarca de Los Serranos a una distancia de 55.5 km del centro de Valencia circulando por la CV-35. En concreto la carretera de estudio está comprendida entre el p.k. 10 + 500 y el p.k. 19 + 000, que une los municipios de Villar del Arzobispo e Higuieruelas en dirección a La Yesa con una longitud de 8.5 km como se puede ver a la figura siguiente.

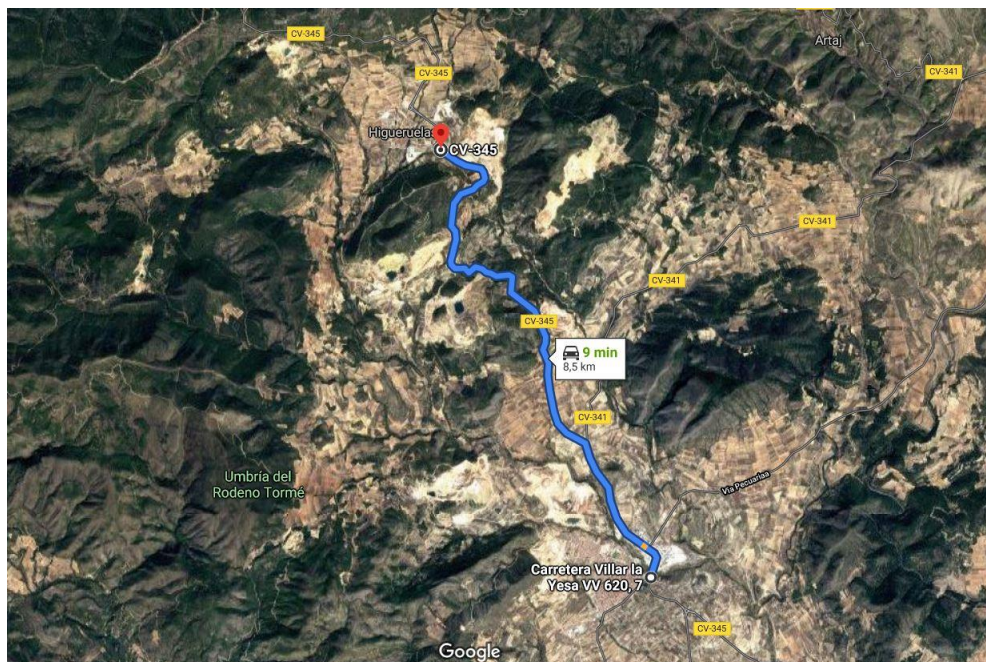


Figura 3. Carretera Convencional CV-345. Fuente Google Maps.

4. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La carretera CV-345, antigua VV-6203, se podría definir perfectamente como una travesía interurbana que une los municipios de Casinos y Titaguas, pasando por Villar del Arzobispo y La Yesa. En este caso particular, corresponde al tramo que une los municipios de Villar del Arzobispo e Higueruelas. Se trata de municipios pequeños pero debido a la existencia de canteras en el entorno y parques eólicos en la zona, el tráfico de vehículos pesados es importante.

El presente tramo, se caracteriza por tener abundantes elementos que provocan deficiencias en el trazado, tanto en planta como en alzado. Estas deficiencias serán objeto de análisis e interpretación para su posterior corrección y/o modificación, y así conseguir un trazado seguro y cómodo para la circulación.

El trazado en planta presenta abundantes curvas cuyo radio no cumplen las prescripciones de la normativa vigente, Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (como se verá a continuación en los siguientes apartados). Así como la coordinación entre la alineación de las curvas consecutivas, ya que se observa en algunos casos alineaciones sin rectas intermedias o rectas de longitud limitada. Sin olvidar el incumplimiento de los parámetros de las clotoides, que en su mayoría no cumplen con la normativa.

En cuanto al alzado, debe garantizar la adecuada combinación entre la rasante (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola). Para este caso, se observa varias rasantes cuyas inclinaciones y longitudes no cumplen con las exigencias de la norma, del mismo modo, que la mayor parte de los parámetros de los acuerdos verticales.

La sección transversal del trazado de la carretera actual presenta en su mayor parte, falta de arcén y berma, lo que implica la necesidad de una actuación para resolver la inseguridad existente de la vía. A continuación se puede ver algunos ejemplos de lo comentado anteriormente:



Figura 4. Ejemplos de zonas sin arcenes ni bermas. Fuente, Google Earth



Figura 5. Ejemplos de zonas sin arcenes ni bermas. Fuente, Google Earth



Figura 6. Ejemplos de zonas sin arcenes ni bermas. Fuente, Google Earth

Todo lo anterior, se traduce en problemas que afectan directamente a la seguridad vial, debido a la pérdida de comodidad y seguridad que repercute a los usuarios a su paso por la infraestructura.

4.1 ANÁLISIS DEL TRÁFICO

En todo estudio de carreteras, antes de proceder con el análisis de su trazado, es necesario llevar a cabo el estudio de la demanda de tráfico actual, su evolución para el año de puesta en servicio y para el año horizonte, así como de su funcionalidad. Para ello, se desarrollará las siguientes fases que se detallan a continuación.

4.1.1 Estimación de la IMD y porcentaje de pesados en el año actual (2020)

A partir de los datos del Libro de Aforos del año 2019 (Diputación de Valencia), se ha encontrado las intensidades del tramo Villar del Arzobispo – Higeruelas para el año 2019, el cuál se divide en dos, de Villar del Arzobispo (CV-347) a CV-341 y de la CV-341 a Higeruelas, como se puede ver en la Figura 7, los cuales se analizaran por separado. A partir de esta información se puede obtener la IMD de los años que sea necesario.

Código: 345020	Tipo estación: Cobertura	PK aforo: 10,60	PK inicial: 10,40
Tramo: De Villar del Arzobispo (CV-347) a CV-341		Longitud tramo: 2,35	PK final: 12,75
IMD: 2.888 vh/d		Pesados: 28,10%	Motos: 1,26%
Estaciones afines		Datos históricos	
Int-reg lab (vh/d): 3.025 Pesados-lab (vh/d): 850 Motos-lab (vh/d): 38 Int-reg fes (vh/d): - Pesados-fes (vh/d): - Motos-fes (vh/d): -		Estacional (L): 345030 L1: 1,1320 L2: 1,0273 L3: 1,1250 L4: 0,9167 L5: 0,9240 L6: 1,0114 L7: 0,8740 L8: 0,8980 L9: 0,7980 L10: 1,0130 L11: 1,0980 L12: 1,0402	
Aforo feb <hr/> ID (vh/día): 3.025 ID motos: 38 % pesados: 28,10%		IMD-2018: 2.633 vh/d Pesados: 22,05% IMD-2017: 3.014 vh/d Pesados: 30,55% IMD-2016: 2.751 vh/d Pesados: 29,72% IMD-2015: 2.297 vh/d Pesados: 24,31% IMD-2014: 2.942 vh/d Pesados: 34,88% IMD-2013: 2.349 vh/d Pesados: 36,53%	
		Festivos (S): 345030	
		S: 0,9292	

OBSERVACIONES

--

Código: 345030	Tipo estación: Primaria	PK aforo: 13,80	PK inicial: 12,75
Tramo: De CV-341 a Higuieruelas		Longitud tramo: 6,25	PK final: 19,00
IMD: 1.155 vh/d		Pesados: 18,18%	Motos: 2,34%
Estaciones afines		Datos históricos	
Int-reg lab (vh/d): 1.243 Pesados-lab (vh/d): 289 Motos-lab (vh/d): 21 Int-reg fes (vh/d): 933 Pesados-fes (vh/d): 14 Motos-fes (vh/d): 43		Estacional (L): 345030 L1: 1,1320 L2: 1,0273 L3: 1,1250 L4: 0,9167 L5: 0,9240 L6: 1,0114 L7: 0,8740 L8: 0,8980 L9: 0,7980 L10: 1,0130 L11: 1,0980 L12: 1,0402	
Aforo feb abr jun oct dic <hr/> ID (vh/día): 1.132 1.236 1.148 1.171 1.086 ID motos: 31 39 23 8 33 % pesados: 16,43% 18,93% 20,30% 18,10% 17,03%		IMD-2018: 1.203 vh/d Pesados: 12,05% IMD-2017: 1.229 vh/d Pesados: 11,55% IMD-2016: 1.207 vh/d Pesados: 10,69% IMD-2015: 1.190 vh/d Pesados: 13,45% IMD-2014: 1.153 vh/d Pesados: 17,95% IMD-2013: 979 vh/d Pesados: 12,16%	
		Festivos (S): 345030	
		S: 0,9292	

Figura 7. Libro de aforos 2019. Fuente Diputación de Valencia

Con la información de la IMD del año 2019, que es de 2.888 vh/d para el primer tramo (Villar del Arzobispo a CV-341) y 1.155 vh/d para el segundo (CV-341 a Higuieruelas), se halla la IMD del año 2020 para cada tramo, a partir de los incrementos anuales acumulativos expedidos por la Orden FOM/3317/2010, Tabla 22 del Apéndice 1. Obteniendo una IMD para 2020 de 2.930 vh/d en el tramo de Villar del Arzobispo a la CV-341 y de 1.172 vh/d para el segundo tramo que une la CV-341 a Higuieruelas (ver Tabla 23 y Tabla 24 del Apéndice 1).

Para el cálculo del porcentaje de pesados de los siguientes años posteriores al 2019, se ha recurrido también a los datos del incremento acumulativo anual marcada por la orden ministerial (Orden FOM/3317/2010). En este caso, se ha descartado realizar una representación gráfica con la información del Libro de Aforos desde el año 2013 para la obtención de la línea de tendencia y su ecuación, por no tener una tendencia clara, ya que los datos suben y bajan, llegando a dar valores negativos, lo cual no tiene sentido (como se puede ver en la Gráfica 5 y Gráfica 6 del Apéndice 1). Como resultado final se obtiene un porcentaje de pesados del 28.10% para el tramo de Villar del Arzobispo a la CV-341 y un 18.18% para el tramo posterior hasta Higuieruelas, como se puede ver en la Tabla 23 y Tabla 24 del Apéndice 1.

4.1.2 Estimación de la IMD y porcentaje de pesados en el año de puesta en servicio de acondicionamiento de la carretera (2023).

Para el cálculo de la IMD del año de puesta en servicio, se ha procedido del mismo modo que en caso anterior. El incremento anual acumulativo es el mismo, de 1.44%, por lo que se obtiene una demanda de tráfico del tramo de Villar del Arzobispo a la CV-341 de 3.058 vh/d y para la CV-341 a Higuieruelas es de 1.223 vh/d (ver Tabla 25 y Tabla 26 del Apéndice 1).



Del mismo modo, para el cálculo del porcentaje de pesados se ha aplicado el incremento anual acumulativo, dando como resultado para el primer tramo (Villar del Arzobispo a la CV-341) un 28.10% y para el segundo (CV-341 a Higuieruelas) un 18.18% pesados (ver Tabla 25 y Tabla 26, Apéndice 1).

4.1.3 Estimación de la IMD y porcentaje de pesados en el año horizonte tras la puesta en servicio del acondicionamiento de la carretera (2023+20=2043).

En lo que respecta al año horizonte, se ha hecho lo mismo que en los casos anteriores, cuyo incremento anual acumulativo sigue siendo el mismo (1.44%), por lo tanto se pasa a una demanda de tráfico de 4.070 vh/d para Villar del Arzobispo a la CV-341 y del mismo modo para el tramo de la CV-341 a Higuieruelas, obteniendo una IMD de 1.628 vh/d (ver Tabla 27 y Tabla 28 del Apéndice 1). Conforme pasa los años, la tendencia de la demanda de tráfico de vehículos es a la alza.

Aplicando la misma metodología anterior, se llega a obtener los resultados para el año 2043, donde el primer tramo presenta un 28.10% de pesados, indicando la estabilidad de pesados y para el segundo tramo de la CV-341 a Higuieruelas se mantiene en un 18.18% de pesados, como se puede ver en la Tabla 27 y Tabla 28 del Apéndice 1.

De la información anterior se observa el incremento de la intensidad de tráfico (IMD) conforme pasan los años, llegando a superar los 4.000 vh/d en el tramo de Villar del Arzobispo a CV-341 y los 1.600 vh/d de CV-341 a Higuieruelas. Por otro lado, el porcentaje de pesados sigue la misma tendencia, manteniéndose en un 18.18 % para el tramo de CV-341 a Higuieruelas. Lo mismo ocurre para el primer tramo de Villar del Arzobispo a CV-341, presentando porcentajes de pesados estables al paso de los años (28.10%). Con todo esto, se justifica la necesidad de una actuación en la carretera que une los dos municipios, con el fin de garantizar la circulación en condiciones de seguridad y comodidad al conductor, premisas que se persigue en toda infraestructura viaria.

4.1.4 Estimación del Nivel de Servicio en el año actual (2020).

En lo que se refiere al estudio de la funcionalidad del tráfico de un elemento viario, es muy importante realizar la valoración de la calidad de la circulación por parte de los usuarios, teniendo en consideración aspectos como la comodidad, seguridad, economía y fluidez del tráfico. Por ello, se emplea los Niveles de Servicio, que son medidas cualitativas del funcionamiento de un elemento viario.

Para la obtención de estos niveles, se suele seguir los procedimientos recogidos en el High Capacity Manual (HCM) del Transportation Research Board de EE.UU. la aplicación de este manual permite estimar la funcionalidad de una carretera, realizándola en cada sentido de circulación por separado. Cabe citar que el manual clasifica las carreteras en las siguientes clases:

- Clase I: en ellas los conductores esperan viajar necesariamente a velocidades elevadas. Son carreteras utilizadas mayoritariamente para viajes largos o conexiones entre carreteras muy importantes.
- Clase II: los conductores no esperan viajar necesariamente a velocidades elevadas. Son utilizadas para viajes cortos, o inicio/final de viajes largos.
- Clase III: son carreteras que circulan por zonas relativamente desarrolladas. Suelen tratarse de travesías de otras carreteras de tipo Clase I o Clase II. Generalmente tiene una velocidad límite reducida impuesta, con muchos accesos a propiedades.

Para este caso, se considera que la carretera es de Clase II, puesto que se trata de una vía convencional de doble sentido, en la cual la velocidad no es importante, pero sí el tiempo que el conductor está en cola. Por tanto, se tiene que calcular sólo el porcentaje de tiempo en cola (PTSF), es decir, el porcentaje de tiempo que un conductor se encuentra en seguimiento de otro.

Antes de pasar al cálculo, cabe citar las hipótesis de partida, siendo las siguientes:

- El tramo de estudio se divide en 2 subtramos (Tramo I: Villar del Arzobispo a CV-341 y Tramo II: CV-341 a Higuieruelas), puesto que presentan una demanda de tráfico bien diferenciada, lo cual se debe tener en cuenta para el diseño del firme.
- Se considera el sentido de circulación compensado, 50/50, al no disponer datos en el Libro de Aforos.
- El porcentaje de NO adelantamiento para cada sentido se ha obtenido mediante Google Maps, dónde en el Tramo I no se puede adelantar en ningún sentido y para el Tramo II presenta un porcentaje de NO adelantamiento 82/18 para cada sentido.
- El porcentaje de pesados tanto para el sentido creciente y decreciente será el mismo correspondiente para cada año.
- Se asume por el tipo de carretera, una descompensación por sentidos 60/40, dónde para la dirección en sentido creciente V_d es de 60% de la IHP (Intensidad Horaria de Proyecto), y para la dirección en sentido decreciente V_o es de 40% de la IHP.
- Se adopta el valor de la IHP como el 10% de la IMD.

Con todo lo citado anteriormente, se obtiene para cada tramo y para cada sentido de circulación los siguientes resultados, así como su procedimiento (ver Apéndice 1, Estimación del Nivel de Servicio).

Respecto al Tramo I (Villar del Arzobispo – CV-341), para el sentido creciente a CV-341, se obtiene un NIVEL C, cuya circulación se da en zona estable, según el diagrama intensidad-velocidad (ver Figura 8), en la que la mayoría de vehículos circulan en pelotones. En cuanto al sentido decreciente a Villar del Arzobispo, se trata de un NIVEL B (ver Tabla 34 y Tabla 35, Apéndice 1), circulando también en zona estable, con equilibrio entre la demanda y las posibilidades de adelantamiento, cuya tendencia es al aumento de pelotones.

En lo referente al Tramo II (CV-341 – Higuieruelas), tanto para el sentido creciente como decreciente se llega a un NIVEL B (ver Tabla 36 y Tabla 37, Apéndice 1), donde la circulación transcurre en zona estable según diagrama intensidad-velocidad (ver Figura 8), donde hay equilibrio entre la demanda y las posibilidades de adelantamiento, con tendencia al aumento de pelotones.

A partir de los resultados obtenidos, es decir, de los niveles de servicio, se sabe en que características de tráfico se encuentra funcionando la carretera. El NIVEL C, del Tramo I es debido a la fuerte demanda de vehículos, así como de pesados existentes, lo que verifica la proximidad de canteras en la comarca. Mientras que para el sentido decreciente del mismo tramo, se obtiene un NIVEL B, el cual quiere decir que también tiene una IMD alta al igual que el porcentaje de vehículos pesados pero inferior al sentido creciente. Por consiguiente, se deberá tener en cuenta estos datos para el diseño de la explanada y firme.

Del mismo modo, para el Tramo II, se tiene un NIVEL B (ambos sentidos de circulación), lo que significa que funciona de manera equilibrada para la intensidad de tráfico existente, ya que su porcentaje de vehículos pesados es notablemente inferior. Por tanto el diseño de la carretera será menos exigente que el Tramo I.

4.1.5 Estimación del Nivel de Servicio en el año de puesta en servicio del acondicionamiento de la carretera (2023).

Del mismo modo que el caso anterior, se procede a desarrollar los cálculos para el año de puesta en servicio (2023). Se parte con las mismas consideraciones iniciales, llegando a obtener el mismo resultado que el año 2020, un Nivel de Servicio C (ver Tabla 38, Apéndice 1) para el sentido creciente (Villar del Arzobispo a CV-341) y B (ver Tabla 39, Apéndice 1) para el sentido decreciente (CV-341 a Villar del Arzobispo) correspondientes al Tramo I. En cuanto al Nivel de Servicio del Tramo II, sigue siendo el B (ver Tabla 40 y Tabla 41, Apéndice 1) para los dos sentidos de circulación.

Para el año de puesta en servicio, se continua con las mismas características de funcionalidad que para el año 2020. Del Tramo I, refleja la tendencia a formar pelotones, ya que la intensidad de tráfico diaria es mayor respecto al año 2020, con una disminución de vehículos pesados. Esto quiere decir que, el tramo debe presentar una mayor prestación al paso de los vehículos, lo que implicará una mejora del firme. Asimismo, el segundo tramo, se confirma la consolidación del Nivel de Servicio B, donde se va incrementando su IMD y porcentaje pesados, también exigiendo una mejoría en el diseño de la calzada y firme.

4.1.6 Estimación del Nivel de Servicio en el año horizonte tras la puesta de servicio del acondicionamiento de la carretera (2023+20= 2043).

Siguiendo la misma dinámica que los casos anteriores, se llega a determinar que el Nivel de Servicio de la carretera de Clase II, es de NIVEL C (ver Tabla 42, Apéndice 1) sentido creciente hasta la CV-341 y NIVEL B (ver Tabla 43, Apéndice 1), sentido decreciente hasta Villar del Arzobispo para el Tramo I. Y para el siguiente tramo, el Nivel de Servicio es B (ver Tabla 44 y Tabla 45, Apéndice 1) para los dos sentidos. Como viene ocurriendo en los años anteriores, en lo referente a la funcionalidad y calidad de circulación por parte de los usuarios, se mantiene estable al paso de los años, dándose siempre dentro de la zona estable.

Llegado a este punto, se sabe que el Nivel de Servicio para los distintos años calculados, es estable, teniendo un NIVEL B y un NIVEL C, lo que verifica una circulación equilibrada en la mayor parte del trayecto, pero también manifiesta una circulación de vehículos en pelotones en otra parte del recorrido.

Analizando el diagrama intensidad – velocidad se identifica que el NIVEL B, se encuentra en la zona estable de la representación, cosa que se persigue en cualquier tramo de vía, como se puede apreciar en la Figura 8. Y el NIVEL C, también se encuentra dentro de la zona estable, pero con una mayor presencia de tráfico.

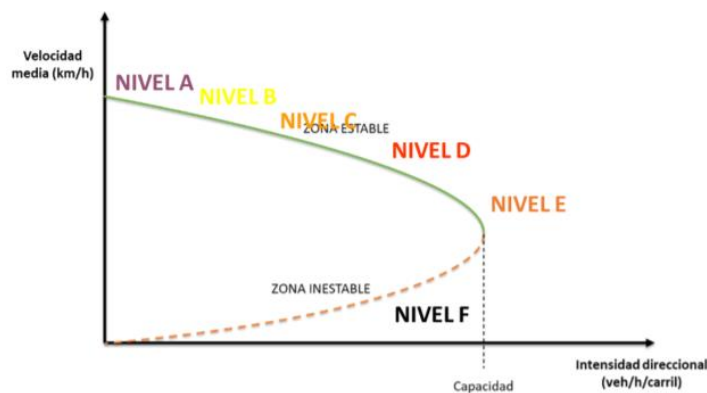


Figura 8. Identificación de niveles de servicio en el diagrama intensidad-velocidad. Fuente, apuntes Poliformat

Según las hipótesis de partida, la calidad de circulación que perciben los usuarios es la deseada, pero se debe tener en cuenta que el tramo que une Villar del Arzobispo con la CV-341, posee una mayor intensidad de tráfico y porcentajes de pesados, por lo que la exigencia de una mejora del trazado es notable. Por ello se debe analizar cada tramo por separado, ya que las condiciones del mismo obligan a diseñar una infraestructura más competente. Por otro lado, el tramo de la CV-341 a Higuieruelas, presenta una IMD inferior, siendo incluso menor que la mitad del primer tramo y con un porcentaje de pesados moderado, motivo por el cual se da el NIVEL B. Y del mismo modo, se tendrá en cuenta para el diseño de la explanada y firme acorde al nivel obtenido, siendo menos exigente que el caso anterior. Lo que si es claro, es la necesidad de una actuación inmediata para hacer frente a las exigencias marcadas por la demanda de tráfico y porcentaje de pesados con el fin de garantizar al usuario una circulación fluida y segura.

4.2 ANÁLISIS DEL TRAZADO

La finalidad del presente apartado es la comprobación del cumplimiento de la normativa vigente, Norma 3.1-IC, tanto en planta como en alzado y su posterior coordinación de las mismas. Y por consiguiente, presentar una propuesta de mejora del trazado. Para ello, primeramente se analizará su trazado en planta y a continuación su alzado con los datos extraídos del Civil 3D e interpretación de resultados mediante EXCEL.

4.2.1 Análisis del trazado en planta

4.2.1.1 Representación del diagrama de curvaturas

Para la representación del diagrama de curvaturas, primeramente se debe identificar si las curvas son a derechas o a izquierdas de acuerdo con el siguiente criterio: cuando el giro es a derechas, significa que la curvatura es positiva, y por el contrario, si el giro es a izquierdas, la curvatura es negativa.

Los datos extraídos del Civil 3D, se recogen en el Estado de Alineaciones en Planta (ver Tabla 1, el resto se recoge en el Apéndice 2, Tabla 46, 47, 48, 49, 50 y 51) a partir de los cuales se comprueba el giro de las curvas, teniendo en cuenta la orientación de la alineación de entrada y salida de la curva que corresponda. Por tanto, una vez que se sabe si son giros a derechas o izquierdas se corrige el signo pertinente en el Estado de Alineaciones.

Nº Elem.	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+115.47m	115.472m		
2	Clotoide	0+115.47m	0+138.70m	23.226m		120.000m
3	Curva	0+138.70m	0+164.59m	25.889m	620.000m	
4	Clotoide	0+164.59m	0+187.81m	23.226m		120.000m
5	Recta	0+187.81m	0+269.50m	81.683m		
6	Clotoide	0+269.50m	0+309.73m	40.238m		65.000m
7	Curva	0+309.73m	0+410.49m	100.757m	105.000m	
8	Clotoide	0+410.49m	0+450.73m	40.238m		65.000m
9	Recta	0+450.73m	0+836.78m	386.053m		
10	Clotoide	0+836.78m	0+885.87m	49.091m		90.000m
11	Curva	0+885.87m	0+905.14m	19.270m	165.000m	
12	Clotoide	0+905.14m	0+954.23m	49.091m		90.000m
13	Recta	0+954.23m	1+143.78m	189.549m		
14	Clotoide	1+143.78m	1+173.96m	30.179m		65.000m
15	Curva	1+173.96m	1+177.52m	3.557m	140.000m	
16	Clotoide	1+177.52m	1+207.70m	30.179m		65.000m
17	Recta	1+207.70m	1+402.13m	194.431m		
18	Clotoide	1+402.13m	1+435.22m	33.088m		75.000m
19	Curva	1+435.22m	1+439.65m	4.433m	170.000m	
20	Clotoide	1+439.65m	1+472.74m	33.088m		75.000m
21	Recta	1+472.74m	1+578.80m	106.060m		
22	Clotoide	1+578.80m	1+609.95m	31.154m		45.000m
23	Curva	1+609.95m	1+623.67m	13.717m	65.000m	
24	Clotoide	1+623.67m	1+654.82m	31.154m		45.000m
25	Recta	1+654.82m	1+667.85m	13.024m		
26	Clotoide	1+667.85m	1+678.43m	10.588m		30.000m
27	Curva	1+678.43m	1+688.26m	9.824m	85.000m	
28	Clotoide	1+688.26m	1+698.85m	10.588m		30.000m
29	Recta	1+698.85m	1+750.13m	51.280m		

Tabla 1. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 1+750.13m. Fuente, elaboración propia

Una vez determinado los giros de cada curva, se representa el Digrama de Curvaturas para el cuál se elabora una tabla que contiene el tipo de elemento, punto kilométrico (pk) y curvatura. El resultado se puede apreciar en la Figura 57 del Apéndice 2, dónde a primera vista se aprecia que se trata de un tramo con muchas curvas, predominando los giros a derechas.

4.2.1.2 Estimación de la velocidad de proyecto

Antes de nada, cabe citar que se trata de una carretera convencional, la cuál no reúne las características de autopista, autovía o carril multicarril, que pertenece al Grupo 3.

Para la determinación de la velocidad de proyecto, se analiza el comportamiento de un vehículo que circula por una curva circular, considerando un modelo consistente en establecer su equilibrio transversal como sólido rígido, circulando a velocidad constante en planta. Por tanto, una vez que se sabe el radio mínimo de la curva circular del tramo de estudio, se relaciona con la velocidad de proyecto correspondiente de acuerdo con la Tabla 4.4 de la Norma 3.1 – I.C. En este caso, al tratarse de un solo tramo, tendrá asociada una velocidad de proyecto, cuyo radio mínimo es de 25 metros correspondiente a la curva 175 (P.K. inicio 5+851.60m) (ver Apéndice 2, Tabla 55) pero como el radio mínimo establecido por la normativa según la Tabla 4.4, es de 50m, se adopta este último, el cual está asociado a una velocidad de proyecto de 40 km/h, como se puede ver Tabla 1.

Tramo	Radio min (m)	Vp (km/h)
1	50	40

Tabla 2. Radio mínimo y velocidad de proyecto del tramo de estudio . Fuente elaboración propia

4.2.1.3 Comprobación del cumplimiento de la normativa

La comprobación del trazado en planta se analizará conforme a la normativa vigente de la Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC Trazado. Para ello, primeramente se verificará el cumplimiento de las rectas, tanto las longitudes mínima como máxima con el fin de obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y adaptación a las condiciones de la carretera. A continuación, se estudiará el radio mínimo asociado a cada curva circular para una velocidad de proyecto fijada. Seguidamente, se analizará el cumplimiento de la longitud y el parámetro de la curva de acuerdo (clotoide) correspondiente según la limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal, limitación por transición del peralte y limitación por condiciones de percepción visual para garantizar una transición segura. Y por último, se pasará a la comprobación de la coordinación entre alineaciones de curvas consecutivas con la finalidad que dicha relación de radios no sobrepase los valores establecidos de la norma.

4.2.1.3.1 Comprobación de rectas

Al tratarse de una carretera convencional se persigue obtener suficientes tramos de adelantamiento, así como la facilidad de adaptación a las condiciones de la misma. Por ello, para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción, se limita las longitudes mínimas de las alineaciones rectas. Del mismo modo, para reducir o evitar los contratiempos relacionados con el cansancio, deslumbramiento, excesos de velocidades, etc., se pretende limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas.

Como se sabe, las longitudes mínima y máxima de una alineación recta son función de la velocidad de proyecto (V_p), las cuales se obtienen de las siguientes expresiones (ver Apéndice 2, Comprobación de rectas):

$$L_{min,s} = 1.39 \cdot v_p$$

$$L_{min,o} = 2.78 \cdot v_p$$

$$L_{max} = 16.70 \cdot v_p$$

Para este caso, aplicando las expresiones anteriores, se llega a obtener las siguientes limitaciones de rectas:

Tramo	Vp (km/h)	Lmax (m)	Lmin,s (m)	Lmin,c (m)
1	40	668	55.6	111.2

Tabla 3. Longitudes mínima y máxima del tramo de estudio. Fuente, elaboración propia.

Según la Norma 3.1-IC, apartado 4.2.1 Longitudes mínima y máxima, se procede a comprobar las rectas intermedias existentes en el tramo de estudio, para verificar el cumplimiento de las longitudes mínimas y máximas, cuyos resultados se pueden ver en la Tabla 61, 62, 63 y 64 del Apéndice 2.

De los resultados que se recogen en dichas tablas, se deduce el NO cumplimiento de la mayor parte de las alineaciones rectas, esto es debido a la orografía del terreno y la ejecución de la carretera anterior a la implantación de la normativa vigente.

4.2.1.3.2 Comprobación de Radios

Para este apartado, una vez determinado la velocidad de proyecto ($V_p = 40$ km/h), se procura limitar los radios mínimos y los peraltes máximos asociados a dicha velocidad de proyecto, según la Tabla 4.4 de la Norma 3.1-IC Trazado, dónde deberá cumplir las exigencias de radio mínimo de 50 metros y peralte máximo del 7% según dicha tabla. Para el presente caso, no cumplen con la normativa 11 curvas, cuyos radios son menores que 50 metros (ver Apéndice 2, Tabla 55), pero para las mayoría restante, si cumple con dicha limitación, ya que los radios son mayores de 50 metros con un peralte del 7%.

4.2.1.3.3 Comprobación parámetros de la clotoide

La comprobación del cumplimiento de la normativa (Norma 3.1-IC Trazado) de las curvas de acuerdo tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazado y por tanto, proporcionar las mismas condiciones de comodidad y seguridad que el resto de los elementos del trazado. Para ello, se tiene que analizar las limitaciones en cuanto a la longitud de la curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro correspondiente a dicha clotoide, conforme a la Norma 3.1-IC, apartado 4.3.3 Parámetro y longitud mínimos. Primeramente nos centraremos en analizar las limitaciones de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal, en la cuál se tiene una expresión del parámetro mínimo (ver Apéndice 2, expresión 8 y 10) y a continuación las limitaciones por condiciones de percepción visual, en el cuál se tiene cuatro expresiones del parámetro mínimo (ver Apéndice 2, expresión 12, 14, 16 y 18). De las cinco expresiones anteriores, se elegirá la mayor que corresponde a la A_{min} y posteriormente la A_{max} . Por tanto, los parámetros de las clotoides del tramo deben estar comprendidos entre estos dos valores para cumplir normativa. Los resultados se recogen en Apéndice 2, Tabla 56, 57, 58 y 59, donde se puede observar que la mayoría de los parámetros de las curvas de acuerdo no cumplen con la norma, salvo una, esto es debido a la ubicación de infraestructura, ubicada en una zona con variaciones del terreno, siendo al principio (sentido Villar del Arzobispo a Higuieruelas) un tramo llano y posteriormente, convirtiéndose en una zona de montaña, por la cuál atraviesa la carretera, cuya construcción ha sido adaptada a dicha orografía.

4.2.1.3.4 Coordinación entre alineaciones curvas consecutivas

Este apartado se centra en buscar el adecuado equilibrio entre los radios de las curvas consecutivas dispuestas, es decir, que la relación de radios de las curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud limitada, no sobrepasen los valores recogidos en la Tabla 4.7 Norma 3.1-IC Trazado, modificada (ver Apéndice 2, Tabla 60).

Primero se analizará la comprobación de las rectas con alineación recta intermedia de longitud mayor a 400 metros, dónde se puede apreciar que no hay ninguna recta que supere los 400 metros. Posteriormente, para las rectas de longitud menor a 400 metros, donde se emplearán las expresiones de la Figura 9, cuya representación gráfica es simétrica y por ende válida para los cálculos tanto en un sentido como en el otro, se comprobará si existe una adecuada coordinación entre radios.

Longitud recta intermedia inferior o igual a 400 m:

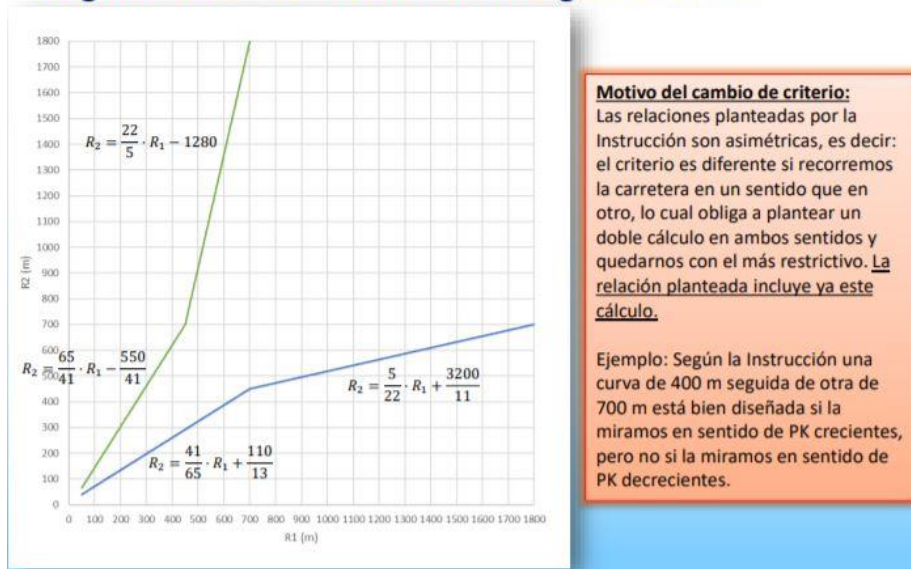


Figura 9. Coordinación de radios consecutivos. Fuente, Norma 3.1-IC Trazado

Dicha comprobación se plasma en la Tabla 61. 62, 63 y 64 (ver Apéndice 2), en las que se puede observar para cada curva el radio de entrada (R_1), el de salida (R') y el rango de radios exigidos por la normativa para la curva de salida. En dichas tablas se ve también como la mayor parte de las curvas consecutivas están dentro del rango exigido, garantizando el adecuado equilibrio entre los radios. El color verde, representa el cumplimiento, mientras que en rojo, verifica el no cumplimiento conforme a la Tabla 4.7. de la Norma 3.1-IC. Cabe citar, que para los radios inferiores a 50 metros, estipulado por normativa, se ha adoptado este último para realizar la comprobación del cumplimiento, sabiendo de antemano que no son radios adecuados para realizar una circulación segura.

4.2.2 Análisis del trazado en alzado

En el presente apartado se llevará a cabo el estudio del alzado de la calzada con el fin de obtener una adecuada combinación entre la rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola). Al tratarse de una carretera de calzada única y doble sentido de circulación, el trazado en alzado se referirá a un eje en el centro de la calzada (centro de la marca vial de separación de sentidos). Para ello, se procederá en primer lugar a la representación del perfil longitudinal del tramo de estudio obtenido a través del estado de rasantes en CIVIL 3D (ver tabla 4, el resto de tablas se recoge en el Apéndice 2) y posteriormente a la comprobación del cumplimiento de la normativa en materia de inclinación de rasantes, longitudes mínimas y máximas, así como los parámetros mínimos de los acuerdos verticales.

Nº elem.	Tipo Alin.	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Elevación		
					inicial	Inclinación	Valor K
	Rasante	0+000.00m	0+023.15m	23.153m	495.434m	-7.38%	
2	Cóncavo	0+023.15m	0+046.55m	23.400m	493.725m		1402.411m
	Rasante	0+046.55m	0+077.88m	31.330m	492.193m	-5.71%	
4	Cóncavo	0+077.88m	0+119.01m	41.123m	490.403m		730.726m
	Rasante	0+119.01m	0+150.34m	31.340m	489.210m	-0.09%	
6	Cóncavo	0+150.34m	0+205.95m	55.606m	489.183m		760.000m
	Rasante	0+205.95m	0+308.29m	102.335m	491.169m	7.23%	
8	Convexo	0+308.29m	0+383.79m	75.505m	498.568m		1620.496m
	Rasante	0+383.79m	0+510.79m	126.997m	502.268m	2.57%	
10	Convexo	0+510.79m	0+619.72m	108.933m	505.533m		4545.540m
	Rasante	0+619.72m	0+955.47m	335.751m	507.028m	0.17%	
12	Cóncavo	0+955.47m	1+010.04m	54.565m	507.613m		1646.885m
	Rasante	1+010.04m	1+040.73m	30.695m	508.612m	3.49%	
14	Convexo	1+040.73m	1+097.91m	57.174m	509.682m		1479.791m
	Rasante	1+097.91m	1+155.93m	58.025m	510.572m	-0.38%	
16	Cóncavo	1+155.93m	1+214.85m	58.922m	510.354m		1311.200m
	Rasante	1+214.85m	1+238.55m	23.696m	511.456m	4.12%	
18	Cóncavo	1+238.55m	1+251.91m	13.356m	512.431m		854.153m
	Rasante	1+251.91m	1+268.41m	16.500m	513.086m	5.68%	
20	Convexo	1+268.41m	1+330.87m	62.465m	514.023m		5000.000m
	Rasante	1+330.87m	1+370.31m	39.436m	517.182m	4.43%	
22	Convexo	1+370.31m	1+399.14m	28.838m	518.930m		1300.687m
	Rasante	1+399.14m	1+423.38m	24.238m	519.888m	2.21%	
24	Cóncavo	1+423.38m	1+456.11m	32.732m	520.425m		1311.580m
	Rasante	1+456.11m	1+552.81m	96.692m	521.558m	4.71%	
26	Convexo	1+552.81m	1+601.98m	49.175m	526.113m		1253.502m
	Rasante	1+601.98m	1+640.35m	38.374m	527.465m	0.79%	
28	Convexo	1+640.35m	1+899.06m	258.706m	527.767m		38963.478m
	Rasante	1+899.06m	1+988.11m	89.047m	528.945m	0.12%	
30	Cóncavo	1+988.11m	2+038.85m	50.740m	529.055m		1522.909m
	Rasante	2+038.85m	2+078.40m	39.556m	529.963m	3.46%	

Tabla 4. Estado de Rasantes hasta el P.K. 2+078.40m. Fuente, elaboración propia

4.2.2.1 Representación del perfil longitudinal

Con la información extraída del estado de rasantes se puede obtener el perfil longitudinal del terreno (ver Apéndice 2, Figura 58), salvo las cotas para cada Pk correspondiente, las cuales se hallan usando dos ecuaciones, dependiendo si se trata de una rasante o una parábola (convexo o cóncavo). Siendo las siguientes:

- Rasante: $z_p = z_{o,e} + i_e \cdot Pk$
- Parábola: $z_p = z_{o,e} + i_e \cdot Pk + \frac{x^2}{2 \cdot k_v}$

La finalidad de la representación es ver las condiciones reales del terreno y su elevación en todo el tramo. En su inicio empieza en la cota de 495 metros y va ascendiendo progresivamente en el sentido de Villar del Arzobispo a Higuieruelas hasta llegar al cota de 809 metros, suponiendo una diferencia de más de 300 metros de desnivel entre el punto kilométrico de inicio y final. Cuando el tramo presenta mayor elevación, correspondiente al paso de la carretera por tramo montañoso, existe mayor curvas en planta y mayor elevación en alzado, como se puede contemplar en la Figura 58.

4.2.2.2 Comprobación de cumplimiento de la normativa

Respecto a este apartado, se tiene que comprobar el cumplimiento de los elementos a corde a la Norma 3.1 –IC Trazado, en cuanto a la inclinación (pendiente) y longitud de rampas y pendientes, parámetro y longitud de los acuerdos verticales.

4.2.2.2.1 Comprobación de la inclinación de las rasantes

La comprobación se realizará conforme al apartado 5.2 Inclinación de las rasantes (Norma 3.1-IC Trazado), teniendo en cuenta que se trata de una carretera convencional. Por tanto, la inclinación máxima para las rampas y pendientes de la carretera es función de la velocidad de proyecto (V_p), dónde los valores máximos se recogen en la Tabla 5.2 (ver Apéndice 2, Tabla 68). Del mismo modo, la Norma establece un valor mínimo de inclinación de rasantes, es decir, “El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será menor que cinco décimas por ciento (<0.5%). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (<0.2%). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por cien (<0.5%).”

Conforme lo dicho anteriormente, tras la comprobación de las inclinaciones de las rampas y pendientes, hay un total de 58 inclinaciones que están dentro del intervalo (0.5% y 7%), otras 10 que fallan por tener una inclinación menor al 0.5% y las restantes 22 exceden la inclinación máxima del 7% para la CV-345, como se puede observar en la Tabla 70, 71 y 72 del Apéndice 2.

4.2.2.2.2 Comprobación de las longitudes de rasantes

La longitud mínima de las rasantes se ve influenciada por la velocidad de proyecto (V_p), es decir, no se podrá disponer de rampas ni pendientes, cuyo tiempo de recorrido (a la velocidad de proyecto) sea inferior a diez segundos, medida entre vértices consecutivos, definida mediante la siguiente fórmula:

$$L \geq \frac{v_p}{3,6} \cdot 10$$

Por lo que respecta a la longitud máxima de las rasantes, esta no deberá superar los 3000 metros, lo que es lo mismo, no se dispondrán ni rampas ni pendientes con la inclinación máxima establecida para cada velocidad de proyecto (V_p) y clase de carretera.

V_p (km/h)	40
Longitud rasante	Tramo
L_{min} (m)	111.11
L_{max} (i max) (m)	3000

Tabla 5. Longitud mínima y máxima de la rasante. Fuente, elaboración propia.

Realizada la comprobación, a simple vista destaca el no cumplimiento de la longitud mínima de cada rasante. El tramo dispone de 90 rasantes de las cuales, sólo cumplen 9 de ellas, cuya longitud es mayor a 111.11 metros, como se puede ver en la Tabla 70, 71 y 72 del Apéndice 2. Claro está que es necesario adaptar dicho tramo a la normativa vigente.

4.2.2.2.3 Comprobación de acuerdos verticales

Las características a comprobar de los acuerdos verticales se encuentran definidas en el apartado 5.3 Acuerdos verticales de la Norma 3.1 –IC Trazado, la cual limita la longitud de la curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro (K_v) correspondiente. El fin es evitar que el conductor perciba una sensación de circular por un tobogán.

Por tanto, para cumplir dichas especificaciones se tiene que tener en cuenta las consideraciones de visibilidad y las consideraciones de percepción visual. Respecto a la primera consideración, dónde la longitud de la curva de acuerdo vertical (L) es superior a la de visibilidad requerida (D) ($L > D$), los valores del parámetro (K_v) vienen dado por las expresiones citadas en el Apéndice 2, expresiones 21 y 23. Para simplificar se usará como referencia la Tabla 5.3 (ver Apéndice 2, Tabla 69). Y cuando la longitud de la curva de acuerdo vertical (L) es

inferior a la de visibilidad requerida (D) ($L < D$), dándose especialmente en ramales, el parámetro (K_v) se obtendrá de las expresiones contempladas en el Apéndice 2, expresiones 25 y 27, para cada tipo de acuerdo. En cuanto a la consideración de percepción visual, se asumirá que la longitud mínima del acuerdo vertical coincide con la velocidad de proyecto (V_p) que tenga en cada tramo ($L \geq V_p$).

Para nuestro caso, la relación de parámetros y longitudes mínimas se recoge en la Tabla 70, 71 y 72 (ver Apéndice 2). Como se venía anticipando al representar el perfil del terreno, la mayoría de los parámetros (K_v) de los acuerdos existentes no cumplen la limitación mínima para cada tipo de acuerdo. En este caso, hay un total de 56 acuerdos verticales que no llegan a superar el K_v mínimo y los restantes 33 acuerdos sí cumplen con dicha limitación.

4.2.3 Comprobación coordinación Planta-Alzado

Se realiza la comprobación de la coordinación en el trazado de la carretera en planta y en alzado de tal forma que el usuario pueda circular en condiciones de comodidad y seguridad. Recordemos que las principales situaciones que pueden contribuir a disminuir la percepción del conductor son pérdida de trazado, de orientación, pérdida dinámica y la combinación de las mismas, las cuales se tiene que evitar para que no se produzcan diferencias de curvaturas muy significativas entre los elementos del trazado.

Por consiguiente, para conseguir una adecuada coordinación del trazado, se tendrá en cuenta dos consideraciones, definidas por la Norma 3.1 –IC Trazado, en el capítulo 6, siendo las siguientes:

1. Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posible del punto de radio infinito.
2. En carreteras con velocidad de proyecto (V_p) menor o igual que sesenta kilómetros por hora ($\leq 60 \text{ km/h}$) y en carreteras de características reducidas, se cumplirá cuando la condición $K_v \geq \frac{100 \cdot R}{p}$. Y si no fuese así, el cociente $\frac{K_v}{R}$ debe estar comprendido entre 6 y 14 ($6 \leq \frac{K_v}{R} \leq 14$).

Como el tramo de estudio tiene una velocidad de proyecto (V_p) de 40 km/h, se verificará si cumplen las dos condiciones anteriores.

Para un mejor entendimiento, se representa en una misma gráfica el perfil longitudinal y el diagrama de curvaturas. Una vez hecho esto, se pasa a identificar los acuerdos verticales del perfil longitudinal y las curvaturas del diagrama de curvaturas, como se puede apreciar en el la Figura 59, Apéndice 2.

Tras la verificación de las condiciones anteriores, se comprueba que hay un total de 32 acuerdos que no cumplen con la coordinación adecuada, además de ello, se aprecia sobretodo que a partir del acuerdo 126 (PK 6+858.99m) hasta el final del tramo en sentido Villar del Arzobispo a Higuieruelas, empieza a ser más notorio la falta de dicha coordinación, correspondiendo con la zona de montaña, como se puede ver en la Tabla 73 del Apéndice 2.

Concluido el análisis del trazado de la carretera, donde se ha demostrado en cada comprobación pertinente, tanto en planta como en alzado, la necesidad de mejorar las características geométricas del diseño del trazado implementado las especificaciones de la normativa vigente para garantizar una circulación segura y confortable, como se podrá ver en el punto 6 Propuesta de mejora del presente proyecto.

4.3 ANÁLISIS DEL ESTADO DEL FIRME

Como expone la Norma 3.1- IC de Trazado, la sección transversal de una carretera y los elementos de la misma se establecerán en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en el año horizonte (20 años posteriores a la entrada en servicio), el nivel de servicio y los estudios económicos pertinentes. Mientras que a efectos de la aplicación de la Norma 6.1-IC Secciones de firme, para definir la categoría de tráfico pesado se tendrá en cuenta la IMD de pesados (IMDp) prevista para el carril de proyecto en el año de la puesta en servicio. La tabla 1A presenta las categorías T00 a T2, mientras que las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, parecen recogidas en la tabla 1B siguiente:

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

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

Figura 10. . Tabla 1A y 1B categoría de tráfico de pesado. Fuente, Norma 6.1 IC

Por tanto, a partir de los incrementos de tráfico establecidos por la Orden FOM/3317/2010, se calcula la IMD y la IMD de pesados desde el año de puesta en servicio hasta el año horizonte, suponiendo que la carretera será puesta en servicio en 2023. En la tabla 25 y 26 (ver Apéndice 1) se recogen los resultados para los dos tramos, de Villar del Arzobispo a CV-341 y CV-341 a Higuieruelas, respectivamente.

Se obtiene una IMD de pesados para el año de puesta en servicio de 559 vh.pesados/día para el primer tramo de Villar del Arzobispo a CV-341 y de 181 vh.pesados/día. Que conforme la tabla 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2 contenida en la Norma 6.1-IC, capítulo 4: Categorías de tráfico pesado, se tendrá un tráfico T2 para el primer tramo y así mismo, conforme a tabla 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T31 A T42, se tendrá un tráfico T31.

Para el año horizonte, la IMD de pesados es de 556 vh.pesados/día (se adopta valor positivo por similitud de IMD en el año de servicio) (ver Tabla 27, Apéndice 1), por lo que justo en este año el tráfico seguiría siendo T2 para el tramo de Villar del Arzobispo a CV-341 y de 291 vh. pesados/día (ver Tabla 28, Apéndice 1) para el tramo de la CV-341 a Higuieruelas, pasando a ser en dicho año el tráfico a T2, por un aumento de 10 vehículos en relación al año 2023. No obstante, se considerará que la categoría de tráfico no varía desde el año de puesta en servicio hasta el año horizonte, debido a que durante este periodo de 20 años se realizará un mantenimiento del pavimento en el que en caso de necesidad se reforzará el firme, por lo que es innecesario diseñar el firme para una categoría de tráfico pesado superior a la necesaria para la puesta en servicio de la infraestructura.

4.4 ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL

El análisis de la seguridad vial es un punto de gran importancia, puesto que, influye directamente en la seguridad de las personas, es decir, en la vida de estas. Para realizarlo, es necesario conocer los factores de influencia, tales como: el factor humano, el factor vehículo, el estado de la infraestructura, el tráfico y el entorno, con el fin de saber la accidentalidad de la carretera y localizar los puntos de mayor riesgo de la misma.

La causa de los accidentes es el resultado de la combinación de distintos factores. Por tanto, es de vital importancia analizar para el presente tramo de estudio, los distintos factores de accidentalidad que se pueden dar en dicho tramo.

4.4.1 Factores de influencia en la seguridad vial

Factor humano:

El factor humano es el principal causa en los accidentes de tráfico, llegando a ser entorno al 70 ó 90% según muestran los estudios, esto es debido a la actuación poco previsible y variable en la toma de decisiones por parte del conductor frente a los diversos factores. El tramo de estudio, discurre por una zona interurbana, tratándose de una carretera convencional, como ya se ha citado anteriormente, la cual une dos municipios de la comarca de los Serranos. Por dicho tramo no circulan peatones y se ha comprobado que los vehículos llegan a velocidades de hasta 80-90 km/h.

El consumo de alcohol y drogas es uno de los principales motivos de los accidentes, esto es debido a que producen una reducción en la capacidad de reacción y concentración al volante. Así mismo, se reduce el campo de visión, creando una falsa percepción de la distancia y el entorno y con ello, potenciando el riesgo y la inseguridad al volante.

Normalmente el sueño y la fatiga se da en los trayectos de gran distancia, aunque no exime las distancia cortas. Estos factores aumentan el tiempo de reacción, disminuyen la concentración y provocan la percepción borrosa del entorno.

En los últimos años, las distracciones al volante son los factores que más han aumentado. Gran culpa de ello lo tiene el uso del teléfono móvil, la manipulación de los navegadores o GPS y fumar mientras se conduce, entre otros. Esto significa que dejamos de percibir hasta un 50% del entorno, y eso supone que la probabilidad de sufrir un accidente aumente considerablemente. A demás esto induce al aumento del tiempo de reacción, la disminución de la percepción de la señales y sus posibles cambios de rasante.

Otro factor, sería la conducción bajo los efectos de medicamentos o enfermedades. Los medicamentos producen efectos secundarios similares a los causados por el consumo de drogas. Respetto a las enfermedades, afectarán de una forma u otra dependiendo del tipo (enfermedades cardíacas, respiratorias, neurológicas o mentales e incluso estrés). Las cardíacas producen generalmente mareo, somnolencia, pérdida de atención y concentración. Las enfermedades respiratorias, producen pérdida de atención y concentración, somnolencia e irritación ocular. En cuanto a las enfermedades neurológicas y mentales son las más peligrosas y si se padece, no se debería conducir. El estrés aumentará las imprudencias y la agresividad al volante y la depresión potencia las distracciones y causa somnolencia.

Factor vehículo:

El factor del vehículo es una consideración importante a tener en cuenta en cuanto en el diseño de la vía. Puede parecer, a primera idea, que es completamente ajeno a contribuir en la seguridad vial, pero es fundamental para evitar gran parte de los accidentes. Actualmente los vehículos cuentan con más medidas de seguridad llegando en algunos a corregir la trayectoria y disminuir la velocidad automáticamente. Se debe tener en cuenta que el fallo mecánico, especialmente el fallo en los neumáticos es un punto a tener en cuenta, por lo que se debe mantener el vehículo en buenas condiciones y realizar sus correspondientes inspecciones ITV.

Factor vía:

El factor vía o infraestructura es muy importante, y depende directamente del diseño del trazado de la carretera con el fin de conseguir una conducción cómoda y segura. Por tanto, el papel del ingeniero es de gran importancia en el devenir de la vía, tal es así que el presente estudio se centra en mejorar el trazado de la CV-345 a su paso por Villar del Arzobispo e Higuera para garantizar una seguridad vial óptima. Para ello, es necesario que los elementos con sus respectivos parámetros cumplan con la Norma 3.1-IC, Trazado, tales como aumento de la visibilidad en las curvas (puesto que el tramo tiene 70 curvas), los acuerdos verticales, la coordinación entre elementos, la limitación de adelantamientos en rectas o tramos de poca visibilidad, anchura de carriles, arcenes y bermas. Para el caso de la CV-345, la mayoría de las restricciones tanto en planta como en alzado no cumplen con la normativa, lo que demuestra la necesidad de un diseño más actual. También se debe tener en cuenta que la siniestralidad en las vías convencionales llegan a ser el doble que en autovía o autopistas, por disponer estas últimas de medianas, medio que mejora la seguridad y protección del conductor en las vías.

Factor Tráfico:

En este aspecto, el condicionante que destaca es la velocidad de circulación de los vehículos. La velocidad para cualquier tipo de vías está limitada mediante señalizaciones las cuales vienen definidas por las características y diseño de la calzada, así como de la percepción del entorno. Al circular a velocidades elevadas, el riesgo de sufrir un accidente es mayor, ya que se reduce el campo de visión, el tiempo de reacción y decisión, así como la necesidad de una mayor distancia de parada. Una medida para frenar estos excesos de velocidad es la implantación de radares (propulsada por la DGT), pero para el tramo de estudio en concreto no se dispone de ningún dispositivo digital de control, como sí ocurre en el inicio de la CV-345, exactamente desde el PK 0+000 hasta el PK 9+680, tramo comprendido entre los municipios de Casinos y Villar del Arzobispo, el cuál tiene un radar móvil.

Factor ambiental:

El ambiente también es un factor a tener en cuenta, al igual que el resto, ya que, son todos los sucesos cambiantes que se dan en el entorno y que influyen directamente en la conducción. Los condicionantes meteorológicos influyen en el diseño del firme de la calzada, cuando hay condiciones de lluvia extrema la calzada debe disponer de una firme con una capa de rodadura drenante para evitar la formación de charcos y garantizar la buena adherencia entre los neumáticos y el pavimento. La CV-345 no tiene un pavimento drenante, por tanto, no está preparada para situaciones de lluvia extrema, lo cuál implica la disminución de la velocidad para circular de forma segura. Cuando se tiene condiciones adversas de niebla, nieve y precipitaciones afecta notablemente a la visibilidad del conductor, obligando a este a disminuir la velocidad para conducir en condiciones de seguridad.

4.4.2 Accidentalidad

El análisis de la accidentalidad de la vía es de gran importancia para la toma de decisiones correctas frente al problema. Para ello, se ha recurrido a la Dirección General de Tráfico (DGT) para la consulta de información y documentos en los que indican todos los accidentes ocurridos en cada año en las carreteras convencionales de España.

Antes de pasar al análisis de los datos de la DGT para la carretera CV-345, se procede a clasificar los accidentes según el tipo de víctima:

Se trata de un accidente con víctimas mortales, cuando la víctima fallece en las 24h después de producirse el accidente.

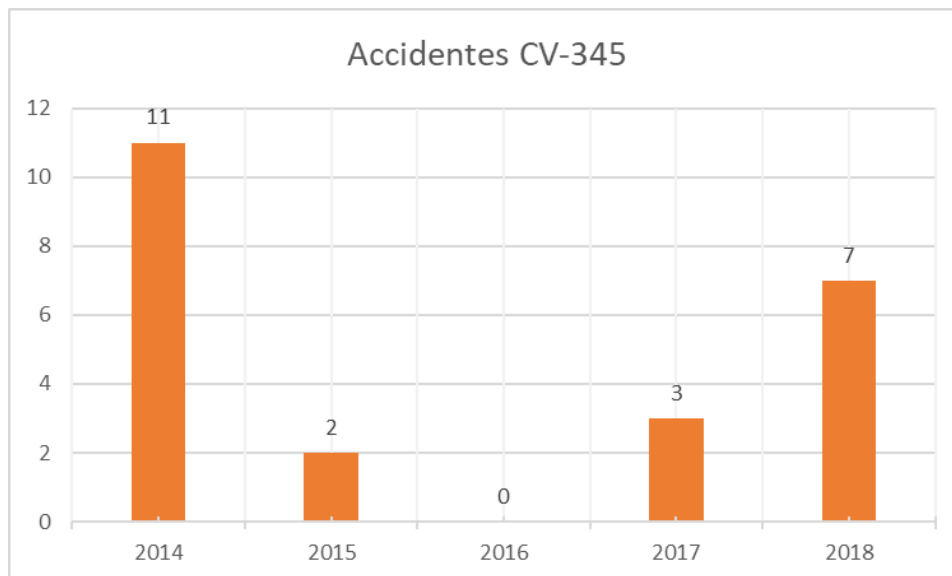
Se considera fallecido a toda persona que a causa del accidente fallece en el acto o a los 30 días siguientes al accidente. Se excluye a la personas que fallecen por causa naturales o que tienen indicios de suicidio.

Se habla de herido hospitalizado, a toda persona que a causa de un accidente son ingresados más de 24 horas. Se excluye a las personas fallecidas pasados 30 días del accidente.

Se considera herido no hospitalizado, a toda persona herida en un accidente de tráfico que no haya requerido hospitalización superior a 24 horas.

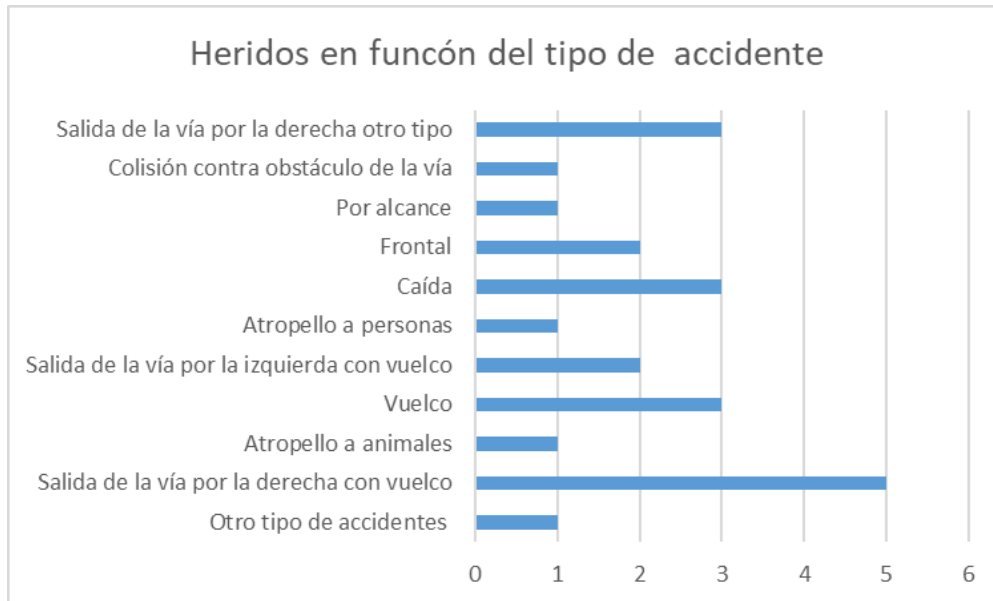
Se va a llevar a cabo el análisis de diferentes puntos de vista para detectar cuál o cuáles son los principales motivos que causan los accidentes. Con ello, se pretende detectar la existencia de puntos de concentración de accidentes, la hora con más repuntes de accidentes, así como la época del año y también la causa principal de los mismo.

La carretera CV-345 no registra ningún accidente con fallecidos pero si heridos hospitalizados y heridos leves, no hospitalizados, lo que significa que dicha carretera tiene una buena referencia de accidentalidad.



Gráfica 1. Accidentes producidos cada año a partir de los datos extraídos de la DGT. Fuente, elaboración propia.

En la gráfica anterior recoge los datos de 5 años, abarcando desde el 2014 al 2018, en ella se puede ver como en el año 2014 se ha producido más accidentes en comparación al resto de años, sin olvidarse del año 2018 que también registra 7 accidentes. Por el contrario, en el año 2016 no se ha producido ningún accidente y por tanto se trata de un buen año. Cabe citar que el 2014 es un año en el cual se ha observado una mayor demanda de tráfico en la CV-345, lo cual no es ninguna coincidencia que se hayan producido más accidentes.

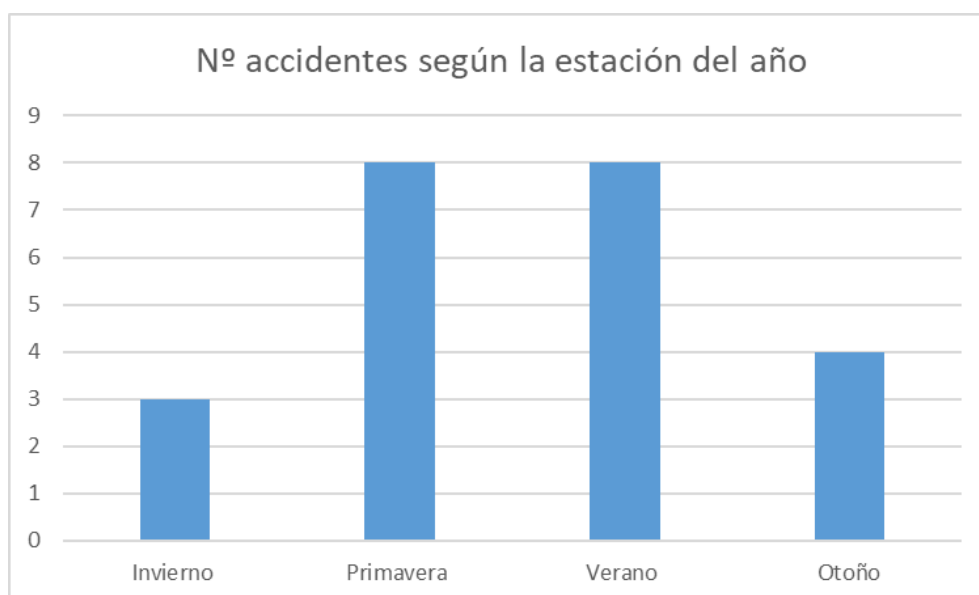


Gráfica 2. Número de heridos en función del tipo de accidentes a partir de los datos extraídos de la DGT. Fuente elaboración propia.

De la gráfica anterior, se puede apreciar que la causa principal de los accidentes se produce por vuelco del vehículo, principalmente debido a la distracción del conductor. Es decir, 10 de cada 23 accidentes producidos ocurren por vuelco, con indiferencia del lado por donde se produce, significando un porcentaje bastante elevado respecto al resto de accidentes. Como dato importante es destacar que los heridos hospitalizados tan solo llegan a 3 y no se han producido por vuelco.

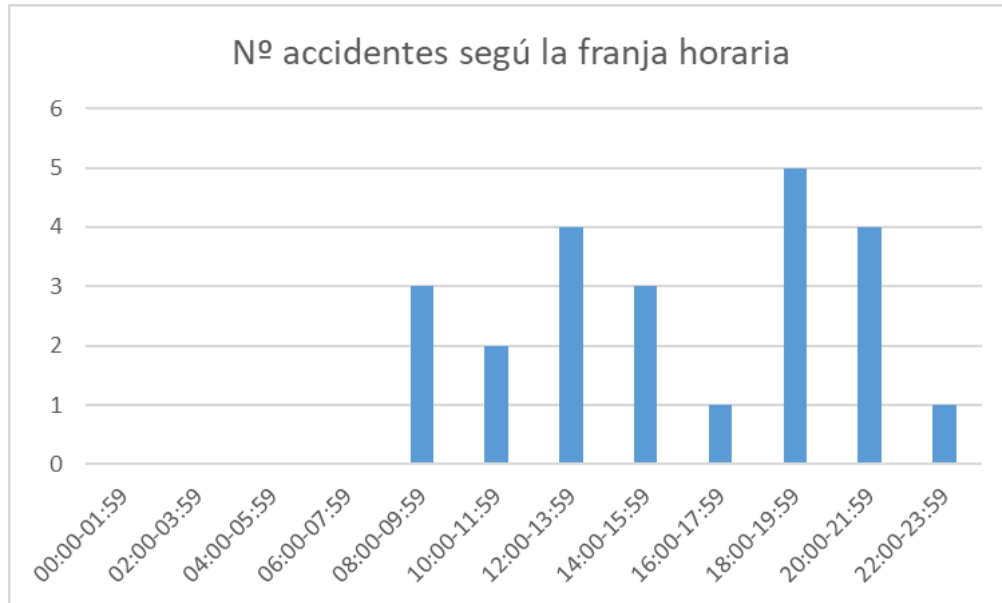
Cuando tiene lugar un accidente por caída, es más probable que los heridos sean hospitalizados, como se ha observado en los datos consultados en la DGT, dónde 2 de cada 3 han sido hospitalizados.

En cuanto al tipo de accidente por alcance, el índice de ocurrencia es bajo, ha ocurrido 1 vez en 5 años. La razón principal por la que se da, es fundamentalmente por la pérdida de adherencia entre el pavimento-neumático, produciéndose cuando el pavimento está húmedo. Esto concuerda con la época del año, el mes de Marzo, cuando se ha producido precipitaciones elevadas.



Gráfica 3. Accidentes por cada estación del año a partir de los datos extraídos de la DGT. Fuente, elaboración propia.

A simple vista, de la gráfica de arriba destaca los accidentes producidos en primavera y verano por igual, siendo un total de 8 accidentes en los 5 años analizados. La razón es simple, cuando tiene lugar la época de buen tiempo con pocas precipitaciones y cielo despejado acompañado de buenas condiciones de temperatura, la gente tiende a desplazarse a los pueblos (segundas residencias), lo que genera situaciones de mayor tráfico y consecuentemente más accidentes.



Gráfica 4. Accidentes por franjas horarias según los datos extraídos de la DGT. Fuen, elaboración propia.

La clasificación de los accidentes por franjas horarias, proporciona una información clave. Resulta que los accidentes se dan en las horas puntas, tanto a primera hora de la mañana como a última hora de la tarde, coincidiendo con la hora de salida y la vuelta del la jornada laboral, respectivamente. El intervalo que recoge más accidentes es el de las 18:00-19:59h con un total de 5 accidentes, en el trayecto de regreso a casa.

PROVINCIA_1F	ZONA_2F	CARRETERA	PK (m)	TIPO_ACCIDENTE_3F	MU30DF	HG30DF	HL30DF
2014							
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	2.1	Otro tipo de accidente	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	35.1	Salida de la vía por la derecha con vuelco	0	0	2
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	8	Atropello a animales	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	0.6	Salida de la vía por la derecha con vuelco	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	9.1	Vuelco	0	0	2
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	1.6	Salida de la vía por la izquierda con vuelco	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	7.3	Salida de la vía por la derecha con vuelco	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	48	Vuelco	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	53.2	Atropello a personas	0	1	0
2015							
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	35	Caída	0	2	0
2016							
2017							
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	53.4	Frontal	0	0	2
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	14.8	Salida de la vía por la derecha con vuelco	0	0	1
2018							
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	6.60	Por alcance	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	22.30	Colisión contra obstáculo o elemento de la vía	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	32.80	Caída	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	4.50	Salida de la vía por la izquierda con vuelco	0	0	1
Valencia/València	Vías interurbanas	CV-345	13.20	Salida de la vía por la derecha otro tipo	0	0	3

Tabla 6. Accidentes ocurridos en los diferentes PKs de la CV-345. Fuente, DGT.

De los datos analizados de la DGT, como se puede observa en la tabla 4, los accidentes que tienen lugar en la carretera CV-345 no se producen en una sola zona de concentración, puesto que ocurren en diferentes puntos kilométricos de la misma. Por tanto, se concluye que se trata de una carretera con diferentes tipologías de accidentes sin llegar a ser una vía con alto riesgo de ocurrencia de accidentes.

A continuación se procederá al cálculo de la tasa de siniestralidad, índice de peligrosidad, índice de mortalidad e índice de riesgo con el fin de corroborar los puntos analizados anteriormente y así verificar que se trata de una carretera de con una accidentalidad baja, sin accidentes de alto riesgo. Para este cálculo, se tiene en cuenta sólo los accidentes comprendidos entre el PK 10+500 y 19+000, siendo un total de 4 (correspondientes al PK 14+8000 y PK 13+200) como se puede ver en la Tabla 6.

Tasa de siniestralidad:

$$TS = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes } 2014-2018}{\sum \text{IMD} \cdot \text{Longitud tramo} \cdot 365} = \frac{4}{4281 \cdot 8.5 \cdot 365} = 0.30 \text{ por cada } 10^6 \text{ veh.}$$

Índice de peligrosidad:

$$IP = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes con víctimas } 2014-2018}{\sum \text{IMD} \cdot \text{Longitud tramo} \cdot 365} = \frac{4}{4281 \cdot 8.5 \cdot 365} = 0.30 \text{ por cada } 10^6 \text{ veh.}$$

Índice de mortalidad:

$$IM = \frac{N^{\circ} \text{ fallecidos } 2014-2018}{\text{Longitud del tramo}} = \frac{0}{8.5} = 0$$

Índice de riesgo:

$$IR = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes con muertes o heridos graves } 2014-2018}{\text{Longitud del tramo}} = \frac{0}{8.5} = 0$$

Como se ha ido anticipando anteriormente, la accidentalidad de la carretera de la CV-345 es baja al no registrar ningún accidente con muerte o heridos graves, contabilizando un total de 23 accidentes en el periodo analizado (del 2014 a 2018). Del mismo modo, para el tramo de estudio de longitud de 8.5 km se aprecia una incidencia bastante baja al registrar tan solo 4 accidentes, cuya tasa de siniestralidad y peligrosidad es tan solo de 0.30 por cada 10^6 veh y registrando un índice de siniestralidad y riesgo nulo.

4.5 OBRAS DE DRENAJE

En este apartado, se va a proceder a localizar las obras de drenaje existentes en la carretera de estudio. Como dato adicional, decir que el presente tramo está construido fundamentalmente en desmante, cuyo fin es rebajar el nivel de la carretera, como se puede ver en las siguientes imágenes de la Figura 11.



Figura 11. Trazado de carretera en Desmante. Fuente, Google Maps.

1. Obras longitudinales

El objetivo es diferenciar los tipos de obras longitudinales presentes en el tramo de estudio, según la función de los elementos que conforman la red de drenaje longitudinal, que pueden dividirse en:

- Recoger el agua que caiga en la plataforma y conducirla al punto de desagüe
- Encauzar la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden hacia la vía evitando que se dañen los taludes.

Las obras de drenaje longitudinal son canales que recogen las aguas procedentes de la calzada y taludes del terreno próximos a la carretera, las cuales se construyen en la parte inferior del talud y discurre relativamente paralela a la carretera. Como la calzada está construida en desmante, esta lleva una cuneta entre él mismo y la plataforma.

La carretera en su mayor parte dispone de cuneta de hormigón convencional, como se podrá ver en un para de ejemplos a continuación. También hay zonas en las cuales no se dispone de elementos de drenaje, ni tampoco de bermas, por lo que el agua se canaliza directamente por el terreno de la zona.



Figura 12. Obra de drenaje longitudinal tipo cuneta en zona de polígono. Fuente, Google Maps



Figura 13. Obra de drenaje longitudinal tipo cuneta en intersección. Fuente, Google Maps



Figura 14. Obra de drenaje longitudinal de sección circular en intersección. Fuente, Google Maps



Figura 15. Obra de drenaje longitudinal de sección cuadrada en zona con peligro de desprendimiento. Fuente, Google Maps



Figura 16. Ejemplo de NO obra de drenaje longitudinal. Fuente, Google Maps

2. Obras de drenaje transversal

El acometido de las obras de drenaje transversal (ODT) es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno, como puede ser cauces, vaguadas, etc., una vez realizadas las obras, permitiendo el paso del caudal a través de ellas. Para el dimensionamiento de las ODT, se sigue los criterios con carácter general de la Norma 5.2-IC, Drenaje Superficial, que no es materia de análisis en el presente proyecto.

La norma, establece que las obras empleadas para asegurar el drenaje transversal de las carreteras pueden ser:

- Puentes: Obra de paso que soporta cualquier tipo de vía contempladas en las Ley de Carreteras, siempre y cuando la sección sea abierta, dicho de otro modo, que no se emplee solera con función estructural.
- Obras de drenaje transversal (ODT): Se trata de obras de sección cerrada, es decir, provista de solera con función estructural. Este tipo de obras suelen responder a las tipologías de tubo o marco y sus dimensiones son de menor tamaño que los puentes.

Tanto los puentes y ODT están diseñados para facilitar la evacuación del agua y deben perturbar lo menos posible la circulación del agua por el terreno natural.

En el tramo se encuentran dos ejemplos de obras de drenaje superficial, la primera se trata de un puente que salva un cauce natural en las inmediaciones del polígono. La segunda se trata de una obra de sección cerrada que discurre por debajo de la carretera y responde a la tipología de tubo de dimensiones normales. Dichas obras se pueden ver en las figuras siguientes:



Figura 17. Puente de sección abierta en cauce natural. Fuente, Google Maps



Figura 18. Obra de drenaje transversal en vaguada. Fuente, Google Maps

5. CONDICIONANTES

5.1 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Consultados verbalmente los Ayuntamientos por los que discurre la traza de las obras, ratifican que ésta discurre por suelo clasificado como NO URBANIZABLE.

La Comunitat Valenciana tiene Ley de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (Ley 5/2014 aprobada el 25 de julio de 2014) cuyo objetivo es la regulación de la ordenación del territorio valenciano, de la actividad urbanística y de la utilización del suelo para su aprovechamiento equitativo acorde a la función social, así como la evaluación ambiental y territorial estratégica de planes y programas.

Dicha Ley enuncia diversos tipos de instrumentos de ordenación en función del ámbito de aplicación. En el ámbito supramunicipal, existe la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana, los Planes de Acción Territorial y los Planes Generales Estructurales Mancomunados. Por otro lado, en el ámbito municipal, tenemos el Plan General Estructural (PGE), y para su desarrollo, la ordenación pormenorizada se realiza mediante el Plan de Ordenación Pormenorizada, los Planes de Reforma Interior, los Planes Parciales y los Estudios de Detalle. Y por

último, se reconocen como instrumentos de ordenación los Planes Especiales, los Catálogos de Protecciones y los Planes que instrumentan las Actuaciones Territoriales Estratégicas.

Los anteriores tipos de instrumentos de planeamiento clasifican en Suelo no Urbanizable, Suelo Urbano y Suelo no Urbanizable. Debido a que la Ley 5/2014, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP), la cual establece un procedimiento extraordinario de regularización de las actividades industriales preexistentes que también ubica en Suelo no Urbanizable (SnU) y en Suelo Urbano (SU) y Suelo Urbanizable (Sur), es una ley muy reciente, todos los municipios se rigen por instrumentos de ordenación propios de las leyes anteriores, como son: los Planes de Ordenación Urbana (PGOU), Normas Subsidiarias (NNSS) y Proyectos de Delimitación de Suelo Urbano (PDSU). Estos términos provienen del Texto Refundido de la Ley del Suelo, 1976, 1992 (TRLR) y Planes Generales (PG) que aparece por primera vez en la Ley Reguladora de la Actividad Urbanística, 1994 (LRAU) y se mantiene en la Ley Urbanística Valenciana, 2005 (LUV).

PLANEAMIENTO MUNICIPAL EN VIGOR A FECHA MARZO 2020							
DATOS MUNICIPALES				PLANEAMIENTO VIGENTE			
CPM	MUNICIPIO	POBLACIÓN	SUPERFICIE	TIPO	APROBACIÓN	BOP	MODIFICACIONES
46018	Alcublas	743	4351	NNSS	15/11/90	18/01/91	
46036	Alpuente	724	13833	NNSS	27/09/90	24/08/91	
46038	Andilla	380	14278	NNSS	22/12/93	28/01/94	
46041	Aras de los Olmos	403	7604	PG	21/12/01	01/04/02	
46076	Bugarra	811	4031	NNSS	31/01/96	04/06/96	
46079	Calles	458	6454	PG	01/02/13	13/06/13	
46106	Chelva	1507	19056	NNSS	30/05/89		
46112	Chulilla	699	6178	NNSS	22/12/93	31/01/94	
46114	Domeño	713	6880	PG	10/04/19	21/10/19	
46133	Gestalgar	681	6973	NNSS	31/01/89	29/03/89	
46141	Higueruelas	512	1880	NNSS	22/12/93	05/03/94	7
46262	La Yesa	254	8468	DSU	15/11/90	24/02/92	
46148	Loriguilla	1852	7242	PG	20/12/02	30/01/03	
46149	Losa del Obispo	571	1217	PG	02/05/01	30/11/01	
46191	Pedralba	2957	5885	NNSS	25/09/84		
46241	Titaguas	516	6321	HOMONNSS	26/11/99	06/06/00	
46247	Tuéjar	1161	12192	NNSS	25/04/89	08/06/89	
46258	Villar del Arzobispo	3726	4070	NNSS	22/04/97	28/10/97	6
LEYENDA:							
NNSS	Normas Subsidiarias						
PG	Planes Generales						
DSU	Delimitación Suelo Urbano						
HOMONNSS	Homo Normas Subsidiarias						

Tabla 7. Planeamiento urbanístico de los municipios de Los Serranos a partir de los datos extraídos de la Generalitat Valenciana. Fuente, elaboración propia.

Como se puede ver en la Tabla 7, cabe destacar que en general todos los municipios tienen planeamientos urbanísticos en vigor de prácticamente más de 20 años. Atendiendo a esta antigüedad, tampoco se han realizado muchas modificaciones a lo largo de los años. Por tanto, los planes no han sido adaptados a los cambios de directrices en cuanto a ordenación del territorio y, cambios económicos y demográficos entre otros.

En siguiente figura (Figura 19) se muestra la distribución del suelo y en Tabla 8 se muestran los porcentajes de cada municipio según la clasificación del suelo.

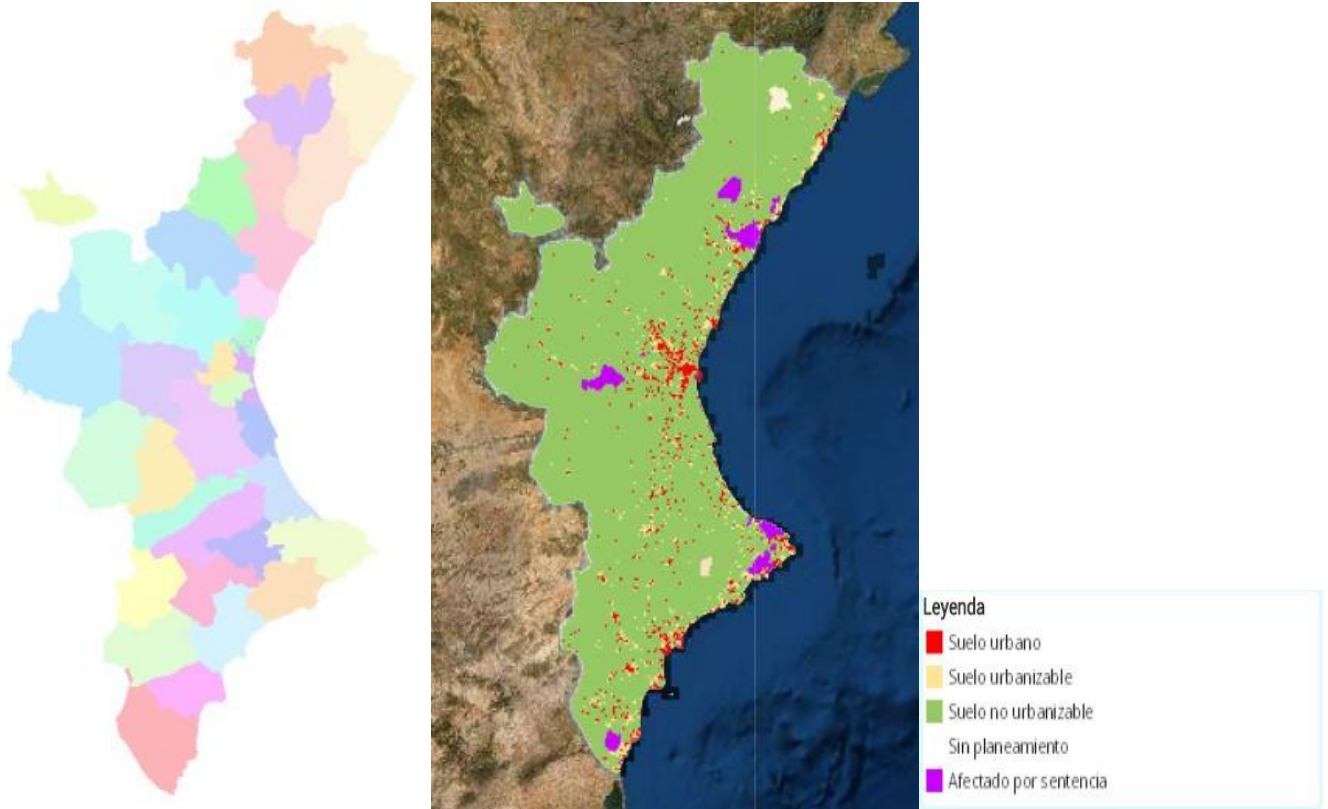


Figura 19. Clasificación del suelo según las comarcas. Fuente, visor de cartografía (Generalitat Valenciana)

PORCENTAJE DE SUELO SEGÚN SU CLASIFICACIÓN (%)				
MUNICIPIO	Suelo no Urbanizable	Suelo Urbano	Suelo Urbanizable	
Alcublas	99.38	0.62	0.00	
Alpuente	99.62	0.34	0.04	
Andilla	99.80	0.16	0.04	
Aras de los Olmos	99.44	0.34	0.22	
Bugarra	99.12	0.42	0.45	
Calles	97.84	0.61	1.55	
Chelva	99.63	0.25	0.12	
Chulilla	98.89	0.79	0.32	
Domeño	99.65	0.02	0.32	
Gestalgar	99.72	0.28	0.00	
Higueruelas	97.54	1.54	0.93	
La Yesa	99.87	0.13	0.00	
Loriguilla	100.00	0.00	0.00	
Losa del Obispo	95.96	1.60	2.44	
Pedralba	96.42	0.52	3.06	
Titaguas	99.65	0.30	0.05	
Tuéjar	99.65	0.27	0.08	
Villar del Arzobispo	96.15	2.59	1.25	
TOTAL	98.80	0.60	0.60	

Tabla 8. Clasificación del suelo a partir de datos extraídos de la Generalitat Valenciana. Fuente, elaboración propia.

De la Tabla 8, se interpreta que todos los municipios de la comarca presentan un porcentaje superior al 95% de Suelo no Urbanizable. Mientras que el porcentaje de Suelo Urbanizable es relativamente poco en comparación al suelo anterior, donde el porcentaje de cada municipio se encuentra por debajo del 1.6%. Una de

las causas puede ser debido al traslado de la población a otra ubicación por riesgo de inundación o por las condiciones no adecuadas del terreno para soportar las edificaciones e infraestructuras existentes.

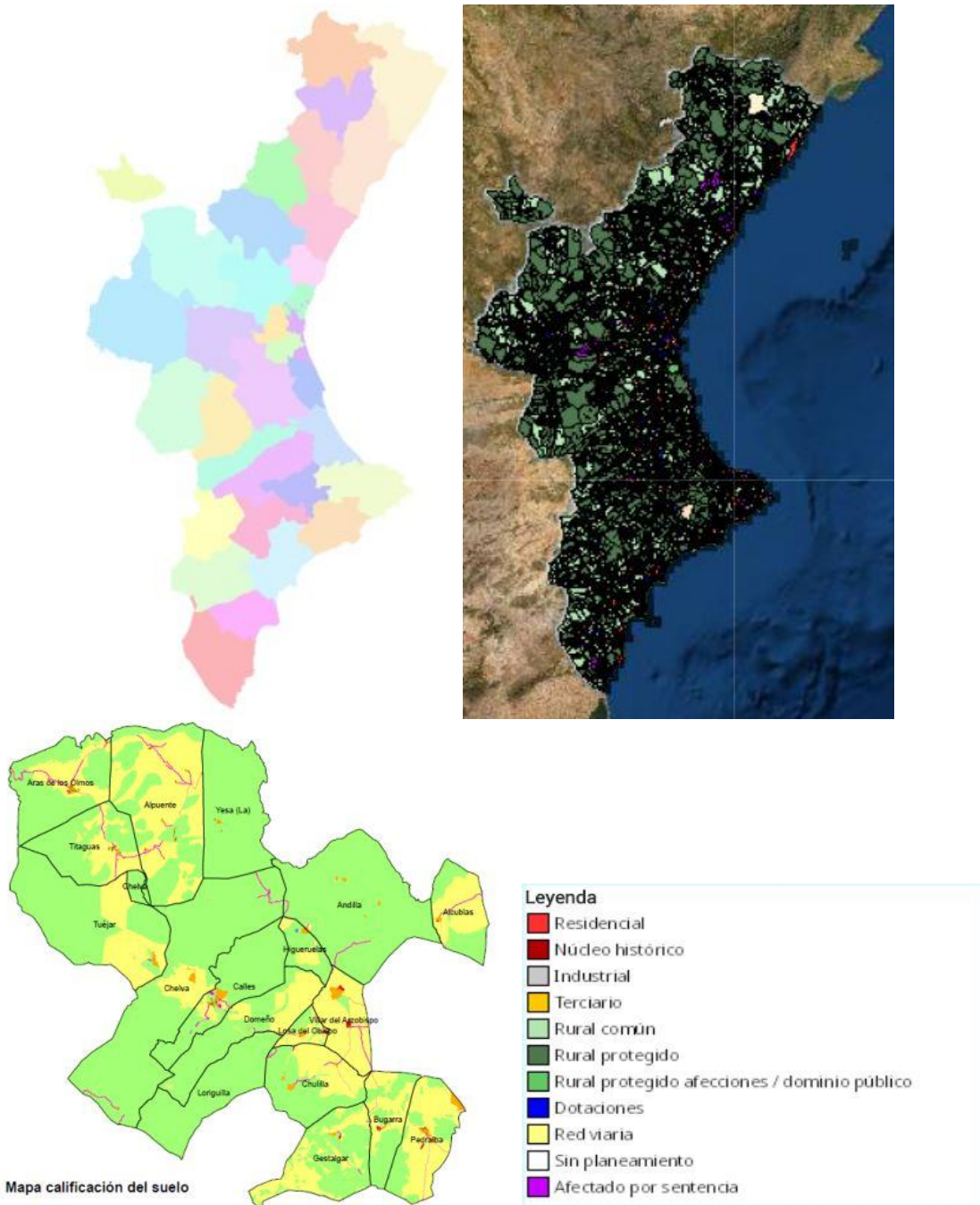


Figura 20. Calificación del suelo según su uso en la comarca de Los Serranos. Fuente, visor de cartografía (Generalitat Valenciana)

MUNICIPIO	CALIFICACIÓN DEL SUELO (%)						
	Común	Dominio público	Dotacional	Industrial	Protegido	Residencial	Terciario
Alcublas	59.03	0.20	0.11	0.00	40.11	0.55	0.00
Alpuente	62.41	0.19	0.06	0.00	36.98	0.36	0.00
Andilla	0.30	0.14	0.00	0.00	99.35	0.18	0.00
Aras de los Olmos	28.57	0.18	0.18	0.00	70.65	0.40	0.02
Bugarra	42.03	0.18	0.16	0.22	56.81	0.51	0.08
Calles	6.54	0.88	0.14	0.05	90.41	1.97	0.00
Chelva	7.56	0.12	0.03	0.00	91.94	0.35	0.00
Chulilla	38.22	0.71	0.24	0.00	59.95	0.89	0.00
Domeño	34.56	0.08	0.00	0.00	65.02	0.35	0.00
Gestalgar	42.07	0.14	0.07	0.07	57.46	0.19	0.00
Higueruelas	28.31	0.18	0.23	0.22	69.00	1.45	0.61
La Yesa	0.00	0.00	0.01	0.00	99.86	0.13	0.00
Loriguilla	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Losa del Obispo	64.07	1.21	0.53	1.68	30.46	2.04	0.00
Pedralba	66.40	0.23	0.16	0.28	29.66	3.27	0.00
Titaguas	32.48	0.12	0.15	0.05	66.91	0.30	0.00
Tuéjar	29.18	0.12	0.06	0.00	70.35	0.29	0.00
Villar del Arzobispo	92.14	0.42	0.50	1.04	3.47	2.42	0.01
TOTAL	35.22	0.28	0.15	0.20	63.24	0.87	0.04

Tabla 9. Calificación del suelo a partir de los datos extraídos de la Generalitat Valenciana. Fuente, elaboración propia.

Efectuada la calificación del suelo, como se puede ver en la Tabla 9 y la Figura 21, se verifica lo mencionado anteriormente, puesto que el 63.24% del suelo de la comarca de Los Serranos está protegida, mientras que el 35.22% se califica como suelo común. Otro aspecto a remarcar es el bajo porcentaje de suelo empleado para el uso industrial, siendo el 0.20% y el sector terciario con tan solo el 0.04% de suelo, esto es debido a que el uso terciario se encuentra tan solo en los municipios de Aras de los Olmos, Bugarra, Higueruelas y Villar del arzobispo. Así mismo el uso industrial se tiene en Bugarra, Calles, Gestalgar, Higueruelas, Losa del Arzobispo, Pedralba, Titaguas y Villar del Arzobispo.

Según el mapa que se muestra a continuación (usos del suelo), el trazado de la carretera (línea negra) transcurre mayoritariamente sobre un mosaico de cultivos, a pesar de que los primeros kilómetros se encuentran sobre suelo de frutales, en la margen derecha de la carretera se encuentra una zona de vertedero y escombrera, unos metros después se produce la transición con los olivares, seguidos de bosques de coníferas. En la margen opuesta existe una zona de matorral boscoso de transición.

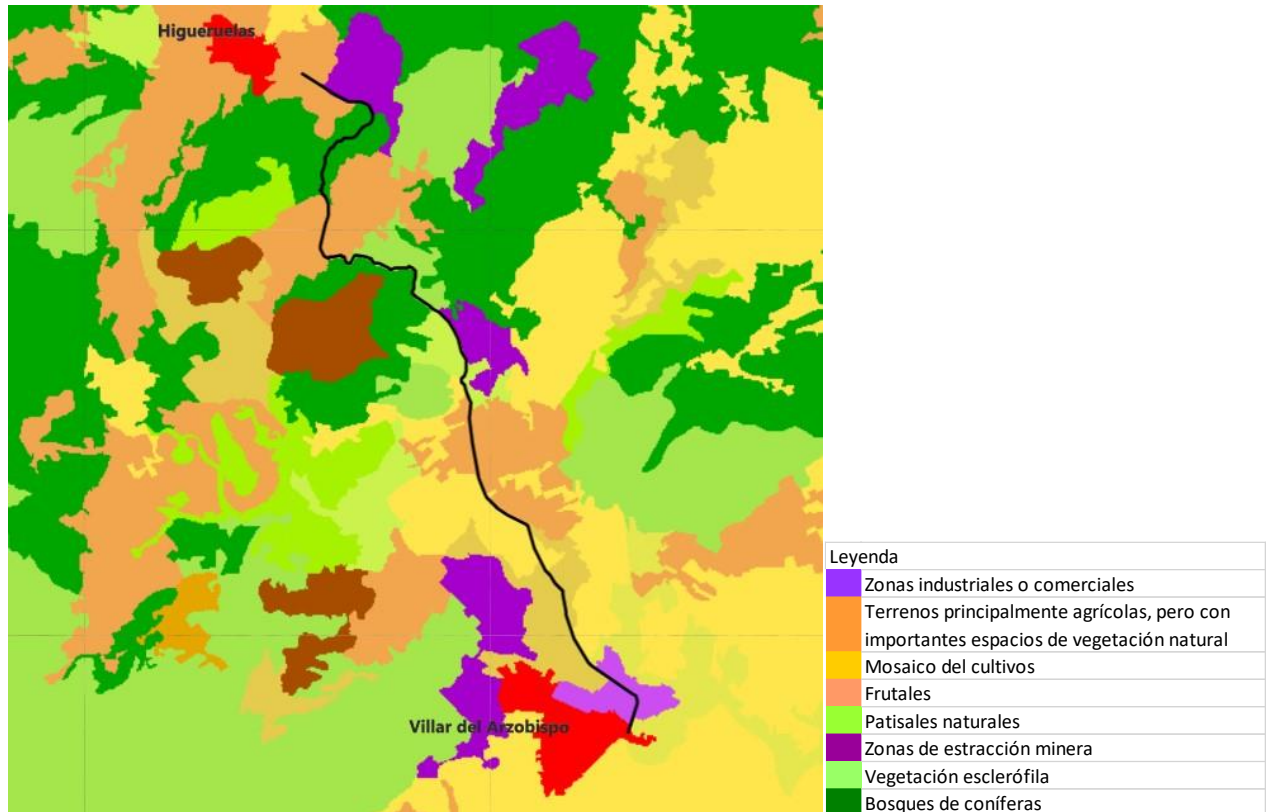


Figura 21. Mapa de usos del suelo. Fuente, Visor Cartográfico de la Comunitat Valenciana

Llegado a este punto, se concluye que las leyes de planeamiento urbanístico en vigor tienen en su mayoría más de 20 años de antigüedad y por tanto, coexisten planes de tres leyes urbanísticas distintas (NNS, PG y DSU), donde los municipios que atraviesa el presente tramo de estudio, se rigen por la Norma Subsidiaria. Por otro lado, hay un contraste enorme entre Suelo no Urbanizable (98.80%) y Suelo Urbanizable (0.60%) en la comarca, para el caso de Villar del Arzobispo se tiene un 96.15 % de Suelo No Urbanizable y tan solo un 1.25% de Suelo Urbanizable, del mismo modo, para Higuerauelas, hay un 97.54 de primer suelo y un 0.93% del último suelo. Otro aspecto a tener en cuenta en correlación a la clasificación del suelo, es la existencia de mayor porcentaje de suelo protegido (63.24%) frente al 35.22% de suelo catalogado como común en toda la comarca, en el caso particular de Villar del Arzobispo se tiene un bajo porcentaje de suelo protegido (3.47%) y alto porcentaje de suelo común (92.14%), y en el caso de Higuerauelas, refleja un 69% de la primera calificación y un 28.31% de suelo común. Y por último citar que el uso del suelo destinado al sector industrial y terciario son muy bajos, suponiendo un 0.20% y 0.04% respectivamente en la comarca, donde en Villar del Arzobispo se tiene un 1.04% para la industria y 0.04% para el terciario, y en Higuerauelas se tiene 0.22% para el primero y un 0,61% para el último.

5.2 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

En lo que se refiere a la geología y geotecnia del presente tramo de estudio, se pretende saber el tipo de suelo y roca sobre el cual atraviesa la carretera. Así se conocerá como se comporta al aplicar diferentes cargas y poder plantear una mejor alternativa de firme, es decir, el tipo de mezcla bituminosa a emplear, puesto que el terreno que se encuentra debajo influye en su elección. Siguiendo en la misma línea, también es importante cuando sea preciso realizar partidas de taludes o desmontes en la construcción del nuevo trazado de la carretera.

En la Figura 22, extraído del Visor de Cartografía de la Generalitat Valenciana, capa Habitatge, refleja el tipo de suelo, rocas y suelos mixtos sobre la que descansa la carretera CV-345 (línea de color negro).

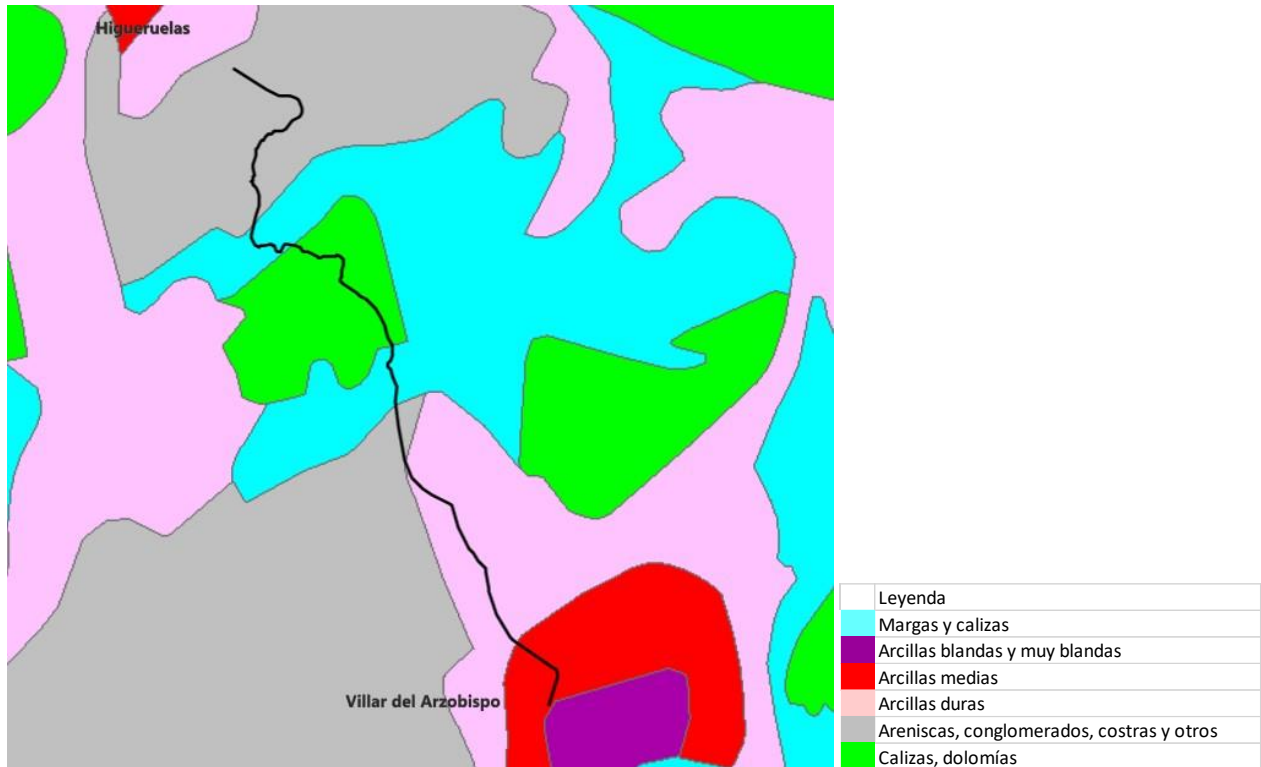


Figura 22. Mapa geotécnico. Fuente, Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana.

Se concluye que el tramo de estudio discurre sobre una alternancia de arcillas, margas, calizas, dolomías, areniscas y conglomerados. Dónde el material que predomina son las arcillas, margas y calizas sobre los demás. Por tanto, la CV-345 descansa en su mayor parte sobre suelo arcilloso, motivo por el cual existen varias canteras de extracción en las zonas aledañas a la carretera.

Conforme a la figura siguiente, en el cuál se analiza la litomorfología, se puede decir que todo lo que rodea a la carretera de estudio son materiales del cuaternario y de cobertura calcárea mesozoica.

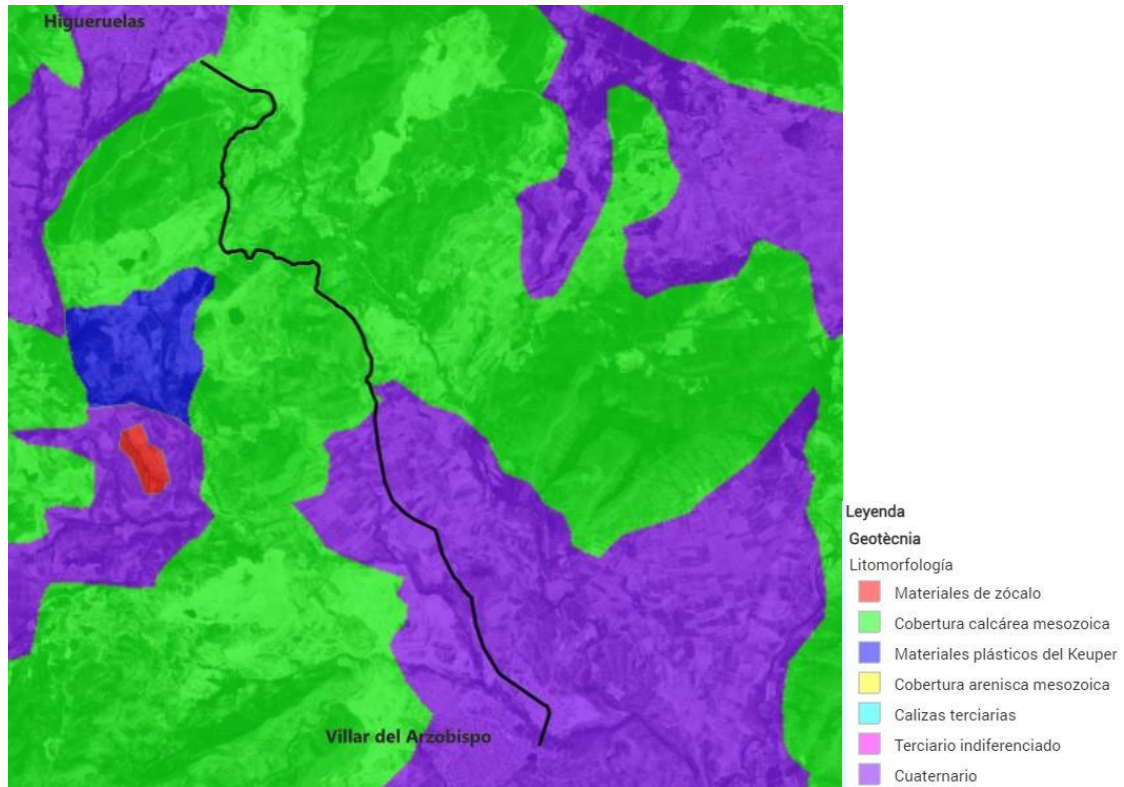


Figura 23. Mapa litomorfológico. Fuente, Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana

Antes de pasar al análisis de la litología, conviene explicar que se trata de una parte de la geología que estudia las rocas. Mediante el Visor Cartográfico, como en los casos anteriores, se verifica sobre dónde descansa la carretera a lo largo de su recorrido. Por tanto en la Figura 24, se puede observar que la carretera CV-345 está rodeada en su mayor parte por conglomerados y areniscas, y también de coluvión, es decir, de material depositado al pie de una pendiente tras un corto recorrido. Del mismo modo, en zonas puntuales, la carretera también circula sobre alternancia de margas y calizas.

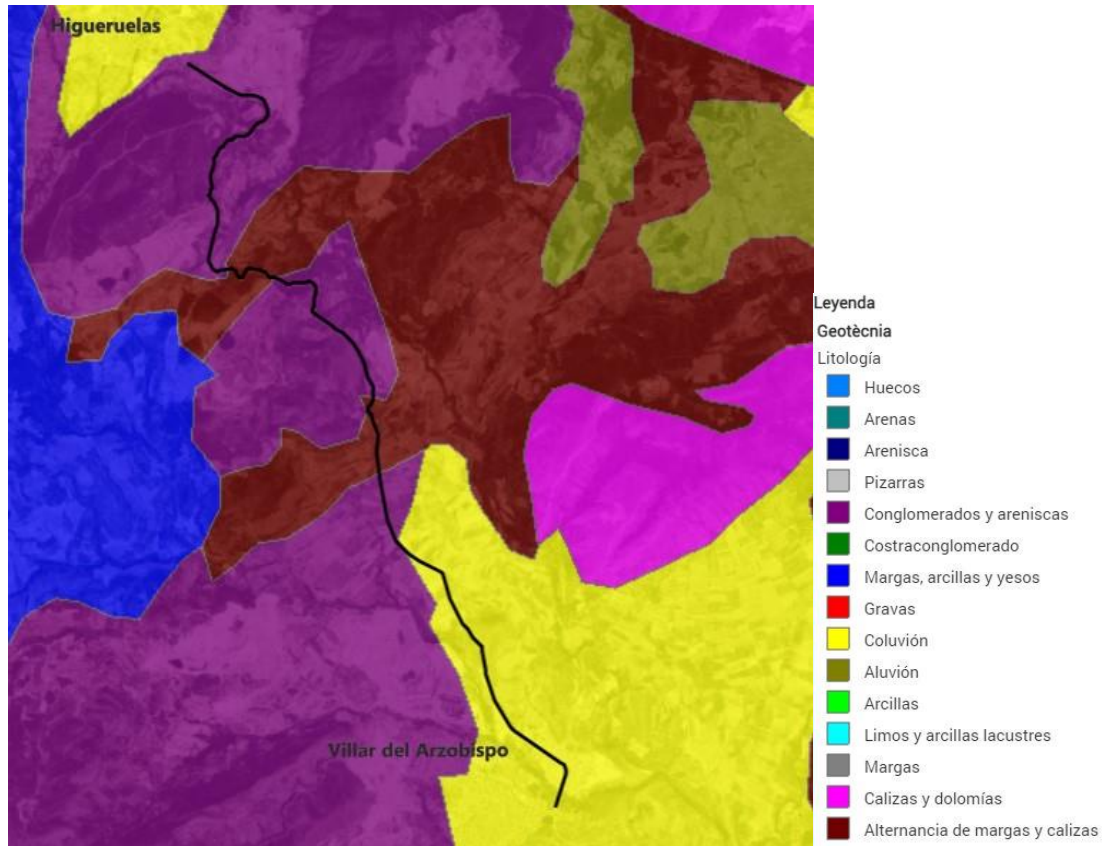


Figura 24. Mapa litológico. Fuente, Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana

Con el fin de saber si hay registros de movimientos de tierras próximos a la carretera de estudio, se recurre a la base de datos BDMOVES, dicha base de datos contiene todos los movimientos del terreno referentes a deslizamientos, desprendimientos, flujos, subsidencias, colapsos, expansividad y deslizamientos submarinos.

Tras analizar los datos proporcionados por el BDMOVES se concluye que no se ha registrado ningún movimiento de tierras próximo a la carretera CV-345 como se puede ver en la Figura 25, derecha.

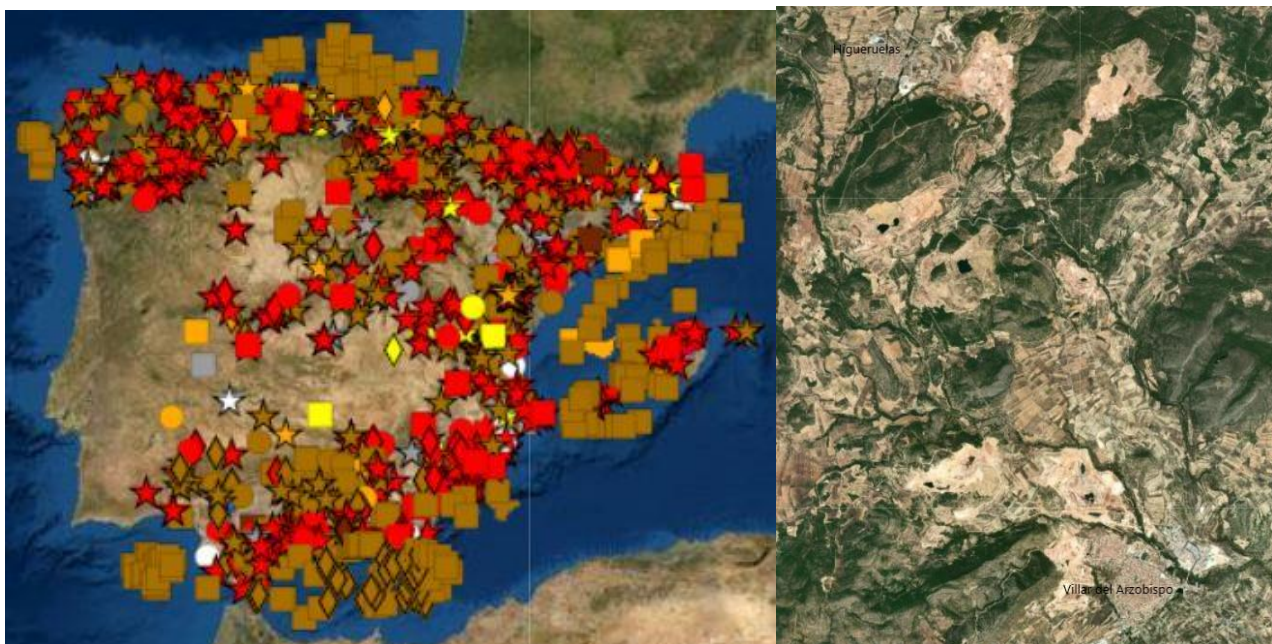


Figura 25. Mapa de base de datos de movimientos, deslizamientos, desprendimientos, etc. Fuente, BDMoves.

5.2.1 Tectónica y sismicidad

Con el fin de saber si es necesario la implantación de la norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, la cual se aplica a todos los proyectos constructivos que se realicen en zonas con aceleración sísmica básica igual o mayor a $0,04g$ (siendo g , la aceleración gravitacional), es necesario tratar este aspecto para valorar su influencia en la carretera CV-345. En consecuencia, todos los proyectos deben tener en cuenta el efecto de los movimientos sísmicos que se den en la zona de estudio. En las siguientes figuras (Figura 26 y Figura 27) se muestran las diferentes zonas sísmicas de la península Ibérica con sus respectivas aceleraciones sísmicas básicas y todos los epicentros en los que se ha producido actividad sísmica, respectivamente.

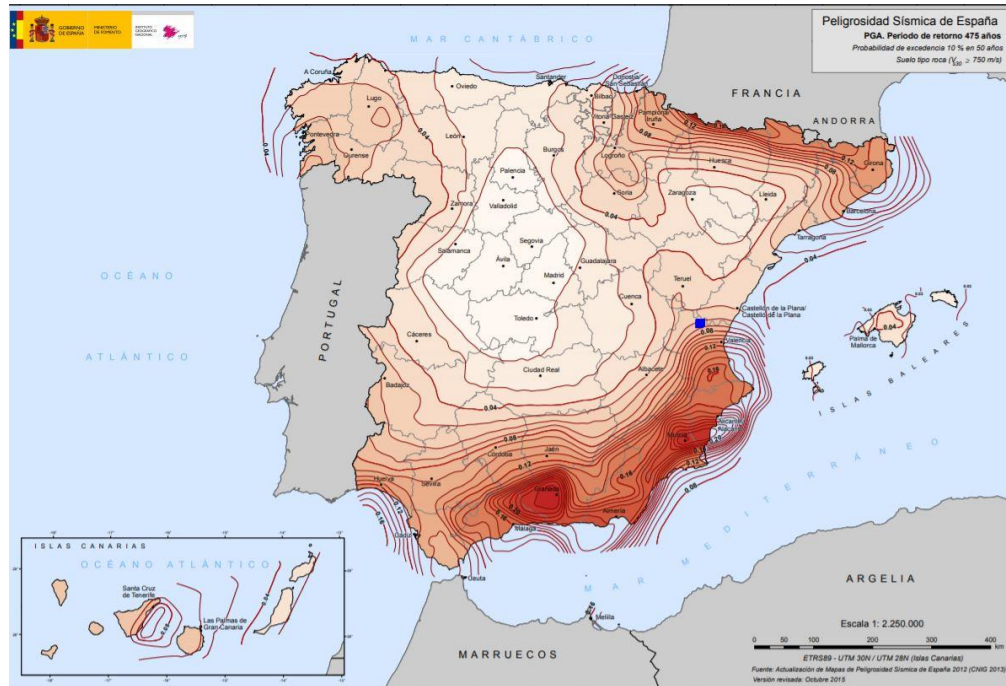


Figura 26. Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (en valores de aceleración). Fuente, Instituto Geográfico Nacional

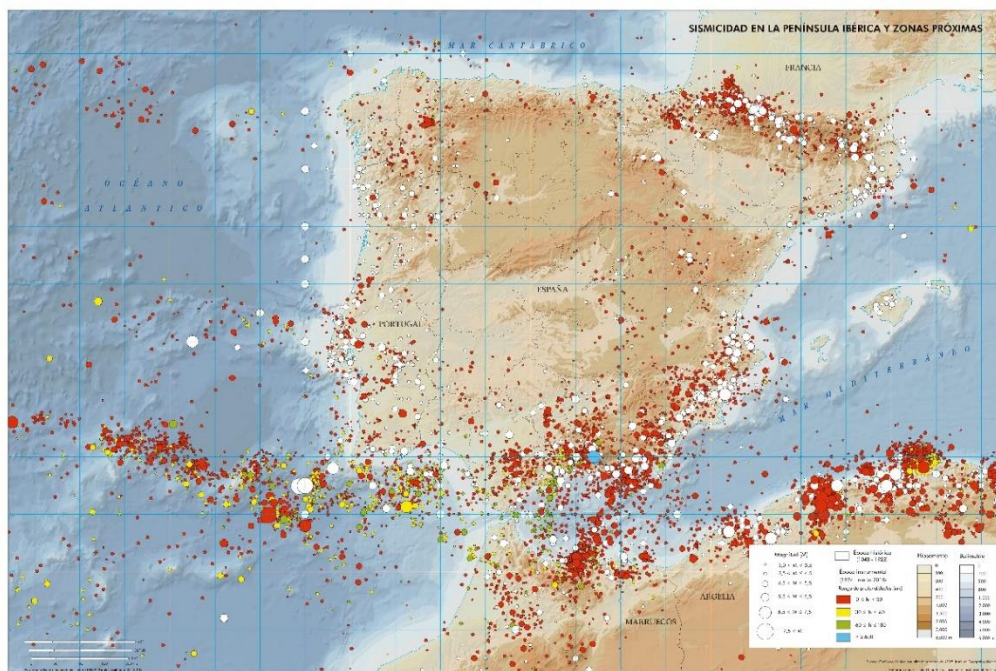


Figura 27. Mapa general de la sismicidad y peligrosidad de la Península Ibérica. Fuente, Instituto Geográfico Nacional

En la Figura 26, se aprecia el punto azul, que representa la situación geográfica del tramo de estudio. En ella se puede afirmar que a lo largo de su trazado, pasa por diferentes zonas de aceleración sísmica básica, desde 0,08g hasta 0,06g, por tanto, la norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 se debe aplicar a la carretera de estudio, ya que se trata de zonas con mayor aceleración sísmica básica que 0,04g.

5.3 HIDROLOGÍA

En relación al presente apartado, se pretende analizar todos aquellos parámetros de la hidrología que afectan a la seguridad vial de la carretera CV-345.

La interpretación se realiza a partir de los datos extraídos de la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), datos referentes a las precipitaciones, y del Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana.

Por consiguiente, el análisis de la hidrología de la zona se realiza a partir de los datos de pluviometría de toda la Comunidad Valenciana, ya que no se ha podido obtener datos de la zona de estudio. Con la información obtenida se realiza una representación gráfica de las precipitaciones acumuladas (l/m^2) por cada mes desde el año 2015 hasta la actualidad, 2020 para analizar su evolución y determinar la influencia en los años de servicio del tramo.

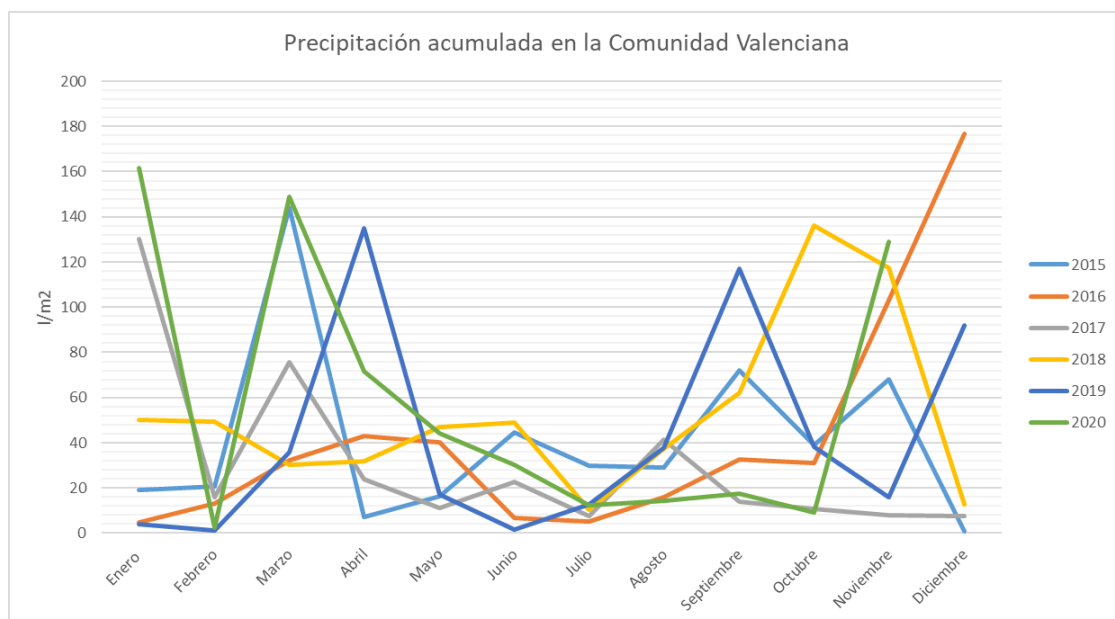


Figura 28. Precipitaciones acumuladas en la Comunidad Valenciana de los datos extraído de AEMET. Fuente, elaboración propia

De la gráfica anterior, se observa que cada año las precipitaciones son muy cambiantes y por tanto poco previsible. Lo que sí parece algo más claro son los registros de las precipitaciones acumuladas en los meses de verano (Junio, Julio y Agosto), dónde hay datos semejantes y resulta más fácil que se repita la misma tendencia en los años siguientes. También se interpreta que el año de menor precipitaciones acumuladas es el correspondiente al 2017 y por el contrario, el de mayor precipitaciones es el año 2020 (a falta de los datos del mes de Diciembre).

Analizando el mes de enero de 2020, por presentar mayor cantidad de litros por metro cuadrado (l/m^2) registrados y pertenecer al año de mayor precipitaciones desde el año 2015, se puede decir que corresponde al mes más húmedo de cualquiera de los meses de enero del periodo de referencia de 30 años (1981-2010), dónde la

carretera CV-345 transcurre dentro de la zona de mayor precipitaciones acumuladas (100.1 – 150.0 l/m²) como se puede ver en la Figura 29 y en la zona de humedad extrema y muy húmeda (ver Figura 30).

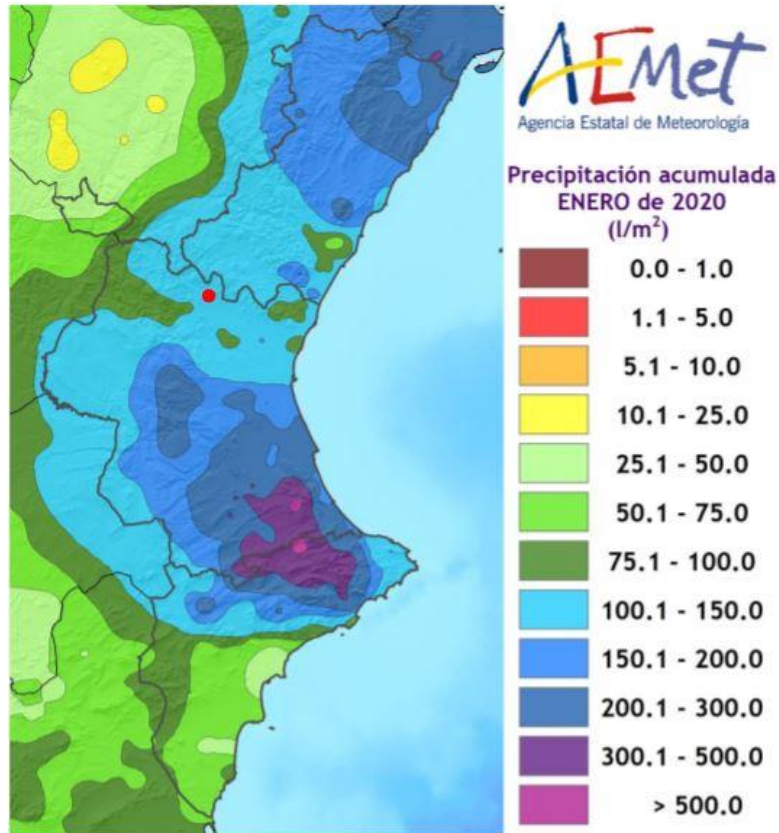


Figura 29. Precipitación acumulada ENERO de 2020 (l/m²). Fuente, AEMET

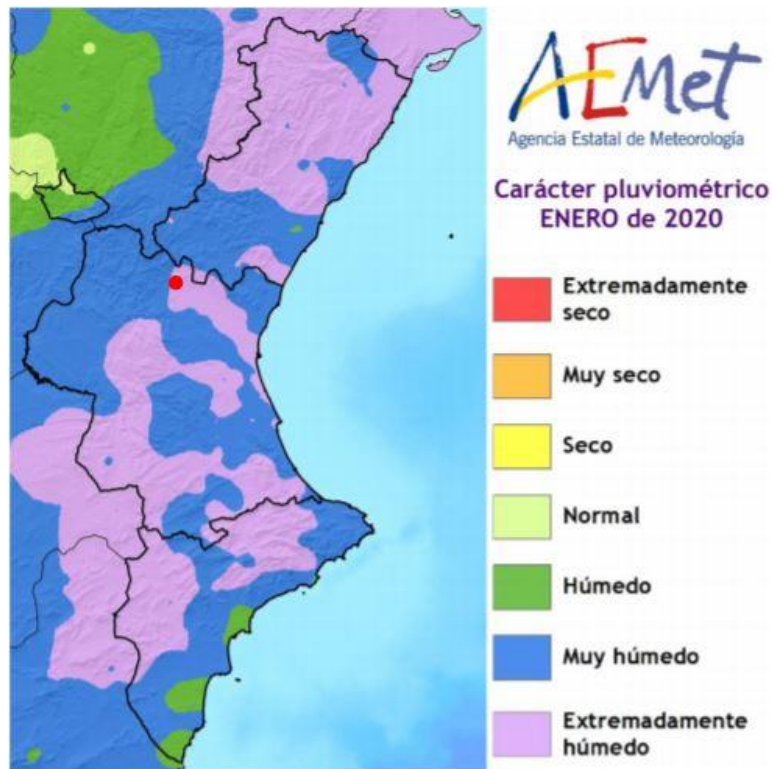


Figura 30. Carácter pluviométrico ENERO de 2020. Fuente, AEMET

A continuación, se analizan los puntos de la carretera con peligrosidad por inundación según PATRICOVA desde la web del Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana.

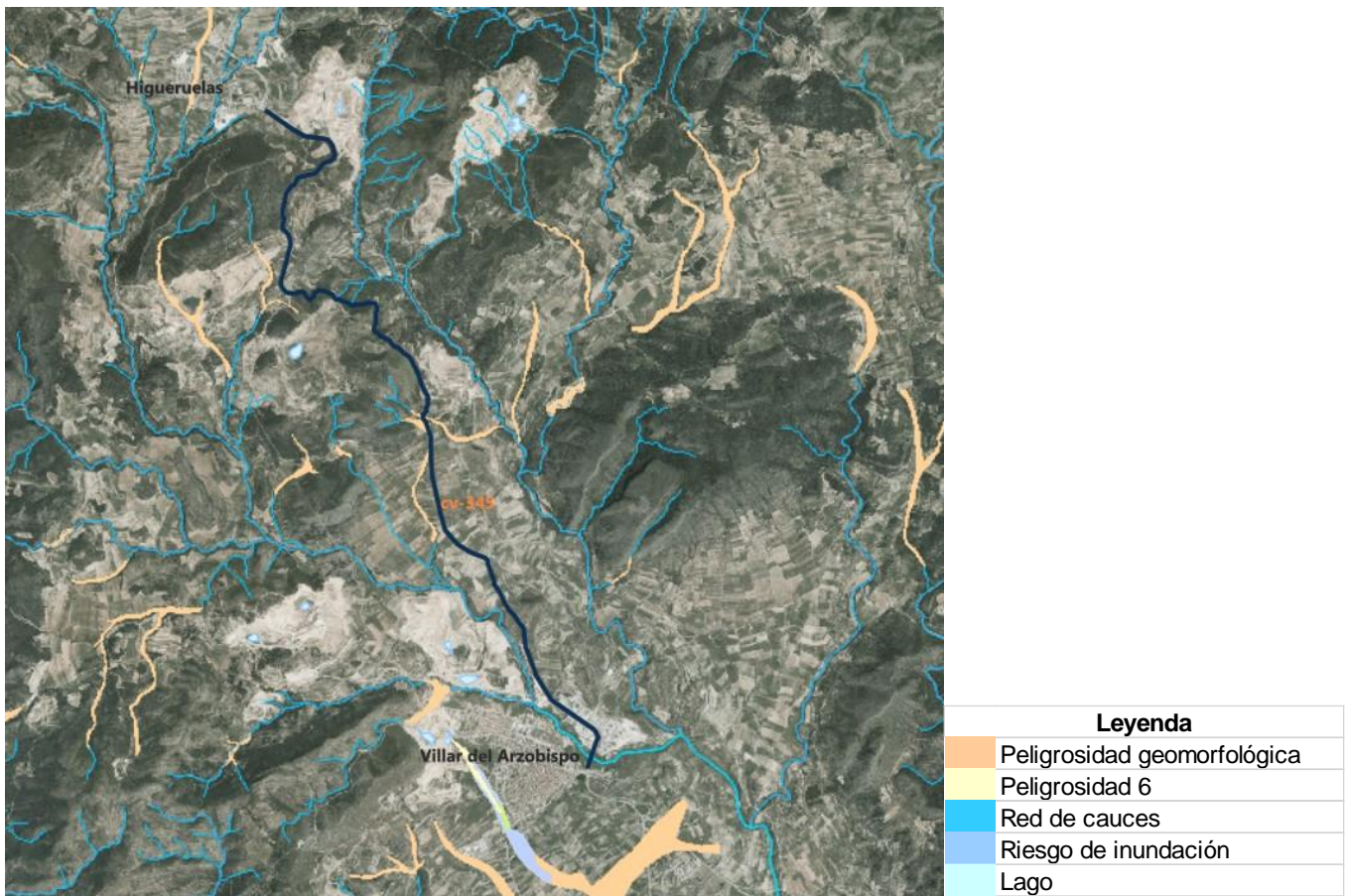


Figura 31. Mapa de peligrosidad por inundación del Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana. Fuente, elaboración propia

Antes de analizar la figura anterior cabe citar que la peligrosidad de inundación se define como la probabilidad de ocurrencia de una inundación, dentro de un periodo de tiempo determinado y una área dada. El Plan de Acción Territorial distingue 6 niveles de peligrosidad, anivelados del 1 al 6 de mayor a menor peligrosidad, y además se ha introducido un nivel siete de peligrosidad geomorfológica, asociada a la diferentes procesos de inundación (llanuras, abanicos aluviales, glaciares, lóbulos de derrame, etc.), siendo éste el de menor riesgo de inundación.

Centrándonos en el mapa de la figura anterior (Figura 31), se puede observar que la carretera CV-345, a lo largo de todo su recorrido no tiene zonas con peligrosidad de inundación, salvo en la zona central donde su trayectoria cruza perpendicularmente por un nivel 7 (peligrosidad geomorfológica), aproximadamente desde el P.K. 3 + 400 al P.K. 4 + 000 (ver Figura 32). Es un riesgo que se debe tener en cuenta la hora de definir el trazado de la carretera, pero no supone un gran problema para implantarla, ya que se puede subsanar con la ejecución de una obra de drenaje transversal en la vaguada, y con ello garantizar la circulación segura.

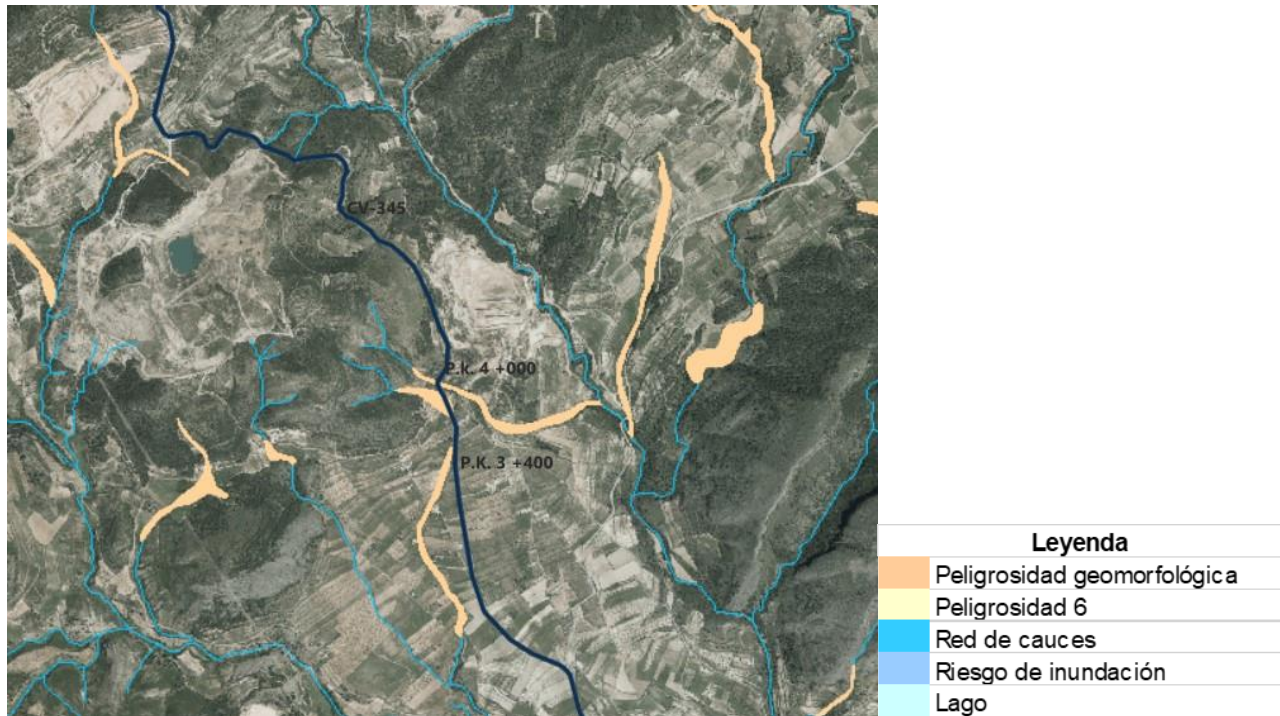


Figura 32. Mapa de peligrosidad por inundación del Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana. Fuente, elaboración propia

5.4 OTROS CONDICIONANTES

5.4.1 Cartografía

Este apartado se centrará en explicar de dónde se ha extraído todos los datos necesarios para posteriormente realizar el análisis del trazado actual de la carretera CV-345, en concreto el tramo de Villar del Arzobispo a Higuieruelas.

Mediante el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), que proporciona ortofotos y nubes de puntos, los cuales se generan a partir de una avioneta que sobrevuela todo el territorio de la Península Ibérica. Cuyo procedimiento se centra en determinar las altitudes del terreno a partir del tiempo que tarda una onda en ser reflejada entre la avioneta y el propio terreno. Dichos puntos generan un archivo llamado Modelo Digital de Elevaciones (MDE) o vuelos LIDAR que se proporcionan en el formato LAZ. La problemática del archivo anterior es la representación de la altura de todos los elementos existentes, ya sea una casa, puentes, árboles entre otros, por lo que no muestra realmente la superficie del terreno. Del mismo modo, existe otro archivo llamado, Modelo Digital del Terreno (MDT) donde se limpian todos los datos que no pertenecen al mismo y se genera una superficie del terreno real. Dentro del MDT la página web comentada proporciona diferentes pasos de malla, el de 05 metros, el de 25 metros y el de 200 metros. Por tanto, el archivo que se ha empleado para generar el trazado es el MDT.

Para realizar el trazado, es decir, trazar el eje en planta y el alzado de la carretera es indiferente el tipo de archivo a emplear, ya que no hay grandes diferencias para tramos cortos y sin mayor problema de obstáculos. En este caso se ha elegido el archivo MDT con paso de malla de 0.5 metros, por ser más preciso y proporcionar una nube de puntos que se acerca más a la superficie real del terreno. Se ha procedido a descargar la hoja 0667, ya que es la que contiene la carretera de estudio.

El centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica, proporciona diferentes datos acerca de la hoja que a descargar, tales como la fecha en la que se realizó el vuelo, para este caso entre 2015 y 2017, el formato y el tamaño del mismo.

Nombre	Formato	Tamaño (MB)	Fecha	Localizar	Descargar	+ -
MDT02-ETRS89-HU30-0666-2-COB2.ASC	ASC	269.72	2015			Añadir
MDT02-ETRS89-HU30-0666-4-COB2.ASC	ASC	265.96	2015			Añadir
MDT02-ETRS89-HU30-0667-1-COB2.ASC	ASC	271.81	2017, 2015			Añadir
MDT02-ETRS89-HU30-0667-3-COB2.ASC	ASC	267.23	2015			Añadir

Figura 33. Fichero de datos MDT. Fuente, Plan Nacional de Orografía Aérea (PNOA)

Una vez realizada la descarga, se comprueba que hay un problema, ya que el archivo descargado a través del Modelo Digital del Terreno, MDT02, presenta un formato ASC, el cual no es posible leerlo en CIVIL 3D. Por este motivo, es necesario realizar dos pasos previos antes de introducir la nube de puntos en el programa que posteriormente permitirá generar el trazado de la carretera. El primer paso, requiere el uso del software informático QGIS, mediante el cual se convertirá el archivo de formato ASC en formato XYZ. Para ejecutar el segundo paso, se recurre al programa ReCap, el cual no solo convertirá el archivo en el formato necesario para que sea leído por el CIVIL 3D, formato RCP, sino que también permite optimizarlo y realizar alguna edición, como la de recortar para reducir el tamaño y no haya dificultad de lectura.

Al finalizar los pasos citados anteriormente, ya se puede añadir el archivo al programa CIVIL 3D y finalmente dibujar el trazado del eje en planta y la rasante en alzado de la carretera CV-345. A partir de esto, se puede extraer el estado de alineaciones tanto en planta como el alzado y comprobar el cumplimiento de los elementos conforme a la norma 3.1-IC. Asimismo, para realizar la propuesta de mejora también se utilizará la misma superficie creada.

De igual manera que el PNOA, otro medio empleado ha sido Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana, donde se han descargado diferentes mapas de cartografía temática, con el fin de conocer el uso del suelo, la existencia de espacios protegidos, así como de parajes naturales próximos a la carretera de estudio, sin olvidar los datos referentes al clima.

A continuación, se van a analizar todos los mapas directamente relacionados con la cartografía del terreno que afectan a la carretera CV-345.

Zonas vulnerables por nitratos:

El análisis de este punto es muy importante, puesto que los acuíferos de Valencia están amenazados por la existencia de nitratos, de hecho, tras realizar un informe de los acuíferos de las zonas colindantes a la carretera, se verifica la presencia de plaguicidas. Esto es debido, a la presencia de campos de cultivos en la zona, en los que se emplean productos de fumigación contra plagas y bichos para que no perjudique las cosechas. Como se puede ver en el mapa que se muestra a continuación, aproximadamente la mitad del tramo está de color naranja, lo que significa que es una zona vulnerable subterránea. Y la otra parte de la carretera no presenta problemas de acuíferos subterráneos vulnerables.

Toda esta información es de gran importancia a la hora de clasificar los suelos según el PG-3.

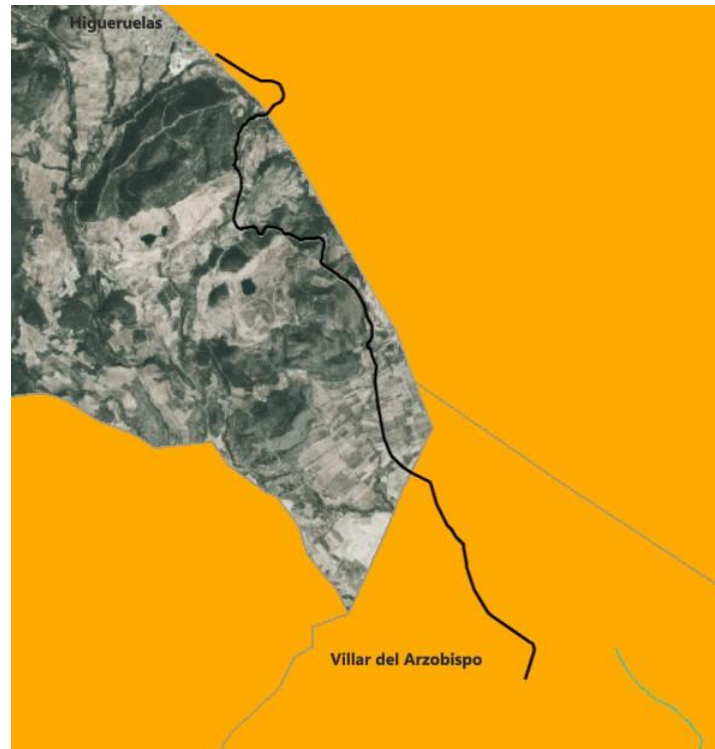


Figura 34. Mapa de zonas vulnerables por nitratos. Fuente, Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana

Espacios protegidos:

Tras analizar el mapa proporcionado por el Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana de los espacios protegidos, se puede concluir que no existe ningún espacio protegido próximo a la carretera de estudio, como se puede ver en la figura de abajo, por lo que, a la hora de realizar la propuesta de mejora del trazado, este aspecto no será un factor limitante.

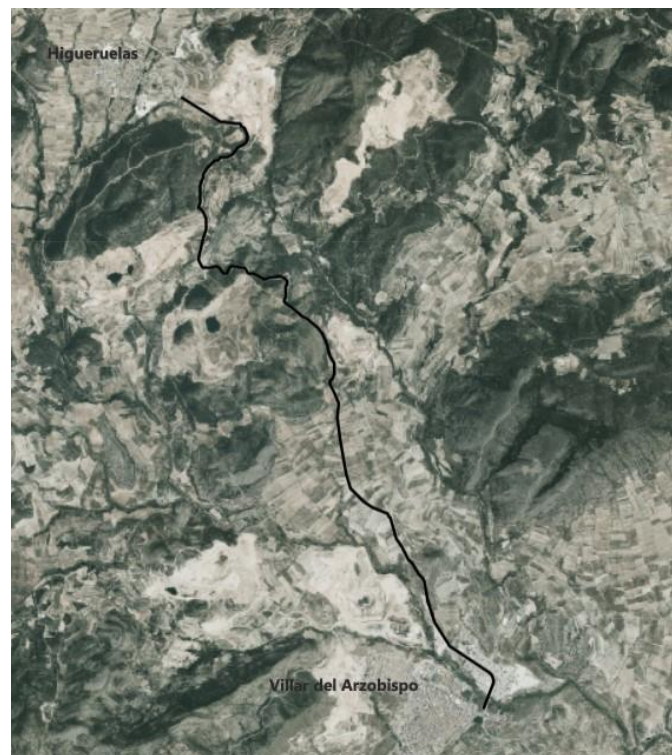


Figura 35. Mapa de los espacios protegidos. Fuente, Visor de Cartográfico de la Genralitat Valenciana



6. PROPUESTA DE MEJORA

Efectuado el análisis del estado actual de la carretera, en el cual se ha visto la problemática existente de la misma, se realizará la propuesta de mejora que consistirá en plantear una solución a los problemas de la carretera CV-345 del PK 10+500 hasta el PK 19+000. Para ello, en primer lugar, se dará una alternativa del diseño del trazado teniendo en consideración la Norma 3.1-IC, Trazado. Y para ello, se presentará una nueva alternativa de trazado en planta y alzado y su coordinación, acorde a la norma. Seguidamente, se facilitará la alternativa de mejora del firme y pavimento de la calzada teniendo en cuenta las limitaciones del estudio del tráfico, así como su demanda de tráfico. Finalmente, para garantizar una buena conservación y mantenimiento del firme se mejorarán las obras de drenaje pertinentes de la calzada para realizar una correcta evacuación del agua.

6.1 TRAZADO DE LA CARRETERA

6.1.1 Mejora del trazado en planta

En lo que se refiere a este apartado, uno de los principales problemas a resolver es la falta de visibilidad del tramo a partir del punto kilométrico 15+383 aproximadamente. Esto sumado al incumplimiento del trazado en planta según la Norma 3.1-IC, Trazado, en cuanto a las longitudes de rectas mínimas, cosecución de radios, radios mínimos y parámetros mínimos de las clotoides.

Inicialmente se partió con la idea de realizar un tramo con una velocidad de proyecto de 60 km/h, ya que la mayor parte de la carretera tiene curvas con buena visibilidad, salvo las curvas comprendidas entre los PK 3+860 y PK 5+926, donde la velocidad de proyecto pasa a ser de 50 km/h, siendo la mínima admisible en el tramo, y por tanto descartando esa opción.

A continuación se muestra tres razones por las cuales no se ha podido implantar una velocidad de proyecto de 60km/h.

La primera de ellas se puede apreciar en la curva 3, ver en la Figura 36, en la que el trazado de la misma pasa por encima del barranco, lo que supondría un mayor coste al tener que realizar un relleno y estabilización del terreno, por tanto, descartando su construcción por el excesivo movimiento de tierras y su incremento en el presupuesto.

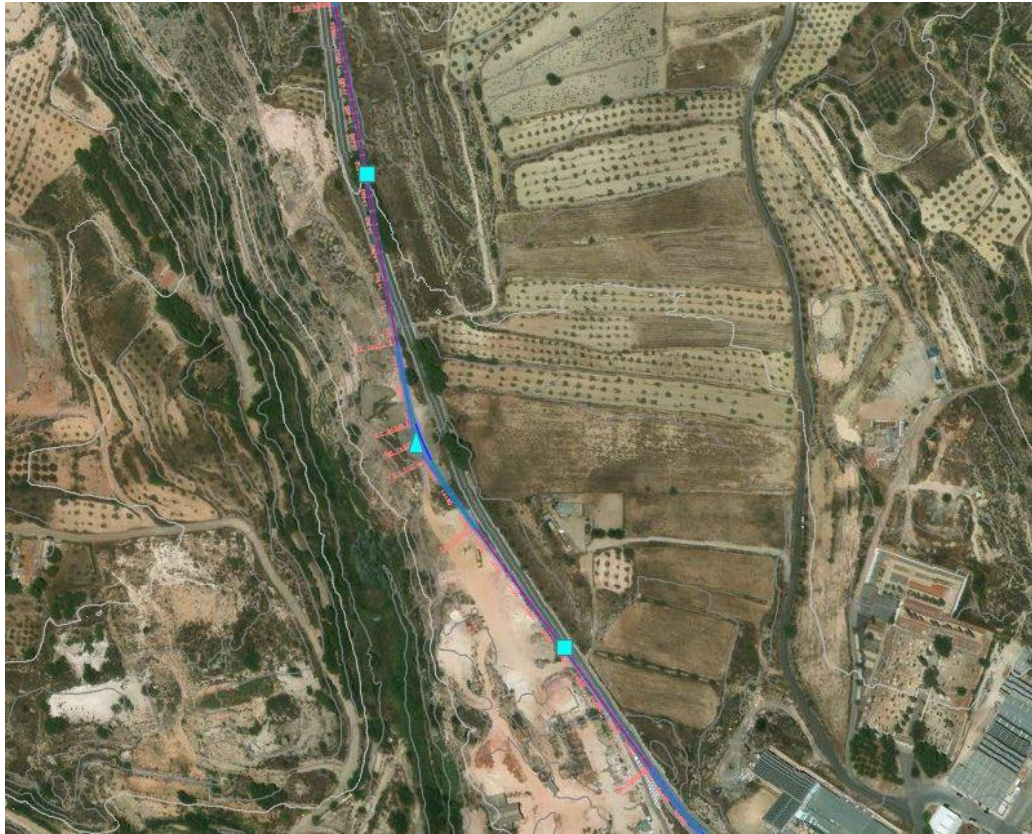


Figura 36. Propuesta de trazado en planta, curva 3. Fuente, CIVIL 3D

En segundo lugar, el trazado de la curva 11 de la propuesta pasa muy cerca de dos edificaciones, como se puede ver en la Figura 37, siendo significativamente distinto al trazado original. Su implantación supondría un coste elevado del presente proyecto, debido a las expropiaciones de las viviendas, al movimiento de tierras a realizar y la construcción de una obra de drenaje transversal totalmente nueva en la vaguada existente.

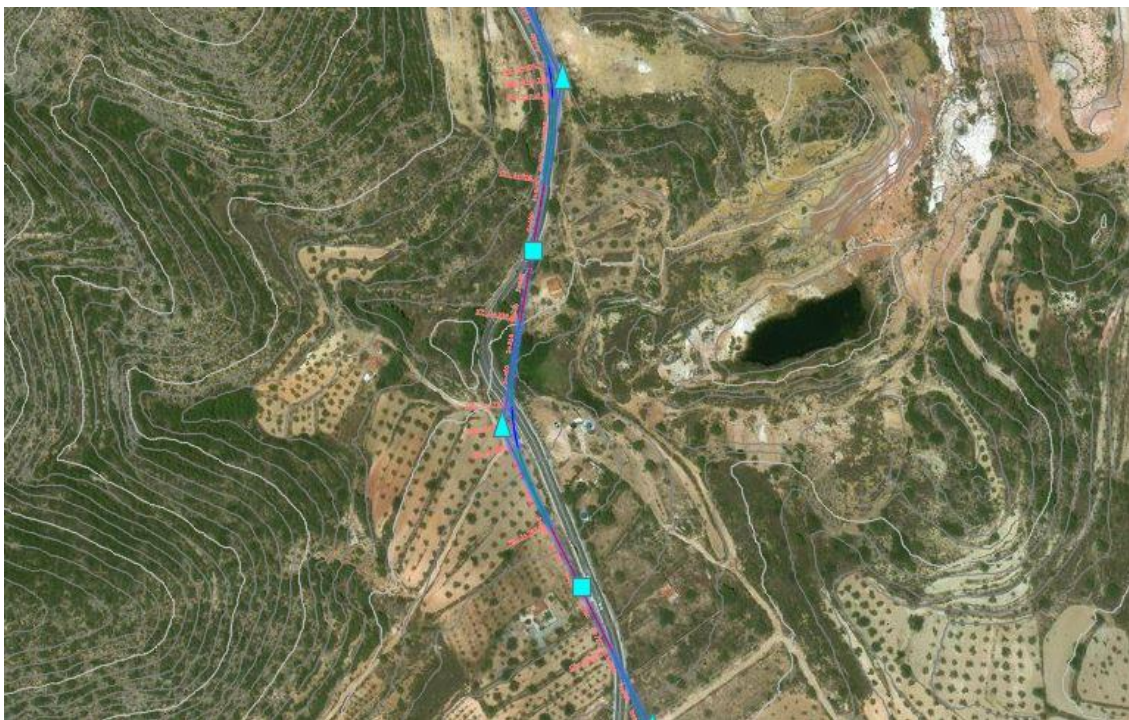


Figura 37. Propuesta de trazado en planta, curva 11. Fuente, CIVIL 3D.

Y en tercer lugar, las curvas 14, 15 y 16 de la propuesta, también tiene la misma problemática, discurre por un trazado completamente diferente al original, ver Figura 38, lo que implica tener que realizar un excesivo movimiento de tierras, elevando el coste de ejecución de la calzada. Por lo que, no es viable realizar un trazado para una velocidad de proyecto de 60 km/h, ya se pretende aprovechar en la medida de lo posible, la calzada existente.

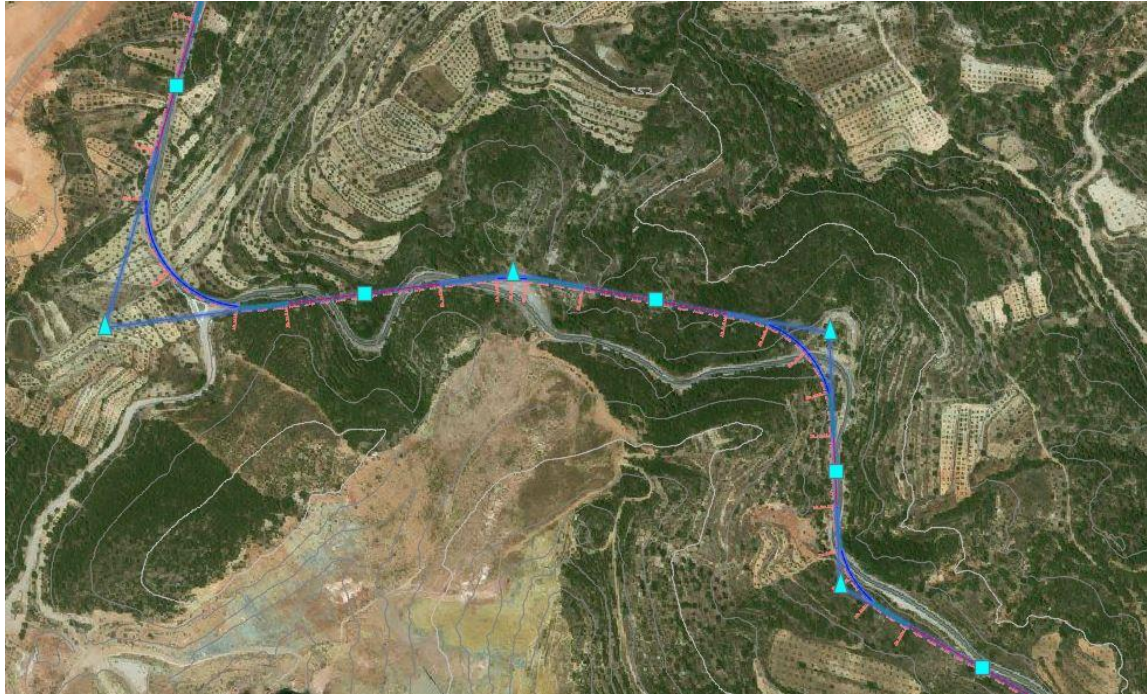


Figura 38. Propuesta de trazado en planta, curvas 14, 15 y 16. Fuente, CIVIL 3D.

Una vez expuesto los motivos anteriores, se comprueba que es más adecuado realizar un trazado con una velocidad de proyecto de 50 km/h, ya que se ajusta más al trazado original de la carretera CV-345 y se consigue reducir los costes de ejecución. Como se persigue circular por un trazado que garantice una seguridad óptima al conductor, los parámetros que deben cumplir los elementos analizados en el trazado en planta del presente tramo de estudios, son:

- Longitud mínima de recta tipo S: 69.5 metros
- Longitud mínima de recta tipo C: 139 metros
- Longitud máxima: 835 metros
- Radio mínimo: 85 metros
- Parámetro mínimo (A_{min}) de la clotoide, en función del radio
- Longitud mínima (L_{min}) de la clotoide, en función de radio

La propuesta consiste en realizar un cambio en el trazado de la carretera, con el fin de que toda ella cumpla los parámetros citados anteriormente conforme a la normativa. Y para ello, se procede a extraer el Estado de Alineaciones de Civil 3D (ver Tabla 10, el resto se puede ver en el Apéndice 3) con el fin de realizar las comprobaciones pertinentes en planta, como se ha realizado anteriormente.

Nº Elem.	Tipo element	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+283.69m	283.685m		
2	Clotoide	0+283.69m	0+333.39m	49.706m		65.000m
3	Curva	0+333.39m	0+393.47m	60.080m	85.000m	
4	Clotoide	0+393.47m	0+443.18m	49.706m		65.000m
5	Recta	0+443.18m	0+828.88m	385.701m		
6	Clotoide	0+828.88m	0+886.90m	58.026m		105.000m
7	Curva	0+886.90m	0+907.14m	20.236m	190.000m	
8	Clotoide	0+907.14m	0+965.17m	58.026m		105.000m
9	Recta	0+965.17m	1+119.15m	153.982m		
10	Clotoide	1+119.15m	1+172.93m	53.778m		110.000m
11	Curva	1+172.93m	1+173.06m	0.137m	225.000m	
12	Clotoide	1+173.06m	1+226.84m	53.778m		110.000m
13	Recta	1+226.84m	1+366.67m	139.826m		
14	Clotoide	1+366.67m	1+434.49m	67.823m		145.000m
15	Curva	1+434.49m	1+434.50m	0.013m	310.000m	
16	Clotoide	1+434.50m	1+502.33m	67.823m		145.000m
17	Recta	1+502.33m	1+575.05m	72.728m		
18	Clotoide	1+575.05m	1+622.00m	46.944m		65.000m
19	Curva	1+622.00m	1+626.73m	4.736m	90.000m	
20	Clotoide	1+626.73m	1+673.68m	46.944m		65.000m
21	Recta	1+673.68m	1+905.73m	232.049m		
22	Clotoide	1+905.73m	1+978.87m	73.143m		160.000m
23	Curva	1+978.87m	2+048.33m	69.456m	350.000m	
24	Clotoide	2+048.33m	2+121.47m	73.143m		160.000m
25	Recta	2+121.47m	2+290.96m	169.494m		

Tabla 10. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 2+290.96m. Fuente, elaboración propia

Se han eliminado curvas innecesarias de manera que se cumplan todas las longitudes mínimas de las rectas (pasando de 70 curvas a tan solo 23). Se ha conseguido que todas las curvas sean simétricas, es decir, que la clotoide de entrada y de salida tengan el mismo parámetro, así como la misma longitud, y por tanto consiguiendo que sean superiores al mínimo establecido. Tras haber modificado algunos radios y haber simplificado las curvas, la carretera se ha convertido en una carretera con velocidad de proyecto de 50 km/h, debido a que todos los radios existentes en el nuevo trazado son superiores a 85 metros. Con ello, se consigue también que cumpla la consecución de radios, dicho de otro modo, que no haya gran diferencia entre el radio de una curva con la siguiente y con la anterior.

El cumplimiento de las limitaciones anteriores, se recoge en Tabla 76 y 77 del Apéndice 3, Trazado de la propuesta, así como la representación de diagrama de curvaturas resultante (ver Figura 61) como información complementaria.

Para conseguir el resultado final de la propuesta, se ha realizado un estudio de soluciones para cada una de las curvas que componen el trazado actual de la carretera, asegurando el cumplimiento de la normativa, y si no fuese así, modificando hasta conseguir su cumplimiento ó en su caso, eliminando las que fuesen necesario. Además, cabe considerar que todas las acciones que se han llevado a cabo en la edición del trazado, han sido siempre respetando el trazado original, sobre todo en aquellos puntos de cruces, accesos a viviendas, campos de cultivo, canteras entre otros, y sobretodo evitando pasar por las edificaciones existentes.

A continuación se detalla los procedimientos seguidos en la edición del trazado:

Las curvas número 1 se decide eliminar, ya que no cumple con los parametros mínimos de las clotoides al tener un radio de curvatura muy grande (radio de 620 metros) y a demás se consigue adaptar eltrazado al actual, mejorando la visibilidad, como se puede ver en la siguiente figura:



Figura 39. Situación actual y propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

En lo que respecta a las curvas número 7, 8, 10 y 11 se decide eliminarlas, ya que se hace muy complejo adaptarlas a la normativa en cuanto a los parámetros mínimos de las clotoides y longitud mínimas de rectas, y eliminándolas se consigue tal fin, aunque el trazado se desvía ligeramente del actual, como se puede ver en la figura siguiente:



Figura 40. Situación actual y propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

Las curvas número 13, 14 y 16, se eliminan puesto que no cumplen con los parámetros mínimos de las clotoides ni las longitudes mínimas de las rectas. Al aliminarlas, el trazado no se desvía significativamente de la carretera actual, salvo cuando se suprime las curvas 13 y 14 que se desvían un poco pero a la vez se consigue una mejor trazabilidad, como se observa en la figura siguiente:



Figura 41. Situación actual y propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

En lo referente a las curvas número 18, 20 y 22 se eliminan, debido a que se hace muy complejo adaptarlas a la normativa. No cumple con los parámetros mínimos de las clotoides ni con las longitudes mínimas de las rectas. Tras eliminarlas, el trazado no cambia mucho en comparación al actual, como se refleja en la figura siguiente:



Figura 42. Situación actual y propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

Las curvas número 24, 25, 27, 28, 29, 30 y 31 se han eliminado por no cumplir con los parámetros mínimos de las clotoides y las longitudes mínimas de las rectas, ya que las curvas están muy concentradas. Eliminándolas,

se consigue el cumplimiento de la norma y además el trazado no se desvía mucho del tramo actual, como se aprecia en la siguiente figura:

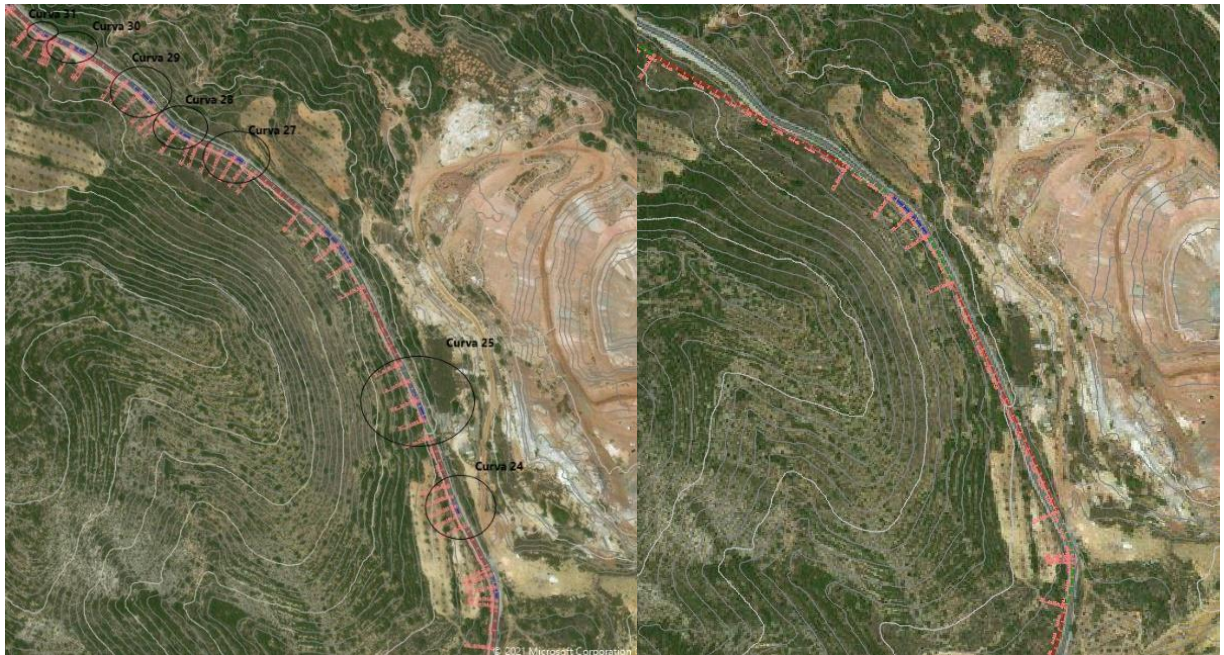


Figura 43. Situación actual y propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

Las siguientes curvas número 33, 34, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47 y 48 se han eliminado para lograr simplificar el trazado debido a la concentración de curvas en pocos kilómetros. Dichas curvas no cumplen con las especificaciones de la normativa vigente en cuanto al cumplimiento de los parámetros mínimos de las clotoides y longitud mínima de las rectas, llegando en algunos casos a no disponer de rectas intermedias. También se da el incumplimiento de la consecución de radios en las curvas 41, 42, 43 y 44, y eliminándolas junto al resto de curvas mencionadas anteriormente se consigue suavizar el trazado sin alterar demasiado el trazado actual y por tanto, garantizando el cumplimiento de la norma. Las figuras siguientes reflejan la problemática citada anteriormente y la solución planteada, respectivamente.

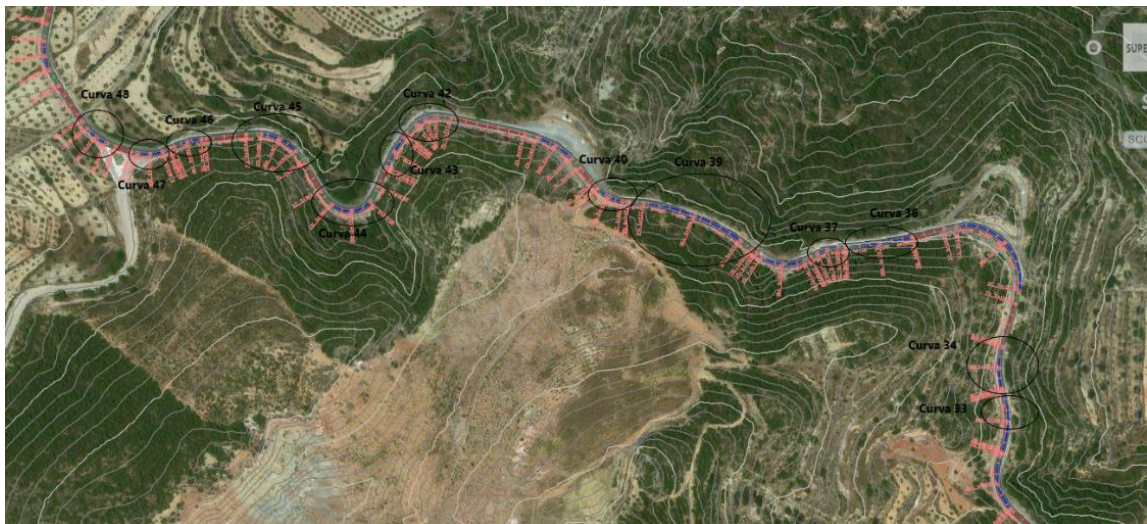


Figura 44. Situación actual del trazado. Fuente Civil 3D

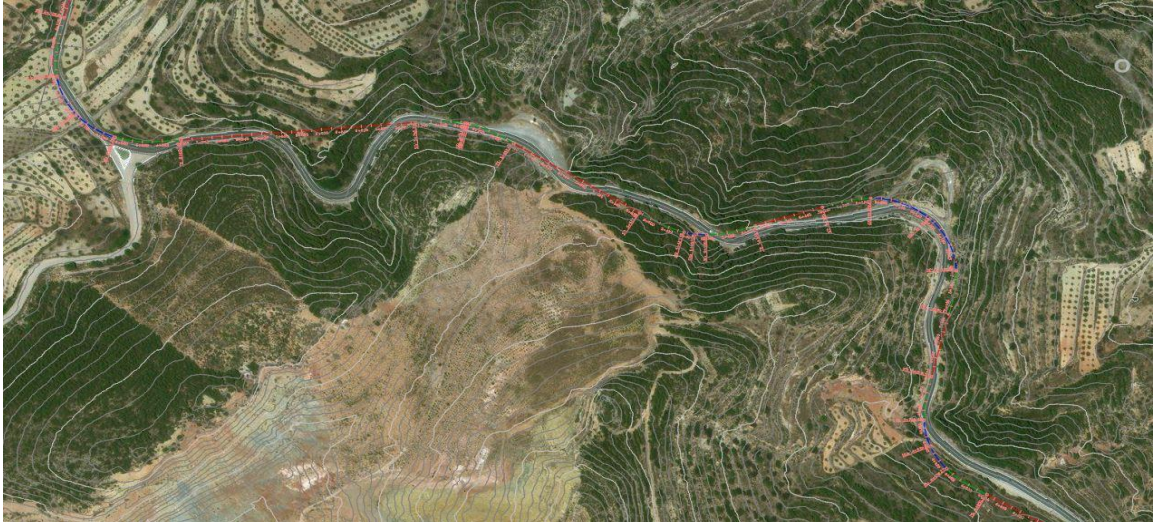


Figura 45. Propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

Las curvas número 50, 52, 53, 54, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63 y 64 se han decidido eliminarlas, ya que no cumplen con los parámetros mínimos de las clotoides y las longitud mínima de las rectas, en algunos casos no se dispone de recta intermedia, establecidos por la Norma 3.1-IC. Mencionar que la curva 50 se elimina por tener un radio elevado y al quitarla se adapta perfectamente al trazado actual. Por otro lado, las curvas 52 y 53 no cumplen tampoco con la consecución de radios y al suprimirlas, junto con las demás curvas citadas anteriormente se logra simplificar el trazado. Con esto se gana en visibilidad y comodidad, y así anticiparse en la toma de decisiones por parte de los usuarios, como se puede apreciar en la siguiente figura:

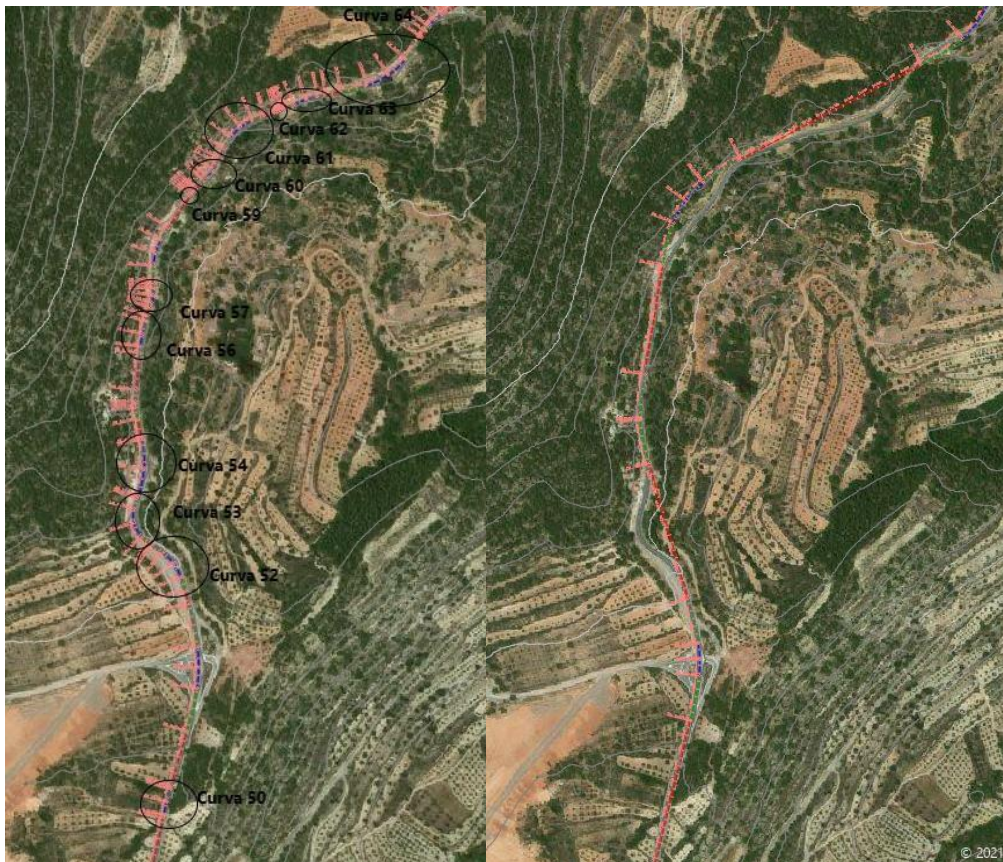


Figura 46. Situación actual y propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

Respecto a las curvas número 65, 66, 68 y 69 de la parte final del tramo, se han eliminado para cumplir con las normativa vigente. Estas curvas, no cumplen con los parámetros mínimos de las clotoides ni las longitud mínima de las rectas, salvo la recta comprendida entre la curva 68 y 69 que cumple con la longitud mínima de recta, pero se procede a eliminarla por mejorar la trazabilidad y visibilidad. Además el nuevo trazado no se desvía mucho, salvo en la entrada y salida de la curva 22 de la propuesta del trazado, Como se aprecia en la figura siguiente:



Figura 47. Situación actual y propuesta del trazado. Fuente, Civil 3D

La curva 2, se mantiene, pero cambiando el radio a 85 metros para que se adapte mejor al trazado actual y cumpla con los parámetros mínimos de las clotoides, siendo el valor del parámetro A de 65 metros y la longitud de la clotoide de 49.71 metros (ver Figura 38). Por otra parte, la consecución de radios y longitud mínima de recta sigue cumpliéndose.

La curva 3, se mantiene, pero cambiando el radio a 190 metros para que así se adapte mejor al trazado actual y cumpla con los parámetros mínimos de las clotoides, pasando a ser el valor del parámetro A de 105 metros y longitud de 58.03 metros (ver Figura 38). La longitud de recta mínima y consecución de radios sigue cumpliendo con la normativa.

La curva 4, se mantiene, pero cambiando el radio a 225 metros para que así se adapte mejor al trazado existente y cumpla con los parámetros mínimos de las clotoides (parámetro A de 110 metros y longitud de la clotoide de 53.78 metros). En cuanto a la consecución de radios y longitud mínima de recta, se continua garantizando el cumplimiento de la norma (ver Figura 38).

La curva 5, se mantiene, pero modificando el radio a 310 metros con el fin de que se adapte mejor al trazado original y se verifique el cumplimiento de los parámetros mínimos de las clotoides, dónde el valor del parámetro A es de 145 metros y longitud de la clotoide de 67.82 metros. Del mismo modo, se sigue cumpliendo con la longitud mínima de recta requerida y la cosecución de radios (ver Figura 38).

La curva 6, se mantiene, pero cambiando el radio a 90 metros, consiguiendo que el trazado se adapte mejor al trazado existente, y a su vez cumpla con las exigencias de los parámetros mínimos de las clotoides, cuyos valores son de 65 metros y 46.94 metros para el parámetro A y la longitud de la clotoide, respectivamente. La consecución de radios y la longitud mínima de recta sigue cumpliendo con la norma. Se puede apreciar en la siguiente Figura 39, el desplazamiento del vertice de la curva en sentido creciente a Higuieruelas para el cumplimiento de los elementos anteriores.

La curva 9, se mantiene, modificando el radio a 350 metros para obtener una curva más abierta que brinde mejor visibilidad, desviándose un poco del trazado actual, y cumpliendo con las exigencias de los parámetros de las clotoides. Para ello, se ha desplazado el vertice en sentido creciente a Higuieruelas (ver Figura 39).

La curva 12, se mantiene sin modificar su radio (85 metros), pero sí es necesario rectificar los parámetros mínimos de las clotoides para el cumplimiento de la norma. También se verifica el cumplimiento de la consecución de radios y longitud mínima de recta (ver figura 39).

La curva 15, se modifica el radio a 190 metros y se desplaza el vértice en sentido decreciente a Villar del Arzobispo, devrándose un poco del trazado actual para lograr una mejor visibilidad (ver Figura 40). Por lo que, se logra cumplir con la normativa vigente (parámetros de la clotoides, longitud mínima de recta y consecución de radios).

La curva 17, se mantiene pero modificando el radio a 550 metros y desplazando ligeramente el vértice en sentido creciente a Higuieruelas, adaptándose sin desviarse demasiado del trazado actual (ver Figura 40). Con esto, se logra el cumplimiento de la normativa vigente, en relación a los parámetros de las clotoides, longitud mínima de recta y consecución de radios.

La curva 19, se modifica el radio a 130 metros para adaptarse lo máximo posible al trazado actual, y así garantizar el cumplimiento de los parámetros de las clotoides, longitud mínima de recta y consecución de radios. Es importante citar que el nuevo trazado al paso de la curva 19 y 21, se traza respetando las dos edificaciones, localizadas en la margen izquierda y derecha en sentido creciente (ver figura 41).

La curva 21, se modifica el radio a 85 metros y se desplaza el vértice en sentido decreciente a Villar del Arzobispo para ajustarse lo máximo posible a la alineación actual (ver Figura 41), consiguiendo el cumplimiento de la normativa en relación a los parámetros de las clotoides, longitud mínima de recta y consecución de radios. Ocurre lo mismo que en el caso de la curva 19, el trazado se realiza respetando las edificaciones de la zona.

La curva 23, se mantiene, modificando el radio a 85 metros y logrando no desviarse mucho del trazado actual, al desplazar ligeramente el vértice en sentido creciente. Con ello se cumple la normativa en relación a los parámetros de las clotoides, longitud de recta y consecución de radios (ver Figura 42).

La curva 26, no se elimina, pero se modifica el radio a 190 metros y los parámetros de las clotoides, longitud de recta y consecución de radios, garantizando el cumplimiento de la Norma 3.1-IC. Además, el trazado nuevo no se desvía del actual (ver Figura 42).

La curva 32, se modifica el radio a 85 metros y se desplaza el vértice en sentido decreciente a Villar del Arzobispo para conseguir una curva más amplia, pero sin variar mucho el trazado actual. Con esto se logra cumplir con las exigencias de la Norma 3.1-IC (ver Figura 43 y 44).

La curva 35, se mantiene pero cambiando el radio a 85 metros y desplazando el vértice para lograr una curva más abierta y con buena visibilidad, aunque esto supone desviarse un poco del trazado actual. Con esto, se asegura el cumplimiento de los parámetros de las clotoides, longitud de rectas y consecución de radios. Al disponer de una curva más abierta se mejora trazabilidad por la misma (ver Figura 43 y 44).

Las curvas 38 y 41, se mantiene pero cambiando el radio a 85 metros y así lograr suavizar el trazado ante la problemática de la concentración de curvas en pocos metros. Con esto también se alcanza el cumplimiento de los parámetros mínimos de las clotoides, longitud de rectas y consecución de radios (ver Figura 43 y 44).

La curva 49, se mantiene pero modificando el radio a 85 metros y desplazando el vértice en sentido decreciente a Villar del Arzobispo, para adaptarla mejor al trazado existente y mejorar trazabilidad de la misma. Se consigue el cumplimiento de la norma vigente en cuanto a los parámetros de las clotoides, longitud de rectas y consecución de radios (ver Figura 43 y 44).

La curva 51, no requiere ninguna modificación, ya que cumple con las exigencias de la norma. Además, se trata del mismo trazado que el actual (ver Figura 45).

Las curvas 55 y 57, se mantienen pero modificando el radio a 130 metros y desplazando los vértices para conseguir un trazado más suave, respetando en lo posible el trazado actual. Y con ello, también se da el cumplimiento de las restricciones de la norma, parámetros de las clotoides, longitud de rectas y consecución de radios (ver Figura 45).

La curva 67, se mantiene, modificando el radio a 130 metros y desplazando el vértice en sentido decreciente a Villar del Arzobispo, consiguiendo una curva más amplia, sin desviarse demasiado del trazado actual (ver Figura 46). Además se asegura el cumplimiento de la Norma 3.1-IC, de los parámetros de las clotoides, longitud de rectas y consecución de radios.

La curva 70, (última curva del tramo de estudio) se modifica el radio a 190 metros y se mueve el vértice en sentido decreciente para no desviarse, en la medida de lo posible, del trazado existente. Como se puede ver en la Figura 46, el trazado queda más simple y transitable.

6.1.2 Mejora del trazado en alzado

En lo referente al alzado, se han simplificado acuerdos innecesarios, con el fin de obtener una circulación más cómoda a lo largo del tramo de estudio. Además, se han ajustado todas las pendientes dentro de los márgenes excepcionales de la Norma 3.1-IC, Trazado, puesto que el desnivel desde el punto kilométrico inicial y final supera los 300 metros. Por último, la longitud de los acuerdos se ha ajustado de manera que cumpla con la normativa vigente.

Para el trazado en alzado, los parámetros que se debe cumplir para conseguir que el conductor circule sin sensaciones de cambios bruscos entre los elementos, son:

- Longitud mínima de la rasante: 138.89 metros
- Longitud máxima de la rasante: 3000 metros
- Inclinación máxima excepcional: 10%
- Inclinación mínima excepcional: 0.2%
- Longitud mínima de acuerdo: 50 metros
- Kv mínimo en los acuerdos convexos: 450 metros
- Kv mínimo en los acuerdos cóncavos: 1160 metros

Visto el Estado de Rasantes resultante (ver Tabla 11), se observa una gran reducción de los acuerdos verticales, pasando de un total de 89 a tan solo 11 acuerdos. Las longitudes de las rasantes cumplen en su totalidad, como se puede ver en la Tabla 79 del Apéndice 4, donde no ocurre lo mismo es en el tramo actual que manifiesta el incumplimiento de 81 rasantes de un total de 90 que no llegan al mínimo exigido, como se vió en apartado 4.2.2.2.1 Comprobación de rasantes. Cabe citar que la primera rasante (Figura 48) no cumple con la longitud mínima, pero esta vendrá precedida por otra rasante anterior que se completará a la misma. Respecto a las restricciones de las pendientes, se ha conseguido el cumplimiento de todas ellas, corrigiendo las 32 inclinaciones de las rasantes que no cumplieran, gracias al nuevo trazado propuesto que es diferente al original. Por último, al igual que las limitaciones anteriores, se consigue también el cumplimiento de los parámetros mínimos de las curvas de acuerdo vertical, donde se ha pasado de 55 acuerdos que no cumplieran con la norma a un total de 0, esto es debido principalmente al cambio del trazado existente por otro, ya que no era viable adaptarse al original.

Los resultados del cumplimiento de los elementos mencionados anteriormente se recogen en la Tabla 79 del Apéndice 4. En el mismo apéndice se puede ver la representación del perfil longitudinal (ver Figura 62) como información complementaria para su mejor entendimiento.

Nº elem.	Tipo Alin.	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Elevación		Valor K
					inicial	Inclinación	
1	Rasante	0+000.00m	0+063.01m	63.014m	495.434m	-6.37%	1165
	Cóncavo	0+063.01m	0+215.49m	152.475m	491.419m		
2	Rasante	0+215.49m	0+409.90m	194.409m	491.680m	6.72%	885
	Convexo	0+409.90m	0+466.98m	57.086m	504.735m		
3	Rasante	0+466.98m	0+955.24m	488.259m	506.727m	0.26%	9570
	Cóncavo	0+955.24m	1+333.39m	378.150m	508.019m		
4	Rasante	1+333.39m	1+590.73m	257.334m	516.492m	4.22%	3250
	Convexo	1+590.73m	1+768.54m	177.815m	527.341m		
5	Rasante	1+768.54m	1+931.81m	163.264m	529.974m	-1.26%	3200
	Cóncavo	1+931.81m	2+074.30m	142.494m	527.925m		
6	Rasante	2+074.30m	2+861.92m	787.616m	529.309m	3.20%	4550
	Cóncavo	2+861.92m	2+995.04m	133.118m	554.496m		
7	Rasante	2+995.04m	4+604.94m	1609.906m	560.700m	6.12%	8250
	Convexo	4+604.94m	5+041.42m	436.475m	659.283m		
8	Rasante	5+041.42m	5+676.07m	634.653m	674.464m	0.83%	9150
	Cóncavo	5+676.07m	5+969.65m	293.580m	679.750m		
9	Rasante	5+969.65m	6+592.05m	622.399m	686.905m	4.04%	3000
	Cóncavo	6+592.05m	6+745.96m	153.914m	712.059m		
10	Rasante	6+745.96m	7+022.85m	276.887m	722.228m	9.17%	3900
	Convexo	7+022.85m	7+279.96m	257.110m	747.623m		
11	Rasante	7+279.96m	7+842.70m	562.743m	762.730m	2.58%	1680
	Convexo	7+842.70m	7+935.49m	92.791m	777.245m		
	Rasante	7+935.49m	8+394.00m	458.504m	777.076m	-2.94%	

Tabla 11. Estado de Rasantes. Fuente, Civil 3D

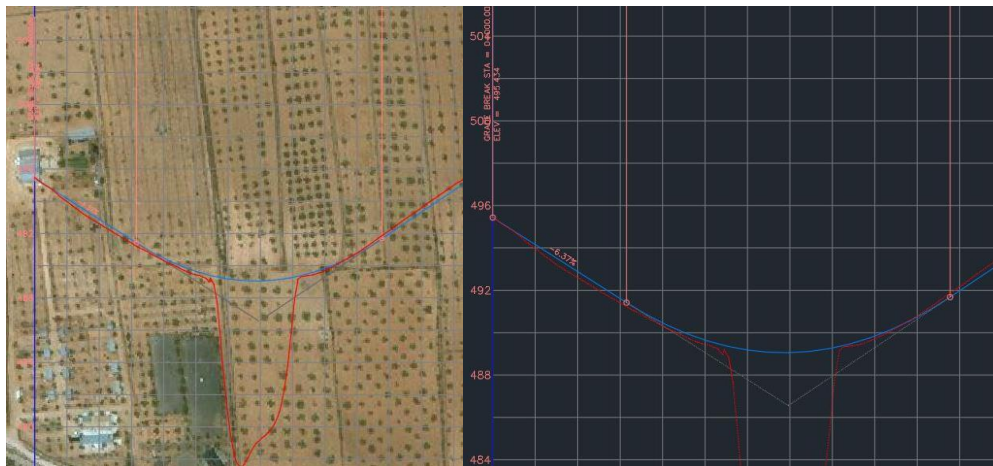


Figura 48. Primera rasante y acuedo vertical de propuesta de mejora. Fuente, Civil 3D

En definitiva, para realizar el nuevo trazado en alzado, se ha partido de cero, eliminando por completo el trazado existente, puesto que la superficie del terreno ha variado considerablemente y por tanto, no se puede adaptarse al original. Cabe citar que el trazado de la propuesta se ha realizado lo más ajustado posible al perfil del terreno para evitar los movimientos de tierra innecesarios, tanto para la formación de terraplenes como desmontes que supondrían un incremento considerable en el presupuesto del proyecto.

En las figuras siguientes se puede ver algunos ejemplos de como ha variado el trazado actual respecto al nuevo trazado:

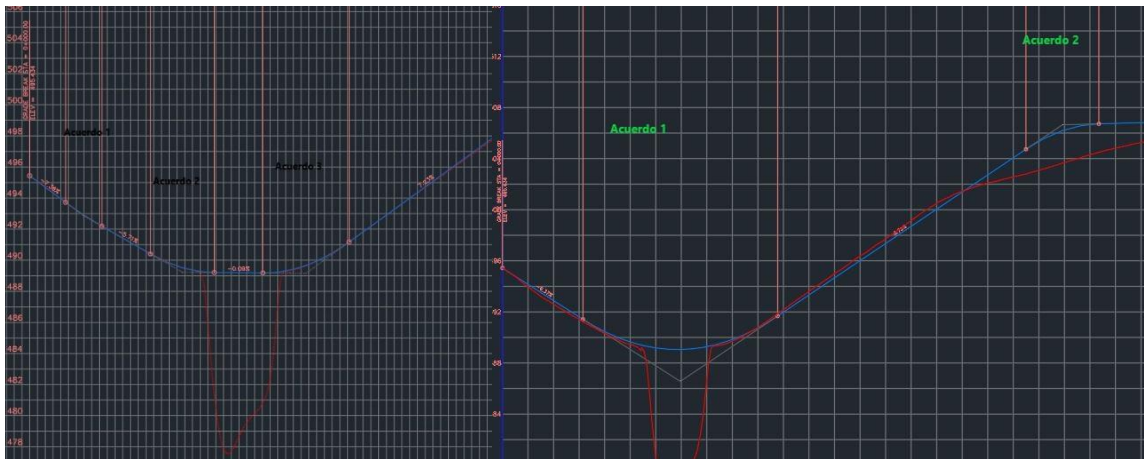


Figura 49. Situación actual y propuesta de la rasante. Fuente, Civil 3D

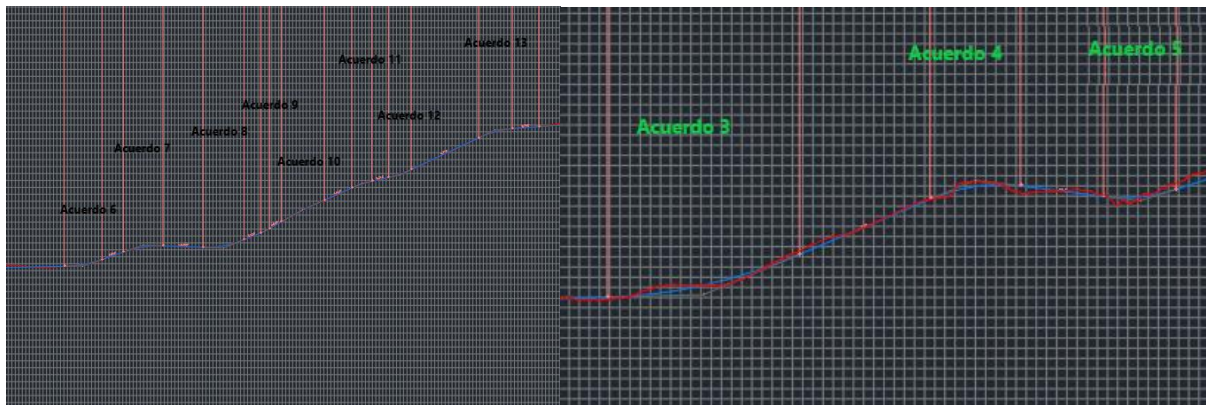


Figura 50. Situación actual y propuesta de la rasante. Fuente, Civil 3D

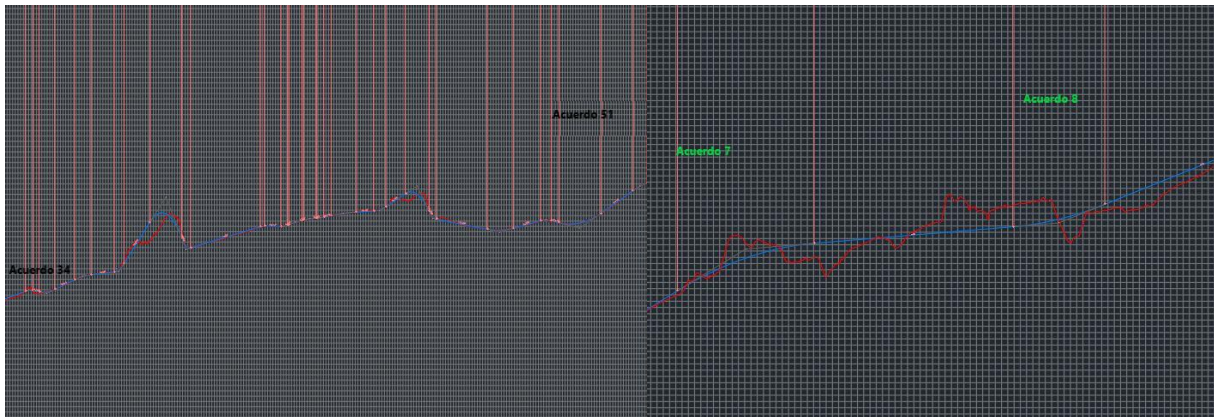


Figura 51. Situación actual y propuesta de la rasante. Fuente, Civil 3D

6.1.3 Coordinación planta-alzado

Del mismo modo, se ha realizado la coordinación planta-alzado para que el usuario pueda circular por ella en condiciones de comodidad y seguridad. La coordinación se consigue de manera que los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta

y lo más alejados posible del punto de radio infinito. Con todo esto se pretende mejorar la visibilidad de la carretera.

Tras seguir el mismo planteamiento realizado en el apartado 4.2 Análisis del trazado para el tramo actual, se comprueba que todos los acuerdos verticales cumplen con las condiciones de coordinación. Cabe recordar que en el tramo actual se tenía un total de 32 acuerdos que no están en coordinación con la planta, pero en este caso, con la propuesta del nuevo trazado ha sido posible conseguir dichas limitaciones.

Como viene siendo habitual, los resultado de las comprobaciones se recogen en los apéndices, que para este caso, se corresponde a la Tabla 80 del Apéndice 4. Además, se ha realizado un representación conjunta del diagrama de curvaturas y perfil longitudinal (ver Figura 63) para una mejor interpretación del los resultados.

Se concluye que la propuesta realizada, garantiza la coordinación planta-alzado, consiguiendo el objetivo de transmitir al usuario la circulación por la presente carretera en condiciones de comodidad y seguridad.

6.2 FIRMES Y PAVIMENTO

En lo que compete a este apartado, se centrará en la elección del firme más adecuado para el nuevo trazado de la carretera de estudio, y para ello se recurrirá a las bases de la normativa del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obra de Carreteras y Puentes (PG-3).

Dicha norma divide la superestructura de una carretera en explanada y firme, que a su vez se divide en base y pavimento. La explanada es la parte sobre la que apoya el firme y este último es el encargado de resistir las acciones de tráfico. Por otra parte, la base es la que soporta las presiones transmitidas por los vehículos y la que se encarga de repartir equitativamente dichas presiones a la explanada, y la subbase proporciona una capa de apoyo uniforme a la base.

Antes de nada, es necesario clasificar el suelo sobre el que se va ejecutar la carretera para su posible mejora si procede. En el caso de la carretera CV-345, su traza discurre fundamentalmente por dos unidades geotécnicas, calizas y arcillas y areniscas, es decir, se asienta sobre roca según el “Acondicionamiento de la CV-345 (CV-142). Tramo Higuieruelas –Cerro de la Nevera. PK 20+650 a 30+900” y el “Estudio de alternativas para el acondicionamiento de la CV-345 a su paso por los municipios de Higuieruelas y la Yesa (Valencia)”. Siguiendo las directrices del PG-3, este clasifica unicamente los suelos y no las rocas, por lo que no será necesario su aplicación.

En el caso de las explanadas, si es necesario su clasificación, dónde el PG-3 diferencia 3 categorías de explanadas en función del módulo de compresibilidad al segundo ciclo de carga.

TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Tabla 12. Tipo de explanada en función del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga. Fuente, Norma 6.1-IC

Siguiendo los criterios de caracterización geotécnica de los materiales de las fuentes de “Acondicionamiento de la CV-345 (CV-142). Tramo Higuieruelas –Cerro de la Nevera. PK 20+650 a 30+900” y “Estudio de alternativas para el acondicionamiento de la CV-345 a su paso por los municipios de Higuieruelas y la Yesa (Valencia)” y sabiendo que la carretera descansa sobre roca (mayor módulo de compresibilidad), la categoría de la explanada es de tipo E3 conforme a los criterios de clasificación del PG-3. Llegado a este punto, la Norma

6.1-IC, proporciona diversas posibilidades en función del tipo de explanada y el terreno subyacente, como se puede ver en la Tabla 13.

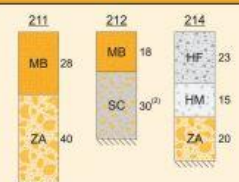
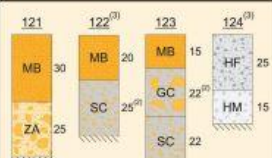
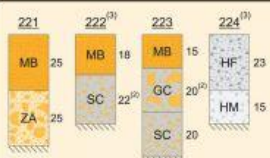
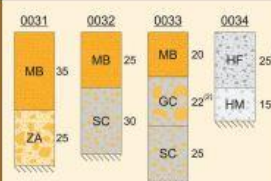
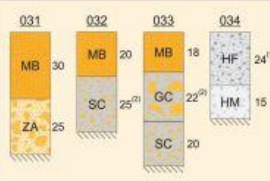
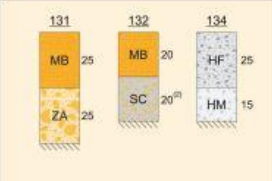
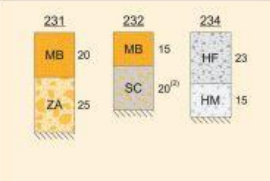
		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)					
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)	
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{cs} \geq 60\text{MPa}$						
	E2 $E_{cs} \geq 120\text{MPa}$						
	E3 $E_{cs} \geq 300\text{MPa}$						

IN	Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)	0	Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)	1	Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)	2	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)	3	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)
S-EST 1	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	S-EST 2	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	S-EST 3	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	HM-20	Homrigón (Art. 610 del PG-3)	tipo de material espesor mínimo en cm suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente	

FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA
 Tabla 13. Formación de la explanada. Fuente, Norma 6.1-IC

Conforme a la tabla anterior, se puede ver que la única posibilidad viable para una categoría de explanada tipo E3 sobre rocas, es la colocación de hormigón en masa de resistencia a compresión simple de 20 MPa (HM-20) con el fin de conseguir una superficie sólida para el apoyo del firme.

A partir de ahora, se procederá a la selección de la sección del firme más adecuada para la presente carretera de estudio. La norma 6.1-IC proporciona una tabla en función del tipo de explanada y de la categoría del tráfico pesado. Para este caso en concreto se tendrá dos tipos de firmes diferenciados según la Intensidad de Tráfico Diaria de pesados (IMDp), obteniendo una tipo T2 para el tramo que inicia en Villar del Arzobispo y finaliza en la CV-341 y asimismo un tipo T31 para el siguiente tramo desde la CV-341 a Higuieruelas como se vió en apartado 4.3 Análisis del estado del firme.

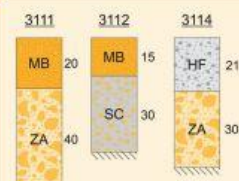
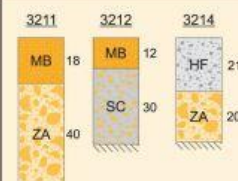
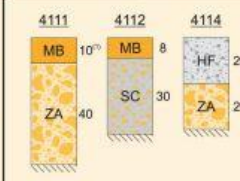
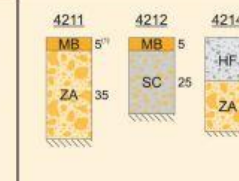
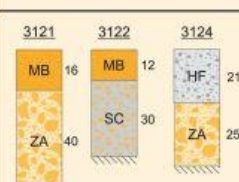
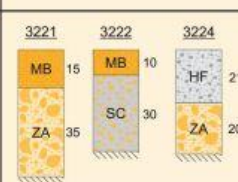
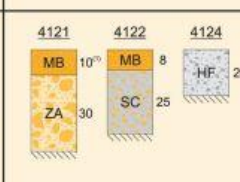
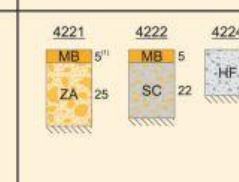
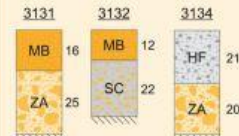
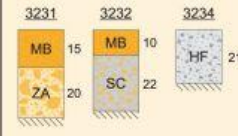

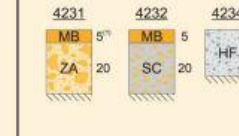
		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				
	E2				
	E3				

MB Mezclas bituminosas
 HF Hormigón de firme
 HM Hormigón magro vibrado
 GC Gravacemiento
 SC Suelocemento
 ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.
 (2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciados de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).
 (3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

Tabla 14. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado de T00 a T2. Fuente, Norma 6.1-IC

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				
	E2				
	E3				

MB Mezclas bituminosas
 HF Hormigón de firme
 SC Suelocemento
 ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciados de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).
Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

Tabla 15. Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado de T31 a T42. Fuente, Norma 6.1-IC

Como se puede ver en la Tabla 14, para el primer caso de la carretera de estudio, existen tres opciones de firmes. Puesto que a la hora de diseñar el firme, se pretende que sea un firme flexible, quedando por tanto, la sección 234 descartada, ya que se trata de un firme rígido por su capacidad portante y estructural. De las dos secciones restantes, se opta por la sección 231, ya que la carretera pertenece a la comarca de Los Serranos, en la cual existen varias canteras de extracción de materiales como pueden ser zahorras, lo que supondría una reducción considerable del coste de la construcción, con respecto al uso del suelocemento. Dicho firme está compuesto por 25 centímetros de zahorras artificiales y 20 centímetros de mezcla bituminosa.

Para el segundo tramo de la carretera (CV-341 a Higuieruelas), se sigue el mismo planteamiento. Por tanto, como se aprecia en la Tabla 15, se tiene tres opciones de firmes existentes, dónde la sección 3134 se descarta por continuar siendo rígida (en menor medida que para el primer caso, ya que tiene 20 centímetros de zahorra artificial) y como la existencia de canteras en la comarca proporciona abundantes materiales entre los cuales están las zahorras artificiales, se elige la sección 3131 frente a la 3132 que dispone de suelocemento. La sección resultante se compone de 25 centímetros de zahorras artificiales y 16 centímetros de mezcla bituminosa.

En cuanto al tipo de mezcla bituminosa a emplear, primero es necesario conocer en qué zona térmica estival se encuentra la carretera de estudio. Como se puede observar en el mapa de la Figura 52, la carretera CV-345 se encuentra en la provincia de Valencia, por lo que se clasifica como una zona media.

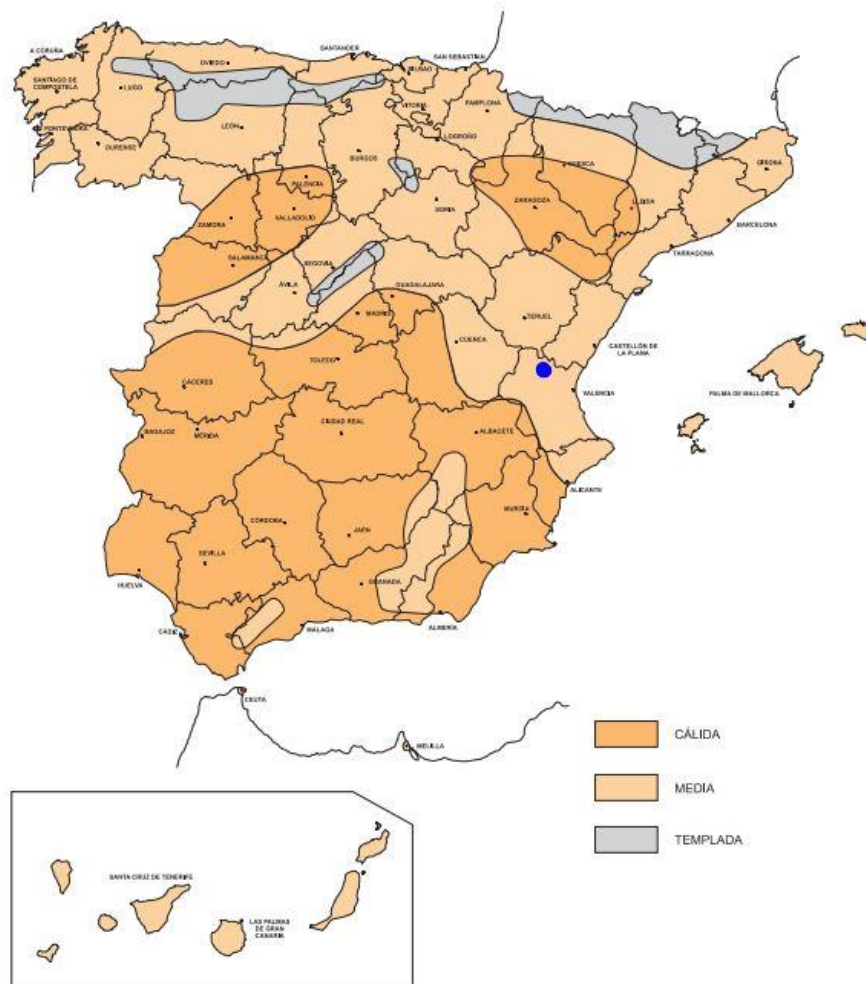


Figura 52. Zonas térmicas estivales. Fuente, Norma 6.1-IC

Como se ha citado anteriormente, la capa del firme, también conocida como mezcla bituminosa está compuesta por la capa de rodadura, capa intermedia (si es necesario) y la base, siendo la de rodadura la más superficial. Estas capas pueden llevar un tipo de ligante bituminoso diferente.

TABLA 542.1.a - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE RODADURA Y SIGUIENTE (*) (Artículos 211 y 212 de este Pliego, y reglamentación específica vigente DGC)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
MEDIA	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60				

Tabla 16. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura intermedia. Fuente, Artículo 542 del PG-3

Para la elección del tipo de mezcla bituminosa a emplear no es necesario diferenciar en dos tramos como se ha hecho anteriormente para la selección de la explanada. Por tanto, para la capa de rodadura y la intermedia se utilizará un tipo de ligante BC50/70 (ver Tabla 16), puesto que se realiza con caucho reciclado, cosa que reduce significativamente el coste y contribuye al medio ambiente. Y para la capa base restante, bajo otras dos como es el caso, se empleará el ligante BC50/70 (ver Tabla 17), por la misma razón descrita anteriormente en las primeras capas.

TABLA 542.1.b - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE BASE, BAJO OTRAS DOS (*) (Artículos 211 y 212 de este Pliego, y reglamentación específica vigente DGC)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70	50/70 BC50/70	
MEDIA			50/70 70/100 BC50/70	
TEMPLADA	50/70 70/100 BC50/70	70/100		

Tabla 17. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa base, bajo otras dos. Fuente, Artículo 542 del PG-3

El siguiente paso es la elección del material y posteriormente el espesor de cada una de las tres capas que constituyen el firme de la carretera, en este caso la mezcla bituminosa en caliente (D, S y G).

TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F		2-3	
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10 ^(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(**) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Tabla 18. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente. Fuente, Norma 6.1-IC

Primeramente se empezará analizar la capa de rodadura, para ello se observa el mapa de las zonas pluviométricas de España de la Norma 6.1-IC (ver mapa de la Figura 53), dónde se puede observar que la carretera se encuentra en una zona poco lluviosa con una precipitación media anual por debajo de los 600 mm, por lo que se descarta el pavimento drenante (PA). También se descarta las mezclas bituminosas discontinuas (M y F) por depender de las condiciones pluviométricas y de la intensidad de circulación por debajo de las exigencias que supone el empleo de dichas mezclas. Por tanto, solo queda la opción de mezcla continua o semidensa (D y S) que va de 5 a 6 centímetros de espesor (ver Tabla 18)

Para la capa intermedia, existe solamente una posibilidad, colocar la capa de mezcla bituminosa continua densa o semidensa (D y S) (ver Tabla 18).

En lo referente a la capa base, al tratarse de una carretera con categoría del tráfico T2 y T31, también existe solo una opción que es la de colocar una mezcla continua semidensa o gruesa (S y G), descartando por tanto, las mezclas bituminosas de alto módulo (MAM), ya que el espesor total de la mezcla bituminosa en caliente no es igual o superior a 25 cm.

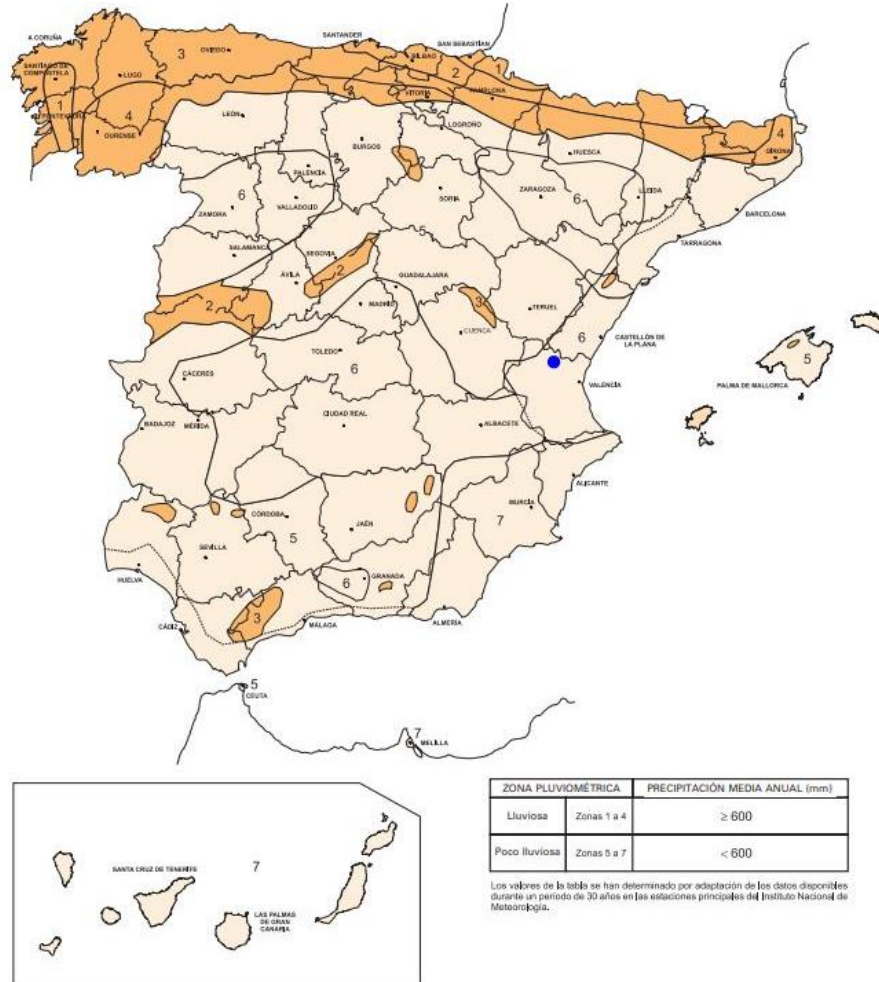


Figura 53. Zonas pluviométricas. Fuente, Norma 6.1-IC

El tipo de mezcla bituminosa a emplear en función del tipo y del espesor de la capa del firme, se definirá de acuerdo con la Tabla 19. Por tanto, para el primer caso se sabe que el espesor del firme total es de 20 centímetros, para el cual se elige la capa de rodadura AC16 surf D con un espesor de 5 centímetros, la capa intermedia AC22 bin S con un espesor de 6 centímetros y una capa base AC22 bin G de 9 centímetros de espesor. Del mismo modo, para la sección 3131 se tiene un espesor total de 16 centímetros, donde se ha elegido una capa de rodadura AC16 surf D con un espesor de 4 centímetros, una capa intermedia AC22 bin S de 5 centímetros de espesor y por último una capa base AC32 base G de 7 centímetros de espesor.

Para la elección del tipo de mezcla se ha seguido criterios prácticos y funcionales conforme a la experiencia del uso de las diferentes mezclas, siendo más adecuadas las elegidas anteriormente.

TABLA 542.9 - TIPO DE MEZCLA EN FUNCIÓN DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 – 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	5-10
BASE	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	7-15
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

Tabla 19. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. Fuente, Artículo 542 del PG-3

En cuanto al tratamiento de las capas del firme, existen tres tipos diferentes de riegos, que se emplaran conforme marca la Norma 6.1 IC Secciones de Firmes. El riego de imprimación, que reposa sobre capas granulares que van a recibir una capa de mezcla bituminosa, riego de adherencia que lo hace sobre capas de materiales tratadas con cemento o capas de mezcla bituminosa que van a recibir una capa de mezcla bituminosa, y por último, el riego de curado, que se coloca sobre capas tratadas con conglomerante hidráulico.

Para el caso de la carretera de estudio (tanto para los dos tramos) , se producen los siguientes riegos: riego de adherencia entre las zahorras y la capa base y riego de imprimación, entre la capa base y la intermedia y entre la capa intermedia y la de rodadura.

Según la Norma 6.1-IC Secciones de Firmes, para arcenes de anchura no superior a 1.25 metros, se prolongará el firme de la calzada adyacente, por razones constructivas. Y para arcenes cuya anchura sea superior a 1.25 metros, el firme dependerá de la categoría de tráfico pesado prevista para la calzada, en este caso una T2 y T31. Por tanto, para la carretera de estudio se dispondrá de una capa de mezcla bituminosa con el mismo espesor que la capa de rodadura del firme, debido a que se trata de una capa continua en caliente. Seguido de este pavimento se dispondrá de zahorra artificial hasta llegar a la explanada.

El resultado de la explanada, junto con la capa del firme se puede ver en las figuras siguientes:

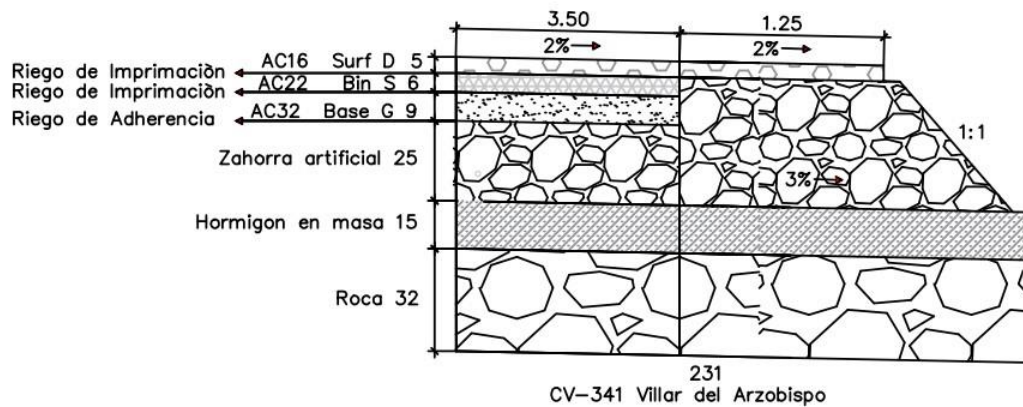


Figura 54. Solución del firme 8 (sección 231), tramo Villar del Arzobispo a CV-341. Fuente, elaboración propia

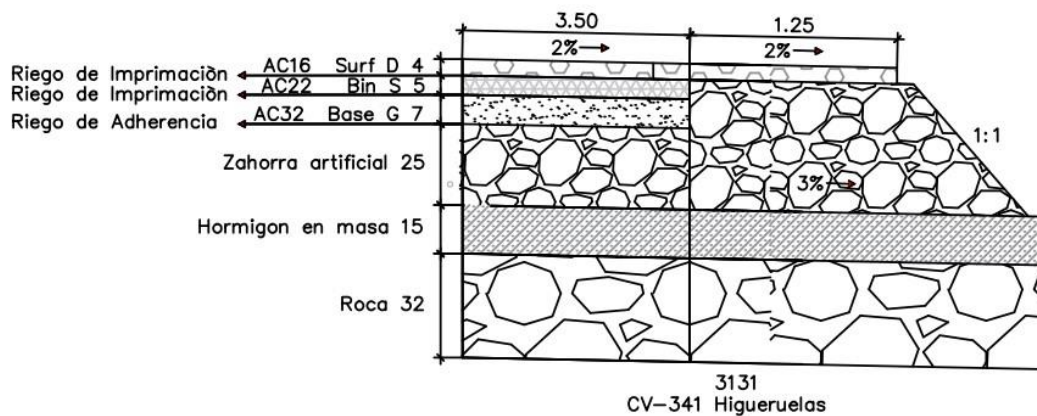


Figura 55. Solución del firme (sección 3131), tramo CV-341 a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia

6.3 OBRAS DE DRENAJE

Una vez definido el nuevo trazado, se prevee la construcción de obras de drenaje donde sea necesario para garantizar la evacuación del agua procedente de los taludes y calzada, y así evitar el deterioro de la infraestructura. Es decir, se dispondrá de obras de drenaje longitudinal que responde con la tipología de cunetas de hormigón convencional y obras de drenaje transversal que responde con la tipología de tubo de sección circular. El criterio seguido perseguirá el aprovechamiento de todas aquellas obras existentes que cumplen con la función drenante.

Se ha visto que la carretera CV-345 (tramo Villar del Arzobispo a Higuieruelas) dispone de cunetas de hormigón entre el talud y la calzada, en la mayor parte del tramo y como obras de drenaje transversal un puente al inicio del tramo y una obra tipo tubo de sección circular en la mitad del tramo aproximadamente.

Las obras a ejecutar se darán sobretodo en los tramos en los cuales el trazado ha cambiado significativamente y por tanto se podrán aprovechar las existentes.

Respecto a las obras de drenaje longitudinal, se ejecutarán en todo el recorrido del nuevo trazado, salvo en aquellas zonas donde el propio terreno realice la función drenante.

Y en cuanto a las obras de drenaje transversal, se aprovechará el puente, ya que el nuevo trazado coincide con el original. Pero no es así, para el resto de ODT, puesto que el nuevo trazado obliga a construir dos obras nuevas que reponde con la tipología de tubo de sección circular, al cambiar el trazado original. Estas últimas se llevarán a cabo en los P.K 3 +940 y P.K 5 +840 (como se detalla en plano adjunto a la memoria), que corresponden a vaguadas, como se puede ver a continuación:



Figura 56. Localización de obra de drenaje transversal en vaguada (P.K 3+940). Fuente, Civil 3D

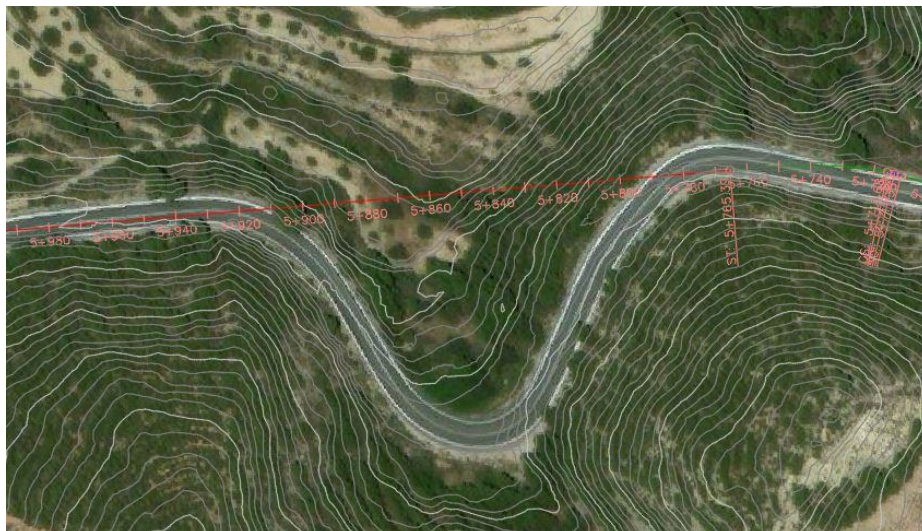


Figura 57. Localización de obra de drenaje transversal en vaguada (P.K 5+840). Fuente, Civil 3D

Con las obras mencionadas anteriormente, junto con el adecuado mantenimiento y conservación de carretera, se conseguirá que el agua pase el menor tiempo posible sobre la calzada, y por tanto, evitando que se produzcan grandes desperfectos y/o deterioro de la calzada. A demás de permitir una circulación más segura y confortable para los usuarios.

7. VALORACIÓN ECONÓMICA

Para realizar la valoración del coste de la propuesta planteada se ha recurrido a la ayuda del programa Civil 3D, en lo referente a los movimientos de tierra necesarios para la construcción del nuevo trazado. Con ello, se ha obtenido la cantidad de tierra, es decir, el volumen total tanto de desmonte como de terraplén ejecutados y a partir de estos datos, se ha realizado la valoración de cada unidad de obra con su pertinente medición, como se refleja en la siguiente tabla:

CÓDIGO	UD.	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
1.1	M2	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos.	96,573.71	0.89 €	85,950.60 €
1.2	M2	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico de 15 cm de espesor medio, con martillo neumático, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.	58,834.23	3.20 €	188,269.54 €
1.3	M3	Excavación no clasificada de la explanación con medios mecánicos o empleo de explosivo, y transporte a lugar de empleo, sin incluir carga y transporte del material resultante a RCD.	450,801.49	4.85 €	2,186,387.23 €
1.4	M3	Terraplén de hormigón en masa, tipo HM-20, en explanada, incluso fabricación, transporte, vertido, vibrado y curado	13,111.63	67.80 €	888,968.51 €
1.5	M3	Subbase granular realizada con zahorra artificial para las zonas de nueva creación de explanada, con una compactación al 100% del P.M., incluido adquisición del material, extensión y humectación	24,710.38	18.50 €	457,142.03 €
1.6	M2	Riego de imprimación C60BF4 IMP (antigua ECI), de capas granulares, con una dotación de 1 kg/m2 incluso barrido y preparación de la superficie. Totalmente terminado	58,834.23	0.50 €	29,417.12 €
1.7	M2	Emulsión asfáltica en riego de adherencia y curado C60B3 ADH (antigua ECR-1), con una dotación de 0.60 kg/m2 incluso barrido y preparación de la superficie. Totalmente terminado.	38,368.25	0.52 €	19,951.49 €
1.8	M2	Aglomerado asfáltico en caliente tipo AC 32 BASE G, con el árido grueso calizo, extendido y compactado, para un tonelaje de aplicación T>= 1000Tm y para una distancia máxima de transporte de 50 km, incluso betún y filler	5,211.03	6.83 €	35,591.33 €
1.9	M2	Aglomerado asfáltico en caliente tipo AC 22 BIN S, con el árido grueso calizo, extendido y compactado, para un tonelaje de aplicación T>= 1000Tm y para una distancia máxima de transporte de 50 km, incluso betún y filler	3,361.95	6.92 €	23,264.69 €
1.1	M2	Aglomerado asfáltico en caliente tipo AC 16 SURF D, con el árido grueso porfídico, extendido y compactado, para un tonelaje de aplicación T>= 1000Tm y para una distancia máxima de transporte de 50 km, incluso betún y filler	3,866.25	6.98 €	26,986.43 €
1.11	ML	Marca vial reflexiva blanca de 10cm de ancho para señalización de borde de carril y de arcén	33,619.56	1.00 €	33,619.56 €
1.12	UD	Señalización	16	162.00 €	2,592.00 €
1.13	UD	Presupuesto para seguridad y salud	1	1,250.00 €	1,250.00 €
				TOTAL	3,979,390.53 €

Tabla 20. Presupuesto de la propuesta de trazado. Fuente, elaboración propia

DESGLOSE PRESUPUESTO	
Total presupuesto de ejecución con material (PEM)	3,979,390.53 €
Gastos generales (13% del PEM)	517,320.77 €
Beneficio industrial (3% del PEM)	119,381.72 €
IVA (21% del precio final)	969,379.53 €
Presupuesto base de licitación (PBL)	5,585,472.54 €

Tabla 21. Desglose del presupuesto de la propuesta de trazado. Fuente, elaboración propia



8. AGRADECIMIENTOS

Dirigido a todas aquellas personas que han formado parte de este proyecto y durante todos estos años de formación. En primer lugar, decir que sin el apoyo y la ayuda de todos ellos, no hubiera sido posible seguir adelante y concluir con este gran reto.

Quiero agradecer a Ana Mará Pérez Zuriaga, por aceptar ser mi tutora y confiar en mí a la hora de realizar esta propuesta. Todas sus aportaciones han sido clave para el desarrollo de esta tarea, aconsejandome por donde enfocar desde el principio.

También agradecer a Javier Camacho Torregrosa, por sus videos en UPV media (que han sido de gran ayuda) y por su tiempo dedicado, que me ha ayudado a solucionar las dudas surgidas con el programa Civil 3D.

Por último, dar enormemente las gracias a mi familia y amigos por confiar en mí, desde el primer momento, con su apoyo incondicional y su comprensión durante todo este largo camino.

Por tanto, solo puedo concluir diciendo, ¡GRACIAS!

9. BIBLIOGRAFÍA

17. Pliegos de prescripciones técnicas generales / ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana.

(s. f.). Recuperado 10 de diciembre de 2020, de <https://www.mitma.gob.es/carreteras/normativa-tecnica/17-pliegos-de-prescripciones-tecnicas-generales>

Apertura del periodo de consultas del expediente de modificación nº7 de las normas subsidiarias de planeamiento de higuieruelas. (s. f.). Recuperado 17 de noviembre de 2020, de

<https://www.higueruela.es/noticias-blog/702-consultas-expediente-modificacion-n7-normas-subsidiarias>

Arcgis web application. (s. f.). Recuperado 29 de noviembre de 2020, de <https://info.igme.es/BD2DMoves/>

Capítulo 4. (s. f.). Recuperado 23 de enero de 2021, de

http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/5_2ic2016/apartados/4.htm

Datos de aforos. Año 2019. (s. f.). Diputació de València. Recuperado 26 de agosto de 2020, de

<https://www.dival.es/es/carreteras/content/datos-de-aforos-ano-2019>

Ficheros microdatos de accidentalidad con víctimas. (s. f.). Recuperado 16 de noviembre de 2020, de

<http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/ficheros-microdatos-accidentalidad/>



Meteorología, Agencia Estatal de. *Resúmenes climatológicos - Página 1 - España - Mensuales - Agencia*

Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España.

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?w=0. Accedido 20 de noviembre de 2020.

Nacional, Instituto Geográfico. «Instituto Geográfico Nacional». Geoportal oficial del Instituto Geográfico Nacional de España, <http://www.ign.es>. Accedido 29 de noviembre de 2020.

Normas subsidiarias de planeamiento. (2017, enero 17). Ayuntamiento de Villar del Arzobispo.

<http://www.villardelarzobispo.es/es/transparencia/normas-subsidiarias-planeamiento>

Planeamiento urbanístico vigente—Generalitat Valenciana. (s. f.). Recuperado 17 de noviembre de 2020, de

<http://politicaterritorial.gva.es/es/web/urbanismo/registro-autonomico-de-instrumentos-de-planeamiento-urbanistico>

Red de carreteras. (s. f.). Diputació de Valencia. Recuperado 24 de agosto de 2020, de

<https://www.dival.es/es/carreteras/content/red-de-carreteras>

Precio en España de m² de Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros,

S.A. http://www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Demoliciones/Firmes_y_pavimentos/Asfalticos/DMF010_Demolicion_de_pavimento_de_aglomera.html#gsc.tab=0. Accedido 19 de diciembre 2020.

10. APÉNDICE

10.1 APÉNDICE 1. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

Estimación de la IMD y porcentaje de pesados para el año 2020

Cálculos relativos a la IMD:

Periodo	Icr. anual acumulativo
2010-2012	1%
2013-2016	1.12%
2017-En adelante	1.44%

Tabla 22. Incrementos anuales acumulativos Orden FOM/3317/2010.

$$IMD, 2020 = IMD, 2018 \times \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2020-2019} = 2930 \text{ vh/d (Villar del Arzobispo a CV-341)}$$

$$IMD, 2020 = IMD, 2018 \times \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2020-2019} = 1172 \text{ vh/d (CV-341 a Higuieruelas)}$$

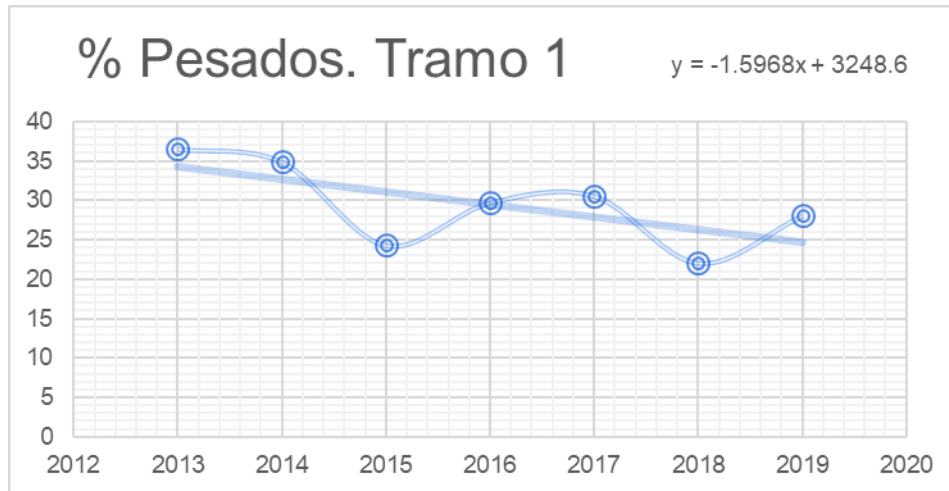
De Villar del Arzobispo (CV-347) a CV-341			
Año	IMD	% Pesados	IMD Pesados
2013	2349	36.53	858
2014	2942	34.88	1026
2015	2927	24.31	712
2016	2751	29.72	818
2017	3014	30.55	921
2018	2633	22.05	581
2019	2888	28.10	812
2020	2930	28.10	823

Tabla 23. Obtención de la IMD y % de pesados a partir de datos Libro de Aforos 2019.

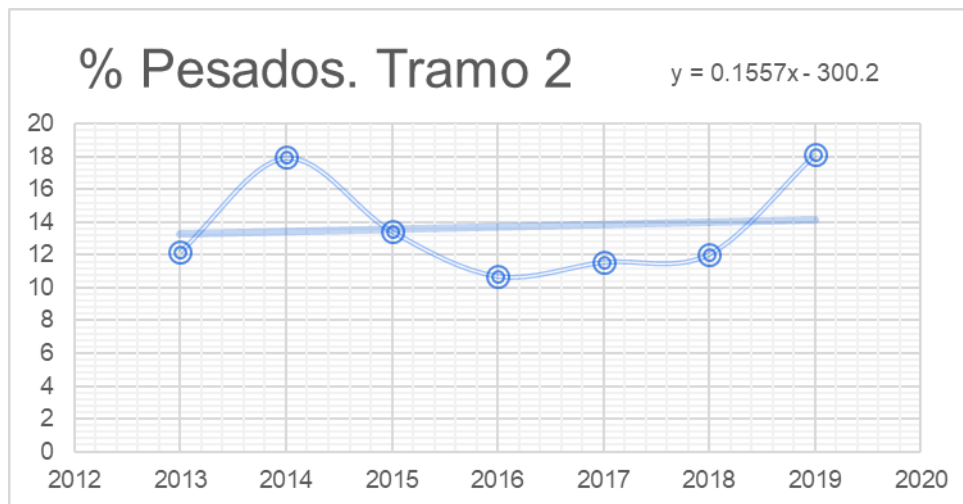
De CV-341 a Higuieruelas			
Año	IMD	% Pesados	IMD Pesados
2013	979	12.16	119
2014	1153	17.95	207
2015	1190	13.45	160
2016	1207	10.69	129
2017	1229	11.55	142
2018	1203	12.05	145
2019	1155	18.18	210
2020	1172	18.18	213

Tabla 24. Obtención de la IMD y % de pesados a partir de datos Libro de Aforos 2019.

Cálculos relativos al porcentaje de pesados:



Gráfica 5. Representación gráfica del porcentaje de pesados. Fuente elaboración propia



Gráfica 6. Representación gráfica del porcentaje de pesados. Fuente elaboración propia

Estimación de la IMD y porcentaje de pesados para el año 2023:

Cálculos relativos a la IMD y porcentaje de pesados:

$$IMD, 2023 = IMD, 2018 \times \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2023-2019} = 3058 \text{ vh/d (Villar del Arzobispo a CV-341)}$$

$$IMD, 2023 = IMD, 2018 \times \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2023-2019} = 1223 \text{ vh/d (CV-341 a Higuieruelas)}$$

De Villar del Arzobispo (CV-347) a CV-341			
Año	IMD	% Pesados	IMD Pesados
2013	2349	36.53	858
2014	2942	34.88	1026
2015	2927	24.31	712
2016	2751	29.72	818
2017	3014	30.55	921
2018	2633	22.05	581
2019	2888	28.10	812
2020	2930	28.10	823
2023	3058	28.10	859

Tabla 25. Obtención de la IMD y % de pesados a partir del datos de Libro de Aforos 2019.

De CV-341 a Higuieruelas			
Año	IMD	% Pesados	IMD Pesados
2013	979	12.16	119
2014	1153	17.95	207
2015	1190	13.45	160
2016	1207	10.69	129
2017	1229	11.55	142
2018	1203	12.05	145
2019	1155	18.18	210
2020	1172	18.18	213
2023	1223	18.18	222

Tabla 26. Obtención de la IMD y % de pesados a partir del datos Libro de Aforos 2019.

Estimación de la IMD y porcentaje de pesados para el año 2043

Cálculos relativos a la IMD y porcentaje de pesados:

$$IMD, 2043 = IMD, 2018 \times \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2043-2019} = 4070 \text{ vh/d (Villar del Arzobispo a CV-341)}$$

$$IMD, 2043 = IMD, 2018 \times \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{2043-2019} = 1628 \text{ vh/d (CV-341 a Higuieruelas)}$$

De Villar del Arzobispo (CV-347) a CV-341			
Año	IMD	% Pesados	IMD Pesados
2013	2349	36.53	858
2014	2942	34.88	1026
2015	2927	24.31	712
2016	2751	29.72	818
2017	3014	30.55	921
2018	2633	22.05	581
2019	2888	28.10	812
2020	2930	28.10	823
2023	3058	28.10	859
2043	4070	28.10	1144

Tabla 27. Obtención de la IMD y % de pesados a partir de datos Libro de Aforos 2019.

De CV-341 a Higuieruelas			
Año	IMD	% Pesados	IMD Pesados
2013	979	12.16	119
2014	1153	17.95	207
2015	1190	13.45	160
2016	1207	10.69	129
2017	1229	11.55	142
2018	1203	12.05	145
2019	1155	18.18	210
2020	1172	18.18	213
2023	1223	18.18	222
2043	1628	18.18	296

Tabla 28. Obtención de la IMD y % de pesados a partir de datos Libro de Aforos 2019.

Estimación de Nivel de Servicio en el año actual (2020)

Procedimiento para el cálculo del PTSF (percent time speed following):

$$PTSF = BPTSF + f_{np,PTSF} \cdot \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right) \quad (1)$$

Donde:

$BPTSF$: Tiempo en cola de base (expresión 1)

$v_{i,PTFS}$: Intensidad de demanda equivalente en ligeros para cada sentido (expresión 1)

$f_{np,PTSF}$: Factor de corrección por no adelantamientos (ver apéndice)

Por lo tanto, se necesita conocer los valores de $BPTSF$, $f_{np,PTSF}$, $v_{d,PTFS}$ y $v_{o,PTFS}$, los cuales se obtienen de la siguiente manera:

$BPTSF$:

$$BPTSF = 100 \cdot (1 - e^{-a \cdot v_d^b}) \quad (2)$$

Donde:

v_d : Intensidad de demanda de vehículos equivalentes para PTSF

a,b: Coeficiente (ver apéndice)

Teniendo en cuenta los parámetros a y b de la siguiente tabla:

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	Coefficient a	Coefficient b
≤200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.870
800	-0.0045	0.833
1,000	-0.0049	0.829
1,200	-0.0054	0.825
1,400	-0.0058	0.821
≥1,600	-0.0062	0.817

Note: Straight-line interpolation of a to the nearest 0.0001 and b to the nearest 0.001 is recommended.

Tabla 29. Coeficientes a y b para el cálculo de PTSF. Fuente Apéndice B del HCM 6.0

$v_{i,PTFS}$:

$$v_{i,PTFS} = \frac{V_i}{f_{g,PTSF} \cdot f_{HV,PTSF}} \quad (3)$$

Donde:

V_i : Volumen de demanda en sentido i (todos los vehículos de cualquier tipo en una hora)

$f_{g,PTSF}$: Factor de corrección por pendiente longitudinal (g :grade). Ver apéndice B.

$f_{HV,PTSF}$: Corrección por vehículos pesados

V_d

Se asume por el tipo de carretera, una descompensación por sentidos 60/40, dónde para la dirección en sentido creciente V_d es de 60% de la IHP (Intensidad Horaria de Proyecto), y para la dirección en sentido decreciente V_o es de 40% de la IHP. Se adopta el valor de la IHP como el 10% de la IMD.

$f_{g,PTSF}$

Considerando para terreno llano, ondulado y pendientes moderadas (descendentes), se obtiene de la siguiente tabla:

Directional Demand Flow Rate, v_{vph} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades		Rolling Terrain
	≤ 100	1.00	
200	1.00		0.80
300	1.00		0.85
400	1.00		0.90
500	1.00		0.96
600	1.00		0.97
700	1.00		0.99
800	1.00		1.00
≥ 900	1.00		1.00

Note: Interpolation to the nearest 0.01 is recommended.

Tabla 30. Valor de $f_{g,PTSF}$ para terreno ondulado. Fuente, Apéndice B del HCM 6.0

Para este caso, se ha tomado referencia un terreno ondulado.

$f_{HV,PTSF}$:

Teniendo en cuenta que la corrección por vehículos pesados depende de la pendiente, así como del porcentaje de pesados, la cuál se determina mediante la siguiente expresión:

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1)} \quad (4)$$

Donde:

P_T : Porcentaje de vehículos pedados (en tanto por uno).

E_T : Ligeros equivalentes para PTSF (ver apéndice B del HCP 6.0)

Del mismo modo, el valor de la E_T se obtiene de la siguiente tabla:

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, v_{veh} (veh/h)	Level and Specific	
		Downgrade	Rolling
Trucks, E_T	≤ 100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥ 900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0

Note: Interpolation in this exhibit is not recommended.

Tabla 31. Valor de E_T para terrenos ondulados. Fuente Apéndice B del HCM 6.0

$f_{np,PTSF}$:

Para el cálculo de $f_{np,PTSF}$ se procederá a realizar una triple interpolación y así obtener el valor de la tabla. Primeramente se interpola según el porcentaje de zonas de no adelantamiento, según los límites de $V=V_d+V_o$ (pc/h). Y posteriormente con dicho valor se calcula el $f_{np,PTSF}$ conforme a los límites establecidos de compensación.

Total Two-Way Flow Rate, $v = v_d + v_o$ (pc/h)	Percent No-Passing Zones					
	0	20	40	60	80	100
<i>Directional Split = 50/50</i>						
≤ 200	9.0	29.2	43.4	49.4	51.0	52.6
400	16.2	41.0	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44.0	44.8	46.6
1,400	12.8	20.0	23.8	26.2	27.4	28.6
2,000	10.0	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2,600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3,200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1
<i>Directional Split = 60/40</i>						
≤ 200	11.0	30.6	41.0	51.2	52.3	53.5
400	14.6	36.1	44.8	53.4	55.0	56.3
600	14.8	36.9	44.0	51.1	52.8	54.6
800	13.6	28.2	33.4	38.6	39.9	41.3
1,400	11.8	18.9	22.1	25.4	26.4	27.3
2,000	9.1	13.5	15.6	16.0	16.8	17.3
2,600	5.9	7.7	8.6	9.6	10.0	10.2

Tabla 32. Valor de $f_{np,PTSF}$. Fuente Apéndice B del HCM 6.0

Por tanto, se concluye que el Nivel de Servicio de la carretera CV-345 de Clase II, es de tipo B para los dos sentidos, según la siguiente tabla:

Nivel de Servicio	Clase I		Clase II	Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	$ATS > 55$	$PTSF \leq 35$	$PTSF \leq 40$	$PFFS > 91,7$
B	$55 > ATS \geq 50$	$50 \geq PTSF > 35$	$40 \geq PTSF > 55$	$91,7 > PFFS \geq 83,3$
C	$50 > ATS \geq 45$	$65 \geq PTSF > 50$	$55 \geq PTSF > 70$	$83,3 > PFFS \geq 75,0$
D	$45 > ATS \geq 40$	$80 \geq PTSF > 65$	$70 \geq PTSF > 85$	$75,0 > PFFS \geq 66,7$
E	$ATS \leq 40$	$PTSF > 80$	$PTSF > 85$	$PFFS \leq 66,7$

Tabla 33. Criterios de Nivel de Servicio. Fuente Apéndice B del HCM 6.0.

A continuación se recoge los resultados obtenidos de los diferentes cálculos realizados en Excel para cada tramo y sentido de circulación, siguiendo los pasos marcados anteriormente.

	IMD (2020)	2930		Nivel de servicio año de puesta en servicio 2020	NIVEL DE SERVICIO	C y B																																																								
23	% pesados	0.23		Estamos en Clase II, por tanto, solo calculamos el PTSF (%)																																																										
	Pesados	676		Para el cálculo de fg,PTSF,i se utiliza el dato de 'Rolling terrain', y para el de ET,i el de 'Rolling'																																																										
PTSF Villar del Arzobispo a CV-341					NIVEL DE SERVICIO	C																																																								
<table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS INICIALES</th></tr> <tr><td>V60</td><td>100</td></tr> <tr><td>IHP</td><td>293</td></tr> <tr><td>PT,d</td><td>0.23</td></tr> <tr><td>V,d</td><td>175.775232</td></tr> <tr><td>V,o</td><td>117.183488</td></tr> <tr><td>vd</td><td>135.2</td></tr> </table>			DATOS INICIALES		V60	100	IHP	293	PT,d	0.23	V,d	175.775232	V,o	117.183488	vd	135.2	Desc. Por sentido 60/40	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo de ET,d</th></tr> <tr><td>V,d</td><td>175.78</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>1.8</td></tr> <tr><td colspan="3">ET,d interpolado</td><td>1.82</td></tr> </table>			Cálculo de ET,d			V,d	175.78	veh/h	Superior	100	1.9	Inferior	200	1.8	ET,d interpolado			1.82	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,d</th></tr> <tr><td>V</td><td>400</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>56.3</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>56.3</td></tr> </table>		Interpolación fnp,PTSF,d			V	400	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	56.3				56.3								
DATOS INICIALES																																																														
V60	100																																																													
IHP	293																																																													
PT,d	0.23																																																													
V,d	175.775232																																																													
V,o	117.183488																																																													
vd	135.2																																																													
Cálculo de ET,d																																																														
V,d	175.78	veh/h																																																												
Superior	100	1.9																																																												
Inferior	200	1.8																																																												
ET,d interpolado			1.82																																																											
Interpolación fnp,PTSF,d																																																														
V	400	pc/h																																																												
Superior	0	0																																																												
Inferior	100	56.3																																																												
			56.3																																																											
<table border="1"> <tr><th colspan="2">CÁLCULOS</th></tr> <tr><td>ET,d</td><td>1.82</td></tr> <tr><td>f_{hv},PTSF,d</td><td>0.84</td></tr> <tr><td>fg,PTSF,d</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>V_d,PTSF</td><td>267.15</td></tr> <tr><td>V_o,PTSF</td><td>190.08</td></tr> <tr><td>fnp,PTSF,d</td><td>55.8</td></tr> <tr><td>a</td><td>-0.00167</td></tr> <tr><td>b</td><td>0.95621</td></tr> <tr><td>BPTSF</td><td>29.46</td></tr> <tr><td>PTSF,d</td><td>62.07</td></tr> </table>			CÁLCULOS		ET,d	1.82	f _{hv} ,PTSF,d	0.84	fg,PTSF,d	0.78	V _d ,PTSF	267.15	V _o ,PTSF	190.08	fnp,PTSF,d	55.8	a	-0.00167	b	0.95621	BPTSF	29.46	PTSF,d	62.07		<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo de fgPTSF,d</th></tr> <tr><td>V,d</td><td>175.78</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>0.8</td></tr> <tr><td colspan="3">fg,ATS,d interpolado</td><td>0.78</td></tr> </table>			Cálculo de fgPTSF,d			V,d	175.78	veh/h	Superior	100	0.73	Inferior	200	0.8	fg,ATS,d interpolado			0.78	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,d</th></tr> <tr><td>V</td><td>600</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>54.6</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>54.6</td></tr> </table>		Interpolación fnp,PTSF,d			V	600	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	54.6				54.6
CÁLCULOS																																																														
ET,d	1.82																																																													
f _{hv} ,PTSF,d	0.84																																																													
fg,PTSF,d	0.78																																																													
V _d ,PTSF	267.15																																																													
V _o ,PTSF	190.08																																																													
fnp,PTSF,d	55.8																																																													
a	-0.00167																																																													
b	0.95621																																																													
BPTSF	29.46																																																													
PTSF,d	62.07																																																													
Cálculo de fgPTSF,d																																																														
V,d	175.78	veh/h																																																												
Superior	100	0.73																																																												
Inferior	200	0.8																																																												
fg,ATS,d interpolado			0.78																																																											
Interpolación fnp,PTSF,d																																																														
V	600	pc/h																																																												
Superior	0	0																																																												
Inferior	100	54.6																																																												
			54.6																																																											
				<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo de fnp,PTSF,d</th><td>457.2</td><td>400<x<600</td></tr> <tr><td>% no puede adelantar</td><td>100</td><td>100.00%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Superior</td><td>400</td><td>56.3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>600</td><td>54.6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">fnp,PTSF,d interpolado</td><td>55.8</td><td></td></tr> </table>			Cálculo de fnp,PTSF,d			457.2	400<x<600	% no puede adelantar	100	100.00%			Superior	400	56.3			Inferior	600	54.6			fnp,PTSF,d interpolado			55.8																																
Cálculo de fnp,PTSF,d			457.2	400<x<600																																																										
% no puede adelantar	100	100.00%																																																												
Superior	400	56.3																																																												
Inferior	600	54.6																																																												
fnp,PTSF,d interpolado			55.8																																																											
				<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo Coeficiente a</th></tr> <tr><td>V,d</td><td>267.15</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>-0.0014</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>400</td><td>-0.0022</td></tr> <tr><td colspan="3">Coeficiente a, interpolado</td><td>-0.00167</td></tr> </table>			Cálculo Coeficiente a			V,d	267.15	veh/h	Superior	200	-0.0014	Inferior	400	-0.0022	Coeficiente a, interpolado			-0.00167																																								
Cálculo Coeficiente a																																																														
V,d	267.15	veh/h																																																												
Superior	200	-0.0014																																																												
Inferior	400	-0.0022																																																												
Coeficiente a, interpolado			-0.00167																																																											
				<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo Coeficiente b</th></tr> <tr><td>V,d</td><td>267.15</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>0.9730</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>400</td><td>0.923</td></tr> <tr><td colspan="3">Coeficiente b, interpolado</td><td>0.95621</td></tr> </table>			Cálculo Coeficiente b			V,d	267.15	veh/h	Superior	200	0.9730	Inferior	400	0.923	Coeficiente b, interpolado			0.95621																																								
Cálculo Coeficiente b																																																														
V,d	267.15	veh/h																																																												
Superior	200	0.9730																																																												
Inferior	400	0.923																																																												
Coeficiente b, interpolado			0.95621																																																											

Tabla 34. Cálculo de PTSF sentido Villar del Arzobispo a CV-341. Fuente, elaboración propia.

PTSF CV-341 a Villar del Arzobispo					NIVEL DE SERVICIO	B																																																								
<table border="1"> <tr><th colspan="2">DATOS INICIALES</th></tr> <tr><td>V60</td><td>100</td></tr> <tr><td>IHP</td><td>293</td></tr> <tr><td>PT,o</td><td>0.231</td></tr> <tr><td>V,d</td><td>175.78</td></tr> <tr><td>V,o</td><td>117.18</td></tr> <tr><td>vd</td><td>135.2344325</td></tr> </table>			DATOS INICIALES		V60	100	IHP	293	PT,o	0.231	V,d	175.78	V,o	117.18	vd	135.2344325		<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo de ET,o</th></tr> <tr><td>V,o</td><td>117.18</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>1.8</td></tr> <tr><td colspan="3">ET,o interpolado</td><td>1.88</td></tr> </table>			Cálculo de ET,o			V,o	117.18	veh/h	Superior	100	1.9	Inferior	200	1.8	ET,o interpolado			1.88	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,o</th></tr> <tr><td>V</td><td>400</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>56.3</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>56.3</td></tr> </table>		Interpolación fnp,PTSF,o			V	400	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	56.3				56.3								
DATOS INICIALES																																																														
V60	100																																																													
IHP	293																																																													
PT,o	0.231																																																													
V,d	175.78																																																													
V,o	117.18																																																													
vd	135.2344325																																																													
Cálculo de ET,o																																																														
V,o	117.18	veh/h																																																												
Superior	100	1.9																																																												
Inferior	200	1.8																																																												
ET,o interpolado			1.88																																																											
Interpolación fnp,PTSF,o																																																														
V	400	pc/h																																																												
Superior	0	0																																																												
Inferior	100	56.3																																																												
			56.3																																																											
<table border="1"> <tr><th colspan="2">CÁLCULOS</th></tr> <tr><td>ET,o</td><td>1.88</td></tr> <tr><td>f_{hv},PTSF,o</td><td>0.83</td></tr> <tr><td>fg,PTSF,o</td><td>0.74</td></tr> <tr><td>V_d,PTSF</td><td>267.15</td></tr> <tr><td>V_o,PTSF</td><td>190.08</td></tr> <tr><td>fnp,PTSF,o</td><td>55.8</td></tr> <tr><td>a</td><td>-0.00140</td></tr> <tr><td>b</td><td>0.97300</td></tr> <tr><td>BPTSF</td><td>20.62</td></tr> <tr><td>PTSF,o</td><td>53.23</td></tr> </table>			CÁLCULOS		ET,o	1.88	f _{hv} ,PTSF,o	0.83	fg,PTSF,o	0.74	V _d ,PTSF	267.15	V _o ,PTSF	190.08	fnp,PTSF,o	55.8	a	-0.00140	b	0.97300	BPTSF	20.62	PTSF,o	53.23		<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo de fgPTSF,o</th></tr> <tr><td>V,o</td><td>117.18</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>0.8</td></tr> <tr><td colspan="3">fg,ATS,d interpolado</td><td>0.74</td></tr> </table>			Cálculo de fgPTSF,o			V,o	117.18	veh/h	Superior	100	0.73	Inferior	200	0.8	fg,ATS,d interpolado			0.74	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,o</th></tr> <tr><td>V</td><td>600</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>54.6</td></tr> <tr><td colspan="3"></td><td>54.6</td></tr> </table>		Interpolación fnp,PTSF,o			V	600	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	54.6				54.6
CÁLCULOS																																																														
ET,o	1.88																																																													
f _{hv} ,PTSF,o	0.83																																																													
fg,PTSF,o	0.74																																																													
V _d ,PTSF	267.15																																																													
V _o ,PTSF	190.08																																																													
fnp,PTSF,o	55.8																																																													
a	-0.00140																																																													
b	0.97300																																																													
BPTSF	20.62																																																													
PTSF,o	53.23																																																													
Cálculo de fgPTSF,o																																																														
V,o	117.18	veh/h																																																												
Superior	100	0.73																																																												
Inferior	200	0.8																																																												
fg,ATS,d interpolado			0.74																																																											
Interpolación fnp,PTSF,o																																																														
V	600	pc/h																																																												
Superior	0	0																																																												
Inferior	100	54.6																																																												
			54.6																																																											
				<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo de fnp,PTSF,o</th><td>457.2</td><td>400<x<600</td></tr> <tr><td>% no puede adelantar</td><td>100</td><td>100.00%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Superior</td><td>400</td><td>56.3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>600</td><td>54.6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">fnp,PTSF,o interpolado</td><td>55.8</td><td></td></tr> </table>			Cálculo de fnp,PTSF,o			457.2	400<x<600	% no puede adelantar	100	100.00%			Superior	400	56.3			Inferior	600	54.6			fnp,PTSF,o interpolado			55.8																																
Cálculo de fnp,PTSF,o			457.2	400<x<600																																																										
% no puede adelantar	100	100.00%																																																												
Superior	400	56.3																																																												
Inferior	600	54.6																																																												
fnp,PTSF,o interpolado			55.8																																																											
				<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo Coeficiente a</th></tr> <tr><td>V,d</td><td>190.08</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>-0.0014</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td colspan="3">Coeficiente a, interpolado</td><td>-0.00140</td></tr> </table>			Cálculo Coeficiente a			V,d	190.08	veh/h	Superior	200	-0.0014	Inferior	0	0	Coeficiente a, interpolado			-0.00140																																								
Cálculo Coeficiente a																																																														
V,d	190.08	veh/h																																																												
Superior	200	-0.0014																																																												
Inferior	0	0																																																												
Coeficiente a, interpolado			-0.00140																																																											
				<table border="1"> <tr><th colspan="3">Cálculo Coeficiente b</th></tr> <tr><td>V,d</td><td>190.08</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>0.9730</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td colspan="3">Coeficiente b, interpolado</td><td>0.97300</td></tr> </table>			Cálculo Coeficiente b			V,d	190.08	veh/h	Superior	200	0.9730	Inferior	0	0	Coeficiente b, interpolado			0.97300																																								
Cálculo Coeficiente b																																																														
V,d	190.08	veh/h																																																												
Superior	200	0.9730																																																												
Inferior	0	0																																																												
Coeficiente b, interpolado			0.97300																																																											

Tabla 35. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Villar del Arzobispo. Fuente, elaboración propia.

IMD (2020)		1172	Nivel de servicio año de puesta en servicio 2020		NIVEL DE SERVICIO	B	
14	% pesados	0.14	Estamos en Clase II, por tanto, solo calculamos el PTSF (%)				
	Pesados	168	Para el cálculo de fg,PTSF,i se utiliza el dato de 'Rolling terrain', y para el de ET,i el de 'Rolling'				
PTSF CV-341 a Higuieruelas					NIVEL DE SERVICIO	B	
DATOS INICIALES			Cálculo de ET,d		Interpolación fnp,PTSF,d		
V60	100	Desc. Por sentido 60/40	V,d	70.30 veh/h	V	200 pc/h	
IHP	117.16		Superior	100	1.9	Superior	80 52.3
PT,d	0.14		Inferior	0	0	Inferior	100 53.5
V,d	70.30		ET,d interpolado		1.90	Interpolación fnp,PTSF,d	
V,o	46.87		V,d	70.30 veh/h		V	200 pc/h
vd	135.23	Superior	100	0.73	Superior	0 0	
CÁLCULOS			Inferior	0 0	Inferior	0 0	
ET,d	1.90	fg,ATS,d interpolado		0.73	Cálculo de fnp,PTSF,d 181.2 <= 200		
fhv, PTSF,d	0.89	Superior	100	0.73	% no puede adelantar	82.38 82.38%	
fg, PTSF,d	0.73	Inferior	0	0	Superior	200 52.4	
Vd,PTSF	108.70	Cálculo Coeficiente a			Inferior	0 0.0	
Vo,PTSF	72.47	V,d	108.70 veh/h		fnp,PTSF,d interpolado 52.4		
fnp,PTSF,d	52.44	Superior	200	-0.0014			
a	0.00	Inferior	0	0			
b	0.97	Coeficiente a, interpolado		-0.00140			
BPTSF	12.55	Cálculo Coeficiente b					
PTSF,d	44.01	V,d	108.70 veh/h				
		Superior	200	0.9730			
		Inferior	0	0			
		Coeficiente b, interpolado		0.973			

Tabla 36. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia.

PTSF Higuieruelas a CV-341					NIVEL DE SERVICIO	B	
DATOS INICIALES			Cálculo de ET,o		Interpolación fnp,PTSF,o		
V60	100		V,o	46.86528 veh/h	V	200 pc/h	
IHP	117		Superior	100	1.9	Superior	80 52.3
PT,o	0.14		Inferior	0	0	Inferior	100 53.5
V,d	70.30		ET,o interpolado		1.90	Interpolación fnp,PTSF,o	
V,o	46.87		V,o	46.87 veh/h		V	200 pc/h
vd	135.2344325	Superior	100	0.73	Superior	0 0	
CÁLCULOS			Inferior	0 0	Inferior	0 0	
ET,o	1.90	fg,ATS,d interpolado		0.73	Cálculo de fnp,PTSF,o 181.2 <= 200		
fhv,PTSF,o	0.89	Superior	100	0.73	% no puede adelantar	81.45 81.45%	
fg, PTSF,o	0.73	Inferior	0	0	Superior	200 52.4	
Vd,PTSF	108.70	Cálculo Coeficiente a			Inferior	0 0.0	
Vo,PTSF	72.47	V,d	72.47 veh/h		fnp,PTSF,o interpolado 52.4		
fnp,PTSF,o	52.4	Superior	200	-0.0014			
a	-0.00140	Inferior	0	0			
b	0.97300	Coeficiente a, interpolado		-0.0014			
BPTSF	8.64	Cálculo Coeficiente b					
PTSF,o	40.07	V,d	72.47 veh/h				
		Superior	200	0.973			
		Inferior	0	0			
		Coeficiente b, interpolado		0.97300			

Tabla 37. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia.

Estimación de Nivel de Servicio año de puesta en servicio (2023)

Los resultados obtenidos para el año 2023 de los dos tramos se recogen en las siguientes tablas:

IMD (2023)	3058	Nivel de servicio año de puesta en servicio 2023		NIVEL DE SERVICIO	C y B																																																					
18	% pesados 0.18	Estamos en Clase II, por tanto, solo calculamos el PTSF (%)																																																								
	Pesados 559	Para el cálculo de fg,PTSF,i se utiliza el dato de 'Rolling terrain', y para el de ET,i el de 'Rolling'																																																								
PTSF Villar del Arzobispo a CV-341			NIVEL DE SERVICIO	C																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS INICIALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V60</td><td>100</td></tr> <tr><td>IHP</td><td>306</td></tr> <tr><td>PT,d</td><td>0.18</td></tr> <tr><td>V,d</td><td>183.48</td></tr> <tr><td>V,o</td><td>122.32</td></tr> <tr><td>vd</td><td>150.0</td></tr> </tbody> </table>			DATOS INICIALES		V60	100	IHP	306	PT,d	0.18	V,d	183.48	V,o	122.32	vd	150.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo de ET,d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,d</td><td>183.48</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>ET,d interpolado</td><td>1.82</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Cálculo de ET,d			V,d	183.48	veh/h	Superior	100	1.9	Inferior	200	1.8	ET,d interpolado	1.82		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V</td><td>400</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>56.3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>56.3</td></tr> </tbody> </table>		Interpolación fnp,PTSF,d			V	400	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	56.3			56.3								
DATOS INICIALES																																																										
V60	100																																																									
IHP	306																																																									
PT,d	0.18																																																									
V,d	183.48																																																									
V,o	122.32																																																									
vd	150.0																																																									
Cálculo de ET,d																																																										
V,d	183.48	veh/h																																																								
Superior	100	1.9																																																								
Inferior	200	1.8																																																								
ET,d interpolado	1.82																																																									
Interpolación fnp,PTSF,d																																																										
V	400	pc/h																																																								
Superior	0	0																																																								
Inferior	100	56.3																																																								
		56.3																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CÁLCULOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ET,d</td><td>1.82</td></tr> <tr><td>f_hv, PTSF,d</td><td>0.87</td></tr> <tr><td>fg, PTSF,d</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>V_d,PTSF</td><td>267.43</td></tr> <tr><td>V_o,PTSF</td><td>190.36</td></tr> <tr><td>f_{np},PTSF,d</td><td>55.8</td></tr> <tr><td>a</td><td>-0.00167</td></tr> <tr><td>b</td><td>0.95614</td></tr> <tr><td>BPTSF</td><td>29.49</td></tr> <tr><td>PTSF,d</td><td>62.10</td></tr> </tbody> </table>			CÁLCULOS		ET,d	1.82	f _h v, PTSF,d	0.87	fg, PTSF,d	0.79	V _d ,PTSF	267.43	V _o ,PTSF	190.36	f _{np} ,PTSF,d	55.8	a	-0.00167	b	0.95614	BPTSF	29.49	PTSF,d	62.10	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo de fgPTSF,d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,d</td><td>183.48</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>fg,ATS,d interpolado</td><td>0.79</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Cálculo de fgPTSF,d			V,d	183.48	veh/h	Superior	100	0.73	Inferior	200	0.8	fg,ATS,d interpolado	0.79		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V</td><td>600</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>54.6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>54.6</td></tr> </tbody> </table>		Interpolación fnp,PTSF,d			V	600	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	54.6			54.6
CÁLCULOS																																																										
ET,d	1.82																																																									
f _h v, PTSF,d	0.87																																																									
fg, PTSF,d	0.79																																																									
V _d ,PTSF	267.43																																																									
V _o ,PTSF	190.36																																																									
f _{np} ,PTSF,d	55.8																																																									
a	-0.00167																																																									
b	0.95614																																																									
BPTSF	29.49																																																									
PTSF,d	62.10																																																									
Cálculo de fgPTSF,d																																																										
V,d	183.48	veh/h																																																								
Superior	100	0.73																																																								
Inferior	200	0.8																																																								
fg,ATS,d interpolado	0.79																																																									
Interpolación fnp,PTSF,d																																																										
V	600	pc/h																																																								
Superior	0	0																																																								
Inferior	100	54.6																																																								
		54.6																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo Coeficiente a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,d</td><td>267.43</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>-0.0014</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>400</td><td>-0.0022</td></tr> <tr><td>Coeficiente a, interpolado</td><td>-0.00167</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Cálculo Coeficiente a			V,d	267.43	veh/h	Superior	200	-0.0014	Inferior	400	-0.0022	Coeficiente a, interpolado	-0.00167		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo de fnp,PTSF,d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V</td><td>457.8</td><td>400<x<600</td></tr> <tr><td>% no puede adelantar</td><td>100</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>400</td><td>56.3</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>600</td><td>54.6</td></tr> <tr><td>fnp,PTSF,d interpolado</td><td>55.8</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Cálculo de fnp,PTSF,d			V	457.8	400<x<600	% no puede adelantar	100	100.00%	Superior	400	56.3	Inferior	600	54.6	fnp,PTSF,d interpolado	55.8																						
Cálculo Coeficiente a																																																										
V,d	267.43	veh/h																																																								
Superior	200	-0.0014																																																								
Inferior	400	-0.0022																																																								
Coeficiente a, interpolado	-0.00167																																																									
Cálculo de fnp,PTSF,d																																																										
V	457.8	400<x<600																																																								
% no puede adelantar	100	100.00%																																																								
Superior	400	56.3																																																								
Inferior	600	54.6																																																								
fnp,PTSF,d interpolado	55.8																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo Coeficiente b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,d</td><td>267.43</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>0.9730</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>400</td><td>0.923</td></tr> <tr><td>Coeficiente b, interpolado</td><td>0.95614</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Cálculo Coeficiente b			V,d	267.43	veh/h	Superior	200	0.9730	Inferior	400	0.923	Coeficiente b, interpolado	0.95614																																										
Cálculo Coeficiente b																																																										
V,d	267.43	veh/h																																																								
Superior	200	0.9730																																																								
Inferior	400	0.923																																																								
Coeficiente b, interpolado	0.95614																																																									

Tabla 38. Cálculo de PTSF sentido Villar del Arzobispo a CV-341. Fuente, elaboración propia.

PTSF CV-341 a Villar del Arzobispo			NIVEL DE SERVICIO	B																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS INICIALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V60</td><td>100</td></tr> <tr><td>IHP</td><td>306</td></tr> <tr><td>PT,o</td><td>0.18</td></tr> <tr><td>V,d</td><td>183.48</td></tr> <tr><td>V,o</td><td>122.32</td></tr> <tr><td>vd</td><td>149.9504489</td></tr> </tbody> </table>			DATOS INICIALES		V60	100	IHP	306	PT,o	0.18	V,d	183.48	V,o	122.32	vd	149.9504489	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V</td><td>400</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>56.3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>56.3</td></tr> </tbody> </table>		Interpolación fnp,PTSF,o			V	400	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	56.3			56.3								
DATOS INICIALES																																									
V60	100																																								
IHP	306																																								
PT,o	0.18																																								
V,d	183.48																																								
V,o	122.32																																								
vd	149.9504489																																								
Interpolación fnp,PTSF,o																																									
V	400	pc/h																																							
Superior	0	0																																							
Inferior	100	56.3																																							
		56.3																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CÁLCULOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ET,o</td><td>1.88</td></tr> <tr><td>f_hv,PTSF,o</td><td>0.86</td></tr> <tr><td>fg, PTSF,o</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>V_d,PTSF</td><td>267.43</td></tr> <tr><td>V_o,PTSF</td><td>190.36</td></tr> <tr><td>f_{np},PTSF,o</td><td>55.8</td></tr> <tr><td>a</td><td>-0.00140</td></tr> <tr><td>b</td><td>0.97300</td></tr> <tr><td>BPTSF</td><td>20.65</td></tr> <tr><td>PTSF,o</td><td>53.25</td></tr> </tbody> </table>			CÁLCULOS		ET,o	1.88	f _h v,PTSF,o	0.86	fg, PTSF,o	0.75	V _d ,PTSF	267.43	V _o ,PTSF	190.36	f _{np} ,PTSF,o	55.8	a	-0.00140	b	0.97300	BPTSF	20.65	PTSF,o	53.25	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo de ET,o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,o</td><td>122.32</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>ET,o interpolado</td><td>1.88</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Cálculo de ET,o			V,o	122.32	veh/h	Superior	100	1.9	Inferior	200	1.8	ET,o interpolado	1.88	
CÁLCULOS																																									
ET,o	1.88																																								
f _h v,PTSF,o	0.86																																								
fg, PTSF,o	0.75																																								
V _d ,PTSF	267.43																																								
V _o ,PTSF	190.36																																								
f _{np} ,PTSF,o	55.8																																								
a	-0.00140																																								
b	0.97300																																								
BPTSF	20.65																																								
PTSF,o	53.25																																								
Cálculo de ET,o																																									
V,o	122.32	veh/h																																							
Superior	100	1.9																																							
Inferior	200	1.8																																							
ET,o interpolado	1.88																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo de fgPTSF,o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,o</td><td>122.32</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>100</td><td>0.73</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>200</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>fg,ATS,d interpolado</td><td>0.75</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Cálculo de fgPTSF,o			V,o	122.32	veh/h	Superior	100	0.73	Inferior	200	0.8	fg,ATS,d interpolado	0.75		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Interpolación fnp,PTSF,o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V</td><td>600</td><td>pc/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>100</td><td>54.6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>54.6</td></tr> </tbody> </table>		Interpolación fnp,PTSF,o			V	600	pc/h	Superior	0	0	Inferior	100	54.6			54.6							
Cálculo de fgPTSF,o																																									
V,o	122.32	veh/h																																							
Superior	100	0.73																																							
Inferior	200	0.8																																							
fg,ATS,d interpolado	0.75																																								
Interpolación fnp,PTSF,o																																									
V	600	pc/h																																							
Superior	0	0																																							
Inferior	100	54.6																																							
		54.6																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo Coeficiente a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,d</td><td>190.36</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>-0.0014</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Coeficiente a, interpolado</td><td>-0.00140</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Cálculo Coeficiente a			V,d	190.36	veh/h	Superior	200	-0.0014	Inferior	0	0	Coeficiente a, interpolado	-0.00140		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo de fnp,PTSF,o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V</td><td>457.8</td><td>400<x<600</td></tr> <tr><td>% no puede adelantar</td><td>100</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>400</td><td>56.3</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>600</td><td>54.6</td></tr> <tr><td>fnp,PTSF,o interpolado</td><td>55.8</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Cálculo de fnp,PTSF,o			V	457.8	400<x<600	% no puede adelantar	100	100.00%	Superior	400	56.3	Inferior	600	54.6	fnp,PTSF,o interpolado	55.8					
Cálculo Coeficiente a																																									
V,d	190.36	veh/h																																							
Superior	200	-0.0014																																							
Inferior	0	0																																							
Coeficiente a, interpolado	-0.00140																																								
Cálculo de fnp,PTSF,o																																									
V	457.8	400<x<600																																							
% no puede adelantar	100	100.00%																																							
Superior	400	56.3																																							
Inferior	600	54.6																																							
fnp,PTSF,o interpolado	55.8																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cálculo Coeficiente b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V,d</td><td>190.36</td><td>veh/h</td></tr> <tr><td>Superior</td><td>200</td><td>0.9730</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Coeficiente b, interpolado</td><td>0.97300</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Cálculo Coeficiente b			V,d	190.36	veh/h	Superior	200	0.9730	Inferior	0	0	Coeficiente b, interpolado	0.97300																									
Cálculo Coeficiente b																																									
V,d	190.36	veh/h																																							
Superior	200	0.9730																																							
Inferior	0	0																																							
Coeficiente b, interpolado	0.97300																																								

Tabla 39. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Villar del Arzobispo. Fuente, elaboración propia.

	IMD (2023)	1223		Nivel de servicio año de puesta en servicio 2023	NIVEL DE SERVICIO	B				
15	% pesados	0.15		Estamos en Clase II, por tanto, solo calculamos el PTSF (%)						
	Pesados	181		Para el cálculo de fg,PTSF,i se utiliza el dato de 'Rolling terrain', y para el de ET,i el de 'Rolling'						
PTSF CV-341 a Higuieruelas				NIVEL DE SERVICIO	B					
DATOS INICIALES			Desc. Por sentido 60/40	Cálculo de ET,d		Interpolación fnp,PTSF,d				
V60	100	V,d		73.38	veh/h	V	200	pc/h		
IHP	122.30	Superior		100	1.9	Superior	80	52.3		
PT,d	0.15	Inferior		0	0	Inferior	100	53.5		
V,d	73.38	ET,d interpolado		1.90						
V,o	48.92	Cálculo de fgPTSF,d		V,d	73.38	veh/h	Interpolación fnp,PTSF,d			
vd	149.95	Superior	100	0.73	Superior	0	0	V	200	pc/h
CÁLCULOS		Inferior	0	0	Inferior	0	0	Interpolación fnp,PTSF,d		
ET,d	1.90	fg,ATS,d interpolado	0.73		Cálculo de fnp,PTSF,d		189.8	<= 200		
fhv, PTSF,d	0.88	Cálculo Coeficiente a		V,d	113.89	veh/h	% no puede adelantar	82.38	82.38%	
fg, PTSF,d	0.73	Superior	200	-0.0014	Superior	200	52.4			
Vd,PTSF	113.89	Inferior	0	0	Inferior	0	0.0			
Vo,PTSF	75.93	Coeficiente a, interpolado	-0.00140		fnp,PTSF,d interpolado		52.44			
fnp,PTSF,d	52.44	Cálculo Coeficiente b		V,d	113.89	veh/h				
a	0.00	Superior	200	0.9730	Superior	0	0			
b	0.97	Inferior	0	0	Inferior	0	0			
BPTSF	13.09	Coeficiente b, interpolado	0.973							
PTSF,d	44.56	Cálculo Coeficiente b		V,d	113.89	veh/h				
		Superior	200	0	Superior	0	0			
		Inferior	0	0	Inferior	0	0			
		Coeficiente b, interpolado	0.973							

Tabla 40. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia.

PTSF CV-341 a Villar del Arzobispo				NIVEL DE SERVICIO	B					
DATOS INICIALES				Cálculo de ET,o		Interpolación fnp,PTSF,o				
V60	100	V,o		48.92	veh/h	V	200	pc/h		
IHP	122	Superior		100	1.9	Superior	80	52.3		
PT,o	0.15	Inferior		0	0	Inferior	100	53.5		
V,d	73.38	ET,o interpolado		1.90						
V,o	48.92	Cálculo de fgPTSF,o		V,o	48.92	veh/h	Interpolación fnp,PTSF,o			
vd	149.95	Superior	100	0.73	Superior	0	0	V	200	pc/h
CÁLCULOS		Inferior	0	0	Inferior	0	0	Interpolación fnp,PTSF,o		
ET,o	1.90	fg,ATS,d interpolado	0.73		Cálculo de fnp,PTSF,o		189.8	<= 200		
fhv,PTSF,o	0.88	Cálculo Coeficiente a		V,d	75.93	veh/h	% no puede adelantar	81.45	81.45%	
fg, PTSF,o	0.73	Superior	200	-0.0014	Superior	200	52.4			
Vd,PTSF	113.89	Inferior	0	0	Inferior	0	0.0			
Vo,PTSF	75.93	Coeficiente a, interpolado	-0.0014		fnp,PTSF,o interpolado		52.39			
fnp,PTSF,o	52.4	Cálculo Coeficiente b		V,d	75.93	veh/h				
a	-0.00140	Superior	200	0.973	Superior	0	0			
b	0.97300	Inferior	0	0	Inferior	0	0			
BPTSF	9.02	Coeficiente b, interpolado	0.97300							
PTSF,o	40.46	Cálculo Coeficiente b		V,d	75.93	veh/h				
		Superior	200	0	Superior	0	0			
		Inferior	0	0	Inferior	0	0			
		Coeficiente b, interpolado	0.97300							

Tabla 41. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia.

Estimación de Nivel de Servicio año horizonte (2043)

Los cálculos y resultados pertinentes para el año horizonte se reflejan en las siguientes tablas:

IMD (2043)		4070	Nivel de servicio año horizonte 2043		NIVEL DE SERVICIO	C y B		
-14	% pesados	-0.14	Estamos en Clase II, por tanto, solo calculamos el PTSF (%)					
	Pesados	-556	Para el cálculo de fg,PTSF,i se utiliza el dato de 'Rolling terrain', y para el de ET,i el de 'Rolling'					
PTSF Villar del Arzobispo a CV-341					NIVEL DE SERVICIO	C		
DATOS INICIALES			Cálculo de ET,d			Interpolación fnp,PTSF,d		
V60	100	Desc. Por sentido 60/40	V,d	244.21	veh/h	V	400	pc/h
IHP	407		Superior	200	1.8	Superior	0	0
PT,d	-0.14		Inferior	300	1.7	Inferior	100	56.3
V,d	244.21		ET,d interpolado		1.76			
V,o	162.81		Cálculo de fgPTSF,d			Interpolación fnp,PTSF,d		
vd	277.6		V,d	244.21	veh/h	V	600	pc/h
CÁLCULOS			Superior	200	0.8	Superior	0	0
ET,d	1.76	Inferior	300	0.85	Inferior	100	54.6	
fhv, PTSF,d	1.12	fg,ATS,d interpolado		0.82	Cálculo de fnp,PTSF,d			
fg, PTSF,d	0.82	Cálculo Coeficiente a			452.7			
Vd,PTSF	266.38	V,d	266.38	veh/h	% no puede adelantar	100	100.00%	
Vo,PTSF	186.30	Superior	200	-0.0014	Superior	400	56.3	
fnp,PTSF,d	55.9	Inferior	400	-0.0022	Inferior	600	54.6	
a	-0.00167	Coeficiente a, interpolado		-0.00167	fnp,PTSF,d interpolado			
b	0.95640	Cálculo Coeficiente b			55.85			
BPTSF	29.38	V,d	266.38	veh/h				
PTSF,d	62.24	Superior	200	0.9730				
		Inferior	400	0.923				
		Coeficiente b, interpolado		0.95640				

Tabla 42. Cálculo de PTSF sentido Villar del Arzobispo a CV-341. Fuente, elaboración propia.

PTSF CV-341 a Villar del Arzobispo					NIVEL DE SERVICIO	B		
DATOS INICIALES			Cálculo de ET,o			Interpolación fnp,PTSF,o		
V60	100		V,o	162.81	veh/h	V	400	pc/h
IHP	407		Superior	100	1.9	Superior	0	0
PT,o	-0.14		Inferior	200	1.8	Inferior	100	56.3
V,d	244.21		ET,o interpolado		1.84			
V,o	162.81		Cálculo de fgPTSF,o			Interpolación fnp,PTSF,o		
vd	277.5792731		V,o	162.81	veh/h	V	600	pc/h
CÁLCULOS			Superior	100	0.73	Superior	0	0
ET,o	1.84	Inferior	200	0.8	Inferior	100	54.6	
fhv,PTSF,o	1.13	fg,ATS,d interpolado		0.77	Cálculo de fnp,PTSF,o			
fg, PTSF,o	0.77	Cálculo Coeficiente a			452.7			
Vd,PTSF	266.38	V,d	186.30	veh/h	% no puede adelantar	100	100.00%	
Vo,PTSF	186.30	Superior	200	-0.0014	Superior	400	56.3	
fnp,PTSF,o	55.9	Inferior	0	0	Inferior	600	54.6	
a	-0.00140	Coeficiente a, interpolado		-0.00140	fnp,PTSF,o interpolado			
b	0.97300	Cálculo Coeficiente b			55.9			
BPTSF	20.27	V,d	186.30	veh/h				
PTSF,o	53.13	Superior	200	0.9730				
		Inferior	0	0				
		Coeficiente b, interpolado		0.97300				

Tabla 43. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Villar del Arzobispo. Fuente, elaboración propia.

IMD (2043)		1628	Nivel de servicio año horizonte 2043		NIVEL DE SERVICIO		B		
18	% pesados	0.18	Estamos en Clase II, por tanto, solo calculamos el PTSF (%)						
	Pesados	291	Para el cálculo de fg,PTSF,i se utiliza el dato de 'Rolling terrain', y para el de ET,i el de 'Rolling'						
PTSF CV-341 a Higuieruelas				NIVEL DE SERVICIO		B			
DATOS INICIALES			Cálculo de ET,d		Interpolación fnp,PTSF,d				
V60	100	Desc. Por sentido 60/40	V,d	97.67	veh/h	V	200	pc/h	
IHP	162.78		Superior	100	1.9	Superior	80	52.3	
PT,d	0.18		Inferior	0	0	Inferior	100	53.5	
V,d	97.67		ET,d interpolado	1.90		Interpolación fnp,PTSF,d			
V,o	65.11		V	400	pc/h	Superior	80	55	
vd	277.58		Superior	80	56.3	Inferior	100	55.15	
CÁLCULOS			Cálculo de fgPTSF,d		Cálculo de fnp,PTSF,d				
ET,d	1.90		V,d	97.67	veh/h	V	258.9	200<X<400	
fhv, PTSF,d	0.86		Superior	100	0.73	% no puede adelantar	82.38	82.38%	
fg, PTSF,d	0.73		Inferior	0	0	Superior	200	52.44	
Vd,PTSF	155.34		fg,ATS,d interpolado		0.73		Inferior	400	55.15
Vo,PTSF	103.56		Cálculo Coeficiente a		fnp,PTSF,d interpolado				
fnp,PTSF,d	53.24		V,d	155.34	veh/h	53.2			
a	0.00		Superior	200	-0.0014				
b	0.97		Inferior	0	0				
BPTSF	17.29		Coeficiente a, interpolado		-0.00140				
PTSF,d	49.23		Cálculo Coeficiente b						
			V,d	155.34	veh/h				
			Superior	200	0.9730				
			Inferior	0	0				
			Coeficiente b, interpolado		0.973				

Tabla 44. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia.

PTSF CV-341 a Villar del Arzobispo				NIVEL DE SERVICIO		B			
DATOS INICIALES			Cálculo de ET,o		Interpolación fnp,PTSF,o				
V60	100		V,o	65.11	veh/h	V	200	pc/h	
IHP	163		Superior	100	1.9	Superior	80	52.3	
PT,o	0.18		Inferior	0	0	Inferior	100	53.5	
V,d	97.67		ET,o interpolado	1.90		Interpolación fnp,PTSF,o			
V,o	65.11		V	400	pc/h	Superior	80	55	
vd	277.58		Superior	80	56.3	Inferior	100	55.09	
CÁLCULOS			Cálculo de fgPTSF,o		Cálculo de fnp,PTSF,o				
ET,o	1.90		V,o	65.11	veh/h	V	258.9	200<X<400	
fhv, PTSF,o	0.86		Superior	100	0.73	% no puede adelantar	81.45	81.45%	
fg, PTSF,o	0.73		Inferior	0	0	Superior	200	52.39	
Vd,PTSF	155.34		fg,ATS,d interpolado		0.73		Inferior	400	55.1
Vo,PTSF	103.56		Cálculo Coeficiente a		fnp,PTSF,o interpolado				
fnp,PTSF,o	53.2		V,d	103.56	veh/h	53.2			
a	-0.00140		Superior	200	-0.0014				
b	0.97300		Inferior	0	0				
BPTSF	12.01		Coeficiente a, interpolado		-0.0014				
PTSF,o	43.92		Cálculo Coeficiente b						
			V,d	103.56	veh/h				
			Superior	200	0.973				
			Inferior	0	0				
			Coeficiente b, interpolado		0.97300				

Tabla 45. Cálculo de PTSF sentido CV-341 a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia.

10.2 APÉNDICE 2. ANÁLISIS DEL TRAZADO

Trazado en planta:

Estado de Alineaciones en Planta:

Nº Elem.	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+115.47m	115.472m		
2	Clotoide	0+115.47m	0+138.70m	23.226m		120.000m
3	Curva	0+138.70m	0+164.59m	25.889m	620.000m	
4	Clotoide	0+164.59m	0+187.81m	23.226m		120.000m
5	Recta	0+187.81m	0+269.50m	81.683m		
6	Clotoide	0+269.50m	0+309.73m	40.238m		65.000m
7	Curva	0+309.73m	0+410.49m	100.757m	105.000m	
8	Clotoide	0+410.49m	0+450.73m	40.238m		65.000m
9	Recta	0+450.73m	0+836.78m	386.053m		
10	Clotoide	0+836.78m	0+885.87m	49.091m		90.000m
11	Curva	0+885.87m	0+905.14m	19.270m	165.000m	
12	Clotoide	0+905.14m	0+954.23m	49.091m		90.000m
13	Recta	0+954.23m	1+143.78m	189.549m		
14	Clotoide	1+143.78m	1+173.96m	30.179m		65.000m
15	Curva	1+173.96m	1+177.52m	3.557m	140.000m	
16	Clotoide	1+177.52m	1+207.70m	30.179m		65.000m
17	Recta	1+207.70m	1+402.13m	194.431m		
18	Clotoide	1+402.13m	1+435.22m	33.088m		75.000m
19	Curva	1+435.22m	1+439.65m	4.433m	170.000m	
20	Clotoide	1+439.65m	1+472.74m	33.088m		75.000m
21	Recta	1+472.74m	1+578.80m	106.060m		
22	Clotoide	1+578.80m	1+609.95m	31.154m		45.000m
23	Curva	1+609.95m	1+623.67m	13.717m	65.000m	
24	Clotoide	1+623.67m	1+654.82m	31.154m		45.000m
25	Recta	1+654.82m	1+667.85m	13.024m		
26	Clotoide	1+667.85m	1+678.43m	10.588m		30.000m
27	Curva	1+678.43m	1+688.26m	9.824m	85.000m	
28	Clotoide	1+688.26m	1+698.85m	10.588m		30.000m
29	Recta	1+698.85m	1+750.13m	51.280m		
30	Clotoide	1+750.13m	1+760.54m	10.417m		50.000m
31	Curva	1+760.54m	1+784.32m	23.773m	240.000m	
32	Clotoide	1+784.32m	1+794.73m	10.417m		50.000m
33	Recta	1+794.73m	1+855.02m	60.285m		
34	Clotoide	1+855.02m	1+879.02m	24.000m		60.000m
35	Curva	1+879.02m	1+903.01m	23.996m	150.000m	
36	Clotoide	1+903.01m	1+927.01m	24.000m		60.000m
37	Recta	1+927.01m	1+953.56m	26.547m		
38	Clotoide	1+953.56m	1+971.16m	17.604m		65.000m
39	Curva	1+971.16m	2+003.63m	32.466m	240.000m	
40	Clotoide	2+003.63m	2+021.24m	17.604m		65.000m
41	Recta	2+021.24m	2+042.17m	20.937m		
42	Clotoide	2+042.17m	2+090.57m	48.400m		110.000m
43	Curva	2+090.57m	2+119.13m	28.553m	250.000m	
44	Clotoide	2+119.13m	2+167.53m	48.400m		110.000m
45	Recta	2+167.53m	2+302.30m	134.779m		
46	Clotoide	2+302.30m	2+321.13m	18.824m		40.000m
47	Curva	2+321.13m	2+378.46m	57.336m	85.000m	
48	Clotoide	2+378.46m	2+397.29m	18.824m		40.000m
49	Recta	2+397.29m	2+508.52m	111.234m		
50	Clotoide	2+508.52m	2+522.93m	14.405m		55.000m
51	Curva	2+522.93m	2+536.67m	13.746m	210.000m	
52	Clotoide	2+536.67m	2+551.08m	14.405m		55.000m

Tabla 46. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 2 +551.08m. Fuente elaboración propia

53	Recta	2+551.08m	2+607.97m	56.896m		
54	Clotoide	2+607.97m	2+641.06m	33.088m		75.000m
55	Curva	2+641.06m	2+658.04m	16.982m	170.000m	
56	Clotoide	2+658.04m	2+691.13m	33.088m		75.000m
57	Recta	2+691.13m	2+784.81m	93.681m		
58	Clotoide	2+784.81m	2+807.54m	22.727m		50.000m
59	Curva	2+807.54m	2+831.14m	23.598m	110.000m	
60	Clotoide	2+831.14m	2+853.87m	22.727m		50.000m
61	Recta	2+853.87m	2+941.64m	87.774m		
62	Clotoide	2+941.64m	2+959.18m	17.536m		110.000m
63	Curva	2+959.18m	3+029.75m	70.577m	690.000m	
64	Clotoide	3+029.75m	3+047.29m	17.536m		110.000m
65	Recta	3+047.29m	3+285.43m	238.138m		
66	Clotoide	3+285.43m	3+307.65m	22.226m		135.000m
67	Curva	3+307.65m	3+344.53m	36.874m	820.000m	
68	Clotoide	3+344.53m	3+366.75m	22.226m		135.000m
69	Recta	3+366.75m	3+513.89m	147.143m		
70	Clotoide	3+513.89m	3+525.81m	11.912m		45.000m
71	Curva	3+525.81m	3+549.39m	23.580m	170.000m	
72	Clotoide	3+549.39m	3+561.30m	11.912m		45.000m
73	Recta	3+561.30m	3+655.16m	93.857m		
74	Clotoide	3+655.16m	3+687.66m	32.500m		65.000m
75	Curva	3+687.66m	3+715.78m	28.126m	130.000m	
76	Clotoide	3+715.78m	3+748.28m	32.500m		65.000m
77	Recta	3+748.28m	3+839.32m	91.037m		
78	Clotoide	3+839.32m	3+845.75m	6.429m		30.000m
79	Curva	3+845.75m	3+876.61m	30.866m	140.000m	
80	Clotoide	3+876.61m	3+883.04m	6.429m		30.000m
81	Recta	3+883.04m	3+886.15m	3.107m		
82	Clotoide	3+886.15m	3+901.77m	15.625m		25.000m
83	Curva	3+901.77m	3+937.27m	35.496m	40.000m	
84	Clotoide	3+937.27m	3+952.89m	15.625m		25.000m
85	Recta	3+952.89m	3+956.62m	3.725m		
86	Clotoide	3+956.62m	3+977.45m	20.833m		50.000m
87	Curva	3+977.45m	4+019.66m	42.204m	120.000m	
88	Clotoide	4+019.66m	4+040.49m	20.833m		50.000m
89	Recta	4+040.49m	4+084.40m	43.911m		
90	Clotoide	4+084.40m	4+091.07m	6.667m		20.000m
91	Curva	4+091.07m	4+118.63m	27.566m	60.000m	
92	Clotoide	4+118.63m	4+125.30m	6.667m		20.000m
93	Recta	4+125.30m	4+176.39m	51.090m		
94	Clotoide	4+176.39m	4+188.30m	11.905m		50.000m
95	Curva	4+188.30m	4+209.92m	21.622m	210.000m	
96	Clotoide	4+209.92m	4+221.82m	11.905m		50.000m
97	Recta	4+221.82m	4+274.13m	52.305m		
98	Clotoide	4+274.13m	4+293.74m	19.608m		100.000m
99	Curva	4+293.74m	4+338.24m	44.505m	510.000m	
100	Clotoide	4+338.24m	4+357.85m	19.608m		100.000m
101	Recta	4+357.85m	4+446.92m	89.071m		

Tabla 47. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 4+446.92m. Fuente elaboración propia

102	Clotoide	4+446.92m	4+474.14m	27.222m		70.000m
103	Curva	4+474.14m	4+524.17m	50.023m	180.000m	
104	Clotoide	4+524.17m	4+551.39m	27.222m		70.000m
105	Recta	4+551.39m	4+613.66m	62.275m		
106	Clotoide	4+613.66m	4+625.97m	12.308m		40.000m
107	Curva	4+625.97m	4+654.78m	28.813m	130.000m	
108	Clotoide	4+654.78m	4+667.09m	12.308m		40.000m
109	Recta	4+667.09m	4+680.73m	13.642m		
110	Clotoide	4+680.73m	4+688.09m	7.353m		25.000m
111	Curva	4+688.09m	4+724.30m	36.215m	85.000m	
112	Clotoide	4+724.30m	4+731.65m	7.353m		25.000m
113	Recta	4+731.65m	4+732.70m	1.043m		
114	Clotoide	4+732.70m	4+742.70m	10.000m		40.000m
115	Curva	4+742.70m	4+780.52m	37.827m	160.000m	
116	Clotoide	4+780.52m	4+790.52m	10.000m		40.000m
117	Recta	4+790.52m	4+825.09m	34.570m		
118	Clotoide	4+825.09m	4+828.77m	3.676m		25.000m
119	Curva	4+828.77m	4+865.71m	36.940m	170.000m	
120	Clotoide	4+865.71m	4+869.39m	3.676m		25.000m
121	Recta	4+869.39m	4+871.15m	1.761m		
122	Clotoide	4+871.15m	4+872.97m	1.818m		10.000m
123	Curva	4+872.97m	4+893.58m	20.610m	55.000m	
124	Clotoide	4+893.58m	4+895.39m	1.818m		10.000m
125	Recta	4+895.39m	4+922.36m	26.967m		
126	Clotoide	4+922.36m	4+924.58m	2.222m		10.000m
127	Curva	4+924.58m	4+976.68m	52.099m	45.000m	
128	Clotoide	4+976.68m	4+978.90m	2.222m		10.000m
129	Recta	4+978.90m	4+978.94m	0.040m		
130	Clotoide	4+978.94m	4+980.15m	1.205m		10.000m
131	Curva	4+980.15m	5+036.53m	56.383m	83.000m	
132	Clotoide	5+036.53m	5+037.74m	1.205m		10.000m
133	Recta	5+037.74m	5+038.36m	0.621m		
134	Clotoide	5+038.36m	5+039.90m	1.538m		10.000m
135	Curva	5+039.90m	5+077.97m	38.070m	65.000m	
136	Clotoide	5+077.97m	5+079.50m	1.538m		10.000m
137	Recta	5+079.50m	5+119.95m	40.443m		
138	Clotoide	5+119.95m	5+132.20m	12.255m		25.000m
139	Curva	5+132.20m	5+228.33m	96.133m	51.000m	
140	Clotoide	5+228.33m	5+240.59m	12.255m		25.000m
141	Recta	5+240.59m	5+269.86m	29.267m		
142	Clotoide	5+269.86m	5+271.11m	1.250m		20.000m
143	Curva	5+271.11m	5+331.48m	60.369m	320.000m	
144	Clotoide	5+331.48m	5+332.73m	1.250m		20.000m
145	Recta	5+332.73m	5+332.87m	0.149m		
146	Clotoide	5+332.87m	5+339.54m	6.667m		20.000m
147	Curva	5+339.54m	5+359.25m	19.708m	60.000m	
148	Clotoide	5+359.25m	5+365.92m	6.667m		20.000m
149	Recta	5+365.92m	5+367.08m	1.162m		
150	Clotoide	5+367.08m	5+372.70m	5.625m		15.000m
151	Curva	5+372.70m	5+413.22m	40.515m	40.000m	
152	Clotoide	5+413.22m	5+418.84m	5.625m		15.000m
153	Recta	5+418.84m	5+424.53m	5.685m		

Tabla 48. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 5+424.53m. Fuente elaboración propia

154	Clotoide	5+424.53m	5+437.69m	13.158m		50.000m
155	Curva	5+437.69m	5+533.97m	96.281m	190.000m	
156	Clotoide	5+533.97m	5+547.13m	13.158m		50.000m
157	Recta	5+547.13m	5+547.89m	0.762m		
158	Clotoide	5+547.89m	5+553.51m	5.625m		15.000m
159	Curva	5+553.51m	5+579.52m	26.008m	40.000m	
160	Clotoide	5+579.52m	5+585.15m	5.625m		15.000m
161	Recta	5+585.15m	5+604.08m	18.933m		
162	Clotoide	5+604.08m	5+616.08m	12.000m		30.000m
163	Curva	5+616.08m	5+652.81m	36.728m	75.000m	
164	Clotoide	5+652.81m	5+664.81m	12.000m		30.000m
165	Recta	5+664.81m	5+733.64m	68.829m		
166	Clotoide	5+733.64m	5+746.97m	13.333m		20.000m
167	Curva	5+746.97m	5+767.28m	20.311m	30.000m	
168	Clotoide	5+767.28m	5+780.61m	13.333m		20.000m
169	Recta	5+780.61m	5+781.87m	1.259m		
170	Clotoide	5+781.87m	5+785.07m	3.200m		20.000m
171	Curva	5+785.07m	5+816.57m	31.497m	125.000m	
172	Clotoide	5+816.57m	5+819.77m	3.200m		20.000m
173	Recta	5+819.77m	5+835.60m	15.835m		
174	Clotoide	5+835.60m	5+851.60m	16.000m		20.000m
175	Curva	5+851.60m	5+890.45m	38.849m	25.000m	
176	Clotoide	5+890.45m	5+906.45m	16.000m		20.000m
177	Recta	5+906.45m	5+935.90m	29.447m		
178	Clotoide	5+935.90m	5+949.79m	13.889m		25.000m
179	Curva	5+949.79m	5+985.93m	36.145m	45.000m	
180	Clotoide	5+985.93m	5+999.82m	13.889m		25.000m
181	Recta	5+999.82m	6+036.67m	36.843m		
182	Clotoide	6+036.67m	6+041.11m	4.444m		20.000m
183	Curva	6+041.11m	6+067.19m	26.080m	90.000m	
184	Clotoide	6+067.19m	6+071.64m	4.444m		20.000m
185	Recta	6+071.64m	6+072.57m	0.931m		
186	Clotoide	6+072.57m	6+078.19m	5.625m		15.000m
187	Curva	6+078.19m	6+102.14m	23.951m	40.000m	
188	Clotoide	6+102.14m	6+107.77m	5.625m		15.000m
189	Recta	6+107.77m	6+122.85m	15.079m		
190	Clotoide	6+122.85m	6+131.74m	8.889m		20.000m
191	Curva	6+131.74m	6+153.52m	21.787m	45.000m	
192	Clotoide	6+153.52m	6+162.41m	8.889m		20.000m
193	Recta	6+162.41m	6+201.27m	38.855m		
194	Clotoide	6+201.27m	6+217.63m	16.364m		30.000m
195	Curva	6+217.63m	6+244.98m	27.350m	55.000m	
196	Clotoide	6+244.98m	6+261.34m	16.364m		30.000m
197	Recta	6+261.34m	6+405.11m	143.767m		
198	Clotoide	6+405.11m	6+408.34m	3.232m		40.000m
199	Curva	6+408.34m	6+440.14m	31.796m	495.000m	
200	Clotoide	6+440.14m	6+443.37m	3.232m		40.000m
201	Recta	6+443.37m	6+511.29m	67.917m		
202	Clotoide	6+511.29m	6+563.92m	52.632m		100.000m
203	Curva	6+563.92m	6+612.80m	48.885m	190.000m	
204	Clotoide	6+612.80m	6+665.44m	52.632m		100.000m
205	Recta	6+665.44m	6+681.37m	15.938m		
206	Clotoide	6+681.37m	6+697.71m	16.333m		35.000m
207	Curva	6+697.71m	6+735.10m	37.389m	75.000m	
208	Clotoide	6+735.10m	6+751.43m	16.333m		35.000m
209	Recta	6+751.43m	6+755.53m	4.099m		

Tabla 49. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 6+755.53m. Fuente elaboración propia

210	Clotoide	6+755.53m	6+766.96m	11.429m		20.000m
211	Curva	6+766.96m	6+802.75m	35.796m	35.000m	
212	Clotoide	6+802.75m	6+814.18m	11.429m		20.000m
213	Recta	6+814.18m	6+814.28m	0.095m		
214	Clotoide	6+814.28m	6+817.61m	3.333m		20.000m
215	Curva	6+817.61m	6+886.35m	68.737m	120.000m	
216	Clotoide	6+886.35m	6+889.68m	3.333m		20.000m
217	Recta	6+889.68m	6+911.58m	21.901m		
218	Clotoide	6+911.58m	6+925.43m	13.846m		30.000m
219	Curva	6+925.43m	6+932.51m	7.081m	65.000m	
220	Clotoide	6+932.51m	6+946.36m	13.846m		30.000m
221	Recta	6+946.36m	6+990.51m	44.149m		
222	Clotoide	6+990.51m	6+997.71m	7.206m		35.000m
223	Curva	6+997.71m	7+028.20m	30.489m	170.000m	
224	Clotoide	7+028.20m	7+035.41m	7.206m		35.000m
225	Recta	7+035.41m	7+045.19m	9.785m		
226	Clotoide	7+045.19m	7+051.34m	6.154m		20.000m
227	Curva	7+051.34m	7+069.20m	17.856m	65.000m	
228	Clotoide	7+069.20m	7+075.35m	6.154m		20.000m
229	Recta	7+075.35m	7+079.80m	4.441m		
230	Clotoide	7+079.80m	7+096.13m	16.333m		35.000m
231	Curva	7+096.13m	7+127.93m	31.801m	75.000m	
232	Clotoide	7+127.93m	7+144.26m	16.333m		35.000m
233	Recta	7+144.26m	7+192.03m	47.767m		
234	Clotoide	7+192.03m	7+194.53m	2.500m		10.000m
235	Curva	7+194.53m	7+198.78m	4.249m	40.000m	
236	Clotoide	7+198.78m	7+201.28m	2.500m		10.000m
237	Recta	7+201.28m	7+214.52m	13.243m		
238	Clotoide	7+214.52m	7+221.10m	6.579m		25.000m
239	Curva	7+221.10m	7+240.95m	19.849m	95.000m	
240	Clotoide	7+240.95m	7+247.53m	6.579m		25.000m
241	Recta	7+247.53m	7+260.96m	13.434m		

Tabla 50. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 7+260.96m. Fuente elaboración propia

242	Clotoide	7+260.96m	7+275.96m	15.000m		30.000m
243	Curva	7+275.96m	7+308.48m	32.514m	60.000m	
244	Clotoide	7+308.48m	7+323.48m	15.000m		30.000m
245	Recta	7+323.48m	7+336.68m	13.202m		
246	Clotoide	7+336.68m	7+340.77m	4.091m		15.000m
247	Curva	7+340.77m	7+347.02m	6.251m	55.000m	
248	Clotoide	7+347.02m	7+351.11m	4.091m		15.000m
249	Recta	7+351.11m	7+352.82m	1.703m		
250	Clotoide	7+352.82m	7+362.24m	9.423m		35.000m
251	Curva	7+362.24m	7+391.52m	29.286m	130.000m	
252	Clotoide	7+391.52m	7+400.95m	9.423m		35.000m
253	Recta	7+400.95m	7+418.96m	18.014m		
254	Clotoide	7+418.96m	7+451.69m	32.727m		60.000m
255	Curva	7+451.69m	7+507.79m	56.101m	110.000m	
256	Clotoide	7+507.79m	7+540.52m	32.727m		60.000m
257	Recta	7+540.52m	7+549.16m	8.639m		
258	Clotoide	7+549.16m	7+555.82m	6.667m		20.000m
259	Curva	7+555.82m	7+576.56m	20.740m	60.000m	
260	Clotoide	7+576.56m	7+583.23m	6.667m		20.000m
261	Recta	7+583.23m	7+625.53m	42.295m		
262	Clotoide	7+625.53m	7+658.86m	33.333m		50.000m
263	Curva	7+658.86m	7+720.86m	62.000m	75.000m	
264	Clotoide	7+720.86m	7+754.19m	33.333m		50.000m
265	Recta	7+754.19m	7+784.13m	29.942m		
266	Clotoide	7+784.13m	7+802.96m	18.824m		40.000m
267	Curva	7+802.96m	7+872.37m	69.409m	85.000m	
268	Clotoide	7+872.37m	7+891.19m	18.824m		40.000m
269	Recta	7+891.19m	7+893.02m	1.831m		
270	Clotoide	7+893.02m	7+895.07m	2.045m		15.000m
271	Curva	7+895.07m	7+925.93m	30.862m	110.000m	
272	Clotoide	7+925.93m	7+927.97m	2.045m		15.000m
273	Recta	7+927.97m	7+990.60m	62.629m		
274	Clotoide	7+990.60m	8+017.86m	27.258m		65.000m
275	Curva	8+017.86m	8+058.36m	40.499m	155.000m	
276	Clotoide	8+058.36m	8+085.62m	27.258m		65.000m
277	Recta	8+085.62m	8+185.86m	100.243m		
278	Clotoide	8+185.86m	8+200.27m	14.405m		55.000m
279	Curva	8+200.27m	8+213.16m	12.896m	210.000m	
280	Clotoide	8+213.16m	8+227.57m	14.405m		55.000m
281	Recta	8+227.57m	8+500.00m	272.435m		

Tabla 51. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 8+500m. Fuente elaboración propia

Representación del diagrama de curvaturas a partir del Estado de Alineaciones:

Tipo de elemento	P.K. inicial (m)	Curvatura
Recta	0	0
Clotoide	115.47	0
Curva	138.7	0.001612903
Clotoide	164.59	0.001612903
Recta	187.81	0
Clotoide	269.5	0
Curva	309.73	-0.00952381
Clotoide	410.49	-0.00952381
Recta	450.73	0
Clotoide	836.78	0
Curva	885.87	0.006060606
Clotoide	905.14	0.006060606
Recta	954.23	0
Clotoide	1143.78	0
Curva	1173.96	0.007142857
Clotoide	1177.52	0.007142857
Recta	1207.7	0
Clotoide	1402.13	0
Curva	1435.22	0.005882353
Clotoide	1439.65	0.005882353
Recta	1472.74	0
Clotoide	1578.8	0
Curva	1609.95	-0.015384615
Clotoide	1623.67	-0.015384615
Recta	1654.82	0
Clotoide	1667.85	0
Curva	1678.43	0.011764706
Clotoide	1688.26	0.011764706
Recta	1698.85	0
Clotoide	1750.13	0
Curva	1760.54	-0.004166667
Clotoide	1784.32	-0.004166667
Recta	1794.73	0
Clotoide	1855.02	0
Curva	1879.02	0.006666667
Clotoide	1903.01	0.006666667
Recta	1927.01	0
Clotoide	1953.56	0
Curva	1971.16	-0.004166667
Clotoide	2003.63	-0.004166667
Recta	2021.24	0

Tabla 52. Parte de la tabla elaborada para la representación del diagrama de curvaturas. Fuente, elaboración propia

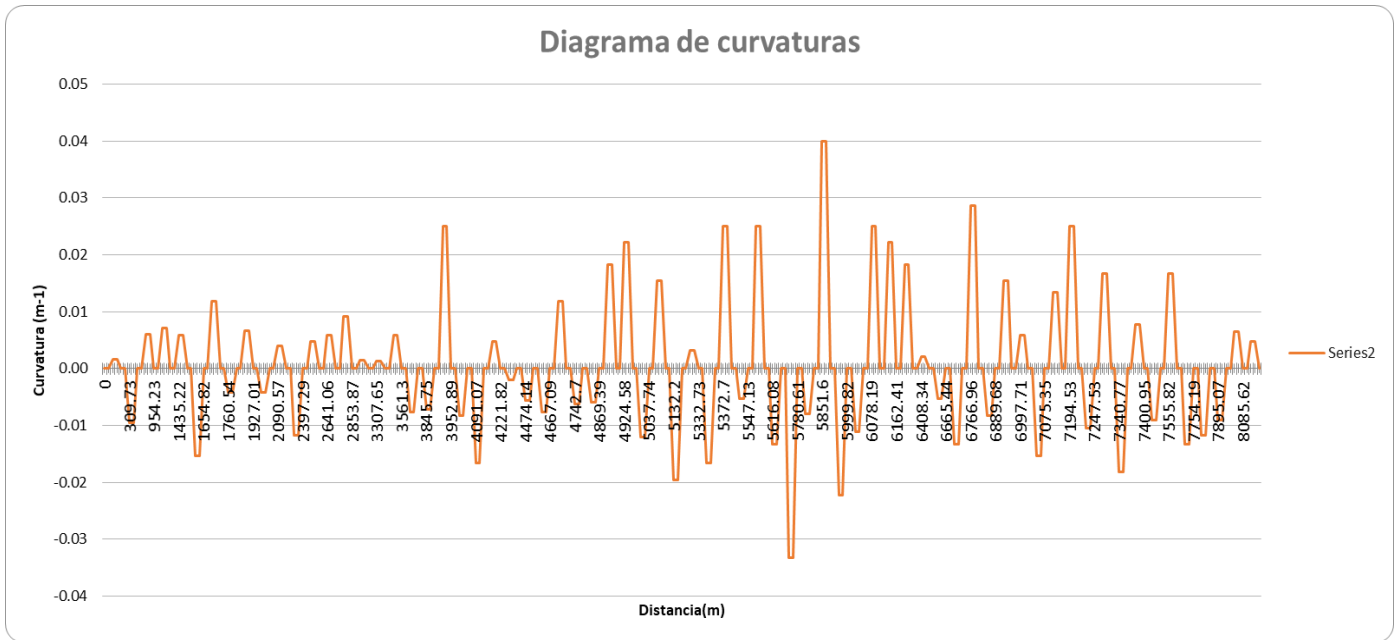


Figura 58. Representación del diagrama de curvaturas. Fuente, elaboración propia.

Comprobación rectas

Expresiones longitudes mínima y máxima:

$$L_{min,s} = 1.39 \cdot v_p \quad (5)$$

$$L_{min,o} = 2.78 \cdot v_p \quad (6)$$

$$L_{max} = 16.70 \cdot v_p \quad (7)$$

Siendo:

$L_{min,s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvaturas de sentido contrario).

$L_{min,o}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvaturas del mismo sentido).

L_{max} = Longitud máxima (m).

v_p = Velocidad de proyecto del tramo (km/h).

Tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC, Trazado, que contiene los valores de las longitudes mínima y máxima de las alineaciones rectas recomendables para los diferentes valores de la velocidad de proyecto (V_p):

TABLA 4.1.

LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA RECOMENDABLES
EN ALINEACIONES RECTAS.

(V _p) (km/h)	L _{min,s} (m)	L _{min,o} (m)	L _{max} (m)
140	195	389	2 338
130	181	361	2 171
120	167	333	2 004
110	153	306	1 837
100	139	278	1 670
90	125	250	1 503
80	111	222	1 336
70	97	194	1 169
60	83	167	1 002
50	69	139	835
40	56	111	668

Tabla 53. Longitudes mínima y máxima recomendables en alineaciones rectas. Fuente Norma 3.1-IC Trazado.

Comprobación de radios:

Tabla 4.4 de la Norma 3.1-IC. Que relaciona la velocidad de proyecto, radio mínimo y peralte máximo:

TABLA 4.4.

RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO - RADIO MÍNIMO - PERALTE MÁXIMO.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

Tabla 54. Relación velocidad de proyecto- radio mínimo - peralte máximo. Fuente, Norma 3.1- IC Trazado.

Curvas que no cumplen la limitación de radio mínimo, según tabla anterior.

Tramo	Rmin (m)	Vp (km/h)							
1	50	40							
Número elemento	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Tipo de curva	Orientación	Lmin (m)	Radio (m)	¿Cumple?
83	Curva	3+901.77m	3+937.27m	35.496	Derechas			40	No Cumple
127	Curva	4+924.58m	4+976.68m	52.099	Derechas			45	No Cumple
151	Curva	5+372.70m	5+413.22m	40.515	Derechas			40	No Cumple
159	Curva	5+553.51m	5+579.52m	26.008	Derechas			40	No Cumple
167	Curva	5+746.97m	5+767.28m	20.311	Izquierdas			30	No Cumple
175	Curva	5+851.60m	5+890.45m	38.849	Derechas			25	No Cumple
179	Curva	5+949.79m	5+985.93m	36.145	Izquierdas			45	No Cumple
187	Curva	6+078.19m	6+102.14m	23.951	Derechas			40	No Cumple
191	Curva	6+131.74m	6+153.52m	21.787	Derechas			45	No Cumple
211	Curva	6+766.96m	6+802.75m	35.796	Derechas			35	No Cumple
235	Curva	7+194.53m	7+198.78m	4.249	Derechas			40	No Cumple

Tabla 55. Comprobación de radio mínimo según la Tabla 4.4 Norma 3.1-IC. Fuente elaboración propia

Tabla de resultados que recoge las comprobaciones realizadas de longitud mínima y máxima de las rectas y la consecución de radios consecutivos del tramo de estudio (los resultados se recogen en la misma tabla junto con la comprobación de las alineaciones de las curvas consecutivas, Tabla 61, 62, 63 y 64).

Comprobación de parámetros de la curva de acuerdo:

Expresiones del parámetro y longitud mínima correspondientes a cada limitación:

$$I. \quad A_{min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1.27 \cdot \frac{(P_o - P_1)}{\left(1 - \frac{R_o}{R_1}\right)} \right]} \quad (8)$$

$$I. \quad L_{min} = \frac{V_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} \cdot \left(1 - \frac{R_o}{R_1}\right) - 1.27 \cdot (P_o - P_1) \right] \quad (9)$$

$$I. \quad A_{min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1.27 \cdot P_o \right]} \quad (10)$$

$$I. \quad L_{min} = \frac{V_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1.27 \cdot P_o \right] \quad (11)$$

$$II. \quad A_{min} = \sqrt{R \cdot B \cdot k \cdot \frac{|p_f - p_i|}{v_{ip}}} \quad (12)$$

$$II. \quad L_{min} = \frac{|p_f - p_i|}{v_{ip}} \cdot B \cdot k \quad (13)$$

$$III.1 \quad A_{min} = \frac{R_o}{3} \quad (14)$$

$$III.1 \quad L_{min} = \frac{R_o}{9} \quad (15)$$

$$III.2 \quad A_{min} = (12 \cdot R_o^3)^{1/4} \quad (16)$$

$$III.2 \quad L_{min} = 2 \cdot \sqrt{3 \cdot R_o} \quad (17)$$

$$III.3 \quad A_{min} = R_o \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \Omega}{500}} \quad (18)$$

$$III.3 \quad L_{min} = \frac{\pi \cdot \Omega}{500} \cdot R_o \quad (19)$$

Verificación del cumplimiento de limitaciones del parámetro y longitud mínima de la curva de acuerdo,
según expresiones anteriores:

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	A (m)	¿Cumple ?	A		Longitud (m)	¿Cumple?	L	
					Amin (m)	Amax (m)			Lmin (m)	Lmax (m)
Recta	0+000.00m	0+115.47m								
Clotoide	0+115.47m	0+138.70m	120.000				23.226			
Curva	0+138.70m	0+164.59m		NO CUMPLE	231.254	283.227		NO CUMPLE	86.255	129.383
Clotoide	0+164.59m	0+187.81m	120.000				23.226			
Recta	0+187.81m	0+269.50m								
Clotoide	0+269.50m	0+309.73m	65.000				40.238			
Curva	0+309.73m	0+410.49m		NO CUMPLE	69.930	85.647		NO CUMPLE	46.574	69.860
Clotoide	0+410.49m	0+450.73m	65.000				40.238			
Recta	0+450.73m	0+836.78m								
Clotoide	0+836.78m	0+885.87m	90.000				49.091			
Curva	0+885.87m	0+905.14m		NO CUMPLE	90.878	111.302		NO CUMPLE	50.053	75.079
Clotoide	0+905.14m	0+954.23m	90.000				49.091			
Recta	0+954.23m	1+143.78m								
Clotoide	1+143.78m	1+173.96m	65.000				30.179			
Curva	1+173.96m	1+177.52m		NO CUMPLE	82.805	101.415		NO CUMPLE	48.976	73.465
Clotoide	1+177.52m	1+207.70m	65.000				30.179			
Recta	1+207.70m	1+402.13m								
Clotoide	1+402.13m	1+435.22m	75.000				33.088			
Curva	1+435.22m	1+439.65m		NO CUMPLE	92.399	113.165		NO CUMPLE	50.221	75.331
Clotoide	1+439.65m	1+472.74m	75.000				33.088			
Recta	1+472.74m	1+578.80m								
Clotoide	1+578.80m	1+609.95m	45.000				31.154			
Curva	1+609.95m	1+623.67m		NO CUMPLE	52.005	63.693		NO CUMPLE	41.608	62.412
Clotoide	1+623.67m	1+654.82m	45.000				31.154			
Recta	1+654.82m	1+667.85m								
Clotoide	1+667.85m	1+678.43m	30.000				10.588			
Curva	1+678.43m	1+688.26m		NO CUMPLE	61.499	75.320		NO CUMPLE	44.495	66.743
Clotoide	1+688.26m	1+698.85m	30.000				10.588			
Recta	1+698.85m	1+750.13m								
Clotoide	1+750.13m	1+760.54m	50.000				10.417			
Curva	1+760.54m	1+784.32m		NO CUMPLE	113.489	138.995		NO CUMPLE	53.666	80.498
Clotoide	1+784.32m	1+794.73m	50.000				10.417			
Recta	1+794.73m	1+855.02m								
Clotoide	1+855.02m	1+879.02m	60.000				24			
Curva	1+879.02m	1+903.01m		NO CUMPLE	86.132	105.490		NO CUMPLE	49.458	74.188
Clotoide	1+903.01m	1+927.01m	60.000				24			
Recta	1+927.01m	1+953.56m								
Clotoide	1+953.56m	1+971.16m	65.000				17.604			
Curva	1+971.16m	2+003.63m		NO CUMPLE	113.489	138.995		NO CUMPLE	53.666	80.498
Clotoide	2+003.63m	2+021.24m	65.000				17.604			
Recta	2+021.24m	2+042.17m								
Clotoide	2+042.17m	2+090.57m	110.000				48.4			
Curva	2+090.57m	2+119.13m		NO CUMPLE	117.017	143.316		NO CUMPLE	54.772	82.158
Clotoide	2+119.13m	2+167.53m	110.000				48.4			
Recta	2+167.53m	2+302.30m								
Clotoide	2+302.30m	2+321.13m	40.000				18.824			
Curva	2+321.13m	2+378.46m		NO CUMPLE	61.499	75.320		NO CUMPLE	44.495	66.743
Clotoide	2+378.46m	2+397.29m	40.000				18.824			
Recta	2+397.29m	2+508.52m								
Clotoide	2+508.52m	2+522.93m	55.000				14.405			
Curva	2+522.93m	2+536.67m		NO CUMPLE	103.622	126.910		NO CUMPLE	51.131	76.696
Clotoide	2+536.67m	2+551.08m	55.000				14.405			
Recta	2+551.08m	2+607.97m								
Clotoide	2+607.97m	2+641.06m	75.000				33.088			
Curva	2+641.06m	2+658.04m		NO CUMPLE	92.399	113.165		NO CUMPLE	50.221	75.331
Clotoide	2+658.04m	2+691.13m	75.000				33.088			
Recta	2+691.13m	2+784.81m								
Clotoide	2+784.81m	2+807.54m	50.000				22.727			
Curva	2+807.54m	2+831.14m		NO CUMPLE	71.902	88.062		NO CUMPLE	47.000	70.499
Clotoide	2+831.14m	2+853.87m	50.000				22.727			
Recta	2+853.87m	2+941.64m								
Clotoide	2+941.64m	2+959.18m	110.000				17.536			
Curva	2+959.18m	3+029.75m		NO CUMPLE	250.572	306.886		NO CUMPLE	90.995	136.492
Clotoide	3+029.75m	3+047.29m	110.000				17.536			
Recta	3+047.29m	3+285.43m								
Clotoide	3+285.43m	3+307.65m	135.000				22.226			
Curva	3+307.65m	3+344.53m		NO CUMPLE	285.204	349.302		NO CUMPLE	99.197	148.795
Clotoide	3+344.53m	3+366.75m	135.000				22.226			
Recta	3+366.75m	3+513.89m								
Clotoide	3+513.89m	3+525.81m	45.000				11.912			
Curva	3+525.81m	3+549.39m		NO CUMPLE	92.399	113.165		NO CUMPLE	50.221	75.331
Clotoide	3+549.39m	3+561.30m	45.000				11.912			
Recta	3+561.30m	3+655.16m								
Clotoide	3+655.16m	3+687.66m	65.000				32.5			
Curva	3+687.66m	3+715.78m		NO CUMPLE	79.334	97.164		NO CUMPLE	48.414	72.622
Clotoide	3+715.78m	3+748.28m	65.000				32.5			
Recta	3+748.28m	3+839.32m								
Clotoide	3+839.32m	3+845.75m	30.000				6.429			
Curva	3+845.75m	3+876.61m		NO CUMPLE	82.805	101.415		NO CUMPLE	48.976	73.465
Clotoide	3+876.61m	3+883.04m	30.000				6.429			
Recta	3+883.04m	3+886.15m								

Tabla 56. Comprobación del parámetro y longitud mínima de las clotoides hasta el P.K. 3+886.15m. Fuente, elaboración propia.

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



Clotoide	3+886.15m	3+901.77m	25.000				15.625		
Curva	3+901.77m	3+937.27m		NO CUMPLE	37.979	46.514		NO CUMPLE	36.059 54.089
Clotoide	3+937.27m	3+952.89m	25.000				15.625		
Recta	3+952.89m	3+956.62m							
Clotoide	3+956.62m	3+977.45m	50.000				20.833		
Curva	3+977.45m	4+019.66m		NO CUMPLE	75.705	92.719		NO CUMPLE	47.760 71.641
Clotoide	4+019.66m	4+040.49m	50.000				20.833		
Recta	4+040.49m	4+084.40m							
Clotoide	4+084.40m	4+091.07m	20.000				6.667		
Curva	4+091.07m	4+118.63m		NO CUMPLE	49.423	60.531		NO CUMPLE	40.711 61.067
Clotoide	4+118.63m	4+125.30m	20.000				6.667		
Recta	4+125.30m	4+176.39m							
Clotoide	4+176.39m	4+188.30m	50.000				11.905		
Curva	4+188.30m	4+209.92m		NO CUMPLE	103.622	126.910		NO CUMPLE	51.131 76.696
Clotoide	4+209.92m	4+221.82m	50.000				11.905		
Recta	4+221.82m	4+274.13m							
Clotoide	4+274.13m	4+293.74m	100.000				19.608		
Curva	4+293.74m	4+338.24m		NO CUMPLE	199.744	244.635		NO CUMPLE	78.230 117.346
Clotoide	4+338.24m	4+357.85m	100.000				19.608		
Recta	4+357.85m	4+446.92m							
Clotoide	4+446.92m	4+474.14m	70.000				27.222		
Curva	4+474.14m	4+524.17m		NO CUMPLE	95.357	116.788		NO CUMPLE	50.517 75.775
Clotoide	4+524.17m	4+551.39m	70.000				27.222		
Recta	4+551.39m	4+613.66m							
Clotoide	4+613.66m	4+625.97m	40.000				12.308		
Curva	4+625.97m	4+654.78m		NO CUMPLE	79.334	97.164		NO CUMPLE	48.414 72.622
Clotoide	4+654.78m	4+667.09m	40.000				12.308		
Recta	4+667.09m	4+680.73m							
Clotoide	4+680.73m	4+688.09m	25.000				7.353		
Curva	4+688.09m	4+724.30m		NO CUMPLE	61.499	75.320		NO CUMPLE	44.495 66.743
Clotoide	4+724.30m	4+731.65m	25.000				7.353		
Recta	4+731.65m	4+732.70m							
Clotoide	4+732.70m	4+742.70m	40.000				10		
Curva	4+742.70m	4+780.52m		NO CUMPLE	89.327	109.403		NO CUMPLE	49.871 74.806
Clotoide	4+780.52m	4+790.52m	40.000				10		
Recta	4+790.52m	4+825.09m							
Clotoide	4+825.09m	4+828.77m	25.000				3.676		
Curva	4+828.77m	4+865.71m		NO CUMPLE	92.399	113.165		NO CUMPLE	50.221 75.331
Clotoide	4+865.71m	4+869.39m	25.000				3.676		
Recta	4+869.39m	4+871.15m							
Clotoide	4+871.15m	4+872.97m	10.000				1.818		
Curva	4+872.97m	4+893.58m		NO CUMPLE	46.742	57.247		NO CUMPLE	39.724 59.586
Clotoide	4+893.58m	4+895.39m	10.000				1.818		
Recta	4+895.39m	4+922.36m							
Clotoide	4+922.36m	4+924.58m	10.000				2.222		
Curva	4+924.58m	4+976.68m		NO CUMPLE	41.035	50.257		NO CUMPLE	37.419 56.128
Clotoide	4+976.68m	4+978.90m	10.000				2.222		
Recta	4+978.90m	4+978.94m							
Clotoide	4+978.94m	4+980.15m	10.000				1.205		
Curva	4+980.15m	5+036.53m		NO CUMPLE	60.602	74.222		NO CUMPLE	44.249 66.373
Clotoide	5+036.53m	5+037.74m	10.000				1.205		
Recta	5+037.74m	5+038.36m							
Clotoide	5+038.36m	5+039.90m	10.000				1.538		
Curva	5+039.90m	5+077.97m		NO CUMPLE	52.005	63.693		NO CUMPLE	41.608 62.412
Clotoide	5+077.97m	5+079.50m	10.000				1.538		
Recta	5+079.50m	5+119.95m							
Clotoide	5+119.95m	5+132.20m	25.000				12.255		
Curva	5+132.20m	5+228.33m		NO CUMPLE	44.518	54.523		NO CUMPLE	38.860 58.290
Clotoide	5+228.33m	5+240.59m	25.000				12.255		
Recta	5+240.59m	5+269.86m							
Clotoide	5+269.86m	5+271.11m	20.000				1.25		
Curva	5+271.11m	5+331.48m		NO CUMPLE	147.054	180.104		NO CUMPLE	67.578 101.367
Clotoide	5+331.48m	5+332.73m	20.000				1.25		
Recta	5+332.73m	5+332.87m							
Clotoide	5+332.87m	5+339.54m	20.000				6.667		
Curva	5+339.54m	5+359.25m		NO CUMPLE	49.423	60.531		NO CUMPLE	40.711 61.067
Clotoide	5+359.25m	5+365.92m	20.000				6.667		
Recta	5+365.92m	5+367.08m							
Clotoide	5+367.08m	5+372.70m	15.000				5.625		
Curva	5+372.70m	5+413.22m		NO CUMPLE	37.979	46.514		NO CUMPLE	36.059 54.089
Clotoide	5+413.22m	5+418.84m	15.000				5.625		
Recta	5+418.84m	5+424.53m							
Clotoide	5+424.53m	5+437.69m	50.000				13.158		
Curva	5+437.69m	5+533.97m		NO CUMPLE	98.209	120.281		NO CUMPLE	50.764 76.145
Clotoide	5+533.97m	5+547.13m	50.000				13.158		
Recta	5+547.13m	5+547.89m							
Clotoide	5+547.89m	5+553.51m	15.000				5.625		
Curva	5+553.51m	5+579.52m		NO CUMPLE	37.979	46.514		NO CUMPLE	36.059 54.089
Clotoide	5+579.52m	5+585.15m	15.000				5.625		
Recta	5+585.15m	5+604.08m							
Clotoide	5+604.08m	5+616.08m	30.000				12		
Curva	5+616.08m	5+652.81m		NO CUMPLE	56.905	69.694		NO CUMPLE	43.176 64.764
Clotoide	5+652.81m	5+664.81m	30.000				12		
Recta	5+664.81m	5+733.64m							
Clotoide	5+733.64m	5+746.97m	20.000				13.333		
Curva	5+746.97m	5+767.28m		NO CUMPLE	32.404	39.686		NO CUMPLE	35.000 52.500
Clotoide	5+767.28m	5+780.61m	20.000				13.333		
Recta	5+780.61m	5+781.87m							

Tabla 57. Comprobación del parámetro y longitud mínima de las clotoides hasta el P.K. 5+781.87m. Fuente, elaboración propia.



ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



Clotoide	5+781.87m	5+785.07m	20.000				3.2			
Curva	5+785.07m	5+816.57m		NO CUMPLE	77.540	94.967		NO CUMPLE	48.100	72.150
Clotoide	5+816.57m	5+819.77m	20.000				3.2			
Recta	5+819.77m	5+835.60m								
Clotoide	5+835.60m	5+851.60m	20.000				16			
Curva	5+851.60m	5+890.45m		NO CUMPLE	29.580	36.228		NO CUMPLE	35.000	52.500
Clotoide	5+890.45m	5+906.45m	20.000				16			
Recta	5+906.45m	5+935.90m								
Clotoide	5+935.90m	5+949.79m	25.000				13.889			
Curva	5+949.79m	5+985.93m		NO CUMPLE	41.035	50.257		NO CUMPLE	37.419	56.128
Clotoide	5+985.93m	5+999.82m	25.000				13.889			
Recta	5+999.82m	6+036.67m								
Clotoide	6+036.67m	6+041.11m	20.000				4.444			
Curva	6+041.11m	6+067.19m		NO CUMPLE	63.695	78.010		NO CUMPLE	45.078	67.617
Clotoide	6+067.19m	6+071.64m	20.000				4.444			
Recta	6+071.64m	6+072.57m								
Clotoide	6+072.57m	6+078.19m	15.000				5.625			
Curva	6+078.19m	6+102.14m		NO CUMPLE	37.979	46.514		NO CUMPLE	36.059	54.089
Clotoide	6+102.14m	6+107.77m	15.000				5.625			
Recta	6+107.77m	6+122.85m								
Clotoide	6+122.85m	6+131.74m	20.000				8.889			
Curva	6+131.74m	6+153.52m		NO CUMPLE	41.035	50.257		NO CUMPLE	37.419	56.128
Clotoide	6+153.52m	6+162.41m	20.000				8.889			
Recta	6+162.41m	6+201.27m								
Clotoide	6+201.27m	6+217.63m	30.000				16.364			
Curva	6+217.63m	6+244.98m		NO CUMPLE	46.742	57.247		NO CUMPLE	39.724	59.586
Clotoide	6+244.98m	6+261.34m	30.000				16.364			
Recta	6+261.34m	6+405.11m								
Clotoide	6+405.11m	6+408.34m	40.000				3.232			
Curva	6+408.34m	6+440.14m		NO CUMPLE	195.321	239.219		NO CUMPLE	77.071	115.607
Clotoide	6+440.14m	6+443.37m	40.000				3.232			
Recta	6+443.37m	6+511.29m								
Clotoide	6+511.29m	6+563.92m	100.000				52.632			
Curva	6+563.92m	6+612.80m		SI CUMPLE	98.209	120.281		SI CUMPLE	50.764	76.145
Clotoide	6+612.80m	6+665.44m	100.000				52.632			
Recta	6+665.44m	6+681.37m								
Clotoide	6+681.37m	6+697.71m	35.000				16.333			
Curva	6+697.71m	6+735.10m		NO CUMPLE	56.905	69.694		NO CUMPLE	43.176	64.764
Clotoide	6+735.10m	6+751.43m	35.000				16.333			
Recta	6+751.43m	6+755.53m								
Clotoide	6+755.53m	6+766.96m	20.000				11.429			
Curva	6+766.96m	6+802.75m		NO CUMPLE	35.000	42.866		NO CUMPLE	35.000	52.500
Clotoide	6+802.75m	6+814.18m	20.000				11.429			
Recta	6+814.18m	6+814.28m								
Clotoide	6+814.28m	6+817.61m	20.000				3.333			
Curva	6+817.61m	6+886.35m		NO CUMPLE	75.705	92.719		NO CUMPLE	47.760	71.641
Clotoide	6+886.35m	6+889.68m	20.000				3.333			
Recta	6+889.68m	6+911.58m								
Clotoide	6+911.58m	6+925.43m	30.000				13.846			
Curva	6+925.43m	6+932.51m		NO CUMPLE	52.005	63.693		NO CUMPLE	41.608	62.412
Clotoide	6+932.51m	6+946.36m	30.000				13.846			
Recta	6+946.36m	6+990.51m								
Clotoide	6+990.51m	6+997.71m	35.000				7.206			
Curva	6+997.71m	7+028.20m		NO CUMPLE	92.399	113.165		NO CUMPLE	50.221	75.331
Clotoide	7+028.20m	7+035.41m	35.000				7.206			
Recta	7+035.41m	7+045.19m								
Clotoide	7+045.19m	7+051.34m	20.000				6.154			
Curva	7+051.34m	7+069.20m		NO CUMPLE	52.005	63.693		NO CUMPLE	41.608	62.412
Clotoide	7+069.20m	7+075.35m	20.000				6.154			
Recta	7+075.35m	7+079.80m								
Clotoide	7+079.80m	7+096.13m	35.000				16.333			
Curva	7+096.13m	7+127.93m		NO CUMPLE	56.905	69.694		NO CUMPLE	43.176	64.764
Clotoide	7+127.93m	7+144.26m	35.000				16.333			
Recta	7+144.26m	7+192.03m								
Clotoide	7+192.03m	7+194.53m	10.000				2.5			
Curva	7+194.53m	7+198.78m		NO CUMPLE	37.979	46.514		NO CUMPLE	36.059	54.089
Clotoide	7+198.78m	7+201.28m	10.000				2.5			
Recta	7+201.28m	7+214.52m								
Clotoide	7+214.52m	7+221.10m	25.000				6.579			
Curva	7+221.10m	7+240.95m		NO CUMPLE	65.830	80.624		NO CUMPLE	45.616	68.424
Clotoide	7+240.95m	7+247.53m	25.000				6.579			
Recta	7+247.53m	7+260.96m								
Clotoide	7+260.96m	7+275.96m	30.000				15			
Curva	7+275.96m	7+308.48m		NO CUMPLE	49.423	60.531		NO CUMPLE	40.711	61.067
Clotoide	7+308.48m	7+323.48m	30.000				15			
Recta	7+323.48m	7+336.68m								
Clotoide	7+336.68m	7+340.77m	15.000				4.091			
Curva	7+340.77m	7+347.02m		NO CUMPLE	46.742	57.247		NO CUMPLE	39.724	59.586
Clotoide	7+347.02m	7+351.11m	15.000				4.091			
Recta	7+351.11m	7+352.82m								
Clotoide	7+352.82m	7+362.24m	35.000				9.423			
Curva	7+362.24m	7+391.52m		NO CUMPLE	79.334	97.164		NO CUMPLE	48.414	72.622
Clotoide	7+391.52m	7+400.95m	35.000				9.423			
Recta	7+400.95m	7+418.96m								
Clotoide	7+418.96m	7+451.69m	60.000				32.727			
Curva	7+451.69m	7+507.79m		NO CUMPLE	71.902	88.062		NO CUMPLE	47.000	70.499
Clotoide	7+507.79m	7+540.52m	60.000				32.727			
Recta	7+540.52m	7+549.16m								
Clotoide	7+549.16m	7+555.82m	20.000				6.667			
Curva	7+555.82m	7+576.56m		NO CUMPLE	49.423	60.531		NO CUMPLE	40.711	61.067
Clotoide	7+576.56m	7+583.23m	20.000				6.667			
Recta	7+583.23m	7+625.53m								

Tabla 58. Comprobación del parámetro y longitud mínima de las clotoides hasta el P.K. 7+625.53m. Fuente, elaboración propia.

Clotoide	7+625.53m	7+658.86m	50.000				33.333			
Curva	7+658.86m	7+720.86m		NO CUMPLE	56.905	69.694		NO CUMPLE	43.176	64.764
Clotoide	7+720.86m	7+754.19m	50.000				33.333			
Recta	7+754.19m	7+784.13m								
Clotoide	7+784.13m	7+802.96m	40.000				18.824			
Curva	7+802.96m	7+872.37m		NO CUMPLE	61.499	75.320		NO CUMPLE	44.495	66.743
Clotoide	7+872.37m	7+891.19m	40.000				18.824			
Recta	7+891.19m	7+893.02m								
Clotoide	7+893.02m	7+895.07m	15.000				2.045			
Curva	7+895.07m	7+925.93m		NO CUMPLE	71.902	88.062		NO CUMPLE	47.000	70.499
Clotoide	7+925.93m	7+927.97m	15.000				2.045			
Recta	7+927.97m	7+990.60m								
Clotoide	7+990.60m	8+017.86m	65.000				27.258			
Curva	8+017.86m	8+058.36m		NO CUMPLE	87.745	107.466		NO CUMPLE	49.673	74.509
Clotoide	8+058.36m	8+085.62m	65.000				27.258			
Recta	8+085.62m	8+185.86m								
Clotoide	8+185.86m	8+200.27m	55.000				14.405			
Curva	8+200.27m	8+213.16m		NO CUMPLE	103.622	126.910		NO CUMPLE	51.131	76.696
Clotoide	8+213.16m	8+227.57m	55				14.405			
Recta	8+227.57m	8+500.00m								

Tabla 59. Comprobación del parámetro y longitud mínima de las clotoides hasta el P.K. 8+500m. Fuente, elaboración propia.

Comprobación de la relación de radios de las curvas circulares

consecutivas:

Tabla 4.7 de la Norma 3.1 –IC, Trazado, que relaciona los radios de las curvas consecutivas:

TABLA 4.7. RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA O CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA.	
R (m)	R' (m)
50 - 450	$\frac{41}{65} \cdot R + \frac{110}{13} < R' < \frac{65}{41} \cdot R - \frac{550}{41}$
450 - 700	$\frac{41}{65} \cdot R + \frac{110}{13} < R' < \frac{22}{5} \cdot R - 1280$
700 - 1800	$\frac{5}{22} \cdot R + \frac{3200}{11} < R' < \frac{22}{5} \cdot R - 1280$
> 1800	$R' > 700$

Tabla 60. Relación de curvas consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud limitada. Fuente, Norma 3.1-IC Trazado

Verificación del cumplimiento entre alineaciones de curvas consecutivas, según expresiones de Tabla 49:

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



Tramo	Vp (km/h)	Lmax (m)	Lmin,s (m)	Lmin,c (m)							
1	40	668	55.6	111.2							
Curvas consecutivas											
Nº elemento	Tipo elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Tipo de curva	Orientación	Lmin (m)	Radio (m)	Rmin (m)	R(m)	Rmax (m)
1	Recta	0+000.00m	0+115.47m	115.472		N14° 54' 00"E					
2	Clotoide	0+115.47m	0+138.70m	23.226							
3	Curva	0+138.70m	0+164.59m	25.889	Derechas			620		CUMPLE	
4	Clotoide	0+164.59m	0+187.81m	23.226					400	620	1448
5	Recta	0+187.81m	0+269.50m	81.683	Curva en S	N19° 26' 19"E	Cumple		75	105	153
6	Clotoide	0+269.50m	0+309.73m	40.238							
7	Curva	0+309.73m	0+410.49m	100.757	Izquierdas			105		CUMPLE	
8	Clotoide	0+410.49m	0+450.73m	40.238					75	105	153
9	Recta	0+450.73m	0+836.78m	386.053	Curva en S	N57° 29' 55"W	Cumple		113	165	248
10	Clotoide	0+836.78m	0+885.87m	49.091							
11	Curva	0+885.87m	0+905.14m	19.27	Derechas			165		CUMPLE	
12	Clotoide	0+905.14m	0+954.23m	49.091					113	165	248
13	Recta	0+954.23m	1+143.78m	189.549	Curva en C	N33° 45' 37"W	Cumple		97	140	209
14	Clotoide	1+143.78m	1+173.96m	30.179							
15	Curva	1+173.96m	1+177.52m	3.557	Derechas			140		CUMPLE	
16	Clotoide	1+177.52m	1+207.70m	30.179					97	140	209
17	Recta	1+207.70m	1+402.13m	194.431	Curva en C	N19° 57' 15"W	Cumple		116	170	256
18	Clotoide	1+402.13m	1+435.22m	33.088							
19	Curva	1+435.22m	1+439.65m	4.433	Derechas			170		CUMPLE	
20	Clotoide	1+439.65m	1+472.74m	33.088					116	170	256
21	Recta	1+472.74m	1+578.80m	106.06	Curva en S	N7° 18' 29"W	Cumple		49	65	90
22	Clotoide	1+578.80m	1+609.95m	31.154							
23	Curva	1+609.95m	1+623.67m	13.717	Izquierdas			65		CUMPLE	
24	Clotoide	1+623.67m	1+654.82m	31.154					49	65	90
25	Recta	1+654.82m	1+667.85m	13.024	Curva en S	N46° 51' 38"W	Modificar		62	85	121
26	Clotoide	1+667.85m	1+678.43m	10.588							
27	Curva	1+678.43m	1+688.26m	9.824	Derechas			85		CUMPLE	
28	Clotoide	1+688.26m	1+698.85m	10.588					62	85	121
29	Recta	1+698.85m	1+750.13m	51.28	Curva en S	N33° 06' 04"W	Modificar		160	240	367
30	Clotoide	1+750.13m	1+760.54m	10.417							
31	Curva	1+760.54m	1+784.32m	23.773	Izquierdas			240		CUMPLE	
32	Clotoide	1+784.32m	1+794.73m	10.417					160	240	367
33	Recta	1+794.73m	1+855.02m	60.285	Curva en S	N41° 15' 48"W	Cumple		103	150	224
34	Clotoide	1+855.02m	1+879.02m	24							
35	Curva	1+879.02m	1+903.01m	23.996	Derechas			150		CUMPLE	
36	Clotoide	1+903.01m	1+927.01m	24					103	150	224
37	Recta	1+927.01m	1+953.56m	26.547	Curva en S	N22° 55' 50"W	Modificar		160	240	367
38	Clotoide	1+953.56m	1+971.16m	17.604							
39	Curva	1+971.16m	2+003.63m	32.466	Izquierdas			240		CUMPLE	
40	Clotoide	2+003.63m	2+021.24m	17.604					160	240	367
41	Recta	2+021.24m	2+042.17m	20.937	Curva en S	N34° 53' 02"W	Modificar		166	250	383
42	Clotoide	2+042.17m	2+090.57m	48.4							
43	Curva	2+090.57m	2+119.13m	28.553	Derechas			250		CUMPLE	
44	Clotoide	2+119.13m	2+167.53m	48.4					166	250	383
45	Recta	2+167.53m	2+302.30m	134.779	Curva en S	N17° 14' 51"W	Cumple		62	85	121
46	Clotoide	2+302.30m	2+321.13m	18.824							
47	Curva	2+321.13m	2+378.46m	57.336	Izquierdas			85		CUMPLE	
48	Clotoide	2+378.46m	2+397.29m	18.824					62	85	121
49	Recta	2+397.29m	2+508.52m	111.234	Curva en S	N68° 35' 04"W	Cumple		141	210	320
50	Clotoide	2+508.52m	2+522.93m	14.405							
51	Curva	2+522.93m	2+536.67m	13.746	Derechas			210		CUMPLE	
52	Clotoide	2+536.67m	2+551.08m	14.405					141	210	320
53	Recta	2+551.08m	2+607.97m	56.896	Curva en C	N60° 54' 14"W	Modificar		116	170	256
54	Clotoide	2+607.97m	2+641.06m	33.088							
55	Curva	2+641.06m	2+658.04m	16.982	Derechas			170		CUMPLE	
56	Clotoide	2+658.04m	2+691.13m	33.088					116	170	256
57	Recta	2+691.13m	2+784.81m	93.681	Curva en C	N44° 01' 43"W	Modificar		78	110	161
58	Clotoide	2+784.81m	2+807.54m	22.727							
59	Curva	2+807.54m	2+831.14m	23.598	Derechas			110		CUMPLE	
60	Clotoide	2+831.14m	2+853.87m	22.727					78	110	161
61	Recta	2+853.87m	2+941.64m	87.774	Curva en C	N19° 53' 56"W	Modificar		444	690	1756

Tabla 61. Comprobación de longitudes de rectas y relación de radios consecutivos hasta el P.K. 2+941.64m. Fuente, elaboración propia

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)

62	Clotoide	2+941.64m	2+959.18m	17.536									
63	Curva	2+959.18m	3+029.75m	70.577	Derechas				690		CUMPLE		
64	Clotoide	3+029.75m	3+047.29m	17.536						444	690	1756	
65	Recta	3+047.29m	3+285.43m	238.138	Curva en C	N12° 34' 56"W	Cumple			477	820	2328	
66	Clotoide	3+285.43m	3+307.65m	22.226									
67	Curva	3+307.65m	3+344.53m	36.874	Derechas				820		CUMPLE		
68	Clotoide	3+344.53m	3+366.75m	22.226						477	820	2328	
69	Recta	3+366.75m	3+513.89m	147.143	Curva en C	N8° 27' 10"W	Cumple			116	170	256	
70	Clotoide	3+513.89m	3+525.81m	11.912									
71	Curva	3+525.81m	3+549.39m	23.58	Derechas				170		CUMPLE		
72	Clotoide	3+549.39m	3+561.30m	11.912						116	170	256	
73	Recta	3+561.30m	3+655.16m	93.857	Curva en S	N3° 30' 33"E	Cumple			90	130	193	
74	Clotoide	3+655.16m	3+687.66m	32.5									
75	Curva	3+687.66m	3+715.78m	28.126	Izquierdas				130		CUMPLE		
76	Clotoide	3+715.78m	3+748.28m	32.5						90	130	193	
77	Recta	3+748.28m	3+839.32m	91.037	Curva en C	N23° 12' 40"W	Modificar			97	140	209	
78	Clotoide	3+839.32m	3+845.75m	6.429									
79	Curva	3+845.75m	3+876.61m	30.866	Izquierdas				140		CUMPLE		
80	Clotoide	3+876.61m	3+883.04m	6.429						97	140	209	
81	Recta	3+883.04m	3+886.15m	3.107	Curva en S	N38° 28' 27"W	Modificar			40	40	66	
82	Clotoide	3+886.15m	3+901.77m	15.625									
83	Curva	3+901.77m	3+937.27m	35.496	Derechas				40	50	CUMPLE		
84	Clotoide	3+937.27m	3+952.89m	15.625						40	40	66	
85	Recta	3+952.89m	3+956.62m	3.725	Curva en S	N34° 45' 07"E	Modificar			84	120	177	
86	Clotoide	3+956.62m	3+977.45m	20.833									
87	Curva	3+977.45m	4+019.66m	42.204	Izquierdas				120		CUMPLE		
88	Clotoide	4+019.66m	4+040.49m	20.833						84	120	177	
89	Recta	4+040.49m	4+084.40m	43.911	Curva en C	N4° 39' 13"E	Modificar			46	60	82	
90	Clotoide	4+084.40m	4+091.07m	6.667									
91	Curva	4+091.07m	4+118.63m	27.566	Izquierdas				60		CUMPLE		
92	Clotoide	4+118.63m	4+125.30m	6.667						46	60	82	
93	Recta	4+125.30m	4+176.39m	51.09	Curva en S	N28° 02' 11"W	Modificar			141	210	320	
94	Clotoide	4+176.39m	4+188.30m	11.905									
95	Curva	4+188.30m	4+209.92m	21.622	Derechas				210		CUMPLE		
96	Clotoide	4+209.92m	4+221.82m	11.905						141	210	320	
97	Recta	4+221.82m	4+274.13m	52.305	Curva en S	N18° 53' 20"W	Modificar			330	510	964	
98	Clotoide	4+274.13m	4+293.74m	19.608									
99	Curva	4+293.74m	4+338.24m	44.505	Izquierdas				510		CUMPLE		
100	Clotoide	4+338.24m	4+357.85m	19.608						330	510	964	
101	Recta	4+357.85m	4+446.92m	89.071	Curva en C	N26° 05' 30"W	Modificar			122	180	272	
102	Clotoide	4+446.92m	4+474.14m	27.222									
103	Curva	4+474.14m	4+524.17m	50.023	Izquierdas				180		CUMPLE		
104	Clotoide	4+524.17m	4+551.39m	27.222						122	180	272	
105	Recta	4+551.39m	4+613.66m	62.275	Curva en C	N50° 40' 46"W	Modificar			90	130	193	
106	Clotoide	4+613.66m	4+625.97m	12.308									
107	Curva	4+625.97m	4+654.78m	28.813	Izquierdas				130		CUMPLE		
108	Clotoide	4+654.78m	4+667.09m	12.308						90	130	193	
109	Recta	4+667.09m	4+680.73m	13.642	Curva en S	N68° 48' 11"W	Modificar			62	85	121	
110	Clotoide	4+680.73m	4+688.09m	7.353									
111	Curva	4+688.09m	4+724.30m	36.215	Derechas				85		CUMPLE		
112	Clotoide	4+724.30m	4+731.65m	7.353						62	85	121	
113	Recta	4+731.65m	4+732.70m	1.043	Curva en S	N39° 26' 07"W	Modificar			109	160	240	
114	Clotoide	4+732.70m	4+742.70m	10									
115	Curva	4+742.70m	4+780.52m	37.827	Izquierdas				160		CUMPLE		
116	Clotoide	4+780.52m	4+790.52m	10						109	160	240	
117	Recta	4+790.52m	4+825.09m	34.57	Curva en C	N56° 33' 44"W	Modificar			116	170	256	
118	Clotoide	4+825.09m	4+828.77m	3.676									
119	Curva	4+828.77m	4+865.71m	36.94	Izquierdas				170		CUMPLE		
120	Clotoide	4+865.71m	4+869.39m	3.676						116	170	256	
121	Recta	4+869.39m	4+871.15m	1.761	Curva en S	N70° 15' 05"W	Modificar			43	55	74	
122	Clotoide	4+871.15m	4+872.97m	1.818									
123	Curva	4+872.97m	4+893.58m	20.61	Derechas				55		CUMPLE		
124	Clotoide	4+893.58m	4+895.39m	1.818						43	55	74	
125	Recta	4+895.39m	4+922.36m	26.967	Curva en C	N46° 53' 15"W	Modificar			40	45	66	
126	Clotoide	4+922.36m	4+924.58m	2.222									
127	Curva	4+924.58m	4+976.68m	52.099	Derechas				45	50	CUMPLE		
128	Clotoide	4+976.68m	4+978.90m	2.222						40	45	66	
129	Recta	4+978.90m	4+978.94m	0.04	Curva en S	N22° 16' 33"E	Modificar			61	83	118	
130	Clotoide	4+978.94m	4+980.15m	1.205									
131	Curva	4+980.15m	5+036.53m	56.383	Izquierdas				83		CUMPLE		
132	Clotoide	5+036.53m	5+037.74m	1.205						61	83	118	
133	Recta	5+037.74m	5+038.36m	0.621	Curva en S	N17° 28' 39"W	Modificar			49	65	90	
134	Clotoide	5+038.36m	5+039.90m	1.538									
135	Curva	5+039.90m	5+077.97m	38.07	Derechas				65		CUMPLE		
136	Clotoide	5+077.97m	5+079.50m	1.538						49	65	90	
137	Recta	5+079.50m	5+119.95m	40.443	Curva en S	N17° 26' 10"E	Modificar			41	51	67	

Tabla 62. Comprobación de longitudes de rectas y relación de radios consecutivos hasta el P.K. 5+119.95 m. Fuente, elaboración propia

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



138	Clotoide	5+119.95m	5+132.20m	12.255								25
139	Curva	5+132.20m	5+228.33m	96.133	Izquierdas				51		CUMPLE	
140	Clotoide	5+228.33m	5+240.59m	12.255						41	51	67
141	Recta	5+240.59m	5+269.86m	29.267	Curva en S	S75° 40' 06"W	Modificar			210	320	494
142	Clotoide	5+269.86m	5+271.11m	1.25								20
143	Curva	5+271.11m	5+331.48m	60.369	Derechas				320		CUMPLE	
144	Clotoide	5+331.48m	5+332.73m	1.25						210	320	494
145	Recta	5+332.73m	5+332.87m	0.149	Curva en S	S86° 42' 04"W	Modificar			46	60	82
146	Clotoide	5+332.87m	5+339.54m	6.667								20
147	Curva	5+339.54m	5+359.25m	19.708	Izquierdas				60		CUMPLE	
148	Clotoide	5+359.25m	5+365.92m	6.667						46	60	82
149	Recta	5+365.92m	5+367.08m	1.162	Curva en S	S61° 30' 55"W	Modificar			40	40	66
150	Clotoide	5+367.08m	5+372.70m	5.625								15
151	Curva	5+372.70m	5+413.22m	40.515	Derechas				40	50	CUMPLE	
152	Clotoide	5+413.22m	5+418.84m	5.625						40	40	66
153	Recta	5+418.84m	5+424.53m	5.685	Curva en S	N52° 23' 36"W	Modificar			128	190	288
154	Clotoide	5+424.53m	5+437.69m	13.158								50
155	Curva	5+437.69m	5+533.97m	96.281	Izquierdas				190		CUMPLE	
156	Clotoide	5+533.97m	5+547.13m	13.158						128	190	288
157	Recta	5+547.13m	5+547.89m	0.762	Curva en S	N85° 23' 43"W	Modificar			40	40	66
158	Clotoide	5+547.89m	5+553.51m	5.625								15
159	Curva	5+553.51m	5+579.52m	26.008	Derechas				40	50	CUMPLE	
160	Clotoide	5+579.52m	5+585.15m	5.625						40	40	66
161	Recta	5+585.15m	5+604.08m	18.933	Curva en S	N40° 05' 03"W	Modificar			56	75	105
162	Clotoide	5+604.08m	5+616.08m	12								30
163	Curva	5+616.08m	5+652.81m	36.728	Izquierdas				75		NO CUMPLE	
164	Clotoide	5+652.81m	5+664.81m	12						56	75	105
165	Recta	5+664.81m	5+733.64m	68.829	Curva en C	N77° 18' 34"W	Modificar			40	30	66
166	Clotoide	5+733.64m	5+746.97m	13.333								20
167	Curva	5+746.97m	5+767.28m	20.311	Izquierdas				30	50	NO CUMPLE	
168	Clotoide	5+767.28m	5+780.61m	13.333						40	30	66
169	Recta	5+780.61m	5+781.87m	1.259	Curva en C	S38° 26' 07"W	Modificar			87	125	185
170	Clotoide	5+781.87m	5+785.07m	3.2								20
171	Curva	5+785.07m	5+816.57m	31.497	Izquierdas				125		NO CUMPLE	
172	Clotoide	5+816.57m	5+819.77m	3.2						87	125	185
173	Recta	5+819.77m	5+835.60m	15.835	Curva en S	S22° 31' 53"W	Modificar			40	25	66
174	Clotoide	5+835.60m	5+851.60m	16								20
175	Curva	5+851.60m	5+890.45m	38.849	Derechas				25	50	NO CUMPLE	
176	Clotoide	5+890.45m	5+906.45m	16						40	25	66
177	Recta	5+906.45m	5+935.90m	29.447	Curva en S	N31° 45' 53"W	Modificar			40	45	66
178	Clotoide	5+935.90m	5+949.79m	13.889								25
179	Curva	5+949.79m	5+985.93m	36.145	Izquierdas				45	50	CUMPLE	
180	Clotoide	5+985.93m	5+999.82m	13.889						40	45	66
181	Recta	5+999.82m	6+036.67m	36.843	Curva en C	S84° 31' 47"W	Modificar			65	90	129
182	Clotoide	6+036.67m	6+041.11m	4.444								20
183	Curva	6+041.11m	6+067.19m	26.08	Izquierdas				90		CUMPLE	
184	Clotoide	6+067.19m	6+071.64m	4.444						65	90	129
185	Recta	6+071.64m	6+072.57m	0.931	Curva en S	S65° 05' 50"W	Modificar			40	40	66
186	Clotoide	6+072.57m	6+078.19m	5.625								15
187	Curva	6+078.19m	6+102.14m	23.951	Derechas				40	50	CUMPLE	
188	Clotoide	6+102.14m	6+107.77m	5.625						40	40	66
189	Recta	6+107.77m	6+122.85m	15.079	Curva en C	N72° 32' 17"W	Modificar			40	45	66
190	Clotoide	6+122.85m	6+131.74m	8.889								20
191	Curva	6+131.74m	6+153.52m	21.787	Derechas				45	50	CUMPLE	
192	Clotoide	6+153.52m	6+162.41m	8.889						40	45	66
193	Recta	6+162.41m	6+201.27m	38.855	Curva en C	N33° 28' 47"W	Modificar			43	55	74
194	Clotoide	6+201.27m	6+217.63m	16.364								30
195	Curva	6+217.63m	6+244.98m	27.35	Derechas				55		CUMPLE	
196	Clotoide	6+244.98m	6+261.34m	16.364						43	55	74
197	Recta	6+261.34m	6+405.11m	143.767	Curva en C	N12° 03' 31"E	Cumple			321	495	898
198	Clotoide	6+405.11m	6+408.34m	3.232								40
199	Curva	6+408.34m	6+440.14m	31.796	Derechas				495		CUMPLE	
200	Clotoide	6+440.14m	6+443.37m	3.232						321	495	898
201	Recta	6+443.37m	6+511.29m	67.917	Curva en S	N16° 06' 48"E	Cumple			128	190	288
202	Clotoide	6+511.29m	6+563.92m	52.632								100
203	Curva	6+563.92m	6+612.80m	48.885	Izquierdas				190		CUMPLE	
204	Clotoide	6+612.80m	6+665.44m	52.632						128	190	288
205	Recta	6+665.44m	6+681.37m	15.938	Curva en C	N14° 30' 00"W	Modificar			56	75	105
206	Clotoide	6+681.37m	6+697.71m	16.333								35
207	Curva	6+697.71m	6+735.10m	37.389	Izquierdas				75		NO CUMPLE	
208	Clotoide	6+735.10m	6+751.43m	16.333						56	75	105
209	Recta	6+751.43m	6+755.53m	4.099	Curva en S	N55° 32' 27"W	Modificar			40	35	66

Tabla 63. Comprobación de longitudes de rectas y relación de radios consecutivos hasta el P.K. 6+755.53 m. Fuente, elaboración propia

210	Clotoide	6+755.53m	6+766.96m	11.429									
211	Curva	6+766.96m	6+802.75m	35.796	Derechas				35	50	NO CUMPLE		
212	Clotoide	6+802.75m	6+814.18m	11.429						40	35	66	
213	Recta	6+814.18m	6+814.28m	0.095	Curva en S	N21° 46' 02"E	Modificar			84	120	177	
214	Clotoide	6+814.28m	6+817.61m	3.333									
215	Curva	6+817.61m	6+886.35m	68.737	Izquierdas				120		CUMPLE		
216	Clotoide	6+886.35m	6+889.68m	3.333						84	120	177	
217	Recta	6+889.68m	6+911.58m	21.901	Curva en S	N12° 38' 38"W	Modificar			49	65	90	
218	Clotoide	6+911.58m	6+925.43m	13.846									
219	Curva	6+925.43m	6+932.51m	7.081	Derechas				65		CUMPLE		
220	Clotoide	6+932.51m	6+946.36m	13.846						49	65	90	
221	Recta	6+946.36m	6+990.51m	44.149	Curva en C	N5° 48' 10"E	Modificar			116	170	256	
222	Clotoide	6+990.51m	6+997.71m	7.206									
223	Curva	6+997.71m	7+028.20m	30.489	Derechas				170		CUMPLE		
224	Clotoide	7+028.20m	7+035.41m	7.206						116	170	256	
225	Recta	7+035.41m	7+045.19m	9.785	Curva en S	N18° 30' 26"E	Modificar			49	65	90	
226	Clotoide	7+045.19m	7+051.34m	6.154									
227	Curva	7+051.34m	7+069.20m	17.856	Izquierdas				65		CUMPLE		
228	Clotoide	7+069.20m	7+075.35m	6.154						49	65	90	
229	Recta	7+075.35m	7+079.80m	4.441	Curva en S	N2° 39' 23"W	Modificar			56	75	105	
230	Clotoide	7+079.80m	7+096.13m	16.333									
231	Curva	7+096.13m	7+127.93m	31.801	Derechas				75		CUMPLE		
232	Clotoide	7+127.93m	7+144.26m	16.333						56	75	105	
233	Recta	7+144.26m	7+192.03m	47.767	Curva en C	N34° 06' 55"E	Modificar			40	40	66	
234	Clotoide	7+192.03m	7+194.53m	2.5									
235	Curva	7+194.53m	7+198.78m	4.249	Derechas				40	50	CUMPLE		
236	Clotoide	7+198.78m	7+201.28m	2.5						40	40	66	
237	Recta	7+201.28m	7+214.52m	13.243	Curva en S	N43° 46' 58"E	Modificar			68	95	137	
238	Clotoide	7+214.52m	7+221.10m	6.579									
239	Curva	7+221.10m	7+240.95m	19.849	Izquierdas				95		CUMPLE		
240	Clotoide	7+240.95m	7+247.53m	6.579						68	95	137	
241	Recta	7+247.53m	7+260.96m	13.434	Curva en S	N27° 50' 38"E	Modificar			46	60	82	
242	Clotoide	7+260.96m	7+275.96m	15									
243	Curva	7+275.96m	7+308.48m	32.514	Derechas				60		CUMPLE		
244	Clotoide	7+308.48m	7+323.48m	15						46	60	82	
245	Recta	7+323.48m	7+336.68m	13.202	Curva en S	N73° 13' 00"E	Modificar			43	55	74	
246	Clotoide	7+336.68m	7+340.77m	4.091									
247	Curva	7+340.77m	7+347.02m	6.251	Izquierdas				55		CUMPLE		
248	Clotoide	7+347.02m	7+351.11m	4.091						43	55	74	
249	Recta	7+351.11m	7+352.82m	1.703	Curva en S	N62° 26' 34"E	Modificar			90	130	193	
250	Clotoide	7+352.82m	7+362.24m	9.423									
251	Curva	7+362.24m	7+391.52m	29.286	Derechas				130		CUMPLE		
252	Clotoide	7+391.52m	7+400.95m	9.423						90	130	193	
253	Recta	7+400.95m	7+418.96m	18.014	Curva en S	N79° 30' 12"E	Modificar			78	110	161	
254	Clotoide	7+418.96m	7+451.69m	32.727									
255	Curva	7+451.69m	7+507.79m	56.101	Izquierdas				110		CUMPLE		
256	Clotoide	7+507.79m	7+540.52m	32.727						78	110	161	
257	Recta	7+540.52m	7+549.16m	8.639	Curva en S	N33° 14' 07"E	Modificar			46	60	82	
258	Clotoide	7+549.16m	7+555.82m	6.667									
259	Curva	7+555.82m	7+576.56m	20.74	Derechas				60		CUMPLE		
260	Clotoide	7+576.56m	7+583.23m	6.667						46	60	82	
261	Recta	7+583.23m	7+625.53m	42.295	Curva en S	N59° 24' 24"E	Modificar			56	75	105	
262	Clotoide	7+625.53m	7+658.86m	33.333									
263	Curva	7+658.86m	7+720.86m	62	Izquierdas				75		CUMPLE		
264	Clotoide	7+720.86m	7+754.19m	33.333						56	75	105	
265	Recta	7+754.19m	7+784.13m	29.942	Curva en C	N13° 25' 21"W	Modificar			62	85	121	
266	Clotoide	7+784.13m	7+802.96m	18.824									
267	Curva	7+802.96m	7+872.37m	69.409	Izquierdas				85		CUMPLE		
268	Clotoide	7+872.37m	7+891.19m	18.824						62	85	121	
269	Recta	7+891.19m	7+893.02m	1.831	Curva en C	N72° 53' 51"W	Modificar			78	110	161	
270	Clotoide	7+893.02m	7+895.07m	2.045									
271	Curva	7+895.07m	7+925.93m	30.862	Izquierdas				110		CUMPLE		
272	Clotoide	7+925.93m	7+927.97m	2.045						78	110	161	
273	Recta	7+927.97m	7+990.60m	62.629	Curva en S	S89° 57' 43"W	Cumple			106	155	232	
274	Clotoide	7+990.60m	8+017.86m	27.258									
275	Curva	8+017.86m	8+058.36m	40.499	Derechas				155		CUMPLE		
276	Clotoide	8+058.36m	8+085.62m	27.258						106	155	232	
277	Recta	8+085.62m	8+185.86m	100.243	Curva en C	N64° 59' 29"W	Modificar			141	210	320	
278	Clotoide	8+185.86m	8+200.27m	14.405									
279	Curva	8+200.27m	8+213.16m	12.896	Derechas				210		CUMPLE		
280	Clotoide	8+213.16m	8+227.57m	14.405						141	210	320	
281	Recta	8+227.57m	8+500.00m	272.435		N57° 32' 34"W					0		

Tabla 64. Comprobación de longitudes de rectas y relación de radios consecutivos hasta el P.K. 8+500m. Fuente, elaboración propia

Trazado en alzado:

Estado de Alineaciones de Rasantes:

Nº elem.	Tipo Alin.	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Elevación		Valor K
					inicial	Inclinación	
	Rasante	0+000.00m	0+023.15m	23.153m	495.434m	-7.38%	
2	Cóncavo	0+023.15m	0+046.55m	23.400m	493.725m		1402.411m
	Rasante	0+046.55m	0+077.88m	31.330m	492.193m	-5.71%	
4	Cóncavo	0+077.88m	0+119.01m	41.123m	490.403m		730.726m
	Rasante	0+119.01m	0+150.34m	31.340m	489.210m	-0.09%	
6	Cóncavo	0+150.34m	0+205.95m	55.606m	489.183m		760.000m
	Rasante	0+205.95m	0+308.29m	102.335m	491.169m	7.23%	
8	Convexo	0+308.29m	0+383.79m	75.505m	498.568m		1620.496m
	Rasante	0+383.79m	0+510.79m	126.997m	502.268m	2.57%	
10	Convexo	0+510.79m	0+619.72m	108.933m	505.533m		4545.540m
	Rasante	0+619.72m	0+955.47m	335.751m	507.028m	0.17%	
12	Cóncavo	0+955.47m	1+010.04m	54.565m	507.613m		1646.885m
	Rasante	1+010.04m	1+040.73m	30.695m	508.612m	3.49%	
14	Convexo	1+040.73m	1+097.91m	57.174m	509.682m		1479.791m
	Rasante	1+097.91m	1+155.93m	58.025m	510.572m	-0.38%	
16	Cóncavo	1+155.93m	1+214.85m	58.922m	510.354m		1311.200m
	Rasante	1+214.85m	1+238.55m	23.696m	511.456m	4.12%	
18	Cóncavo	1+238.55m	1+251.91m	13.356m	512.431m		854.153m
	Rasante	1+251.91m	1+268.41m	16.500m	513.086m	5.68%	
20	Convexo	1+268.41m	1+330.87m	62.465m	514.023m		5000.000m
	Rasante	1+330.87m	1+370.31m	39.436m	517.182m	4.43%	
22	Convexo	1+370.31m	1+399.14m	28.838m	518.930m		1300.687m
	Rasante	1+399.14m	1+423.38m	24.238m	519.888m	2.21%	
24	Cóncavo	1+423.38m	1+456.11m	32.732m	520.425m		1311.580m
	Rasante	1+456.11m	1+552.81m	96.692m	521.558m	4.71%	
26	Convexo	1+552.81m	1+601.98m	49.175m	526.113m		1253.502m
	Rasante	1+601.98m	1+640.35m	38.374m	527.465m	0.79%	
28	Convexo	1+640.35m	1+899.06m	258.706m	527.767m		38963.478m
	Rasante	1+899.06m	1+988.11m	89.047m	528.945m	0.12%	
30	Cóncavo	1+988.11m	2+038.85m	50.740m	529.055m		1522.909m
	Rasante	2+038.85m	2+078.40m	39.556m	529.963m	3.46%	
32	Convexo	2+078.40m	2+104.76m	26.353m	531.330m		2229.931m
	Rasante	2+104.76m	2+137.07m	32.314m	532.085m	2.27%	
34	Cóncavo	2+137.07m	2+202.07m	65.000m	532.819m		3062.489m
	Rasante	2+202.07m	2+224.21m	22.135m	534.987m	4.40%	
36	Convexo	2+224.21m	2+253.58m	29.376m	535.960m		1136.263m
	Rasante	2+253.58m	2+283.11m	29.528m	536.871m	1.81%	
38	Cóncavo	2+283.11m	2+325.96m	42.851m	537.406m		1818.322m
	Rasante	2+325.96m	2+340.73m	14.773m	538.687m	4.17%	
40	Convexo	2+340.73m	2+377.25m	36.514m	539.302m		1725.841m
	Rasante	2+377.25m	2+427.00m	49.754m	540.438m	2.05%	
42	Cóncavo	2+427.00m	2+456.04m	29.035m	541.458m		3167.850m
	Rasante	2+456.04m	2+479.63m	23.598m	542.187m	2.97%	
44	Cóncavo	2+479.63m	2+547.92m	68.286m	542.887m		5087.712m
	Rasante	2+547.92m	2+576.92m	28.997m	545.372m	4.31%	
46	Convexo	2+576.92m	2+746.92m	170.004m	546.622m		8685.669m
	Rasante	2+746.92m	2+802.18m	55.264m	552.286m	2.35%	
48	Cóncavo	2+802.18m	2+965.43m	163.247m	553.586m		4275.472m
	Rasante	2+965.43m	3+476.61m	511.180m	560.544m	6.17%	
50	Cóncavo	3+476.61m	3+720.99m	244.373m	592.090m		33275.311m
	Rasante	3+720.99m	3+878.47m	157.484m	608.068m	6.91%	
52	Convexo	3+878.47m	3+897.51m	19.044m	618.943m		540.155m
	Rasante	3+897.51m	3+923.52m	26.010m	619.922m	3.38%	
54	Cóncavo	3+923.52m	3+961.69m	38.171m	620.801m		1325.510m
	Rasante	3+961.69m	4+100.82m	139.125m	622.641m	6.26%	
56	Convexo	4+100.82m	4+136.23m	35.415m	631.350m		1648.755m
	Rasante	4+136.23m	4+198.29m	62.057m	633.186m	4.11%	

Tabla 65. Estado de Rasantes hasta el P.K. 4+198.29m. Fuente, elaboración propia

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



58	Cóncavo	4+198.29m	4+239.94m	41.653m	635.738m		2673.361m
	Rasante	4+239.94m	4+429.20m	189.254m	637.775m	5.67%	
60	Cóncavo	4+429.20m	4+481.57m	52.373m	648.505m		3481.603m
	Rasante	4+481.57m	4+496.15m	14.579m	651.868m	7.17%	
62	Convexo	4+496.15m	4+526.93m	30.779m	652.914m		1224.203m
	Rasante	4+526.93m	4+573.17m	46.243m	654.735m	4.66%	
64	Cóncavo	4+573.17m	4+624.73m	51.563m	656.890m		2490.000m
	Rasante	4+624.73m	4+625.08m	0.344m	659.826m	6.73%	
66	Convexo	4+625.08m	4+662.58m	37.502m	659.850m		2019.765m
	Rasante	4+662.58m	4+799.74m	137.163m	662.026m	4.87%	
68	Convexo	4+799.74m	4+843.72m	43.978m	668.711m		959.251m
	Rasante	4+843.72m	4+858.72m	15.003m	669.846m	0.29%	
70	Convexo	4+858.72m	4+916.56m	57.838m	669.889m		1658.596m
	Rasante	4+916.56m	4+923.46m	6.899m	669.048m	-3.20%	
72	Cóncavo	4+923.46m	4+998.53m	75.069m	668.827m		1087.159m
	Rasante	4+998.53m	5+098.88m	100.352m	669.018m	3.71%	
74	Convexo	5+098.88m	5+112.98m	14.103m	672.738m		250.000m
	Rasante	5+112.98m	5+124.78m	11.800m	672.863m	-1.93%	
76	Cóncavo	5+124.78m	5+154.30m	29.513m	672.635m		431.784m
	Rasante	5+154.30m	5+191.45m	37.152m	673.073m	4.90%	
78	Convexo	5+191.45m	5+222.62m	31.172m	674.894m		842.752m
	Rasante	5+222.62m	5+266.27m	43.652m	675.845m	1.20%	
80	Cóncavo	5+266.27m	5+284.53m	18.258m	676.370m		124.030m
	Rasante	5+284.53m	5+333.21m	48.680m	677.933m	15.92%	
82	Convexo	5+333.21m	5+393.55m	60.337m	685.684m		145.533m
	Rasante	5+393.55m	5+393.57m	0.018m	682.784m	-25.54%	
84	Cóncavo	5+393.57m	5+409.95m	16.380m	682.779m		57.365m
	Rasante	5+409.95m	5+541.39m	131.447m	680.935m	3.02%	
86	Convexo	5+541.39m	5+549.22m	7.825m	684.901m		250.000m
	Rasante	5+549.22m	5+580.12m	30.905m	685.015m	-0.11%	
88	Cóncavo	5+580.12m	5+592.63m	12.511m	684.980m		324.908m
	Rasante	5+592.63m	5+595.31m	2.677m	685.207m	3.74%	
90	Convexo	5+595.31m	5+619.57m	24.256m	685.307m		2026.880m
	Rasante	5+619.57m	5+622.88m	3.309m	686.068m	2.54%	
92	Convexo	5+622.88m	5+646.51m	23.634m	686.152m		1125.861m
	Rasante	5+646.51m	5+647.92m	1.407m	686.505m	0.44%	
94	Cóncavo	5+647.92m	5+660.78m	12.864m	686.511m		760.000m
	Rasante	5+660.78m	5+674.68m	13.898m	686.677m	2.13%	
96	Convexo	5+674.68m	5+721.59m	46.908m	686.973m		3184.290m
	Rasante	5+721.59m	5+754.54m	32.954m	687.629m	0.66%	
98	Cóncavo	5+754.54m	5+777.48m	22.943m	687.847m		390.034m
	Rasante	5+777.48m	5+814.16m	36.674m	688.674m	6.54%	
100	Convexo	5+814.16m	5+859.10m	44.941m	691.073m		164.492m
	Rasante	5+859.10m	5+859.25m	0.153m	687.875m	-20.78%	
102	Cóncavo	5+859.25m	5+872.66m	13.403m	687.843m		71.351m
	Rasante	5+872.66m	5+967.95m	95.294m	686.317m	-1.99%	
104	Cóncavo	5+967.95m	6+017.54m	49.593m	684.418m		1043.894m
	Rasante	6+017.54m	6+068.82m	51.280m	684.608m	2.76%	
106	Convexo	6+068.82m	6+089.02m	20.194m	686.022m		375.963m
	Rasante	6+089.02m	6+103.32m	14.304m	686.037m	-2.61%	
108	Cóncavo	6+103.32m	6+182.57m	79.250m	685.663m		821.655m
	Rasante	6+182.57m	6+242.55m	59.977m	687.414m	7.03%	
110	Convexo	6+242.55m	6+269.84m	27.291m	691.631m		955.491m
	Rasante	6+269.84m	6+324.44m	54.598m	693.160m	4.18%	
112	Cóncavo	6+324.44m	6+353.32m	28.881m	695.440m		1025.227m
	Rasante	6+353.32m	6+393.85m	40.537m	697.053m	6.99%	
114	Convexo	6+393.85m	6+435.70m	41.845m	699.887m		2244.760m
	Rasante	6+435.70m	6+498.33m	62.626m	702.423m	5.13%	
116	Cóncavo	6+498.33m	6+551.02m	52.690m	705.635m		2047.655m
	Rasante	6+551.02m	6+626.39m	75.372m	709.015m	7.70%	

Tabla 66. Estado de Rasantes hasta el P.K. 6+626.39m. Fuente, elaboración propia

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



118	Convexo	6+626.39m	6+652.36m	25.976m	714.820m		1221.695m
	Rasante	6+652.36m	6+684.97m	32.604m	716.544m	5.58%	
120	Cóncavo	6+684.97m	6+747.17m	62.199m	718.362m		5384.406m
	Rasante	6+747.17m	6+768.76m	21.590m	722.189m	6.73%	
122	Convexo	6+768.76m	6+806.25m	37.496m	723.642m		996.952m
	Rasante	6+806.25m	6+826.11m	19.856m	725.461m	2.97%	
124	Cóncavo	6+826.11m	6+840.96m	14.849m	726.050m		288.095m
	Rasante	6+840.96m	6+858.99m	18.035m	726.874m	8.12%	
126	Convexo	6+858.99m	6+872.69m	13.694m	728.339m		488.342m
	Rasante	6+872.69m	6+980.24m	107.557m	729.260m	5.32%	
128	Cóncavo	6+980.24m	7+010.47m	30.225m	734.981m		760.000m
	Rasante	7+010.47m	7+034.70m	24.231m	737.190m	9.30%	
130	Convexo	7+034.70m	7+043.54m	8.840m	739.443m		97.573m
	Rasante	7+043.54m	7+070.68m	27.138m	739.864m	0.24%	
132	Cóncavo	7+070.68m	7+088.88m	18.198m	739.929m		310.867m
	Rasante	7+088.88m	7+122.36m	33.488m	740.504m	6.09%	
134	Cóncavo	7+122.36m	7+140.82m	18.454m	742.544m		266.895m
	Rasante	7+140.82m	7+158.39m	17.573m	744.306m	13.00%	
136	Convexo	7+158.39m	7+166.38m	7.986m	746.591m		52.876m
	Rasante	7+166.38m	7+183.10m	16.720m	747.027m	-2.10%	
138	Cóncavo	7+183.10m	7+194.96m	11.860m	746.676m		120.726m
	Rasante	7+194.96m	7+228.71m	33.753m	747.009m	7.72%	
140	Cóncavo	7+228.71m	7+285.64m	56.931m	749.617m		3716.737m
	Rasante	7+285.64m	7+341.98m	56.336m	754.450m	9.26%	
142	Convexo	7+341.98m	7+372.09m	30.112m	759.665m		100.000m
	Rasante	7+372.09m	7+386.55m	14.458m	757.919m	-20.86%	
144	Cóncavo	7+386.55m	7+392.73m	6.184m	754.904m		17.027m
	Rasante	7+392.73m	7+427.60m	34.874m	754.737m	15.46%	
146	Convexo	7+427.60m	7+441.80m	14.195m	760.130m		44.065m
	Rasante	7+441.80m	7+451.44m	9.639m	760.039m	-16.75%	
148	Cóncavo	7+451.44m	7+454.14m	2.702m	758.425m		8.937m
	Rasante	7+454.14m	7+478.71m	24.567m	758.381m	13.49%	
150	Convexo	7+478.71m	7+488.77m	10.064m	761.694m		53.220m
	Rasante	7+488.77m	7+503.01m	14.237m	762.100m	-5.42%	
152	Cóncavo	7+503.01m	7+507.54m	4.532m	761.328m		17.259m
	Rasante	7+507.54m	7+514.00m	6.459m	761.678m	20.83%	
154	Convexo	7+514.00m	7+523.36m	9.360m	763.023m		21.848m
	Rasante	7+523.36m	7+526.25m	2.894m	762.969m	-22.01%	
156	Cóncavo	7+526.25m	7+537.82m	11.566m	762.332m		38.875m
	Rasante	7+537.82m	7+552.34m	14.521m	761.507m	7.75%	
158	Convexo	7+552.34m	7+570.32m	17.984m	762.632m		523.484m
	Rasante	7+570.32m	7+582.28m	11.956m	763.716m	4.31%	
160	Cóncavo	7+582.28m	7+599.93m	17.645m	764.232m		227.507m
	Rasante	7+599.93m	7+633.00m	33.078m	765.677m	12.07%	
162	Convexo	7+633.00m	7+640.12m	7.114m	769.668m		59.907m
	Rasante	7+640.12m	7+663.27m	23.153m	770.104m	0.19%	
164	Cóncavo	7+663.27m	7+669.86m	6.588m	770.149m		53.015m
	Rasante	7+669.86m	7+684.68m	14.818m	770.571m	12.62%	
166	Convexo	7+684.68m	7+711.25m	26.574m	772.441m		139.513m
	Rasante	7+711.25m	7+730.21m	18.961m	773.263m	-6.43%	
168	Cóncavo	7+730.21m	7+741.61m	11.397m	772.045m		100.000m
	Rasante	7+741.61m	7+824.55m	82.945m	771.962m	4.97%	
170	Convexo	7+824.55m	7+866.72m	42.162m	776.083m		2270.073m
	Rasante	7+866.72m	7+879.56m	12.847m	777.787m	3.11%	
172	Convexo	7+879.56m	7+970.76m	91.194m	778.187m		1144.530m
	Rasante	7+970.76m	8+125.96m	155.199m	777.392m	-4.86%	
174	Cóncavo	8+125.96m	8+190.12m	64.168m	769.855m		2029.433m
	Rasante	8+190.12m	8+231.08m	40.957m	767.754m	-1.69%	
176	Cóncavo	8+231.08m	8+314.78m	83.702m	767.060m		6220.619m
	Rasante	8+314.78m	8+323.51m	8.730m	766.205m	-0.35%	
178	Convexo	8+323.51m	8+390.28m	66.763m	766.175m		4819.631m
	Rasante	8+390.28m	8+500.00m	109.727m	765.480m	-1.73%	

Tabla 67. Estado de Rasantes hasta el P.K. 8+500m. Fuente, elaboración propia

Representación perfil longitudinal:

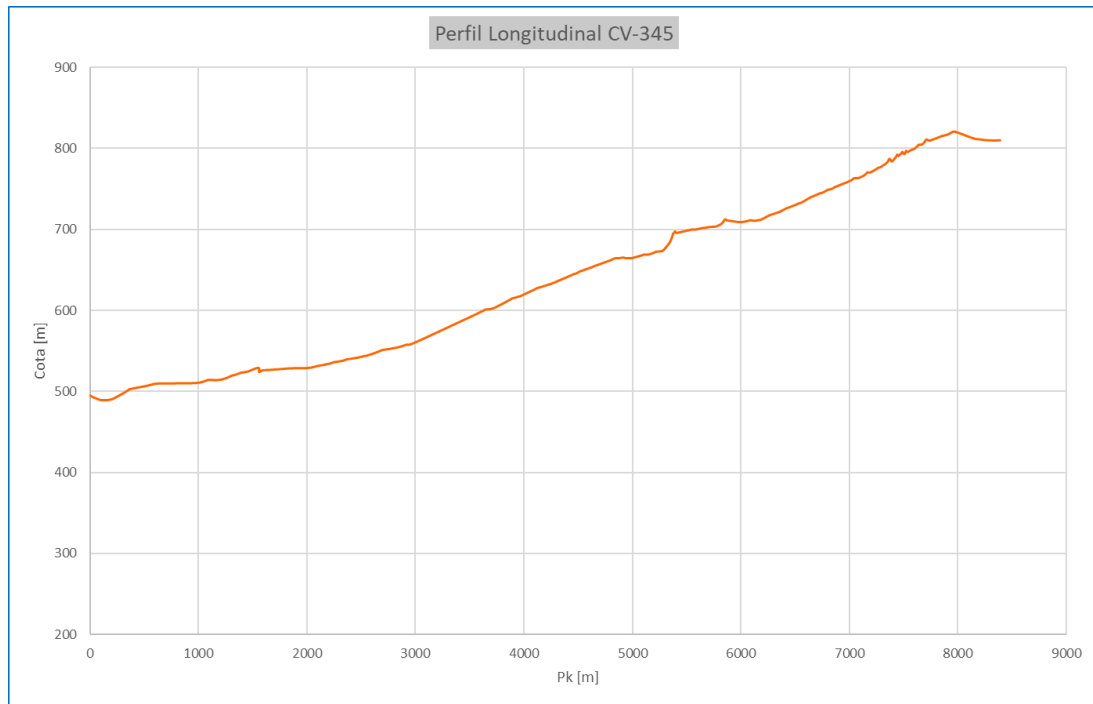


Figura 59. Gráfica del perfil longitudinal del tramo de Villar del Arzobispo a Higuieruelas. Fuente, elaboración propia.

Comprobación del cumplimiento de la normativa:

Inclinación de las rasantes:

TABLA 5.2.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

Tabla 68. Inclinación máxima y excepcional para carreteras convencionales y multicarril. Fuente, Norma 3.1-IC Trazado.

Comprobación de los acuerdos verticales:

Respecto a las consideraciones de visibilidad, apartado 5.3.2.1 Norma 3.1-IC Trazado, ($L > D$):

- Acuerdos convexos

$$L = \frac{|i_2 - i_1| \cdot D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \quad (20)$$

$$K_V = \frac{D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \quad (21)$$

- Acuerdos cóncavos

$$L = \frac{|i_2 - i_1| \cdot D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)} \quad (22)$$

$$K_V = \frac{D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)} \quad (23)$$

Siendo:

K_V = Parámetro de la parábola (m).

h_1 = Altura del punto de vista del conductor sobre la calzada (m).

h_2 = Altura del objeto sobre la calzada (m).

h = Altura de los faros del vehículo (m).

α = Ángulo que el rayo de luz de mayor pendiente del cono de luz de los faros forma con el eje longitudinal del vehículo.

Tabla 5.3, Norma 3.1-IC, Trazado, que recopila los parámetros mínimos de los acuerdos verticales:

TABLA 5.3.

PARÁMETROS MÍNIMOS DE LOS ACUERDOS VERTICALES PARA DISPONER DE
VISIBILIDAD DE PARADA DE CUALQUIER CLASE DE CARRETERA Y DE VISIBILIDAD DE
ADELANTAMIENTO EN CARRETERAS CONVENCIONALES.

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		K _v (m) Parada	K _v (m) Adelantamiento	K _v (m) Parada	K _v (m) Adelantamiento
1	140	22 000	--	10 300	--
	130	16 000	--	8 600	--
2	120	11 000	--	7 100	--
	110	7 600	--	5 900	--
	100	5 200	7 100	4 800	7 800
	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
3	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
	70	1 400	2 000	2 300	4 400
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

Tabla 69. Parámetros mínimos de los acuerdos verticales. Fuente, Normar 3.1 -IC Trazado.

Respecto a las consideraciones de visibilidad, apartado 5.3.2.1 Norma 3.1-IC Trazado, (L<D):

- Acuerdo convexo:

$$L = 2D - \frac{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{|i_2 - i_1|} \quad (24)$$

$$K_V = \frac{2D}{|i_2 - i_1|} \frac{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{|i_2 - i_1|^2} \quad (25)$$

- Acuerdo cóncavo:

$$L = 2D - \frac{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \tan \alpha)}{|i_2 - i_1|} \quad (26)$$

$$K_V = \frac{2D}{|i_2 - i_1|} \frac{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \tan \alpha)}{|i_2 - i_1|^2} \quad (27)$$

En las tablas siguientes se recogen los resultados obtenidos tras realizar las comprobaciones pertinentes en alzado, donde el color verde refleja en cumplimiento y el color rojo, el no cumplimiento de la Norma 3.1-IC,

Trazado:

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)

		Vp (km/h)	40					i min	0.005				Kv Cóncavo	760				
		fl	0.432					i max	0.070				Kv Convexo	250				
Nº	Eler	Tipo alin.	PK inicial	PK inicia	PK final	PK final	Long. Curv	Long. Rasan	Suma longitud	Cump. Longitd	Pendient	Cump. Pendiente	Kv inicial (Dist. Paradi	Kv min	Long. Kv ml	Kv corregid	Cump. Parámetro
2	Rasante		0+000.00m	0	0+023.15m	23.15		23.15	23.15	Es menor	-0.0738	Falla por MÁX						
2	Cóncavo		0+023.15m	23.15	0+046.55m	46.55	23.4		23.4				1402.411	39.808	46.997	0.785	2395.210	Cambiar
	Rasante		0+046.55m	46.55	0+077.88m	77.88			31.33	Es menor	-0.0571	Cumple						
4	Cóncavo		0+077.88m	77.88	0+119.01m	119.01	41.123		41.123				730.726	39.025	817.741	45.957	817.741	Cambiar
	Rasante		0+119.01m	119.01	0+150.34m	150.34			31.33	Es menor	-0.0009	Falla por MÍN						
6	Cóncavo		0+150.34m	150.34	0+205.95m	205.95	55.606		55.606				760.000	36.834	759.713	55.611	759.713	Cumple
	Rasante		0+205.95m	205.95	0+308.29m	308.29		102.34	102.34	Es menor	0.0723	Falla por MÁX						
8	Convexo		0+308.29m	308.29	0+383.79m	383.79	75.505		75.505				1620.496	34.713	195.413	9.106	858.369	Cumple
	Rasante		0+383.79m	383.79	0+510.79m	510.79		127	127	Cumple	0.0257	Cumple						
10	Convexo		0+510.79m	510.79	0+619.72m	619.72	108.933		108.933				4545.540	35.985	209.993	5.040	1666.667	Cumple
	Rasante		0+619.72m	619.72	0+955.47m	955.47		335.75	335.75	Cumple	0.0017	Falla por MÍN						
12	Cóncavo		0+955.47m	955.47	1+010.04m	1010.04	54.565		54.565				1646.885	36.747	757.400	25.146	1204.819	Cumple
	Rasante		1+010.04m	1010.04	1+040.73m	1040.73		30.69	30.69	Es menor	0.0349	Cumple						
14	Convexo		1+040.73m	1040.73	1+097.91m	1097.91	57.174		57.174				1479.791	35.714	206.840	8.005	1033.592	Cumple
	Rasante		1+097.91m	1097.91	1+155.93m	1155.93		58.02	58.02	Es menor	-0.0038	Falla por MÍN						
16	Cóncavo		1+155.93m	1155.93	1+214.85m	1214.85	58.922		58.922				1311.200	36.933	762.326	34.305	888.889	Cumple
	Rasante		1+214.85m	1214.85	1+238.55m	1238.55		23.7	23.7	Es menor	0.0412	Cumple						
18	Cóncavo		1+238.55m	1238.55	1+251.91m	1251.91	13.356		13.356				854.153	35.534	44.841	0.700	2564.103	Cambiar
	Rasante		1+251.91m	1251.91	1+268.41m	1268.41		16.5	16.5	Es menor	0.0568	Cumple						
20	Convexo		1+268.41m	1268.41	1+330.87m	1330.87	62.465		62.465				5000.000	35.109	199.898	2.499	3200.000	Cumple
	Rasante		1+330.87m	1330.87	1+370.31m	1370.31		39.44	39.44	Es menor	0.0443	Cumple						
22	Convexo		1+370.31m	1370.31	1+399.14m	1399.14	28.838		28.838				1300.687	35.448	30.683	0.681	1801.802	Cambiar
	Rasante		1+399.14m	1399.14	1+423.38m	1423.38		24.24	24.24	Es menor	0.0221	Cumple						
24	Cóncavo		1+423.38m	1423.38	1+456.11m	1456.11	32.732		32.732				1311.580	36.094	28.594	0.715	1600.000	Cambiar
	Rasante		1+456.11m	1456.11	1+552.81m	1552.81		96.7	96.7	Es menor	0.0471	Cumple						
26	Convexo		1+552.81m	1552.81	1+601.98m	1601.98	49.175		49.175				1253.502	35.370	202.880	7.953	1020.408	Cumple
	Rasante		1+601.98m	1601.98	1+640.35m	1640.35		38.37	38.37	Es menor	0.0079	Cumple						
28	Convexo		1+640.35m	1640.35	1+899.06m	1899.06	258.706		258.706				38963.478	36.542	216.543	1.451	5970.149	Cumple
	Rasante		1+899.06m	1899.06	1+988.11m	1988.11		89.05	89.05	Es menor	0.0012	Falla por MÍN						
30	Cóncavo		1+988.11m	1988.11	2+038.85m	2038.85	50.74		50.74				1522.909	36.763	757.843	25.312	1197.605	Cumple
	Rasante		2+038.85m	2038.85	2+078.40m	2078.4		39.55	39.55	Es menor	0.0346	Cumple						
32	Convexo		2+078.40m	2078.4	2+104.76m	2104.76	26.353		26.353				2229.931	35.722	55.683	0.663	3361.345	Cambiar
	Rasante		2+104.76m	2104.76	2+137.07m	2137.07		32.31	32.31	Es menor	0.0227	Cumple						
34	Cóncavo		2+137.07m	2137.07	2+202.07m	2202.07	65		65				3062.489	36.076	739.717	15.756	1877.934	Cumple
	Rasante		2+202.07m	2202.07	2+224.21m	2224.21		22.14	22.14	Es menor	0.044	Cumple						
36	Convexo		2+224.21m	2224.21	2+253.58m	2253.58	29.376		29.376				1136.263	35.456	26.460	0.685	1544.402	Cambiar
	Rasante		2+253.58m	2253.58	2+283.11m	2283.11		29.53	29.53	Es menor	0.0181	Cumple						
38	Cóncavo		2+283.11m	2283.11	2+325.96m	2325.96	42.851		42.851				1818.322	36.217	743.446	17.545	1694.915	Cumple
	Rasante		2+325.96m	2325.96	2+340.73m	2340.73		14.77	14.77	Es menor	0.0417	Cumple						
40	Convexo		2+340.73m	2340.73	2+377.25m	2377.25	36.514		36.514				1725.841	35.520	204.603	4.338	1886.792	Cambiar
	Rasante		2+377.25m	2377.25	2+427.00m	2427		49.75	49.75	Es menor	0.0205	Cumple						
42	Cóncavo		2+427.00m	2427	2+456.04m	2456.04	29.035		29.035				3167.850	36.143	76.491	0.704	4347.826	Cambiar
	Rasante		2+456.04m	2456.04	2+479.63m	2479.63		23.59	23.59	Es menor	0.0297	Cumple						
44	Cóncavo		2+479.63m	2479.63	2+547.92m	2547.92	68.286		68.286				5087.712	35.866	734.188	9.838	2985.075	Cumple
	Rasante		2+547.92m	2547.92	2+576.92m	2576.92		29	29	Es menor	0.0431	Cumple						
46	Convexo		2+576.92m	2576.92	2+746.92m	2746.92	170.004		170.004				8685.669	35.481	204.152	4.001	2040.816	Cumple
	Rasante		2+746.92m	2746.92	2+802.18m	2802.18		55.26	55.26	Es menor	0.0235	Cumple						
48	Cóncavo		2+802.18m	2802.18	2+965.43m	2965.43	163.247		163.247				4275.472	36.051	739.076	28.233	1047.120	Cumple
	Rasante		2+965.43m	2965.43	3+476.61m	3476.61		511.18	511.18	Cumple	0.0617	Cumple						
50	Cóncavo		3+476.61m	3476.61	3+720.99m	3720.99	244.373		244.373				33275.311	34.981	710.957	5.261	5405.405	Cumple
	Rasante		3+720.99m	3720.99	3+878.47m	3878.47		151.48	151.48	Cumple	0.0691	Cumple						
52	Convexo		3+878.47m	3878.47	3+897.51m	3897.51	19.044		19.044				540.155	34.793	19.218	0.678	1133.144	Cambiar
	Rasante		3+897.51m	3897.51	3+923.52m	3923.52		26.01	26.01	Es menor	0.0338	Cumple						
54	Cóncavo		3+923.52m	3923.52	3+961.69m	3961.69	38.171		38.171				1325.510	35.746	731.029	21.054	1388.889	Cambiar
	Rasante		3+961.69m	3961.69	4+100.82m	4100.82		139.13	139.13	Cumple	0.0626	Cumple						
56	Convexo		4+100.82m	4100.82	4+136.23m	4136.23	35.415		35.415				1648.755	34.958	198.180	4.261	1860.465	Cambiar
	Rasante		4+136.23m	4136.23	4+198.29m	4198.29		62.06	62.06	Es menor	0.0411	Cumple						
58	Cóncavo		4+198.29m	4198.29	4+239.94m	4239.94	41.653		41.653				2673.361	35.537	725.543	11.318	2564.103	Cumple
	Rasante		4+239.94m	4239.94	4+429.20m	4429.2		189.26	189.26	Cumple	0.0567	Cumple						
60	Cóncavo		4+429.20m	4429.2	4+481.57m	4481.57	52.373		52.373				3481.603	35.112	714.381	10.716	2666.667	Cumple

Tabla 70. Comprobación de la inclinación y longitud de la rasante, y de los parámetro de los acuerdos verticales hasta el PK 4+481.57m.
Fuente elaboración propia.

ESTUDIO PARA LA MEJORA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA CV-345 ENTRE EL P.K. 10+
500 (VILLAR DEL ARZOBISPO) Y EL P.K. 19+ 000 (HIGUERUELAS) (VALENCIA)



	Rasante	6+353.32m	6353.32	6+393.85m	6393.85			40.53	40.53	Es menor	0.0699	Cumple										
114	Convexo	6+393.85m	6393.85	6+435.70m	6435.7	41.845			41.845					2244.760	34.773	196.086	3.647		2150.538			Cumple
	Rasante	6+435.70m	6435.7	6+498.33m	6498.33		62.63		62.63	Es menor	0.0513	Cumple										
116	Cóncavo	6+498.33m	6498.33	6+551.02m	6551.02	52.69			52.69					2047.655	35.256	718.161	18.457		1556.420			Cumple
	Rasante	6+551.02m	6551.02	6+626.39m	6626.39		75.37		75.37	Es menor	0.077	Falla por MÁX										
118	Convexo	6+626.39m	6626.39	6+652.36m	6652.36	25.976			25.976					1221.695	34.598	31.267	0.663		1886.792			Cambiar
	Rasante	6+652.36m	6652.36	6+684.97m	6684.97		32.61		32.61	Es menor	0.0558	Cumple										
120	Cóncavo	6+684.97m	6684.97	6+747.17m	6747.17	62.199			62.199					5384.406	35.136	715.005	8.223		3478.261			Cumple
	Rasante	6+747.17m	6747.17	6+768.76m	6768.76		21.59		21.59	Es menor	0.0673	Cumple										
122	Convexo	6+768.76m	6768.76	6+806.25m	6806.25	37.496			37.496					996.952	34.838	196.823	7.401		1063.830			Cambiar
	Rasante	6+806.25m	6806.25	6+826.11m	6826.11		19.86		19.86	Es menor	0.0297	Cumple										
124	Cóncavo	6+826.11m	6826.11	6+849.96m	6849.96	14.849			14.849					288.095	35.866	13.862	0.714		776.699			Cambiar
	Rasante	6+849.96m	6849.96	6+858.99m	6858.99		18.03		18.03	Es menor	0.0812	Falla por MÁX										
126	Convexo	6+858.99m	6858.99	6+872.69m	6872.69	13.694			13.694					488.342	34.497	23.854	0.668		1428.571			Cambiar
	Rasante	6+872.69m	6872.69	6+980.24m	6980.24		107.55		107.55	Es menor	0.0532	Cumple										
128	Cóncavo	6+980.24m	6980.24	7+010.47m	7010.47	30.225			30.225					760.000	35.205	17.582	0.700		1005.025			Cambiar
	Rasante	7+010.47m	7010.47	7+034.70m	7034.7		24.23		24.23	Es menor	0.093	Falla por MÁX										
130	Convexo	7+034.70m	7034.7	7+043.54m	7043.54	8.84			8.84					97.573	34.221	7.479	0.678		441.501			Cambiar
	Rasante	7+043.54m	7043.54	7+070.68m	7070.68		27.14		27.14	Es menor	0.0024	Falla por MÍN										
132	Cóncavo	7+070.68m	7070.68	7+088.88m	7088.88	18.198			18.198					310.867	36.723	12.503	0.731		683.761			Cambiar
	Rasante	7+088.88m	7088.88	7+112.36m	7122.36		33.48		33.48	Es menor	0.0609	Cumple										
134	Cóncavo	7+112.36m	7122.36	7+140.82m	7140.82	18.454			18.454					266.895	35.002	10.095	0.698		578.871			Cambiar
	Rasante	7+140.82m	7140.82	7+158.39m	7158.39		17.57		17.57	Es menor	0.13	Falla por MÁX										
136	Convexo	7+158.39m	7158.39	7+166.38m	7166.38	7.986			7.986					52.876	33.431	4.401	0.665		264.901			Cambiar
	Rasante	7+166.38m	7166.38	7+183.10m	7183.1		16.72		16.72	Es menor	-0.021	Cumple										
138	Cóncavo	7+183.10m	7183.1	7+194.96m	7194.96	11.86			11.86					120.726	37.549	7.629	0.749		407.332			Cambiar
	Rasante	7+194.96m	7194.96	7+228.71m	7228.71		33.75		33.75	Es menor	0.0772	Falla por MÁX										
140	Cóncavo	7+228.71m	7228.71	7+285.64m	7285.64	56.931			56.931					3716.737	34.593	700.777	10.792		2597.403			Cumple
	Rasante	7+285.64m	7285.64	7+341.98m	7341.98		56.34		56.34	Es menor	0.0926	Falla por MÁX										
142	Convexo	7+341.98m	7341.98	7+372.09m	7372.09	30.112			30.112					100.000	34.230	2.266	0.683		132.802			Cambiar
	Rasante	7+372.09m	7372.09	7+386.55m	7386.55		14.46		14.46	Es menor	-0.2086	Falla por MÁX										
144	Cóncavo	7+386.55m	7386.55	7+392.73m	7392.73	6.184			6.184					17.027	50.419	2.775	1.008		110.132			Cambiar
	Rasante	7+392.73m	7392.73	7+427.60m	7427.6		34.87		34.87	Es menor	0.1546	Falla por MÁX										
146	Convexo	7+427.60m	7427.6	7+441.80m	7441.8	14.195			14.195					44.065	32.961	2.041	0.657		124.185			Cambiar
	Rasante	7+441.80m	7441.8	7+451.44m	7451.44		9.64		9.64	Es menor	-0.1675	Falla por MÁX										
148	Cóncavo	7+451.44m	7451.44	7+454.14m	7454.14	2.702			2.702					8.937	46.038	3.043	0.920		132.275			Cambiar
	Rasante	7+454.14m	7454.14	7+478.71m	7478.71		24.57		24.57	Es menor	0.1349	Falla por MÁX										
150	Convexo	7+478.71m	7478.71	7+488.77m	7488.77	10.064			10.064					53.220	33.334	3.508	0.663		211.528			Cambiar
	Rasante	7+488.77m	7488.77	7+503.01m	7503.01		54.24		54.24	Es menor	-0.0542	Cumple										
152	Cóncavo	7+503.01m	7503.01	7+507.54m	7507.54	4.532			4.532					17.259	38.896	2.961	0.777		152.381			Cambiar
	Rasante	7+507.54m	7507.54	7+514.00m	7514		6.46		6.46	Es menor	0.2083	Falla por MÁX										
154	Convexo	7+514.00m	7514	7+523.36m	7523.36	9.36			9.36					21.848	32.060	1.493	0.640		93.371			Cambiar
	Rasante	7+523.36m	7523.36	7+526.25m	7526.25		2.89		2.89	Es menor	-0.2201	Falla por MÁX										
156	Cóncavo	7+526.25m	7526.25	7+537.82m	7537.82	11.566			11.566					38.875	51.950	3.489	1.038		134.409			Cambiar
	Rasante	7+537.82m	7537.82	7+552.34m	7552.34		14.52		14.52	Es menor	0.0775	Falla por MÁX										
158	Convexo	7+552.34m	7552.34	7+570.32m	7570.32	17.984			17.984					523.484	34.586	19.587	0.674		1162.791			Cambiar
	Rasante	7+570.32m	7570.32	7+582.28m	7582.28		11.96		11.96	Es menor	0.0431	Cumple										
160	Cóncavo	7+582.28m	7582.28	7+599.93m	7599.93	17.645			17.645					227.507	35.481	9.116	0.707		515.464			Cambiar
	Rasante	7+599.93m	7599.93	7+633.00m	7633		33.07		33.07	Es menor	0.1207	Falla por MÁX										
162	Convexo	7+633.00m	7633	7+640.12m	7640.12	7.114			7.114					59.907	33.619	5.616	0.667		336.700			Cambiar
	Rasante	7+640.12m	7640.12	7+663.27m	7663.27		23.15		23.15	Es menor	0.0019	Falla por MÍN										
164	Cóncavo	7+663.27m	7663.27	7+669.86m	7669.86	6.588			6.588					53.015	36.740	5.900	0.733		321.802			Cambiar
	Rasante	7+669.86m	7669.86	7+684.68m	7684.68		14.82		14.82	Es menor	0.1262	Falla por MÁX										
166	Convexo	7+684.68m	7684.68	7+711.25m	7711.25	26.574			26.574					139.513	33.507	3.501	0.667		209.974			Cambiar
	Rasante	7+711.25m	7711.25	7+730.21m	7730.21		18.96		18.96	Es menor	-0.0643	Cumple										
168	Cóncavo	7+730.21m	7730.21	7+741.61m	7741.61	11.397			11.397					100.000	39.354	6.890	0.785		350.877			Cambiar
	Rasante	7+741.61m	7741.61	7+824.55m	7824.55		82.94		82.94	Es menor	0.0497	Cumple										
170	Convexo	7+824.55m	7824.55	7+866.72m	7866.72	42.162			42.162					2270.073	35.299	202.066	3.758		2150.538			Cumple
	Rasante	7+866.72m	7866.72	7+879.56m	7879.56		12.84		12.84	Es menor	0.0311	Cumple										
172	Convexo	7+879.56m	7879.56	7+970.76m	7970.76	91.194			91.194					1144.530	35.824	208.124	16.588		501.882			Cumple
	Rasante	7+970.76m	7970.76	8+125.96m	8125.96		155.2		155.2	Cumple	-0.0486	Cumple										
174	Cóncavo	8+125.96m	8125.96	8+190.12m	8190.12	64.168			64.168					2029.433	38.652	807.845	25.609		1261.830			Cumple
	Rasante	8+190.12m	8190.12	8+231.08m	8231.08		40.96		40.96	Es menor	-0.0169	Cumple										
176	Cóncavo	8+231.08m	8231.08	8+314.78m	8314.78	83.702			83.702					6220.619	37.397	774.595	10.380		2985.075			Cumple
	Rasante	8+314.78m	8314.78	8+323.51m	8323.51		8.73		8.73	Es menor	-0.0035	Falla por MÍN										
178	Convexo	8+323.51m	8323.51	8+390.28m	8390.28	66.763			66.763					4819.631	36.923	221.082	3.051		2898.551			Cumple
	Rasante	8+390.28m	8390.28	8+500.00m	8500		109.72		109.72	Es menor	-0.0173	Cumple										

Tabla 72. Comprobación de la inclinación y longitud de la rasante, y los parámetro de los acuerdos verticales hasta el PK 8+500.00m. Fuente elaboración propia.

Comprobación coordinación planta y alzado:

Representación gráfica del perfil longitudinal y el diagrama de curvaturas:

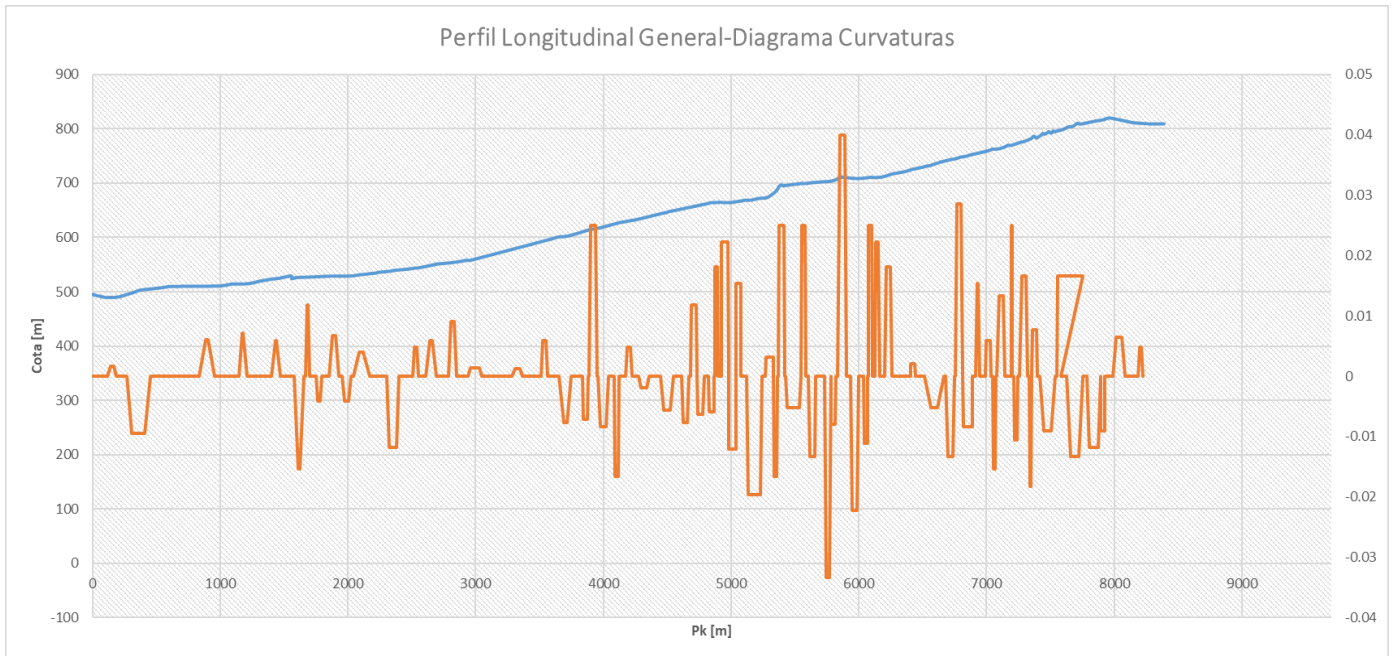


Figura 60. Representación gráfica del perfil longitudinal y diagrama de curvaturas. Fuente, elaboración propia.

Verificación del cumplimiento de las 2 condiciones de coordinación planta y alzado:

											COMPROBACIÓN	
Pk inicial	Pk final	Nº acuerdo	Tipo	Kv	R	P	100*R/P	Kv/R	kv>=100*R/P	6<=Kv/R<=14		
23.15	46.55	2	Cóncavo	1402.411	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
77.88	119.01	4	Cóncavo	730.726	620	5.63	11012.433	1.179	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
150.34	205.95	6	Cóncavo	760.000	620	5.63	11012.433	1.226	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
308.29	383.79	8	Convexo	1620.496	105	7	1500.000	15.433	CUMPLE			
510.79	619.72	10	Convexo	4545.540	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
955.47	1010.04	12	Cóncavo	1646.885	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
1040.73	1097.91	14	Convexo	1479.791	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
1155.93	1214.85	16	Cóncavo	1311.200	140	7	2000.000	9.366	NO CUMPLE	CUMPLE		
1238.55	1251.91	18	Cóncavo	854.153	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
1268.41	1330.87	20	Convexo	5000.000	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
1370.31	1399.14	22	Convexo	1300.687	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
1423.38	1456.11	24	Cóncavo	1311.580	170	7	2428.571	7.715	NO CUMPLE	CUMPLE		
1552.81	1601.98	26	Convexo	1253.502	65	7	928.571	19.285	CUMPLE			
1640.35	1899.06	28	Convexo	38963.478	65	7	928.571	599.438	CUMPLE			
1988.11	2038.85	30	Cóncavo	1522.909	240	7	3428.571	6.345	NO CUMPLE	CUMPLE		
2078.4	2104.76	32	Convexo	2229.931	250	7	3571.429	8.920	NO CUMPLE	CUMPLE		
2137.07	2202.07	34	Cóncavo	3062.489	250	7	3571.429	12.250	NO CUMPLE	CUMPLE		
2224.21	2253.58	36	Convexo	1136.263	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
2283.11	2325.96	38	Cóncavo	1818.322	85	7	1214.286	21.392	CUMPLE			
2340.73	2377.25	40	Convexo	1725.841	85	7	1214.286	20.304	CUMPLE			
2427	2456.04	42	Cóncavo	3167.850	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
2479.63	2547.92	44	Cóncavo	5087.712	210	7	3000.000	24.227	CUMPLE			
2576.92	2746.92	46	Convexo	8685.669	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
2802.18	2965.43	48	Cóncavo	4275.472	110	7	1571.429	38.868	CUMPLE			
3476.61	3720.99	50	Cóncavo	33275.311	130	65	200.000	255.964	CUMPLE			
3872.47	3897.51	52	Convexo	540.155	140	7	2000.000	3.858	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
3923.52	3961.69	54	Cóncavo	1325.510	50	7	714.286	26.510	CUMPLE			
4100.82	4136.23	56	Convexo	1648.755	60	7	857.143	27.479	CUMPLE			
4198.29	4239.94	58	Cóncavo	2673.361	210	7	3000.000	12.730	NO CUMPLE	CUMPLE		
4429.2	4481.57	60	Cóncavo	3481.603	180	7	2571.429	19.342	CUMPLE			
4496.15	4526.93	62	Convexo	1224.203	180	7	2571.429	6.801	NO CUMPLE	CUMPLE		
4573.17	4624.73	64	Cóncavo	2490.000	130	7	1857.143	19.154	CUMPLE			
4625.08	4662.58	66	Convexo	2019.765	130	7	1857.143	15.537	CUMPLE			
4799.74	4843.72	68	Convexo	959.251	170	7	2428.571	5.643	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
4858.72	4916.56	70	Convexo	1658.596	170	7	2428.571	9.756	NO CUMPLE	CUMPLE		
4923.46	4998.53	72	Cóncavo	1087.159	50	7	714.286	21.743	CUMPLE			
5098.88	5112.98	74	Convexo	250.000	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
5124.78	5154.3	76	Cóncavo	431.784	51	7	728.571	8.466	NO CUMPLE	CUMPLE		
5191.45	5222.62	78	Convexo	842.752	51	7	728.571	16.525	CUMPLE			
5266.27	5284.53	80	Cóncavo	124.030	51	7	728.571	2.432	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
5333.21	5393.55	82	Convexo	145.533	60	7	857.143	2.426	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
5393.57	5409.95	84	Cóncavo	57.365	50	7	714.286	1.147	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
5541.39	5549.22	86	Convexo	250.000	190	7	2714.286	1.316	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
5580.12	5592.63	88	Cóncavo	324.908	50	7	714.286	6.498	NO CUMPLE	CUMPLE		
5595.31	5619.57	90	Convexo	2026.880	75	7	1071.429	27.025	CUMPLE			
5622.88	5646.51	92	Convexo	1125.861	75	7	1071.429	15.011	CUMPLE			
5647.92	5660.78	94	Cóncavo	760.000	75	7	1071.429	10.133	NO CUMPLE	CUMPLE		
5674.68	5721.59	96	Convexo	3184.290	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
5754.54	5777.48	98	Cóncavo	390.034	50	7	714.286	7.801	NO CUMPLE	CUMPLE		
5814.16	5859.1	100	Convexo	164.492	125	7	1785.714	1.316	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
5859.25	5872.66	102	Cóncavo	71.351	50	7	714.286	1.427	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
5967.95	6017.54	104	Cóncavo	1043.894	50	7	714.286	20.878	CUMPLE			
6068.82	6089.02	106	Convexo	375.963	90	7	1285.714	4.177	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
6103.32	6182.57	108	Cóncavo	821.655	50	7	714.286	16.433	CUMPLE			
6242.55	6269.84	110	Convexo	955.491	55	7	785.714	17.373	CUMPLE			
6324.44	6353.32	112	Cóncavo	1025.227	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
6393.85	6435.7	114	Convexo	2244.760	495	6.36	7783.019	4.535	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
6498.33	6551.02	116	Cóncavo	2047.655	190	7	2714.286	10.777	NO CUMPLE	CUMPLE		
6626.39	6652.36	118	Convexo	1221.695	190	7	2714.286	6.430	NO CUMPLE	CUMPLE		
6684.97	6747.17	120	Cóncavo	5384.406	75	7	1071.429	71.792	CUMPLE			
6768.76	6806.25	122	Convexo	996.952	50	7	714.286	19.939	CUMPLE			
6826.11	6840.96	124	Cóncavo	288.095	120	7	1714.286	2.401	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
6858.99	6872.69	126	Convexo	488.342	120	7	1714.286	4.070	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
6980.24	7010.47	128	Cóncavo	760.000	170	7	2428.571	4.471	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7034.7	7043.54	130	Convexo	97.573	170	7	2428.571	0.574	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7070.68	7088.88	132	Cóncavo	310.867	65	7	928.571	4.783	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7122.36	7140.82	134	Cóncavo	266.895	75	7	1071.429	3.559	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7158.39	7166.38	136	Convexo	52.876	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
7183.1	7194.96	138	Cóncavo	120.726	50	7	714.286	2.415	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7228.71	7285.64	140	Cóncavo	3716.737	95	7	1357.143	39.124	CUMPLE			
7341.98	7372.09	142	Convexo	100.000	55	7	785.714	1.818	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7386.55	7392.73	144	Cóncavo	17.027	130	7	1857.143	0.131	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7427.6	7441.8	146	Convexo	44.065	110	7	1571.429	0.401	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7451.44	7454.14	148	Cóncavo	8.937	110	7	1571.429	0.081	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7478.71	7488.77	150	Convexo	53.220	110	7	1571.429	0.484	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7503.01	7507.54	152	Cóncavo	17.259	110	7	1571.429	0.157	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7514	7523.36	154	Convexo	21.848	110	7	1571.429	0.199	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7526.25	7537.82	156	Cóncavo	38.875	110	7	1571.429	0.353	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7552.34	7570.32	158	Convexo	523.484	60	7	857.143	8.725	NO CUMPLE	CUMPLE		
7582.28	7599.93	160	Cóncavo	227.507	60	7	857.143	3.792	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7633	7640.12	162	Convexo	59.907	75	7	1071.429	0.799	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7663.27	7669.86	164	Cóncavo	53.015	75	7	1071.429	0.707	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7684.68	7711.25	166	Convexo	139.513	75	7	1071.429	1.860	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7730.21	7741.61	168	Cóncavo	100.000	75	7	1071.429	1.333	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
7824.55	7866.72	170	Convexo	2270.073	85	7	1214.286	26.707	CUMPLE			
7879.56	7970.76	172	Convexo	1144.530	85	7	1214.286	13.465	NO CUMPLE	CUMPLE		
8125.96	8190.12	174	Cóncavo	2029.433	155	7	2214.286	13.093	NO CUMPLE	CUMPLE		
8231.08	8314.78	176	Cóncavo	6220.619	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			
8323.51	8390.28	178	Convexo	4819.631	0	0	0.000	0.000	CUMPLE			

Tabla 73. Comprobación del cumplimiento de la coordinación planta- alzado. Fuente, elaboración propia.

10.3 APÉNDICE 3. TRAZADO DE LA CARRETERA

Trazado en planta:

Estado de Alineaciones en Planta:

Nº Elem.	Tipo element	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+283.69m	283.685m		
2	Clotoide	0+283.69m	0+333.39m	49.706m		65.000m
3	Curva	0+333.39m	0+393.47m	60.080m	85.000m	
4	Clotoide	0+393.47m	0+443.18m	49.706m		65.000m
5	Recta	0+443.18m	0+828.88m	385.701m		
6	Clotoide	0+828.88m	0+886.90m	58.026m		105.000m
7	Curva	0+886.90m	0+907.14m	20.236m	190.000m	
8	Clotoide	0+907.14m	0+965.17m	58.026m		105.000m
9	Recta	0+965.17m	1+119.15m	153.982m		
10	Clotoide	1+119.15m	1+172.93m	53.778m		110.000m
11	Curva	1+172.93m	1+173.06m	0.137m	225.000m	
12	Clotoide	1+173.06m	1+226.84m	53.778m		110.000m
13	Recta	1+226.84m	1+366.67m	139.826m		
14	Clotoide	1+366.67m	1+434.49m	67.823m		145.000m
15	Curva	1+434.49m	1+434.50m	0.013m	310.000m	
16	Clotoide	1+434.50m	1+502.33m	67.823m		145.000m
17	Recta	1+502.33m	1+575.05m	72.728m		
18	Clotoide	1+575.05m	1+622.00m	46.944m		65.000m
19	Curva	1+622.00m	1+626.73m	4.736m	90.000m	
20	Clotoide	1+626.73m	1+673.68m	46.944m		65.000m
21	Recta	1+673.68m	1+905.73m	232.049m		
22	Clotoide	1+905.73m	1+978.87m	73.143m		160.000m
23	Curva	1+978.87m	2+048.33m	69.456m	350.000m	
24	Clotoide	2+048.33m	2+121.47m	73.143m		160.000m
25	Recta	2+121.47m	2+290.96m	169.494m		
26	Clotoide	2+290.96m	2+340.67m	49.706m		65.000m
27	Curva	2+340.67m	2+366.29m	25.623m	85.000m	
28	Clotoide	2+366.29m	2+416.00m	49.706m		65.000m
29	Recta	2+416.00m	2+647.00m	231.006m		
30	Clotoide	2+647.00m	2+705.03m	58.026m		105.000m
31	Curva	2+705.03m	2+828.94m	123.911m	190.000m	
32	Clotoide	2+828.94m	2+886.97m	58.026m		105.000m
33	Recta	2+886.97m	3+293.99m	407.019m		
34	Clotoide	3+293.99m	3+378.03m	84.045m		215.000m
35	Curva	3+378.03m	3+396.26m	18.232m	550.000m	
36	Clotoide	3+396.26m	3+480.31m	84.045m		215.000m
37	Recta	3+480.31m	3+671.55m	191.239m		
38	Clotoide	3+671.55m	3+727.12m	55.577m		85.000m
39	Curva	3+727.12m	3+728.40m	1.275m	130.000m	
40	Clotoide	3+728.40m	3+783.98m	55.577m		85.000m
41	Recta	3+783.98m	3+862.84m	78.865m		
42	Clotoide	3+862.84m	3+912.55m	49.706m		65.000m
43	Curva	3+912.55m	3+925.14m	12.598m	85.000m	
44	Clotoide	3+925.14m	3+974.85m	49.706m		65.000m
45	Recta	3+974.85m	4+055.97m	81.124m		

Tabla 74. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 4+055.97m. Fuente, elaboración propia

46	Clotoide	4+055.97m	4+105.68m	49.706m		65.000m
47	Curva	4+105.68m	4+114.27m	8.591m	85.000m	
48	Clotoide	4+114.27m	4+163.98m	49.706m		65.000m
49	Recta	4+163.98m	4+439.72m	275.743m		
50	Clotoide	4+439.72m	4+497.75m	58.026m		105.000m
51	Curva	4+497.75m	4+556.93m	59.178m	190.000m	
52	Clotoide	4+556.93m	4+614.95m	58.026m		105.000m
53	Recta	4+614.95m	4+858.57m	243.613m		
54	Clotoide	4+858.57m	4+908.27m	49.706m		65.000m
55	Curva	4+908.27m	4+968.48m	60.209m	85.000m	
56	Clotoide	4+968.48m	5+018.19m	49.706m		65.000m
57	Recta	5+018.19m	5+090.62m	72.435m		
58	Clotoide	5+090.62m	5+140.33m	49.706m		65.000m
59	Curva	5+140.33m	5+270.66m	130.336m	85.000m	
60	Clotoide	5+270.66m	5+320.37m	49.706m		65.000m
61	Recta	5+320.37m	5+390.99m	70.617m		
62	Clotoide	5+390.99m	5+440.69m	49.706m		65.000m
63	Curva	5+440.69m	5+463.48m	22.790m	85.000m	
64	Clotoide	5+463.48m	5+513.19m	49.706m		65.000m
65	Recta	5+513.19m	5+661.64m	148.456m		
66	Clotoide	5+661.64m	5+711.35m	49.706m		65.000m
67	Curva	5+711.35m	5+715.68m	4.331m	85.000m	
68	Clotoide	5+715.68m	5+765.39m	49.706m		65.000m
69	Recta	5+765.39m	6+001.57m	236.184m		
70	Clotoide	6+001.57m	6+067.75m	66.176m		75.000m
71	Curva	6+067.75m	6+162.63m	94.888m	85.000m	
72	Clotoide	6+162.63m	6+228.81m	66.176m		75.000m
73	Recta	6+228.81m	6+458.79m	229.985m		
74	Clotoide	6+458.79m	6+516.82m	58.026m		105.000m
75	Curva	6+516.82m	6+557.45m	40.627m	190.000m	
76	Clotoide	6+557.45m	6+615.47m	58.026m		105.000m
77	Recta	6+615.47m	6+793.93m	178.454m		
78	Clotoide	6+793.93m	6+849.51m	55.577m		85.000m
79	Curva	6+849.51m	6+852.02m	2.519m	130.000m	
80	Clotoide	6+852.02m	6+907.60m	55.577m		85.000m
81	Recta	6+907.60m	7+047.61m	140.012m		
82	Clotoide	7+047.61m	7+103.19m	55.577m		85.000m
83	Curva	7+103.19m	7+167.17m	63.982m	130.000m	
84	Clotoide	7+167.17m	7+222.75m	55.577m		85.000m
85	Recta	7+222.75m	7+480.15m	257.404m		
86	Clotoide	7+480.15m	7+542.46m	62.308m		90.000m
87	Curva	7+542.46m	7+802.37m	259.911m	130.000m	
88	Clotoide	7+802.37m	7+864.68m	62.308m		90.000m
89	Recta	7+864.68m	8+002.57m	137.890m		
90	Clotoide	8+002.57m	8+066.25m	63.684m		110.000m
91	Curva	8+066.25m	8+075.58m	9.321m	190.000m	
92	Clotoide	8+075.58m	8+139.26m	63.684m		110.000m
93	Recta	8+139.26m	8+404.89m	265.632m		

Tabla 75. Estado de Alineaciones en Planta hasta el P.K. 8+404.89m. Fuente, elaboración propia

En las siguientes tablas se recoge las comprobaciones realizadas de las limitaciones en planta:

Tramo	Vp (km/h)	Lmax (m)	Lmin,s (m)	Lmin,c (m)	Radios consecutivos												Parámetro A		Longitud mínima CLOTOIDE										
Nº elem.	Typo elem.	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	R	A	Ángulo inc.	Suma A.	Giro	Lmin	Rmin	R	Rmax	Peralte(%)	Ve(km/h)	J(m/s3)	Vip	Amin I	Amin II	Amin III.1	Amin III.2	Amin III.3	Amin(m)	[CUMPLE?]	Amax(m)	Lmin(m)	[CUMPLE?]	Lmax(m)	
1	Recta	0+000.00m	0+283.69m	283.685					0	Cumple														65					
2	Clotoida	0+283.69m	0+333.39m	49.706		65	18.614											61.499	56.172	28.333	52.103	61.096	61.499	Sí	75.320	44.495	Sí	49.706	66.743
3	Curva	0+333.39m	0+393.47m	60.08	85					Izquierdas	62	85	121											65					
4	Clotoida	0+393.47m	0+443.18m	49.706		65	18.614																	65					
5	Recta	0+443.18m	0+828.88m	385.701																				65					
6	Clotoida	0+828.88m	0+886.90m	58.026		105	9.7212											98.209	83.982	63.333	95.249	77.123	98.209	Sí	120.281	50.764	Sí	58.026	76.145
7	Curva	0+886.90m	0+907.14m	20.236	190					Derechas	128	190	288											105					
8	Clotoida	0+907.14m	0+965.17m	58.026		105	9.7212																	105					
9	Recta	0+965.17m	1+119.15m	153.982																				105					
10	Clotoida	1+119.15m	1+172.93m	53.778		110	7.608																	110					
11	Curva	1+172.93m	1+173.06m	0.137	225					Derechas	150	225	343											110	132.427	51.962	Sí	53.778	77.942
12	Clotoida	1+173.06m	1+226.84m	53.778		110	7.608																	110					
13	Recta	1+226.84m	1+366.67m	139.826																				110					
14	Clotoida	1+366.67m	1+434.49m	67.813		145	6.9641																	145					
15	Curva	1+434.49m	1+434.50m	0.013	310					Derechas	204	310	478											145	176.887	67.288	Sí	67.823	100.932
16	Clotoida	1+434.50m	1+502.33m	67.823		145	6.9641																	145					
17	Recta	1+502.33m	1+575.05m	72.728																				145					
18	Clotoida	1+575.05m	1+622.00m	46.944		65	16.6032																	65					
19	Curva	1+622.00m	1+626.73m	4.736	90					Izquierdas	65	90	129											65	78.010	45.078	Sí	46.944	67.617
20	Clotoida	1+626.73m	1+673.68m	46.944		65	16.6032																	65					
21	Recta	1+673.68m	1+905.73m	232.049																				65					
22	Clotoida	1+905.73m	1+978.87m	73.143		160	6.652																	160					
23	Curva	1+978.87m	2+048.33m	69.456	350					Derechas	229	350	541											160	189.394	68.324	Sí	73.143	102.486
24	Clotoida	2+048.33m	2+121.47m	73.143		160	6.652																	160					
25	Recta	2+121.47m	2+290.96m	169.494																				65					
26	Clotoida	2+290.96m	2+340.67m	49.706		65	18.614																	65					
27	Curva	2+340.67m	2+366.29m	25.623	85					Izquierdas	62	85	121											65	75.320	44.495	Sí	49.706	66.743
28	Clotoida	2+366.29m	2+416.00m	49.706		65	18.614																	65					
29	Recta	2+416.00m	2+647.00m	231.006																				65					
30	Clotoida	2+647.00m	2+705.03m	58.026		105	9.7212																	105					
31	Curva	2+705.03m	2+828.94m	123.911	190					Derechas	300	190												105	120.281	50.764	Sí	58.026	76.145
32	Clotoida	2+828.94m	2+886.97m	58.026		105	9.7212																	105					
33	Recta	2+886.97m	3+293.99m	407.019																				105					
34	Clotoida	3+293.99m	3+378.03m	84.045		215	4.8641																	215					
35	Curva	3+378.03m	3+396.26m	18.232	550					Derechas	355	550	1140											215	258.889	81.240	Sí	84.045	121.861
36	Clotoida	3+396.26m	3+480.31m	84.045		215	4.8641																	215					
37	Recta	3+480.31m	3+671.55m	191.239																				215					
38	Clotoida	3+671.55m	3+727.12m	55.577		85	13.6082																	85					
39	Curva	3+727.12m	3+728.40m	1.275	130					Izquierdas	90	130	193											85	97.164	48.414	Sí	55.577	72.622
40	Clotoida	3+728.40m	3+783.98m	55.577		85	13.6082																	85					
41	Recta	3+783.98m	3+862.84m	78.865																				85					
42	Clotoida	3+862.84m	3+912.55m	49.706		65	18.614																	65					
43	Curva	3+912.55m	3+925.14m	12.598	85					Derechas	62	85	121											65	75.320	44.495	Sí	49.706	66.743
44	Clotoida	3+925.14m	3+974.85m	49.706		65	18.614																	65					
45	Recta	3+974.85m	4+055.97m	81.124																				65					

Tabla 76. Análisis en planta de la propuesta hasta el PK 4+055.97. Fuente, elaboración propia

46	Clotoida	4+055.97m	4+105.68m	49.706		65	18.614																	65					
47	Curva	4+105.68m	4+114.27m	8.591	85					Izquierdas	62	85	121											65	75.320	44.495	Sí	49.706	66.743
48	Clotoida	4+114.27m	4+163.98m	49.706		65	18.614																	65					
49	Recta	4+163.98m	4+439.72m	275.743																				65					
50	Clotoida	4+439.72m	4+497.75m	58.026		105	9.7212																	105					
51	Curva	4+497.75m	4+556.93m	59.178	190					Izquierdas	128	190	288											105	120.281	50.764	Sí	58.026	76.145
52	Clotoida	4+556.93m	4+614.95m	58.026		105	9.7212																	105					
53	Recta	4+614.95m	4+858.57m	243.613																				65					
54	Clotoida	4+858.57m	4+908.27m	49.706		65	18.614																	65					
55	Curva	4+908.27m	4+968.48m	60.209	85	</																							

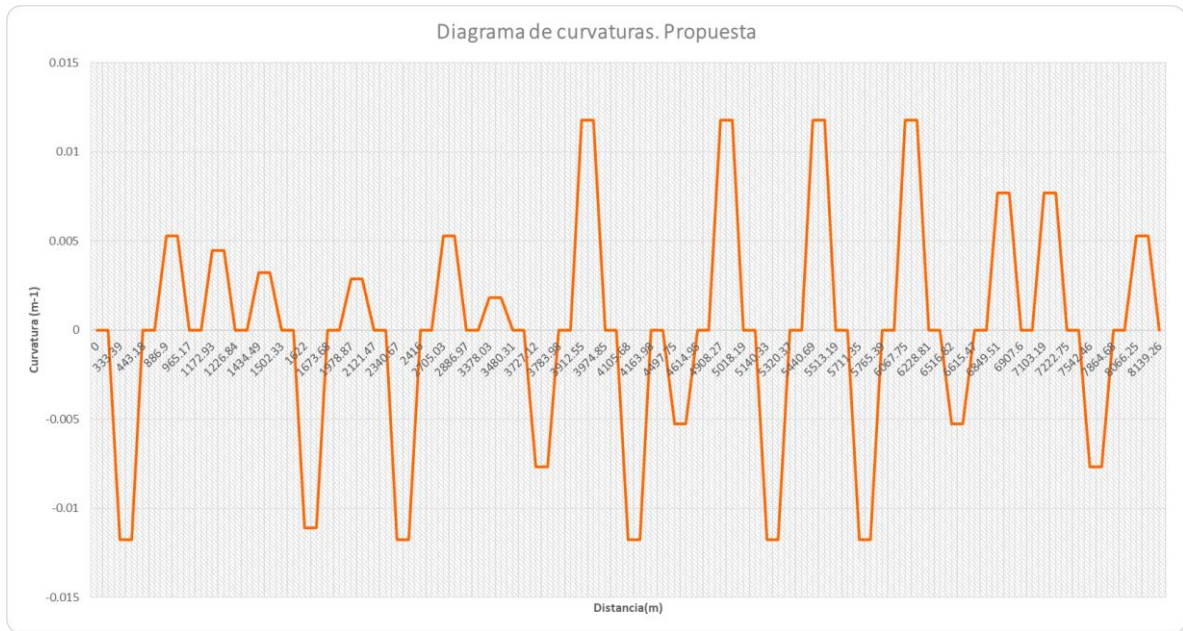


Figura 61. Diagrama de curvaturas de la propuesta. Fuente, elaboración propia

Trazado en alzado:

Estado de Rasantes:

Nº elem.	Tipo Alin.	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Elevación		Valor K
					inicial	Inclinación	
	Rasante	0+000.00m	0+063.01m	63.014m	495.434m	-6.37%	
1	Cóncavo	0+063.01m	0+215.49m	152.475m	491.419m		1165
	Rasante	0+215.49m	0+409.90m	194.409m	491.680m	6.72%	
2	Convexo	0+409.90m	0+466.98m	57.086m	504.735m		885
	Rasante	0+466.98m	0+955.24m	488.259m	506.727m	0.26%	
3	Cóncavo	0+955.24m	1+333.39m	378.150m	508.019m		9570
	Rasante	1+333.39m	1+590.73m	257.334m	516.492m	4.22%	
4	Convexo	1+590.73m	1+768.54m	177.815m	527.341m		3250
	Rasante	1+768.54m	1+931.81m	163.264m	529.974m	-1.26%	
5	Cóncavo	1+931.81m	2+074.30m	142.494m	527.925m		3200
	Rasante	2+074.30m	2+861.92m	787.616m	529.309m	3.20%	
6	Cóncavo	2+861.92m	2+995.04m	133.118m	554.496m		4550
	Rasante	2+995.04m	4+604.94m	1609.906m	560.700m	6.12%	
7	Convexo	4+604.94m	5+041.42m	436.475m	659.283m		8250
	Rasante	5+041.42m	5+676.07m	634.653m	674.464m	0.83%	
8	Cóncavo	5+676.07m	5+969.65m	293.580m	679.750m		9150
	Rasante	5+969.65m	6+592.05m	622.399m	686.905m	4.04%	
9	Cóncavo	6+592.05m	6+745.96m	153.914m	712.059m		3000
	Rasante	6+745.96m	7+022.85m	276.887m	722.228m	9.17%	
10	Convexo	7+022.85m	7+279.96m	257.110m	747.623m		3900
	Rasante	7+279.96m	7+842.70m	562.743m	762.730m	2.58%	
11	Convexo	7+842.70m	7+935.49m	92.791m	777.245m		1680
	Rasante	7+935.49m	8+394.00m	458.504m	777.076m	-2.94%	

Tabla 78. Estado de Rasantes. Fuente, elaboración propia

Tabla de resultados tras el análisis del trazado propuesto en alzado:

		Vp (km/h)	50					i min	0.002					Kv Cóncavo	1160		
		fl	0.411					i max, excepcional	0.100					Kv Convexo	450		
Nº elem.	Tipo Alin.	P.K. inicial	P.K. final	Long. Curva	L. Rasante	Longitud (m)	Cump. Longitud	Pendiente	Cump. Pendiente	Kv inicial	Dist. Parada	Kv min	Long. Kv min	Kv corregido	Cump. Parámetro Kv		
	Rasante	0	63.01		63.014	63.014	Cumple	-0.0637	Cumple								
2	Cóncavo	63.01	215.49	152.475		152.475				1165	56.118	1280.651	167.637	1280.651	Cumple		
	Rasante	215.49	409.9		194.409	194.409	Cumple	0.0672	Cumple								
4	Convexo	409.9	466.98	57.086		57.086				885	48.360	379.262	24.500	773.994	Cumple		
	Rasante	466.98	955.24		488.259	488.259	Cumple	0.0026	Cumple								
6	Cóncavo	955.24	1333.39	378.15		378.15				9570	51.575	1156.270	45.788	1262.626	Cumple		
	Rasante	1333.39	1590.73		257.334	257.334	Cumple	0.0422	Cumple								
8	Convexo	1590.73	1768.54	177.815		177.815				3250	49.496	397.279	21.771	912.409	Cumple		
	Rasante	1768.54	1931.81		163.264	163.264	Cumple	-0.0126	Cumple								
10	Cóncavo	1931.81	2074.3	142.494		142.494				3200	52.483	1181.065	52.676	1181.065	Cumple		
	Rasante	2074.3	2861.92		787.616	787.616	Cumple	0.0320	Cumple								
12	Cóncavo	2861.92	2995.04	133.118		133.118				4550	49.996	1113.219	32.506	1712.329	Cumple		
	Rasante	2995.04	4604.94		1609.906	1609.906	Cumple	0.0612	Cumple								
14	Convexo	4604.94	5041.42	436.475		436.475				8250	48.622	383.375	20.281	945.180	Cumple		
	Rasante	5041.42	5676.07		634.653	634.653	Cumple	0.0083	Cumple								
16	Cóncavo	5676.07	5969.65	293.58		293.58				9150	51.251	1147.443	36.833	1557.632	Cumple		
	Rasante	5969.65	6592.05		622.399	622.399	Cumple	0.0404	Cumple								
18	Cóncavo	6592.05	6745.96	153.914		153.914				3000	49.582	1101.967	56.531	1101.967	Cumple		
	Rasante	6745.96	7022.85		276.887	276.887	Cumple	0.0917	Cumple								
20	Convexo	7022.85	7279.96	257.11		257.11				3900	47.357	363.691	23.967	758.725	Cumple		
	Rasante	7279.96	7842.7		562.743	562.743	Cumple	0.0258	Cumple								
22	Convexo	7842.7	7935.49	92.791		92.791				1680	50.311	410.477	22.658	905.797	Cumple		
	Rasante	7935.49	8394		458.504	458.504	Cumple	-0.0294	Cumple								

Tabla 79. Análisi del trazado en alzado de la propuesta del tramo de estudio. Fuente, elaboración propia.

Representación del perfil longitudinal del nuevo trazado en alzado:

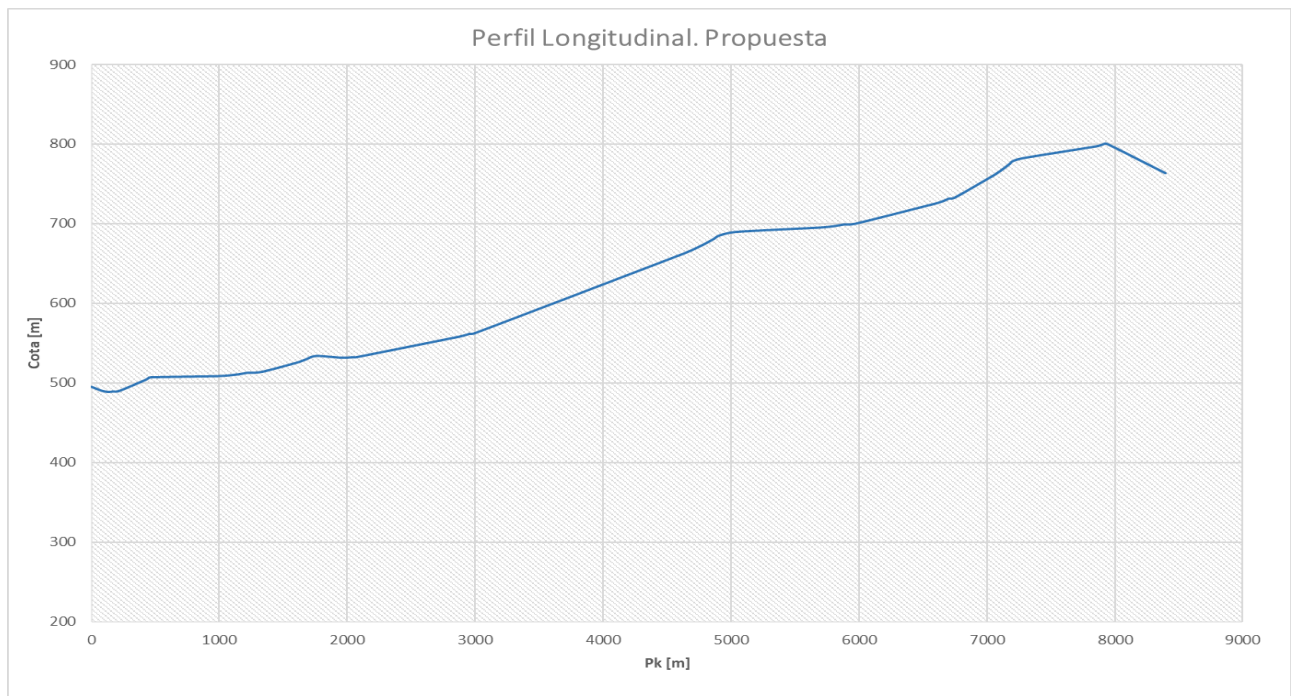


Figura 62. Representación del perfil longitudinal de la propuesta realizada. Fuente, elaboración propia.

Coordinación Planta-Alzado:

Comprobaciones de las limitaciones de coordinación planta-alzado:

Pk inicial	Pk final	Nº acuerdo	Tipo	Kv	R	P	100*R/P	Kv/R	COMPROBACIÓN	
									$k_v \geq 100 \cdot R/P$	$6 \leq K_v/R \leq 14$
63.01	215.49	2	Cóncavo	1165	0	0	0.000	0.000	CUMPLE	
409.9	466.98	4	Convexo	885	85	7	1214.286	10.412	NO CUMPLE	CUMPLE
955.24	1333.39	6	Cóncavo	5752.373	190	7	2714.286	30.276	CUMPLE	
1590.73	1768.54	8	Convexo	2772.18	90	7	1285.714	30.802	CUMPLE	
1931.81	2074.3	10	Cóncavo	2812.812	350	7	5000.000	8.037	NO CUMPLE	CUMPLE
2861.92	2995.04	12	Cóncavo	13963.083	190	7	2714.286	73.490	CUMPLE	
4604.94	5041.42	14	Convexo	68875.519	190	7	2714.286	362.503	CUMPLE	
5676.07	5969.65	16	Cóncavo	2680.53	85	7	1214.286	31.536	CUMPLE	
6592.05	6745.96	18	Cóncavo	6201.193	190	7	2714.286	32.638	CUMPLE	
7022.85	7279.96	20	Convexo	4033.019	130	7	0.000	0.000	CUMPLE	
7842.7	7935.49	22	Convexo	2846.716	130	7	1857.143	21.898	CUMPLE	

Tabla 80. Comprobación de la coordinación planta-alzado de la propuesta realizada. Fuente, elaboración propia.

Representación conjunta del perfil longitudinal y el diagrama de curvaturas:

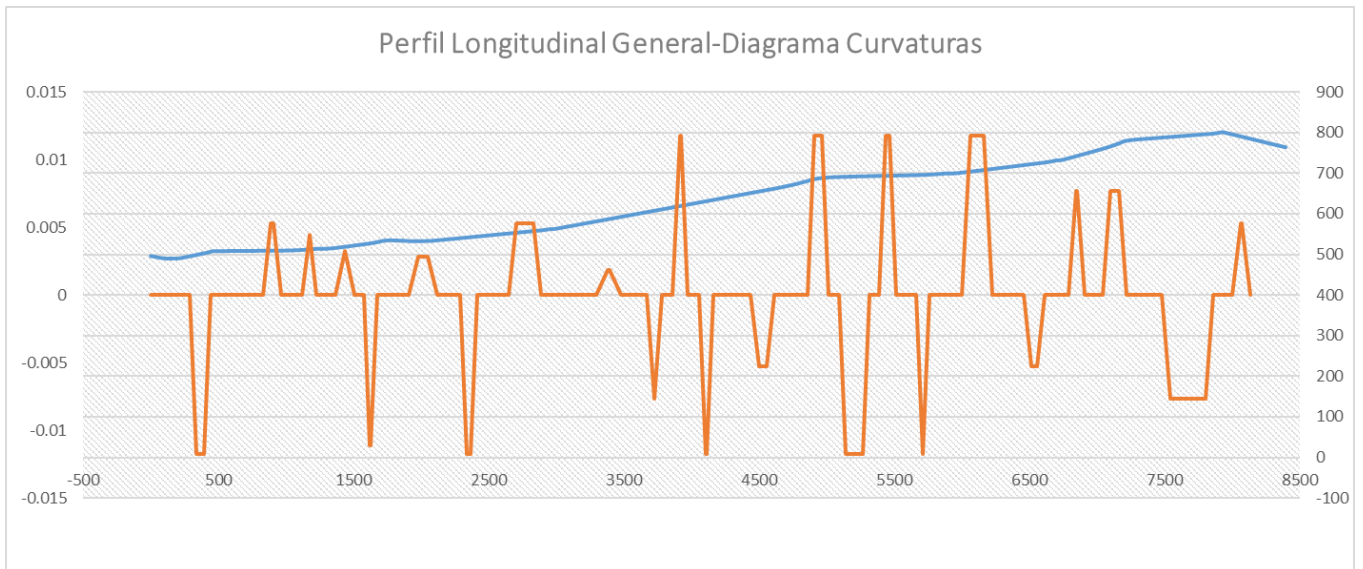


Figura 63. Representación del diagrama de curvaturas y perfil longitudinal de la propuesta realizada. Fuente, elaboración propia

