

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE
LA CV-345 A SU PASO POR LOS MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y
LA YESA (VALENCIA)**



TRABAJO FINAL DE GRADO



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS

AUTOR: JUANJO FABRA BENEITO

TUTOR: CARMEN CASTRO BUGALLO

CONTENIDO GENERAL

DOCUMENTO N. º1. MEMORIA

ANEJO 1. ESTADO ACTUAL

ANEJO 2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO 3. CLIMATOLOGÍA, HODROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO 4. ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEJO 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO 6. DISEÑO DEL FIRME

ANEJO 7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL FIRME

ANEJO 8. SEGURIDAD VIAL

ANEJO 9. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

ANEJO 10. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

ANEJO 11. PROGRAMA DE TRABAJOS

DOCUMENTO N. º 3. PLANOS

DOCUMENTO N. º 4. VALORACIÓN ECONÓMICA

DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

ÍNDICE:

1. Objeto.....	4
2. Antecedentes.....	4
2.1. Deficiencias de trazado.....	5
3. Localización.....	6
4. Situación actual.....	7
4.1. Estudio de tráfico.....	7
4.2. Seguridad vial.....	9
5. Geología y geotecnia.....	13
6. Climatología, hidrología y drenaje.....	16
7. Estudio de alternativas.....	22
7.1. Valoración de las alternativas.....	26
7.2. Solución definitiva.....	27
8. Diseño del firme.....	30
8.1. Dimensionamiento de la explanada.....	30
8.2. Dimensionamiento del firme.....	31
8.3. Elección de la mezcla bituminosa.....	32
8.4. Tabla resumen del dimensionamiento del firme.....	32
9. Vertederos.....	33
10. Préstamos	33
11. Plantas de Aglomerado.....	34
12. Señalización.....	35
12.1. Señalización horizontal.....	39
12.2. Señalización vertical.....	38
13. Programa de trabajos.....	42
14. Conclusiones.....	43

1. OBJETO

Se redacta el presente "Estudio de alternativas para el acondicionamiento de la CV-345 a su paso por los municipios de Higueruelas y La Yesa (Valencia)" con el fin de llevar a cabo un estudio de la problemática de la vía y encontrar la opción idónea para mitigar o eliminar los inconvenientes presentes, valorando las distintas opciones y justificando técnica, administrativa y económicamente.

Este trabajo tiene como objetivo la obtención del título de Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

2. ANTECEDENTES

Higueruelas y La Yesa son dos poblaciones situadas al noroeste de la Ciudad de Valencia, que forman parte de la Provincia de Valencia y concretamente ambas se encuentran en la comarca de Los Serrano, también conocida como "Alto Turia". Se trata de dos municipios de pequeña envergadura, Higueruelas (más próximo a Valencia) posee una superficie de 19 km², una población de 503 habitantes (según el último censo realizado) y que se encuentra a una altitud de 725 metros respecto del nivel de mar. Por su parte, La Yesa posee una superficie de 85km², con un censo de población de 234 habitantes y una altitud de 1039 metros sobre el nivel del mar.

La infraestructura en estudio (CV-345), es el tramo de carretera que une sendas poblaciones (Higueruelas y La Yesa) con una distancia de 21.4 km, se caracteriza por un volumen de tráfico medio y un elevado porcentaje de pesados, en su mayoría vehículos destinados al transporte de áridos consecuencia de la afluencia en la zona de explotaciones mineras. Además, las características de la vía y el entorno motivan el tráfico de ciclistas por la misma, lo que supone un problema de seguridad vial importante ya que la vía no reúne las características recomendables y necesarias para dicha práctica, tal y como se puede comprobar en determinados tramos de la vía en los que no se cumplen los requisitos de arcén y berma para dicho tipo de vía según la normativa de aplicación "Instrucción 3.1-IC Trazado" quedando reflejado en el anejo 7 "Estudio de Alternativas y diseño geométrico".

Dicha vía pertenece a la Red Provincial de carreteras de la Comunidad Valenciana, cuya competencia recae en la Diputación Provincial, concretamente en la Generalitat Valenciana.

2.1. DEFICIENCIAS DE TRAZADO

Como ya ha sido introducido anteriormente, el tramo de carretera en estudio presenta una serie de inconvenientes, los cuales son objeto de resolución en este proyecto, tales como:

- Deficiencias de funcionalidad, debido al tráfico de distintos medios de transporte simultáneamente en la vía, y no estar la misma acondicionada para dicha operación.
- Inseguridad vial, este condicionante se remite a determinadas zonas de la vía donde las condiciones de visibilidad no son las óptimas, además de determinadas secciones en las que un automóvil (de transporte de personas) y un vehículo pesado tienen una gran dificultad para circular simultáneamente; por otro lado, la vía también supone un riesgo al estar sometida al paso de ciclistas y no reunir las condiciones necesarias.
- Daño estructural en el firme y asientos del terreno, debido al tráfico de pesado no previsto en la primera construcción de la vía.
- Incumplimiento de la normativa.

Con el fin de salvar la problemática inscrita en la vía se pretende llevar a cabo un estudio de las distintas posibilidades de la misma y proceder a la resolución de los inconvenientes, tratando de hacerlo de la manera más eficiente posible, intentando provocar la menor afección al medio ambiente, cubriendo las necesidades de los usuarios y optimizando los costes.

3. LOCALIZACIÓN

El tramo de carretera objeto del estudio se encuentra situado en España, más concretamente en el centro de la Comunidad Valenciana, como ya ha sido introducido, se trata de una vía que discurre entre dos municipios ubicados al noroeste de la Provincia de Valencia, Higuieruelas y La Yesa, concretamente la carretera discurre entre los puntos kilométricos P.K. 20+000 y P.K. 41+400 en sentido ascendente en dirección con una longitud de 21.4km

Esta zona se caracteriza por un paisaje condicionado por la existencia de relieves montañosos que condicionan las estructuras dominantes: las pendientes y las altitudes, y que en su mayoría están acompañadas de formaciones de vegetación de especies arbóreas mediterráneas, dominadas por carrascales o alcornoques, que se convierten en un atractivo turístico tanto para excursiones familiares, como para rutas ciclistas, además de para el paso diario de vehículos en sus afanes laborales o vacacionales. Por otro lado, la existencia de explotaciones mineras en la zona da lugar a un elevado tráfico de pesados.

La vía objeto del estudio (CV-345) forma parte de la red autonómica de carreteras de la Comunidad Valenciana, concretamente en la comarca de Los Serranos, a una distancia de 75 km, o una hora, de la capital (Valencia), por la carretera CV-35.

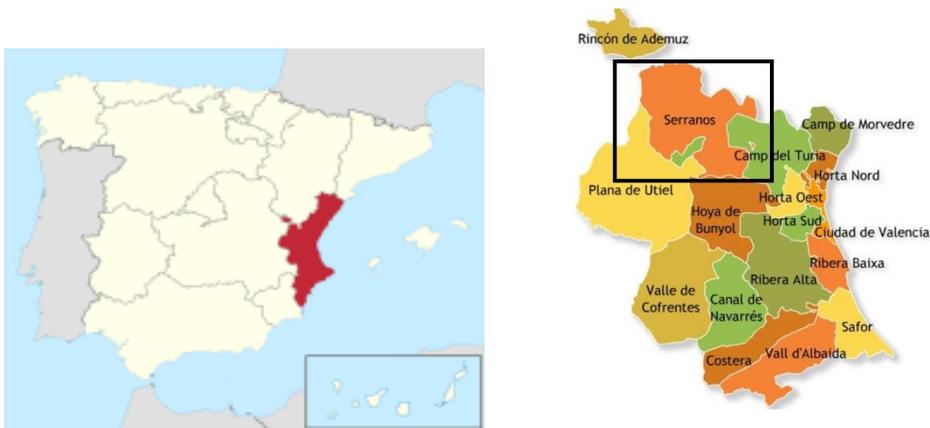


Ilustración 1. Comunidad Valenciana y sus Comarcas (www.google.es)

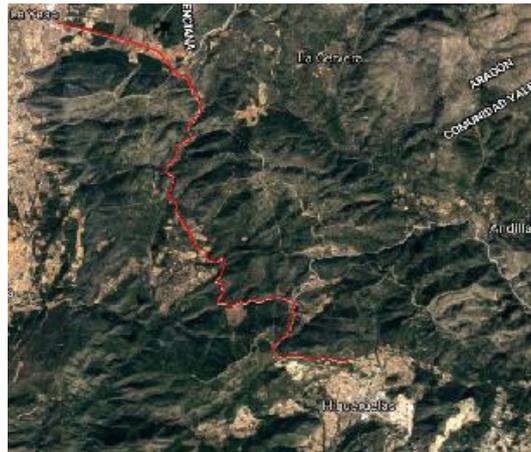


Ilustración 2. Vía en estudio CV-345 (Elaboración propia AUTOCAD)

4. SITUACIÓN ACTUAL

La presente carretera CV-345 se podría definir como una travesía interurbana entre dos municipios de una cantidad pequeña de habitantes (como se ha expuesto en el apartado 2) pero pese a esto y debido a la abundancia de explotaciones mineras y zonas eólicas en la zona, el tráfico de vehículos pesados es importante.

Cabe destacar que el trazado actual de la CV-345 se caracteriza por la abundancia de elementos que provocan deficiencias en el trazado, tanto en alzado como en planta. El trazado en planta se caracteriza por la abundancia de curvas cuyo radio no cumple las prescripciones de la norma vigente de trazado, la 3.1-IC, y de largas rectas que se favorecen las situaciones de inseguridad en la conducción debido a excesos de velocidad y pérdidas de atención. Todo esto se acentúa en el diseño en alzado, donde se recoge un gran número de acuerdos caracterizadas por la falta de visibilidad o el valor inadecuado para el parámetro característico de estos acuerdos según la propia norma expuesta por la Instrucción de Carreteras.

La sección transversal del trazado actual de la carretera se ve acusada por la falta de arcén y de berma en la mayor parte de las secciones de la vía, provocando la urgencia de actuación sobre la misma por la inseguridad que esto provoca para el continuo tráfico combinada de los distintos elementos que componen el sistema viario.

Todo ello se resume en inseguridad vial debido a problemas de comodidad y seguridad para los usuarios de la infraestructura viaria.

4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

Con el fin de poder realizar actuaciones sobre cualquier carretera, es necesario estudiar el tráfico actual de la misma y la evolución del tráfico para el año de puesta en servicio y para el año horizonte.

Las hipótesis de cálculo tomadas en este apartado han sido las siguientes,

- Calzada de doble sentido de circulación.
- Reparto igualado de tráfico de vehículos pesados.
- Se va a proceder con los datos (IMD, número de pesados) proporcionados por la "Generalitat Valencia", sin ninguna corrección.

Los principales parámetros que permiten caracterizar el tráfico son el volumen de vehículos, su composición, su distribución y sus velocidades.

Los datos del tráfico que afectan a la vía objeto del estudio se han tomado de la estación de aforo más próxima. Esta estación de aforo ha sido clasificada como una estación de cobertura, situada en la propia CV-345, tal y como se puede comprobar en el Anejo 3 "Estudio de tráfico" es necesario llevar afinidades con el fin de completar los datos.

Según los datos proporcionados por la estación de aforo situada en la CV-345 se tiene:

- IMD = 207 v/d
- Porcentaje Pesados = 30.52 % → 64 vehículos pesados por día.
- Porcentaje Motocicletas = 0.94 % → 2 motocicletas por día.

Los datos de la estación de aforo afín son IMD de 169 v/d similar a la de la estación de cobertura (IMD = 207 v/d) y un porcentaje de pesados parejo también. Esta estación de aforo está situada en la CV-350.

El año de puesta en servicio de las actuaciones sería 2022 y el año horizonte se ha determinado en 2042. La IMD para estas fechas se ha determinado como,

1. IMD año de puesta en servicio (2022)

$$IMD_f = IMD * (1 + p)^n = 207 (1 + 1.44/100)^{(2022-2018)} = 220 \text{ vehículos/día}$$

$$IMD_{fp} = IMD * (1 + p)^n = 64 (1 + 1.44/100)^{(2022-2018)} = 68 \text{ vehículos pesados/día}$$

$$\% \text{ Pesados año de puesta en servicio} = 30.91 \%$$

1. IMD año horizonte (2042)

$$IMD_f = IMD * (1 + p)^n = 220 (1 + 1.44/100)^{(2042-2022)} = 293 \text{ vehículos/día}$$

$$IMD_{fp} = IMD * (1 + p)^n = 68 (1 + 1.44/100)^{(2042-2022)} = 91 \text{ vehículos pesados/día}$$

$$\% \text{ Pesados año horizonte} = 31.05 \%$$

También, se ha caracterizado el tráfico como T41 en función de la IMD de pesados para el año de puesta en servicio por carril, IMD_{fp} (por carril) = 34 vehículos pesados/día.

Por último, se determinó el nivel de servicio actual según el Manual de Capacidad del Transportation Research Board de los Estados Unidos (HCM 2010), para el año de puesta en servicio y para el año actual como clase A. La capacidad de la vía se determinó en 1238 veh/hora.

En el anejo 3 es posible encontrar con más detalle el estudio de tráfico llevado a cabo.

4.2. SEGURIDAD VIAL

Con el estudio de la seguridad vial se pretende resolver problemas derivados de la falta de seguridad y la incomodidad en la conducción.

Para la redacción del presente estudio, la Generalitat Valenciana ofrece una guía donde se detalla cómo se debe estudiar cada caso y los condicionantes a comprobar. Se trata de la "Guía para la redacción del Anejo de Seguridad Vial".

El objetivo de cualquier actuación de seguridad vial sobre una infraestructura viaria es la previsión de los posibles accidentes que se puedan producir, a fin de adoptar soluciones para reducir la probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias. Elemento fundamental de las actuaciones preventivas es la identificación de los elementos de riesgo de la vía tales como, radios pequeños e irregulares en los ramales de un enlace, estrechamientos de la plataforma, arcenes estrechos o inexistentes, pavimentos deslizantes, cunetas que no sean de seguridad, objetos rígidos en las márgenes de la plataforma, entre otros.

La velocidad de proyecto en todas las alternativas ha sido determinada con un valor de 60 km/h de manera que se permita la circulación en condiciones de seguridad y comodidad, y buscando la optimización al tratar de aprovechar al máximo la infraestructura existente dentro de las limitaciones técnicas y administrativas presentes. La velocidad de proyecto quedó definida como la menor de las velocidades específicas de cada uno de los tramos que conforman el trazado.

Para evaluar la correcta coordinación entre elementos en alzado y en planta, premisa muy importante en el estudio de la seguridad vial, las alternativas han sido diseñadas según los requisitos de la Instrucción de Carreteras en su artículo 3.1.

En cuanto al apartado de seguridad vial referido a las dimensiones de la sección transversal, se determinó que la sección transversal de la vía actual no cumple los requisitos mínimos de anchura de la propia norma, y por ello, las alternativas se han proyectado según los requisitos mínimos de esta,

- Carriles de 3.5 metros cada uno.
- Arcén de 1.5 metros.
- Berma de 0.75 metros.

Exceptuando las zonas donde se establecieron como imposibles las actuaciones sobre la traza actual por problemas debidos a la accidentalidad del terreno.

Los criterios de visibilidad para los distintos elementos y para el conjunto de la carretera son de inmediata comprobación en las alternativas que presentan modificación de trazado fruto del proceso de diseño que se ha seguido, basado en la norma de carreteras vigente.

Por otro lado, tal y como se comenta en los anejos 7 y 8, "Estudio de alternativas y diseño geométrico del firme" y "Seguridad vial" respectivamente, para el caso del trazado actual, se incumplen los requisitos que marca la norma tanto de trazado en planta como en alzado.

En el estudio y determinación de la seguridad vial, se han tenido en cuenta las prescripciones de la norma referidas a la seguridad de otros usuarios de la vía aparte de los conductores, tales como, peatones, ciclistas o tráfico ecuestre y ganado entre otros. También se ha tenido en cuenta el estudio del transporte público o de mercancías.

Uno de los apartados en los que más interés se ha puesto en este anejo, ha sido el estudio de la consistencia. La consistencia del trazado se puede definir como la relación entre las características geométricas de una carretera y las que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella. Cuando el trazado corresponde a lo que el conductor espera encontrar, la vía es consistente, lo que minimiza la posibilidad que cometa errores y efectúe maniobras inseguras.

El estudio de la consistencia se ha realizado desde el punto de vista local, es decir, elemento a elemento, y desde el punto de vista de consistencia global, para ambos sentidos de circulación, es decir, sentido creciente de P.K. y sentido decreciente de P.K.

Para evaluar la consistencia a nivel local de la carretera se ha seguido el método de consistencia II de Lamm, el cual basa su criterio en la diferencia de velocidades entre elementos consecutivos del trazado. Para el caso de la alternativa mejor valorada en el anejo 7 "Estudio de alternativas y diseño geométrico de firme" la consistencia a nivel local se resume en la siguiente tabla.

CONSISTENCIA			
SENTIDO	Buena	Aceptable	Pobre
Creciente de PK	21	13	28
Decreciente de PK	22	15	25

Ilustración 3. Consistencia a nivel local Lamm II (Fuente. Elaboración propia)

Para el caso de la consistencia a nivel global se ha seguido el método de consistencia de Camacho-Torregrosa basado en la siguiente expresión.

$$C = \sqrt{\frac{v_{85}}{d_{85}}}$$

El primer término, el promedio de la velocidad de operación, ha sido determinado en la hoja Excel adjunta en el apéndice I. El segundo de los términos es el del promedio de la tasa de deceleración, para obtener este segundo término, se ha seguido la formulación que se aporta en el Cuaderno Tecnológico de la Plataforma Tecnológica Española (PTE) número 06/13, sitio del cual se ha obtenido este método de consistencia global. La expresión de la deceleración es que se aporta a continuación, y se deberá calcular para todos los elementos que componen la alternativa.

La velocidad de operación en curvas se determina siguiendo la siguiente expresión.

$$v_{85} = \begin{cases} 97,4254 - \frac{3310,94}{R}; & 400\text{m} < R \leq 950\text{m}; R^2 = 0,76 \\ 102,048 - \frac{3990,26}{R}; & 70\text{m} < R \leq 400\text{m}; R^2 = 0,84 \end{cases}$$

Donde,

- v_{85} : Velocidad de operación (km/h).
- R: Radio de la curva (m).

Para el caso de rectas,

$$v_{85} = v_{85c} + (1 - e^{-\lambda L})(v_{des} - v_{85c}); R^2 = 0,52$$

$$\lambda = 0,00135 + (R - 100) \cdot 7,00625 \cdot 10^{-6}$$

- v_{85c} : Velocidad de operación de la curva anterior (km/h)
- v_{des} : Velocidad deseada (110 km/h)
- R: Radio de la curva anterior (m)
- L: Longitud de la recta (m)

Por otro lado, para determinar la deceleración según este método se tiene la siguiente expresión.

$$d_{85} = 0.313 + \frac{114.436}{R}$$

La evaluación de la consistencia a nivel global se resume en la siguiente tabla,

CONSISTENCIA GLOBAL			
SENTIDO	Promedio velocidad operación	promedio deceleración	Parámetro C
Creciente de PK	75,05776092	1,32518067	3,840373853
Decreciente de PK	74,15184877	1,32518067	3,824860766

Ilustración 4. Consistencia global Camacho-Torregrosa (Fuente: Elaboración propia)

Siguiendo los criterios para el valor de consistencia de este método, la consistencia obtenida, $C = 3.84$, es superior al límite que marca el propio método para admitir esta consistencia como buena, $C > 3.25$.

En el anejo de seguridad vial se han deducido los perfiles de velocidad de operación para ambos sentidos de circulación.

Para seguir con el estudio de la seguridad vial, se ha determinado la accidentalidad futura de la alternativa, para un período de 10 años.

Mediante una expresión que aporta el método SPF de Camacho se puede estimar la accidentalidad prevista en 10 años para una infraestructura viaria, es decir, el número de accidentes que pueden ocurrir en 10 años en función de tres términos, la IMD de la carretera, la longitud de esta y el parámetro C determinado en función de la consistencia global estudiada en el apartado anterior. La expresión del método es la siguiente,

$$Y_{10} = e^{-3.91602} \cdot L^{1.16103} \cdot IMD^{0.80150} \cdot e^{-0.6429949 \cdot C}$$

En la tabla siguiente se recoge los valores de la accidentalidad posibles dentro de 10 años según el método anterior, el año horizonte considerado ha sido 2028 dado que el año de redacción del presente estudio es 2018.

ACCIDENTALIDAD EN 10 AÑOS				
	Longitud (km)	IMD (veh/día)	Parámetro C	número de accidentes
Sentido creciente P.K.	17,3	239	3,8404	3,705096482
Sentido decreciente P.K.	17,3	239	3,8248	3,742472308

Ilustración 4. Accidentalidad SPF (Fuente: Elaboración propia)

El último punto que se ha tratado en el estudio de la seguridad vial ha sido el análisis de la visibilidad puesto que para llevar a cabo una conducción cómoda y segura los usuarios deben disponer de unas distancias de visibilidad mínimas que garanticen la seguridad en el trazado.

Para ello, la norma 3.1-IC establece la definición de la distancia de parada y el método a seguir para el cálculo y determinación de la misma.

La distancia de parada queda definida según la propia norma como la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápido como le sea posible, medida desde su situación en el momento en que se percibe el objeto. La formulación que aporta la norma para la determinación de esta es la siguiente, cuya explicación y proceso de cálculo quedó definido en el anejo 6.

$$Dp = \frac{V \cdot tp}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (fi + i)}$$

Cabe resaltar que todas las alternativas presentadas en el propio anejo 6 fueron planteadas según los criterios de visibilidad de la Norma 3.1-IC y por ello este criterio de seguridad vial queda cubierto en los nuevos trazados propuestos. En aquellos casos en los que la distancia de parada sea superior a la visibilidad disponible, el tramo podrá ser calificado como un tramo con problemas de seguridad para los usuarios donde exista una merma en las condiciones de seguridad y comodidad.

En el anejo 7 “ Seguridad vial ” se tiene todo lo comentado con mayor precisión en el detalle, además, en el apéndice se recoge una tabla donde se encuentra el proceso de cálculo seguido para determinar la velocidad de operación anteriormente comentada.

5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Mediante un estudio geológico y geotécnico se brindan las condiciones y restricciones que puede tener el terreno en estudio y permite adoptar los parámetros adecuados para el diseño correcto de la vía, además de ser un útil indispensable para poder aplicar la normativa correspondiente a las carreteras (PG-3), todo ello por un fin común en la construcción, el hecho de reutilizar los bienes (materiales) disponibles con el propósito de conseguir un mayor ahorro económico y tratar de producir la menor afección ambiental posible.

Con el fin de estudiar la geología de una zona es necesario estudiar la estratigrafía, rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas estratificadas, y de la identificación, descripción, cartografía y correlación de las unidades estratificadas de las rocas.

La información relativa a la geología se ha obtenido del IGME, en concreto del Mapa Geológico Nacional en el MAGMA 50.

Las hojas del MAGMA 50 correspondientes a la carretera objeto del estudio son la 638 y 666.

A modo de resumen, la traza de la carretera ha sido dividida en 5 grupos de material en función de la geología que presentan, quedando uno de ellos como representativo de la zona donde se van a llevar a cabo las actuaciones por ser el que representa casi la totalidad de la traza, terreno procedente del período Jurásico, al presentarse los otros grupos de manera puntual y aislada.

Los cinco grupos quedan definidos de la siguiente manera:

- Terrenos Terciarios (Neogeno, Pliogeno), en concreto conglomerados de cantos calcáreos y matriz arenosa, dicho estrato se encuentra únicamente la zona del término municipal de La Yesa y proximidades.
- Depósitos Cuaternarios, de edad reciente (Pleistoceno-Holoceno), correspondientes a aluviones y fondos de valles indiferenciados, se trata de suelos detríticos en general poco consolidados. Se encuentran en la zona donde se sitúa el municipio de La Yesa, estos estratos están presentes de forma puntual en las proximidades de la traza y de manera escasa, y en la zona donde se encuentra el término municipal de Higuieruelas
- Terrenos del Jurásico, concretamente la traza está formada por calizas y margas, este conjunto de estratos es de vital importancia dado que determinará las condiciones de la vía por encontrarse en una gran parte de los puntos kilométricos (P.K.).
- Terrenos del Cretácico, arcillas limolíticas con intercalaciones de areniscas, se trata de un estrato de gran tamaño por el que la carretera pasa de forma puntual.
- Terrenos del Triásico, concretamente arcillas o margas en la zona próxima a Higuieruelas. Sobre dicho estrato la traza de la carretera discurre escasamente, pudiéndose evitar en el caso de que las condiciones del material así lo requieran.

En cuanto a la caracterización geotécnica del terreno presente en la traza, en base a la geología obtenida del IGME y debido a la imposibilidad de realizar una serie de calicatas y ensayos a dicho material por las limitaciones puramente académicas de este estudio, se ha determinado el terreno de la traza de la carretera como roca.

Es obligatorio un estudio más exhaustivo del terreno en el caso de llevar a cabo el proyecto.

Se ha caracterizado la explanada de la carretera como E3, es decir, la explanada de mayor calidad según el PG-3.

Resulta necesario el estudio de la excavabilidad del terreno de la traza con el fin de determinar el medio más adecuado para llevar a cabo las operaciones de desmonte. La excavabilidad es un parámetro que depende de dos características de los taludes, el espaciamiento entre discontinuidades y la resistencia a compresión simple de la roca. Con los resultados obtenidos del cálculo de la excavabilidad se determina que el método más adecuado para llevar a cabo las operaciones de desmonte en la totalidad de la traza de la carretera es la prevoladura, técnica que consiste en aumentar la fracturación natural del macizo rocoso, sin prácticamente desplazar la roca, mediante la utilización de explosivos, con vistas a que los equipos de arranque tengan rendimientos más altos con unos costes mínimos.

En el anejo 5 “Geología y Geotecnia” también se ha tratado el tema de la sismicidad. La sismicidad se define como el estudio de los sismos que ocurren en algún lugar.

En el presente apartado, se pretende hacer una clasificación de las obras según la normativa sísmica actual para carreteras, “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación”, determinando la aceleración sísmica de cálculo. La finalidad de los criterios de esta norma es evitar pérdidas humanas y reducir el coste económico que puedan ocasionar los terremotos, el promotor puede requerir prestaciones mayores de las exigidas en la norma.

Las actuaciones que se pretenden llevar a cabo se clasifican como de importancia normal.

La aceleración sísmica de cálculo se define como,

$$a_c = S \cdot p \cdot a_b$$

Donde,

- A_b : Aceleración sísmica básica
- p : Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción.
 - $p = 1$ en construcciones de importancia normal.
 - $p = 1.3$ en construcciones de importancia especial.
- S : Coeficiente de amplificación del terreno

La aceleración sísmica de cálculo para el caso específico de la traza de la carretera queda determinada como,

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

$$a_{c, III} = 1.28 \cdot 1 \cdot 0.04g = 0.051g$$

$$a_{c, IV} = 1.6 \cdot 1 \cdot 0.04g = 0.064g$$

De los valores obtenidos para la aceleración sísmica de cálculo, se toma el valor obtenido para el terreno de tipo IV por ser el más desfavorable y así dar lugar a un rango mayor de seguridad en el cálculo. En el propio anejo se tiene desarrollado el proceso de cálculo seguido para la determinación de cada uno de los elementos que componen la expresión anterior.

Para concluir, en el anejo 5 "Geología y Geotecnia" se abordan los temas relativos al paisaje y flora autóctona de la zona objeto de estudio, y también la existencia de espacios protegidos.

En concreto, las poblaciones por las que discurre la infraestructura en estudio forman parte de la zona "Alto Turia y Sierra del Negrete" la cual se considera un espacio protegido de la Red Natura 2000 según el listado ZEPA de la "Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i desenvolupament Rural" de la Generalitat Valenciana. Esta zona es de especial protección para las aves según el acuerdo de 5 de junio de 2009 de ampliación de la Red de Zonas de Especial Protección para las aves (ZEPA).

Se ha comprobado que en la zona en cuestión no existe ningún plan de gestión, por lo que no existe ninguna limitación de creación de nuevos trazados dentro de la zona categorizada como ZEPA. Por ello, es posible llevar a cabo actuaciones en el tramo en cuestión y además proceden a nuevas alternativas.

6. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

En el presente anejo se pretende abordar desde un punto de vista ingenieril y enfocado directamente a la construcción y explotación de una infraestructura viaria, la influencia del agua sobre la misma y las posibilidades que la normativa propone para resolver el problema. El punto de partida para la construcción, ampliación o modificación de una carretera debe ser no impedir el paso del agua, o en su defecto, proporcionar una nueva vía de escape al mismo de manera que se eviten problemas ocasionados por el paso libre y sin control del agua por la infraestructura o las inmediaciones de la misma.

Es necesario tener completamente estudiada y caracterizada la climatología e hidrología de la zona en estudio para prever el correcto diseño, construcción, explotación y mantenimiento de una infraestructura vial.

La climatología de una zona depende de la variabilidad de temperatura, precipitación, humedad, viento y luz solar. En la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) cuya gestión recae en el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España se tiene información climatológica de las Comunidades Autónomas y de los municipios que las conforman, en su página web, se dispone de tablas y gráficos que describen la temperatura, viento y precipitación la zona.

La zona por la que discurre la CV-345, a su paso por los municipios de Higuieruelas y La Yesa, se caracteriza por un clima de montaña del Noroeste, se trata de unos de los climas con mayor volumen de precipitación de la Comunidad Valenciana (650mm anuales), se trata de un flujo de precipitaciones regular y de sequias menos acusadas.

Dado que en los municipios por donde discurre la traza de la carretera no se dispone de estaciones meteorológicas, la estación más próxima es la estación de Chelva, situada a 11.97 km de Higuieruelas y con una altitud de 515 metros. Los datos relativos a la climatología han sido tomados en base a esta.

Se han estudiado los máximos de precipitación diaria anual en el periodo de los cinco años predecesores, donde se puede extraer que el año en el que se produce el mayor volumen de lluvias es a finales de 2014 con 67.4 l/m². Por otro lado, se puede observar que la cantidad de lluvia ha ido en descenso en los últimos años, volviendo a aumentar a finales de 2016 llegando hasta casi 45 l/m².

También se aborda el cálculo y determinación de los valores de precipitación diaria máxima de cálculo, necesaria para abordar el tema de hidrológico de los caudales de proyecto y determinar así los elementos de drenaje a disponer en las alternativas planteadas.

Para la determinación de dicha precipitación se va a seguir lo implícito en la Instrucción 5.2.-IC "Drenaje Superficial" del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. En la norma se establecen cuatro pasos a seguir para determinar la precipitación máxima diaria siguiendo las tablas y modelos que en esta se incluyen. El proceso de cálculo queda recogido en el anejo 4 "Climatología, Hidrología y Drenaje". Finalmente se obtiene la precipitación diaria máxima de cálculo como,

$$P_{D, MÁX, 25} = K_T * P_{D, MÁX, ANUAL} = 1.884 * 53 = 99.852 \text{ mm}/24 \text{ h}$$

$$P_{D, MÁX, 100} = K_T * P_{D, MÁX, ANUAL} = 2.48 * 53 = 131.44 \text{ mm}/24 \text{ h}$$

Cabe aclarar, que la primera de ellas es la equivalente a un período de retorno (T) de 25 años, mientras que la segunda se corresponde a un período de retorno igual a 100 años.

En la parte del anejo dedicada a la hidrología, se determina el caudal de diseño de cada una de las obras de drenaje de la carretera. Previamente se determina la cuenca hidrológica que vierte a la carretera, en este caso, se trata de la cuenca del Turia.

La norma a seguir en el presente apartado es la 5.2-IC "Drenaje Superficial". Esta establece el periodo de retorno que se debe tomar en el cálculo del caudal de diseño en función del tipo de drenaje que se pretenda calcular. Queda resumido de la siguiente forma,

- Drenaje de plataforma y márgenes: veinticinco años (T = 25 años), salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar cincuenta años (T = 50 años).
- Drenaje transversal: se debe establecer el proyecto en un valor superior o igual a cien años (T > 100 años) que resulte compatible con los criterios particulares de la Administración Hidráulica competente.

Para llevar a cabo el cálculo del caudal de diseño ha sido necesario la delimitación de las subcuencas que afectan a la traza de la carretera, ya que si se tomaban los valores correspondientes a la cuenca del Turia se llegaba a un sobredimensionamiento. La división se recoge en la siguiente tabla,

SUBCUENCA	Superficie (km2)	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Incremento de Cota (m)	Tiempo de concentración
Barranco de la Molina	0,27	1,35	0,081	76,3	0,607523057
Barranc de la Loma	0,26	1,5	0,156	216	0,581108112
Barranco de Hoya Redonda	1,68	4,286	0,094	91,9	1,420975563
Barranci de Hoya del Moro	0,07	0,95	0,05	29,4	0,509784814
Barranco de Torda	0,09	1,025	0,031	12,6	0,591442693
Barranco de la Rambleta	0,07	1	0,075	114	0,490749216
Rambla ed Abejuela	0,48	2	0,06	39	0,867072303
Rambla de Abejuela 2	0,24	1,65	0,066	47,5	0,735691443
Cañada del Majano de las Canadillas	0,96	2,43	0,026	12	1,178520351
Cañada Honda	0,04	1	0,036	13,7	0,564187915

Ilustración 5. Características de las subcuencas (Fuente: Elaboración propia)

La determinación del tiempo de concentración queda recogida en el propio anejo 4.

La expresión que establece la norma para el cálculo del caudal por el método racional es la siguiente,

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

donde:

- Q_T (m³ /s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.
- C (adimensional): Coeficiente medio de esorrentía de la cuenca o superficie considerada.
- A (km²): Área de la cuenca o superficie considerada.
- K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

En el anejo 4 “Climatología, hidrología y drenaje” se recoge detalladamente el proceso de cálculo seguido para la determinación del caudal para cada uno de los períodos de retorno comentados anteriormente.

Para el caso de período de retorno superior a 25 años, en las cuencas del Sureste peninsular y de Levante el proceso de cálculo para el caudal de diseño es diferente del anterior. La expresión que lo regula es la siguiente,

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

donde:

- Q_T (m³ /s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- Q_{10} (m³ /s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional.
- φ (adimensional): Coeficiente propio de la región y del período de retorno considerado.
- λ (adimensional): Exponente propio de la región y del período de retorno considerado.

A modo de resumen de este apartado de hidrología, se adjuntan dos tablas tomadas del propio anejo 4 donde se recogen los valores del caudal para cada una de las cuencas de la división anterior y caudal total para cada uno de los períodos de retorno tomados.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

SUBCUENCAS	CAUDAL T = 25 años				
	I (T,tc)	C	A	Kt	Q (m ³ /s)
Barranco de la Molina	4,16765066	4,51345297	0,27	1,03689758	1,46284178
Barranc de la Loma	4,16792786	4,51345297	0,26	1,03497298	1,40614133
Barranco de Hoya Redonda	4,16375605	4,30790913	1,68	1,09976147	9,20570579
Barranci de Hoya del Moro	4,16879617	4,51345297	0,07	1,02985001	0,37678109
Barranco de Torda	4,1678169	4,51345297	0,09	1,03572432	0,48708161
Barranco de la Rambleta	4,16906362	4,51345297	0,07	1,02850283	0,37631235
Rambla de Abejuela	4,16572161	2,0712861	0,48	1,05639387	1,21533203
Rambla de Abejuela 2	4,16655172	1,7206704	0,24	1,04640916	0,50013211
Cañada del Majano de las Canadillas	4,16441589	1,7206704	0,96	1,08063631	2,06490498
Cañada Honda	4,16811695	4,51345297	0,04	1,03374755	0,2160831
TOTAL					17,3113162

Ilustración 6. Determinación del caudal para T = 25 años (Fuente: Elaboración propia)

SUBCUENCAS	DETERMINACIÓN CAUDAL T = 100 años			
	Q10	Φ	Landa	Q 100
Barranco de la Molina	0,86938068	51,63	0,6	47,47097105
Barranc de la Loma	0,83568307	51,63	0,6	46,35825567
Barranco de Hoya Redonda	5,43710162	51,63	0,6	142,6010078
Barranci de Hoya del Moro	0,22392456	51,63	0,6	21,03599999
Barranco de Torda	0,2894772	51,63	0,6	24,53978452
Barranco de la Rambleta	0,22364598	51,63	0,6	21,02029409
Rambla de Abejuela	0,61610223	51,63	0,6	38,60946568
Rambla de Abejuela 2	0,23754323	51,63	0,6	21,79454073
Cañada del Majano de las Canadillas	0,98074928	51,63	0,6	51,03133419
Cañada Honda	0,12842023	51,63	0,6	15,06892198
TOTAL				429,5305757

Ilustración 7. Determinación del caudal para T = 100 años (Fuente: Elaboración propia)

Al realizar el cálculo del caudal por el método racional se tienen dos consideraciones según la norma 5.2-IC "Drenaje superficial".

- En la zona Sureste de la península y Levante se obtienen caudales muy elevados cuando el período de retorno es superior a 25 años ya que, como se puede comprobar en este mismo apartado, se toma un método de cálculo diferente.
- A la hora de obtener el caudal total de una cuenca o varias en las que se ha dividido la cuenca principal, se obtiene un caudal sobredimensionado, ya que se suman los caudales máximos en un instante de tiempo t. lo cual no es del todo preciso ya que no es habitual que todos los caudales pico coincidan en un instante.

Para concluir este apartado, se aborda el tema correspondiente al drenaje de la infraestructura estudiada. Se divide el drenaje en dos partes, la parte de drenaje correspondiente al drenaje de superficie y la parte correspondiente al drenaje transversal.

El drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera comprende la recogida, conducción y desagüe de los caudales de escorrentía procedentes de las cuencas secundarias, así como de los caudales captados por el drenaje subterráneo. El drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera se estructura constituyendo redes de drenaje, donde cada una de las cuales consiste en una sucesión de elementos y sistemas, convenientemente conectados entre sí, que termina en un punto de vertido.

El objeto del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno una vez ejecutadas las obras, permitiendo el paso del caudal de proyecto a su través. Los caudales de proyecto a considerar son los correspondientes a las cuencas principales. El drenaje transversal se puede conseguir de dos maneras:

- Puente: Obra de paso que soporta cualquier tipo de vía.
- Obra de drenaje transversal (ODT): Obra de sección cerrada con función estructural. Normalmente responde a las tipologías de tubo o marco y sus dimensiones son inferiores a las de los puentes.

En concreto, con lo referente al drenaje específico de la alternativa mejor valorada del anejo 7 "Estudio de alternativas y diseño geométrico del firme" cabe destacar que, con el fin de canalizar el caudal de agua de la superficie en sentido longitudinal a la plataforma, se pretende colocar cunetas triangulares de hormigón de manera que permitan la correcta evacuación de agua según las dimensiones con las que han sido proyectadas.

En todas aquellas secciones donde el drenaje longitudinal resulte insuficiente o necesite ser respaldado para el correcto funcionamiento de la estructura proyectada, se añadirán obras de drenaje transversal (ODT) captando el flujo natural de aguas superficiales. Estos tubos de drenaje se pueden colocar de varias formas en la sección transversal, de manera que recojan y canalicen el mayor volumen de agua posible, mejorando la estabilidad de la vía y aumenta la vida útil.

Cabe recalcar, que tal y como se ha comprobado, la vía actual no presenta problemas de drenaje, por ello, se ha seguido la misma tipología de drenaje en la alternativa, ya que, debido a las limitaciones del presente estudio, no se ha podido llevar a cabo un estudio detallado de la capacidad de drenaje de los elementos actuales y la posibilidad de mejorarlos, y puesto a que no se tiene información acerca de problemas en el paso del flujo de agua natural, se ha decidido proyectar de esta manera, teniendo presente, que en el caso de ejecutar las obras, sería necesario llevar a cabo un estudio más detallado del drenaje de la carretera.

A lo largo de la traza de la carretera se tienen dos secciones donde se determinó en la tabla de la ilustración 10 del anejo 7 la imposibilidad de llevar a cabo actuaciones por la orografía. En estas se pretende realizar el drenaje de forma transversal con obras de drenaje transversal (ODT).

Para entrar en detalle con los aspectos tratados en el apartado 6 de este documento se ha desarrollado el correspondiente anejo de climatología, hidrología y drenaje, con el número 4.

7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Mediante el estudio de alternativas, se pretende buscar una serie de soluciones o parámetros de mejora para la actual CV-345, a su paso entre los municipios de Higuieruelas y La Yesa, con el fin de mejorar algunas de las deficiencias observables que hacen de la conducción menos cómoda, segura y confortable para los usuarios.

El punto de partida de este proyecto va a ser tratar de aprovechar la infraestructura existente con el fin de reducir el coste de la obra, siempre que se posible, tratando de hacer una conducción más cómoda y segura.

Para el desarrollo de este apartado se han seguido los criterios de la norma 3.1-IC, y ha sido necesario el empleo de las herramientas informáticas AutoCAD Civil 3D y Excel.

El trazado en planta es una sucesión de rectas y arcos unidos mediante curvas de acuerdos que pueden no estar presentes.

La propia norma explica que para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción, se procurará limitar las longitudes mínimas de las alineaciones rectas. Asimismo, para evitar problemas relacionados con el cansancio, los deslumbramientos, los excesos de velocidad, se procurará limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas.

A continuación, se adjuntan unas tablas donde se recoge las dimensiones en planta y en alzado de los acuerdos obtenidas de la norma 3.1-IC.

DIMENSIONES EN PLANTA				
LONGITUD			RADIO	PERALTE
MÁXIMA	MÍNIMA		MÍNIMO	MÁXIMO
	CURVA S	CURVA C		%
1002	83	167	130	7

Ilustración 8. Dimensiones en planta Norma 3.1-IC (Fuente: Elaboración propia)

Cabe destacar que, puesto que se pretende aprovechar parte de la infraestructura existente, en las alternativas planteadas no se pretende aumentar la velocidad de proyecto, ya que el aumento de esta supone la mayor inadecuación de los elementos viarios que componen la traza actual de la CV-345.

El trazado en alzado de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de la rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola). La definición del trazado en alzado se referirá a un eje que fija un punto en cada sección transversal cuya definición viene expuesta en la norma en función de las características de la vía en estudio, en el caso de carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, se considera como eje de la vía el centro de la calzada, sin tener en cuenta eventualmente carriles adicionales, es decir, la marca vial de separación entre carriles.

Los valores de inclinación de la rasante vienen determinados en una serie de tablas en la norma, en función de la velocidad de proyecto y de la tipología de vía. Para el caso de carreteras convencionales y multicarril la tabla recogida en la norma es,

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

Ilustración 9. Valores de inclinación de las rasantes (Fuente: Norma 3.1-IC)

En cuanto a los acuerdos verticales, en la siguiente tabla, obtenida de la norma empleada en el desarrollo de este apartado, se establecen los parámetros mínimos que estos deben tener para garantizar la visibilidad de parada y de adelantamiento favoreciendo la seguridad vial. La vía en estudio, tal y como ya se ha comentado, está encuadrada en el grupo 3 de carreteras y con una velocidad de proyecto de 60 km/h.

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento	K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento
3	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
	70	1 400	2 000	2 300	4 400
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

Ilustración 10. Parámetros mínimos de los acuerdos verticales en carreteras tipo 3 (Fuente: Norma 3.1-IC)

En cuanto al tema referente a la sección transversal, la norma incluye una tabla donde recoge las dimensiones de los elementos que la componen en función del tipo de vía.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Ilustración 11. Dimensiones de la sección transversal (Fuente: Norma 3.1-IC)

Tras llevar a cabo la definición de los criterios de diseño de la norma vigente de diseño geométrico de carreteras y teniendo en cuenta el punto de partida de este estudio de alternativas, tratar de aprovechar la infraestructura existente con el fin de economizar las obras, se plantean cuatro grupos de alternativas, donde cada grupo aumenta las modificaciones sobre el anterior y, por tanto, una vez todos planteados habrá que valorar cual es el más eficiente y desarrollar dicha alternativa.

1. **Alternativa 0:** No hacer nada.
2. **Alternativa 1:** Mejora del firme y estudio de la señalización.
3. **Alternativa 2:** Mejora del firme y señalización + aumento ancho sección transversal.
4. **Alternativa 3:** Mejora del firme y señalización + aumento ancho de la sección transversal + cambio de trazado.

En el anejo 7 “Estudio de alternativas y diseño geométrico” se entra en detalle en la justificación de cada una de las alternativas planteadas. Además, se estudia la posibilidad de realizar algún tipo de actuación en base a los condicionante orográficos que presenta el terreno próximo a la traza de la carretera, concretamente en la ilustración 9 y 10 se recoge una tabla donde se expone este tema y el estado actual de la sección transversal.

Por otro lado, para aquellas alternativas que lo requiriesen por las actuaciones que plantean, se ha llevado una cubicación donde se recoge el movimiento de tierras relativo a desmontes y terraplenes. Para ello, se han utilizado modelos digitales del terreno (MDT) y la herramienta informática AutoCAD Civil 3D.

Para cada una de las alternativas que presentan alguna variación de trazado frente al trazado actual de la CV-345, en concreto las que se corresponden con el nombre de alternativa 3 (3.4.1. y 3.4.2.), se ha llevado a cabo el diseño tanto en planta como en alzado según la norma de trazado 3.1-IC, por tanto, la comprobación de la adecuación a la normativa es inmediata.

En el caso de la cubicación de las dos últimas alternativas planteadas, aparecen dos filas en la tabla que recoge el cálculo. La primera de ellas se corresponde al movimiento de tierras correspondiente a la parte donde se proyecta una modificación de trazado, mientras que la segunda de estas se refiere a la parte donde se adapta el trazado de la alternativa al trazado actual de la CV-345 y donde es posible llevar a cabo las actuaciones correspondientes a la ampliación de la sección transversal. Cabe explicar que estas zonas de la traza en las que se pretende solo abordar la ampliación de la sección transversal se corresponden con todas las zonas del trazado actual en las que no se plantea una modificación de trazado en la alternativa correspondiente, y sí es posible llevar a cabo actuaciones en dicha zona, según la tabla correspondiente a la ilustración 9 y 10 del propio anejo 7.

7.1. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Con el fin de decantarse por una alternativa o por otro, se ha desarrollado una matriz multicriterio en la que se valoren distintos aspectos con el fin de obtener la alternativa de las planteadas que mejor solución plantee para el caso presente.

A la hora de valorar las distintas alternativas y llegar a la conclusión de cuál de ellas es la más apropiada para el caso en estudio, hay una variedad de criterios posibles a elección del proyectista. Los que se han seguido en el presente caso son,

- **Impacto ambiental:** Uno de los principales factores a tener en cuenta en el caso de cualquier construcción que tenga efecto sobre el medio ambiente es el posible estudio de impacto ambiental. Un estudio de impacto ambiental es un documento en el que se detalla, con informes técnicos e investigaciones el alcance que un determinado proyecto tiene sobre el medio ambiente.
- **Seguridad vial:** Una infraestructura viaria ha de ser proyectada desde el punto de vista de la seguridad de los usuarios, para ello se debe comprobar la adecuación a las prescripciones de la norma 3.1-IC en cuanto al trazado en alzado, en planta y la visibilidad.
- **Económico:** El condicionante económico es, junto al de impacto ambiental, uno de los factores más relevantes para determinar la viabilidad de cualquier obra, por ello será uno de los factores cuyo peso en la valoración de las alternativas planteadas sea de los más grandes.
- **Funcionalidad:** En este criterio de selección se pretende evaluar la eficiencia de las alternativas planteadas, ponderando desde la mejora del nuevo recorrido en cuanto al tiempo que necesitan los usuarios para recorrer el mismo recorrido que presenta actualmente la CV-345, es decir, el tiempo que le ocupa a cualquier usuario que circule dentro de la velocidad de operación delimitada por la norma recorrer el tramo Higuieruelas-La Yesa, hasta la utilización de las infraestructuras ya existente en la vía.

Para llevarlo a cabo, ha sido necesario el empleo del trazado en planta y en alzado de la traza actual de la CV-345 y de las alternativas planteadas que presenten alguna modificación de trazado, además de la determinación de las estructuras existentes en la vía. En el anejo 7 queda definida la puntuación asignada en cada uno de los criterios para cada una de las alternativas planteadas. La ponderación de cada uno de los cuatro criterios planteados es la siguiente,

- Impacto ambiental: 30 %
- Seguridad vial: 25%
- Economía: 35 %
- Funcionalidad: 10 %

A continuación, se adjunta la tabla en la que se resume la puntuación final para cada una de las alternativas, ponderada y sin ponderar.

VALORACIÓN FINAL		
	SUMA CRITERIOS	SUMA PONDERADA
ALTERNATIVA 1	22.5	6.45
ALTERNATIVA 2	22.5	6.45
ALTERNATIVA 3	21.5	6.075
ALTERNATIVA 4	24.25	6.55
ALTERNATIVA 5	25.5	6.65

Ilustración 12. Valoración de las alternativas (Fuente: Elaboración propia)

Por tanto, la alternativa que obtiene la mejor valoración de las propuestas en este anejo es la alternativa 5, por tanto, se puede afirmar que llevando a cabo la realización de esta alternativa se podría llegar a tener el mayor nivel de seguridad y comodidad en la CV-345.

7.2. SOLUCIÓN DEFINITIVA

Surge la necesidad de comentar la alternativa que se ha valorado como la más apropiada para llevar a cabo las actuaciones necesarias para la mejora de los criterios de seguridad y comodidad. Esta alternativa es la segunda que plantea modificación de trazado, es decir, la última que se plantea en el anejo 7, concretamente la correspondiente al apartado 3.4.2.

En esta segunda variación de trazado, se propone una alternativa única del trazado actual de la carretera, pero a gran escala. En esta se pretende llevar a cabo una modificación general del actual trazado con el fin de adecuar la CV-345 a la norma de trazado 3.1-IC y hacer un trazado más cómodo y seguro, reduciendo así el número de distracciones y accidentes en la carretera, favoreciendo la seguridad vial.

Esta nueva alternativa, presenta una modificación que tiene su origen en el P.K. 23+900 y se extiende hasta el P.K. 40+000, punto muy próximo al final de la carretera y al término municipal de La Yesa.

La primera parte de esta alternativa, la cual se encuentra adaptada al trazado actual de la CV-345, incluyendo únicamente actuaciones sobre la sección transversal, se ha

decidido no llevar a cabo ninguna modificación de trazado con el fin de adaptarla completamente a los criterios que recoge la norma 3.1-IC porque se ha buscado establecer un equilibrio entre la seguridad vial y el criterio económico y el de impacto ambiental.

Todo esto se debe a que esta primera parte del trazado, aunque no se adapta totalmente a los criterios de la Instrucción de Carreteras, difiere de estos en zonas puntuales y se puede pensar en actuar sobre la señalización en dichas zonas en lugar de plantear una modificación de trazado que suponga un aumento del impacto ambiental que ya plantea esta alternativa y un aumento del factor económico de esta alternativa. De esta manera, se busca un equilibrio entre los criterios de seguridad vial y funcionalidad frente al económico y de impacto ambiental, de tal forma que, a costa de no conseguir una seguridad vial sin ninguna deficiencia, se presenten pequeñas deficiencias en el trazado, pero se consiga reducir el impacto ambiental y el coste de la obra, buscando la eficiencia en todos los sentidos y planteando una alternativa novedosa.

Esta alternativa trata de aprovechar la única estructura existente en la totalidad del trazado, el paso superior situado entre el P.K. 32+000 y el P.K. 33+000.

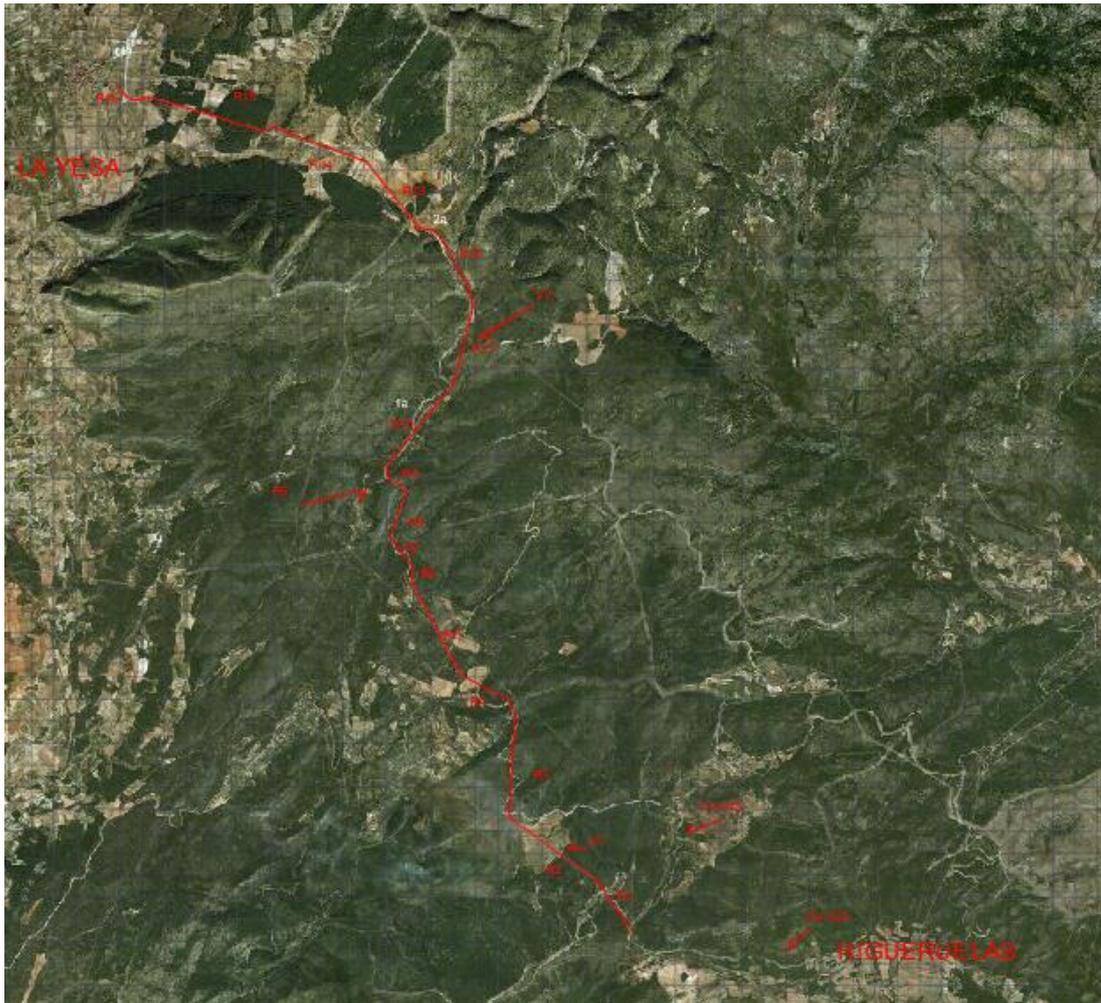


Ilustración 13. Alternativa 3.4.2. entre P.K. 23+900 Y P.K. 40+000 (Fuente: Elaboración propia)

En el documento número 2 “Planos” se recoge con detalle el recorrido planteado por esta nueva alternativa y se han elaborado los perfiles longitudinales correspondientes a este trazado, así como, una sección tipo de la plataforma.

Como es evidente, el movimiento de tierras que plantea esta alternativa es el que mayor volumen de material representa, por plantear la mayor modificación de trazado de las alternativas.

ALTERNATIVA 3.4.2. MODIFICACIÓN DE TRAZADO 2			
SECCIÓN	DESMONTE (m3)	TERRAPLÉN (m3)	VOLÚMEN NETO (m3)
MODIFICACIÓN DE TRAZADO 2	1025707,55	218471,3	807236,25
SOLO AMPLIACIÓN SECCIÓN T	40700	0	40700

Ilustración 14. Movimiento de tierras alternativa 3.4.2. (Fuente: Elaboración propia)

Por las características deterioradas del material de la traza de la carretera, el material obtenido de desmonte deberá ser retirado a un vertedero legalmente autorizado lo más próximo a la zona de las obras. El material de terraplén se deberá

obtener de algún préstamo cercano a la carretera, en concreto, se necesitará material seleccionado.

En el anejo 7 “Estudio de alternativas y diseño geométrico” se tiene toda esta información adjuntada en este apartado de manera más precisa y con mayor detalle en el cálculo y en las explicaciones. Además, se cuenta con un total de 4 apéndices en los que se recoge:

1. Un listado de coordenadas para cada P.K. de manera que se consigue la correcta ubicación en la traza actual de la CV-345.
2. Los perfiles longitudinales correspondientes a las modificaciones de trazado de cada alternativa que presenta alguna modificación.
3. Las dimensiones de los elementos de las alternativas que se han proyectado con alguna variación de trazado.
4. Los distintos procesos de cálculo seguidos en el presente apartado.

8. DISEÑO DEL FIRME

En el siguiente apartado se pretende analizar, determinar y justificar la tipología de firme más apropiada para llevar a cabo las obras de la infraestructura objeto del estudio, CV-345, a su paso por los municipios de Higuieruelas y La Yesa. Desde un punto de vista técnico, económico y tratando de generar el menor impacto ambiental y visual, se estudiarán las distintas alternativas para el paquete de firme de las obras de acondicionamiento y de las variaciones de trazado que se propongan.

8.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA EXPLANADA

El punto de partida del proceso de dimensionamiento del firme consiste en determinar la tipología de explanada que se puede conseguir, en función del terreno disponible en la traza de la carretera. Una vez determinada la explanada se procederá al cálculo del paquete de firme, conjunto de capas que conforman la parte superior del conjunto de materiales y deben asegurar una rodadura segura, cómoda y permitir el drenaje de la plataforma. Es por ello, que la norma recomienda el dimensionamiento de firmes flexibles en lugar de los rígidos ya que estos presentan menos problemas de rotura, concretamente de fisuración, y de comodidad para el usuario de la vía. Por último, se determinará la mezcla bituminosa y los riegos aplicables a este con el fin de mejorar sus características.

La normativa en vigor para las operaciones que se van a desarrollar en este apartado es la Norma 6.1-IC “Secciones de Firme”.

Según las categorías de explanada que propone el PG-3, para el caso del terreno que se presente como base de las obras, roca, se clasifica la explanada del tipo E3, es decir, la categoría de explanada de mayor calidad.

Una vez definida la explanada, la normativa establece distintas posibilidades en función del tipo de suelo sobre el que apoya la misma. En el caso de la CV-345, por tratarse de roca y una categoría de explanada del tipo E3, la normativa expone que se debe materializar la explanada como una capa de 15 cm de hormigón en masa.

8.2. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

Una vez determinada la explanada se procede a llevar a cabo el proceso de dimensionamiento del firme. La determinación del conjunto de capas que conforman el paquete de firme está condicionada por varios factores, entre otros cabe destacar los más relevantes, categoría de tráfico, explanada, clima, materiales disponibles, aspectos económicos y medio ambientales.

En el diseño del firme se considerará únicamente el tráfico pesado que queda categorizado según la categoría de tráfico correspondiente a la carretera. El carril de proyecto será aquel que soporte mayores cargas de tráfico, es decir, para el que se prevea un mayor tráfico de proyecto. En carreteras de calzada única, dos carriles y doble sentido de circulación, como en el caso de la CV-345, se puede tomar como carril de proyecto cualquiera de los dos siempre que no exista un desequilibrio manifiesto de las cargas entre ambos sentidos de circulación.

Para el caso de la categoría de tráfico que se determinó en el anejo 3 "Estudio de tráfico", T41, y para la explanada del tipo E3, la norma establece tres posibilidades para el paquete de firme.

- Opción 4131: se compone de una capa de zahorra artificial (ZA) de 20 cm y una capa de mezcla bituminosa (MB) de 10 cm.
- Opción 4132: se compone de una capa de suelo cemento (SC) de 20 cm y una capa de mezcla bituminosa (MB) de 8 cm.
- Opción 4134: se compone de una capa única de hormigón de firme (HF) de 20 cm.

Finalmente se determina que el paquete de firme a disponer en la vía objeto del estudio es el compuesto por una capa de 20 cm de zahorra artificial, procedente de alguna de las explotaciones próximas a la traza de la carretera, y una capa de mezcla bituminosa de 10 cm.

8.3. ELECCION DE LA MEZCLA BITUMINOSA

La capa de mezcla bituminosa está compuesta por,

- 3 cm de capa de rodadura de una mezcla discontinua en caliente del tipo M o F
- 7 cm de capa base del tipo mezcla bituminosa en caliente S y G.

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

Ilustración 15. Espesores de capas de mezcla bituminosa en caliente (Fuente: Norma 6.1.-IC "Secciones de Firme")

8.4. TABLA RESÚMEN DEL DIMENSIONAMIENTO

A continuación, se incluye una tabla donde se recoge el dimensionamiento del firme.

	CAPA	MATERIAL	ESPESOR
SECCIÓN FIRME	Rodadura	MB en caliente tipo AC 16 surf S	3 cm
	Riego de adherencia	Emulsion bituminosa tipo C60B2 ADH	
	Base	MB en caliente tipo AC 32 base G	7 cm
	Riego de imprimación	Emulsion bituminosa tipo C50BF5 IMP	
	Capa granular	Zahorra artificial en una capa	20 cm
	Explanada	Capa de hormigón en mas de 20 Mpa	15 cm
	Suelo de la traza	Roca	

Ilustración 16. Diseño del firme (Fuente: Elaboración propia)

En la construcción de la carretera se va a utilizar dos tipos de riegos, riegos de imprimación y riegos de adherencia.

9. VERTEDEROS

Tal y como ya se ha comentado, la construcción de la obra requiere movimiento de tierras a lo largo de la traza de la carretera. Tal y como se comentó en el anejo 5 "Geología y Geotecnia" el material que se obtiene de los desmontes no es adecuado para su utilización en terraplenes o en la explanada, por ello surge la necesidad de determinar algún vertedero autorizado donde efectuar el transporte de este material excedente.

En la zona donde están enmarcadas las obras existen vertederos, los cuales están situados a una distancia importante para este tipo de actuaciones.

El vertedero más próximo a la zona de actuación es el vertedero de Pedralba, a unos 30 km de Higuieruelas, se tiene otro vertedero en Paterna, a unos 60 km de Higuieruelas. Debido a la poca variedad de vertederos próximos a la zona, por cercanía se ha seleccionado el vertedero situado en la población de Pedralba como emplazamiento definitivo del material excedente. Se ha tenido en cuenta a la hora de realizar la valoración económica de las obras, la distancia a la que se encuentra el mismo respecto del emplazamiento de la obra.

10. PRÉSTAMOS

La ejecución de las obras que se proyectan supone la creación de terraplenes en los que se sustente la plataforma de la vía. Tal y como ya se ha comentado, el material obtenido de desmontes no es adecuado para esta función, por ello, es necesario disponer de explotaciones o préstamos de los que obtener el material adecuado a las características geométricas y portantes de soporte de la explanada que sustentará la carretera.

El criterio de elección de la cantera que sirva para la aportación de este material ha sido la distancia a las obras. Puesto que en el propio término municipal de Higuieruelas se dispone de una cantera, el material de préstamo se va a obtener de este emplazamiento.



Ilustración 17. Ubicación de la cantera (Fuente: Google Maps)

En la imagen de la ilustración 17 se incluye la ubicación del préstamo del que se va a obtener el material necesario para la formación de los terraplenes.

También se obtendrá la zorra artificial ZA25 correspondiente a la sección del firme que permita la correcta sustentación de las diversas capas del firme de la sección transversal.

Se debe contrastar la existencia de volumen suficiente de los materiales necesarios a obtener del préstamo.

11. PLANTAS DE AGLOMERADO

Debido a las características que se presentan los trabajos con aglomerados es necesario determinar la planta de aglomerados más próxima a la ubicación de las obras con el fin de poder llevar a cabo la ejecución de las capas de mezcla bituminosa del firme.

Se dispone de dos capas de mezcla bituminosa de diferente tipología y espesor,

- 3 cm de capa de rodadura del tipo AC16 surf S
- 7 cm de capa base del tipo AC32 base G

Además, para la ejecución de las distintas capas se va a disponer de riegos entre estas, por tanto, es necesario que la empresa disponga de medios suficientes para la puesta en obra de dichos riegos.

La planta de aglomerado más próxima a la ubicación de las obras que satisface las necesidades requeridas por las actuaciones planteadas, es la planta de Bétera de la

empresa Hormigones Belí, encargada del reparto de hormigón y aglomerados al norte y centro de la comunidad valenciana.

El hormigón en masa a disponer para formar la explanada se obtendrá de esta misma empresa.

12. SEÑALIZACIÓN

La señalización persigue cuatro objetivos fundamentales:

- Aumentar la seguridad de la circulación.
- Aumentar la eficacia de la circulación.
- Aumentar la comodidad de la circulación.
- Facilitar la orientación de los conductores

Para el estudio de la señalización se han seguido las prescripciones de los artículos 8.1. y 8.2. de la Instrucción de Carreteras, para la señalización vertical y para la horizontal respectivamente.

12.1. SEÑALIZACION VERTICAL

Para el caso de la señalización vertical la norma establece unas dimensiones que deben tener los elementos que la componen a lo largo de la traza de la carretera, en función de la plataforma de la carretera, en concreto, de la existencia de arcén.

Puesto que las alternativas se han planteado con un arcén de 1.5 metros, las dimensiones de los elementos son las siguientes.

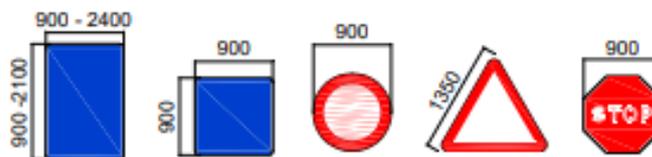


Ilustración 18. Dimensiones para señales de contenido fijo para carreteras con arcén (Fuente: Norma 8.1-IC)

En cuanto a la altura de las señales, será igual a vez y media su anchura. No obstante, las dimensiones concretas de cada señal vienen establecidas por el Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras.

Las dimensiones de los paneles complementarios se deducirán del tamaño de la señal a la que complementan, siendo su anchura igual al lado de las señales triangulares y cuadradas, a la anchura de las señales rectangulares o al diámetro de las circulares.

El tema del posicionamiento de las señales se trata en el apartado 4.4. de la norma 8.1-IC.

Las señales de advertencia de peligro se colocarán entre 150 y 250 m antes de la sección donde se pueda encontrar el peligro que anuncien. Las señales de reglamentación se situarán en la sección donde empiece su aplicación, reiterándose a intervalos correspondientes a un tiempo de recorrido del orden de un minuto. Como mínimo, las señales se distanciarán entre sí 50 metros para dar tiempo al conductor a percibir las, analizarlas, decidir y actuar en consecuencia.

Por otro lado, en cuanto al posicionamiento transversal, Las señales de contenido fijo se colocarán en el margen derecho de la plataforma, y también en el margen izquierdo si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha. Estas señales se colocarán en puntos en los que no interfieran con ningún elemento del entorno viario como accesos a fincas, vías pecuarias, entre otros. Las señales y carteles situados en los márgenes de la plataforma se colocarán de forma que su borde más próximo diste al menos 2.5 metros en el caso de vías con arcenes.

Los carteles deben tener una altura mínima de 1.8 metros en los tramos donde el arcén tendrá un ancho mínimo de 1.5 metros, mientras que en los tramos donde no exista arcén, la altura de los carteles puede reducirse hasta los 1.5 metros. En los tramos proyectados en las alternativas se estará en el primer caso, excepto en los que se ha indicado que se adaptará al trazado actual de la CV-345, concretamente la zona enmarcada entre el P.K. 32+000 y el P.K. 33+000, donde se tenía el paso superior.

La señalización referida a las glorietas se encuentra recogida en el anejo 10 "Señalización y Balizamiento". También se trata el tema correspondiente a la señalización específica.

Para el caso de la velocidad máxima, la norma establece que para que las señales de limitación de velocidad sean respetadas y exigibles, las limitaciones de velocidad exigidas en estas deben parecer razonables, y no innecesariamente restrictivas. Las señales de velocidad limitada R-301 o recomendada S-7 se considerarán de aplicación a partir de la sección en la que estén instaladas. Por lo tanto, la primera señal deberá ser vista desde una distancia tal que a su altura la velocidad haya disminuido desde la de aproximación a un valor no superior al por ella indicado.



Ilustración 19. Señal vertical R-301 con panel complementario (Fuente: Norma 8.1-IC)

Para el caso de la alternativa mejor puntuada en el anejo 7 “Estudio de alternativas y diseño geométrico” se adjunta en dicho anejo una tabla donde se refleja la ubicación de las limitaciones de velocidad para cada sentido de circulación.

En cuanto a la señalización específica de adelantamiento, al principio de un tramo de prohibición del adelantamiento se situarán dos señales R-305, una a cada lado de la calzada, y en su final una señal R-502, las zonas de preaviso se delimitarán con marcas viales pintadas en el firme, recogidas en la Norma 8.2-IC.

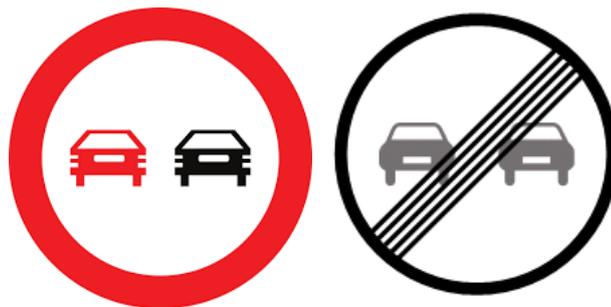


Ilustración 19. Señal vertical R-305 y R-502 (Fuente: Norma 8.1-IC)

La señalización vertical respectiva a los adelantamientos debe ser complementada con la correspondiente señalización horizontal de la Norma 8.2-IC, es decir, mediante marcas viales sobre el firme.

Puesto que la vía objeto del estudio es una carretera convencional con dos sentidos de circulación y un solo carril para cada sentido de circulación es necesario determinar los tramos en los que está permitido el adelantamiento de la forma anterior.

Los emplazamientos calificados de interés turístico que se encuentren en las proximidades de la vía, ya sea lugares de interés cultural, destinos naturales y ofertas de sol y playa, se señalizarán de acuerdo con lo especificado en el “Sistema de Señalización Turística Homologada” (SISTHO), de la Red de Carreteras del Estado.



Ilustración 20. Señal vertical de punto de interés (Fuente. Norma 8.1-IC)

12.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

En cuanto a las marcas longitudinales discontinuas, se emplea para indicar que ningún conductor debe circular con su vehículo sobre ella, salvo cuando sea necesario y la seguridad de la circulación lo permita. Por ello, cuando en un tramo de vía se emplean este tipo de señales sobre el pavimento, se entiende que se ha comprobado que las características de visibilidad satisfacen los requisitos mínimos para que las operaciones que estas permiten se puedan llevar a cabo con seguridad.

En el caso de las alternativas planteadas, como la velocidad permitida en todo el recorrido de la vía está enmarcada en el intervalo $60 \text{ km/h} < VM < 100 \text{ km/h}$, el esquema de marca vial a colocar en estas es el M-1.2. Este esquema establece un tramo de separación entre marcas de 9 metros, y una longitud de marcas viales de 3.5 metros con un grosor de 10 centímetros.

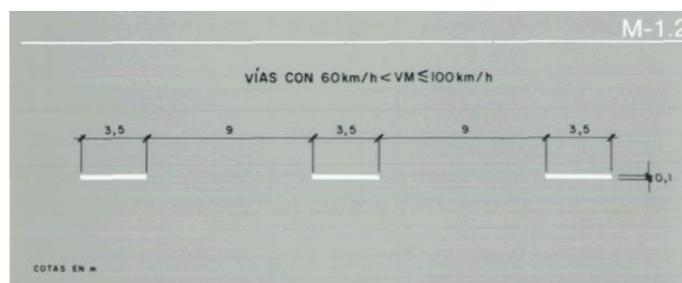


Ilustración 21. Esquema de marca vial M-1.2 (Fuente: Norma 8.2-IC)

Cuando la marca tenga por objeto avisar de la presencia de una marca longitudinal continua que prohíba el adelantamiento, el esquema a emplear es el siguiente.

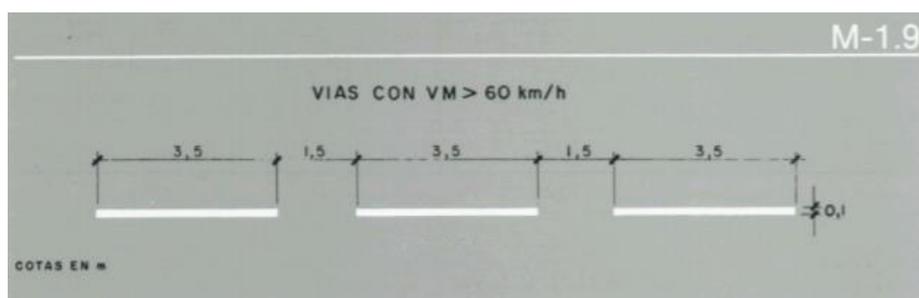


Ilustración 22. Esquema de marca vial M-1.9 (Fuente: Norma 8.2-IC)

Por último, la línea longitudinal discontinua deberá sustituir a la continua cuando se permita cruzarla para cambiar de dirección o utilizar un acceso.

En cuanto a la marca longitudinal continua sobre la calzada significa que ningún conductor, con su vehículo, debe atravesarla ni circular sobre ella, ni cuando la marca separe los dos sentidos de circulación, circular por la izquierda de la misma. Una marca longitudinal constituida por dos líneas continuas tiene el mismo significado. Se excluyen de este significado las líneas continuas de borde de calzada.

Una marca longitudinal continua deberá tener al menos 20 m de longitud. Se deberá restringir al máximo el uso y longitud de la marca continua, para favorecer la flexibilidad de la circulación y preservar el valor prohibitivo de esta marca. Se deberá considerar siempre la posibilidad de reducirla o eliminarla a través de otra opción.

La longitud de estas marcas viales depende de las características geométricas del tramo, así como de la velocidad. En la Instrucción de Carreteras se adjuntan unas tablas en las que se indica la distancia de visibilidad necesaria (DVN) para no iniciar la marca continua de prohibición de adelantamiento o para finalizarla.

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	50	75	100	130	165	205	250

Ilustración 23. Distancia de visibilidad necesaria para no iniciar la marca continua (Fuente: Norma 8.2-IC)

También se adjunta una tabla en la que se introduce la distancia de visibilidad necesaria (DVN) para finalizar la marca continua de prohibición.

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	145	180	225	265	310	355	395

Ilustración 24. Distancia de visibilidad necesaria para finalizar la marca continua (Fuente: Norma 8.2-IC)

La marca vial que indica la norma como apropiada para estas funciones es la M-2.2, queda representada en el esquema siguiente,

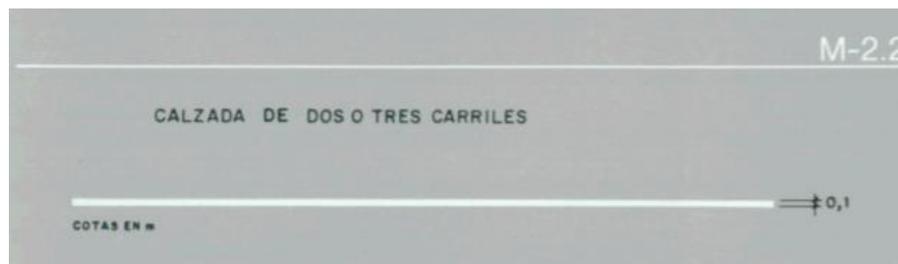


Ilustración 23. Marca vial continua M-2.2 (Fuente: Norma 8.2-IC)

Puesto que en la vía se ha determinado que la velocidad máxima es de 90 km/h, se definirá la existencia de marca continua en todas aquellas zonas en las que la distancia de visibilidad sea menor a 205 metros, y para poder finalizar dicha señal horizontal se ha de disponer de una distancia de visibilidad de al menos 355 metros.

En el correspondiente apartado de señalización horizontal se dispone de una tabla donde se recogen los puntos donde se dispone una línea continua y la velocidad máxima que se permite en dicho tramo.

Siguiendo con el desarrollo de la señalización horizontal, también se dispone a lo largo del trazado de marcas transversales discontinuas. Esta restricción puede estar impuesta por varias razones, tales como, una señal de detención obligatoria, un STOP, un paso para peatones, una señal de prohibido pasar sin detenerse o un semáforo entre otros.

A lo largo del desarrollo de la traza de la carretera, se puede observar la existencia de diversos accesos, por tanto, es necesario colocar la señalización horizontal transversal en los puntos en los que los caminos secundarios intersecan con la traza de la carretera. Para llevar a cabo esta señalización se emplea la marca M-6.4 colocada en propios accesos a la vía que estén asfaltados.

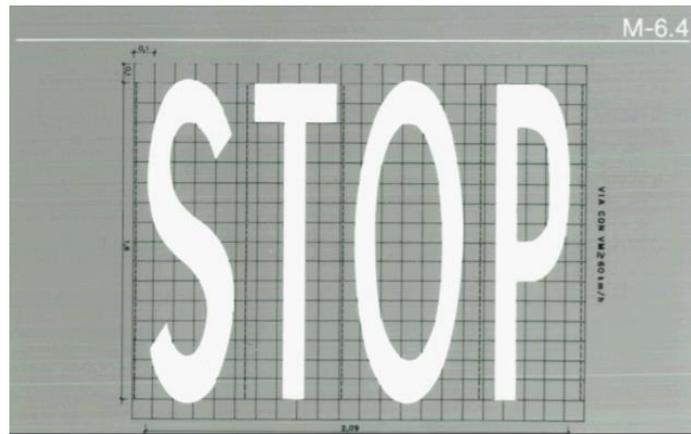


Ilustración 24. Marca transversal M-6.4 (Fuente: Norma 8.2-IC)

En la totalidad de la traza de la carretera objeto del estudio se dispone de una única rotonda en las proximidades de Higuieruelas, puesto que la zona de la rotonda ha sido fruto de actuaciones recientes, el presente documento partirá del P.K. 20+000, situado aproximadamente a 200 metros de la rotonda, por ello, se determina que la rotonda está correctamente señalizada. Aun así, la instrucción indica que la entrada a una rotonda debe estar señalizada mediante señales horizontales denominadas M-6.5, es decir, marcas viales de ceder el paso, situadas a 5 o 10 metros del lugar donde se deba ceder el paso.

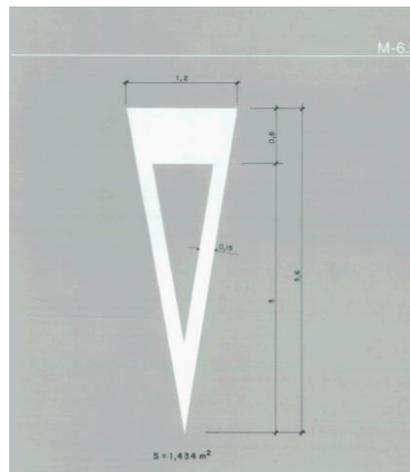


Ilustración 25. Marca transversal M-6.5 (Fuente: Norma 8.2-IC)

Por último, las zonas de preaviso deberán disponerse a partir de la sección en que la distancia de visibilidad disponible sea inferior a la necesaria incluida en la tabla de la siguiente ilustración en función de la velocidad máxima permitida en el tramo.

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	185	230	270	310	350	390	435

Ilustración 26. Distancia de visibilidad necesaria al principio de una zona de preaviso (Fuente: Norma 8.2-IC)

13. PROGRAMA DE TRABAJOS

El programa de trabajos es fundamental en todo proyecto con el objetivo de planificar, organizar y controlar la buena marcha del desarrollo de las obras. Los objetivos que este plantee deben ser fácilmente cuantificables y se deben poder contrastar con los resultados del estudio y diseño de la carretera una vez finalizados.

A continuación, se detalla un listado de las actividades que se van a desarrollar con el fin de ejecutar las obras de la alternativa planteada.

1. Replanteo y señalización.
2. Desbroce y demoliciones.
3. Movimiento de tierras.
4. Gestión de residuos.
5. Drenaje.
6. Formación de la explanada.
7. Construcción del firme (Zahorra artificial compactada y mezcla bituminosa base y rodadura.
8. Señalización vertical y Balizamiento.
9. Señalización horizontal
10. Reposición de servicios.
11. Remates, limpieza y varios.
12. Medias de impacto ambiental.
13. Seguridad y salud.
14. Control de calidad.

Para el completo desarrollo de este apartado, en el anejo 11 "Programa de trabajos" se ha incluido un diagrama de Gantt donde se tiene el listado de actividades anterior con la valoración temporal correspondiente al mismo.

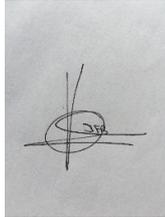
14. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, mediante el presente documento “Estudio de alternativas para el acondicionamiento de la CV-345 a su paso por los municipios de Higuieruelas y La Yesa (Valencia)” se proponen las deficiencias del trazado actual y una serie de actuaciones de mejora de las condiciones que presenta el trazado actual con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y comodidad de la vía.

El nuevo diseño ha sido diseñado según las premisas de la Instrucción de Carreteras en los distintos artículos que se han ido comentando en el desarrollo de cada apartado, proporcionando una gran mejora de la seguridad vial, teniendo en cuenta el impacto ambiental generado y el aspecto económico, proporcionando unas condiciones de seguridad y comodidad adecuadas para los usuarios de la infraestructura viaria.

Junio de 2018, Valencia

Firmado:

A square image containing a handwritten signature in black ink. The signature is stylized and appears to be 'JFB'.

Juanjo Fabra Beneito

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

- Norma 3.1.-IC Trazado, Instrucción de Carreteras.
- Emplazamiento web de Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana.
- Sitio web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Página web del "Institut Cartogràfic Valencià (ICV)" de la Generalitat Valenciana.
- Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) del IGN.
- Base Topográfica Nacional del IGN.
- Emplazamiento web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España.
- Norma 5.2.-IC "Drenaje superficial", Instrucción de carreteras.
- Sitio web de la Generalitat Valenciana (GVA)
- Página web de la Diputación de Valencia (DIVAL)
- Boletín Oficial del Estado publicado en 2010 en la "Instrucción sobre medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras, carreteras y aeropuertos del ministerio de fomento".
- Norma 6.1-IC "Secciones de firme", Instrucción de carreteras.
- "Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010)".
- Sitio web del Instituto Geológico y Minero Nacional (IGME).
- Mapa Geológico Nacional del Instituto Geológico y Minero Nacional (IGME).
- PG-3.
- "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación".
- Listado ZEPA de la "Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i desenvolupament Rural" de la Generalitat Valenciana.
- "Guía para la redacción del Anejo de Seguridad Vial" de la Generalitat Valenciana.
- Web de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- Web del Área de Carreteras de la Diputación de Valencia.
- Método de Lamm et al.
- Método de Camacho-Torregrosa et al.
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación (Reglamento General de Circulación).
- Norma 8.1.-IC "Señalización vertical", Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2.-IC "Señalización horizontal", Instrucción de Carreteras.