



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

Estudio de la seguridad vial de la carretera CV-424 entre  
los P.K. 11+470 y 21+500, entre los municipios de  
Godelleta y Buñol, provincia de Valencia. Situación actual y  
análisis del tráfico.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Asparuhova Danova, Mishel

Tutor/a: Camacho Torregrosa, Francisco Javier

Cotutor/a: Cuadrado Tarodo, Álvaro

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

## CONTENIDO GENERAL

### DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

- ANEJO 1. LOCALIZACIÓN Y ANTECEDENTES
- ANEJO 2. SITUACIÓN ACTUAL
- ANEJO 3. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
- ANEJO 4. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
- ANEJO 5. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA
- ANEJO 6. ANÁLISIS DEL TRÁFICO
- ANEJO 7. DIAGNÓSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL
- ANEJO 8. HIDROLOGÍA Y DRENAJE
- ANEJO 9. FIRME
- ANEJO 10. PROPUESTAS DE MEJORA
- ANEJO 11. DISEÑO GEOMÉTRICO
- ANEJO 12. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS
- ANEJO 13. VALORACIÓN ECONÓMICA
- ANEJO 14. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

### DOCUMENTO Nº3: PLANOS

DOCUMENTO Nº1:  
**MEMORIA**

Autores: Mishel Asparuhova Danova y Valentina Alonso Rizzi

Tutores: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Álvaro Cuadrado Tarodo

## ÍNDICE

1. OBJETO .....	3	9. CONCLUSIONES.....	17
2. ANTECEDENTES .....	3		
3. LOCALIZACIÓN.....	3		
4. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO OBJETO DE ESTUDIO .....	3		
4.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	3		
4.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO .....	4		
4.3. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA .....	5		
4.4. ANÁLISIS DEL TRÁFICO .....	5		
4.5. DIAGNÓSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL .....	6		
4.6. HIDROLOGÍA Y DRENAJE .....	8		
5. PROPUESTAS DE MEJORA .....	9		
5.1. MEJORA 1 .....	9		
5.2. MEJORA 2 .....	11		
5.3. MEJORA 3 .....	12		
5.4. MEJORA 4 .....	13		
5.5. MEJORA 5 .....	13		
5.6. RESUMEN DE LAS MEJORAS.....	14		
6. FIRMES.....	14		
6.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA EXPLANADA.....	14		
6.2. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME .....	15		
7. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	15		
7.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	15		
7.1.1. Señalización en travesía .....	15		
7.1.2. Señalización relacionada al adelantamiento.....	16		
7.1.3. Velocidad máxima aconsejada .....	16		
7.1.4. Curvas peligrosas hacia la izquierda.....	16		
7.2. BALIZAMIENTO .....	16		
7.3. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	16		
7.4. SISTEMA DE CONTENCIÓN .....	16		
8. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE .....	16		



## 1. OBJETO

El presente estudio se redacta como Trabajo de Fin de Grado para la obtención del título de Ingeniería Civil, por las alumnas Mishel Asparuhova Danova y Valentina Alonso Rizzi. Su objetivo es, primeramente, identificar y analizar las problemáticas de la carretera actual, para luego proponer una serie de mejoras combinables con diferentes enfoques y presupuestos, adaptándose todas ellas a la normativa vigente y a las necesidades de los usuarios, con el fin de resolver las dificultades detectadas.

Cada uno de los análisis se encuentran recogidos en esta memoria, aunque sus desarrollos se adjuntan en los anejos respectivos.

Cabe mencionar que se referirá a los PK reales de la carretera (11+470 a 21+500) cuando se describa sobre su situación actual, y a los PK relativos (0+000 a 10+030) cuando se efectúen cálculos y se expliquen las mejoras.

## 2. ANTECEDENTES

La CV-424 es una carretera autonómica perteneciente a la Diputación de Valencia que comunica las poblaciones de Chiva, Godolleta, Alborache y Buñol, en la provincia de Valencia. Esta infraestructura da acceso a las diferentes urbanizaciones que se localizan a lo largo de su trayecto, además de conectar dos municipios con 3584 habitantes (Godolleta) y 9618 habitantes (Buñol).

Por un lado, la accidentalidad del terreno en la zona y el diseño de la carretera que resulta incómodo a la conducción, provocan ciertas problemáticas relacionadas con la seguridad vial y con la coordinación entre los distintos tipos de usuarios, como los ciclistas y los vehículos motorizados. Además, esto se ve agravado debido a la reducida visibilidad que presenta la vía.

## 3. LOCALIZACIÓN

La CV-424 se encuentra en la parte central de la Comunidad Valenciana e inicia su recorrido en la salida 337 de la autovía A-3, siendo su longitud total de unos 21.73 km. Sin embargo, el tramo estudiado de la carretera presenta una trayectoria de 10.03 km y se divide en dos subtramos.

El primero de ellos empieza en el PK 11+470, coincidiendo con una rotonda antes de entrar en la población de Godolleta, siendo ésta la intersección entre la CV-424 con la CV-50 y la CV-5011, y termina en el PK 16+370 que se corresponde con la intersección con la CV-421. El segundo subtramo comienza en el punto anteriormente mencionado hasta el PK 21+500, antes de entrar en la población de Buñol. Así, la CV-424 mejora la conectividad entre los núcleos urbanos de Godolleta, Chiva, Turís y Buñol, atravesando los municipios de Godolleta, Alborache y Buñol (figura 1).

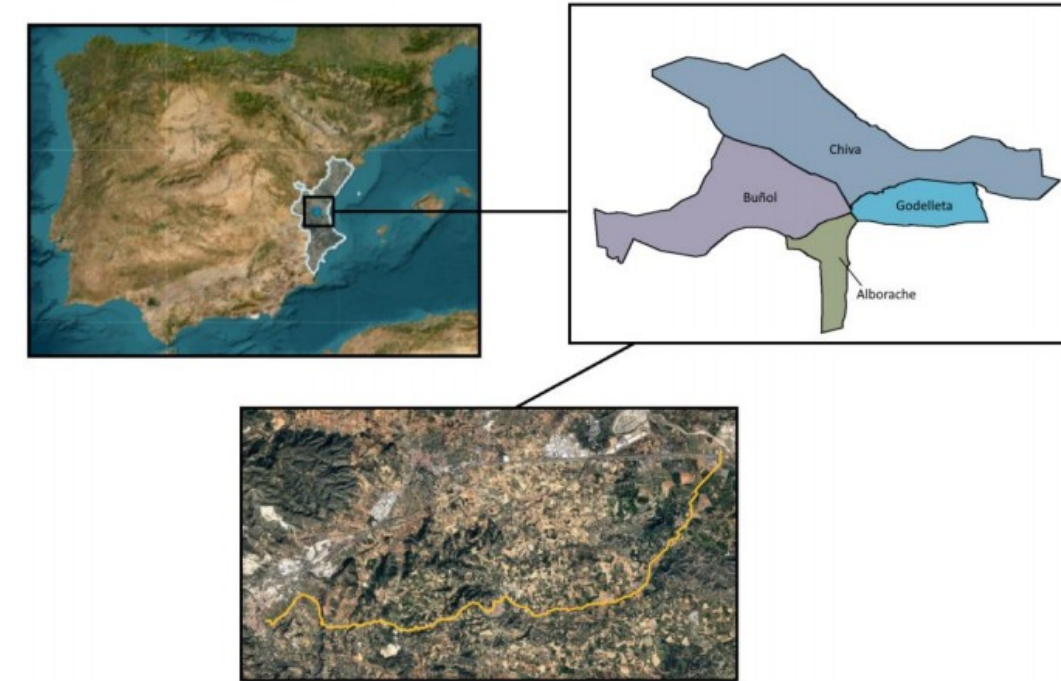


Figura 1. Ubicación geográfica de la CV-424. Fuente: Elaboración propia.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO OBJETO DE ESTUDIO

### 4.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

El terreno está compuesto por materiales distintos cuyas características y propiedades varían dependiendo de la zona y profundidad a la que se encuentran, lo que condiciona mucho la infraestructura que podría tener encima. Por lo cual, es muy importante estudiar el tipo de terreno que se tiene antes de realizar cualquier obra. De esta manera, el análisis geológico se ha hecho a partir de los datos que ofrece el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), y concretamente, se ha consultado la hoja N°721 (28-28) Ceste del Mapa Geológico de España E=1/50.000.



Figura 2. Mapa Geológico de España Hoja 721 Ceste. Fuente: IGME.

Como se puede identificar en la figura 2, el primer subtramo de la zona de estudio de la carretera CV-424 atraviesa 3 niveles de afloramientos, entre ellos, materiales del nivel 34 que se corresponde con limos de vertiente, del nivel 27 (arcillas rojas y margas limolíticas) y, del nivel 28, correspondientes a margas limolíticas claras y calizas lacustres. El segundo subtramo también atraviesa los mismos 3 niveles de afloramientos.



Por otra parte, se han usado datos de una campaña geotécnica realizada cerca de la zona donde transcurre la CV-424, para el proyecto "NUEVAS ESTACIONES DE BOMBEO (EBAR 4, EBAR 5 Y EBAR 7 EN LA PLANTA). CHESTE-BUÑOL (VALENCIA)". Como la zona del proyecto anteriormente mencionado presenta características geológicas similares, dichos ensayos se pueden utilizar para caracterizar y clasificar el suelo donde se ubica la obra. Esto se ha llevado a cabo de esta forma debido a limitaciones por falta de medios para realizar una campaña geotécnica en la zona que atraviesa la CV-424. Particularmente, los datos que se tienen son de tres calcatas, cuyas características y ubicaciones se pueden ver en el "Anejo N°3: Geología y geotecnia".

Después de analizar las tres muestras de ensayos geotécnicos, se ha llegado a la conclusión de que dos de los suelos se clasifican como tolerables, mientras que uno se cataloga como adecuado, según el Artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Para determinar en qué tramos de la carretera CV-424 se pueden extrapolar los datos de cada tipo de suelo, se ha examinado la litología presente en las tres ubicaciones donde se realizaron los ensayos. Dado que el tramo de carretera que presenta características de litología similares a la muestra de suelo adecuado es muy pequeño, se considera más seguro asumir que, a lo largo de toda la CV-424, el suelo es de tipo tolerable.

Asimismo, se ha comprobado si estos suelos cumplen con las condiciones para ser estabilizados "in situ", gracias al Artículo 512: Suelos estabilizados in situ (PG3). Debido a su índice de plasticidad, dos de los suelos no cumplen con las condiciones para ser estabilizados con cal, pero sí con cemento y conformar tanto el tipo de suelo S-EST1 como el S-EST2. Por lo cual, estas son opciones que valorar a la hora de diseñar la explanada y el paquete de firme del tramo a acondicionar.

Finalmente, para comprobar la precisión de la información obtenida de los ensayos geotécnicos de referencia, se ha utilizado el visor cartográfico de la Comunidad Valenciana para conocer el tipo de suelo predominante en el área de la CV-424. La figura 3 muestra que, tal y como se ha deducido de los estudios, la mayoría de los terrenos son margas y calizas, lo que valida las referencias utilizadas.

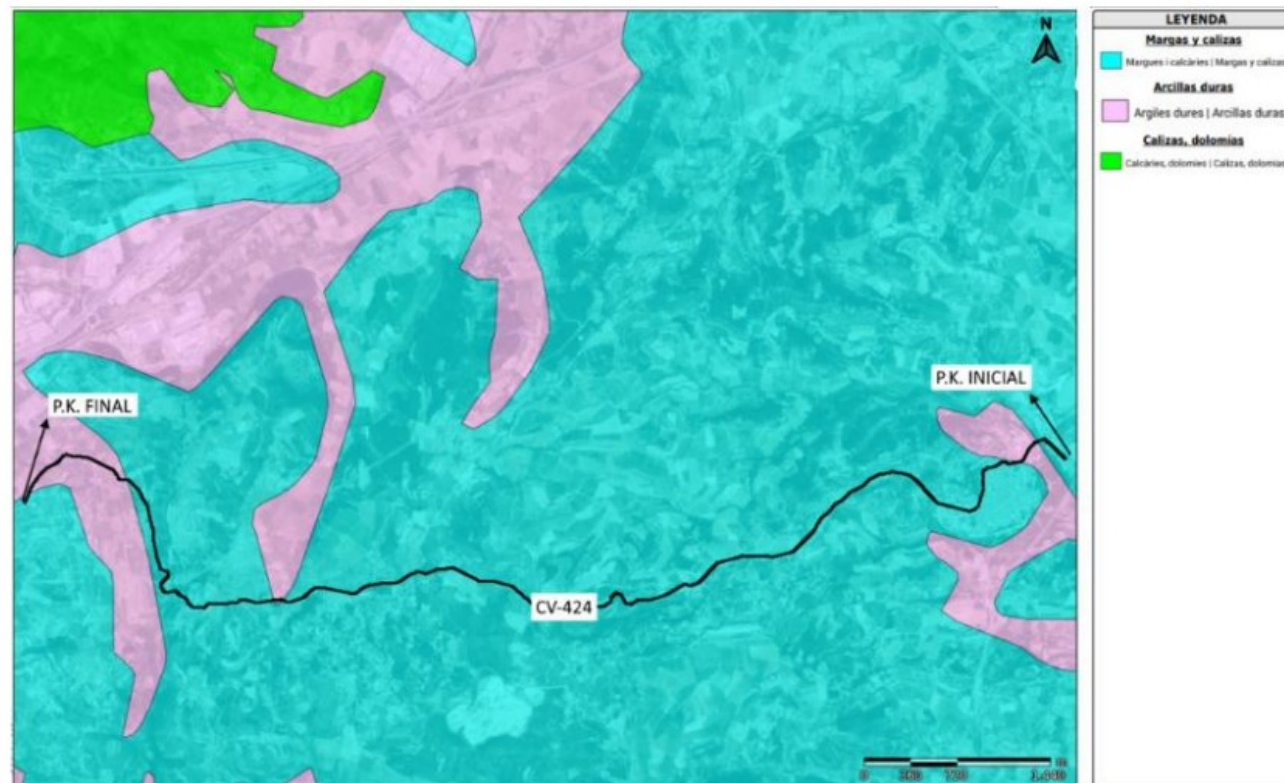


Figura 3. Mapa de tipos de suelos en el tramo de estudio. Fuente: ICV.

En cuanto a la caracterización de taludes, el tramo de carretera sujeto al estudio transcurre por pendientes de entre el 25% y 50% lo que se corresponde a pendientes de no más de 15°, aunque está en la cercanía de zonas con inclinaciones mayores al 50% correspondiéndose con pendientes mayores a los 15°. A la hora de acondicionar la MEMORIA

infraestructura viaria, el talud de diseño que se ha decidido estimar tanto para desmonte como para terraplén es de 3H/2V (33.5°) para poder garantizar la seguridad constructiva y evitar deslizamiento de laderas.

#### 4.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Una descripción sobre el planeamiento urbanístico de la zona ocupada por el tramo de la carretera CV-424 resulta de gran utilidad para obtener información necesaria en cuanto a las limitaciones hacia una elección de intervenciones de mejora en la infraestructura viaria.

De esta manera, la CV-424 atraviesa zonas con distintas clases de suelo urbano. Al inicio del tramo, desde el punto kilométrico 11+470, existe una mayor superficie de suelo urbano residencial por el hecho de que allí se encuentra el núcleo urbano de Godelleta. Si se avanza por la vía, se encuentra un suelo no urbanizable protegido, que corresponde con una zona rural de uso principalmente agrario. Por último, en el municipio de Buñol, la carretera discurre por un suelo no urbanizable común.

En lo que respecta a la zonificación, esta es la distinción detallada entre las clases de suelo urbano anteriormente descritas, según criterios como las actividades que se realizan sobre él. Desde el PK inicial hasta el límite municipal de Godelleta, se puede identificar una gran variedad de tipologías de zonas (figura 4), de las cuales destacan la rural protegida por afección de cauces (en azul), la rural protegida por afección de carreteras (en naranja) y la rural protegida municipal y agrícola (en verde). Estas dos últimas corresponden a suelos no urbanizables protegidos. Por otro lado, hacia el final del tramo de la carretera, se puede identificar una zona rural protegida de dominio pecuario (en amarillo) clasificada como suelo no urbanizable protegido.

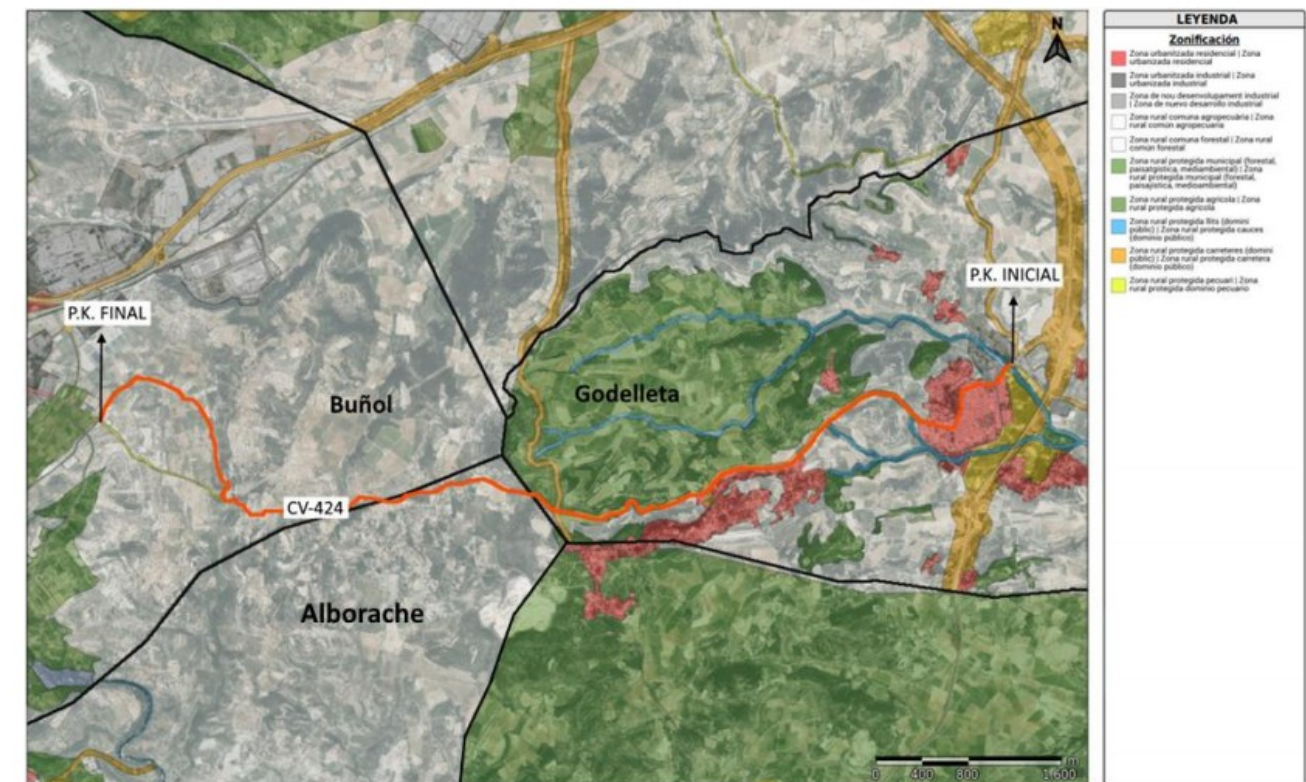


Figura 4. Mapa de zonificación del suelo. Fuente: Visor GVA.

Adicionalmente, resulta de gran importancia consultar para cada municipio donde se dispone la carretera estudiada, el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU). Sin embargo, solamente se ha conseguido una información completa sobre el término municipal de Godelleta. Éste cuenta con un Plan General de Ordenación Urbanística del año 1988, aunque éste ha sido sometido a modificaciones, siendo la última en el año 2011. En cuanto a las limitaciones establecidas para los suelos no urbanizables protegidos, no se podrán ejecutar desmontes mayores a 3 m y, en los tramos de carreteras o caminos que por alteración de su trazado quedarán sin uso, se deberá levantar el firme y reponer la



vegetación natural de la zona. Por otro lado, en los suelos de usos agrícolas actuales se permiten obras e instalaciones requeridas por las infraestructuras y servicios públicos, y los de interés público y social necesarias para la mejor conservación o para el disfrute público del área. Toda la información se encuentra detallada en el "Anejo N<sup>o</sup>4: Planeamiento urbanístico".

#### 4.3. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA

El trazado en planta de la CV-424 cuenta con una sucesión de 97 curvas de radios muy variables, siendo la menor de 18 metros y la mayor de 600 metros. Así, un total de 23 curvas no cumplen con el radio mínimo (50 m para carreteras con velocidad de proyecto igual a 40 km/h). Por otra parte, gran cantidad de curvas no cuentan con los elementos geométricos correctos según la normativa, es decir, en ciertas zonas se puede ver tanto la ausencia de clotoides o su falta de simetría como rectas intermedias inexistentes.

El trazado en alzado mayoritariamente cumple con las mínimas y máximas inclinaciones de rasantes en rampa y pendientes que son 0.5% y 7% respectivamente, salvo en casos puntuales. Sin embargo, los parámetros mínimos ( $K_v$ ) de los acuerdos verticales, así como la longitud mínima de las curvas de estos son aspectos donde la CV-424 podría mejorar sustancialmente.

Para una completa comprensión del análisis realizado, así como también de la comprobación geométrica de la carretera según la Norma 3.1-IC, se puede consultar el "Anejo N<sup>o</sup>5: Caracterización geométrica".

#### 4.4. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

Como se ha mencionado anteriormente, la carretera en cuestión pertenece a la Diputación de Valencia, por lo que para recopilar información acerca de sus estaciones de aforo, se debe consultar el portal del organismo. Así, los datos conseguidos corresponden a la campaña de aforo del año 2022, siendo la totalidad de sus estaciones de cobertura. De todas formas, la intensidad media diaria (IMD) actual del tramo estudiado se ha estimado a partir de una estación primaria afín y de la aplicación de expresiones matemáticas y coeficientes (consultar "Anejo N<sup>o</sup>6: Análisis del tráfico"), aunque finalmente se ha decidido por conservar los datos recopilados de la Diputación de Valencia que se demuestran a continuación.

<b>Código:</b> 424025	<b>Tipo estación:</b> Cobertura (Gomas)	<b>PK aforo:</b> 12,91	<b>PK inicial:</b> 11,47
<b>Tramo:</b> De CV-50 (Godolleta) a CV-421		<b>Longitud tramo:</b> 4,91	<b>PK final:</b> 16,38
<b>IMD 2022:</b> 1.039 vh/d		<b>% Pesados:</b> 2,03%	<b>% Motos:</b> 1,72%
<b>Estaciones afines</b>		<b>Datos históricos</b>	
$I_{Lab}$ (vh/d): 986	$IP_{Lab}$ (vh/d): 20	$IM_{Lab}$ (vh/d): 17	<b>Estacional (L): 425010</b>
$I_{Pes}$ (vh/d): -	$IP_{Pes}$ (vh/d): -	$IM_{Pes}$ (vh/d): -	
<b>Aforo jun</b>			
$I_M$ (vh/día): 986	$IM_M$ : 17	$IP_M$ : 20	<b>Festivos (S): 384010</b> <b>S: 1,0289</b>
$I_{2021}$ : 768	<b>Pesados:</b> 3,07%	L1: 1,1080 L2: 0,9597 L3: 1,0110	
$I_{2020}$ : 761	<b>Pesados:</b> 2,15%	L4: 1,0184 L5: 0,9490 L6: 1,0245	
$I_{2019}$ : 702	<b>Pesados:</b> 1,83%	L7: 0,9730 L8: 1,0080 L9: 0,9780	
$I_{2018}$ : 683	<b>Pesados:</b> 0,44%	L10: 0,9460 L11: 0,9950 L12: 0,9570	
$I_{2017}$ : 729	<b>Pesados:</b> 0,29%		
$I_{2016}$ : 628	<b>Pesados:</b> 0,66%		

Figura 5. Datos sobre estación de aforo 424025 en el tramo de estudio de la CV-424. Fuente: Diputación de Valencia.

<b>Código:</b> 424030	<b>Tipo estación:</b> Cobertura (Gomas)	<b>PK aforo:</b> 21,40	<b>PK inicial:</b> 16,38
<b>Tramo:</b> De CV-421 a Buñol		<b>Longitud tramo:</b> 5,35	<b>PK final:</b> 21,73
<b>IMD 2022:</b> 1.054 vh/d		<b>% Pesados:</b> 0,40%	<b>% Motos:</b> 3,90%
<b>Estaciones afines</b>		<b>Datos históricos</b>	
$I_{Lab}$ (vh/d): 1.000	$IP_{Lab}$ (vh/d): 4	$IM_{Lab}$ (vh/d): 39	<b>Estacional (L): 425010</b>
$I_{Pes}$ (vh/d): -	$IP_{Pes}$ (vh/d): -	$IM_{Pes}$ (vh/d): -	
<b>Aforo jun</b>			
$I_M$ (vh/día): 1.000	$IM_M$ : 39	$IP_M$ : 4	<b>Festivos (S): 384010</b> <b>S: 1,0289</b>
$I_{2021}$ : 939	<b>Pesados:</b> 0,42%	L1: 1,1080 L2: 0,9597 L3: 1,0110	
$I_{2020}$ : 748	<b>Pesados:</b> 0,68%	L4: 1,0184 L5: 0,9490 L6: 1,0245	
$I_{2019}$ : 743	<b>Pesados:</b> 1,44%	L7: 0,9730 L8: 1,0080 L9: 0,9780	
$I_{2018}$ : 823	<b>Pesados:</b> 0,36%	L10: 0,9460 L11: 0,9950 L12: 0,9570	
$I_{2017}$ : 879	<b>Pesados:</b> 0,24%		
$I_{2016}$ : 953	<b>Pesados:</b> 0,48%		

Figura 6. Datos sobre estación de aforo 424030 en el tramo de estudio de la CV-424. Fuente: Diputación de Valencia.

Como se puede observar en las figuras 5 y 6, la primera estación dentro del tramo se localiza en el punto kilométrico 12+910, al oeste de Godolleta. La IMD es de 1039 veh/día, de los cuales un 2.03% y un 1.72% corresponden a tráfico pesado y de motocicletas, respectivamente. La segunda estación de aforo se ubica a unos metros del final de la carretera, en el PK 21+400, y contabiliza 1054 vehículos al día. De todos ellos, el 0.40% es de pesados y el 3.90% de motocicletas, por lo que se puede decir que el volumen de tráfico de los primeros disminuye significativamente respecto del primer subtramo de carretera.

De todas formas, para una recopilación de datos con mayor detalle, se ha decidido llevar a cabo dos aforos: uno correspondiente a bicicletas en un día festivo, y el otro, sobre vehículos motorizados en un día laboral. La zona de aforamiento se encuentra en el inicio de la intersección con la carretera CV-421, en el PK 16+366, lo que resulta idóneo para la toma de datos de direccionalidad ya que esta información no es proporcionada. De esta manera, se permite conocer a dónde se dirigen los vehículos, así como también su origen. Para ver los resultados, se puede consultar el "Anejo N<sup>o</sup>6: Análisis del tráfico".

La IMD para el año de puesta en servicio corresponde con la intensidad para el año en el que se estima el inicio de la explotación de la carretera tras su acondicionamiento que, en este caso las obras durarán 3 años, lo que significa que la puesta en servicio será en el año 2026. Así, el incremento anual acumulativo a utilizar, según la Orden FOM/3317/2010, es del 1.44% de su IMD debido a que el año de puesta en servicio es posterior a 2017. Esto también es aplicable a la IMD para el año horizonte (año 2046). Dicho esto, la siguiente tabla recopila los valores de dichas intensidades para ambos subtramos de la carretera.

2026				2046			
IMDsubtramo 1	IMDsubtramo 2	IMDp, subtramo 1	IMDp, subtramo 2	IMDsubtramo 1	IMDsubtramo 2	IMDp, subtramo 1	IMDp, subtramo 2
1100 veh/día	1116 veh/día	22 veh.p/día	5 veh.p/día	1464 veh/día	1485 veh/día	30 veh.p/día	6 veh.p/día

Tabla 1. IMD e IMDp para el año de puesta en servicio y para el año horizonte. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el nivel de servicio de una carretera es una medida que evalúa la calidad y eficiencia de su funcionamiento. Al conocer su valor actual y proyectado de la carretera, permitirá optimizar su capacidad si fuera necesario y garantizar que se pueda manejar eficientemente el flujo de tráfico esperado. Para evaluarlo, se ha recurrido a la séptima edición del Highway Capacity Manual (HCM) del año 2022. Además, los criterios utilizados para los cálculos se pueden ver en el "Anejo N<sup>o</sup>6: Análisis del tráfico".

Para poder aplicar la metodología es necesario considerar las siguientes condiciones base al tratarse de una carretera convencional:

- Ancho de carril igual o mayor que 12 ft (3.658 m)
- Arcén pavimentado con ancho igual o mayor de 6 ft (1.829 m)
- Tráfico compuesto exclusivamente por vehículos ligeros
- Terreno llano y trazado rectilíneo
- Sin impedimento al tráfico
- Buenas condiciones medioambientales

Para la estimación del nivel de servicio la carretera se divide en dos tramos principales, el primero entre el PK 1+200 y la intersección en el PK 4+480 y el segundo entre el PK 4+480 y el PK 10+030. Además, para cada uno de los dos tramos principales el sentido de ida y de vuelta se estudian por separado y se subdividen en otros subtramos según los tramos donde el adelantamiento está permitido y donde no (ver tabla 2).



IDA (SENTIDO CRECIENTE DE LOS PKs)						VUELTA (SENTIDO DECRECIENTE DE LOS PKs)					
TRAMO I						TRAMO I					
Tramo	PK inicial	PK final	Longitud (mi)	Línea	Adelantamiento	Tramo	PK inicial	PK final	Longitud (mi)	Línea	Adelantamiento
1	1200	4077	1.79	C	No permitido	1	4484	1200	2.04	C	No permitido
2	4078	4484	0.25	D	Permitido						
INTERSECCIÓN						INTERSECCIÓN					
TRAMO II						TRAMO II					
1	4504	10030	3.43	C	No permitido	1	10030	4504	3.43	C	No permitido

Tabla 2. Tramos para el análisis del nivel de servicio de la CV-424, estado actual. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 a continuación, se presentan los resultados del nivel de servicio de la CV-424 para su situación original, dando como resultado un nivel A, lo que equivale a una circulación fluida. Cabe destacar que, según la Norma 3.1-IC, el nivel de servicio mínimo aceptable en una carretera convencional corresponde con un nivel E (circulación inestable). Aunque el tráfico previsto para el año puesta en servicio y para el año horizonte aumenta ligeramente, el nivel de servicio respecto a la situación actual no cambia, manteniendo un nivel A.

Año	Tramo	Sentido de circulación	
		Crecente	Decreciente
2023	1	A	A
	2	A	A
2026	1	A	A
	2	A	A
2046	1	A	A
	2	A	A

A: circulación fluida B: circulación estable a alta velocidad C: circulación estable D: circulación casi inestable E: circulación inestable F: circulación forzada

Tabla 3. Nivel de servicio en el trazado actual. Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que, una modificación del trazado de la carretera implica evaluar nuevamente el nivel de servicio. Por lo cual, el resultado de este correspondiente a cada una de las propuestas de mejora se comenta en el apartado 5, ya que con la nueva edición del HCM se necesita un mayor nivel de detalle en cuanto a la geometría del trazado, los tramos donde está permitido el adelantamiento, etc.

#### 4.5. DIAGNÓSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL

La seguridad vial desempeña un papel fundamental en el diseño y la planificación de las vías, ya que tiene como objetivo establecer directrices y requisitos que aseguren la protección y el bienestar de todos los usuarios. En este sentido, se ha llevado a cabo un detallado inventario de la señalización presente tanto en el tramo de travesía como en el tramo interurbano que abarca desde Godolleta hasta Buñol. Asimismo, se ha prestado especial atención a los puntos singulares, como los accesos y las intersecciones. Además, se han examinado las infraestructuras disponibles en la carretera, incluyendo elementos como márgenes y arcenes. Toda esta información se encuentra detallada en el "Anejo N°7: Diagnóstico de la seguridad vial".

Con el fin de obtener una mejor comprensión de las problemáticas existentes en la carretera, se ha realizado un análisis de los accidentes ocurridos en el tramo estudiado como también el estudio de la coordinación existente entre ciclistas y vehículos motorizados para luego proponer medidas adecuadas que contribuyan a la reducción de la siniestralidad. De esta forma, entre los años 2017 y 2021 se registran cinco accidentes, todos ellos con heridos leves. Los accidentes incluyen caída y despeñamiento, lo que deja en evidencia que en los tramos donde han ocurrido es de crucial importancia colocar las defensas respectivas para prevenir futuros incidentes. Por otra parte, en la visita a la CV-424 se pudo observar la coordinación entre vehículos motorizados y ciclistas, siendo esta negativa. El problema recae en que un gran porcentaje del tramo de la carretera no permite el adelantamiento, por lo que, al tampoco contar con arcén transitable, la convivencia entre estos dos tipos de usuarios se dificulta.



Figura 7. Presencia de ciclista en el carril, PK 20+900. Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto imprescindible de análisis es la sección transversal actual de la CV-424. Esta cuenta con un ancho de calzada bastante reducido ya que, a lo largo de la mayoría del trazado, no supera los 4.5 metros, lo que equivale a 2.25 metros por carril. Solo en algunos tramos singulares la calzada alcanza los 5 metros de ancho. Además, la carretera carece tanto de arcén como de berma, excepto un solo tramo de aproximadamente 500 metros entre los PK 21+000 y 21+500 donde en el carril de vuelta presenta berma con un ancho de 1 m. Sin embargo, el hormigón de la berma se ve deteriorado en algunos puntos y precisa ser repuesto.

Según lo establecido en la Norma 3.1-IC, existen limitaciones en cuanto a las dimensiones mínimas para el ancho de carril, arcenes y bermas, en función de la velocidad de proyecto. En el caso de la CV-424, cuya velocidad de proyecto es de 40 km/h, los carriles deberían tener un mínimo de 3 metros de ancho. Además, la carretera debería contar con un arcén interior de 0.50 metros, un arcén exterior de 1 metro y bermas de 0.50 metros, aspectos que no presenta. Por lo tanto, resulta necesario aumentar el ancho de los carriles y construir arcenes y bermas para garantizar la seguridad de los usuarios y proporcionar espacio adecuado para adelantar o detener vehículos averiados.

Otra cuestión de gran importancia relacionada con la accidentalidad son los márgenes de la carretera. Según el Programa de Seguridad vial del 2020-2021 publicado por la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad, la salida de vía es el tipo de accidente con mayor frecuencia en la Comunidad Valenciana, viéndose agravada con la presencia de obstáculos y/o elementos en los márgenes de la infraestructura. Algunos de estos pueden ser las cunetas de grandes profundidades, árboles y postes. Gracias a la inspección visual llevada a cabo se pudieron identificar y recopilar en el "Anejo N°7: Diagnóstico de la seguridad vial" ciertos puntos que pueden ocasionar peligro ante accidentes.

En cuanto a la visibilidad, este es un parámetro clave para tener en cuenta a la hora de diseñar una carretera y garantizar la seguridad vial. Para garantizar una visibilidad óptima, se debe prestar atención a la eliminación de obstáculos que puedan obstruir la visión, la selección de materiales de pavimentación que minimicen el deslumbramiento, el correcto diseño de curvas y pendientes y, la adecuada iluminación nocturna en tramos críticos. Por todo ello, se ha comprobado si la CV-424 en su situación actual cumple con la visibilidad mínima requerida.

La Norma 3.1-IC sirve de guía para estimar la distancia de parada necesaria para luego compararla con la visibilidad que se tiene (para mayores detalles en cuanto cálculos y procedimientos consultar el "Anejo N°7: Diagnóstico de la seguridad vial"). La distancia de parada (Dp) se estima mediante la siguiente expresión:

$$Dp = \frac{V * tp}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (fl + i)}$$

Donde:

Dp: Distancia de parada (m)



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

f: Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento

i: Inclinación de la rasante (en tanto por uno)

$t_p$ : Tiempo de percepción y reacción (s)

Para lograr unos cálculos lo más precisos y cercanos a la realidad, además de cumplir la normativa, se determina la velocidad de operación correspondiente a cada elemento de la carretera ya que ésta es a la cual la mayoría de los conductores optan por viajar en condiciones normales de tráfico y con buen tiempo. La velocidad de operación se calcula mediante las fórmulas a continuación.

Velocidad de operación en curvas, en km/h (Pérez-Zuriaga, 2012):

$$v_{85} = 106.863 - 60.1185/e^{0.00422596 \cdot R}$$

Donde R es el radio de la curva correspondiente.

Velocidad de operación en rectas, en km/h (Pérez-Zuriaga et al., 2010):

$$v_{85} = v_{85c} + (1 - e^{-\lambda \cdot T_L}) \cdot (110 - v_{85c})$$

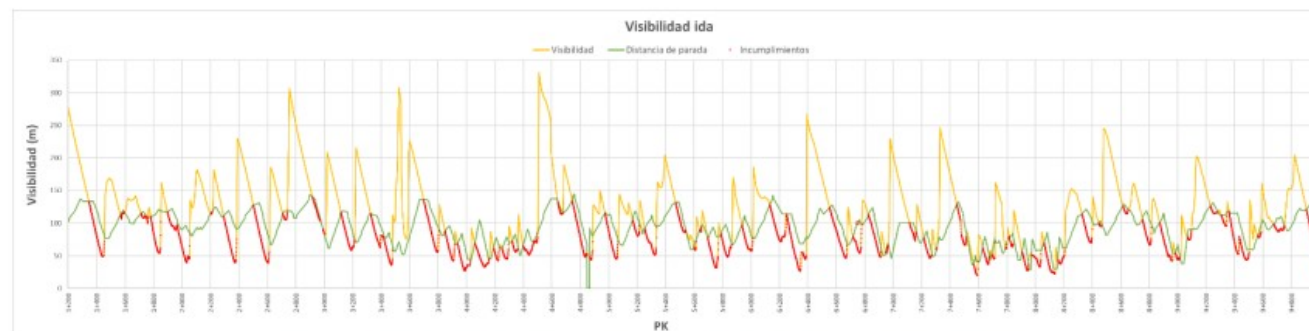
Donde:

$$\lambda = 0.00135 + (R - 100) \cdot 7.00625 \cdot 10^{-6}$$

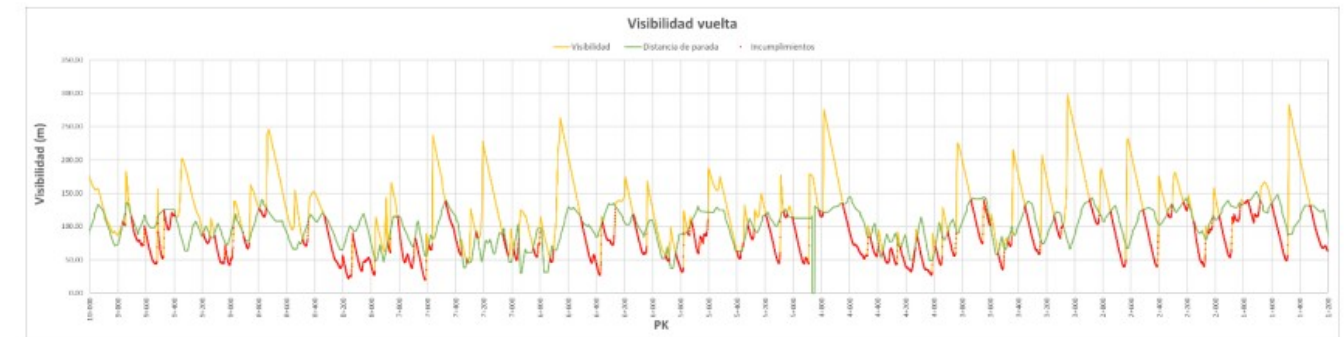
$v_{85c}$ : es la velocidad de operación de la curva circular anterior (km/h)

$T_L$ : es la longitud de la recta (m)

Finalmente, los resultados basados en los cálculos se recopilan en las gráficas 1 y 2, donde la visibilidad que se tiene metro por metro de la carretera (en amarillo), la distancia de parada requerida (en verde) y los puntos kilométricos donde la visibilidad no es suficiente (en rojo). Tanto en el sentido creciente como decreciente de los PK, hay varios puntos donde la visibilidad no es suficiente para que el conductor pueda parar en caso de emergencia. En la mayoría de los casos la falta de visibilidad es por causa de unos acuerdos muy acentuados y vegetación que obstaculiza la vista en tramos de curvas. Como resumen de las gráficas, a la ida se tiene que un 43% del total del trazado no alcanza los valores mínimos. A la vuelta, este porcentaje se ve agravado, siendo de un 46%.



Gráfica 1. Visibilidad en sentido creciente de los PK. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 2. Visibilidad en sentido creciente de los PK. Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con el diagnóstico, la consistencia de la geometría de una carretera representa el nivel de adecuación entre las expectativas de los usuarios y el comportamiento de la infraestructura. De este modo, el estudio de esta característica es fundamental, no solo para conocer su estado actual, sino también para reconocer en qué zonas es preferente actuar para aumentar la seguridad vial y conseguir una conducción armoniosa.

Por un lado, se ha analizado la consistencia local a través del criterio II de Lamm et al. (1988) debido a que es el más empleado generalmente y está contemplado en la Norma 3.1-IC. Este modelo es sencillo de aplicar, haciéndolo por sentido de circulación y clasificando la consistencia en buena, aceptable o pobre según el decremento de velocidad de operación ( $V_{85}$ ) que sufran los elementos consecutivos.

Por otro lado, para la determinación de la consistencia global se ha aplicado el modelo de Camacho-Torregrosa (2015) que trabaja con las variables de velocidad de operación media y la tasa de deceleración media ( $d_{85}$ ) para calcular un parámetro de consistencia (C) que se puede visualizar a continuación:

$$C = \sqrt[3]{\frac{V_{85}}{d_{85}}} \quad (s^{1/3})$$

Además, este modelo permite calcular el número esperado de accidentes con víctimas en 10 años en un tramo de carretera mediante la siguiente expresión:

$$Y_{i,10} = e^{-4.26225} \cdot L^{1.13196} \cdot IMD^{0.85298} \cdot e^{-0.6574 \cdot C}$$

Donde:

$Y_{i,10}$ : número esperado de accidentes con víctimas en 10 años

IMD: intensidad diaria de tráfico (veh/día)

L: longitud del segmento de carretera homogéneo (km)

C: parámetro de consistencia de Camacho-Torregrosa (2015).

Un detalle a tener en cuenta es que el tramo de travesía se descarta en el análisis de consistencia, dividiendo así la carretera en dos subtramos (debido a la existencia de la intersección con la CV-421). A su vez, estos dos subtramos se segmentan en trayectos homogéneos para poder calcular la consistencia global de cada uno de ellos.

De esta forma, se muestra a continuación unas tablas que recogen los resultados obtenidos por sentido de circulación tras el cálculo de ambas consistencias. Cabe destacar que estas sirven a modo de resumen, ya que en el "Anejo N°7: Diagnóstico de la seguridad vial" se encuentra detalladamente tanto el procedimiento como los resultados.

Consistencia local	Nº de segmentos según el tipo de consistencia		
	Buena	Aceptable	Pobre
Sentido creciente	33	21	18
Sentido decreciente	31	23	19

Tabla 4. Consistencia local por sentidos en la CV-424, situación actual. Fuente: Elaboración propia.



Consistencia global	C (s <sup>1</sup> /3)	Consistencia	Acc. con víctimas en 10 años	
Subtramo 1	Trayecto 1	2.44	Pobre	3.35
	Trayecto 2	2.18	Pobre	1.36
Subtramo 2	Trayecto 1	2.18	Pobre	4.9
	Trayecto 2	2.31	Pobre	2.71

Tabla 5. Consistencia global por subtramos en la CV-424, situación actual. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

El clima en la zona de estudio de la carretera CV-424 es templado con veranos secos y cálidos, caracterizado por una disminución significativa de la precipitación durante esta estación. Por una parte, la temperatura máxima en Godolleta es de 32 °C, y la mínima, de 3 °C. Por otro lado, la de Buñol es casi idéntica, salvo por la temperatura máxima, que es de 31 °C. En cuanto a la precipitación media anual, en toda la zona que ocupa la CV-424, ésta oscila entre los 600 y 700 mm, lo que indica que en dicha región se experimentan lluvias que podrían clasificarse como escasas o dentro del rango normal.

Aunque el término de Godolleta es atravesado por diversos barrancos, el tramo de la CV-424 objeto de este estudio se ve afectado solamente por el barranco de la Baiba, como se puede visualizar en la siguiente figura.



Figura 8. Barrancos en la zona de los municipios de Godolleta, Buñol y Alborache. Fuente: Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana.

Para determinar la presencia de riesgo de inundaciones en el área de estudio, se utiliza el Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA). En la figura 9 se puede ver que hay un tramo entre los PK 20+200 y PK 20+500 donde la carretera atraviesa una zona de peligrosidad geomorfológica de nivel 7 (en naranja) correspondiente a vaguadas y barrancos de fondo plano, existiendo un alto grado de peligro de inundación.



Figura 9. Mapa de riesgo de inundación y peligrosidad geomorfológica. Fuente: Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana.

Para estudiar el recorrido del agua fluvial que cae en la zona de la carretera y poder delimitar las cuencas vertientes, se utiliza el software AutoCAD Civil 3D. Así, en la figura 10 se pueden ver las diez cuencas que se han delimitado, junto con una zona de acumulación de agua o inundable (marcada en rojo). Esta última corresponde a un tramo (entre el PK 20+200 y el PK 20+500) con un badén inundable, donde la vía cruza el barranco de la Baiba. La figura 11 muestra la señalización de este.



Figura 10. Cuencas vertientes representadas en AutoCAD Civil 3D. Fuente: Elaboración propia.





Figura 11. Badén inundable, sentido decreciente de los PK. Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a las obras de drenaje, es de vital importancia estudiar el sistema actual para asegurar la evacuación del agua sin comprometer la seguridad vial. Actualmente la carretera dispone de 21 obras transversales de drenaje longitudinal a lo largo del tramo estudiado. No obstante, dos de los elementos no cuentan con secciones suficientes para un correcto funcionamiento. Por lo tanto, para mejorar la situación actual de la carretera, se propone aumentar sus secciones, sustituyéndolas por unas de diámetro 400 mm. Asimismo, se recomienda colocar una adicional en el PK 19+437 que desagüe el caudal proveniente de la cuenca N°3. Para más información pertinente a los cálculos del sistema de drenaje, ver el "Anejo N°8: Hidrología y drenaje".

En cuanto al drenaje longitudinal, actualmente en los tramos donde la traza de la carretera se encuentra en desmonte, se puede apreciar una cuneta de tierra que discurre paralelamente a la calzada. Sin embargo, la cuneta existente no es suficiente para desaguar el caudal correctamente, por lo cual, se diseña una cuneta trapezoidal con las dimensiones mostradas en la figura 12. Además, es recomendable revestirla de hormigón, especialmente en los tramos de curvas con radios reducidos para evitar el crecimiento de vegetación en la cuneta, lo que podría obstruir la visibilidad de los conductores y también para prevenir la erosión del terreno.

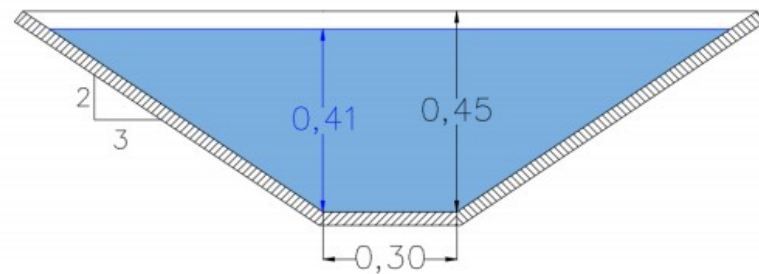


Figura 12. Sección cuneta trapezoidal. Fuente: Elaboración propia.

## 5. PROPUESTAS DE MEJORA

Con los datos recogidos, se han planteado una serie de mejoras para poder llevar a cabo el acondicionamiento del tramo de la carretera CV-424. El objetivo es presentar una variedad de posibilidades que pueden aplicarse de manera independiente o combinarse según los recursos económicos disponibles. Las soluciones mencionadas se han diseñado según las especificaciones geométricas de la Norma 3.1-IC. Estas, se encuentran definidas en el "Anejo N°10: Propuestas de mejora", aunque una de ellas que cabe mencionar es que la velocidad de proyecto para cada mejora se ha mantenido a 40 km/h como lo era originalmente.

En lo que respecta a sus correspondientes valoraciones económicas, se ha tenido en cuenta la base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras (Dirección General de Carreteras, 2022).

### 5.1. MEJORA 1

El principal propósito de la primera propuesta de mejora es resolver los puntos conflictivos relacionados con la geometría en planta y alzado de la carretera existente. Se plantea implementar un diseño parcialmente nuevo, rediseñando el trazado en aquellos tramos donde no se cumplen las condiciones de consistencia mínima aceptable ni los radios mínimos en curvas circulares. Así, la nueva geometría se enfoca en tres aspectos principales: radios de curvas aumentados donde antes eran reducidos, la eliminación de curvas que no tuvieran clotoides asociadas a ellas y, el ajuste de la simetría de las clotoides donde sea posible.

Adicionalmente, se ha tenido en cuenta el ensanchamiento de la calzada, dimensionándola de 9 m, de los cuales 3.5 m corresponden a la anchura de cada carril, 0.5 m de arcén y otros 0.5 m para la berma. Con este ensanchamiento, se proporcionará un espacio amplio para la circulación tanto de vehículos motorizados como de bicicletas.

A continuación, se describen algunos de los cambios efectuados en esta propuesta, para una comprensión del diseño del trazado. Entre los PK 3+970 y 4+489 (como lo indica la figura 13), se extiende un tramo sinuoso donde las curvas actualmente tienen radios de 31, 32, 52, 63 y 35 metros, lo que supone un trazado peligroso para los conductores además de incumplir la normativa. Por lo cual, se han rediseñan dichas curvas con radios de 40, 50, 65, 50 y 60 metros respectivamente. Aunque la primera curva mantiene un radio de 40 metros y no cumple con el mínimo estipulado por normativa, aumentarlo conllevaría un movimiento excesivo de tierra y no sería recomendable.

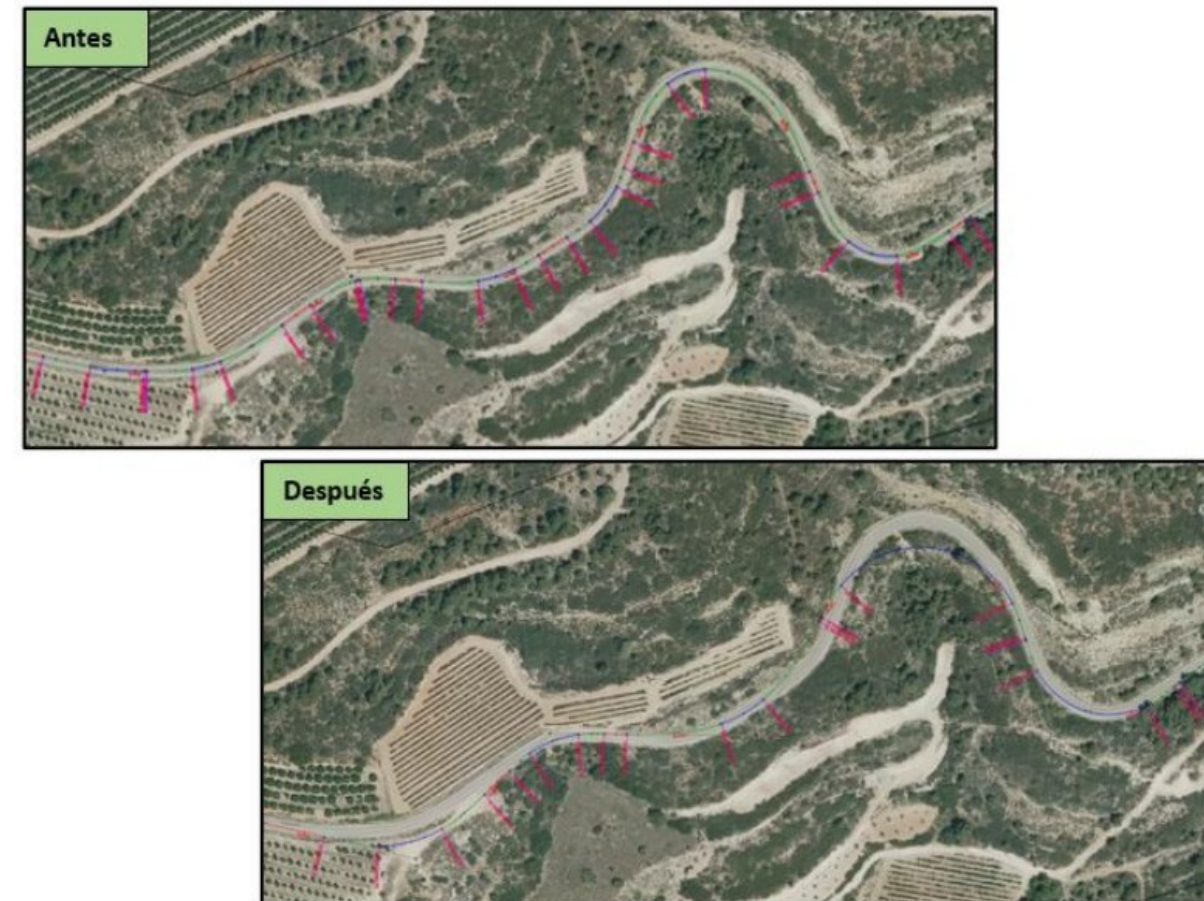


Figura 13. Rediseño del tramo entre los PK 3+970 y 4+489. Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente tramo (entre los PK 7+235 y 7+615) se modifican dos curvas de radios reducidos que actualmente generan una disminución repentina de la velocidad empobreciendo así la consistencia de la carretera (figura 14). Asimismo, se elimina una curva que no cuenta con clotoides (en verde). Estos cambios realizados no suponen un gran movimiento de tierras y contribuyen a hacer el trazado más cómodo para los conductores.



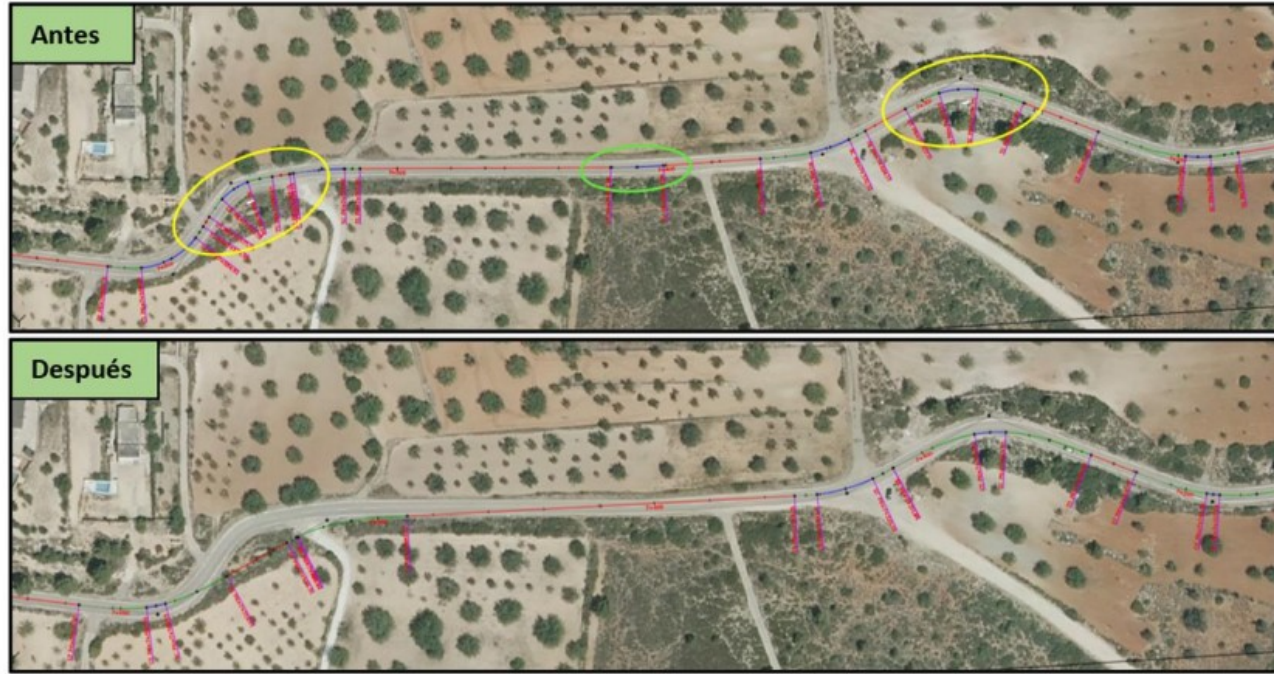


Figura 14. Rediseño del tramo entre los PK 7+235 y 7+615. Fuente: Elaboración propia.

Otro tramo que destaca con cambios sustanciales está entre los PK 8+883 y 9+619 (figura 15) donde en amarillo están las curvas cuyos radios son de 38, 24 y 45 metros y se propone modificarlos aumentando sus radios a 95, 70, 65 metros respectivamente. Por otra parte, en verde están las curvas que no tienen clotoides por lo cual se decide por sustituirlas asegurando curvas de transición.

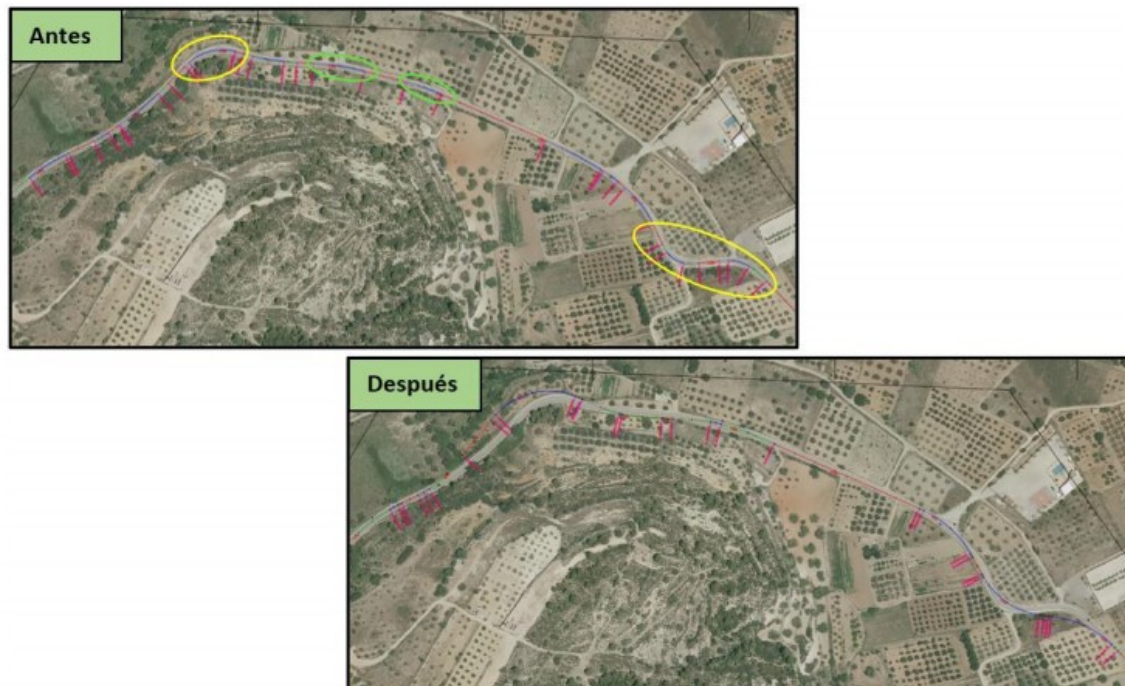


Figura 15. Rediseño del tramo entre los PK 8+883 y 9+619. Fuente: Elaboración propia.

Con esta propuesta, los tramos en los que se permite y no la maniobra de adelantamiento se ven afectados, así como también las respectivas señalizaciones verticales (que se mencionan en el apartado 7 de este documento). Es por ello que los nuevos trayectos en los que se prohibirá dicha acción serán los siguientes:

- PK 3+740 a PK 4+490;

- PK 5+530 a PK 6+395;
- PK 6+600 a PK 7+010;
- PK 7+160 a PK 8+450;
- PK 8+880 a PK 9+120;
- PK 9+360 a PK 9+635.

En lo que respecta al movimiento de tierras, se ha tratado de conseguir una compensación entre el volumen correspondiente a terraplén y el volumen de desmonte, resultando unos 3557 m<sup>3</sup> de sobrante destinado a vertedero una vez finalizadas las obras.

Con las modificaciones de la geometría del trazado que se proponen se logra mejorar casi totalmente la visibilidad disponible a lo largo de la carretera tanto en sentido de ida como de vuelta. Así, en sentido creciente, solamente un 10% del trazado nuevo no cumple con la visibilidad mínima y, en sentido decreciente, un 4%. Este aspecto es muy importante hablando en términos de seguridad vial ya que permite a los usuarios una mejor adaptación al trazado y ayuda a reducir los posibles accidentes.

La consistencia local se ha conseguido mejorar considerablemente con el trazado propuesto. Aunque quedan tramos con consistencia pobre, el decremento de velocidad esos puntos se han conseguido reducir y en lugares donde originalmente era de 30 - 35 km/hora, ahora es de 20 - 21 km/hora. La siguiente tabla resume los resultados de la consistencia lograda tras la mejora.

Consistencia local	Nº de segmentos según el tipo de consistencia		
	Buena	Aceptable	Pobre
Sentido creciente	35	31	2
Sentido decreciente	30	31	6

Tabla 6. Consistencia local por sentidos en la CV-424, mejora 1. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la consistencia global que se obtiene con las modificaciones propuestas consigue reducir los accidentes esperados para 10 años en el subtramo entre los PK 1+258 a 3+076 de 3.35 a 1.6, clasificándose como aceptable. En el siguiente subtramo, del PK 3+076 al 4+837 se logra disminuir a un total de 1.89 accidentes. Y también, en el segundo tramo entre los PK 4+855 a 7+489; y del PK 7+489 al PK 9+976 se consiguen reducir los accidentes esperados, a 2.74 y 2.65, respectivamente.

Para la estimación del nivel de servicio de la carretera tras las modificaciones en el trazado, se sigue las direcciones del HCM del año 2022, como se ha hecho previamente con el estado original de la vía. Así, la tramificación, tanto para el cálculo en el año de puesta en servicio como para el año de horizonte, se encuentra en la tabla 7. Los resultados, por sentido de circulación y para ambos años se puede visualizar en la tabla 8, donde todos equivalen a un nivel de servicio A (circulación fluida).

TRAMO I					
Tramo	PK inicial	PK final	Longitud (mi)	Línea	Adelantamiento
1	1200	3740	1.58	D	Permitido
2	3740	4490	0.47	C	No permitido
INTERSECCIÓN					
TRAMO II					
1	4490	5530	0.65	D	Permitido
2	5530	8450	1.81	C	No permitido
3	8450	8880	0.27	D	Permitido
4	8880	9635	0.47	C	No permitido
5	9635	10030	0.25	D	Permitido

Tabla 7. Tramos para el análisis del nivel de servicio de la CV-424, mejora 1. Fuente: Elaboración propia.



Año	Tramo	Sentido de circulación	
		Creciente	Decreciente
2026	1	A	A
	2	A	A
2046	1	A	A
	2	A	A

A: circulación fluida B: circulación estable a alta velocidad C: circulación estable D: circulación casi inestable E: circulación inestable F: circulación forzada

Tabla 8. Nivel de servicio para el trazado de la mejora 1. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el presupuesto para esta mejora resulta ser el más elevado de todas las propuestas, pues es la que más kilómetros pretende acondicionar. La tabla 9 recoge la valoración económica estimada para ella.

<b>Precio de Ejecución Material (PEM)</b>	2,819,193.78 €
<b>Beneficio industrial (BI)</b>	13%
	366,495.19 €
<b>Gastos generales (GG)</b>	6%
	169,151.63 €
<b>Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA)</b>	21%
	592,030.69 €
<b>Presupuesto</b>	<b>3,946,871.30 €</b>

Tabla 9. Presupuesto estimado para la mejora 1. Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. MEJORA 2

Esta segunda propuesta de mejora busca enfocar las actuaciones en una serie de tramos con alineaciones curvas peligrosas. Como es de conocimiento, muchas de las curvas en el trazado actual presentan radios tan reducidos como de 18 metros, factor que afecta a la visibilidad del conductor, la consistencia y, por lo tanto, a la seguridad vial. Es así como esta alternativa pretende brindar radios más elevados y una mejor coordinación entre ellos, en la manera de lo posible y si el terreno lo permite.

Los tramos conflictivos del trazado original que este diseño busca configurar son los siguientes (además se pueden visualizar en la figura 16):

- Tramo I: PK 3+978 a 4+206;
- Tramo II: PK 7+809 a 8+252;
- Tramo III: PK 8+943 a 9+051.

Con esto dicho, la actuación ocuparía en total unos 779 m, en la que se modificaría tanto el trazado en planta como en alzado, de manera tal que se experimente una mejora notable en la consistencia.

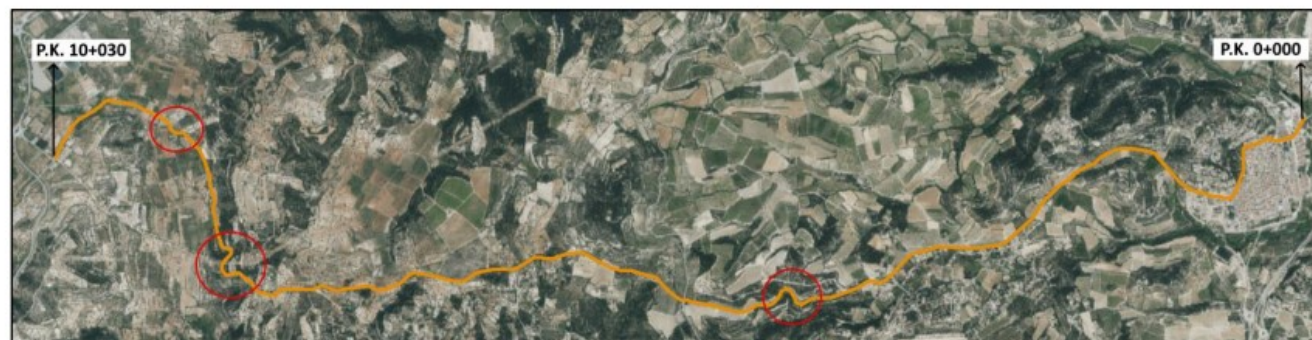


Figura 16. Tramos que rediseñar en la propuesta de mejora 2. Fuente: Elaboración propia.

El tramo I originalmente contiene una curva con una elevada trayectoria y radio reducido, la cual no dispone de suficiente visibilidad, haciendo que el conductor tome precauciones al atravesarla. Además, se experimenta un alto decremento de velocidad de operación en ambos sentidos de circulación, generando una consistencia pobre. Por eso, la solución propuesta es, por un lado, eliminar una de las curvas para así aumentar el radio del círculo con más trayectoria y, conseguir un radio mayor en la curva al inicio del tramo. Si bien uno de los radios no cumple con el mínimo expuesto por la normativa por ser de 40 m, se logró aumentarlo significativamente, generando así una mejora en la coordinación con las siguientes alineaciones (ver figura 17).



Figura 17. Mejora propuesta para el tramo 1. Fuente: Elaboración propia.

Las modificaciones en el tramo II buscan aliviar la sinuosidad de las curvas consecutivas aprovechando el espacio con terreno despejado en las proximidades (ver figura 18). De esta manera, primeramente, se aumentan los radios a 50 m, para luego trasladar dos de las curvas hacia el mencionado espacio disponible. Además, se logra eliminar una de las curvas, que presentaba un radio elevado comparado con las alineaciones que le seguían.



Figura 18. Mejora propuesta en el tramo 2. Fuente: Elaboración propia.



En el tramo III se experimenta una consistencia pobre debido a la existencia de dos curvas con radios reducidos tras recorrer unos kilómetros con alineaciones rectas y curvas más suaves. Como es una zona con cultivos, se trata de aumentar, tanto los radios de los círculos como la recta intermedia entre ambas alineaciones sin afectar excesivamente a estos terrenos (figura 19). Cabe destacar que, originalmente las curvas tenían menos de 25 m de radio y gracias a esta mejora se logran radios de 50 y 55 metros, haciendo más suave la conducción. También se elimina una alineación curva de radio elevado que no contaba con clotoides y que influía en la consistencia pobre del tramo.



Figura 19. Propuesta de mejora para el tramo 3. Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al movimiento de tierras en esta mejora, se ha tratado de alcanzar un volumen pequeño de excavaciones para así reducir costos de este proceso, logrando tan solo un excedente de material de 7.26 m<sup>3</sup>.

Los resultados en cuanto a visibilidad ante la conducción son notables con estas actuaciones. En el sentido de ida, un 27% del trazado mejorado queda sin cumplir con la visibilidad mínima, logrando que en el tramo III se cumpla completamente. En el sentido de vuelta, este porcentaje se eleva a un 32%, aunque en el último tramo modificado se cumple totalmente el mínimo de visibilidad. Para ver detalladamente estos cambios en comparación con la carretera actual, consultar el "Anejo N°10: Propuestas de mejora".

En cuanto a los resultados de consistencia local, esta es buena mayoritariamente a pesar de todavía continuar con una pobre en tres puntos conflictivos. Si se deseara mejorar estas zonas, el presupuesto y la longitud a mejorar aumentarían desproporcionalmente y es por esa razón que no se pretende hacerlo allí. La siguiente tabla resume los tramos según la tipología de consistencia obtenida y los sentidos de circulación.

Consistencia local	Nº de segmentos según el tipo de consistencia		
	Buena	Aceptable	Pobre
Sentido creciente	7	3	1
Sentido decreciente	4	4	2

Tabla 10. Consistencia local por sentidos en la CV-424, mejora 2. Fuente: Elaboración propia.

Así como la consistencia local se ve mejorada, la global también lo hace. Los accidentes en 10 años resultan ser, para el tramo entre los PK 3+045 y 4+489, de 2; y para el tramo desde el PK 7+515 al 10+013, de 2.75. De esta forma, si en

la situación actual de la CV-424 se estiman 12.32 accidentes en 10 años, con esta propuesta de mejora se reducirían 3.07 eventos.

Por último, la valoración económica de esta segunda propuesta de mejora se puede visualizar en la tabla a continuación.

Precio de Ejecución Material (PEM)	174,382.19 €
Beneficio industrial (BI)	13%
	22,669.68 €
Gastos generales (GG)	6%
	10,462.93 €
Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA)	21%
	36,620.26 €
<b>Presupuesto</b>	<b>244,135.06 €</b>

Tabla 11. Presupuesto estimado para la mejora 2. Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. MEJORA 3

La tercera mejora propone aumentar el ancho de la calzada existente de manera que cumpla con las dimensiones que establece la Norma 3.1-IC. De esta manera, la sección transversal no solo estará cumpliendo normativa sino también ofrecerá comodidad y seguridad para sus usuarios, en especial a los ciclistas que actualmente carecen de espacio para compartir la vía con los vehículos.

Las dimensiones de la calzada nueva son las siguientes:

- Carriles de 3.5 m;
- Arcén de 0.5 m;
- Berma de 0.5 m.

Dada la naturaleza del terreno adyacente a la carretera, lograr una compensación completa entre el volumen de tierra excavado y el utilizado para relleno resulta complicado. Por ende, el volumen excedente de tierra asciende a 23349 metros cúbicos que se deberán llevar a vertedero. Sin embargo, es una mejora que proporcionaría suficiente espacio para que los conductores puedan adelantar a los ciclistas y, simultáneamente, garantizar una mayor comodidad para los propios ciclistas.

La visibilidad se ve aumentada considerablemente en el segundo tramo de la carretera (después de la intersección), especialmente en los tramos entre los PK 4+900 a 6+202, PK 6+700 a 7+600 y PK 8+400 a 9+900 en ambos sentidos de circulación. En total, de los 10.03 km de carretera, solamente un 19% en sentido creciente no cumple con los valores mínimos de visibilidad, lo que supone un mayor confort ante la conducción. En el sentido de circulación contrario, este valor es de 22%.

Por otro lado, mediante esta modificación, la consistencia de la carretera se mantiene inalterada con relación a su estado actual debido a que no se han realizado cambios en su trazado. Igualmente, se ha tratado de estimar los accidentes que se reducirían gracias a la mejora, siendo 2 el valor resultante teniendo en cuenta la tipología de incidentes en los últimos 5 años que podrían ser causados por una carencia de anchura suficiente de calzada (ver "Anejo N°7: Diagnóstico de la seguridad vial").

La valoración económica de la presente mejora se muestra en la siguiente tabla, donde el presupuesto se ve aumentado debido a los grandes volúmenes de movimientos de tierras que se deberían de efectuar.



Precio de Ejecución Material (PEM)	933,307.93 €
Beneficio industrial (BI)	13%
	121,330.03 €
Gastos generales (GG)	6%
	55,998.48 €
Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA)	21%
	195,994.67 €
<b>Presupuesto</b>	<b>1,306,631.11 €</b>

Tabla 12. Presupuesto estimado para la mejora 3. Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4. MEJORA 4

Como se puede comprobar en el "Anejo N°5: Caracterización geométrica", el tramo estudiado en este trabajo final de grado cuenta con 20 curvas cuyos radios no alcanzan el radio mínimo estipulado por la Norma 3.1-IC para una carretera con velocidad de proyecto de 40 km/h (de 50 m). Generalmente, y según la normativa española, todas las curvas con radios inferiores a 250 metros deben presentar un sobreebanco, teniendo en cuenta que dicho ancho se deberá incrementar en dichas curvas con una holgura tal que, al recorrer la trayectoria que defina el trazado en planta, tanto la esquina delantera exterior como la esquina trasera interior del vehículo patrón característico no estén a menos de 50 cm de los bordes de dicho carril con un mínimo absoluto de 30 cm. De manera simplificada y excluyendo intersecciones, la transición entre el ancho de los carriles en recta y en curva se podrá realizar linealmente, en una longitud mayor o igual que 30 m desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente el ancho de los carriles hasta alcanzar el sobreebanco máximo estimado en el inicio de la curva circular.

Con el objetivo de optimizar recursos y reducir el coste de las actuaciones, se propone actuar solo en las alineaciones curvas cuyo radio no cumpla el mínimo establecido, es decir, 50 m. De esta manera, se logra mejorar la experiencia de los usuarios de la carretera cuando pasan por las curvas con radios y visibilidad reducidas. La Norma 3.1-IC establece la siguiente fórmula para calcular el ancho que debe tener el cada carril:

$$3.5 + \frac{l^2}{2 * R} = \text{Ancho necesario en curvas (m)}$$

Donde:

R: radio de la curva horizontal (m).

l: longitud del vehículo patrón característico, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m). En este caso equivale a 4.5 m.

El movimiento de tierras que generan estas actuaciones resulta en 1006 metros cúbicos de desmonte y tan solo 4 metros cúbicos de relleno, lo que supone 1002 metros cúbicos de tierras sobrantes que deberán ser llevadas a vertedero.

El aumento de sobreebanco en las curvas descritas anteriormente aumenta considerablemente la visibilidad a lo largo de toda la carretera. En el sentido de ida, el 16% de la totalidad del trazado de la CV-424 no presenta los valores mínimos de visibilidad, comparado con un 43% en la situación original de la carretera. En el sentido de vuelta, este valor es de 20%, diferenciándose del 46% en el caso de la actual geometría.

Por el otro lado, la consistencia no se ve mejorada debido a que no se proyecta ningún cambio en el trazado de la carretera, sin embargo, la seguridad se verá favorecida debido a que el conductor dispondrá de mayor espacio para realizar la maniobra de giro en estas curvas peligrosas. Por ende, el número de accidentes con víctimas estimados para 10 años no se puede calcular de manera precisa en este caso, pero teniendo en cuenta que en estas curvas se han producido 2 incidentes en los últimos 5 años (ver "Anejo N°7: Diagnóstico de la seguridad vial"), la previsión es de 2 accidentes reducidos.

En último lugar, el resumen del presupuesto de esta propuesta se puede visualizar en la tabla 13.

Precio de Ejecución Material (PEM)	19,996.61 €
Beneficio industrial (BI)	13%
	2,599.56 €
Gastos generales (GG)	6%
	1,199.80 €
Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA)	21%
	4,199.29 €
<b>Presupuesto</b>	<b>27,995.25 €</b>

Tabla 13. Presupuesto estimado para la mejora 4. Fuente: Elaboración propia.

#### 5.5. MEJORA 5

Esta última propuesta se enfoca en mejorar la disposición de señalización, balizamiento y sistemas de contención en el trazado original de la CV-424. Se busca complementar las iniciativas previamente mencionadas con una solución asequible, sin comprometer su efectividad. Además, la incorporación eficiente de sistemas de contención en zonas conflictivas puede lograr reducir la gravedad de accidentes en la carretera. Por otra parte, los detalles técnicos sobre esta mejora se pueden encontrar en el "Anejo N°12: Señalización, balizamiento y defensas".

En primer lugar, se persigue la mejora de la eficacia de la señalización antes de la travesía mediante la inclusión de señales más llamativas por su color, tamaño y localización. Al sobresalir en estos aspectos, se logra que estos elementos reduzcan la relevancia de aquellos convencionales. Así, en el inicio de la zona urbana y en ambos sentidos de circulación, se pretende disponer de un cartel compuesto por las señales S-500 (de inicio de poblado), R-301 y P-20, dando a entender que la velocidad máxima en todo Godella es de 30 km/h y que existe peligro de encontrar peatones circulando.

En cuanto a los tramos con curvas peligrosas, especialmente los que abarcan desde los PK 3+978 a 4+206; y desde el PK 7+809 al 8+252, se decide usar una combinación de balizamiento y señales de recomendación de velocidad y de peligro por curvas sucesivas para ayudar al conductor a tomar sus propias decisiones de circulación segura (ver figuras 20 y 21). El balizamiento corresponderá con paneles direccionales simples, la recomendación de velocidad máxima será indicada por la señal S-7 y la señalización y la señalización tipo P-14b avisará sobre la existencia de curvas peligrosas.

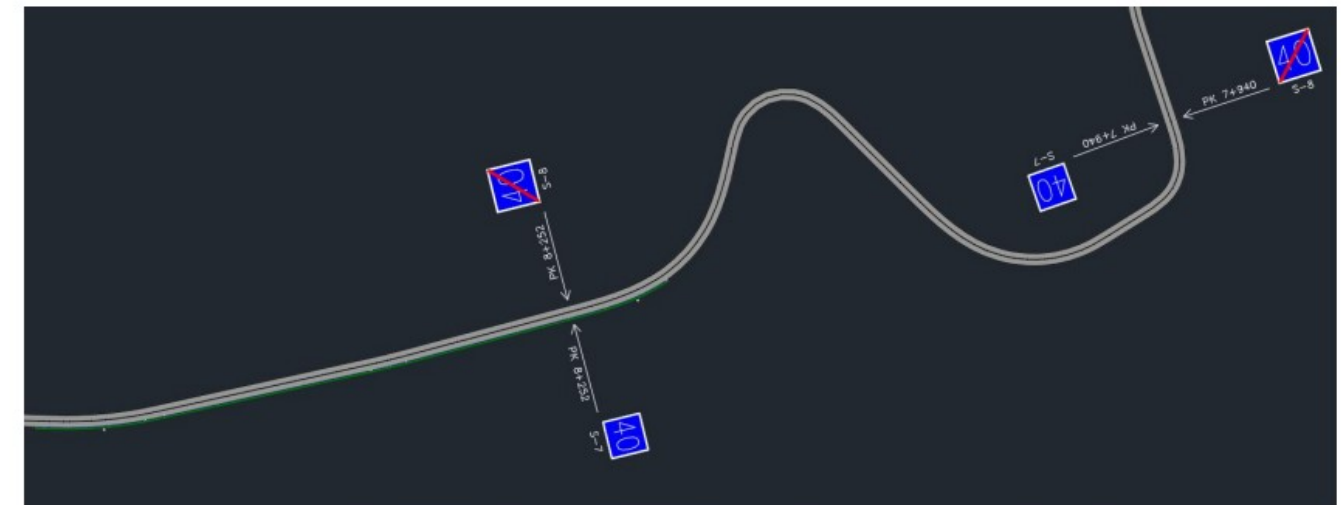


Figura 20. Disposición de señalización vertical desde el PK 7+809 al PK 8+252. Fuente: Elaboración propia.



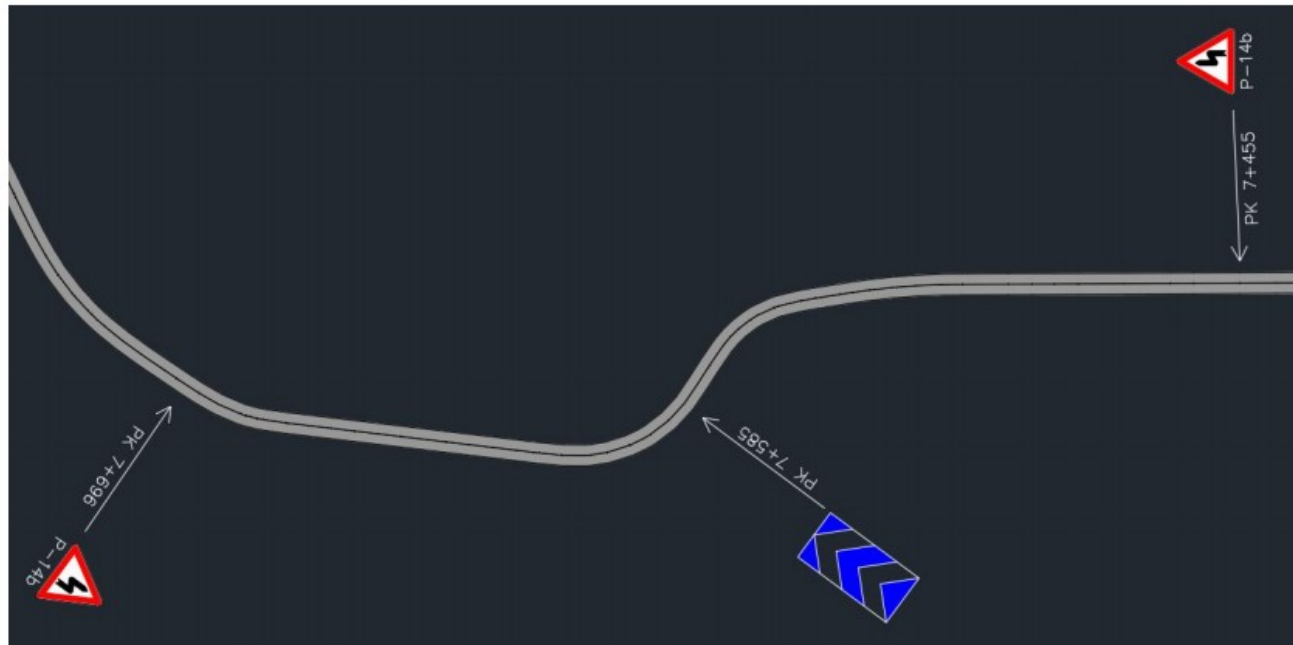


Figura 21. Disposición de señales P-14b y balizamiento en curva. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se dispondrá de barreras de seguridad metálicas simples en los tramos comprendidos entre los PK 4+646 y 4+829; y entre los PK 8+217 y 8+450, donde ambos elementos se encontrarán en el margen izquierdo protegiendo a los conductores de una posible caída a distinto nivel. Cabe destacar que el segundo tramo corresponde con una continuación del sistema de contención original en la carretera. Estos elementos tienen el objetivo de reducir la gravedad de los posibles accidentes, ya sean causados por una salida de vía o, como se mencionó anteriormente, por una caída a desnivel, entre otros. Para más información sobre sus aspectos técnicos y normativos, consultar el "Anejo N°12: Señalización, balizamiento y defensas".

Claramente, no se apreciarán mejoras en lo que respecta a la consistencia de la carretera ni a la visibilidad ante la conducción, pero si esta propuesta es complemento de alguna de las explicadas anteriormente, se proyectaría una mayor sensación de seguridad a los usuarios de la vía, así como se reduciría la posibilidad de experimentar un accidente grave gracias a la presencia de un sistema de contención.

Así, el presupuesto de la presente propuesta resulta ser el más accesible, como se puede ver en la siguiente tabla.

<b>Precio de Ejecución Material (PEM)</b>	20,305.24 €
<b>Beneficio industrial (BI)</b>	13%
	2,639.68 €
<b>Gastos generales (GG)</b>	6%
	1,218.31 €
<b>Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA)</b>	21%
	4,264.10 €
<b>Presupuesto</b>	<b>28,427.34 €</b>

Tabla 14. Presupuesto estimado para la mejora 5. Fuente: Elaboración propia.

### 5.6. RESUMEN DE LAS MEJORAS

A modo de resumen, la tabla a continuación recopila la información básica de cada una de las propuestas de mejora. De esta forma, se pueden comparar sus valoraciones económicas, así como los movimientos de tierras y las mejoras que se efectuarían en términos de seguridad vial. Como se ha dicho anteriormente, estas mejoras se han descrito con el objetivo de proporcionar diferentes alternativas que dan la posibilidad a complementarse de acuerdo al presupuesto que se desee emplear en el acondicionamiento de la CV-424.

	Tipo de mejora	Presupuesto (€)	Desmorte (m3)	Terraplén (m3)	Consistencia mejorada	Visibilidad mejorada	Acc.V reducidos
Mejora 1	Diseño del trazado integral y ensanchamiento de calzada	3,946,871.30	53,251.00	49,695.00	Sí	Sí	3.44
Mejora 2	Diseño del trazado en 3 tramos sinuosos	244,135.06	2,810.54	2,465.78	Sí	Sí	3.07
Mejora 3	Ensanchamiento de calzada a 9 m	1,306,631.11	30,193.00	6,844.00	No	Sí	2*
Mejora 4	Sobreebanco en curvas de radio menor a 50 m	27,995.25	1,006.00	4.00	No	Sí	2*
Mejora 5	Señalización, balizamiento y barreras de seguridad	28,427.34	0.00	0.00	No	No	1*

Acc.V: Accidentes con víctimas en 10 años

\*Los accidentes reducidos no se puede cuantificar de manera precisa en este caso ya que la consistencia no se ve modificada

Tabla 15. Resumen de las propuestas de mejora para el acondicionamiento de la CV-424. Fuente: Elaboración propia.

Tras el análisis previo de cada una de las propuestas de mejora, se observa que la primera de ellas se orienta hacia la reconfiguración y la mejora integral de la carretera, si bien se enfrenta a la limitación presupuestaria y a la necesidad de realizar movimientos de tierra elevados. Este enfoque, además, sería menos factible de llevarse a cabo, especialmente a la luz de experiencias pasadas en las cuales la Diputación de Valencia propuso una ampliación de la calzada de la carretera sin obtener resultados satisfactorios (ver "Anejo N°1: Localización y antecedentes"). Un escenario similar se plantea con respecto a la tercera mejora.

Por otro lado, la combinación de las mejoras número cuatro y cinco se presenta como una alternativa más rentable en comparación con la ejecución individual de las demás propuestas. No obstante, esta opción no aborda la cuestión crucial de la consistencia, un factor determinante en materia de seguridad vial.

Por lo tanto, se recomienda la implementación conjunta de la segunda y quinta mejoras. Esta estrategia permitiría abordar de manera efectiva aspectos relacionados con la consistencia, la visibilidad, la reducción de accidentes y la atenuación de su gravedad, además de mejorar la señalización en el tramo de travesía.

## 6. FIRMES

Primeramente, se debe conocer la categoría del tráfico pesado para poder diseñar una adecuada estructura de firme a disponer en las diferentes mejoras propuestas previamente. Esto se debe a que el factor que más influye durante la vida útil del firme es el paso de los vehículos pesados. Así, la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se espera para el año de puesta en servicio resulta clave para determinar dicha categoría. En el caso del tramo de la CV-424, se ha estimado en el "Anejo N°4: Estudio del tráfico", que el volumen de pesados está equilibrado en ambos carriles de circulación, por lo que la IMDp en el año de puesta en servicio es de unos 27 vehp/día. Esto lleva a que la categoría del tráfico pesado sea la denominada T41, según la tabla 16, extraída de la Norma 6.1-IC.

Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp	< 200	< 100	< 50	< 25
(vehículos pesados/día)	≥ 100	≥ 50	≥ 25	

Tabla 16. Categoría de tráfico pesado. Fuente: Norma 6.1 Secciones de firme.

### 6.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA EXPLANADA

La formación de la explanada depende, entre otros factores, del tipo de suelo que se disponga en la traza de la carretera. Es por eso que se recurre al "Anejo N°3: Geología y geotecnia" para la clasificación del suelo que, corresponde con uno tolerable. Si se observa la figura 1 de la Norma 6.1-IC, en ella se disponen las distintas tipologías de explanadas disponibles para los suelos tolerables, siendo la más idónea la E1. Entre las opciones disponibles se decide efectuar la explanada compuesta por 25 centímetros de suelo estabilizado con cemento tipo S-EST1, teniendo en cuenta además que dos de los suelos de la traza pueden ser estabilizados de esta manera (ver "Anejo N°3: Geología y geotecnia" para más detalles en cuanto al análisis de estabilización de suelos).

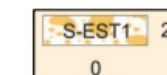


Figura 22. Explanada elegida para la CV-424. Fuente: Norma 6.1-IC.



## 6.2. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

Una vez decidido los materiales que conformarán la explanación, se procede a diseñar el firme de la carretera a partir de la categoría del tráfico pesado y de la explanada.

Así, y según la figura 2.1 de la Norma 6.1-IC, para una carretera con una categoría de tráfico pesado T41 y una explanada E1, se tienen varias opciones de paquetes de firmes. Por una parte, el denominado 4111 está formado con 40 cm de zahorra y 10 cm de mezcla bituminosa. El segundo firme, el 4112, se compone de 30 cm de suelocemento y 8 cm de mezcla bituminosa. El último de ellos, el 4114, tiene unos 20 cm de zahorra y otros 20 de hormigón de firme. Al llevar a cabo una evaluación, los dos últimos firmes se descartan como posibles para su utilización. El 4114 debido a una serie de razones, siendo estas el elevado coste de mantenimiento, el desgaste que genera el hormigón en los neumáticos y, la baja rentabilidad de la maquinaria disponible en la actualidad para efectuar este tipo de firme. Por otro lado, el 4112 no presenta rentabilidad para este tipo de carretera convencional ya que los costos fijos de la maquinaria son elevados para la longitud del tramo a tratar.

De esta manera, se procede a diseñar una sección de firme 4111, como se ve en la siguiente figura.

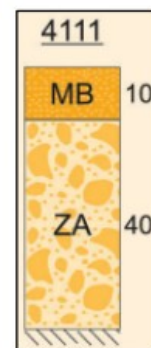


Figura 23. Sección de firme elegido para la CV-424. Fuente: Norma 6.1-IC.

En cuanto a la mezcla bituminosa, según la Norma 6.1-IC, para la categoría de tráfico pesado T41 cuando se opte por una capa de rodadura tipo D o S, el espesor de la capa de base resulta un tanto elevado para cumplir con los 10 cm totales de la mezcla bituminosa de la sección 4111. Así, en este caso se opta por diseñar solamente una capa intermedia y una de rodadura.

Para la capa de rodadura, teniendo en cuenta que el espesor de la capa debe de ser 5 cm y que el artículo 542 del PG-3 denomina las mezclas a utilizar, se escoge la de tipo AC16 surf S. Por otra parte, para determinar el ligante hidrocarbonado se tiene en consideración la capa de la mezcla bituminosa, la zona estival en que se encuentra la carretera y la categoría de tráfico pesado. En el caso de la CV-424, esta se encuentra en una zona estival media, por lo que se elige un betún BC 50/70. Este tipo de ligante mejorado y modificado con caucho triturado obtenido de neumáticos contribuye a una economía circular debido a que parte de la materia prima es reciclada a la vez de ser apropiado para climas cálidos ya que es capaz de mantener sus propiedades físicas y químicas a temperaturas elevadas. Además, puede ser utilizado de igual manera que el betún 50/70 en las carreteras debido a que resiste los volúmenes habituales de tráfico.

La capa intermedia necesariamente debe ser del mismo valor que la anterior para completar los 10 cm de la mezcla bituminosa. La elección de los materiales resulta directa debido a que se pretende mantener una homogeneidad entre estas capas y así también facilitar el proceso de construcción. Por este motivo, se decide utilizar una mezcla AC22 bin S junto con un ligante de betún BC 50/70.

En lo que respecta al firme del arcén, se estima diseñarlo con zahorra artificial y un pavimento conformado por un riego de gravilla. La berma, además, estará compuesta por zahorra artificial.

Otro aspecto importante para efectuar el paquete de firme adecuadamente es el riego que disponer en las diferentes capas. El primero de ellos es el riego de imprimación, que se efectúa entre la capa granular y la mezcla bituminosa. Para el tramo de la CV-424 se pretende utilizar una emulsión bituminosa tipo C60BF4 IMP sobre la zahorra (según Artículo 530 del PG-3). El segundo corresponde al riego de adherencia y supone un añadido sobre las capas de

materiales tratados con cemento y/o las capas de mezcla bituminosa que vayan a recibir una capa bituminosa. En este caso, al tratarse de dos capas, la intermedia y la de rodadura, se prevé el uso de una emulsión bituminosa convencional C60B3 ADH (según Artículo 531 del PG-3). El tercero es el riego de curado, el cual se proyecta sobre las capas tratadas con conglomerante hidráulico. Así, se llevará a cabo uno de tipo C60B3 CUR (según especificaciones del Artículo 532 del PG-3).

Finalmente, la figura 24 muestra una sección tipo del firme diseñado para las mejoras de la CV-424 en las que se deba de disponer uno nuevo.

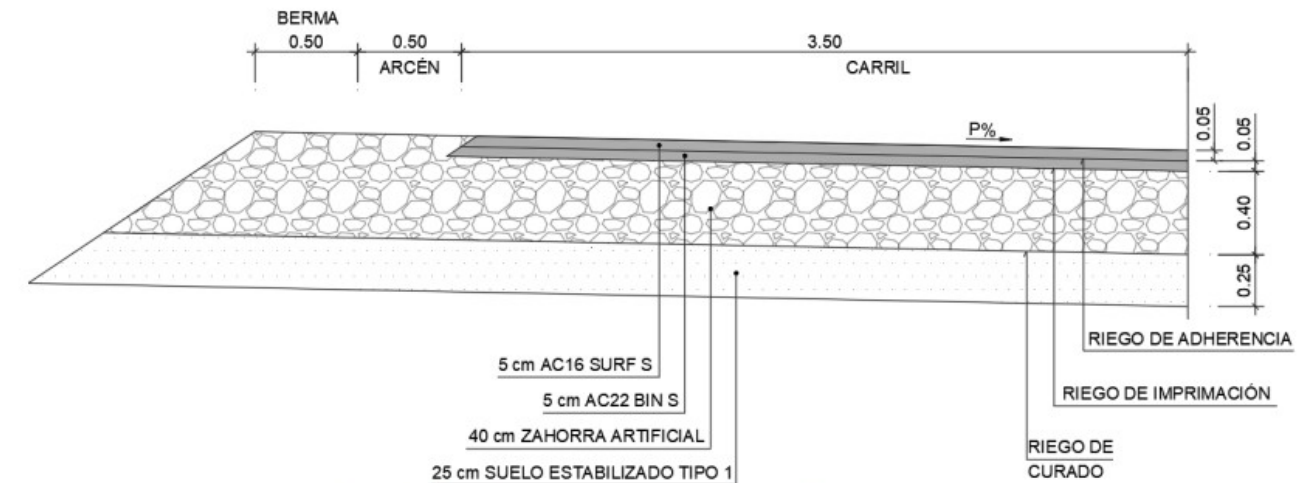


Figura 24. Diseño de la sección de firme. Fuente: Elaboración propia.

## 7. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

El objetivo de la disposición de la señalización y balizamiento es aumentar tanto la seguridad en la conducción como la facilidad de orientación del usuario en la infraestructura. En este caso, son de aplicación las normas 8.1 y 8.2 de la Instrucción de Carreteras.

Por otra parte, los sistemas de contención pretenden disminuir la gravedad de los posibles accidentes y, su instrucción para aplicarlos a carreteras se recoge en la Orden Circular 35/2014.

### 7.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales que se deban ver desde un vehículo en movimiento desde la carretera tendrán el tamaño especificado en la figura 25, correspondiente a la Norma 8.1-IC. De todas formas, las dimensiones concretas de cada señal vienen establecidas en el Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.

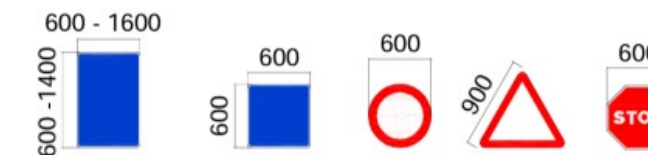


Figura 25. Dimensiones de señales verticales para carreteras sin arcén (cotas en mm). Fuente: Norma 8.1-IC.

#### 7.1.1. Señalización en travesía

Primeramente, como objeto de la mejora 5, a 50 m antes del inicio de la travesía habrá una señal R-301 indicativa de que la velocidad máxima será de 50 km/h. Esto resulta imprescindible en el sentido de vuelta ya que no existe ningún indicio de comienzo de un tramo urbano, como una glorieta. Así mismo, luego de 50 metros de este punto, se ubicará la correspondiente señal S-500 que indica el inicio de poblado.

Por otra parte, y tanto para la ida como para la vuelta, se decide por ubicar una señal de precaución por travesía, que incluye las señales R-301 (velocidad máxima) y P-20 (paso para peatones) como se muestra en la figura 26.





Figura 26. Señales R-301 y P-20 a disponer en la puerta de la travesía. Fuente: DGC.

### 7.1.2. Señalización relacionada al adelantamiento

Al principio de un tramo de prohibición de adelantamiento se colocarán dos señales R-305 (una en cada margen) y una señal R-502 al final de dicho tramo. Estas señales se visualizan en la figura 27.



Figura 27. Señales R-305 y R-502. Fuente: Norma 8.1-IC.

### 7.1.3. Velocidad máxima aconsejada

Se ubicará una señal S-7 de recomendación de velocidad máxima igual a 40 km/h (figura 28), al inicio del tramo comprendido entre los PK 7+850 y 8+244 para la propuesta de mejora 5. Este trayecto es característico por contar con curvas de radios menores de 65 m, caso en el que la Norma 8.1-IC recomienda disponer de la señal mencionada anteriormente. Hacia el final del tramo, se colocará una señal S-8 que indica el fin de la recomendación de velocidad máxima.



Figura 28. Señal S-7. Fuente: Norma 8.1-IC.

### 7.1.4. Curvas peligrosas hacia la izquierda

Existe un tramo en el trazado original de la carretera que presenta una sucesión de curvas peligrosas precedido por unas trayectorias más suaves. Es por esta razón que, en la mejora 5 y antes de la sección con este peligro, se ubicará una señal P-14b (figura 29) indicando el inicio de curvas peligrosas, siendo la primera de ellas a izquierdas. Esto se aplica en ambos sentidos de circulación.



Figura 29. Señal P-14b. Fuente: Norma 8.1-IC.

## 7.2. BALIZAMIENTO

Se pondrán paneles direccionales simples, como se demuestra en la figura 30, a lo largo de las curvas que cuenten con disponibilidad espacial, separando las balizas a una distancia equivalente a R/10 o R/15 (donde R es el radio de la curva) cuando el terreno sea accidentado.



Figura 30. Panel direccional a ubicar en curvas. Fuente: DGT.

## 7.3. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Las marcas viales en las carreteras tienen como objetivo delimitar los carriles de circulación y sus sentidos, el borde de la calzada y la permisión o no de la maniobra de adelantamiento. Así, la Norma 8.2-IC es de aplicación para la disposición de estos elementos, lo que cobra gran importancia a la hora de efectuar las mejoras que lleven relacionadas un cambio en las marcas viales. La tipología de señalización horizontal a disponer será la siguiente:

- M-1.2 Separación de carriles normales (discontinua)

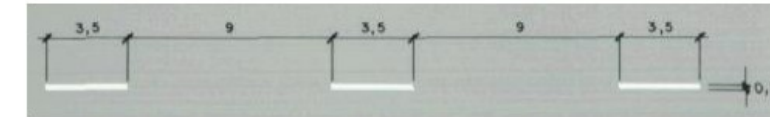


Figura 31. Marcas viales M-1.2 (cotas en m). Fuente: Norma 8.2-IC.

- M-2.2 Separación de sentidos en calzada de dos carriles (continua)



Figura 32. Marcas viales M-2.2 (cotas en m). Fuente: Norma 8.2-IC.

- M-2.6 Borde de calzada (continua)

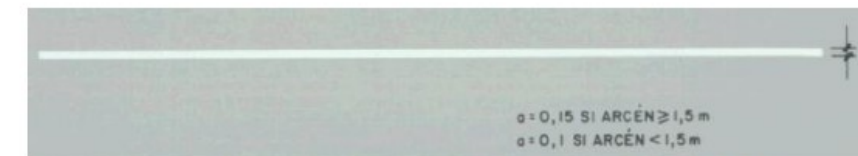


Figura 33. Marcas viales M-2.6 (cotas en m). Fuente: Norma 8.2-IC.

- M-1.9 Preaviso de marca continua o de peligro

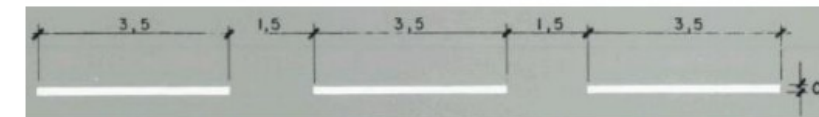


Figura 34. Marcas viales M-1.9 (cotas en m). Fuente: Norma 8.2-IC.

## 7.4. SISTEMA DE CONTENCIÓN

Las barreras de seguridad tienen la función de mitigar las consecuencias de un accidente por salida de vía, reduciendo la gravedad. La necesidad de disponer de estos elementos se relaciona con la existencia de situaciones potenciales de riesgo en los márgenes de la carretera. En este caso se puede decir que hay posibilidad de caída a distinto nivel, generando un riesgo de accidente denominado normal. Como en la mejora 5 se entiende que no será posible una solución alternativa tal como la ampliación de la sección transversal, se escoge disponer de barreras metálicas simples en los tramos potenciales de riesgo. Estos tramos, objeto de la mejora 5, se definen en la tabla 17. Las barreras de seguridad se colocarán siempre fuera del arcén y, en el caso en que no se disponga, se situarán a una distancia transversal del borde de la calzada de 0.5 m mínimo.

PK inicial (m)	PK final (m)	Longitud del tramo (m)	Margen
4+646	4+829	183	Izquierdo
8+217	8+450	233	Izquierdo

Tabla 17. Tramos en los que se dispondrá de barreras de seguridad. Fuente: Elaboración propia.

## 8. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

La relevancia de los ODS en el ámbito de la ingeniería radica en que esta disciplina posee la capacidad de generar un impacto significativo en el desarrollo sostenible. Al tomar en consideración los ODS durante la planificación y ejecución de proyectos de ingeniería, los profesionales de esta área pueden contribuir en la construcción de un futuro más sostenible



y resiliente. El acondicionamiento de la carretera CV-424, tal como se describe a lo largo del TFG, tiene una relación directa con varios ODS de la Agenda 2030. A continuación, se describen algunos de ellos y su nivel de relación con el TFG:

ODS 3. Salud y bienestar: La mejora de la seguridad vial en la carretera CV-424 puede reducir el número de accidentes de tráfico y, por lo tanto, mejorar la salud y el bienestar de las personas que utilizan la carretera. Además, la mejora del diseño geométrico de la carretera puede llegar a reducir la fatiga del conductor y mejorar su comodidad (el factor humano), lo que puede tener un impacto positivo en la salud y el bienestar de las personas que conducen por la carretera. De esta manera, efectuar un acondicionamiento en esta carretera es una forma de contribuir con la disminución de la problemática mundial que representa la gravedad de los accidentes en entornos interurbanos.

ODS 9. Industria, innovación e infraestructura: El acondicionamiento de la carretera CV-424 contribuirá a mejorar la infraestructura vial de la zona, lo que a su vez puede impulsar el crecimiento económico y la innovación en la región. La mejora de la carretera puede facilitar el transporte de bienes y servicios, lo que puede tener un impacto positivo en la economía local. Así, el aumento del ancho de la calzada, por ejemplo, puede incentivar al aumento del volumen de tráfico a lo largo de la CV-424.

ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles: El acondicionamiento de la carretera CV-424 puede contribuir a crear comunidades más sostenibles al mejorar la movilidad y la accesibilidad en la zona. Una carretera bien acondicionada puede facilitar el acceso a servicios básicos, como la atención médica y la educación, lo que puede mejorar la calidad de vida de las personas que viven en la zona.

ODS 13. Acción por el clima: El acondicionamiento de la carretera CV-424 puede contribuir a la acción por el clima al mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, una carretera bien acondicionada puede reducir la necesidad de vehículos que consumen mucha energía y emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero.

## 9. CONCLUSIONES

A través del presente estudio titulado "Estudio de la seguridad vial y propuestas de mejora de la carretera CV-424 entre los PK 11+470 y 21+500, entre los municipios de Godella y Buñol, Provincia de Valencia", se han identificado soluciones con el objetivo de potenciar la seguridad vial en el tramo objeto de análisis. La serie de propuestas de mejoras presentadas en este documento han seguido las directrices de la normativa vigente en materia de infraestructuras viarias y su aplicabilidad en el contexto específico de la carretera bajo estudio.

El propósito fundamental de estas propuestas radica en la optimización de la carretera en términos de seguridad y adaptación a las necesidades actuales de los usuarios. Dichas soluciones no solo buscan ajustarse a los estándares normativos vigentes, sino también establecer un entorno de tráfico más seguro y eficiente.

En conclusión, se espera que las recomendaciones presentadas en este informe establezcan las bases para futuras iniciativas de mejora en la infraestructura vial, contribuyendo así a la promoción de un entorno de tráfico más seguro y eficaz para todos los usuarios. De esta manera, se han llevado a cabo los estudios pertinentes para una posible posterior redacción de un Proyecto Básico de Acondicionamiento de la carretera CV-424 entre los puntos kilométricos 11+470 y 21+500.

Valencia, septiembre de 2023



Fdo. Mishel Asparuhova Danova



Fdo. Valentina Alonso Rizzi