



ANEJO Nº 9:
PROPUESTAS DE MEJORA

AUTOR: M^a PAZ PÉREZ CARRIÓN

TUTOR: VICENTE FERRER PÉREZ



CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	PROPUESTAS DE MEJORA	5
3.	PRIMER NIVEL DE ACTUACIÓN	6
3.1.	PROTECCIÓN DE TALUDES	6
3.2.	ACTUACIÓN EN OBSTÁCULOS	7
3.2.1.	MUROS	7
3.2.2.	HITOS DE HORMIGÓN	7
3.3.	PROTECCIÓN Y DEFENSA	8
3.3.1.	BARRERAS METÁLICAS	8
3.3.2.	ZONAS DE ESCAPE	9
3.4.	MEJORA DE LA VISIBILIDAD	10
3.5.	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	11
3.6.	FIRME	11
3.7.	DRENAJE	12
4.	SEGUNDO NIVEL DE ACTUACIÓN	12
5.	CONCLUSIÓN	13
6.	BIBLIOGRAFÍA	13



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente documento es llevar a cabo un desarrollo conciso y claro de las actuaciones de mejora propuestas con el fin de incrementar la seguridad vial de los usuarios de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000, minimizar el número de accidentes producidos en el mismo y limitar al máximo la gravedad de los accidentes en caso de que estos tengan lugar.

Por tanto, en este documento se sintetizarán todas aquellas propuestas de mejora que han de ser ejecutadas en el trazado para solucionar la problemática detectada en el mismo tras su estudio. Las actuaciones se han definido en función de dos criterios principales, los cuales se recogen a continuación.

El primero de ellos es que se pretende actuar, principalmente, sobre los puntos en los que se produce un incremento importante y peligroso de la severidad de los accidentes. Estos puntos han sido definidos en el “Anejo 8: Diagnóstico”, y, además, existen zonas lineales en las que es necesario actuar.

Además, es necesario actuar sobre aquellos elementos en los que, dado su mal estado de conservación, sean susceptibles de incrementar o incluso producir un accidente. Este criterio es aplicable a elementos del trazado como el estado del firme o la obstrucción de la visibilidad como consecuencia de la vegetación invasiva, entre otros aspectos.

Siguiendo estos criterios y partiendo de la base que supone el “Anejo 8: Diagnóstico” como resumen y concreción de la problemática existente, serán de aplicación los criterios y prescripciones definidos para la concepción de las denominadas “Carreteras que perdonan”. La *Asociación Española de la Carretera* define las “Carreteras que perdonan” o “Forgiving roads” como vías diseñadas de manera que se compensen los errores humanos o mecánicos, minimizando de esa manera las consecuencias que la producción de incidentes pueda tener en los usuarios. Según dicha Asociación, esta supone “la línea de trabajo de mayor rentabilidad a corto plazo”, ya que, con una pequeña inversión consigue la reducción de la severidad de los accidentes y limitar el número de estos que se producen.

Por lo tanto, la principal prioridad de estas carreteras es diseñar y gestionar las carreteras haciendo de estas lo más sencillas y previsibles posible para los usuarios de la vía. Se requiere, para una conducción segura, que la vía se adapte a las expectativas del conductor. Este requisito está íntimamente ligado a la consistencia de la vía, que, como cabe recordar, se define como “la adecuación del comportamiento de la vía a las expectativas *ad hoc* y *a priori* de los usuarios de la misma”. Las carreteras han de ser lo más predecibles posible, de manera que el usuario adecúe de manera precisa su conducta o pueda preverla a lo esperable.

Así pues, las tres bases que sostienen el diseño o acondicionamiento de las vías según los principios de las “Carreteras que perdonan” son las siguientes:

- Reducción de la incertidumbre: Se espera que el comportamiento de la carretera sea lo más cercano posible a las expectativas de los usuarios, de manera que estos puedan adecuarse de manera precisa al trazado y prever posibles fallos
- Minimización de la severidad de los accidentes: Aplicando los tres tipos de actuaciones que se recogen a continuación en el presente documento se pretende reducir al máximo la gravedad de los accidentes para que, en caso de estos producirse, las consecuencias de los mismos sean lo menor posible.
- Especialización funcional de las vías: Las vías se han de adaptar a la categoría a la que pertenecen, por lo que las actuaciones en la misma han de estar adecuada la naturaleza de la misma.

Las “Carreteras que perdonan” o *Forgiving Roads* se caracterizan por ser desarrolladas siguiendo tres tipos de actuaciones básicas, las cuales se recogen a continuación (citando textualmente):

- Despejes laterales y aperturas de visibilidad
- Retirada de obstáculos y tendido de taludes
- Protección de obstáculos

Siguiendo con estos criterios, se procede al desarrollo de las propuestas de mejora definidas para solventar la problemática existente en el trazado de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000.

Las medidas propuestas se muestran representadas gráficamente en el Documento Nº 2.5: Planos de propuesta.

2. PROPUESTAS DE MEJORA

Tras definir la problemática existente en el tramo de autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000 y basándose en los criterios definidos en la “*Forgiving roadsides design guide*”, se proponen una serie de medidas a aplicar con el fin de mejorar la seguridad vial de la carretera.

La denominada “*Forgiving roadsides design guide*” fue desarrollada por el “*Conference of European Directors of Roads*” en el año 2012, con el fin de hacer del diseño seguro y eficiente de las carreteras un objetivo prioritario del Plan Estratégico de 2009-2013. A partir de esta guía se definirán las actuaciones a realizar en el tramo para solucionar los problemas existentes en la carretera.

Cabe destacar, previamente, que se han diferenciado dos niveles de actuación con respecto a las mejoras en la vía. El primero de los niveles está compuesto por una serie de medidas de coste medio o bajo y fácil implantación en la carretera, cuyo ratio beneficio-coste es muy elevado ya que, requieren de poca inversión y reducen de manera directa la severidad de los accidentes y el número de incidentes producidos.

Por su parte, el segundo de los niveles de actuación estará compuesto por medidas que requieren del desarrollo de un análisis de inversión, ya que, para aplicarlas es necesario del desarrollo de un proyecto técnico o un documento técnico de cierta entidad. Es decir, estas medidas tienen el objetivo de solventar deficiencias importantes en cuanto al trazado de la vía y el mantenimiento de la misma.

Por tanto, dada la naturaleza de este proyecto, las medidas que se desarrollarán con mayor precisión son las correspondientes al primer nivel de actuación.

Para una mayor claridad en la exposición de las propuestas de mejora, estas se subdividirán en diferentes subniveles en función de la naturaleza, tanto de las propuestas como de la problemática que resuelven con su aplicación. Así pues, se puede distinguir entre:

- Primer nivel de actuación:
 - Protección de taludes
 - Actuación en obstáculos
 - Protección y defensa
 - Mejora de la visibilidad
 - Señalización horizontal
 - Firme
 - Drenaje

El segundo nivel de actuación se compone de medidas que, para su aplicación, requieren del desarrollo previo de un proyecto que estudie, defina y grafique con precisión sus características y como estas pueden influir en el entorno. Por tanto, dichas medidas son las siguientes:

- Segundo nivel de actuación:
 - Rediseño del trazado
 - Reubicación de accesos
 - Rediseño de accesos

Con todo ello, siguiendo con la clasificación anteriormente expuesta, a continuación, se recogen las propuestas de mejora definidas.

3. PRIMER NIVEL DE ACTUACIÓN

Tal y como se ha definido previamente, se han determinado dos niveles de actuación en los que se engloban diferentes propuestas.

En el presente apartado se definirán en detalle las medidas propuestas que, englobadas dentro del denominado “Primer nivel de actuación”, permiten la resolución de la problemática detectada tras el análisis de los diferentes aspectos del tramo de autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000.

3.1. PROTECCIÓN DE TALUDES

En el Apartado 2.1. Márgenes del “Anejo 8: Diagnóstico” se ha concluido como la gravedad de los accidentes producidos en la vía se puede ver incrementada por la existencia de taludes en mal estado en los márgenes de la misma. Por ello, se proponen una serie de medidas en los taludes que presentan una potencial peligrosidad más elevada.

En la siguiente tabla se recoge el PPKK medio de los taludes de desmonte que son susceptibles de desestabilizarse, así como las medidas a ejecutar en los mismos para salvaguardar su seguridad.

Fuente: Elaboración propia

PROTECCIÓN DE TALUDES			
Sentido	PPKK Central	Longitud (m)	Propuesta
Creciente	PPKK 199+000	65	Malla de triple torsión electrosoldada para evitar arrastres Limpieza de bloques sueltos Instalación de bajantes de hormigón (*) Barrera metálica simple (**) Ampliación de barrera metálica existente (50 m)
	PPKK 207+040	280	
	PPKK 208+350 (*)	120	
	PPKK 209+000	295	
	PPKK 210+500	300	
Decreciente	PPKK 210+300	105	
	PPKK 208+500	130	
	PPKK 202+800 (**)	95	
	PPKK 202+320	240	

Tabla 1: Protección de taludes

Aplicando las tres medidas que anteriormente se enuncian es posible mejorar el estado de conservación de los desmontes, de manera que en estos no se produzcan fallos que sean susceptibles de mermar la estabilidad del desmonte y afecten a la vía. A continuación, se detalla la justificación para la utilización y aplicación de estas medidas.

Analizando el estado de conservación de los desmontes de más altura que existen en el trazado se observa que, en ellos, el principal fallo que se produce es el que arrastres y pequeños desprendimientos de bloques sueltos. Dado que existe cuneta de pie en os desmontes analizados y que la altura de los mismos no resulta excesiva, la colocación de una malla de triple torsión permite absorber loa arrastres y desprendimientos producidos y que estos no afecten a la vía. Así mismo, si previamente a la instalación de la malla de triple torsión se realiza una limpieza de bloques sueltos, la eficiencia de la malla se verá maximizada.

Cabe destacar que, sería posible que el tratamiento de los desmontes se llevase a cabo mediante la ejecución de una capa de hormigón proyectado e instalación de drenes californianos. Sin embargo, en ese caso, la relación entre el beneficio y el coste sería menor que para la solución propuesta, ya que el coste de ambas medidas excede con un amplio margen el coste de la instalación de malla de triple torsión y la limpieza de los pequeños bloques sueltos que existen en la cara del talud. Puesto que una de los requisitos de las medidas es que la relación entre el beneficio y el coste sea máxima, a solución a base de hormigón y drenes californianos queda descartada.

En las zonas en las que el desmonte se ha ejecutado en suelo, debido a la erosión del mismo, consecuencia de la escorrentía tras los periodos lluviosos, se ha producido la formación de cárcavas en los desmontes. Para minimizar la generación de este fenómeno, se instalarán bajantes de hormigón. Así mismo, gracias a la malla de triple torsión colocada en la cara del talud, tras la limpieza de los posibles bloques sueltos que existan en el mismo, es posible limitar los arrastres de material que acaban colmatando las cunetas de pie de talud, mejorando de manera implícita, tanto con las bajantes como con la limitación de arrastres, el drenaje de la vía.

Dada la longitud de los desmontes, se instalarán un total de 21 bajantes, puesto que, como criterio, se separarán las mismas entre 50 y 60 m.

Además, en el desmonte situado en el PPKK 208+350 se colocará una barrera metálica simple a modo de protección, de manera que con las medidas de tratamiento de desmontes propuestas y la disposición de 150 m de barrera metálica simple la seguridad de los usuarios se verá ampliamente incrementada.

3.2. ACTUACIÓN EN OBSTÁCULOS

La problemática existente en el intervalo de PPKK comprendido entre el 195+000 y el 210+000 ha sido definida tras el análisis de la situación actual en cuestiones geométricas, de tráfico y accidentalidad. Con todo ello, se ha podido concluir que uno de los principales factores que afectan a la seguridad vial de los usuarios es la existencia de obstáculos en los márgenes de la vía. Estos obstáculos están compuestos, principalmente, por muros de viviendas situadas en los márgenes de la autovía y por hitos de hormigón que forman parte de los pozos de registro existentes en el sentido decreciente de PPKK.

Puesto que el tratamiento de estos obstáculos es diferente, dada su naturaleza, la propuesta de mejora de los mismos se tratará de manera diferenciada.

3.2.1. MUROS

A lo largo de todo el trazado existen diferentes muros de hormigón situados en las inmediaciones de la vía y que resultan un obstáculo peligroso para los usuarios de la misma. Puesto que dichos elementos, en general, forman parte del cerramiento de las viviendas situadas en el trazado, estos no son susceptibles de ser eliminados. Por ello, las propuestas en este caso se inclinan hacia la instalación de protecciones y balizamiento que permitan proteger e informar al usuario de la presencia de un obstáculo, permitiéndole también el ajuste de su modo de conducción para que esta sea más segura.

En la siguiente tabla se recogen tanto los muros sobre los que se actuarán como su localización y las actuaciones a llevar a cabo en los mismos con el objetivo de aumentar la seguridad vial de los usuarios.

Fuente: Elaboración propia

ACTUACIONES EN MUROS			
Nº Muro	Sentido	PPKK central	Actuación
1	Creciente	201+600	Banda reflectante a 1.50 m de altura y en 30 m
2		203+190	Banda reflectante a 1.50 m y en 70 m de longitud Instalación de barrera metálica doble en toda la longitud
3	Decreciente	206+800	Banda reflectante a 1.50 m y en 20 m de longitud
4		202+050	Banda reflectante a 1.50 m y en 30 m de longitud

Tabla 2: Actuaciones en muros

El muro existente en el PPKK 203+450 actualmente se encuentra protegido con barrera metálica simple, por lo que no sería necesaria la actuación para la protección del mismo.

3.2.2. HITOS DE HORMIGÓN

Los hitos de hormigón que se encuentran en el margen derecho del sentido decreciente de PPKK pertenecen a la estructura ejecutada para la instalación de pozos de registro de la canalización que discurre enterrada hasta el PPKK 198+000, punto a partir del cual se produce el trazado en superficie de dicho acueducto. Además de estos pozos, es posible encontrar dos ODT no protegidas que suponen un punto peligroso para el usuario de la vía.

Debido a que dada la naturaleza de la obra de conducción esta no es susceptible de ser eliminada y/o reubicada, las propuestas se inclinan hacia la protección del usuario frente al incremento de severidad de los incidentes.

Existen un total de ocho (8) pozos de registro que suponen un obstáculo que puede incrementar de manera alarmante la gravedad de los accidentes producidos. Estos disponen de unas dimensiones de 1.00 x 1.00 m y sobresalen con respecto a la rasante del terreno entre 0.50 m y 1.00 m.

Para minimizar la afección de estos en caso de incidente se propone rebajar su cota hasta que la parte superior de los mismos quede a cota de rasante. De esta manera, en caso de salida de la vía, el vehículo no impactaría contra el obstáculo y la severidad del accidente no se vería incrementada. En caso de existir algún problema para llevar a cabo esta modificación, los ocho (8) hitos serían protegidos con barrera metálica simple.

Los pozos de registro en los que se llevarán cabo estas actuaciones se sitúan en los siguientes puntos.

Fuente: Elaboración propia

LOCALIZACIÓN DE POZOS DE REGISTRO		
Nº Pozo	Sentido	PPKK
1	Decreciente	206+100
2		198+825
3		198+515
4		198+150
5		198+000 (*)
6		197+400
7		197+350
8		197+050

Tabla 3: Localización de pozos de registro

(*) Dada la complejidad de este pozo de registro, en caso de no ser posible su rebaje a cota de rasante, se instalarán 30 m de barrera metálica simple acabada en ángulo oblicuo a la vía para proteger a los usuarios frente a este obstáculo.

Tal y como se ha definido con anterioridad, existen dos obras de drenaje transversal, situadas en el sentido decreciente de PPKK, que cuentan con sus extremos en superficie, suponiendo de esa manera un obstáculo para el usuario de la vía y un punto de aumento de la severidad de los accidentes.

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de las ODT, así como el tratamiento de las mismas para reducir el peligro que suponen para los usuarios.

Fuente: Elaboración propia

ACTUACIONES EN ODT			
Nº ODT	Sentido	PPKK	Actuación
1	Decreciente	209+250	Instalación de 25 m de barrera metálica simple
2	Decreciente	200+700	

Tabla 4: Actuaciones en ODT

Como se puede ver, para proteger a los usuarios frente a la problemática que supone la localización de obras de drenaje transversal en superficie se instalarán una longitud de 25 m de barrera metálica simple.

3.3. PROTECCIÓN Y DEFENSA

3.3.1. BARRERAS METÁLICAS

Las barreras metálicas son el método de defensa más empleado en los quince kilómetros que separan los PPKK 195+000 y 210+000 de la Autovía A-31. Estas se encuentran colocadas a lo largo de todo el trazado, protegiendo al usuario de peligros, obstáculos y caídas que puedan dar lugar a la generación de un accidente de importantes y graves consecuencias.

Estas barreras metálicas de protección son tanto simples como dobles. En general, las barreras dobles se sitúan en las inmediaciones de los pasos superiores existentes en el trazado, así como de los carteles de señalización e indicación y de las marquesinas instaladas en el recorrido.

Las barreras metálicas simples suponen, con mucha diferencia, el método de protección más empleado y se encuentran, en general, en buen estado de conservación. Así mismo, dichos elementos se encuentran bien localizados y permiten la protección de los usuarios frente a daños y perjuicios de gran severidad.

Sin embargo, existen algunos puntos en los que la barrera metálica simple resulta insuficiente, pues cuenta con una longitud menor a la necesaria para la completa protección de los usuarios. Estos puntos se encuentran localizados y dispersos en el recorrido.

En la siguiente tabla se recoge, tras un estudio del entorno, los puntos en los que la barrera metálica resulta insuficiente, así como la longitud que sería necesario incrementar la misma para que la protección del usuario quede totalmente garantizada.

Fuente: Elaboración propia

INSTALACIÓN DE BARRERA METÁLICA SIMPLE				
	Localización	Longitud (m)	Objetivo	Inicio de la ampliación
Creciente	203+300 – 203+400	100	Ampliación de barrera para protección frente a muro tras el paso superior	203+300
	206+300 – 206+390	90	Ampliación de barrera para protección frente a vegetación	206+300
	209+950 – 210+065	115	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de gran altura	209+950
Decreciente	210+300 – 210+200	100	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de gran altura	210+200
	206+875 – 206+800	75	Ampliación de barrera para protección frente a vegetación	206+875
	206+450 – 206+350	100	Ampliación de barrera para protección frente a obstáculo en margen (acequia de regadío)	206+350
	204+750 – 204+715	35	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de media altura	204+750
	202+200 – 201+900	300	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de gran altura	201+900
	200+950 – 200+900	50	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de media altura	200+950
	199+620 – 199+500	120	Ampliación de barrera para protección frente a muro	199+500
	197+075 – 196+875	200	Ampliación de barrera para protección frente a obstáculo (acueducto)	196+600

Tabla 5: Instalación de barrera metálica simple

3.3.2. ZONAS DE ESCAPE

La bifurcación y confluencia de dos trayectorias siempre supone la generación de un punto de conflicto en el que los usuarios ven comprometida su seguridad en mayor o menor medida.

Actuando según los criterios del primer nivel de actuación, cuyas características y criterios se recogen en el “Apartado 2” del presente documento se concretan las medidas a aplicar en la mejora de las bifurcaciones existentes entre el tronco principal y el ramal de salida.

Previamente a la definición de las propuestas ha sido necesario determinar de manera precisa cuáles son las bifurcaciones que requieren de actuación y en cuáles es posible la mejora mediante actuaciones

propias del nivel de actuación. Es decir, tras el estudio de las bifurcaciones, se han seleccionado aquellas en las que, no solo es necesario llevar a cabo una serie de actuaciones con el fin de garantizar la seguridad de los usuarios, sino que, además, dichas mejoras puedan ser ejecutadas mediante propuestas en las que la relación entre el beneficio y el coste sea alta. Por lo tanto, el rediseño de los accesos queda fuera de este primer nivel de actuación, siendo propio de las características y actuaciones del segundo nivel de actuación.

Además, tras estudiar las bifurcaciones entre el tronco principal y los diferentes ramales de salida y seleccionar aquellos en los que sea necesario intervenir, se aplicarán las medidas que a continuación se describen solamente a aquellos en los que sea posible aplicarlas sin perjuicio del entorno en el que se sitúan. El resto de bifurcaciones en las que se haya de intervenir pero que no son susceptibles de ser mejoradas con actuaciones propias del primer nivel han de ser estudiadas en detalle y mejoradas mediante actuaciones del segundo nivel.

Así pues, tras el estudio de las bifurcaciones se concreta que las actuaciones que a continuación se definen serán aplicadas en los siguientes ramales.

Fuente: Elaboración propia

BIFURCACIONES EN LAS QUE ACTUAR		
Sentido	Localización	Salida
Creciente	204+570	Salida 205 (Petrer Sur)
	206+080	Vía de servicio
	207+340	Salida 207 (Elda Sur – Monóvar)
	209+800	Salida 210
Decreciente	207+940	Salida 208 (Loma Badá)
	207+020	Salida 207 (Elda Sur – Monóvar)
	205+190	Salida 205 (Petrer Sur)
	202+750	Salida 202 (Petrer Norte)
	201+000	Salida 201 (Elda – Hospital)
	199+060	Vía de servicio
	196+530	Salida 196 (Sax Sur)

Tabla 6: Bifurcaciones en las que actuar

En total se actuará sobre once de las veinte bifurcaciones de salida que existen en la vía. Esto pone de manifiesto la deteriorada situación en la que se encuentran dichos ramales.

Para incrementar la seguridad de los usuarios mediante la mejora de las bifurcaciones se ejecutarán en las mismas zonas de escape en las que, en caso de salida del vehículo, este impactaría contra el

balizamiento que señala la bifurcación, con mínimas consecuencias, hasta quedar detenido dentro de la superficie de la bifurcación. Para ello, en cada uno de estas separaciones de trayectoria se desmontará o terraplenará hasta conseguir que, tras la colocación de una capa extendida de gravilla, la superficie de la bifurcación quede a ras de la carretera.

De esta manera, si bien no se reduce el número de accidentes acontecidos, sí se minimiza al máximo las consecuencias del mismo. Por ello, estas propuestas se consideran adecuadas para el objetivo perseguido.

Se ha barajado la posibilidad de, para mejorar las bifurcaciones, colocar amortiguadores dinámicos de energía, los cuales, en caso de impacto del vehículo contra los mismos, recogen la energía de cinética y minimizan la severidad del accidente. Sin embargo, la adecuación de las barreras metálicas de protección para la instalación del amortiguador y la adquisición del mismo suponen un coste muy elevado. Esto, sumado a que estos mecanismos han de ser reemplazados tras cada accidente acontecido, puesto que, como recogen la energía del impacto, quedan inservibles tras el mismo, hacen que no se considere una medida en la que la relación beneficio/coste sea elevada.

Por lo tanto, la propuesta de mejora de las bifurcaciones se compone de las siguientes acciones:

- Desentierro de palmeras existente en superficie de bifurcación y trasplante de las mismas en zonas adecuadas
- Desmonte o relleno de superficie de bifurcación hasta alcanzar una cota veinte centímetros por debajo de la cota de rasante.
- Vertido, colocación y extendido de veinte (20) centímetros de gravilla hasta que la superficie de la bifurcación quede a la misma cota que la rasante del tronco principal

A continuación, se definen las mediciones de las actuaciones a realizar para la aplicación de esta medida de mejora de las bifurcaciones. Para ello, se ha de tener en cuenta que la capa de gravilla tendrá un espesor de 20 centímetros y que, en cada bifurcación se estudiará de manera individualizada el volumen de movimiento de tierras a realizar para la ejecución de la medida.

Por ello, en la siguiente tabla se recogen las mediciones de las actuaciones.

Fuente: Elaboración propia

MEDICIONES – MEJORA DE BIFURCACIONES							
Sentido	Localización	Superficie (m ²)	Altura del desnivel (m)	Movimiento de tierras		Volumen de gravilla (m ³)	Trasplante de vegetación
				Desmonte (m ³)	Terraplén (m ³)		
Creciente	204+570	90	0.00	-	-	18	-
	206+080	320	0.00	-	-	64	-
	207+340	380	0.20	-	76	76	2 árboles

MEDICIONES – MEJORA DE BIFURCACIONES							
Sentido	Localización	Superficie (m ²)	Altura del desnivel (m)	Movimiento de tierras		Volumen de gravilla (m ³)	Trasplante de vegetación
				Desmonte (m ³)	Terraplén (m ³)		
	209+800	225	0.75	168.75	-	45	-
Total		1015	-	168.75	76	203	2 elementos
Decreciente	207+940	225	0.40	90	-	45	4 palmeras
	207+020	300	0.20	60	-	60	5 palmeras
	205+190	210	0.10	21	21	42	3 palmeras
	202+750	275	0.50	-	137.50	55	3 palmeras
	201+000	355	2.20	781	-	71	-
	199+060	440	1.50	660	-	88	-
	196+530	370	0.20	74	-	74	-
Total		2175	-	1686	158.50	435	15 elementos

Tabla 7: Mediciones – Mejora de bifurcaciones

3.4. MEJORA DE LA VISIBILIDAD

Analizando el trazado en su conjunto tanto en sentido creciente como en sentido decreciente de PPKK se ha observado que, en algunos tramos, la visibilidad de la vía se ve reducida de manera importante como consecuencia de la presencia de una vegetación cerrada y voluminosa en la mediana de la vía.

Esta merma de visibilidad ha de ser minimizada, puesto que afecta de manera directa a la seguridad de los usuarios y la probabilidad de sucesión de un accidente se ve incrementada de manera alarmante.

Para solucionar esta problemática se propone el desbroce y la poda de las adelfas plantadas en la mediana de la carretera. El ancho de la mediana no se mantiene constante, si no que va variando a lo largo del trazado. Por ello, la longitud que es necesario desbrozar no es igual a los quince (15) kilómetros que separan el PPKK 195+000 del PPKK 210+000, si bien el ancho de la vegetación se mantiene más o menos constante con una anchura de un metro.

La longitud que será necesario desbrozar a lo largo de todo el trazado es de, aproximadamente, 3748 m, puesto que se ha evaluado el estado de la vegetación en mediana y dicha longitud es la susceptible de crecer de manera descontrolada hasta reducir la visibilidad de la autovía.

Cabe destacar que, esta actuación se localizará principalmente en las zonas en las que la vegetación de la mediana se encuentra más concentrada, ya que, al encontrarse más cuajada, la visibilidad se reduce con mayor facilidad al crecimiento de la vegetación.

3.5. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Tal y como se puede observar en el “Anejo 8: Diagnóstico”, en general, tanto las flechas como las marcas viales que delimitan la separación entre el carril adicional que permite la salida de los vehículos que circulan por el tronco principal de los dos carriles de circulación ordinarios se encuentran ligeramente desgastados en algunas zonas y prácticamente eliminados en otras.

Puesto que la función principal de estas marcas viales de señalización horizontal es guiar al usuario y ser un complemento claro y adecuado a la señalización vertical, para minimizar los problemas derivados de un mal estado de conservación, se propone el repintado de las flechas de indicación, así como de las marcas viales que delimitan el carril de salida.

En el sentido creciente de PPKK existen un total de diez (10) ramales de salida desde el tronco principal. Así mismo, en la “Tabla 4: Cumplimiento – sentido creciente” del “Anejo 4: Análisis del trazado” se pueden observar las características de dichos ramales, las cuales se recogen, a modo de resumen en la siguiente tabla.

Fuente: Elaboración propia

LONGITUD CARRILES DE RAMAL DE SALIDA – SENTIDO CRECIENTE		
Numeración	PPKK Inicial	Longitud (m)
1	196+420	202
4	197+790	92
5	199+110	256
7	200+820	91
9	201+850	103
11	202+500	80
13	204+570	79
15	206+080	88
17	207+340	151
19	209+800	131
Total		1273 m

Tabla 8: Longitud carriles de ramal de salida – Sentido creciente

La longitud total de los carriles es igual a la longitud de marca vial pintada sobre el firme, por lo que, en el sentido creciente de circulación, se propone el repintado de 1273 m de marca vial tipo M-1.6.

Así mismo, puesto que existen diez ramales de salida, existe el mismo número de flechas de indicación que han de ser repintadas para que tengan un buen estado de conservación.

Por otro lado, en el sentido decreciente de PPKK existen un total de diez (10) ramales de salida desde el tronco principal, cuyas características se recogen a continuación.

Fuente: Elaboración propia

LONGITUD CARRILES DE RAMAL DE SALIDA – SENTIDO DECRECIENTE		
Numeración	PPKK Inicial	Longitud (m)
1	195+090	71
3	196+530	113
5	199+060	117
7	201+000	161
9	202+050	102
11	202+750	159
13	205+190	140
15	207+020	201
17	207+940	156
19	209+900	185
Total		1405 m

Tabla 9: Longitud carriles de ramal de salida – Sentido decreciente

La longitud total de los carriles es igual a la longitud de marca vial pintada sobre el firme, por lo que, en el sentido decreciente de circulación, se propone el repintado de 1405 m de marca vial tipo M-1.6.

Así mismo, puesto que existen diez ramales de salida, existe el mismo número de flechas de indicación que han de ser repintadas para que tengan un buen estado de conservación.

Esto hace que, en total, sea necesario el repintado de 2678 m de marca vial de separación de carriles de salida y un total de veinte (20) flechas de indicación de tipo M-5.1.

3.6. FIRME

Tanto en el “Anejo 3: Situación actual” como en el “Anejo 8: Diagnóstico” se ha podido observar cómo, si bien, en general, el firme presenta un buen estado de conservación y se encuentra bien mantenido, ya



que las roderas y blandones que han ido apareciendo a lo largo de la vida útil de la vía han sido tratados mediante la ejecución de parcheos.

Sin embargo, tal y como se ha observado existe un ramal de salida, concretamente el de la Salida 196: Sax, en el que el firme se encuentra deteriorado y fracturado, siendo peligroso y susceptible de causar problemas a los usuarios.

Para solucionar este problema, se propone la aplicación de un riego de imprimación sobre la superficie del firme, previo fresado del mismo, de manera que la altura de las barreras de protección se mantenga constante, no resultando un peligro para los usuarios.

En total, puesto que se trata de un ramal de salida que da acceso a una gasolinera cuyo firme se encuentra en buen estado, será necesario fresar una extensión de 300 m². Por lo tanto, será necesario extender un total de 300 m² de riego de imprimación.

3.7.DRENAJE

En el diagnóstico de la problemática del tramo de autovía A-31 analizado se han observado ciertas deficiencias con respecto a los elementos que permiten el drenaje y evacuación de las precipitaciones y pluviales que afectan a la carretera y que pueden afectar a la seguridad vial de los usuarios.

Se ha observado también que, en algunos tramos, la cuneta de la sección se encuentra hormigonada pero que en la mayoría de su longitud esta se encuentra excavada en el terreno natural. Así mismo, existen zonas en las que la cuneta está colmatada por los arrastres y desprendimientos de los desmontes, impidiendo el correcto drenaje de la vía. En estas zonas, para mejorar la capacidad de drenaje de los elementos, se llevará a cabo una limpieza de las cunetas, de manera que no existan obstáculos a la evacuación de pluviales y escorrentía.

Así mismo, en las zonas en las que existe vegetación baja en la cuneta, esta se eliminará. En concreto, esta medida se aplicará en el entorno del PPKK 207+000 del sentido decreciente.

3.8.PUNTOS DE CONFLICTO

En el “Anejo 7: Estudio de la accidentalidad” se ha concretado la existencia de cinco puntos de conflictos, en los cuales, tanto en sentido creciente como en sentido decreciente se han producido una serie de accidentes a lo largo de los años.

Estos son puntos problemáticos en los que, en base a la necesidad de mejorar la seguridad vial, es necesario actuar. Por tanto, aplicando las medidas que anteriormente se recogen se actuaría sobre dichos puntos de conflicto, minimizando de esa manera el riesgo que suponen para el usuario de la vía.

En la siguiente tabla se muestran dichos puntos de conflicto, así como la actuación que tiene lugar en ellos para aumentar al máximo la seguridad vial en el tramo de autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000.

Fuente: Elaboración propia

LOCALIZACIÓN DE PUNTOS CONFLICTIVOS		
Sentido	PPKK de situación	Propuesta implementada
Ambos sentidos de circulación	199+500	Instalación de barrera metálica simple
	207+000	Protección de talud de desmonte Ejecución de zona de escape
	207+500	Ejecución de zona de escape Mejora del drenaje
	208+500	Protección de talud de desmonte
	210+000	Protección de talud de desmonte Instalación de barrera metálica simple

Tabla 10: Puntos conflictivos

Así pues, estas actuaciones sirven como método para la reducción del riesgo para los usuarios.

4. SEGUNDO NIVEL DE ACTUACIÓN

Tal y como se ha concretado con anterioridad, se define un segundo nivel de actuaciones entre las que se incluyen actuaciones cuya ejecución requiere de un estudio específico y la elaboración y/o redacción de un documento técnico que acredite de manera real y fidedigna la adecuación de las actuaciones para la resolución de la problemática existente.

En el presente proyecto se ha centrado la definición de propuestas en aquellas comprendidas en el primer nivel de actuación y han sido desarrolladas para el fin para el que han sido concebidas.

Sin embargo, en el presente apartado se enumeran las actuaciones que quedarían incluidas en el segundo nivel de actuación y que, sirviéndose del análisis de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 realizado en el presente Trabajo Final de Máster, pueden ser desarrolladas.

Dichas actuaciones son las siguientes:

- Reubicación de accesos



Tal y como se ha definido, existente un total de veinte accesos en el sentido creciente de PPKK y otros diecinueve en el sentido contrario, haciendo que el tramo de autovía comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000 exista una densidad de accesos de 2.60 accesos/km.

Esta densidad de accesos podría resultar adecuada en caso de que estos permitiesen la conexión entre diferentes puntos con la autovía A-31. Sin embargo, esto no sucede en algunos accesos, en los que, dos ramales de salida seguidos conectan con la misma vía de servicio o con la misma carretera convencional.

Por lo tanto, tras un estudio preciso y pormenorizado de los accesos, una actuación de segundo nivel sería tanto la adecuación a la normativa de todos ellos, como la reubicación de los mismos, de manera que se reduzca la densidad de accesos y estos sean más eficaces y eficientes.

- **Rediseño de la geometría de la vía**

En el “Anejo 4: Análisis del trazado” ha sido posible observar como gran parte de los elementos que componen el trazado de carretera no cumple con las características mínimas o deseables definidas por la Instrucción de Carreteras en su Apartado 3.1-IC. Por tanto, el rediseño de la vía para conseguir la adecuación de la misma a dicha normativa sería una medida de actuación del segundo nivel de actuación.

Dadas las características orográficas de la zona por la que discurre el tramo, sería necesario considerar las afecciones que la mejora del trazado supondría en los habitantes que residen en los municipios aledaños a ella.

Como cabe recordar, parte del trazado, en concreto la parte central del mismo, discurre encajonado entre las viviendas de los habitantes de Elda y Petrer, por lo que el rediseño de la autovía supondría, inevitablemente, una afección a dichos habitantes.

Es necesario, por tanto, realizar un estudio pormenorizado de beneficios y costes, con el fin de evaluar si la mejora geométrica del trazado se vería directamente traducida en un beneficio para la población cercana.

- **Ampliación de la sección transversal**

Tal y como se visto con anterioridad, la sección transversal de la autovía incumple los criterios y dimensiones mínimas definidas por la Instrucción de Carreteras en su Apartado 3.1-IC. Por tanto, la ampliación de la sección transversal hasta alcanzar, al menos, las dimensiones mínimas definidas por la norma sería una actuación a considerar en el segundo nivel de actuación.

Sin embargo, al igual que ocurre con el rediseño del trazado, puesto que en el trazado central del tramo este se encuentra prácticamente encajonado entre los municipios de Petrer y Elda para la aplicación de esta actuación es necesario un estudio pormenorizado de las afecciones, tanto físicas como sociales que las expropiaciones necesarias para la aplicación de esta medida supondrían.

Todo ello ha de ser definido con mayor detalle en el documento técnico pertinente.

5. **CONCLUSIÓN**

Con todo ello, quedan definidas las actuaciones propuestas para la mejora de la seguridad vial del tramo de autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000.

Sirva el presente anejo tanto como base de definición de las propuestas de mejora de la vía como de sustento para la elaboración de la relación valorada que tendrá en cuenta los diferentes aspectos a considerar para el desarrollo de dichas medidas.

6. **BIBLIOGRAFÍA**

- “*Hacia las carreteras que perdonan*” Jacobo Díaz Pineda. Director General Adjunto. Asociación Española de la Carretera
- <https://www.tecnocarreteras.es/2019/01/04/que-son-las-carreteras-que-perdonan-y-por-que-son-tan-importantes/>
- “*Forgiving roadsides design guide*” Conference of European Directors of Roads (November 2012)
- https://www.researchgate.net/publication/261788666_Forgiving_Roadsides_Design_Guide
- “*Self-explaining and Forgiving Roads – Speed management in rural areas*” Lene Herrstedt, Director, Civil Engineer Ph.D., Trafitec, Denmark